



بررسی رابطه بین جمعیت کل باکتری‌ها و قارچ‌ها با برخی خصوصیات خاک‌های استان گیلان

*علیرضا فلاح‌نصرت‌آباد

استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۱

چکیده

میکروارگانسیم‌های خاک به‌عنوان جزو زنده خاک معمولاً کم‌تر از ۱ درصد حجم خاک را تشکیل می‌دهند در حالی که تعداد و تأثیر آن‌ها در خاک بسیار زیاد است. از طرف دیگر یکی از شاخص‌های کیفیت خاک وجود تعداد کافی از میکروارگانسیم‌ها بوده و تعداد و فعالیت آن‌ها در خاک به خصوصیات مختلف خاک بستگی دارد. به‌منظور بررسی رابطه بین جمعیت باکتری‌ها و قارچ‌ها با برخی خصوصیات خاک‌های استان گیلان ۵۰ نمونه خاک از مناطق مختلف این استان جمع‌آوری و جمعیت کل باکتری‌ها و کل قارچ‌ها در آن‌ها شمارش و برخی خصوصیات خاک اندازه‌گیری گردید. برای شمارش تعداد کل باکتری‌ها و قارچ‌ها رقت‌های تا 10^{-8} در آب استریل تهیه و از هر رقت ۰/۱ میلی‌لیتر در ۳ تکرار به‌ترتیب روی محیط کشت نوترینت آگار شامل سیکلوهگزیمید و مارتین آگار شامل رزبنگال و استرپتومایسین پخش شده و تشتک‌ها در دمای ۲۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. شمارش تعداد کلنی باکتری‌ها و قارچ‌ها پس از یک هفته از زمان کشت انجام شد. نتایج نشان داد که هدایت الکتریکی در ۵۰ درصد از نمونه‌های با جمعیت کل باکتری بیش‌تر از 10^8 سلول در هر گرم، کم‌تر یا مساوی ۱ (دسی‌زیمنس بر متر) بود. جمعیت کل قارچ‌ها در تمام دامنه‌های هدایت الکتریکی، اکثراً بین 10^8 - 10^7 سلول در هر گرم متغیر بود. حدود ۸۴ درصد از نمونه‌ها رطوبت بیش از ۱۰ درصد داشتند که در این دامنه رطوبتی، بیش‌تر نمونه‌ها (۶۲ درصد) شامل جمعیتی از کل باکتری برابر 10^8 - 10^7 سلول در هر گرم بودند. در درصد‌های مختلف مواد آلی، جمعیت کل باکتری‌ها در بیش از ۵۰ درصد از نمونه‌ها بین 10^8 - 10^7 سلول در هر گرم متغیر بود. در تمامی دامنه‌های مواد آلی،

*مسئول مکاتبه: fallahalireza50@yahoo.com

بیش از ۵۰ درصد نمونه‌ها دارای جمعیتی از کل قارچ برابر 10^4-10^5 سلول در هر گرم بودند. در تمامی دامنه‌های ظرفیت تبادل کاتیونی (به جز در کم‌تر از 10^4 سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم) درصد بیش‌تری از نمونه‌ها دارای جمعیتی از کل باکتری برابر 10^4-10^7 سلول در هر گرم داشتند. در دامنه ظرفیت تبادل کاتیونی بین ۲۰-۱۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم، جمعیت کل قارچ‌ها در $69/2$ درصد از نمونه‌ها بین 10^4-10^5 سلول در هر گرم متغیر بود. در تمامی دامنه‌های تغییرات فسفر قابل دسترس، جمعیت کل باکتری‌ها در درصد بیش‌تری از نمونه‌ها بین 10^4-10^7 سلول در هر گرم بود. پراکنندگی جمعیت کل قارچ‌ها در دامنه فسفر قابل دسترس بین ۱۵-۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیش‌تر از سایر دامنه‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: باکتری، خصوصیات خاک، قارچ، گیلان

مقدمه

در تقسیم‌بندی جدید، موجودات زنده به سه قلمرو یوکاریا، آرکئا و باکتری‌ها تقسیم می‌شوند که میکروارگانیسم‌های خاک (باکتری‌ها، جلبک‌ها، قارچ‌ها و پروتوزوئرها) به قلمروهای مختلفی تعلق دارند (وونز و همکاران، ۱۹۹۹). میکروارگانیسم‌های خاک به‌عنوان جزو زنده خاک، معمولاً کم‌تر از ۱ درصد از حجم خاک را به خود اختصاص می‌دهند در حالی که تعداد و تأثیر آن‌ها بسیار زیاد است. آن‌ها اساساً در مکان‌های ریز بر روی مواد آلی تجمع می‌یابند. کانی‌های رسی نیز به‌عنوان حاملان موجودات خاک‌زی، آنزیم‌ها، محصولات متابولیکی و مواد بازدارنده یا تقویت‌کننده رشد، به حساب می‌آیند (علی‌اصغرزاده، ۲۰۰۶). تعداد و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک در هر منطقه به رشد گیاه (ترکیب گونه‌ای، پوشش گیاهی خاک، نفوذ ریشه در خاک، لاش‌برگ و...)، نوع خاک، تیمار خاک، عملیات زراعی و همچنین ماکرو و میکروکلیم بستگی دارد (علی‌اصغرزاده، ۲۰۰۶).

فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم‌های خاک برای چرخه مواد آلی ضروری است. تحرک و تحرک نداشتن عناصر غذایی معدنی و کمیاب نیز نتیجه فعالیت‌های میکروبی است. فعالیت‌های متابولیکی با توجه به ترکیب گونه‌های میکروبی تعیین می‌شود و این نیز به نوبه خود تحت تأثیر مقدار لاش‌برگ قابل دسترس، نوع خاک و دیگر شرایط محیطی می‌باشد (فلاح و همکاران، ۲۰۰۹). الیوت و همکاران (۱۹۹۲)، اندیا و همکاران (۲۰۰۰) اعلام کردند که برای ارزیابی وضعیت بیولوژیک خاک، تعیین تعداد و شناخت فعالیت موجودات خاک‌زی الزامی است. مطالعه جمعیت میکروارگانیسم‌ها در خاک به‌علت تغییرات مداوم شرایط محیطی و تغذیه‌ای بسیار مشکل است (اندیا و همکاران، ۲۰۰۰؛ الیوت و همکاران، ۱۹۹۲).

آزمایشی به وسیله بارتون و همکاران (۱۹۹۹) به منظور بررسی فعالیت‌های مختلف میکروبی و جمعیت میکروبی در خاک‌های مختلف، موقعیت‌های متفاوت زمین نما و مدیریت‌های گوناگون انجام گرفت. نتایج نشان داد که خاک‌های جمع شده در قسمت پایین زمین نما (شامل موقعیت‌های انتهایی و میانه شیب) دامنه بالاتری از سوبسترا را نسبت به خاک‌های موجود در قسمت‌های بالاتر شیب (شامل نوک و قسمت بالایی میانه شیب) دارا می‌باشد. تفاوت در جمعیت‌های میکروبی و فعالیت‌های آنزیمی خاک در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم با تغییر در مقدار آب، کربن، نیتروژن آلی و pH خاک مرتبط است (دوران، ۱۹۸۰).

