جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1173-1185

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۱۸۵-۱۱۷۳

اهمیت نسبی حضور و عدم حضور ریشه‌ی گیاه در تغییرات نسبت فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی خاک‌های شور و غیر شور

مژگان بویراحمدی[۱*] - فایز رئیسی[۲] - جهانگرد محمّدی[۳]

تاریخ دریافت:۸۹/۱/۲۱
تاریخ پذیرش:۸۹/۷/۱۱

چکیده

فعالیت میکروبیولوژیک خاک، تصویر پیچیده‌ای از فرآیندهای بیوشیمایی مختلف و مرتبط با هم است که تنها با اندازه‌گیری یک پارامتر ساده نمی‌توان آن را به خوبی مورد ارزیابی قرار داد. به نظر می‌رسد که تعیین همزمان چند پارامتر و ترکیب آنها، روش مناسب‌تری برای پی بردن به تغییرات ایجاد شده در شرایط بیولوژیک و کیفیت خاک باشد. هدف این تحقیق، بررسی نسبت فعالیت برخی آنزیم‌های خاک به کربن بیوماس میکروبی در سطوح مختلف شوری در خاک‌های تحت کشت و کشت نشده بود. این نسبت نشان دهنده‌ی فعالیت آنزیمی به ازای هر واحد بیوماس میکروبی می‌باشد. در این مطالعه، پنج سطح شوری شامل شاهد (۰/۵)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و سه محیط (بدون کشت، خاک تحت کشت گندم و خاک تحت کشت شبدر) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده شد. نتایج نشان داد که در هر سه محیط، شوری موجب کاهش معنی‌دار نسبت فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی شد. همچنین، اثر نوع محیط کشت بر نسبت فعالیت آنزیم اوره‌آز به کربن بیوماس میکروبی و نسبت فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز به کربن بیوماس میکروبی در کلیه‌ی سطوح شوری معنی‌دار بود. با این وجود، نسبت فعالیت آنزیم‌های بتا-گلوکوسیداز و فسفاتاز قلیایی به بیوماس میکروبی در هیچ یک از سطوح شوری تحت تأثیر نوع محیط قرار نگرفت. به عبارت دیگر، حضور گیاه، در افزایش و یا کاهش توانایی ریزجانداران خاک در تولید این دو آنزیم نقش قابل ملاحظه‌ای نداشته است. اثر نوع محیط کشت بر نسبت فعالیت آنزیم‌های ال-گلوتامیناز، ساکاراز و فسفاتاز اسیدی به کربن بیوماس میکروبی در سطوح مختلف شوری متغیر بود. به طور خلاصه، نتایج نشان می‌دهد که حضور گیاه در خاک‌های شور، بهبود بیوماس میکروبی و حفظ فعالیت برخی آنزیم‌های خاک و میزان سنتز آنها توسط بیوماس میکروبی را به همراه دارد. اما سنتز برخی دیگر از آنزیم‌ها توسط بیوماس میکروبی خاک تحت تأثیر حضور و عدم حضور ریشه‌ی زنده‌ی گیاه نمی‌باشد. به عبارت دیگر، میزان تأثیر ریشه و احتمالاً ترشحات آن بر تعدیل اثر شوری بر میزان آنزیم تولید شده توسط بیوماس میکروبی خاک، وابسته به سطح شوری، نوع گیاه و نوع آنزیم مورد مطالعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شوری، نسبت فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی، خاک بدون کشت، خاک تحت کشت گندم، شبدر

مقدمه

جمعیت میکروبی خاک مسئول تنظیم چرخه‌ی عناصر غذایی به شمار می‌آید و بنابراین در فراهم ساختن عناصر غذایی برای گیاه و حاصلخیزی خاک نقش مهمی را ایفا نموده و بدین طریق در رشد گیاه و تولیدات کشاورزی حائز اهمیت ویژه می‌باشند (۹). با این حال، مجموع فعالیت‌ها و فرآیندهای انجام شده در یک خاک مشخص، تنها زمانی می‌تواند از سطح مطلوبی برخوردار باشد که ساخت و تولید آنزیم‌های مختلف از منابع گوناگون که مهم‌ترین آن بیوماس میکروبی است، همواره صورت پذیرد (۵).

البته، متغیرهای زیستی و غیر زیستی مختلف می‌توانند بر فعالیت و بیوماس میکروبی خاک مؤثر باشند که به صورت دوره‌ای و یا دائمی در خاک، به عنوان زیستگاه ریزجانداران، شرایط خاص و تنش‌زایی را به وجود می‌آورند که از جمله‌ی آنها می‌توان به پدیده‌ی شور شدن خاک‌ها اشاره نمود (۱۴). فعالیت آنزیمی و کربن بیوماس میکروبی خاک شاخص‌های حساس به متغیرهای محیطی هستند و از این پارامترها برای تجزیه و تحلیل اثر عوامل محیطی و تنش‌های وارده بر جمعیت میکروبی خاک استفاده می‌شود (۱۴). مهم‌ترین دلایل استفاده از فعالیت‌های آنزیمی به عنوان شاخص کیفیت خاک، عبارت از ارتباط

۱،۲و۳ - به ترتیب کارشناس ارشد و دانشیاران گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(* - نویسنده مسئول: Email: mozhgan_boyrahmadi@yahoo.com)

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

تنگاتنگ این شاخص میکروبی با پارامترهای کیفیت خاک و سیر سریع تغییر و تحولات در مقایسه با دیگر خصوصیات خاک می‌باشد (۴ و ۵).

اصولاً فعالیت میکروبیولوژیک خاک، تصویر پیچیده‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی مختلف و مرتبط با هم است که تنها با اندازه‌گیری یک پارامتر ساده نمی‌توان آن را به خوبی مورد ارزیابی قرار داد (۱۵). به نظر می‌رسد که تعیین همزمان چند پارامتر روش مناسب‌تری برای پی بردن و درک بهتر تغییر ویژگی‌های بیوشیمیایی و متابولیکی و در نتیجه کیفیت خاک ناشی از آلودگی، شور شدن و مدیریت خاک باشد. بدیهی است که اندازه‌گیری پارامترهای متعدد نیز در برخی شرایط امکان‌پذیر نمی‌باشد و باید پارامترهای حساس را از بین مجموعه شاخص‌های میکروبیولوژیکی انتخاب نمود. برای مثال، ادغام و نسبت بین دو پارامتر اندازه‌گیری شده، ترکیب ساده‌ای از دو پارامتر مختلف در قالب یک نسبت ساده است که می‌تواند اطلاعاتی را در مورد تغییرات ایجاد شده در فعالیت و ترکیب جمعیت میکروبی خاک در اختیار قرار دهد (۱۵). نسبت فعالیت آنزیم‌ها به بیوماس میکروبی، یکی از این پارامترها است که نشان دهنده‌ی فعالیت آنزیمی به ازای هر واحد بیوماس میکروبی می‌باشد. از جهت دیگر، محاسبه‌ی این نسبت، اطلاعات اکولوژیک مناسبی درباره‌ی جنبه‌های خاص بیوماس میکروبی ارائه می‌دهد. افزایش این نسبت ممکن است بیانگر افزایش تولید آنزیم یا آزادسازی آنزیم ریزجانداران و همچنین آزادسازی آنزیم‌های تثبیت شده توسط کلوئیدهای رسی یا هوموسی به داخل محلول خاک باشد (۱۲). گاهی از این نسبت برای پی بردن به تغییرات آنزیم‌های برون سلولی و یا برای ارزیابی عکس‌العمل آنزیم‌های خاک به عملیات مدیریتی استفاده می‌شود (۱۵). به طور کلی، نسبت بین فعالیت آنزیمی به بیوماس میکروبی شاخصی از جامعه‌ی میکروبی به شمار می‌آید که با پتانسیل تجزیه‌ی ترکیبات آلی مرتبط خواهد بود. شاید یکی از دلایل آن، وجود همبستگی بین بیوماس میکروبی و سایر فرآیندهای میکروبی خاک مانند تنفس و فعالیت آنزیمی در شرایط محیطی مشخص باشد (۱۶).

