ارزیابی اثر فعالیت‌های کشاورزی بر تنوع و فراوانی باکتری‌های خاک‌زی

علیرضا خداشناس*[۱]، علیرضا کوچکی[۲]، پرویز رضوانی مقدم[۲]، امیر لکزیان[۲] و مهدی نصیری محلاتی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۱۲)

چکیده

باکتری‌های خاک زی با کارکردهای مهم و متنوع، بسترساز واکنش‌های اساسی خاک بوده و نقش مهمی در تنوع زیستی بی‌مهرگان خاک‌زی دارند. به منظور تعیین تنوع و فراوانی باکتری‌های خاک‌زی در مناطق خشک و هم‌چنین شناخت اثر فعالیت‌های کشاورزی بوم نظام زراعی اصلی استان‌های خراسان رضوی و شمالی بر این میکروارگانیسم‌ها، مطالعه‌ای در سه منطقه متفاوت از نظر میانگین درجه حرارت و بارندگی سالیانه در شهرستان‌های شیروان، مشهد و گناباد انجام شد. سیستم‌های کشاورزی کم نهاده و پرنهاده گندم و سیستم طبیعی در هر منطقه به عنوان اکوسیستم‌های مورد مطالعه انتخاب شدند. در هر منطقه مورد مطالعه از خاک مزارع گندم کم نهاده و پرنهاده و سیستم طبیعی نمونه‌گیری انجام شده و درصد مواد آلی خاک و باکتری‌های خاک‌زی مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. در مجموع ۱۹ گونه باکتری از ۴ جنس در مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه جداسازی و شناسایی گردید. میانگین غنای گونه‌ای باکتری‌ها تحت تأثیر منطقه مورد مطالعه قرار گرفت و در گناباد حداقل بود. در مقایسه سیستم‌ها، سیستم طبیعی گناباد حداقل غنای گونه‌ای باکتری‌ها را نشان داد و سایر سیستم‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. فراوانی باکتری‌های خاک‌زی تحت تأثیر درصد مواد آلی خاک در هر منطقه بوده و در هر گرم خاک خشک در منطقه گناباد حداکثر و در منطقه شیروان حداقل بود. سیستم‌های مورد مطالعه نیز از نظر فراوانی باکتری‌ها تفاوت داشتند و سیستم کم نهاده گناباد، کم نهاده مشهد و پرنهاده گناباد حداکثر فراوانی باکتری‌ها را نشان دادند. نتایج نشان می‌دهد که فعالیت‌های کشاورزی در مناطق مورد مطالعه نه تنها باعث کاهش غنای گونه‌ای و فراوانی باکتری‌ها نشده‌اند، بلکه در مشهد و گناباد باعث بهبود غنای گونه‌ای و فراوانی باکتری‌ها نیز گردیده‌اند. هم‌چنین یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که با افزایش تنش‌ها، توزیع فراوانی باکتری‌ها نامتعادل شده و گونه‌هایی با کارکردهای متفاوت ظهور کمتری داشته و در شرایط حداکثر تنش، کارکرد باکتری‌ها به تجزیه مواد آلی محدود شده است. با توجه به حضور گونه‌های مفید باکتری در خاک سیستم‌های مورد مطالعه، مدیریت این سیستم‌ها از نظر حفظ و حمایت از تنوع و فراوانی باکتری‌های خاک‌زی جهت بهره‌برداری از کارکردهای سودمند آنها حساسیت ویژه‌ای می‌یابد و در این زمینه افزایش درصد مواد آلی خاک اهمیت قابل توجهی دارد.

واژه‌های کلیدی: تنوع باکتری‌های خاک‌زی، فراوانی باکتری‌های خاک‌زی، سیستم‌های کشاورزی، سیستم‌های طبیعی، گندم

۱. دکتری اکولوژی زراعی، سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی

۲. به ترتیب اساتید، دانشیار و استاد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: khodashenas48@yahoo.com

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

مقدمه

شناخت الگوهای زیستی باکتری‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا این موجودات در برگیرنده بخش زیادی از تنوع گونه‌ای زمین بوده و بسترساز و عامل بسیاری از واکنش‌هایی هستند که باعث پایداری حیات در زمین است. همه چرخه‌های غذایی از طریق باکتری‌ها به سطوح تغذیه‌ای بالاتر متصل می شوند، بنابراین بعلت تنوع واکنش‌هایی که باکتری‌ها عامل آن هستند، کارکرد و احتمالا تنوع باکتری‌ها، عامل مهمی در تعیین کارکرد یک اکوسیستم خواهد بود(۲۹،۲۷،۲۵ و ۳۰). باکتری‌های خاک زی کارکردهای مهمی دارند و بر این اساس خدمات متنوعی ارائه می‌کنند.

سلولز فراوان ترین ترکیب آلی در کره زمین است (حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد از وزن خشک گیاه را سلولز تشکیل می‌دهد) و بنابراین منبع عظیمی از انرژی برای میکروارگانیسم‌ها به شمار می‌آید. تجزیه میکروبی سلولز در خاک تحت هر دو شرایط هوازی و بی هوازی به وسیله باکتری‌ها انجام می‌شود. تجزیه هوازی سلولز به وسیله باکتری‌های رشته‌ای (Filamentous) مثل جنس‌های *Stereptomyces* و *Micromonospora* و باکتری‌های غیر رشته‌ای (Non Filamentous) مثل جنس‌های Bacillus، Cytophaga و Cellulomonas انجام می‌شود(۹).

تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها، کارکرد بسیار مهم دیگری است که مورد بررسی فراوان قرار گرفته است. این عمل توسط سه گروه از باکتری‌ها صورت می‌گیرد. گروه اول باکتری‌های آزادزی فتوسنتز کننده مثل Cyanobacteria هستند. باکتری‌های هتروتروف مانند Azotobacter و Clostridium گروه دوم را تشکیل می‌دهند و در گروه سوم باکتری‌های همزیست با گیاهان قرار دارند که شامل گونه‌های رایزوبیوم در لگوم‌ها و فرانکیا (Frankia) در درختان می‌شود(۱۳،۱۲ و۲۷).

باکتری‌ها نقش عمده‌ای در تشکیل ساختمان خاک دارند. پلی ساکاریدهای تولید شده به وسیله باکتری‌ها ذرات خاک را به هم متصل نموده و به تشکیل ساختمان خاک کمک می‌کند. مواد هوموسی ناشی از فعالیت باکتری‌ها نیز باعث تشکیل کمپلکس‌های رس- مواد آلی می‌شود که به دانه‌بندی خاک کمک می‌کند. باکتری‌های گروه اکتینومیست، هیف‌هایی تولید می کنند که ذرات خاک را به هم متصل نموده و بدین طریق در دانه‌بندی خاک ایفای نقش می‌کنند. دانه‌بندی خاک باعث کاهش فرسایش خاک، بهبود نفوذ آب و تهویه مناسب خاک می‌شود(۳۰).

مطالعه سی سیلیانو و جرمیدا (۳۷) حاکی از این است که باکتری‌های جنس *Bacillus*، *Arthrobacter*، *Flavobacterium* و *Pseudomonas* در ریزوسفر و داخل ریشه گیاهان زنده وجود دارند ولی تعداد باسیلوس‌ها قابل توجه بوده و از فراوان‌ترین باکتری‌ها به شمار می‌آیند. جرمیدا و همکاران (۱۹) طی تحقیقی بر روی گندم و کلزا، ۱۸ جنس باکتری از خاک‌های ریشه جدا کردند که ۷۳ درصد آنها به چهار جنس *Bacillus* با ۲۹ درصد، *Micrococcus* با ۲۰ درصد، *Flavobacterium* با ۱۲ درصد و *Rathayibacter* با ۱۲ درصد تعلق داشت. در این بررسی باکتری‌های جنس باسیلوس سهم زیادی از کل باکتری‌های محیط ریشه گندم را به خود اختصاص داده و باکتری غالب منطقه ریشه گندم بودند، در حالی‌که در ریزوسفر کلزا توزیع باکتری‌ها یک‌نواخت‌تر بود. طبق نظر اگامبردایوا و هافلیچ (۱۸) باکتری‌های بهبود دهنده رشد گیاه در محیط ریشه عبارت‌اند از گروه‌های Azospirillum، Bacillus، Pseudomonas و Enterobacter که به علت آثار مفیدشان در رشد گیاه مورد استفاده هستند. مکانیسم‌های تحریکی رشد گیاه به وسیله باکتری‌ها، ناشی از متحرک‌سازی عناصر غذایی، تحریک رشد ریشه از طریق تولید هورمون‌های گیاهی و اثر بازدارندگی بر علیه پاتوژن‌های گیاهی خاک زاد است.