پژوهش‌ها نشان داده است که خصوصیات خاک بر جامعه میکروبی خاک تأثیر داشته (نیلسون و همکاران، ۲۰۰۷؛ لابر و همکاران، ۲۰۰۹) به طوری که باکتری‌های خاک به شدت تحت تأثیر واکنش خاک می‌باشند (فیور و جکسون، ۲۰۰۶؛ هارتمن و همکاران، ۲۰۰۸؛ لابر و همکاران، ۲۰۰۹) ولی جمعیت قارچ‌ها به ندرت تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد (لابر و همکاران، ۲۰۰۸).

باکتری‌ها یکی از مهم‌ترین اجزاء تشکیل دهنده میکروارگانیسم‌های خاک هستند و جزو فراوان‌ترین جامعه میکروبی آن می‌باشند به طوری که تعداد آن‌ها حتی از مجموع جمعیت قارچ‌ها، جلبک‌ها و پروتوزئرها نیز بیش‌تر است. باکتری‌های خاک‌زی بیش‌تر به صورت آزاد در خاک زندگی می‌کنند و به علت شرکت در چرخه‌های کربن، نیتروژن و سایر تغییر و تبدیل‌ها و ارتباطی که با گیاهان عالی دارند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. تعداد باکتری‌ها در خاک بسیار زیاد و به حدود نصف کل ریزجانداران خاک می‌رسد. به طور کلی در خاک‌های با تهویه مناسب، جمعیت غالب ریزجانداران خاک را باکتری‌ها و قارچ‌ها تشکیل می‌دهند اما در خاک‌های با اکسیژن کم یا بدون اکسیژن بیش‌تر فعالیت‌های بیوشیمیایی در اختیار باکتری‌ها می‌باشد. تعداد باکتری‌ها به طور طبیعی ممکن است از یک تا چند میلیون در ۱ گرم خاک تغییر کند (فلاح و همکاران، ۲۰۰۹).

تاریخچه جداسازی قارچ‌های خاک‌زی به سال ۱۸۸۶ برمی‌گردد. قارچ‌ها در خاک‌های کشت شده با تهویه خوب، بیش‌ترین بخش کل توده میکروبی را تشکیل می‌دهند. توده زنده قارچ‌ها در خاک به علت قطر زیاد و شبکه وسیع هیف‌ها بیش‌تر می‌باشد. قارچ‌ها در خاک بسیار متنوع هستند قارچ‌ها به علت فعالیت‌های مختلف، گروه بسیار جالبی بوده و مطالعات بسیار وسیعی روی آن‌ها انجام شده

است. از نقش‌های قارچ‌ها در خاک می‌توان به ایجاد رابطه انگلی با گیاهان، شرکت فعال در تجزیه بقایای گیاهی و جانوری و شرکت در روابط میکوریزی را نام برد. در یک خاک حاصل‌خیز ممکن است طول رشته‌های قارچی از ۱۰۰-۱۰ متر در هر گرم متغیر باشند. اگرچه پژوهش‌های زیادی در نیم قرن گذشته در مورد قارچ‌های خاک‌زی انجام شده است ولی این دانش بسیار ناقص بوده و فقط حدود ۵۰ درصد از قارچ‌های خاک‌زی برای ما شناخته شده‌اند (فلاح و همکاران، ۲۰۰۹).

با توجه به این‌که اطلاعاتی در زمینه جمعیت کل باکتری‌ها و قارچ‌ها در خاک‌های استان گیلان وجود نداشت و عوامل مختلفی در جمعیت میکروارگانیسم‌ها در خاک مؤثر هستند هم‌چنین تا به حال رابطه بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها با خصوصیات بیولوژیک مورد بررسی قرار نگرفته است بنابراین این پژوهش انجام شد تا به برخی از این رابطه‌ها پی برده شود و میزان تأثیر هر یک از آن‌ها در جمعیت کل باکتری‌ها و قارچ‌ها تعیین گردد. با بررسی این رابطه‌ها می‌توان با اطمینان بیش‌تری نسبت به استفاده از باکتری‌ها و قارچ‌های مفید در خاک‌ها اقدام کرد یا برخی از شرایط خاک را برای افزایش جمعیت آن‌ها بهبود بخشید.

مواد و روش‌ها

تعداد ۵۰ نمونه خاک از مناطق مختلف استان گیلان با توجه به طول و عرض جغرافیایی و پراکندگی یکنواخت نمونه‌ها، به صورت مرکب جمع‌آوری گردید (شکل ۱). از هر محل دو نمونه از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری برداشت شد. یک نمونه به وزن ۳۰۰-۲۰۰ گرم برای آزمایش‌های بیولوژیک و نمونه دیگر به وزن ۳-۲ کیلوگرم برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تهیه شد. نمونه بیولوژیک در کیسه‌های پلاستیکی و در داخل فلاسک یخ‌دار به آزمایشگاه منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در سردخانه نگهداری شد. نمونه دوم در دمای آزمایشگاه هوا خشک شده، سپس کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی آماده گردید. نمونه‌ها از خاک‌های زیر کشت گیاهان مختلف برداشت شدند (کوسی، ۱۹۸۳؛ یحیی و ال‌عضاوی، ۱۹۸۹). pH و EC خاک در عصاره اشباع، ازت کل به روش کج‌لدال، فسفر قابل دسترس با روش اولسن، پتاسیم با روش استات آمونیوم، CEC با روش استات سدیم، ماده آلی با روش احتراق خشک، رطوبت با قرار دادن نمونه در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و بافت با روش هیدرومتر

بایکاس اندازه گیری شد (امامی، ۱۹۹۳؛ اوستان، ۱۹۹۴). برای شمارش کل باکتری ها ۱۰ گرم خاک به ۹۰ میلی لیتر آب استریل افزوده شد. سوسپانسیون به مدت ۲۰ دقیقه روی شیکر (۱۵۰ دور در دقیقه) تکان داده شد. رقت های ده دهی تا 10^{-8} در آب استریل تهیه و از هر رقت ۰/۱ میلی لیتر در ۳ تکرار روی محیط کشت نوترینت آگار شامل سیکلو هگزیمید (پپتون؛ ۵ گرم، عصاره گوشت؛ ۳ گرم، عصاره مخمر؛ ۱ گرم، گلوکز؛ ۵ گرم، آگار؛ ۱۵ گرم در لیتر به اضافه ۱۰۰ میلی گرم سیکلو هگزیمید در لیتر) پخش شده و تشتک ها در دمای ۲۸-۳۰ درجه سانتی گراد نگهداری گردیدند. شمارش تعداد کلنی ها در ظرف مدت ۱ هفته از زمان کشت انجام شد (والوم، ۱۹۸۲؛ کوسی، ۱۹۸۳). برای شمارش کل قارچ ها نیز از همان سوسپانسیون 10^{-1} آماده شده، رقت های تا 10^{-5} تهیه و از هر رقت مقدار ۰/۱ میلی لیتر در ۳ تکرار روی محیط کشت مارتین آگار شامل رزبنگال و استرپتومایسین (پپتون؛ ۵ گرم، عصاره مخمر؛ ۰/۵ گرم، سولفات منیزیم با ۷ مولکول آب؛ ۰/۵ گرم، گلوکز؛ ۱۰ گرم، فسفات دی هیدروژن پتاسیم؛ ۰/۵ گرم، فسفات منو هیدروژن پتاسیم؛ ۰/۵ گرم، آگار؛ ۱۵ گرم، در لیتر به اضافه رزبنگال؛ ۰/۱۴ و استرپتومایسین؛ ۰/۰۶ گرم در لیتر) پخش شده و تشتک ها در دمای ۲۸-۳۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. شمارش تعداد قارچ ها در ظرف مدت ۱ هفته از زمان کشت انجام شد (والوم، ۱۹۸۲؛ کوسی، ۱۹۸۳).