مطالعات گذشته نشان داده است که رابطه‌ی منفی بین EC خاک و بیوماس میکروبی (۲، ۱۸، ۲۱) و فعالیت آنزیم‌های خاک (۱۷و ۱۹) وجود دارد. اما تا به حال مطالعه‌ای در زمینه‌ی اثر تنش شوری بر نسبت فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی صورت نگرفته است. مهم‌تر اینکه برای تعیین عکس‌العمل فعالیت و میزان بیوماس میکروبی خاک به شوری، لازم است گیاه و خاک، و تمام اجزای آن را به عنوان یک پیکره‌ی واحد، با تمام اثرات متقابل پیچیده‌ای که بر یکدیگر دارند، در نظر گرفت تا امکان درک بهتر از چگونگی اثر اجزای مختلف بر یکدیگر وجود داشته باشد (۹).

از این رو، در این تحقیق تغییرات نسبت فعالیت آنزیمی به بیوماس میکروبی خاک در سطوح مختلف شوری در محیط‌های تحت کشت (کشت گندم و شبدر) و خاک کشت نشده مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف مطالعه‌ی اثر سطوح مختلف شوری خاک بر نسبت فعالیت برخی آنزیم‌های خاک به کربن بیوماس میکروبی در ارتباط با پاسخ شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) و گندم رقم چمران (*Triticum aestivum* L. Var *Chamran*) به سطوح شوری مشابه در شرایط گلخانه‌ای به اجرا در آمد. طرح آزمایشی به کار رفته به صورت فاکتوریل (۳×۵) با ۵ سطح شوری و ۳ محیط خاک (خاک کشت نشده، خاک تحت کشت شبدر و خاک تحت کشت گندم) با سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای شوری به کار رفته در این مطالعه عبارت از سطوح ۰/۵ (شاهد)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بودند. به منظور تهیه‌ی محلول‌های شور، نمک‌های کلرید سدیم، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم به ترتیب با نسبت وزنی ۲:۱:۱:۱ برای رسیدن به سطوح شوری مذکور مورد استفاده قرار گرفتند.

جوانه‌های سه روزه و یک اندازه (۱ الی ۲ سانتی‌متری) به گلدان‌های کدگذاری شده‌ی حاوی یک کیلوگرم خاک مزرعه منتقل شدند. گلدان‌ها تا زمان استقرار کامل جوانه‌ها در خاک (دو هفته‌ی اول)، با آب مقطر آبیاری شدند و به گیاهان اجازه داده شد که تا قبل از شروع اعمال تیمارهای شوری به خوبی رشد کنند. پس از گذشت این دوره، گلدان‌های شاهد با آب مقطر و دیگر گلدان‌ها با آب شور مربوطه آبیاری شدند. گیاهان در گلدان‌های پلاستیکی به مدت ۱۲۰ روز در گلخانه رشد یافتند. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اولیه‌ی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

pH	۷/۸
هدایت الکتریکی عصاره اشباع	۰/۵ dSm^{-1}
ظرفیت تبادل کاتیونی	۲۰ cmol (+) kg^{-1}
مواد آلی	۸/۴ mg g^{-1}
نیتروژن کل	۰/۷۸ mg g^{-1}
فسفر (اولسن)	۲۰ mg kg^{-1}
کربنات کلسیم	۳۰۰ mg g^{-1}
C/N	۱۰/۸
شن	۵۱۰ mg g^{-1}
سیلت	۶۰ mg g^{-1}
رس	۴۳۰ mg g^{-1}

چهار ماه پس از شروع اعمال تیمارهای شوری، گیاهان برداشت

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

شده و اندام‌های هوایی و ریشه از یکدیگر جدا گردیدند. خاک چسبیده به ریشه‌ها با دست به آرامی جدا شده و پس از شستشوی ریشه با آب مقطر، به منظور اندازه‌گیری وزن خشک آنها، به مدت ۲ روز در آون ۶۰ درجه قرار داده شدند. بقیه‌ی خاک هر گلدان را مخلوط نموده و به منظور سنجش نسبت فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی به آزمایشگاه منتقل شدند.

از روش تدخین با کلروفرم (۱۱) و سپس انکوباسیون، برای تعیین کربن بیوماس میکروبی[1] (MBC) خاک استفاده شد. برای این منظور، دو نمونه‌ی ۴۰ گرمی از خاک‌ها برداشته و در داخل بشرهای تخت قرار گرفت. سپس کلیه‌ی نمونه‌ها در دو دسیکاتور جداگانه چیده شدند. نمونه‌های داخل یکی از دسیکاتورها به مدت ۲۴ ساعت با کلروفرم تدخین، در حالی که نمونه‌های داخل دسیکاتور دیگر در دمای معمولی آزمایشگاه نگهداری شدند. بخار کلروفرم طی سه مرحله از داخل دسیکاتور خارج شد. سپس کلیه‌ی بشرهای تدخین شده و تدخین نشده را خارج کرده و بعد از تلقیح مجدد با مقداری خاک مرطوب تدخین نشده، در داخل جارهای پلاستیکی قرار داده شدند. به منظور به دام انداختن CO_2، یک ظرف حاوی سود ۰/۵ نرمال در داخل جارها تعبیه گردید. بعد از ۱۰ روز، مقدار CO_2 تولید شده اندازه‌گیری شد. اختلاف مقادیر به دست آمده برای نمونه‌های تدخین شده و تدخین نشده، به عنوان بیوماس میکروبی تعیین گردید. با تقسیم این عدد بر ضریب تصحیح (۰/۴۵)، کربن بیوماس میکروبی به دست آمد (۱۰).

فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی[2] (ALP) و اسیدی[3] (ACP) طبق روش عیوضی و طباطبایی (۶)، فعالیت آنزیم آریل‌سولفاتاز[4] (Aryl) با استفاده از روش طباطبایی و برمنر (۲۳)، فعالیت آنزیم اوره‌آز[5] (UR) طبق روش طباطبایی و برمنر (۲۴)، فعالیت آنزیم بتا-گلوکوسیداز[6] (BGlu) طبق روش ارائه شده توسط عیوضی و طباطبایی (۷)، فعالیت آنزیم ال-گلوتامیناز[7] (LGlu) طبق روش فرانکنبرگر و طباطبایی (۸)، و فعالیت آنزیم ساکاراز یا اینوتاز (In) بر اساس روش ارائه شده توسط شینر و ون‌مرسی (۲۲) و با استفاده از سوبسترای مناسب برای هر آنزیم در شرایط استاندارد اندازه‌گیری شدند. سپس، نسبت فعالیت هر آنزیم به کربن بیوماس میکروبی، از طریق تقسیم نمودن دو پارامتر مزبور بر یکدیگر بدست آمد.

پس از تجزیه‌ی مدل آماری، داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند تا دارای توزیع نرمال بوده و واریانس تیمارها همگن باشد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس (ANOVA) و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SigmaStat 3.5 صورت گرفت. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون Fisher's Protected LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. تغییرات نسبی (بر حسب درصد) نسبت فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی برای هر تیمار شوری نسبت به خاک غیر شور محاسبه و گزارش گردید. نتایج تجزیه آماری داده‌ها به صورت آماره MS، جدول تجزیه واریانس برای نشان دادن اثرات ساده شوری و محیط، و اثرات متقابل آنها، و میانگین‌های هر متغیر به همراه انحراف معیار[8] (SD) گزارش شدند.

نتایج و بحث

اثر شوری بر وزن خشک و طول ریشه‌ی گندم و شبدر

افزایش شوری خاک اثر معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) بر وزن خشک و طول ریشه‌ی گندم و شبدر داشت. به طوری که افزایش شوری از شاهد تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش وزن خشک و طول ریشه‌ی شبدر به ترتیب به میزان ۹۸ و ۸۲ درصد و کاهش وزن خشک و طول ریشه‌ی گندم به ترتیب به میزان ۸۶ و ۷۳ درصد شد (جدول ۲).