باکتری‌ها به تنش‌هائی نظیر آنچه در اثر فعالیت‌های کشاورزی اتفاق می‌افتد، آلودگی یا سایر تنش‌ها حساس هستند. تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر عملیات خاک‌ورزی، یکی از این تنش‌هاست مه بستر رشد جمعیت باکتریایی خاک را تغییر می‌دهد. در سیستم کشاورزی بدون شخم، فعالیت باکتری‌ها با افزایش عمق تغییر زیادی دارد و

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

حداکثر آن در نزدیکی سطح خاک مشاهده می‌شود، در حالی‌که در سیستم‌های کشاورزی پرنهاده، توزیع باکتری‌ها در لایه شخم یکنواخت است(۲۷). طبق نظر لوپوای و همکاران (۳۲) کاهش شخم باعث افزایش تنوع میکروبی خاک از جمله باکتری‌های خاک زی می‌شود، در حالی که آیش از طریق کاهش زیست توده گیاهی تنوع میکروبی خاک را کاهش می‌دهد. زلز و همکاران (۴۳) نیز طی ارزیابی تنوع زیستی در سیستم‌های مختلف کشت نشان دادند که حداقل تنوع میکروبی در مرحله آیش، زمان عاری بودن مزرعه از پوشش گیاهی مشاهده شده است. جامعه میکروبی تحت تأثیر مصرف کود شیمیایی نیز قرار می‌گیرد، به طوری‌که بر اساس گزارش کرک و همکاران (۲۸) تعداد باکتری‌های قابل کشت در خاکی با مصرف توام مواد آلی و کود شیمیایی ۲ تا ۶ برابر بیشتر از خاکی است که فقط کود شیمیایی در آن مصرف شده بود.

نتایج بررسی لورانگر مرسیریس و همکاران (۳۱) نشان می‌دهد اگر چه باکتری‌های قابل کشت بخش کوچکی از جوامع باکتریایی موجود در خاک را نشان خواهد داد، اما می‌توان آنها را به عنوان یکی از شاخص‌های مفید برای سنجش اثرات تنوع گیاهی بر جوامع میکروبی در اکوسیستم علفزارها مد نظر قرار داد. بنابراین مطالعه تنوع میکروبی نه تنها از جنبه تحقیقات پایه ارزشمند است، بلکه برای درک ارتباط بین تنوع و ساختار جامعه و کارکرد آن نیز مفید خواهد بود(۲۸).

با توجه به نقش قابل توجه باکتری‌های خاک زی در کارکرد اکوسیستم‌ها، شناخت باکتری‌ها و عوامل مؤثر بر آنها ضروری است، زیرا شناخت گونه‌های باکتریایی و درک کارکرد آنها زمینه را برای حفظ و حمایت از آنها فراهم خواهد ساخت. این بررسی با هدف ارزیابی تنوع زیستی باکتری‌ها، به عنوان بخش مهمی از تنوع زیستی موجودات خاک‌زی در سیستم‌های کشاورزی و طبیعی انجام یافت. علاوه بر تعیین تنوع، فراوانی و شناسایی گونه‌های باکتری و تعیین کارکرد آنها، آثار سیستم‌های کشاورزی مناطق خشک بر این موجودات نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع زیستی باکتری‌های خاک‌زی، به عنوان بخش مهمی از ساختار تنوع زیستی خاک، این تحقیق طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۳ در مزارع گندم شهرستان‌های شیروان، مشهد و گناباد سه منطقه از استان‌های خراسان رضوی و شمالی به اجرا درآمد. بر اساس طبقه‌بندی دومارتن اقلیم شهرستان‌های شیروان، مشهد و گناباد به ترتیب نیمه خشک، نیمه خشک و خشک است. بر مبنای پهنه‌بندی اقلیمی، اقلیم گناباد، مشهد و شیروان به ترتیب خشک، نیمه خشک شدید و نیمه خشک میانه گزارش شده است. طبق همین گزارش تبخیر و تعرق پتانسیل در گناباد، مشهد و شیروان به ترتیب ۱۶۰۰ ، ۱۱۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌متر در سال است(۱ و۲).

شرایط انتخاب مناطق و سیستم‌ها: میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه، عوامل مؤثری در ایجاد شرایط مناسب برای رشد موجودات زنده یا به عبارت دیگر تنوع زیستی هر منطقه به شمار می‌آیند. به همین جهت سه منطقه با میانگین بارندگی سالیانه و درجه حرارت متفاوت در استان‌های خراسان رضوی و شمالی انتخاب گردید. منطقه گناباد با میانگین بارندگی سالانه ۱۴۸ میلی‌متر و متوسط حرارت سالانه ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد، منطقه‌ای با حداقل بارندگی سالیانه و حداکثر میانگین حرارتی سالیانه در خراسان رضوی و شیروان با میانگین بارندگی سالانه ۲۶۷/۴ میلی‌متر و متوسط حرارت سالانه ۱۲/۱ درجه سانتی‌گراد به عنوان منطقه‌ای با حداکثر بارندگی سالیانه و حداقل میانگین حرارتی سالیانه در استان خراسان شمالی و مشهد با میانگین بارندگی سالانه ۲۶۰/۶ میلی‌متر و متوسط حرارتی سالانه ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد در استان خراسان رضوی قرار دارند(۲).

در هر یک از مناطق دو سیستم کم نهاده و پرنهاده تولید گندم، بوم نظام زراعی اصلی این مناطق و سیستم طبیعی به عنوان شاخصی برای ارزیابی فعالیت‌های کشاورزی بر تنوع زیستی باکتری‌های خاک‌زی، مورد بررسی قرار گرفتند. برای بررسی هریک از سیستم‌ها در مناطق مختلف، ۱۰ نمونه به عنوان تکرارهای مورد مطالعه از هر سیستم انتخاب گردید.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

نمونه‌ها در سیستم‌های کشاورزی پرنهاده و کم نهاده مزارع گندمی بودند که با مدیریت پرنهاده یا کم نهاده داشتند. مزارع در سیستم کم نهاده بر اساس حداقل مصرف کودهای شیمیایی، حداقل مصرف سموم علف کش، قارچ کش و آفت کش، حداقل انجام عملیات خاک ورزی و استفاده از کودهای دامی و رعایت آیش یا تناوب در تولید محصول گندم انتخاب گردیدند. ملاک انتخاب سیستم‌های پرنهاده نیز حداکثر مصرف کودهای شیمیایی، حداکثر مصرف سموم علف کش، قارچ کش و آفت‌کش، حداکثر عملیات خاک ورزی (به طور مکانیزه اداره شوند) و تداوم کشت محصول گندم بوده است. سیستم طبیعی هر منطقه از نظر اقلیمی و محیطی شبیه سیستم‌های کشاورزی اما به صورت طبیعی مدیریت شده بود. در سیستم‌های طبیعی نیز واحدهای انتخابی از مناطق طبیعی به عنوان نمونه‌های این سیستم مورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه بررسی‌ها در سطح مزارع گندم و واحدهای طبیعی انتخابی به عنوان تکرارهای مورد مطالعه از هر سیستم انجام شد.

نمونه‌برداری خاک

در مرحله پرشدن دانه گندم، از خاک هر یک از واحدهای آزمایشی نمونه برداری صورت گرفت. بدین منظور از هر مزرعه یا واحد طبیعی مورد بررسی پنج نمونه خاک با ابعاد ۳۰ سانتی‌متر طول، ۳۰ سانتی‌متر عرض و ۳۰ سانتی‌متر عمق به‌طور تصادفی برداشت شد. مخلوطی از خاک پنج مکان مورد نمونه برداری در هر مزرعه یا واحد طبیعی تهیه گردید. از این مخلوط نمونه ای درون شیشه ریخته شده و پس از بستن درب آن به وسیله پنبه و علامت‌گذاری، درون یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل و سپس در یخچال نگه‌داری شده و برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت(۴ و۳۵).

تعیین مواد آلی خاک

درصد مواد آلی نمونه‌های خاک به روش معمول و با استفاده از تیتراسیون به وسیله فروسولفات آمونیوم ۵٪ اندازه‌گیری شد(۳۴). به منظور محاسبه درصد مواد آلی خاک و سایر خصوصیات مورد ارزیابی بر اساس وزن خشک خاک، درصد رطوبت خاک به روش وزنی تعیین گردید(۶).