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه ها: خاک های مورد ارزیابی، از ۱۲ نوع بافت موجود در مثلث بافت خاک، ۸ نوع آن را دارا بودند. بیشترین درصد بافت خاک ها از نوع لومی رسی (CL) و کمترین درصد، بافت رسی شنی (SC) بود. ۴ نوع بافت شنی لومی (LS)، لومی سیلتی (SiL)، شنی (S) و سیلتی (Si) در خاک های نمونه برداری شده وجود نداشت. حدود ۲۰ درصد از نمونه های جمع آوری شده دارای pH اسیدی بودند. سایر ویژگی های مهم فیزیکی و شیمیایی نمونه ها در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

شماره نمونه	pH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده آلی (درصد)	CEC (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم)	ازت کل (درصد)	Pava (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رطوبت (درصد)	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلیت (درصد)	شن (درصد)	بافت
۱	۷/۸۹	۳/۷۰	۳/۴۳	۲۰	۳۱/۰	۷/۳۱	۵/۸	۰/۸۱	۰/۶۱	۰/۷۳	۰/۶۰	L
۲	۷/۴۶	۰/۷	۴/۷۲	۲۰	۶۰/۰	۱/۸۱	۱/۶۴	۰/۷	۱/۷۶	۱/۸۱	۱/۶	C
۳	۷/۹۶	۲/۷۲	۱/۰۴	۲۰	۷۷/۰	۱/۱۴	۲/۶۳	۱۳/۰	۳/۸۷	۳/۸۳	۲/۸۷	C.L
۴	۷/۹۴	۰/۶۵	۳/۳۳	۲۰	۰/۰	۶/۳	۲/۰	۴/۰	۲۴/۰	۴/۴	۳/۰	L
۵	۱/۸/۸	۱/۱۴	۸/۷/۱	۳۰	۱۵۳/۰	۶/۷۳	۸/۱۱	۰/۸	۱/۱۳	۷/۷	۳۰/۰	C
۶	۳/۷/۸	۷/۳۱	۷۵/۱۳	۰/۳	۶۱/۸/۱	۳۵/۱	۷/۶۳	۰/۸	---	---	---	---
۷	۳/۷/۶	۳/۳۱	۵/۵	۷۱	۱۸/۰	۶/۵۱	۱/۰	۰	۵/۱۵	۰/۶۳	۵/۸	C
۸	۳/۳/۷	۲/۳۰	۶/۶۳	۶۱	۳/۷/۰	۰/۶۱	۸/۳۱	۶/۰	۳/۳۱	۶/۶۳	۰/۶۱	Si.C.L
۹	۸/۹/۶	۳۵/۰	۱/۱/۳	۰/۱	۵۱/۰	۰/۸	۱/۶	۰	۰/۷	۶/۶۳	۳/۵	L
۱۰	۸/۱/۷	۱۱/۳	۵/۷/۶	۵۱	۶۵/۰	۲/۸۱	۶/۸۸	۰	۷/۳۱	۶/۶۳	۶/۸۳	L
۱۱	۸/۵/۸	۶/۶	۶/۶۳	۶۱	۱۵/۰	۷/۸۱	۸/۶۳	۰/۷	۳/۳۱	۵/۸۳	۱/۶۱	L
۱۲	۸/۱/۷	۶/۷۰	۵/۳/۱	۰/۳	۵/۵/۰	۰/۳۳	۶/۱۱	۰	۰/۳۳	۸/۰/۳	۳/۶۳	L
۱۳	۸/۱/۷	۱۳/۰	۱/۷/۳	۸/۳	۸۱/۰	۲/۸۱	۳/۶۱	۰/۸	۰/۶۳	۳/۶۱	۶/۳۱	C
۱۴	۱/۶/۸	۸/۰	۳/۰/۱	۰/۳	۷۳/۰	۳/۵	۳/۰	۰/۸	۱/۵	۳/۵۱	۳/۸۱	C
۱۵	۳/۳/۸	۵/۵/۳	۲/۳/۷	۸/۳	۶۰/۰	۱/۸۱	۱/۶۴	۰/۷	۱/۷۶	۱/۸۱	۱/۶	C
۱۶	۱۰/۷	۳/۷۰	۷/۵/۳	۷۱	۳۱/۰	۷/۳۱	۵/۸	۰/۸۱	۵/۶۱	۰/۷۳	۰/۶۰	L

ادامه جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

بافت	شماره نمونه	pH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده آلی (درصد)	CEC (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم)	ازت کل (درصد)	Pava (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رطوبت (درصد)	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلیت (درصد)	شن (درصد)
L	۱۷	۸/۸	۰/۸۷	۳۳/۴	۱۹	۰/۸۲	۱۴/۴	۷/۹	۱۴/۰	۳۷/۰	۴۰/۰	۳۴/۰
SiC	۱۸	۶/۸	۰/۶۵	۶/۵۵	۱۹	۰/۲۱۷	۵/۴	۱۶/۹	۰	۴۷/۳	۴۸/۴	۹/۳
SCL	۱۹	۷/۹۷	۰/۸۳	۷/۱۵	۲۲	۰/۱۳۹	۹/۸	۱۹/۰	۱۵/۰	۳۴/۴	۱۸/۲	۴۷/۴
SCL	۲۰	۵/۶۰	۰/۵۳	۸/۳۷	۲۵	۰/۶۵۰	۶۹/۰	۱۱/۳	۱/۰	۳۰/۳	۱۷/۰	۵۷/۷
CL	۲۱	۷/۶۰	۰/۹۷	۱۰/۸۳	۴۰	۰/۶۵۲	۳۱/۲	۳۵/۲	۳/۰	۳۰/۲	۳۸/۲	۳۱/۶
L,S,S,L	۲۲	۸/۷	۰/۵۰	۷/۹	۹/۰	۰/۶۶۰	۱۶/۲	۳/۱۱	۳/۰	۱۴/۰	۷/۰	۸۴/۰
---	۲۳	۵/۱۶	۳/۳۱	۵/۶۵	۵۵	۲/۲۸۵	۹۴/۰	۱۰/۱	۳/۰	---	---	---
C	۲۴	۶/۵۵	۷/۲۰	۴/۰۱	۳۰	۱/۲۱۰	۹/۶	۵/۹۱	۱/۰	۳/۳۵	۲۹/۳	۳۸/۱
SC	۲۵	۶/۵۱	۸/۳۰	۱۵/۱	۲۲	۰/۷۸۰	۶/۸۲	۹/۹۱	۲/۰	۳۶/۰	۱۷/۰	۴۷/۰
CL	۲۶	۸/۰۰	۲/۰۱	۵/۳۵	۱۹	۰/۹۱/۰	۲۷/۲	۲۰/۰	۰	۲۹/۹	۲۹/۹	۴۰/۲
SiC	۲۷	۷/۸۹	۳/۰۱	۱۶/۷	۳۵	۰/۵۵/۰	۲/۷	۶/۵۱	۳/۰	۳/۹۳	۳/۳	۳/۵
SiC	۲۸	۷/۵۱	۷۵/۰	۵/۸۵	۲۷	۰/۷۰/۰	۱/۹۲	۲/۲۱	۲/۰	۰/۱۸	۵/۳۵	۳/۱۱
C	۲۹	۵/۸۵	۰/۳۳	۶/۶۷	۳۷	۰/۱۶۲	۵/۵	۱/۳۱	۲/۰	۶/۱۰	۳/۴۵	۴/۵
SiC	۳۰	۶/۸۸	۰/۳۳	۸/۲۹	۳۵	۰/۳۶۰	۱۲/۲	۳/۱۱	۳/۰	۴/۶۰	۴/۰	۶/۰
CL	۳۱	۷/۵۰	۵/۴۰	۵/۰۳	۲۵	۰/۳۳/۴	۱۷/۲	۳/۰۷	۱۱/۰	۳/۲/۴	۳/۶/۴	۳/۱/۲
Si/CL	۳۲	۷/۶۹	۱/۴۰	۴/۸۲	۲۵	۰/۱۷/۳	۱۴/۲	۱۲/۱	۵/۵	۳/۲/۶	۴/۹/۰	۱۸/۴
CL	۳۳	۸/۰۲	۱/۰۶	۱۳/۰۴	۳۵	۰/۵۹/۶	۹/۷۰	۱۲/۰	۸/۰	۳/۰/۰	۳/۰/۰	۳۸/۴