UR:MBC

نتایج نشان می‌دهد که شوری اثر معنی‌دار بر نسبت فعالیت آنزیم اوره‌آز به کربن بیوماس میکروبی دارد. به طوری که مقدار عددی این نسبت در محیط‌های غیر شور بیشتر از محیط‌های شور بود. نتایج تجزیه واریانس نیز نشان می‌دهد که اثر شوری، نوع محیط کشت و اثرات متقابل آنها بر نسبت مذکور معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که نسبت فعالیت آنزیم اوره‌آز به کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت گندم بیشتر از دو محیط دیگر می‌باشد.

در خاک تحت کشت گندم، افزایش شوری تا ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر اثر معنی‌دار بر این نسبت نداشت ($P>۰/۰۵$) و کاهش آن در شوری‌های بالاتر مشاهده شد. در خاک تحت کشت شبدر نیز افزایش شوری تا ۵ دسی‌زیمنس بر متر اثر معنی‌دار بر این نسبت نداشت ($P>۰/۰۵$) ولی در شوری‌های بالاتر کاهش این نسبت مشاهده شد (جدول ۴). اثر نوع محیط در کلیه‌ی سطوح شوری به استثنای شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بر این نسبت معنی‌دار بود (شکل ۱). در سطوح شوری شاهد (۰/۵)، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌دار در این نسبت بین خاک تحت کشت شبدر و محیط بدون

1- Microbial Biomass Carbon
2- Alkaline Phosphatase
3- Acid Phosphatase
4- Aryl Sulphatase
5- Urease
6- ß-Glucosidase
7- L-Glutaminase
8- Standard deviation

کشت مشاهده نشد (P>۰/۰۵) اما با خاک تحت کشت گندم تفاوت معنی‌دار نشان داد. در سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، این نسبت بین محیط‌های مختلف تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند (P>۰/۰۵، شکل ۱).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک و طول ریشه گندم و شبدر. درجه آزادی خطا برابر با ۱۰ است.

EC_i (dS m^{-1})	وزن خشک ریشه (g pot^{-1})	طول ریشه (m pot^{-1})
	شبدر ایرانی	
۰/۵	۱۰/۰ a	۸۸/۶ a
۲/۵	۸/۲۶ b	۷۲/۰ b
۵/۰	۲/۵۸ c	۲۵/۰ c
۷/۵	۱/۱۶ d	۱۷/۷ d
۱۰	۰/۱۴ e	۱۵/۸ e
$LSD_{0.05}$	۰/۷۱۴	۱/۹۱
MS	۵۸/۹۷	۳۴۶۹
MSe	۰/۰۷۶۱	۰/۵۴۴۸
F	۷۷۴***	۶۳۶۷***
	گندم	
۰/۵	۶/۴۴ a	۶۸/۶ a
۲/۵	۴/۸۱ b	۵۰/۰ b
۵/۰	۴/۶۷ b	۴۹/۰ b
۷/۵	۴/۰۷ c	۴۲/۰ c
۱۰	۰/۸۷ d	۱۸/۰ d
$LSD_{0.05}$	۰/۶۲۲	۲/۳۱۵
MS	۱۲/۵۶۶	۹۶۲/۰۷۷
MSe	۰/۰۵۷۷	۰/۸۰
F	۲۱۷***	۱۲۰۳***

*** : P۰/۰۰۱

علت این مشاهدات احتمالاً به دلیل آن است که در محیط غیرشور (شاهد) و سطوح شوری متوسط در محیط‌های تحت کشت شبدر و خاک بدون کشت، ریزجانداران مسئول تولید آنزیم اوره‌آز دارای قابلیت یکسانی در تولید آنزیم مذکور می‌باشند و ریزجانداران موجود در خاک تحت کشت گندم توانایی بیشتری در تولید این آنزیم دارند. اما با افزایش شوری تا سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر توانایی ریزجانداران خاک تحت کشت گندم در تولید این آنزیم کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر احتمالاً، ریشه‌ی شبدر قادر به تعدیل اثر شوری بر مقدار آنزیم تولید شده توسط بیوماس میکروبی نیست، در حالی که ریشه‌ی گندم به دلیل مقاومت بیشتر در برابر تنش شوری و کاهش کمتر وزن خشک و طول ریشه (جدول ۲) دارای چنین توانایی می‌باشد. کوکسان و لپیس (۳) و نوربخش و همکاران (۱) در تحقیقات خود نشان دادند که همبستگی منفی معنی‌دار بین فعالیت این آنزیم و درجه‌ی شوری خاک وجود دارد. قول‌لرعطا و رئیسی (۹) در پژوهش خود نشان دادند که گرچه شوری موجب کاهش کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت شبدر برسیم می‌گردد، اما اثر آن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری (df=٤)، محیط (df=۲) و اثرات متقابل آنها (df=۸) بر نسبت فعالیت آنزیم‌ها به کربن بیوماس میکروبی. درجه آزادی خطا برابر با ۳۰ است.

نسبت	منبع تغییرات	MS
LGlu-MBC	شوری	۰/۰۰۰۰۲۳۶***
	محیط	۰/۰۰۰۰۰۶۰۵***
	شوری×محیط	۰/۰۰۰۰۰۱۱۸*
	MSe	۰/۰۰۰۰۰۰۰۴۵
UR:MBC	شوری	۰/۰۰۰۰۲۶۴***
	محیط	۰/۰۰۰۰۳۵۹***
	شوری×محیط	۰/۰۰۰۰۰۳۰**
	MSe	۰/۰۰۰۰۰۰۰۸۳
BGlu:MBC	شوری	۰/۰۰۰۰۲۳۰***
	محیط	۰/۰۰۰۰۰۴۳۸**
	شوری×محیط	۰/۰۰۰۰۰۰۶۵۲ Ns
	MSe	۰/۰۰۰۰۰۰۰۶۷
In:MBC	شوری	۰/۰۰۰۵۱۴***
	محیط	۰/۰۰۰۱۲۲***
	شوری×محیط	۰/۰۰۰۰۰۹۰۶Ns
	MSe	۰/۰۰۰۰۰۹۳۶
ACP:MBC	شوری	۰/۰۰۱۷۱***
	محیط	۰/۰۰۰۸۲۷***
	شوری×محیط	۰/۰۰۰۰۱۷۸Ns
	MSe	۰/۰۰۰۰۳۲۸
ALP:MBC	شوری	۰/۰۱۸۶***
	محیط	۰/۰۰۱۲۰Ns
	شوری×محیط	۰/۰۰۰۲۲۷Ns
	MSe	۰/۰۰۰۴۲
Aryl:MBC	شوری	۰/۰۰۰۰۱۸۷***
	محیط	۰/۰۰۰۰۳۴۳***
	شوری×محیط	۰/۰۰۰۰۰۱۰۷Ns
	MSe	۰/۰۰۰۰۰۰۰۶۳

*** : P< ۰/۰۰۱؛ ** : P< ۰/۰۱؛ * : P<۰/۰۵؛ Ns: غیر معنی‌دار

جدول ٤- تغییرات نسبی (٪) نسبت فعالیت آنزیم‌های خاک به کربن بیوماس میکروبی بین محیط‌های مختلف و سطوح مختلف شوری