سنجش فراوانی و تنوع باکتری‌ها

برای سنجش فراوانی باکتری‌های قابل کشت خاک زی و نیز تعیین غنای گونه‌ای آنها در خاک واحدهای مورد بررسی، از روش کشت در محیط‌های غذایی و از محیط کشت آگار(Nutrient Agar) در پتری دیش‌های یکبار مصرف استفاده شد(۵،۷،۱۱،۲۰ و۴۰). شمارش باکتری‌ها در محیط آگار روش مناسبی برای ارزیابی‌های مقایسه‌ای جامعه میکروبی و جمعیت باکتری‌های مورد استفاده به عنوان شاخص‌های وضعیت بیولوژیکی خاک‌هاست(۸). محیط کشت بر اساس دستورالعمل کشت باکتریائی آگار تهیه شده و استریل گردید. ۱۰ گرم خاک از هر نمونه انتخاب شده و با استفاده از سری‌های ترقیق غلظت‌های متفاوتی از محلول خاک تهیه شده و کشت باکتری‌ها روی محیط استریل انجام شد. پس از ۷۲ ساعت در حرارت اتاق (شرایط تابستان) تعداد کلنی‌های تشکیل شده روی پتری دیش‌ها با استفاده از کلنی شمار (Colony Counter) تعیین گردید. سپس بر اساس رقت مورد نظر و وزن خشک خاک، فراوانی باکتری‌های قابل کشت موجود در واحد وزن خشک خاک طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

تعداد باکتری در هر گرم خاک خشک = درصد رطوبت خاک × میزان خاک در هر میلی‌متر محلول خاک × درجه ترقیق × میلی لیتر محلول خاک در هر پتری دیش × تعداد کلنی در هر پتری دیش

برای تعیین نوع باکتری‌ها و شناسائی و طبقه‌بندی آنها، از هر نمونه باکتری رشد کرده در محیط کشت آگار، کشت خالص تهیه گردیده و آزمون‌های لازم از جمله رنگ آمیزی باکتری‌ها، تعیین گرم باکتری‌ها، تست تخمیر مانیتول، تست تخمیر گلوکز، تست تخمیر لاکتوز، تست احیای نیترات، تست قرمز متیل و تست سیترات، تست قدرت آنزیمی ژلاتیناز، تست لیتموس

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

میلک، تست اوره آز، تست تخمیر قند گلوکز در محیط MRVP، تست رشد در محیط نمک، تست رشد در شرایط حرارتی و تست آمیلاز انجام شد و با استفاده از نتایج آزمایش‌ها جنس، گونه و کارکرد بسیاری از باکتری‌ها مشخص گردید(۲۴).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. سیستم‌های زراعی و طبیعی به عنوان تیمارهای آزمایش و نمونه برداری انجام شده در هر یک از این سیستم‌ها تکرارهای آزمایش بودند. در ارزیابی مناطق، سه منطقه شیروان، مشهد و گناباد به عنوان تیمارهای آزمایش و نمونه برداری‌های صورت گرفته در هر منطقه به عنوان تکرارهای این تیمارها مد نظر قرار گرفتند. پس از انجام تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (8.2) انجام گرفت.

نتایج وبحث

درصد مواد آلی خاک

درصد مواد آلی خاک مورد تجزیه آماری قرار گرفت و تفاوت مناطق از نظر مواد آلی خاک معنی‌دار بود. مناطق شیروان و مشهد به ترتیب با میانگین ۰/۵۲ و ۰/۴۶ نسبت به گناباد با ۰/۱۲ درصد مواد آلی در خاک، برتری نشان دادند (شکل۱). تفاوت سیستم‌های مورد مطالعه از نظر مواد آلی خاک نیز معنی‌داری بود. سیستم‌های کم نهاده شیروان و پرنهاده مشهد به ترتیب با ۰/۷۱ و ۰/۶۹ درصد مواد آلی در خاک، بین سیستم‌های مورد مطالعه بیشترین مقدار را نشان دادند و سیستم‌های طبیعی مشهد، پرنهاده و طبیعی گناباد به ترتیب با ۰/۲۱ و۰/۱۱ و۰/۰۵ درصد کمترین مقدار مواد آلی خاک را به خود اختصاص دادند (شکل۱).

نتایج بررسی در دو منطقه مرتعی از استان آذربایجان شرقی نشان داد که درصد مواد آلی خاک در آن مناطق نیز پائین و حدود ۰/۳۹ درصد است (۳). شرایط اقلیمی از جمله درجه حرارت و بارندگی، تأثیر زیادی بر مقدار مواد آلی خاک دارد. به طور طبیعی تجمع مواد آلی خاک در شرایط بارندگی بیشتر و درجه حرارت خنک‌تر، بیشتر بوده و در شرایط گرم‌تر و خشک‌تر، تجزیه مواد آلی بیشتر است (۱۰). گناباد نسبت به سایر مناطق شرایط گرم‌تر و خشک‌تری دارد. بنابراین کمتر بودن مواد آلی خاک در این منطقه طبیعی به نظر می‌رسد، زیرا در این منطقه هم تجزیه بیشتر و هم به دلیل شرایط نامساعد اقلیمی میزان تولید مواد آلی پایین‌تر است. علاوه بر حرارت و رطوبت، تهویه خاک، pH و جمعیت میکروبی خاک نیز بر سرعت تجزیه مواد آلی مؤثر هستند. عملیات شخم باعث افزایش تهویه خاک و در نتیجه خشک شدن آن و افزایش سرعت تجزیه می‌شود. کوددهی و آبیاری، از طریق تأثیر بر تولید، باعث افزایش بقایای گیاهی شده و مواد آلی خاک را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر آبیاری با افزایش رطوبت خاک، سبب کند شدن تجزیه مواد آلی می‌شود (۱۰).

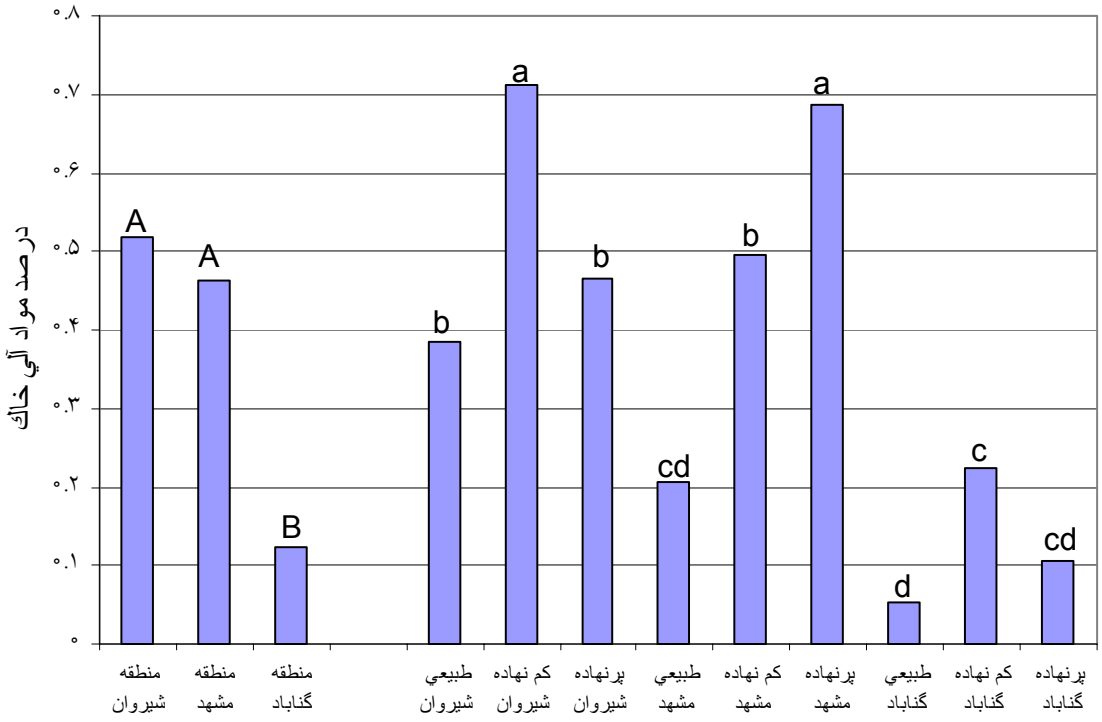
غنای گونه‌ای باکتری‌های خاک‌زی

تفاوت گونه‌های باکتری خاک‌زی در مناطق مورد مطالعه معنی‌دار بود. مشهد با میانگین ۵/۵ گونه بیشترین غنای گونه‌ای باکتری‌ها را نشان داد. متوسط تعداد گونه باکتری در شیروان ۵ بود که با مشهد تفاوت معنی‌داری نداشت، اما گناباد با دارا بودن میانگین ۴ گونه باکتری با دو منطقه دیگر تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل۲). تفاوت سیستم‌های مختلف از نظر غنای گونه‌ای باکتری‌های خاک زی نیز معنی‌داری بود. سیستم‌های پرنهاده و طبیعی مشهد با میانگین ۵/۸ گونه و سیستم طبیعی شیروان با میانگین۵/۳ گونه، حداکثر تعداد گونه باکتری را به خود اختصاص دادند و سیستم طبیعی گناباد با میانگین ۳/۵ گونه کمترین میانگین غنای گونه‌ای باکتری‌ها را بین سیستم‌های مورد مطالعه نشان داد (شکل۲).