ادامه جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

شماره نمونه	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)	ماده آلی (درصد)	CEC (میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم)	ازت کل (درصد)	Pava (میلی گرم بر کیلوگرم)	رطوبت (درصد)	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلیت (درصد)	شن (درصد)	بافت
۳۴	۷/۱۶	۰/۸۳	۸/۹۱	۲۵	۰/۳۶۷	۴۴/۴	۸۷	۵/۰	۳۰/۴	۲۴/۴	۴۵/۲	SCL
۳۵	۷/۱۳	۰/۳۶	۳/۳۳	۲۵	۰/۰۹۲	۴۴/۰	۲۴/۳	۰	۴۴/۳	۳۸/۷	۱۶/۵	C
۳۶	۶/۹۴	۰/۶۲	۷/۰۸	۳۵	۰/۱۷۰	۶/۴	۱۰/۹	۱/۰	۵۲/۶	۳۴/۴	۱۳/۰	C
۳۷	۷/۸۲	۱/۱۶	۱۲/۰۴	۳۰	۰/۴۶۶	۴۶/۸	۳۸/۲	۲/۰	۶/۲	۲۰/۷	۷۳/۰	SL
۳۸	۸/۲۲	۱/۳۱	۳/۸۲	۱۹	۰/۰۶۶	۱۲/۲	۲۵/۷	۷/۰	۲۰/۰	۱۰/۰	۷۰/۰	SCL,SL
۳۹	۷/۸۰	۷/۰	۶/۴۹	۳۵	۰/۷۰	۸/۵	۶/۰	۵/۰	۳۶/۷	۳۰/۵	۳۲/۷	CL
۴۰	۵/۸۵	۷/۰	۱۱/۸	۳۰	۰/۸	۰/۸	۴۱/۴	۰	۶۶/۷	۲۲/۷	۵۰/۵	SCL
۴۱	۷/۸۵	۱/۰	۴/۳۷	۳۵	۰/۳۳۰	۶/۵	۸/۲	۱/۰	۳۴/۷	۳۸/۷	۶۶/۵	CL
۴۲	۷/۶۴	۱/۴۰	۴/۳۷	۳۰	۰/۷۰	۱۶/۱	۳/۷	۰	۱۰/۰	۲۲/۰	۶۷/۰	SL
۴۳	۱/۸۷	۷/۵۰	۶/۰۴	۳۰	۰/۳۶۰	۶/۷	۳۵/۷	۱/۰	۳۴/۵	۴۰/۵	۲۵/۰	CL
۴۴	۸/۷۸	۵/۵۰	۵/۱۶	۵۳	۰/۱۶۰	۳۳/۱	۸/۷	۲/۰	۳۰/۰	۳۶/۰	۳۴/۰	CL
۴۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۷/۳۵	۲۰	۰/۵۰	۱۱	۶/۳	۳/۰	۲۰/۲	۲۸/۲	۵۱/۶	SCL,L
۴۶	۰/۸۷	۰/۳۱	۳/۳۱	۳۱	۰/۶۰	۶/۸	۴/۳	۳/۰	---	---	---	---
۴۷	۶/۶۷	۵/۰	۶/۳۳	۲۵	۰/۰	۷/۸	۱۰/۱	۱/۰	۴/۲	۴/۰	۹/۶۰	SiC
۴۸	۸/۰۳	۷/۰	۶/۸۶	۱۹	۰/۴۰	۳/۴	۳/۳	۰	۴/۲	۴/۰	۱۱/۷	SiC
۴۹	۸/۱۲	۰/۸۰	۴/۰۱	۴۰	۰/۷۰	۳/۴	۳/۳	۰	۳/۰	۳/۳	۳/۷	CL
۵۰	۷/۱۹	۶/۰	۷/۵	۳۵	۰/۳۷۰	۰/۴	۳/۹	۱/۰	۳/۴	۳/۴	۳۷/۲	CL

رابطه ریزجانداران با مواد آلی: دامنه مواد آلی در نمونه‌ها بین ۳۱/۵۸-۱/۰۴ درصد متغیر بود که کم‌ترین و بیش‌ترین آن به ترتیب به نمونه‌های شالیزار (نمونه شماره ۳) و کود حیوانی (نمونه شماره ۶) تعلق داشت. بیش‌ترین درصد ماده آلی در خاک تحت کشت ذرت (نمونه شماره ۳۳) وجود داشت. حدود ۴۸ درصد از نمونه‌ها شامل بیش از ۶ درصد ماده آلی بودند (جدول ۱). در درصدهای مختلف مواد آلی، جمعیت کل باکتری‌ها در بیش‌تر نمونه‌ها بین 10^6-10^7 سلول در هر گرم خاک متغیر بود. به طوری که در هیچ دامنه‌ای از مواد آلی، نمونه‌های با جمعیت بالا به کم‌تر از ۵۰ درصد نرسید (جدول ۲). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل باکتری‌ها و درصد مواد آلی به صورت $y = 0.328x + 7.1526$ با $r = 0.27$ به دست آمد.

