مجله مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد دوم، شماره دوم، ۱۳۹۱
http://ejsms.gau.ac.ir

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: ۹۰/۸/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/٤/۱۱

چکیده

میکروارگانیسم‌های خاک به‌عنوان جزو زنده خاک معمولاً کم‌تر از ۱ درصد حجم خاک را تشکیل می‌دهند در حالی‌که تعداد و تأثیر آن‌ها در خاک بسیار زیاد است. از طرف دیگر یکی از شاخص‌های کیفیت خاک وجود تعداد کافی از میکروارگانیسم‌ها 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 ۳۰-۲۸ 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 ۸٤ درصد از نمونه‌ها رطوبت بیش از ۱۰ درصد داشتند که در این دامنه رطوبتی، بیش‌تر نمونه‌ها (٦۲ 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

Archive of SID
www.SID.ir

بیش از ۵۰ درصد نمونه‌ها دارای جمعیتی از کل قارچ برابر $۱۰^{۵}$-$۱۰^{٤}$ سلول در هر گرم بودند. در تمامی دامنه‌های ظرفیت تبادل کاتیونی (به‌جز در کم‌تر از ۱۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم) درصد بیش‌تری از نمونه‌ها دارای جمعیتی از کل باکتری برابر $۱۰^{۸}$-$۱۰^{۷}$ سلول در هر گرم داشتند. در دامنه ظرفیت تبادل کاتیونی بین ۲۰-۱۰ سانتی‌مول‌بار برکیلوگرم، جمعیت کل قارچ‌ها در ٦۹/۲ درصد از نمونه‌ها بین $۱۰^{۵}$-$۱۰^{٤}$ سلول در هر گرم متغیر بود. در تمامی دامنه‌های تغییرات فسفر قابل دسترس، جمعیت کل باکتری‌ها در درصد بیش‌تری از نمونه‌ها بین $۱۰^{۸}$-$۱۰^{۷}$ سلول در هر گرم بود. پراکندگی 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 پروتوزئرها) به قلمروهای مختلفی تعلق دارند(ووئز و همکاران، ۱۹۹۹). میکروارگانیسم‌های خاک به‌عنوان جزو زنده خاک، معمولاً کم‌تر از ۱ درصد از حجم خاک را به خود اختصاص می‌دهند در حالی‌که 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، ۲۰۰٦). 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 میکروکلیما بستگی دارد (علی‌اصغرزاده، ۲۰۰٦).

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 تحت‌تأثیر 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).

Archive of SID
www.SID.ir

آزمایشی به‌وسیله بارتون و همکاران (۱۹۹۹) به‌منظور بررسی فعالیت‌های مختلف میکروبی و جمعیت میکروبی در خاک‌های مختلف، موقعیت‌های متفاوت زمین‌نما و مدیریت‌های گوناگون انجام گرفت. نتایج نشان داد که خاک‌های جمع شده در قسمت پایین زمین‌نما (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، نیتروزن 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) به‌طوری‌که باکتری‌های خاک به‌شدت تحت‌تأثیر واکنش خاک می‌باشند (فیرر و جکسون، ۲۰۰۶؛ هارتمن و همکاران، ۲۰۰۸؛ لابر و همکاران، ۲۰۰۹) ولی جمعیت قارچ‌ها به‌ندرت تحت‌تأثیر آن قرار می‌گیرد (لابر و همکاران، ۲۰۰۸).

باکتری‌ها یکی از مهم‌ترین اجزاء تشکیل‌دهنده میکروارگانیسم‌های خاک هستند و جزو فراوان‌ترین جامعه میکروبی آن می‌باشند به‌طوری‌که تعداد آن‌ها حتی از مجموع جمعیت قارچ‌ها، جلبک‌ها و پروتوزئرها نیز بیش‌تر است. باکتری‌های خاک‌زی بیش‌تر به‌صورت آزاد در خاک زندگی می‌کنند و به‌علت 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. به‌طورکلی 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 به‌طور 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 به‌علت قطر زیاد و شبکه وسیع هیف‌ها بیش‌تر می‌باشد. قارچ‌ها در خاک بسیار متنوع هستند قارچ‌ها به‌علت فعالیت‌های مختلف، گروه بسیار جالبی بوده و مطالعات بسیار وسیعی روی آن‌ها انجام شده