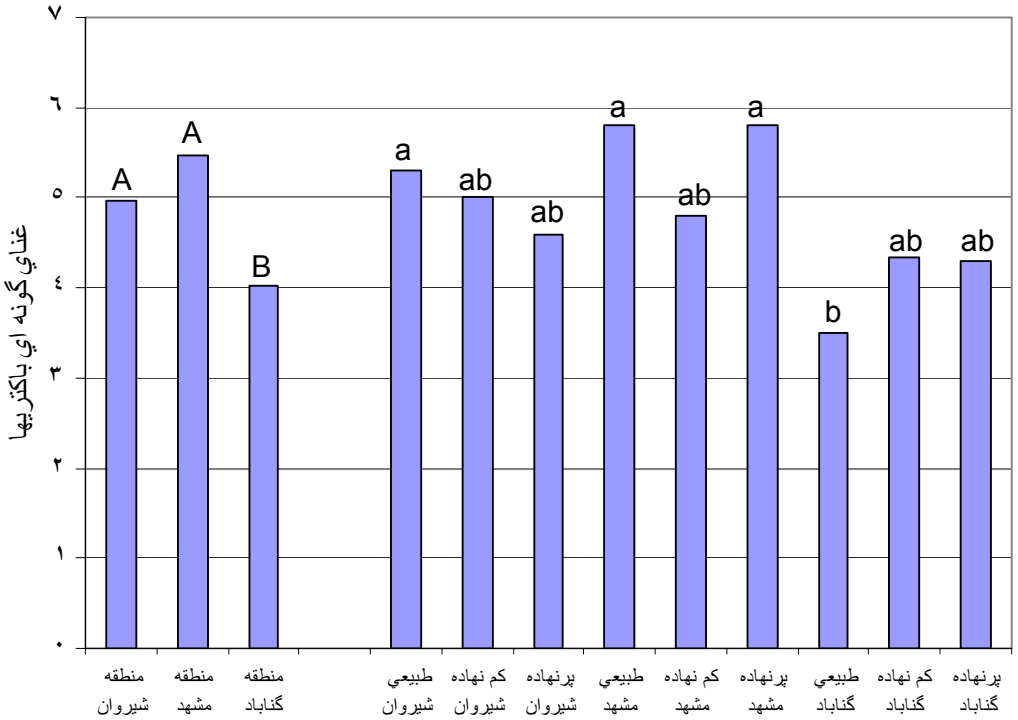
گوناپالا و همکاران (۲۲) بیان کرده اند که واکنش سریع

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]



شکل ۱. درصد مواد آلی خاک در مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه (ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل ۲. غنای گونه‌ای باکتری‌ها در مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه (ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

جوامع میکروبی به مواد آلی اضافه شده بـه خـاک فقـط زمـانی اتفاق می‌افتد که شرایط رطوبتی مساعد باشد، بنـابراین افـزایش آب ممکن است باعث تحریک رشد بـاکتری‌هـا شـود. یکـی از جهات تفاوت منـاطق مـورد مطالعـه در ایـن پـژوهش شـرایط بارندگی است که در مشهد و شیروان ایـن تفـاوت انـدک ولـی تفاوت دو منطقه با گناباد زیاد است. متوسط درجه حرارت نیـز در منطقه گناباد بیشتر از دو منطقه دیگر است، بنابراین بـه نظـر می رسد همگامی این دو عامل باعث می‌شود تا خاک سـریع‌تـر خشک شده و شرایط رطـوبتی بـرای رشـد بـاکتری‌هـا مـساعد نباشد. در چنین شرایطی باکتری‌هـای متحمـل بـه طـور طبیعـی کمتر خواهنـد بـود و غنـای گونـه‌ای کـاهش مـی یابـد. نتـایج بررسی‌ها حاکی از آن است که بافت و درصد مواد آلـی خـاک، تنوع گونه‌ای باکتری‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هرچه بافـت خاک ریزتر باشد احتمال بازیافت بـاکتری‌هـا و افـزایش غنـای گونه‌ای کمتر بوده و هرچه درصد مواد آلی خاک بیـشتر باشـد، غنای گونه‌ای باکتری‌ها بیـشتر خواهـد بـود. بـر اسـاس نتـایج مطالعات در سیستم‌های پرنهاده و آلـی بـا بافـت رسـی، غنـای گونه‌ای باکتری‌ها به ترتیب ۴۱ و ۴۷/۵ بود و تفاوت معنی‌داری داشتند. هم‌چنین مطالعه در خاک با بافت شـنی، غنـای گونـه‌ای باکتری‌ها در سیستم پرنهاده و آلی به ترتیب ۵۲ و ۴۵/۹ بـوده و تفاوت این دو نیز معنی‌دار بود(۱۹،۱۶ و۴۰). بنـابراین بـه دلیـل اهمیتی که وجود رطوبت و مواد آلی خاک در تنـوع بـاکتری‌هـا دارد، غنـای گونـه‌ای پایین باکتری‌ها در مناطق مـورد مطالعـه و نیز کاهش بین مناطـق را می‌توان به رونـد کاهـش رطوبـت و مواد آلی خاک نسبت داد. زیرا تنـوع باکتـری‌ها ارتبـاط مثبتی با مواد آلی خاک دارد و درصد مواد آلی خـاک در مناطـق مـورد مطالعه بسیار کمتر از گزارش‌های ارائه شده در این زمینـه بـوده است (۳۳ و۳۷).

نتایج مطالعه پاپاتئودورو و همکاران (۳۵) حاکی از این است که تنوع کارکردی باکتریائی در خاک‌های آلی، بیشتر از علفزارهـای صحرائی یا خاک‌های معدنی جنگل‌ها اسـت. ایـن محققـین بـا احتمال، تنوع بالاتر باکتری‌ها را به مواد آلی با کمیت یا کیفیـت مطلوب نسبت داده‌اند. کاتایامـا و همکـاران (۲۶) نیـز گـزارش کردند که ساختار جامعه میکروبی خاک در شرایط استفاده تـوام کود شیمیایی و آلی، متنوع‌تر از شـرایطی اسـت کـه فقـط کـود شیمیایی مصرف شود. گرچه اثر مواد آلی بر تنوع بـاکتری‌هـای خاک زی در سیستم‌های مورد مطالعه به طور مشخص مـشاهده نمی‌شود اما می‌توان از مقایسه شکل‌های ۱ و ۲ دریافت که مواد آلی خاک تنوع باکتری‌ها را تحت تـأثیر قـرار داده اسـت. زیـرا سیستم طبیعی گناباد که حداقل درصـد مـواد آلـی را در خـاک داشت، حداقل تنوع باکتریایی را نیز نشان داد و تقریبـاً تفـاوت تنوع باکتری‌ها بر تفاوت درصد مواد آلی خاک سیستم‌های مورد مطالعه منطبق است گرچه تفاوت تنوع باکتریایی مـشابه درصـد مواد آلی خاک معنی‌دار نشده است.

رطوبت خاک بـه طـور مـستقیم بـر وضـعیت فیزیولوژیـک باکتری‌ها تأثیر دارد، زیرا دسترسی به آب، دسترسی به مواد آلـی را نیز تنظیم می کند که به نوبه خود بر جمعیت میکروبی خـاک تأثیر دارد. رطوبت خاک با تأثیر بر مقـدار ترشـحات ریـشه بـه طور غیر مستقیم نیز بـر ترکیـب جامعـه میکروبـی خـاک مـؤثر اسـت(۱۱). در ایـن مطالعـه، بـا وجـود تفـاوت سیـستم‌هـای کشاورزی و طبیعی از نظـر مقـدار رطوبـت ورودی بـه خـاک، تمایزی از نظر غنای گونه‌ای باکتری‌ها مشاهده نشد، بـه طـوری که سیستم‌های پرنهاده و طبیعی مشهد و سیستم طبیعی شـیروان غنای گونه‌ای مشابهی نشان دادند. نکته‌ای کـه مـی تـوان مـورد توجه قرار داد، شدت تخلیه آب از خـاک اسـت کـه بـه علـت تراکم بوته و ریشه در سیستم‌های کشاورزی ممکن است بیشتر از سیستم‌های طبیعی بوده و با کاهش پتانـسیل ماتریـک خـاک، سبب کاهش کیفیت محیط رشد بـاکتری‌هـای خـاک زی شـده (۴۲) و احتمالاً برتری سیستم‌های کشاورزی از نظر درصد مواد آلی خاک را تحت تأثیر قرار داده است. بـه طـور کلـی در ایـن مطالعه اثر نامطلوبی از فعالیت‌های کشاورزی بر غنـای گونـه‌ای باکتری‌ها مشاهده نشد و سیستم‌های کـشاورزی در هـر منطقـه حداقل در شرایطی مشابه با سیستم طبیعی قرار داشتند.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

فراوانی باکتری‌ها

فراوانی باکتری‌ها در یک گرم خاک خشک در مناطق مورد مطالعه متفاوت بود و این تفاوت معنی‌دار شد. گناباد با میانگین ۲۰۰۴۱ باکتری در هر گرم خاک خشک رتبه اول را بخود اختصاص داده و مشهد و شیروان هر یک به ترتیب با ۱۵۲۹۲ باکتری و ۱۰۷۲۴ باکتری در رتبه‌های بعدی قرار داشتند و تفاوت بین گناباد و شیروان معنی‌دار بود (شکل۳). فراوانی باکتری‌ها در هر گرم خاک خشک سیستم‌های مورد مطالعه نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیشترین تعداد باکتری در هر گرم خاک خشک در سیستم‌های کشاورزی کم نهاده گناباد، کم نهاده مشهد و پرنهاده گناباد و به ترتیب با ۲۸۳۴۴، ۲۳۷۳۷ و ۱۹۷۴۰ عدد باکتری مشاهده گردید و حداقل تعداد باکتری‌ها متعلق به سیستم کم نهاده شیروان بود (شکل۳).