در نمونه‌های خاک با دامنه‌های مختلفی از مواد آلی، جمعیت کل قارچ‌ها فقط در یک نمونه (با ۵/۳۸ درصد ماده آلی) بین 10^2-10^3 سلول در هر گرم خاک خشک بود هم‌چنین جمعیت بین 10^3-10^4 سلول در هر گرم خاک نیز فقط در یک نمونه (شامل ۱۰/۱۴ درصد ماده آلی) وجود داشت. بیش‌تر نمونه‌ها جمعیتی برابر 10^4-10^5 سلول در هر گرم خاک داشتند که چنین جمعیتی در تمامی دامنه‌های مواد آلی، بیش از ۵۰ درصد نمونه‌ها را تشکیل داد. در دامنه ۱۰-۹ درصد ماده آلی جمعیت بین 10^4-10^5 سلول در هر گرم خاک مشاهده نشد (جدول ۳). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل قارچ‌ها و درصد مواد آلی به صورت $y = 0.365x + 4.6074$ با $r = 0.28$ به دست آمد.

رابطه ریزجانداران با هدایت الکتریکی: هدایت الکتریکی نمونه‌ها از ۱۴/۸-۰/۱ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود که کم‌ترین آن در جنگل (نمونه شماره ۴۵) و بیش‌ترین آن در کود حیوانی (نمونه شماره ۶) مشاهده شد و بازمانده‌های در حال تخمیر کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) در رده بعد از نمونه (کود حیوانی) قرار گرفت. در میان نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده شالیزار شماره (۱۱) بیش‌ترین هدایت الکتریکی را داشت (جدول ۱).

جدول ۲- جمعیت کل باکتری‌ها در نمونه‌های شامل درصد‌های مختلف مواد آلی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با درصد مواد آلی مختلف											جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک) ۱۰ ^{-۱۰}
	>۱۱	۱۰-۱۱	۹-۱۰	۸-۹	۷-۸	۶-۷	۵-۶	۴-۵	۳-۴	≤۳		
۱۳	۰	۱(۳۳۳)	۰	۲(۳۳۳)	۱(۳۳۳)	۲(۴۰)	۲(۲۵)	۱(۱۴۳)	۲(۳۷/۵)	۱(۳۳۳) ^۱	۱۰ ^{-۱۰}	
۳۱	۴(۶۶۷)	۲(۶۶۷)	۱(۱۰۰)	۳(۵۰)	۲(۶۶۷)	۳(۶۰)	۵(۶۲/۵)	۴(۵۷/۱)	۵(۶۲/۵)	۲(۶۶۷)	۱۰ ^{-۱۰}	
۶	۲(۳۳۳)	۰	۰	۱(۶۷)	۰	۰	۱(۱۲/۵)	۲(۷۸۶)	۰	۰	۱۰ ^{-۱۰}	
۵۰	۶	۳	۱	۶	۳	۵	۸	۷	۸	۳	جمع نمونه‌ها	

^۱ اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در ماده آلی مربوطه است.

جدول ۳- جمعیت کل قارچ‌ها در نمونه‌های شامل درصد‌های مختلف مواد آلی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌هایی با درصد مواد آلی مختلف										جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>۱۱	۱۰-۱۱	۹-۱۰	۸-۹	۷-۸	۶-۷	۵-۶	۴-۵	۳-۴	≤۳	
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱(۱۲/۵) ^۱	۰	۰	۰	۱۰-۱۰ ^۳
۱	۰	۱(۳۳/۳)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰ ^۳ -۱۰ ^۴
۳۱	۳(۵۰)	۲(۶۶/۷)	۰	۴(۶۶/۷)	۲(۶۶/۷)	۴(۸۰)	۴(۵۰)	۴(۵۷/۱)	۶(۷۵)	۲(۶۶/۷)	۱۰ ^۴ -۱۰ ^۵
۱۵	۳(۵۰)	۰	۱(۱۰۰)	۱(۱۶/۷)	۱(۳۳/۳)	۱(۲۰)	۲(۲۵)	۳(۴۲/۹)	۲(۲۵)	۱(۳۳/۳)	۱۰ ^۵ -۱۰ ^۶
۲	۰	۰	۰	۱(۱۶/۷)	۰	۰	۱(۱۲/۵)	۰	۰	۰	۱۰ ^۶ -۱۰ ^۷
۵۰	۶	۳	۱	۶	۳	۵	۸	۷	۸	۳	جمع نمونه‌ها

^۱ اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در ماده آلی مربوطه است.

حدود ۶۲ درصد نمونه‌های جمع‌آوری شده، هدایت الکتریکی کم‌تر یا مساوی ۱ دسی‌زیمنس بر متر داشتند. درصد جمعیت کل باکتری‌ها در این هدایت الکتریکی برابر ۳۸/۷ درصد بین 10^7-10^6 ، ۵۱/۶ درصد بین 10^8-10^7 و تنها ۹/۷ درصد بین 10^9-10^8 سلول در هر گرم خاک بود. هدایت الکتریکی در ۵۰ درصد از نمونه‌هایی که جمعیت کل باکتری بیش‌تر از 10^8 سلول در هر گرم خاک داشتند، کم‌تر یا مساوی ۱ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۴). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل باکتری‌ها و هدایت الکتریکی به صورت $y = 0.0787x + 7.2427$ با $r = 0.37$ به دست آمد.

جمعیت کل قارچ‌ها در بیش‌تر نمونه‌ها از 10^0-10^4 سلول در هر گرم خاک متغیر بود که در هدایت الکتریکی کم‌تر یا مساوی ۱ دسی‌زیمنس بر متر نیز همین روند ادامه داشته به طوری که ۶۴/۵ درصد از نمونه‌ها جمعیت 10^0-10^4 و ۲۵/۸ درصد جمعیتی بین 10^6-10^0 سلول در هر گرم خاک داشتند. در هدایت الکتریکی بیش‌تر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر، هیچ‌کدام از نمونه‌های خاک، جمعیت بالاتر از 10^6 سلول در هر گرم نداشتند و فقط بازمانده‌های در حال تخمیر کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) چنین جمعیتی را دارا بود (جدول ۵). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل قارچ‌ها و EC به صورت $y = 0.0995x + 6.6862$ با $r = 0.19$ به دست آمد.

در هدایت الکتریکی کم‌تر یا مساوی ۶ دسی‌زیمنس بر متر جمعیت قارچ‌های حل‌کننده فسفات در بیش‌تر نمونه‌ها (۴۱/۹ درصد) بین 10^3-10^4 بود و ۳۵/۵ درصد نمونه‌ها با جمعیتی برابر بین 10^0-10^4 در رده بعدی قرار گرفتند. هیچ‌کدام از نمونه‌های خاک، جمعیت بالاتر از 10^0 سلول در هر گرم نداشتند و فقط بازمانده‌های در حال تخمیر کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) چنین جمعیتی را دارا بود (جدول ۹). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم PSF و EC به صورت $y = 0.1895x + 4.7806$ با $r = 0.09$ به دست آمد.

جدول ۴- جمعیت کل باکتری‌ها در هدایت الکتریکی‌های (دسی‌زیمنس بر متر) مختلف در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با EC مختلف							جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>۶	۵-۶	۴-۵	۳-۴	۲-۳	۱-۲	≤۱	
۱۳	۰	۰	۰	۱(۲۵)	۰	۰	۱۲(۳۸/۷) ^a	10^7-10^6
۳۱	۱(۳۳/۳)	۱(۱۰۰)	۱(۱۰۰)	۳(۷۵)	۳(۱۰۰)	۶(۸۵/۷)	۱۶(۵۱/۶)	10^8-10^7
۶	۲(۶۶/۷)	۰	۰	۰	۰	۱(۱۴/۳)	۳(۲/۷)	10^9-10^8
۵۰	۳	۱	۱	۴	۳	۷	۳۱	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در EC مربوطه است.