سطح شوری ($dS\ m^{-1}$)	محیط بدون‌کشت	تحت کشت‌گندم	تحت کشت شبدر	میانگین	$LSD_{0.05}$
		LGlu:MBC			
۰/۵	۰ A	۰ A	۰ A	۰/۰۰۵۹۵A	
۲/۵	-۵/۳۰A	-۲۰/۱AB	+۶/۷۵A	۰/۰۰۵۵۶A	
۵/۰	-۳۰/۰B	-۱۴/۴A	-۳۰/۰B	۰/۰۰۴۵۲B	
۷/۵	-۳۸/۴B	-۴۱/۴BC	-۳۷/۰B	۰/۰۰۳۶۳C	۰/۰۰۱۱۱
۱۰	-۶۱/۹C	-۶۶/۱C	-۷۴/۱C	۰/۰۰۱۹۲D	
میانگین	۰/۰۰۳۵۸b	۰/۰۰۴۷۳a	۰/۰۰۴۶۴a	-	۰/۰۰۰۴۹۵
$LSD_{0.05}$		۰/۰۰۱۱۱		۰/۰۰۰۶۴۳	
		UR:MBC			
۰/۵	۰ A	۰ A	۰ A	۰/۰۰۶۰۱A	
۲/۵	-۵/۲۰A	+۱/۴۰A	+۱/۲۶A	۰/۰۰۵۹۹A	
۵/۰	-۲۹/۵B	+۴/۵۸A	-۱۱/۹A	۰/۰۰۵۴۳A	
۷/۵	-۳۸/۴B	-۵/۹۰A	-۴۰/۵B	۰/۰۰۴۵۰B	۰/۰۰۱۵۲
۱۰	-۶۱/۷C	-۷۶/۰B	-۶۳/۳C	۰/۰۰۱۹۱C	
میانگین	۰/۰۰۳۵۸b	۰/۰۰۶۵۲a	۰/۰۰۴۲۰b	-	۰/۰۰۰۶۷۸
$LSD_{0.05}$		۰/۰۰۱۵۲		۰/۰۰۰۸۷۶	
		BGlu:MBC			
۰/۵	۰ A	۰ A	۰ A	۰/۰۰۶۳۸A	
۲/۵	-۲۶/۸B	-۱۶/۵AB	-۲۸/۶B	۰/۰۰۴۸۶B	
۵/۰	-۴۲/۷C	-۶/۹۰AB	-۲۷/۰B	۰/۰۰۴۷۷B	
۷/۵	-۵۰/۷D	-۳۵/۳BC	-۴۰/۴B	۰/۰۰۳۷۰C	۰/۰۰۱۳۶
۱۰	-۷۰/۷E	-۶۵/۷C	-۶۶/۸C	۰/۰۰۲۰۶D	
میانگین	۰/۰۰۳۸۶b	۰/۰۰۴۹۳a	۰/۰۰۴۲۸b	-	۰/۰۰۰۶۰۹
$LSD_{0.05}$		۰/۰۰۱۳۶		۰/۰۰۰۷۸۷	
		In:MBC			
۰/۵	۰ A	۰ A	۰ A	۰/۰۲۴۲A	
۲/۵	-۱۸/۳B	-۱۹/۷A	-۲۹/۱B	۰/۰۱۸۸B	
۵/۰	-۲۹/۹BC	-۱۵/۰A	-۳۶/۲B	۰/۰۱۷۷B	
۷/۵	-۴۵/۹C	-۱۸/۶A	-۳۵/۸B	۰/۰۱۶۳B	۰/۰۰۵۱۰
۱۰	-۸۶/۶D	-۷۶/۶B	-۹۰/۵C	۰/۰۰۳۷۵C	
میانگین	۰/۰۱۳۴c	۰/۰۱۹۱a	۰/۰۱۶۱b	-	۰/۰۰۲۲۸
$LSD_{0.05}$		۰/۰۰۵۱۰		۰/۰۰۲۹۵	
		ALP:MBC			
۰/۵	۰ A	۰ AB	۰AB	۰/۱۷۶A	
۲/۵	-۰/۴۵A	+۲/۰۹A	+۷/۲۲A	۰/۱۸۱A	
۵/۰	-۲۶/۷B	-۱۲/۷AB	-۱۸/۹BC	۰/۱۴۱B	۰/۰۳۴۲
۷/۵	-۴۷/۵C	-۲۵/۲B	-۴۰/۲CD	۰/۱۱۰C	
۱۰	-۶۲/۴D	-۵۵/۷C	-۵۶/۸D	۰/۰۷۳۲D	
میانگین	۰/۱۲۷b	۰/۱۴۵a	۰/۱۳۶ab	-	۰/۰۱۵۳
$LSD_{0.05}$		۰/۰۳۴۲		۰/۰۱۹۷	

ادامه جدول ٤

سطح شوری ($dS\ m^{-1}$)	محیط بدون‌کشت	تحت کشت‌گندم	تحت کشت شبدر	میانگین	$LSD_{0.05}$
		ACP:MBC			
۰/۵	۰A	۰ A	۰ A	۰/۰۴۶۶A	
۲/۵	−۲۱/۷B	−۲۴/۳B	−۲۲/۸AB	۰/۰۳۵۸B	
۵/۰	−۵۶/۳C	−۳۹/۵B	−۴۳/۴ BC	۰/۰۲۵۳C	/۰۰۹۵۵
۷/۵	−۷۲/۵D	−۴۰/۵B	−۵۴/۶CD	۰/۰۲۱۳C	
۱۰	−۸۴/۹E	−۶۹/۱C	−۸۰/۰D	۰/۰۱۰۶D	
میانگین	۰/۰۲۱۶*c*	۰/۰۳۶۱*a*	۰/۰۲۶۲*b*	-	۰/۰۰۴۲۷
$LSD_{0.05}$		۰/۰۰۹۵۵		۰/۰۰۵۵۱	
		Aryl:MBC			
۰/۵	**۰ A**	**۰ A**	**۰ A**	**۰/۰۰۶۰۱A**	
۲/۵	**+۳/۱۳A**	**−۶/۱۷A**	**+۰/۶۷A**	**۰/۰۰۵۹۲A**	
۵/۰	**−۲۹/۵B**	**−۱۰/۹A**	**−۱۵/۵A**	**۰/۰۰۵۰۰A**	
۷/۵	**−۳۸/۴C**	**−۵/۸۹A**	**−۴۰/۵B**	**۰/۰۰۴۵۰B**	۰/۰۰۱۳۲
۱۰	**−۶۱/۷D**	**−۵۴/۲B**	**−۶۳/۳C**	**۰/۰۰۲۴۷C**	
میانگین	***۰/۰۰۳۶۷b***	***۰/۰۰۶۵۰a***	***۰/۰۰۴۱۶b***	-	۰/۰۰۰۵۹۱
$LSD_{0.05}$		۰/۰۰۱۳۲		۰/۰۰۰۷۶۴	

در هر ستون، حروف بزرگ مختلف نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بر اساس آزمون LSD در بین سطوح مختلف شوری می‌باشد. مقایسه‌ی میانگین فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی در بین سه محیط مختلف (هر ردیف)، با حروف کوچک ایتالیک نشان داده شده است.

سایر پژوهش‌هایی که در زمینه‌ی اثر شوری بر بیوماس میکروبی خاک انجام شده، نتایج ناهمانندی را ارائه می‌دهند. برای مثال، ساریگ و استینبرگر (۲۱) نشان دادند که شوری اثر مستقیمی بر کربن بیوماس میکروبی در ریزوسفر گیاه هالوفیت ریوموریا نگونسیس ندارد. اما بررسی‌های باترا و مانا (۲)، کور و همکاران (۱۳) و ساردینها و همکاران (۲۰) نشان داد که شوری به طور معنی‌دار موجب کاهش کربن بیوماس میکروبی در خاک‌های شور طبیعی می‌گردد. لندی و همکاران (۱۵) در سال ۲۰۰۰ به منظور بررسی اثر کادمیم بر فعالیت میکروبی خاک، از نسبت فعالیت آنزیم دهیدروژناز به کربن بیوماس میکروبی و نسبت فعالیت فسفاتاز به کربن بیوماس میکروبی استفاده نموده و نشان دادند که افزایش کادمیم محلول خاک موجب کاهش معنی‌دار این نسبت در خاک آلوده می‌گردد.