کندی و همکاران (۲۷) تعداد باکتری‌ها در هر گرم خاک خشک را ۱۰۴ تا ۱۰۹ عدد گزارش کرده‌اند. دانفیلد و همکاران (۱۷) نیز باکتری‌های محیط ریشه کلزا را ۱۰۷×۱/۲ تا ۱۰۷×۶/۳ عدد در هر گرم خاک خشک گزارش کردند. نتایج مطالعه اولی روا و سانتروکوف (۴۱) نشان داد که بالاترین تعداد باکتری‌ها (۱۰۹×۶/۳ عدد در هر گرم خاک خشک) متعلق به خاک جنگل و مرغزار با بافت لوم شنی و دارای بیشترین مقدار کربن در خاک بوده است. بلک و همکاران (۸) نیز طی مطالعه‌ای حداقل تعداد باکتری‌ها در هر گرم خاک خشک را ۱۰۳×۱/۵ گزارش کرده‌اند. بنابراین فراوانی باکتری‌ها در مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه قابل توجه نیست.

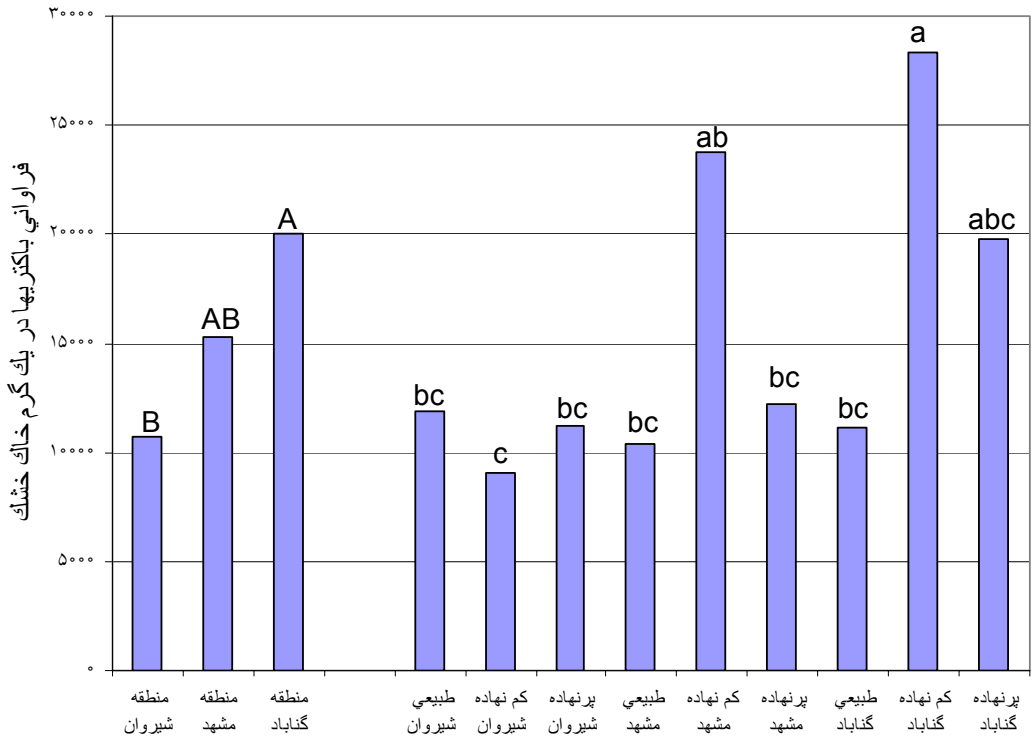
باکتری‌های شناسایی شده در خاک

در مجموع تعداد ۱۹ گونه باکتری خاک‌زی از ۴ جنس در مناطق مورد بررسی جداسازی و شناسایی گردید و باکتری‌های جنس باسیلوس حداکثر غنای گونه‌ای را در همه سیستم‌های مورد مطالعه نشان دادند. پس از آن جنس‌های میکروکوکوس و کوکوباسیلوس در همه مناطق و سیستم‌ها مشاهده شدند و جنس استافیلوکوکوس فقط در سه سیستم از ۹ سیستم مورد مطالعه وجود داشت. این در حالی است که گزارش‌های متعدد حاکی از وجود جنس‌های زیادی از باکتری‌ها در خاک است(۳۷،۲۱،۱۹ و۴۰). سی سیلیانو و جرمیدا (۳۷) در مطالعه‌ای ۲۰ جنس باکتری را در خاک شناسایی کردند. در مطالعه جرمیدا و همکاران (۱۹) باکتری غالب منطقه ریشه گندم باکتری جنس باسیلوس بود که بخش قابل توجهی(۶۳ درصد) از کل باکتری‌های محیط ریشه گندم و کلزا را به خود اختصاص داده بود. در بررسی آنها ۱۸ جنس باکتری از خاک جدا شد که جنس‌های باسیلوس و میکروکوکوس به ترتیب با ۲۹ و ۲۰ درصد، بیشترین درصد جنس‌های باکتری جدا شده از خاک را به خود اختصاص دادند. البته در مطالعه‌ای که ساتو و جیانگ (۳۶) انجام دادند، باکتری جنس *Arthrobacter*، ۵۰ درصد جمعیت باکتریایی محیط ریشه گندم را به خود اختصاص داد. غیر از جنس کوکوباسیل که در گزارشات مشاهده نشد، سایر جنس‌های باکتری جمع‌آوری شده از خاک در منابع ذکر شده‌اند و در اکثر آنها جنس باسیلوس حضور و فراوانی قابل توجهی داشته است(۳۷،۳۳،۲۱،۱۸،۱۵ و۴۰). جنس و گونه باکتری‌های شناسائی شده در مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است.

غالبیت گونه‌ای باکتری‌های موجود در خاک سیستم‌های گناباد متفاوت بود. در منطقه طبیعی گناباد باکتری *Micrococcus cristina* با ۸۴ درصد، گونه *Bacillus pumilus* با ۷/۱ درصد، گونه *B. epiphytus* با ۴/۲ درصد، گونه *Bacillus* sp. با ۱/۴ درصد و گونه *B. azotoformans* با ۱/۱ درصد، به ترتیب بیشترین فراوانی را از جمعیت باکتری‌های خاک زی به خود اختصاص دادند و سهم بقیه باکتری‌ها هر یک کمتر از ۱ درصد از فراوانی کل باکتری‌ها بود. اما در سیستم کم نهاده گناباد سهم گونه *M. cristina* از فراوانی کل باکتری‌ها به ۳۷/۴ درصد کاهش یافت و گونه‌های *B. epiphytus* با ۱۴/۷ درصد، گونه *Bacillus* sp1. با ۹/۹ درصد، گونه *B. polymyxa* با ۹/۵ درصد، گونه *B. eneurinolyticus* با ۸/۱ درصد، گونه *B. azotoformans* با ۳/۷ درصد، گونه *Cocobacillus* sp1.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]



شکل ۳. فراوانی باکتری‌ها در یک گرم خاک خشک در مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه(ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن برای مناطق در سطح پنج درصد و برای سیستم‌ها در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

جدول ۱. نام علمی باکتری‌ها خاک‌زی در منطقه گناباد

سیستم طبیعی	سیستم کم نهاده	سیستم پرنهاده
Bacillus epiphytus	*Bacillus epiphytus*	*Bacillus epiphytus*
B. eneurinolyticus	*B. eneurinolyticus*	*B. eneurinolyticus*
B. azotoformans	*B. pulvifaciens*	*B. polymyxa*
B. subtilis	*B. azotoformans*	*B. marinus*
B. polymyxa	*B. subtilis*	*B. mycoides*
B. marinus	*B. polymyxa*	*B. pumilus*
B. mycoidess	*B. marinus*	*Bacillus sp.*
B. pumilus	*B. pumilus*	*Coccobacillus sp.*
Bacillus sp.	*Bacillus sp1.*	*Micrococcus cristina*
Coccobacillus sp1.	*Bacillus sp2.*	
Coccobacillus sp2.	*Coccobacillus sp1.*	
Micrococcus cristina	*Coccobacillus sp2.*	
Staphylococcus hominis	*Micrococcus cristina*	
جمع ۱۲ گونه	۱۴ گونه	۹ گونه

با ۱/۷ درصد، گونه *B. subtilis* با ۱/۶ درصد، گونه *Bacillus* sp2. با ۱/۳ درصد، گونه *Cocobacillus* sp2. با ۱/۲ درصد و گونه *B. marinus* با ۱ درصد به ترتیب از نظر فراوانی در رده‌های بعدی قرار داشتند و سهم سایر باکتری‌ها هر یک کمتر از ۱ درصد از فراوانی کل بود.