جدول ۵- جمعیت کل قارچ‌ها در هدایت الکتریکی‌های (دسی‌زیمنس بر متر) مختلف در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با EC مختلف							جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>۶	۵-۶	۴-۵	۳-۴	۲-۳	۱-۲	≤۱	
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱(۳/۲) ^a	۱۰ ^۲ -۱۰ ^۳
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱(۳/۲)	۱۰ ^۳ -۱۰ ^۴
۳۱	۰	۱(۱۰۰)	۱(۱۰۰)	۱(۲۵)	۳(۱۰۰)	۵(۷۱/۴)	۲۰(۶۴/۶)	۱۰ ^۴ -۱۰ ^۵
۱۵	۲(۶۶/۷)	۰	۰	۳(۷۵)	۰	۲(۲۸/۶)	۸(۲۵/۸)	۱۰ ^۵ -۱۰ ^۶
۲	۱(۳۳/۳)	۰	۰	۰	۰	۰	۱(۳/۲)	۱۰ ^۶ -۱۰ ^۷
۵۰	۳	۱	۱	۴	۳	۷	۳۱	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در EC مربوطه است.

رابطه ریزجانداران با ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC): بیش‌ترین و کم‌ترین CEC به‌ترتیب مربوط به بازمانده‌های در حال تخمیر کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) و توتستان (نمونه شماره ۲۲) بود. در میان نمونه‌های خاک، بیش‌ترین CEC (Cmolc/kg) ۴۰) مربوط به مرتع (نمونه شماره ۱۴) و شالیزار (نمونه‌های شماره ۲۱ و ۴۹) بود. بیش‌ترین جمعیت کل باکتری‌ها (حدود ۳۸ درصد نمونه‌ها) در دامنه CEC برابر ۲۰-۳۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم خاک قرار گرفت. در این دامنه از CEC حدود ۳۱/۶ درصد نمونه‌ها دارای جمعیت ۱۰^۶-۱۰^۷، ۵۲/۶ درصد جمعیت ۱۰^۷-۱۰^۸ و ۱۵/۸ درصد جمعیت ۱۰^۸-۱۰^۹ سلول در هر گرم خاک بودند. در تمامی دامنه‌های CEC (به‌جز در کم‌تر از ۱۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم) درصد بیش‌تری از نمونه‌ها دارای ۱۰^۷-۱۰^۸ سلول در هر گرم خاک بودند (جدول ۶). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل باکتری‌ها و CEC به‌صورت $y = 0.0081x + 7/1609$ یا $r = 0/13$ به‌دست آمد.

جمعیت کل قارچ‌ها در دو نمونه‌ای که دارای CEC کم‌تر یا مساوی ۱۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم بودند، بین ۱۰^۵-۱۰^۶ سلول در هر گرم خاک تغییر می‌کرد. در دامنه CEC، ۱۰-۲۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم، جمعیت کل قارچ‌ها در ۶۹/۲ درصد از نمونه‌ها بین ۱۰^۴-۱۰^۵ و در ۳۰/۸ درصد، بین ۱۰^۵-۱۰^۶ سلول در هر گرم خاک بود. در دامنه CEC بین ۲۰-۳۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم، حدود ۶۳/۱ درصد از نمونه‌ها در دامنه بین ۳۰-۴۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم، حدود ۶۶/۷ درصد از نمونه‌ها

دارای جمعیت بین 10^4-10^5 سلول در هر گرم بودند. فقط یک نمونه از کل نمونه‌ها، CEC بیش‌تر از 40 سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم داشتند که جمعیت کل قارچ‌ها در آن بین 10^6-10^7 سلول در هر گرم خاک تغییر می‌کرد (جدول ۷). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل قارچ‌ها و CEC به‌صورت $y=0.13x + 4/5052$ با $r=0.19$ به‌دست آمد.

جدول ۶- جمعیت کل باکتری‌ها در نمونه‌های شامل CEC (سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم) مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با CEC مختلف					جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>40	$30-40$	$20-30$	$10-20$	≤ 10	
۱۳	۰	۳(۲۰)	۶(۳۱/۶)	۲(۱۵/۴)	۲(۱۰۰) ^a	10^6-10^7
۳۱	۱(۱۰۰)	۱۰(۶۶/۷)	۱۰(۵۲/۶)	۱۰(۷۶/۹)	۰	10^7-10^8
۶	۰	۲(۱۳/۳)	۳(۱۵/۸)	۱(۷/۷)	۰	10^8-10^9
۵۰	۱	۱۵	۱۹	۱۳	۲	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در CEC مربوطه است.

جدول ۷- جمعیت کل قارچ‌ها در نمونه‌های شامل CEC (سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم) مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با CEC مختلف					جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>40	$30-40$	$20-30$	$10-20$	≤ 10	
۱	۰	۰	۱(۵/۳) ^a	۰	۰	$1-10^3$
۱	۰	۱(۶/۶)	۰	۰	۰	10^3-10^4
۳۱	۰	۱۰(۶۶/۷)	۱۲(۶۳/۱)	۹(۶۹/۲)	۰	10^4-10^5
۱۵	۰	۳(۲۰)	۶(۳۱/۶)	۴(۳۰/۸)	۲(۱۰۰)	10^5-10^6
۲	۱(۱۰۰)	۱(۶/۷)	۰	۰	۰	10^6-10^7
۵۰	۱	۱۵	۱۹	۱۳	۲	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در CEC مربوطه است.

رابطه ریزجانداران با فسفر قابل دسترس: فسفر قابل دسترس در ۶۰ درصد از نمونه‌ها کم‌تر از ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بیش از ۷۳ درصد از این نمونه‌ها دارای فسفر قابل دسترس کم‌تر از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. در فسفر قابل دسترس کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، جمعیت کل باکتری‌ها در بیش از ۸۱ درصد از نمونه‌ها بین 10^4 - 10^7 سلول در هر گرم خاک متغیر بود. در تمامی دامنه‌های تغییرات فسفر قابل دسترس، جمعیت کل باکتری‌ها در درصد بیش‌تری از نمونه‌ها بین 10^4 - 10^7 سلول در هر گرم خاک بود. جمعیت کل باکتری‌ها در هیچ‌کدام از نمونه‌های با فسفر قابل دسترس کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیش‌تر از 10^4 سلول در هر گرم خاک نبود (جدول ۸). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل باکتری‌ها و فسفر قابل دسترس به صورت $Y = 0.00004X + 7.3711$ با $r = 0.02$ به دست آمد.