BGlu-MBC

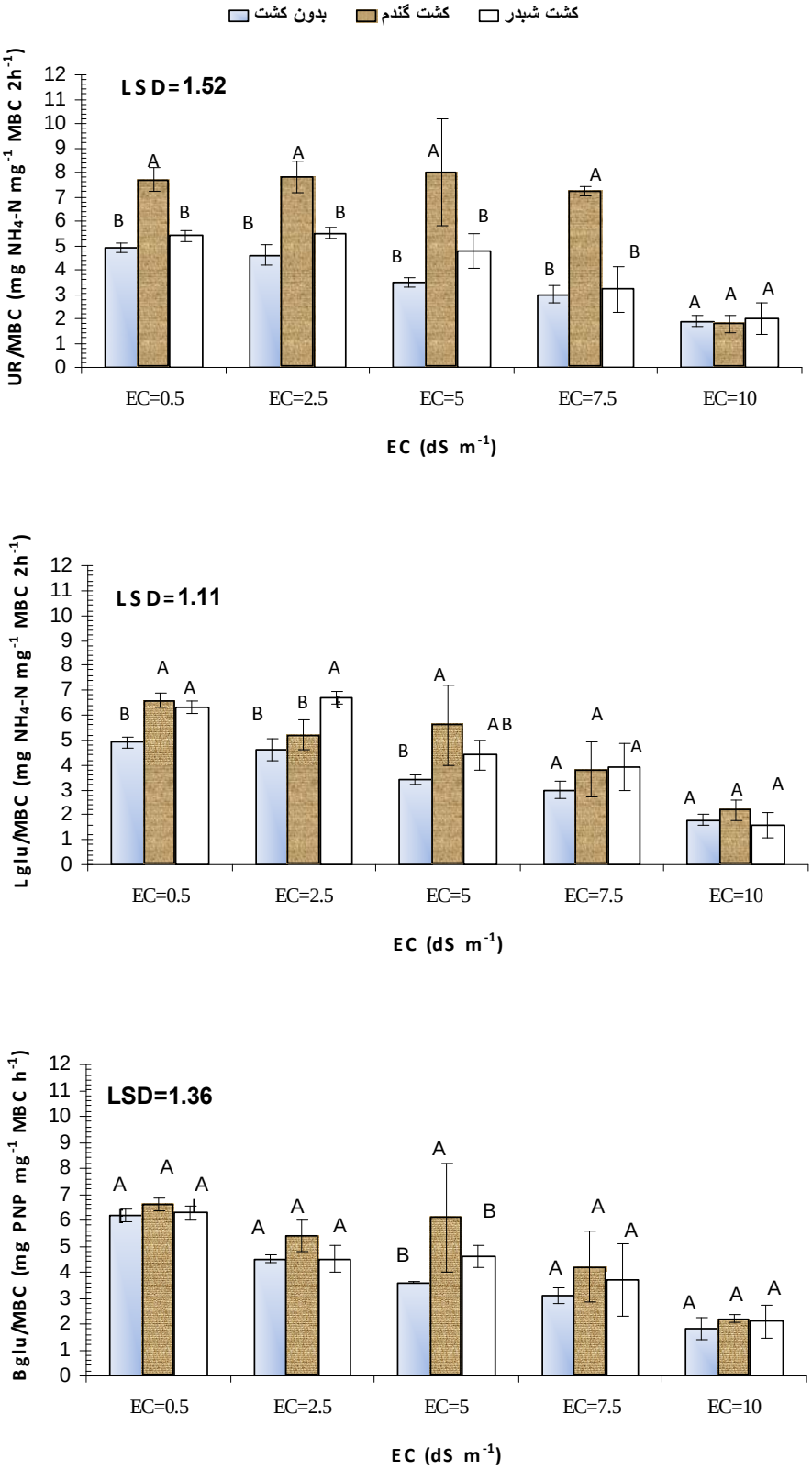
نسبت فعالیت آنزیم بتا-گلوکوسیداز به کربن بیوماس میکروبی در محیط‌های شور به طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد (جدول ۴). اثر نوع محیط در کلیه‌ی سطوح شوری بر این نسبت معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$، شکل ۱). در حقیقت، حضور گیاه نقشی در افزایش و یا کاهش توانایی ریزجانداران خاک در تولید آنزیم بتا-گلوکوسیداز نداشته است. با توجه به این که در تیمار شاهد (محیط غیر شور) نیز عدم وجود تفاوت معنی‌دار در این نسبت بین محیط‌های مختلف مشاهده می‌شود، احتمالاً به طور کلی، هم در محیط‌های شور و هم در محیط‌های غیر شور، ریزجانداران مسئول تولید آنزیم بتا-گلوکوسیداز وابستگی زیادی به گیاه و ترشحات ریشه‌ی آن برای تولید این آنزیم ندارند. نسبت فعالیت آنزیم بتا-گلوکوسیداز به کربن بیوماس میکروبی نیز به‌مانند نسبت فعالیت آنزیم اوره‌آز به کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت گندم به طور معنی‌داری بیش از خاک تحت کشت شبدر و خاک بدون کشت می‌باشد (جدول ۴).

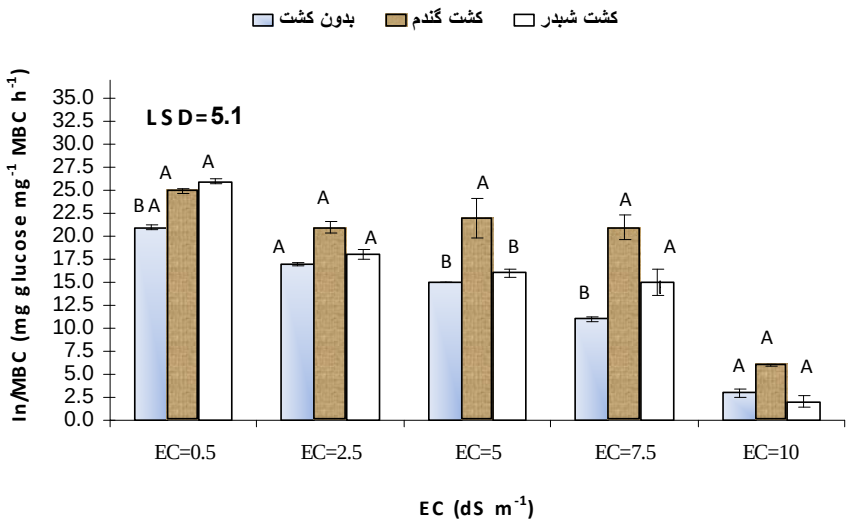
پاتاک و روآ (۱۷) و ریتز و هاینس (۱۹) نشان دادند که شوری اثر کاهنده‌ی معنی‌دار بر فعالیت آنزیم بتا-گلوکوسیداز دارد. ژنگ و همکاران (۲۵) نیز گزارش نمودند که فعالیت آنزیم بتا-گلوکوسیداز در شوری‌های ۰/۲درصد، ۰/۴درصد، ۰/۶درصد و ۰/۸درصد به ترتیب ۱۰/۹۶، ۲۰/۰۷، ۳۰/۹۶ و ۳۷/۴۴ درصد کاهش می‌یابد.