در سیستم پرنهاده گناباد گونه *M. cristina* با اختصاص ۹۱ درصد از فراوانی کل باکتری‌ها، حداکثر حضور را نشان داده و *B. polymyxa* با ۳/۷ درصد، گونه *B. epiphytus* با ۲/۸ درصد و *Coccobacillus* sp. با ۱/۲ درصد در رده‌های بعدی قرار گرفتند و سهم سایر باکتری‌ها هر یک کمتر از ۱ درصد از

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

جدول ۲. نام علمی باکتری‌های خاک‌زی در منطقه مشهد

سیستم پرنهاده	سیستم کم نهاده	سیستم طبیعی
Bacillus epiphytus	*Bacillus epiphytus*	*Bacillus epiphytus*
B. eneurinolyticus	*B. eneurinolyticus*	*B. eneurinolyticus*
B. pulvifaciens	*B. azotoformans*	*B. azotoformans*
B. subtilis	*B. subtilis*	*B. subtilis*
B. polymyxa	*B. polymyxa*	*B. polymyxa*
B. marinus	*B. marinus*	*B. marinus*
B. pumilus	*B. pumilus*	*B. golbisporus*
B. pasteurii	*B. pulvifaciens*	*Bacillus sp.*
Bacillus sp.	*Bacillus sp.*	*Coccobacillus sp1.*
Coccobacillus sp1.	*Coccobacillus sp.*	*Coccobacillus sp2.*
Coccobacillus sp2.	*Micrococcus cristina*	*Micrococcus cristina*
Micrococcus cristina		*Staphylococcus hominis*
۱۲ گونه	۱۱ گونه	۱۲ گونه جمع

جدول ۳. نام علمی باکتری‌های خاک‌زی در منطقه شیروان

سیستم پرنهاده	سیستم کم نهاده	سیستم طبسعی
Bacillus epiphytus	*Bacillus epiphytus*	*Bacillus epiphytus*
B. eneurinolyticus	*B. eneurinolyticus*	*B. eneurinolyticus*
B. azotoformans	*B. pulvifaciens*	*B. subtilis*
B. marinus	*B. azotoformans*	*B. polymyxa*
B. pumilus	*B. polymyxa*	*B. marinus*
B. polymyxa	*B. marinus*	*B. pumilus*
Coccobacillus sp1.	*B. pumilus*	*Bacillus sp.*
Coccobacillus sp2.	*Bacillus sp.*	*Coccobacillus sp1.*
Micrococcus cristina	*Coccobacillus sp1.*	*Coccobacillus sp2.*
	Coccobacillus sp2.	*Micrococcus cristina*
	Micrococcus cristina	*Staphylococus hominis*
۹ گونه	۱۱ گونه	۱۱ گونه جمع

فراوانی کل بود. بنابراین در منطقه گناباد، سیستم کم نهاده تعداد گونه بیشتر و توزیع فراوانی یک‌نواخت‌تری نسبت به دو سیستم دیگر نشان داد. گونه غالب در تمام سیستم‌های منطقه گناباد *M. cristina* بود.

در سیستم‌های مورد مطالعه منطقه مشهد نیز غالبیت گونه‌های باکتری متفاوت بود. در سیستم طبیعی مشهد گونه *M. cristina* با ۸۴ درصد از کل فراوانی باکتری‌ها، گونه غالب بوده و گونه‌های *B. epiphytus* با ۵/۵ درصد، *B. polymyxa* با ۳/۲ درصد، *B. marinus* با ۲/۳ درصد، *B. eneurinolyticus* با ۱/۶ درصد و گونه *B. subtilis* با ۱/۲ درصد بیشترین سهم از جمعیت باکتریایی را نشان دادند و فراوانی سایر گونه‌ها هر کدام کمتر از یک درصد از فراوانی کل باکتری‌ها بود. در سیستم کم نهاده مشهد گونه *M. cristina* با فراوانی ۴۵/۷ درصد از کل جمعیت باکتری‌ها گونه غالب بود و گونه‌های *B. epiphytus* با ۲۴/۸ درصد، گونه *B. marinus* با ۱۸/۸ درصد، گونه *B. polymyxa* با ۵/۵ درصد، گونه *Bacillus* sp. با ۱/۵ درصد و گونه *Coccobacillus* sp. با ۱/۳ درصد حداکثر فراوانی باکتری‌ها را به خود اختصاص دادند و سهم سایر باکتری‌ها هر یک کمتر از ۱ درصد از فراوانی کل بود. در سیستم پرنهاده مشهد گونه *M. cristina* با ۷۴ درصد از فراوانی کل باکتری‌ها

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

گونه غالب بود و پس از آن گونه‌های *B. epiphytus* با ۹/۷ درصد، *B. marinus* با ۹/۲ درصد، *B. polymyxa* با ۳ درصد و *Coccobacillus* sp. با ۱/۵ درصد بیشترین فراوانی باکتری‌ها را نشان دادند، سهم سایر باکتری‌ها هر یک کمتر از ۱ درصد از فراوانی کل بود. مقایسه سیستم‌های مورد مطالعه در مشهد نشان می‌دهد که در سیستم کم نهاده، توزیع باکتری‌ها نسبت به سایر سیستم‌ها از یک‌نواختی بیشتری برخوردار بوده و گونه‌های مفید مثل *B. marinus* سهم بیشتری را در این سیستم به خود اختصاص داده‌اند. به نظر می‌رسد این سیستم شرایط مساعدتری برای تنوع باکتری‌ها نسبت به دو سیستم پرنهاده و طبیعی دارا بوده است. تفاوت سیستم کم نهاده مشهد با سیستم طبیعی این منطقه در افزایش درصد مواد آلی خاک و رطوبت بیشتر و نسبت به سیستم پرنهاده کاهش اثرات مخرب کشاورزی، به ویژه مصرف نهاده‌ها بود. سیستم پرنهاده مشهد از نظر درصد مواد آلی خاک تفاوت معنی‌داری با سیستم کم نهاده داشت اما احتمالا شدت استفاده از نهاده‌ها، بویژه کودهای شیمیایی و نیز عملیات خاک‌ورزی بیشتر در این مزارع باعث شده تا وضعیتی شبیه به سیستم طبیعی نشان دهند. در حقیقت با وجود این‌که مواد آلی و رطوبت، به عنوان عوامل اصلی حفظ تنوع گونه‌های باکتری، در این سیستم بیشتر بود اما ظاهراً عملیات کشاورزی منجر به کاهش چشمگیر تنوع باکتری‌ها گردیده است. در سیستم‌های منطقه مشهد نیز باکتری *M. cristina* گونه غالب بود.

در سیستم‌های مورد مطالعه منطقه شیروان نیز توزیع غالبیت گونه‌ای باکتری‌ها متفاوت بود. در سیستم طبیعی شیروان گونه *M. cristina* با ۷۷/۲ درصد، بیشترین سهم از فراوانی باکتری‌ها را بخود اختصاص داده و گونه غالب بود. پس از آن گونه‌های *B. marinus* با ۸/۴ درصد، *B. epiphytus* با ۸/۱ درصد، *B. polymyxa* با ۲/۳ درصد، *Bacillus* sp. با ۱/۳ درصد و گونه *B. eneurinolyticus* با ۱ درصد به ترتیب بیشترین سهم را از فراوانی کل باکتری‌ها داشته و فراوانی سایر باکتری‌ها هر کدام کمتر از یک درصد از فراوانی کل باکتری‌ها بود. در سیستم کم نهاده شیروان نیز گونه *M. cristina* با اختصاص ۷۱/۴ درصد از فراوانی کل باکتری‌ها، غالبیت داشت. گونه‌های *B. marinus* با ۱۴/۲ درصد، *B. epiphytus* با ۱۰ درصد و *B. polymyxa* با ۳/۱ درصد به ترتیب بیشترین درصد را از فراوانی کل باکتری‌ها نشان داده و فراوانی سایر باکتری‌ها هر کدام از یک درصد کمتر بود. در سیستم پرنهاده شیروان نیز مشابه سایر سیستم‌ها گونه *M. cristina* با دارا بودن ۷۲/۵ درصد از کل جمعیت باکتری‌ها، گونه غالب بوده و گونه‌های *B. epiphytus* با ۱۲/۶ درصد، *B. marinus* با ۵/۹ درصد، *B. pumilus* با ۳/۷ درصد و گونه *B. eneurinolyticus* با ۳/۳ درصد به ترتیب بیشترین سهم را در جمعیت باکتریایی خاک نشان دادند و سهم سایر باکتری‌ها هر یک کمتر از ۱ درصد از فراوانی کل باکتری‌ها بود.

در منطقه شیروان سیستم پرنهاده حداقل غنای گونه‌ای باکتری‌ها را نشان داد. عملیات خاک ورزی و استفاده از نهاده‌ها در مزارع این سیستم نسبت به مزارع سیستم کم نهاده بسیار بیشتر و سطح آب زیرزمینی نیز در مزارع این سیستم بالا بود. به نظر می‌رسد مجموعه عوامل ناشی از فعالیت کشاورزی در سیستم پرنهاده شرایط محیطی پرتنشی ایجاد نموده و غنای گونه‌ای باکتری‌ها را کاهش داده است. نکته حائز اهمیت این است که در این منطقه نیز، شبیه سایر مناطق، گونه *M. cristina* که گونه‌ای تجزیه کننده است غالبیت کامل داشت. کارکرد تعدادی از باکتری‌های شناسایی شده در جدول ۴ آورده شده است.