پراکندگی جمعیت کل قارچ‌ها در دامنه فسفر قابل دسترس بین ۱۵-۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بیش‌تر از سایر دامنه‌ها است، به طوری که این جمعیت از 10^2 - 10^7 سلول در هر گرم خاک متغیر بود. سایر دامنه‌های فسفر دارای 10^6 - 10^4 قارچ در هر گرم خاک خشک بودند. بیش از ۹۰ درصد از نمونه‌های با فسفر قابل دسترس کم‌تر از ۱۰، تمامی نمونه‌های با فسفر ۴۰-۲۰ و بیش از ۸۳ درصد از نمونه‌های با فسفر ۶۰-۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم دارای 10^4 - 10^5 قارچ در هر گرم خاک خشک بودند. حدود ۶۲/۵ درصد از نمونه‌های با فسفر ۲۰-۱۵ و همچنین فسفر بیش از ۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، شامل جمعیت کل قارچی بین 10^6 - 10^0 سلول در هر گرم خاک بودند (جدول ۹). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل قارچ‌ها و فسفر قابل دسترس به صورت $Y = 0.0058X + 4.6819$ با $r = 0.32$ به دست آمد.

جدول ۸- جمعیت کل باکتری‌ها در نمونه‌های شامل فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با فسفر قابل دسترس مختلف						جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>۶۰	۴۰-۶۰	۲۰-۴۰	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	≤۱۰	
۱۳	۲(۲۵)	۲(۳۳/۳)	۱(۱۶/۷)	۲(۲۵)	۴(۳۶/۴)	۲(۱۸/۲) ^a	10^7 - 10^4
۳۱	۵(۶۲/۵)	۴(۶۶/۷)	۴(۶۶/۶)	۴(۵۰)	۶(۴۵/۴)	۹(۸۱/۸)	10^7 - 10^4
۶	۱(۱۲/۵)	۰	۱(۱۶/۷)	۲(۲۵)	۲(۱۸/۲)	۰	10^4 - 10^9
۵۰	۸	۶	۶	۸	۱۱	۱۱	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در رطوبت مربوطه است.

جدول ۹- جمعیت کل قارچ‌ها در نمونه‌های شامل فسفر قابل دسترس (میلی گرم در کیلوگرم) مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با فسفر قابل دسترس مختلف						جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>۶۰	۴۰-۶۰	۲۰-۴۰	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	≤۱۰	
۱	۰	۰	۰	۰	۱(۹/۱) ^a	۰	۱۰ ^۲ -۱۰ ^۳
۱	۰	۰	۰	۰	۱(۹/۱)	۰	۱۰ ^۳ -۱۰ ^۴
۳۰	۲(۲۵)	۵(۸۳/۳)	۶(۱۰۰)	۳(۳۷/۵)	۴(۳۶/۴)	۱۰(۹۰/۹)	۱۰ ^۴ -۱۰ ^۵
۱۶	۵(۶۲/۵)	۱(۱۶/۷)	۰	۵(۶۲/۵)	۴(۳۶/۳)	۱(۹/۱)	۱۰ ^۵ -۱۰ ^۶
۲	۱(۱۲/۵)	۰	۰	۰	۱(۹/۱)	۰	۱۰ ^۶ -۱۰ ^۷
۵۰	۸	۶	۶	۸	۱۱	۱۱	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در رطوبت مربوطه است.

رابطه ریزجانداران با رطوبت خاک: دامنه رطوبت در ۵۰ نمونه از ۳/۷-۴۹/۸ درصد متغیر بود که کم‌ترین آن در خاک تحت کشت بادام‌زمینی (نمونه شماره ۴۲) مشاهده شد. این خاک در کنار دریا که شامل ماسه‌های ساخلی بود قرار داشت. بیش‌ترین درصد رطوبت مربوط به کود حیوانی (نمونه شماره ۶) بود (جدول ۱).

حدود ۸۴ درصد از نمونه‌ها رطوبت بیش از ۱۰ درصد داشته که جمعیت کل باکتری‌ها در ۶۲ درصد از این نمونه‌ها بین ۱۰^۷-۱۰^۸، ۲۴ درصد بین ۱۰^۶-۱۰^۷ و تنها ۱۴ درصد بین ۱۰^۹-۱۰^۸ سلول در هر گرم خاک بود. در رطوبت کم‌تر از ۱۰ درصد، نیمی از نمونه‌ها جمعیت بین ۱۰^۶-۱۰^۷ و نیمی دیگر، جمعیتی بین ۱۰^۷-۱۰^۸ سلول در هر گرم خاک داشتند ولی هیچ‌کدام از نمونه‌ها جمعیت بین ۱۰^۹-۱۰^۸ سلول در هر گرم خاک نداشتند (جدول ۱۰). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل باکتری‌ها و درصد رطوبت به صورت $y = 0.147x + 7.072$ با $r = 0.29$ به دست آمد.

جمعیت کل قارچ‌ها در ۶۲ درصد از نمونه‌هایی که رطوبت بیش از ۱۰ درصد داشتند بین ۱۰^۴-۱۰^۵، ۳۱ درصد بین ۱۰^۳-۱۰^۴ و ۲/۴ درصد بین ۱۰^۲-۱۰^۳ سلول در هر گرم خاک بود. جمعیت کل قارچ‌ها در نمونه‌های با رطوبت کم‌تر از ۱۰ درصد، در ۶۲/۵ درصد از نمونه‌ها بین ۱۰^۴-۱۰^۵، ۲۵ درصد بین ۱۰^۵-۱۰^۶، ۱۲/۵ درصد بین ۱۰^۲-۱۰^۳ سلول در هر گرم خاک بود، همچنین در این رطوبت هیچ نمونه‌ای جمعیت بیش‌تر از ۱۰^۶ سلول در هر گرم خاک نداشت در حالی که ۴/۸ درصد از نمونه‌های با

علیرضا فلاح نصرت آباد

رطوبت بیش از ۱۰ درصد، شامل جمعیت بالاتر از 10^6 سلول در هر گرم خاک بودند (جدول ۱۱). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل قارچ‌ها و درصد رطوبت به صورت $y = 0.0070x + 4.7149$ با $r = 0.13$ به دست آمد.

جدول ۱۰- جمعیت کل باکتری‌ها درصد رطوبت‌های مختلف و نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با درصد رطوبت مختلف					جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>۳۰	۲۰-۳۰	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	≤۱۰	
۱۴	۳(۲۷/۳)	۳(۲۱/۴)	۰	۴(۴۴/۴)	۴(۵۰) ^a	10^6-10^7
۳۰	۷(۶۳/۶)	۷(۵۰)	۸(۱۰۰)	۴(۴۴/۴)	۴(۵۰)	10^7-10^8
۶	۱(۹/۱)	۴(۲۸/۶)	۰	۱(۱۱/۲)	۰	10^8-10^9
۵۰	۱۱	۱۴	۸	۹	۸	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در رطوبت مربوطه است.

جدول ۱۱- جمعیت کل قارچ‌ها در درصد رطوبت‌های مختلف در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمع نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های با درصد رطوبت مختلف					جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)
	>۳۰	۲۰-۳۰	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	≤۱۰	
۱	۰	۰	۰	۰	۱(۱۲/۵) ^a	10^2-10^3
۱	۰	۱(۷/۱)	۰	۰	۰	10^3-10^4
۳۱	۶(۵۴/۵)	۹(۶۴/۴)	۷(۸۷/۵)	۴(۴۴/۴)	۵(۶۲/۵)	10^4-10^5
۱۵	۵(۴۵/۵)	۳(۲۱/۴)	۱(۱۲/۵)	۴(۴۴/۴)	۲(۲۵)	10^5-10^6
۲	۰	۱(۷/۱)	۰	۱(۱۱/۲)	۰	10^6-10^7
۵۰	۱۱	۱۴	۸	۹	۸	جمع نمونه‌ها

^a اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در رطوبت مربوطه است.