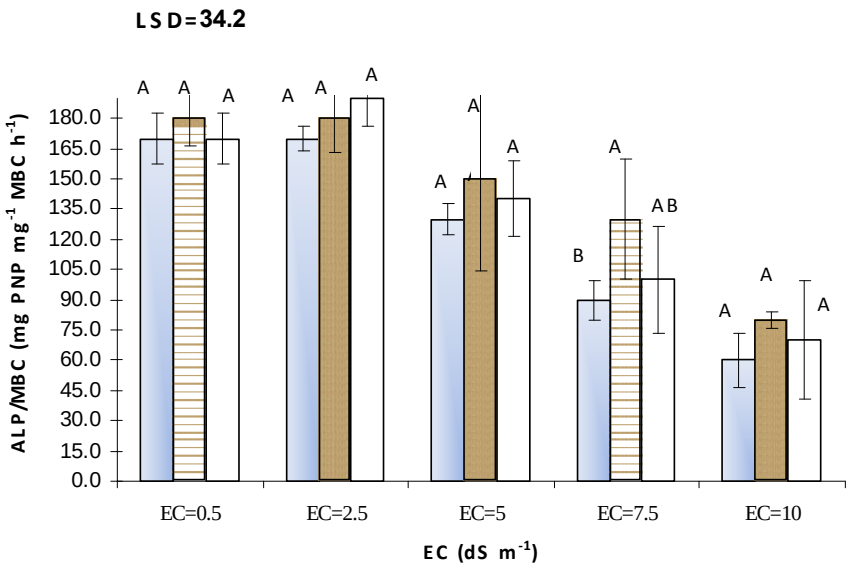
ALP:MBC

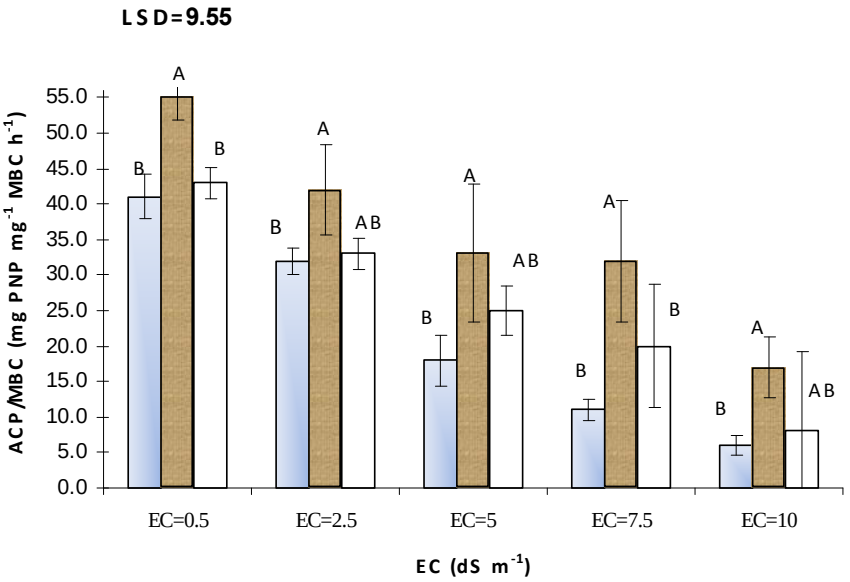
شوری موجب کاهش معنی‌دار نسبت فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی به کربن بیوماس میکروبی در محیط بدون کشت ($P<۰/۰۰۱$)، خاک تحت کشت گندم ($P<۰/۰۱$) و خاک تحت کشت شبدر ($P<۰/۰۰۱$) گردید. اثر محیط در کلیه‌ی سطوح شوری بر این نسبت معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$، شکل ۱). همچنین مشاهده شد که اثرات متقابل شوری× محیط نیز بر این نسبت معنی‌دار نمی‌باشد ($P>۰/۰۵$ ، جدول ۳). علت این مشاهدات احتمالاً به دلیل آن است که سنتز این آنزیم توسط ریزجانداران خاک، هم در محیط‌های شور و هم در محیط‌های غیر شور، تحت تأثیر حضور و یا عدم حضور گیاه نمی‌باشد.

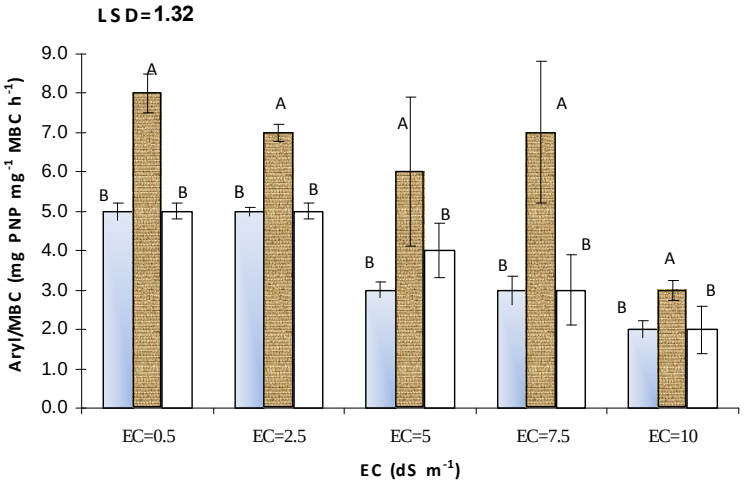
مطالعه‌ی قول‌لرعطا و رئیسی (۹) نشان داد که شوری اثر کاهنده‌ی معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) بر فعالیت کلی آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک تحت کشت شبدر برسیم دارد.


بدون کشت
کشت گندم
کشت شبدر
LSD=1.52
UR/MBC (mg NH4-N mg-1 MBC 2h-1)
EC=0.5
EC=2.5
EC=5
EC=7.5
EC=10
EC (dS m-1)
LSD=1.11
Lglu/MBC (mg NH4-N mg-1 MBC 2h-1)
EC=0.5
EC=2.5
EC=5
EC=7.5
EC=10
EC (dS m-1)
LSD=1.36
Bglu/MBC (mg PNP mg-1 MBC h-1)
EC=0.5
EC=2.5
EC=5
EC=7.5
EC=10
EC (dS m-1)


بدون کشت
کشت گندم
کشت شبدر
LSD=5.1
In/MBC (mg glucose mg-1 MBC h-1)
EC=0.5
EC=2.5
EC=5
EC=7.5
EC=10
EC (dS m-1)


LSD=34.2
ALP/MBC (mg PNP mg-1 MBC h-1)
EC=0.5
EC=2.5
EC=5
EC=7.5
EC=10
EC (dS m-1)


LSD=9.55
ACP/MBC (mg PNP mg-1 MBC h-1)
EC=0.5
EC=2.5
EC=5
EC=7.5
EC=10
EC (dS m-1)



شکل ۱-مقایسه میانگین‌های (n=۳) نسبت فعالیت آنزیم‌های خاک به کربن بیوماس میکروبی، بین محیط‌های مختلف در هر سطح شوری

حروف مختلف نشان دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بر اساس آزمون LSD در بین محیط‌های مختلف در هر سطح شوری می‌باشد. خطوط عمودی مقادیر SD (انحراف معیار) را نشان می‌دهند.

Aryl:MBC

نتایج بدست آمده بیانگر آن است که نسبت فعالیت آنزیم آریل‌سولفاتاز به کربن بیوماس میکروبی نیز به‌مانند سایر نسبت‌ها در محیط‌های غیر شور به طور معنی‌دار بیشتر می‌باشد. اما میزان این تفاوت در بین محیط‌های مختلف متفاوت می‌باشد. نتایج شکل ۱ نشان می‌دهد که در کلیه‌ی سطوح شوری (حتی در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر)، نسبت مذکور بالاترین مقدار را در خاک تحت کشت گندم دارد. در حقیقت، اثر محیط در کلیه‌ی سطوح شوری بر این نسبت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵ ، شکل ۱). نتایج جدول ۴ نیز نشان می‌دهد که نسبت فعالیت آنزیم آریل‌سولفاتاز به کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت شبدر و محیط بدون کشت تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارد، اما با خاک تحت کشت گندم این تفاوت معنی‌دار می‌باشد. در تحلیل نتایج بدست آمده چنین می‌توان بیان نمود که در مجموع، احتمالاً بیوماس میکروبی ریزوسفر گندم برای تولید آنزیم آریل سولفاتاز که آنزیمی مؤثر در چرخه‌ی گوگرد است، در کلیه‌ی سطوح شوری متأثر از حضور ریشه‌ی گیاه به دلیل ترشحات آزاد شده از آن و بازگشت ریشه‌های جوان می‌باشد. اما بیوماس میکروبی ریزوسفر شبدر برای سنتز آنزیم آریل‌سولفاتاز، تحت تأثیر حضور و یا عدم حضور ریشه‌ی این گیاه نمی‌باشد. ریتز و هاینس (۱۹) نیز اثر کاهنده‌ی شوری بر فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز را گزارش نمودند.