مروری بر نتایج تنوع و فراوانی گونه‌های باکتری در خاک سیستم‌های مختلف نشان می‌دهد که در شرایط افزایش تنش‌های محیطی، غالبیت گونه *M. cristina* با کارکرد تجزیه مواد آلی افزایش می‌یابد. در سیستم طبیعی گناباد این گونه ۸۴ درصد از فراوانی کل باکتری‌ها را به خود اختصاص داده بود، در حالی‌که در سیستم کم نهاده گناباد فراوانی این گونه به ۳۷/۳ درصد کاهش یافت. اما در سیستم پرنهاده گناباد این باکتری ۹۱ درصد از فراوانی کل گونه‌های باکتریایی را به خود اختصاص

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

جدول ۴. کارکرد تعدادی از باکتری‌های خاک‌زی شناسایی شده (۹،۱۴،۲۳،۳۸،۳۹)

باکتری	کارکرد
Bacillus sp.	باکتری‌های این جنس عموما تجزیه کننده به شمار می‌آیند.
B. epiphytus	تجزیه کننده
B. brevis	تجزیه کننده، تولید کننده مواد آنتی بیوتیک بر علیه باکتری‌های گرم مثبت
*B. subtilis**	تجزیه کننده، به عنوان تجزیه کننده بقایای نفتی در تجزیه زیستی بطور موثر مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولید کننده آنتی‌بیوتیک و مواد ضد قارچ
B. azotoformans	اثر قوی در دنیتریفیکاسیون و تولید نیتروژن دارد.
B. polymyxa	تثبیت کننده نیتروژن تحت شرایط بی هوازی و گسترش جهانی دارد.
B. marinus	آزادسازی عناصر برای گیاه، ارتباط همزیستی با ریشه گیاه، به عنوان موجود بازدارنده عوامل بیماریزای گیاهی، تجزیه کننده
*B. mycoides**	تجزیه کننده، آفت کش بیولوژیک
*B. pumilus**	تجزیه کننده، تولید کننده آنتی بیوتیک که بر علیه باکتری های گرم مثبت اثر دارد
B. pasteurii	اثر در دنیتریفیکاسیون و تولید نیتروژن
Micrococcus cristina	تجزیه کننده

* : در حال حاضر با استفاده از این باکتری‌ها قارچ کش بیولوژیک تهیه و به بازار عرضه شده است.

داد. کاهش غالبیت این گونه با افزایش حضور باکتری‌های مفیدی مثل *B. Polymyxa*، *B. subtilis* و *B. Marinus* همراه بود، باکتری‌هایی که در تغذیه گیاهان نقش مؤثری دارند. در دو منطقه دیگر نیز چنین اثری قابل ردیابی است، گرچه در منطقه شیروان تفاوت غالبیت در سیستم‌های مورد مطالعه به اندازه مناطق مشهد و گناباد نبود. تفاوت سیستم‌های طبیعی در افزایش رطوبت و وضعیت حرارتی و درصد مواد آلی خاک بود و به نظر می‌رسد این عوامل در بهبود شرایط برای تنوع زیستی باکتری‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند. شرایط سیستم طبیعی منطقه شیروان مساعدتر از سیستم طبیعی دو منطقه دیگر بود، این وضعیت سبب شد که در سیستم طبیعی شیروان، غنای گونه‌ای و فراوانی باکتری‌ها توزیع مناسب‌تری نسبت به سیستم‌های طبیعی مشهد و گناباد داشته باشد و در نتیجه غالبیت گونه *M. cristina* کاهش یافته و گونه‌های مفید فراوان‌تر شده‌اند. بنابراین احتمالاً در شرایط پرتنش فعالیت باکتریایی خاک بیشتر به تجزیه مواد آلی محدود می‌شود و زمینه بروز سایر کارکردهای مفید باکتریایی کمتر است. اما با بهبود شرایط محیطی و کاهش تنش‌ها، زمینه مناسب برای حضور تعداد بیشتری از گونه‌های باکتری فراهم شده و کارکردهای متنوع ناشی از حضور باکتری‌ها یا به عبارت دیگر اثرات مفید ناشی از تنوع باکتری‌ها بروز می‌کند.

بر اساس نتایج این پژوهش آنچه تنوع باکتری‌ها را در نقاط خشک محدود می‌کند، کمبود رطوبت و مواد آلی خاک است که مجموعا محیطی پرتنش برای باکتری‌ها ایجاد و تعداد و توزیع آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در چنین شرایطی فعالیت‌های کشاورزی (به ویژه سیستم کم نهاده) نقش چشمگیری در بهبود وضعیت ایفا نموده و تنوع باکتری‌های خاک زی را افزایش داده است. در سیستم کشاورزی گناباد اثر فعالیت‌های کشاورزی توسط آب و مواد آلی اضافه شده به خاک تعدیل شده و حتی بهبود یافته و تنوع باکتری‌ها را نیز افزایش داده است. در مشهد که شرایط اقلیمی و حاصلخیزی خاک نسبت به گناباد بهتر بوده است، تنوع باکتری‌ها نسبت به گناباد وضعیت بهتری در هر سه

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

سیستم داشته و ورودی‌های کشاورزی از جمله آب و مواد آلی باعث بهبود تنوع زیستی باکتری‌ها گردیده و اثر منفی فعالیت‌های متعادل کشاورزی، مانند آنچه در سیستم کم نهاده انجام می‌شود، را خنثی کرده است، اما شدت فعالیت‌های کشاورزی در سیستم پرنهاده مشهد، شرایط را برای رشد باکتری‌ها نامساعد ساخته است. در شیروان که شرایط اقلیمی و حاصل‌خیزی خاک از سایر مناطق مساعدتر بود، نقش ورودی‌های کشاورزی مثل آب و مواد آلی در افزایش تنوع زیستی باکتری‌ها کمتر شده و اثرات فعالیت‌های کشاورزی بر گونه‌های باکتری در مقایسه با سایر سیستم‌ها بیشتر نمایان می‌شود.

مقایسه سیستم‌های کشاورزی نشان می‌دهد که عملیات خاک ورزی بیشترین اثر را بر باکتری‌ها اعمال کرده است، به گونه‌ای که سیستم پرنهاده شیروان با دارا بودن بیشترین مواد آلی در خاک و شرایط رطوبتی مساعدتر نسبت به سایر سیستم‌ها به علت این که بیشترین عملیات خاک ورزی را در مقایسه با سایر سیستم‌های کشاورزی داشت، حداقل غنای گونه‌ای باکتری‌ها را نیز نشان داد. به عبارت دیگر فعالیت‌های کشاورزی، به ویژه مصرف نهاده‌ها و عملیات خاک ورزی، تأثیر قابل توجهی بر تنوع و توزیع فراوانی باکتری‌ها دارد، به گونه‌ای که اثرات مثبت ناشی از مقدار مواد آلی و رطوبت خاک بر باکتری‌ها، در سیستم‌های کشاورزی کمتر شده است. بنابراین در شرایط خشک، سیستم‌های کشاورزی کم نهاده تنوع باکتری‌ها را افزایش می‌دهد اما با مساعد شدن شرایط و تأمین طبیعی نهاده‌هائی مثل آب و مواد آلی در سیستم‌های طبیعی، نقش مثبت فعالیت‌های کشاورزی کاهش یافته و آثار مخرب آن نمایان می‌شود. به بیان دیگر شدت فعالیت‌های کشاورزی در همه مناطق تنوع باکتری‌ها را به خطر انداخته و این اثر در سیستم‌های مناطق خشک بیشتر مشاهده می‌شود.

به طور کلی یافته‌های حاصل از مطالعه باکتری‌های خاک‌زی در این پژوهش، نشان‌دهنده کمبود نسبی فراوانی و تنوع باکتری‌ها در خاک مناطق مورد مطالعه در مقایسه با سایر گزارشات بوده و حاکی از وجود گونه‌های باکتری‌های مفید است که تعدادی از آنها در حال حاضر به عنوان عوامل کنترل کننده بیولوژیک به صورت تجاری تولید و عرضه می‌شوند. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که تحت تأثیر تنش‌های وارده به خاک در سیستم‌های مورد مطالعه، غنای گونه‌ای و فراوانی باکتری‌ها کاهش یافته و کارکرد آنها نیز به تجزیه مواد آلی محدود می‌گردد و سایر کارکردهای مفید و مؤثر آنها بر تولیدات گیاهی و ثبات سیستم‌ها، کم و محدود می‌شود. بنابراین ظرفیت ارائه خدمات باکتری‌ها در خاک این مناطق محدود است و تقویت جامعه باکتریایی خاک برای کمک به تشکیل خاک حاصل‌خیز و مؤثر در کنترل عوامل بیماریزای خاک زی ضروری به نظر می‌رسد. در این زمینه حفظ و بهبود مواد آلی خاک، جلوگیری از مصرف بی رویه نهاده‌ها و کاهش عملیات خاک ورزی نقش قابل توجهی در حفظ و حمایت از باکتری‌ها، توزیع مناسب گونه‌های آنها و نهایتاً کارکردهای مفید آنها در سیستم‌های کشاورزی خواهد داشت.

سپاسگزاری

آزمون‌های باکتریایی و تشخیص آنها توسط سرکار خانم‌ها بحرینی و پردلی به ترتیب مربی و کارشناس گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد، بدین وسیله از زحمات ایشان قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. بی نام.۱۳۸۰. مطالعات سنتز کشاورزی خراسان. جلد اول: هوا و اقلیم. مهندسین مشاور تام- ویسان.