Archive of SID
www.SID.ir

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 به‌حال 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، به‌صورت مرکب جمع‌آوری گردید (شکل ۱). از هر محل دو نمونه از عمق ۲۰-۰ 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 ٤ 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 به‌مدت ٤٨ ساعت و بافت با روش هیدرومتر

Archive of SID
www.SID.ir

بایکاس اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۹۹۳؛ اوستان، ۱۹۹٤). برای شمارش کل باکتری‌ها ۱۰ گرم خاک به ۹۰ میلی‌لیتر آب استریل افزوده شد. سوسپانسیون به‌مدت ۲۰ دقیقه روی شیکر (۱۵۰ دور در دقیقه) تکان داده شد. رقت‌های ده‌دهی تا 10^{-8} در آب استریل تهیه و از هر رقت ۰/۱ میلی‌لیتر در ۳ تکرار روی محیط کشت نوترینت آگار شامل سیکلوهگزیمید (پپتون؛ ۵ گرم، عصاره گوشت؛ ۳ گرم، عصاره مخمر؛ ۱ گرم، گلوگز؛ ۵ گرم، آگار؛ ۱۵ گرم در لیتر به اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم سیکلوهگزیمید در لیتر) پخش شده و تشتک‌ها در دمای ۳۰–۲۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. شمارش تعداد کلنی‌ها در ظرف مدت ۱ هفته از زمان کشت انجام شد (والوم، ۱۹۸۲؛ کوسی، ۱۹۸۳). برای شمارش کل قارچ‌ها نیز از همان سوسپانسیون 10^{-1} آماده شده، رقت‌های تا 10^{-5} تهیه و از هر رقت مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر 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، گلوگز؛ ۱۰ گرم، فسفات‌دی‌هیدروژن پتاسیم؛ ۰/۵ گرم، فسفات‌منوهیدروژن پتاسیم؛ ۰/۵ گرم، آگار؛ ۱۵ گرم، در لیتر به اضافه رزبنگال؛ ۰/۱٤ و استرپتومایسین؛ ۰/۰٦ گرم در لیتر) پخش شده و تشتک‌ها در دمای ۳۰–۲۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. شمارش تعداد قارچ‌ها در ظرف مدت ۱ هفته از زمان کشت انجام شد (والوم، ۱۹۸۲؛ کوسی، ۱۹۸۳).

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها: خاک‌های مورد ارزیابی، از ۱۲ نوع بافت موجود در مثلث بافت خاک، ۸ نوع آن را دارا بودند. بیش‌ترین درصد بافت خاک‌ها از نوع لومی رسی (CL) و کم‌ترین درصد، بافت رسی شنی (SC) بود. ٤ نوع بافت شنی لومی (LS)، لومی سیلتی (SiL)، شنی (S) و سیلتی (Si) در خاک‌های نمونه‌برداری شده وجود نداشت. حدود ۲۰ درصد از نمونه‌های جمع‌آوری شده دارای pH اسیدی بودند. سایر ویژگی‌های مهم فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها در جدول ۱ خلاصه شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