LGlu:MBC

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر شوری، محیط و اثر متقابل این دو فاکتور بر نسبت فعالیت آنزیم ال-گلوتامیناز به کربن بیوماس میکروبی معنی‌دار می‌باشد. نتایج هم‌چنین نشان داد که نسبت فعالیت آنزیم ال‌گلوتامیناز به کربن بیوماس میکروبی در محیط تحت کشت شبدر و گندم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارد، اما با محیط بدون کشت دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴).

شوری موجب کاهش معنی‌دار این نسبت در محیط بدون کشت (P<۰/۰۰۱)، خاک تحت کشت گندم (P<۰/۰۱) و خاک تحت کشت شبدر (P<۰/۰۰۱) شد. اثر محیط در تیمارهای شوری شاهد و ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر بر این نسبت معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود. اما در سطوح شوری ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵، شکل ۱). در تیمار شاهد مشاهده شد که گرچه این نسبت در خاک‌های تحت کشت تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند (P>۰/۰۵) اما با محیط بدون کشت تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود. به عبارت دیگر، ریزجانداران خاک تحت کشت گندم و شبدر هر دو به یک میزان قادر به تولید این آنزیم بودند. در سطح شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌دار در این نسبت بین خاک تحت کشت گندم و محیط بدون کشت مشاهده نشد (P>۰/۰۵). اما با خاک تحت کشت شبدر تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) نشان داد. در حقیقت، در این سطح شوری، ریزجانداران خاک تحت کشت شبدر همچنان قادر به تولید آنزیم ال-گلوتامیناز بیشتری نسبت به محیط بدون کشت بودند، اما ریزجانداران خاک تحت کشت گندم تنها توانستند به اندازه‌ی ریزجانداران محیط بدون کشت آنزیم ال-گلوتامیناز سنتز نمایند. در سطوح بالاتر شوری نیز مشاهده گردید که این نسبت بین سه محیط تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند (P>۰/۰۵) و حضور گیاه نقشی در

میزان آنزیم تولید شده توسط ریزجانداران خاک تحت کشت در این سطوح شوری نداشته است (شکل ۱). به عبارت دیگر، حضور گیاه قادر است تنها اثر سطوح شوری کم (تا ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) را بر میزان آنزیم ال-گلوتامیناز تولید شده توسط بیوماس میکروبی تعدیل کند.

In:MBC

نتایج نشان می‌دهند که شوری نسبت فعالیت آنزیم اینورتاز به کربن بیوماس میکروبی را در هر سه محیط مورد مطالعه به طور معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) تحت تأثیر قرار می‌دهد (جدول۴). در خاک تحت کشت گندم افزایش شوری تا ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر اثر معنی‌دار بر این نسبت نداشت ($P>۰/۰۵$) و کاهش آن در شوری‌های بالاتر مشاهده گردید. نسبت فعالیت آنزیم اینورتاز به کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت گندم بیشترین مقدار عددی را داشته و خاک بدون کشت و خاک تحت کشت شبدر به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند (جدول ۴).

ACP:MBC

شوری اثر معنی‌دار بر نسبت فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی به کربن بیوماس میکروبی در محیط بدون کشت، خاک تحت کشت گندم و خاک تحت کشت شبدر ($P<۰/۰۰۱$) داشت. در کلیه‌ی سطوح شوری، بیشترین نسبت فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی به کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت گندم مشاهده شد و خاک تحت کشت شبدر و محیط بدون کشت به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۱). در واقع، در این سطوح شوری، ریزجانداران خاک تحت کشت گندم، قادر به تولید آنزیم فسفاتاز اسیدی بیشتری در مقایسه با دیگر محیطها بودند. در مجموع، حضور ریشه‌ی گیاه، به ویژه ریشه‌ی گندم، در خاک‌های شور تا حدودی قادر به تحریک تولید آنزیم فسفاتاز اسیدی توسط ریزجانداران موجود در این خاک‌ها می‌باشد. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که نسبت فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی به کربن بیوماس میکروبی در محیط بدون کشت به طور معنی‌داری کمتر از محیطهای تحت کشت می‌باشد.

قول‌لرعطا و رئیسی (۹) نیز نشان دادند که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی گردید.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که در هر سه محیط بدون کشت گیاه، خاک تحت کشت گندم و تحت کشت شبدر، شوری موجب کاهش معنی‌دار نسبت فعالیت آنزیمی به کربن بیوماس میکروبی شد. این بدان معنی است که رشد ریزجانداران خاک و متعاقب آن بیوماس در شرایط تنش شوری جهت تولید آنزیم‌های برون سلولی کاهش می‌یابد، که یکی از علل آن وجود فشار اسمزی بالا به دلیل حضور نمک‌های محلول در خاک‌های شور می‌باشد. همچنین نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که بیشترین کاهش نسبت فعالیت آنزیم اوره‌آز به کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت گندم، بیشترین کاهش نسبت فعالیت آنزیم بتا-گلوکوسیداز به کربن بیوماس میکروبی در محیط بدون کشت، بیشترین کاهش نسبت فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی به کربن بیوماس میکروبی نیز در محیط بدون کشت و بیشترین کاهش نسبت فعالیت آنزیم آریل‌سولفاتاز به کربن بیوماس میکروبی در خاک تحت کشت شبدر رخ داده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر نوع محیط بر نسبت فعالیت آنزیم اوره‌آز به کربن بیوماس میکروبی و نسبت فعالیت آنزیم آریل‌سولفاتاز به کربن بیوماس میکروبی در کلیه‌ی سطوح شوری معنی‌دار است. اما در ارتباط با آنزیم بتا-گلوکوسیداز و فسفاتاز قلیایی این نسبت در هیچ یک از سطوح شوری تحت تأثیر نوع محیط قرار نگرفت. به عبارت دیگر، حضور گیاه نقش مهمی در افزایش و یا کاهش توانایی ریزجانداران خاک در تولید این آنزیم‌ها نداشته است. با توجه به این که در تیمار شاهد (محیط غیر شور) نیز عدم وجود تفاوت معنی‌دار در این نسبت بین محیط‌های مختلف مشاهده می‌شود، احتمالاً هم در محیط‌های شور و هم در محیط‌های غیر شور، ریزجانداران مسئول تولید آنزیم‌های بتا-گلوکوسیداز و فسفاتاز قلیایی وابستگی زیادی به گیاه و ترشحات ریشه‌ی آن برای تولید این آنزیم‌ها ندارند. اما با افزایش شوری، با توجه به مقاوم‌تر بودن گندم نسبت به تنش شوری، ریزجانداران خاک تحت کشت این گیاه قادر به تولید آریل‌سولفاتاز و اوره‌آز بیشتری در مقایسه با دو محیط دیگر بودند. در ارتباط با نسبت فعالیت آنزیم‌های ال-گلوتامیناز، ساکاراز و فسفاتاز اسیدی به کربن بیوماس میکروبی، اثر نوع محیط بر نسبت‌های مذکور در سطوح مختلف شوری متغیر بود. به طور خلاصه، نتایج نشان می‌دهند که حضور گیاه در خاک‌های شور بهبود بیوماس میکروبی و سنتز برخی آنزیم‌های خاک را به همراه دارد. به بیان ساده‌تر، هر عاملی که سبب کاهش و یا افزایش بیوماس میکروبی شود، کاهش و یا افزایش آنزیم‌های برون‌سلولی را به همراه خواهد داشت. زیرا بیوماس میکروبی منشأ قسمت اعظم آنزیم‌های برون-سلولی خاک است. در حالی که میزان سنتز برخی دیگر از آنزیم‌ها توسط ریزجاندارن خاک و یا فعالیت آنزیم‌های برون سلولی، متأثر از حضور ریشه‌ی گیاه نمی‌باشد. به عبارت دیگر، میزان تأثیر ریشه و احتمالاً ترشحات آن بر تعدیل اثر شوری بر میزان آنزیم تولید شده توسط بیوماس میکروبی (یا آنزیم‌های برون سلولی) وابسته به سطح شوری، نوع گیاه و حتی نوع آنزیم می‌باشد.