نتیجه‌گیری

ضریب رگرسیون به دست آمده از رابطه بین جمعیت باکتری‌ها و قارچ‌ها با مواد آلی نشان داد ماده آلی تقریباً به یک میزان در جمعیت آن‌ها مؤثر است که نشان‌دهنده هتروتروف بودن احتمالی بسیاری از باکتری‌های خاک می‌باشد زیرا همه قارچ‌ها هتروتروف می‌باشند و به علت یکسان بودن تقریبی ضریب رگرسیون آن‌ها (۰/۲۷ و ۰/۲۸) میزان تأثیر تقریباً برابر است. رابطه رگرسیونی جمعیت کل

باکتری‌ها با رطوبت قابل دسترس و شوری خاک دارای ضریب رگرسیون بالاتری نسبت به رابطه آن‌ها با قارچ‌ها بود. این در حالی است که رابطه رگرسیونی قارچ‌ها با ظرفیت تبادل کاتیونی و فسفر نسبت به این رابطه در مورد باکتری‌ها از ضریب بالاتری برخوردار بود. نتایج نشان داد که مقدار فسفر قابل دسترس تأثیر بسیار زیادی در جمعیت قارچ‌ها داشته ولی این اثر در جمعیت باکتری‌ها بسیار ضعیف بود. نتایج نشان داد که زمانی که شوری خاک به بیش‌تر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر برسد تأثیر بسیار زیادی در کاهش جمعیت قارچ‌ها نسبت به باکتری‌ها دارد که علت آن احتمالاً به مقاومت بیش‌تر باکتری‌ها در برابر شوری بر می‌گردد.

منابع

1. Ali Asghar Zadeh, N. 2006. Soil biology laboratory techniques. Tabriz University Press, 522p. (Translated in Persian)
2. Burton, D.L. 1999. The evaluation and monitoring of soil biological community in Manitoba. *Soil Biol. Biochem. J.* 31: 131-144.
3. Doran, I.W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with residues tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 518-524.
4. Elliott, L.F., Lynch, J.M., and Papendick, I. 1992. The microbial component of soil quality. *Soil Water Conserv. J.* 47: 17-35.
5. Emami, A. 1993. Description of soil chemical analysis methods, soil and water research institute, technical publication. No: 893, Tehran, Iran. (In Persian)
6. Fallah, A.R., Besharati, H., and Khosravi, H. 2009. *Soil Microbiology*, Ayizh Press, Tehran, Iran, 255p. (In Persian)
7. Fierer, N., and Jackson, R.B. 2006. The diversity and biogeography of soil bacterial communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 103: 626-631.
8. Hartman, W.H., Richardson, C.J., Vilgalys, R., and Bruland, G.L. 2008. Environmental and anthropogenic control of bacterial communities in wetland soils. *Proc. of the Natur. Acad. Sci. USA*, 105: 17842-17847.
9. Kucey, R.M.N. 1983. Phosphate solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils, *Can. J. Soil Sci.* 63: 671-678.
10. Lauber, C.L., Hamady, M., Knight, R., and Fierer, N. 2009. Pyrosequencing-based assessment of soil pH as a predictor of soil bacterial community composition at the continental scale. *Appl. Env. Microbiol.* 75: 5111-5120.
11. Lauber, C.L., Strickland, M.S., Bradford, M.A., and Fierer, N. 2008. The influence of soil properties on the structure of bacterial and fungal communities across land-use types. *Soil Biol. and Biochem.* 40: 2407-2415.

12. Ndiyae, E.L., Sandeno, J.M., Mc Grath, D., and Dick, R.D. 2000. Integrative biological indicators for detecting changes in soil quality. *Altern. Agric. Am. J.* 15: 26-30.
13. Nilsson, L.O., Baath, E., Falkengren-Grerup, U., and Wallander, H. 2007. Growth of ectomycorrhizal mycelia and composition of soil microbial communities in oak forest soils along a nitrogen deposition gradient. *Oecologia*, 153: 375-384.
14. Owstan, S.H. 1994. Potassium depletion of paddy soils of the North country. MS thesis, Soil Faculty of Agriculture, Tehran University, Iran, 116p. (In Persian)
15. Woese, C., Kandler, O., and Wheelis, M. 1990. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proc. the Natur. Acad. Sci. USA.* 12: 9. 45-76.
16. Wollum, A.G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms, P 781-801. In: A.L. Page (ed.), *Methods of soil Analysis, Part 2.* Am. Soc. Agron. and Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.
17. Yahya, A.J., and Al-Azawi, S.K. 1989. Occurrence of phosphate Solubilizing bacteria in some Iraqi Soils. *Plant and Soil*, 117: 135-141.



Evaluation of relationships between soil properties and total bacteria and fungi in soils of Guilan

***A.R. Fallah Nosratabad**

Research Assistant Prof., Soil and Water Research Institute

Received: 11/05/2011; Accepted: 07/01/2012

Abstract

Microorganisms in soil usually make up less than one percent of the total soil volume and their effect on soil is very high. One of the indicators of soil quality is a sufficient number of microorganisms and their activity in different soils which depends on soil properties. In order to determine the relationship between the bacteria and fungi, with some soil properties 50 soil samples were collected from different areas of Guilan province. Total population of bacteria and fungi and some soil properties were measured in soil samples. For counting the total bacteria and fungi a series dilution of soil and a tenth of milliliter of dilutions spread in three replicates on nutrient agar and martin Rose Bengal Agar petri dishes respectively for enumeration of total bacteria and fungi. Colony count of bacteria and fungi was carried out after a week of culture. The total population of bacteria and fungi were counted and their relationships with soil properties was investigated. Results showed that 50 percent of the samples with electrical conductivity less than or equal to 1 (dS m), their total bacterial population were more than 10^8 cells per gram. The total population of fungi in all electrical conductivity levels varied, mostly between 10^4 to 10^5 cells per gram. About 84 percent of the samples had moisture content of more than 10 percent. In this moisture range, the total population of bacteria of most samples (62 percent) were between 10^7 to 10^8 cells per gram. In different percentages of organic matter, in more than 50 percent of the samples the total population of bacteria varied between 10^7 to 10^8 cells per gram. In all of organic matter ranges, more than 50 percent of samples had the total population of fungi with 10^4 to 10^5 cells per gram. In all ranges of cation exchange capacity (except in less than 10 Cmolc per kg) most of the samples contained the total bacterial population against 10^7 to 10^8 cells per gram. In the cation exchange capacity range between 10 to 20 Cmole per kg, the total population of fungi varied in 69.2 percent of the sample between 10^4 to 10^5 cells per gram. In all domains of available phosphorous, total bacterial population in the most of samples was between 10^7 to 10^8 cells per gram. Distribution of total population of fungi in the range of available P between 10 and 15 mg kg, was higher than other domains.

Keywords: Bacteria, Fungi, Guilan, Soil properties

* Corresponding Authors; Email: fallahalireza50@yahoo.com