۲. بی نام.۱۳۸۴. سالنامه آماری استان خراسان. معاونت آمار و اطلاعات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خراسان رضوی. نشریه شماره ۵۳.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

۳. حاجی بلند، ر.، ن. علی اصغرزاده و ز. مهرفر. ۱۳۸۳. بررسی اکولوژیکی ازتوباکتر در دو منطقه مرتعی آذربایجان شرقی و اثر تلقیح آن روی رشد و تغذیه معدنی گیاه گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸(۲):۷۵-۹۰.

4. Adl, S.M. and B.V.S.R. Gupta. 2006. Protists in soil ecology and forest nutrient cycling. Can. J. For. Res. 36: 1805-1817.
5. Balestra, G.M. and I.J. Misaghi. 1997. Increasing the efficiency of the plate counting method for estimating bacterial diversity. J. Microbiol. Meth. 30: 111-117.
6. Becker, J., P. Makus and S. Schrader. 2001. Introduction between soil micro- and mesofauna and plants in an ecofarming system. Eur. J. Soil Biol. 37: 245-249.
7. BjØrnlund, L., F. Ekelund , SØren Christensen, C.S. Jacobsen, P.H. Krogh and K. Johnsen. 2000. Interactions between saprotrophic fungi, bacteria and protozoa on decomposing wheat roots in soil influenced by fungicide fenpropimorph(corbel®): a field study. Soil Biol. Biochem. 32: 967-975.
8. Black, H.I.J., N.R. Parekh, J.S. Chaplow, F. Monson, J. Watkins, R. Creamer, E.D. Potter, J.M. Poskitt, P. Rowland, G. Ainsworth and M. Hornung. 2003. Assessing soil biodiversity across Great Britain: national trends in the occurrence of heterotrophic bacteria and invertebrates in soil. J. Environ. Manag. 67: 255-266.
9. Boer, de, L.B. Folman, R.C. summerbell and L. Boddy. 2005. Living in a fungal world: impact of fungi on soil bacterial niche development. FEMS Microbiol. Rev. 29: 795-811.
10. Bongers, T. and M. Bongers.1998. Functional diversity of nematodes. Appl. Soil Ecol. 10: 239-251
11. Chen, M.-M., Y.G. Zhu, Y.H. Su, B.-D Chen, B.-J. Fu and P. Marschner. 2006. Effects of soil moisture and plant interactions on the soil microbial community structure. Eur. J. Soil Biol. 43: 31-38.
12. Clarholm, M. 2002. Bacteria and protozoa as integral components of the forest ecosystem- their role in creating a naturally varied soil fertility. Antoine van leawen hoek 81:309-318.
13. Clarholm, M.1994. The microbial loop. P.P.221-230. *In*: Ritz, K., J. Dighton & K. E. Giller (Eds.), Beyond the Biomass. John Wiley and Sons Inc., USA.
14. Das, K. and A.K. Mukherjee. 2007. Crude petroleum-oil biodegradation efficiency of Bacillus subtilis and pseudomonas aeruginosa strains isolated from a petroleum-oil contaminated soil from North-East India. Bioresour. Technol. 98:1339-1345.
15. De Fede, K.L. and A.J. Sexstone. 2001. Differential response of size-fractionated soil bacteria in BIOLOG® microtitre plates. Soil Biol. Biochem. 33: 1547-1554
16. Diepeningen, A.D.V., O.J. de Vos, G.W. Korthals and A.H.C.V. Bruggen. 2005. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. Appl. Soil Ecol. 31: 120-135.
17. Dunfield, K.E. and J.J. Germida. 2001. Diversity of bacterial communities in the rhizosphere and root interior of field-grown genetically modified Brassica napus. FEMS Microbiol. Ecol. 38: 1-9.
18. Egamberdiyeva, D. and G. Hoflich. 2003. Influence of growth –promoting bacteria on the growth of wheat in different soils and temperatures. Soil Biol. Biochem. 35: 973-978.
19. Germida, J.J., S.D. Siciliano, J. Renato de Freitas and A.M. Seib.1998. Diversity of root-associated bacteria associated with field-grown canola (*Brassica napus* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.). FEMS Microbiol. Ecol. 26: 43-50.
20. Grayston, S.J., S. Wang, C.D. Campbell and A.C. Edwards.1998. Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 3: 369-378
21. Grundmann, G. L. 2004. Spatial scales of soil bacterial diversity-the size of a clone. FEMS Microbiol. Ecol. 48: 119-127.
22. Gunapala, N., R.C. Venette, H. Ferris and K.M. Scow.1998. Effects of soil management history on the rate of organic matter decomposition. Soil Biol. Biochem. 30: 1917-1927.
23. Holl, F.B., C.P. Chanway, R. Turkington and R.A. Radley. 1988. Response of crested wheatgrass(*Agropyron cristatum*) perennial ryegrass(*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens* L.) to inoculation with Bacillus polymyxa. Soil Biol. Biochem. 20: 19-24.
24. Holt, J.G. 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.9th ed., Williams & Wilkins, Baltimore.
25. Horner-Devine, M.C., K.M. Carney and B.J.M. Bohannan. 2004. An ecological perspective on bacterial biodiversity. Proceeding of the Royal society of London Series B 271:113-122.
26. Katayama, A., H.-Y. Hu, M. Nozawa, H. Yamakawa and K. Fujie. 1998. Long-term changes in microbial community structure in soils subjected to different fertilizing practices revealed by quinine profile analysis. Soil Sci. Plant Nutr. 44: 559-569.
27. Kennedy, A.C.1999. Bacterial diversity in agroecosystems. Agric. Ecosys. Environ. 74: 65-76.
28. Kirk, J.L., L.A. Beaudette, M. Hart, P. Moutoglis, J.N. Klironomos, H. Lee and J.T. Trevors. 2004. Methods of studying soil microbial diversity. J. Microbiol. Meth. 58: 169-188.
29. Lahav, I. and Y. Steinberger. 2001. Soil bacterial functional diversity in a potato field. Eur. J. Soil Biol. 37: 59-67.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]

30. Lobry de Bruyn, L.A. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. Agric. Ecosys. Environ. 74: 425-441.
31. Loranger-Merciris, G., L. Barthes, A. Gastine and P. Leadley. 2006. Rapid effects of plant species diversity and identity on soil microbial communities in experimental grassland ecosystems. Soil Biol. Biochem. 38: 2336-2343.
32. Lupwayi, N. Z., W.A. Rice and G.W. Clayton. 1998. Soil microbial diversity and community structure under wheat as influenced by tillage and crop rotation. Soil Biol. Biochem. 30: 1733-1741.
33. Marasas, M.E., S.J. Sarandon and A.C. Cicchino. 2001. Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. Appl. Soil Ecol. 18: 61-68.
34. Mc Gonigle, T.P., M.L. Chambers and G.J. White. 2005. Enrichment over time of organic carbon and available phosphorous in semiarid soil. Soil Sci. Sco. Am. J. 69:1617-1626.
35. Papatheodorou, E.M., M.D. Argyropoulou and G.P. Stamou. 2004. The effects of large- and small-scale differences in soil temperature and moisture on bacterial functional diversity and the community of bacterivorous nematodes. Appl. Soil Ecol. 25: 37-49.
36. Sato, K. and H.-Y. Jiang. 1996. Gram-positive bacterial flora on the root surface of wheat (*Triticum aestivum*) growth under different soil conditions. Biol. Fertil. Soils 23:121-125.
37. Siciliano, S.D. and J.J. Germida.1999. Taxonomic diversity of bacteria associated with the roots of field-grown transgenic Brassica napus cv. Quest, compared to the non-transgenic *B. napus* cv. Excel and *B.rapa* cv. Parkland. FEMS Microbiol. Ecol. 19: 203-272.
38. Suharti, and S. de Vries. 2005. Membrane-bound denitrification in the Gram-positive bacterium Bacillus azotoformans. Biochem. Soc. Trans. 33: 130-133.
39. Swain, M.R. and R.C. Ray. 2009. Biocontrol and other beneficial activities of Bacillus subtilis isolated from cowdung microflora. Microbiol. Res. 164: 121-130.
40. Toyota, K. and S. Kuninaga. 2006. Comparison of soil microbial community between soils amended with or without farmyard manure. Appl. Soil Ecol. 33: 39-48.
41. Uhlirova, E. and H. Santruckova. 2003. Growth rate of bacteria is affected by soil texture and extraction procedure. Soil Biol. Biochem. 35: 217-224.
42. Zak, D.R., W.E. Holmes, D.C. White, A. D. Peacock and D. Tilman. 2003. Plant diversity, Soil microbial communities, and ecosystem function: are there any links? Ecology 84: 2042-2050.
43. Zelles, L., Q.Y. Bai, T. Beck and F. Besse. 1992. Signature fatty acids in phospholipids and lipopolysaccharides as indicators of microbial biomass and community structure in agricultural soils. Soil Biol. Biochem. 24: 317-323.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.8.3]