سپاسگزاری

تقدیر و قدردانی به عمل می‌آید.

بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه شهرکرد از ایـن تحقیـق

منابع

۱- نوربخش ف.، حاج رسولیها ش.، امتیازی گ. ۱۳۸۰. تأثیر برخی از ویژگی‌های خاک بر فعالیت آنـزیم اوره‌آز در شـماری از خـاک هـای اسـتان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره سوم، ص ۱۰۵-۹۵.

2- Batra L., Manna M.C. 1997. Dehydrogenase activity and microbial biomass carbon in salt-affected soils of semiarid and arid regions. Arid Soil Research and Rehabilitation. 11: 295- 303.

3- Cookson P., Lepiece A. 1996. Urease enzyme activities in soils of the Batinah region of the Sultanate of Oman. Journal of Arid Environments. 32: 225-238.

4- Dick R.P. 1994. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F., Stewart B.A.(Eds.), Defining soil quality for a sustainable environment. pp: 107-124. Soil Science Society of America, Madison.

5- Dick R.P., Breakwill D., Turco R. 1996. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrating biological indicators. In: Doran, J.W., Jones, A.J. (Eds.), Handbook of Methods for Assessment of Soil Quality. pp: 247-272. Soil Science Society of America, Madison.

6- Eivazi F., and Tabatabai M.A. 1977. Phosphatases in soils. Soil Biology and Biochemistry. 9: 167-172.

7- Eivazi F., and Tabatabai, M.A. 1988. Glucosidases and galactosidases activity in soils. Soil Biology and Biochemistry. 20: 601-606.

8- Frankenberger W.T., Tabatabai M.A. 1991. L-glutaminase activity of Soils. Soil Biology and Biochemistry. 23: 869-874.

9- Ghollarata M., and Raiesi F. 2007. The adverse effect of soil salinization on the growth of *trifolium alexandrinum* L. and associated microbial and biological properties in a soil from Iran. Soil Biology and Biochemistry. 39: 1699-1702.

10- Jenkinson D.S. 1988. The determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems. Wilson. J.R. (ed.) International, Wallingford, pp. 368-386.

11- Jenkinson D.S., Powelson D.S. 1976. The effect of biocidal treatments of metabolism in soil-V: A method for measuring soil biomass. Soil Biology and Biochemistry. 8: 209-213.

12- Kandeler E.M., Eder G. 1993. Effect of cattle slurry in grassland on microbial biomass and on activities of various enzymes. Biology and Fertility of Soils. 16: 249-254.

13- Kaur B., Aggarwal A.K., Gupta S.R. 1998. Soil microbial biomass and nitrogen mineralization in salt-affected soils. Journal of Ecology and Experimental Science. 24: 103-111.

14- Killham K. 1994. Soil Ecology. Cambridge University Press.

15- Landi L., Renella G., Moreno J.L., Falchini P. 2000. Influence of cadmium on the metabolic quotient, L-:D-glutamic acid respiration ratio and enzyme activity:microbial biomass ratio under laboratory conditions. Biology and Fertility of Soils. 32: 8-16.

16- Nannipieri P., Kandeler E., Ruggiero P. 2002. Enzyme Activities and Microbiological and Biochemical Processes in Soil pp, 1-33, In: R.G. Burns and R.P. Dick. (Eds) Enzymes in the Environment: Activity, Ecology, and Applications. Marcel Dekker, Inc. USA.

17- Pathak H., and Rao D.L.N. 1998. Carbon and nitrogen mineralization from added organic matter in saline and alkali soils. Soil Biology and Biochemistry. 30: 695-702.

18- Pankhurst C.E., Yu S., Hawke B.G., Harch B.D. 2001. Capacity of fatty acid profiles and substrate utilization patterns to describe differences in soil microbial communities associated with increased salinity or alkalinity on three locations in south Australia. Soil Biology and Biochemistry. 33: 204-217.

19- Rietz D.N., and Haynes R.J. 2003. Effects of irrigation–induced salinity on soil microbial activity. Soil Biology and Biochemistry. 35: 845-854.

20- Sardinha M., Muller Y., Schmeisky H., Joergensen R.G. 2003. Microbial performance in soils along a salinity gradient under acidic conditions. Applied Soil Ecology. 23: 237-244.

21- Sarig S., Steinberger Y. 1994. Microbial biomass response to seasonal fluctuation in soil salinity under the canopy of desert halophytes. Soil Biology and Biochemistry. 26: 1405-1408.

22- Schinner F., Von Mersi W. 1990. Xylanases-, CM- cellulase- and invertases activity in soil: an improved method. Soil Biology and Biochemistry. 22: 511-515.

23- Tabatabai M.A., and Bremner J.M. 1970. Arylsulphatase activity of soils. Soil Science Society of America Journal. 34: 225-229.

24- Tabatabai M.A., and Bremner J.M. 1972. Assay of urease activity in soil. Soil Biology and Biochemistry. 4: 479-487.

25- Zhang J., Zhang X., Zhou J., Makeschin F. 2005. Effects of salinity stress on poplars seedling growth and soil enzymes activity. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao, 16: 426-430.

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1173-1185

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۱۸۵-۱۱۷۳

The Relative Importance of Presence and Absence of Plant Root in Changing the Ratio of Soil Enzymatic Activity to Microbial Biomass Carbon in Saline and None-Saline Soils

M. Boyrahmadi[1]*- F. Raiesi[2] - J. Mohammadi[3]

Received: 10-4-2010
Accepted: 3-10-2010

Abstract

Soil microbiological criteria are a complex reflection of interactive metabolic processes that may not be evaluated only by measuring a single parameter but rather it requires the simultaneous determination of more parameters and combining them. The objective of this research was to study enzyme activities: microbial biomass carbon ratios in salinized and none-saline soils in the presence and absence of plant's rooting system. This ratio indicates the amount of enzyme activity per unit of microbial biomass. In this study, five levels of salinity using NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$ and KCl; with 2:1:1:1 ratio and three soils (unplanted soil, soil planted with wheat and clover) replicated three times consisted our factorial experiment arranged in a completely randomized design. Results showed that salinity caused significant reduction in enzyme activities: microbial biomass ratio in all three soils. Furthermore, at all salinity levels, unplanted and planted treatments had a significant effect on urease activity: microbial biomass carbon ratio and arylsulphatase activity: microbial biomass carbon ratio. However, there were no significant differences in ß-glucosidase: microbial biomass carbon ratio and alkaline phosphatase: microbial biomass carbon ratio among the three soils at all salinity levels. In the other words, the presence of plant did not have any substantial effect in increasing or reducing microbial ability to produce and synthesize these enzymes. The effect of planted and un-planted treatments on the ratio of L-glutaminase, saccharase and acid phosphatase to microbial biomass carbon in different salinity treatments were variable. In summary, results showed that the presence of plants may support the synthesis of some enzymes by soil microorganisms. But the synthesis of some other enzymes is not affected by the presence and absence of plants living roots. In other words, the effect of roots and its exudates on moderating the effect of salinity on the amount of the enzymes synthesized by soil microbes depends on the salinity level, plant type and enzyme.

Keywords: Salinity, Soil enzyme activity, Microbial biomass carbon ratio, Uncultivated soil, Planted soil, Wheat, Clover

1,2,3 - Former MSc Student and Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahrekord University, Respectively
(* - Corresponding Author Email: mozhgan_boyrahmadi@yahoo.com)