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 (میلی گرم بر کیلوگرم)	رطوبت (درصد)	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلیت (درصد)	شن (درصد)	بافت
۱	۷/۸۹	۳/۸۰	۳/٤۳	۲۰	۰/۱۸٦	۳۲/۰	۲۷/۵	۳/۵	٤۳/۸	۳٤/۱	۲۲/۱	C
۲	۷/٤٦	۰/۷٦	٤/۸۲	۲۰	۰/۲٤۱	۵۳/۲	۱۱/۸	۲/۵	۳٤/۵	۳٦/۵	۲۹/۰	C L
۳	۷/۹٦	۲/۸۲	۱/۰٤	۲۰	۰/۰۸۸	۱۱/٤	۲۹/۳	۱۳/۰	۳۷/۷	۳۳/۵	۲۸/۸	C L
٤	۷/۹٤	۱/۶۵	۳/٤۳	۲۰	۰/۱۰۰	٤/٦	۲۰/۲	٤/۰	۲٤/۵	٤٤/۵	۳۱/۰	L
۵	۷/۲۱	۲/۱٤	۱۱/۸۲	۳۰	۰/٤۵۱	٤۸/٦	۱۲/۲	۳/۰	٤۱/۲	۲۸/۸	۳۰/۰	C
٦	۷/۸٤	۱٤/۸	۳۱/۵۸	٤۰	۱/۳۲۹	۱۵٤	٤۹/۸	۷/۰	----	----	----	----
۷	٦/۸٤	۳/۳٤	۵/۵۰	۱۸	۰/۲۷۱	۱۵/٦	۳۰/۱	۰	۵۳/۵	۳۹/۰	۷/۵	C
۸	۸/۳۳	۲/۳۰	٤/۹۹	۱۹	۰/۱۸۳	۱۹/۰	۲٤/۷	٦/۰	۳٤/٤	٤٦/٦	۱۹/۰	Si C L
۹	٦/۹۳	۰/۵٤	۳/۱۲	۱۰	۰/۱۲۵	۷۲/۰	۹/۱	۰	۲۸/۰	۳٦/٦	۳۵/٤	L
۱۰	۸/۱۷	۳/۱۳	۹/۸۵	۲۵	۰/۲۵٦	٦۳/۲	۳۷/۹	۰	۲٤/۸	۳۱/٦	٤۳/٦	L
۱۱	۷/۹۲	٦/۱۹	٤/٦۹	۱۹	۰/۱۵۳	۱۷/۸	۲۶/۲	۸/۰	۳۳/٤	۳۷/۵	۲۹/۱	C L
۱۲	۸/۲۱	۰/۸۹	۱۲/٤۵	۳۰	۰/۵۰۵	۳۳/۰	۲۱/۹	۰	۳۳/۰	۳۰/۷	۳٦/۳	C L
۱۳	۸/۱۷	۰/۳۱	٤/۸۱	۳۷	۰/۲۳۷	۱۲/۲	۱۹/۳	۳/۰	٤٦/۰	۲۹/٤	۲٤/٦	C
۱٤	۷/٦۱	۰/۷۰	۱۰/۳٤	٤۰	۰/۳۸۸	۵/٤	۲۰/٤	۳/۰	۵۷/۲	۲۵/٤	۱۷/٤	C
۱۵	۷/۳٤	٤/۵۵	۸/٤۲	۳۷	۰/۳۰٦	۲۷/۲	۳۹/۱	۸/۰	٦۷/٦	۳۳/۲	۹/۲	C
۱٦	۸/۰۱	۰/۷۳	۳/۹۸	۱۷	۰/۱۲٤	۱۳/۸	۷/۵	۱۳/۰	۲٦/۰	٤۸/۰	۲٦/۰	L

www.SID.ir

ادامه 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 (میلی گرم بر کیلو گرم)	رطوبت (درصد)	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت
۱۷	۸/۱۸	۰/۷۸	۳/۳٤	۱۹	۰/۰۸۲	۱٤/٤	۷/۹	۱٤/۰	۲٦/۰	٤۰/۰	۳٤/۰	L
۱۸	٦/۷۸	۰/٦۵	٦/٤۵	۱۹	۰/۲۱۷	۵/٤	۱٦/۹	۰	٤۲/۳	٤۸/٤	۹/۳	Si C
۱۹	۷/۹۷	۰/۷۳	۷/۱۵	۲۲	۰/۱۳۹	۹/۸	۱۹/۰	۱۵/۰	۳٤/٤	۱۸/۲	٤۷/٤	S C L
۲۰	۵/٦۰	۰/۵۳	۸/۳۷	۲۵	۰/۲۵۰	٦۹/۰	۱۱/۳	۱/۰	۳۰/۳	۱۲/۰	۵۷/۷	S C L
۲۱	۷/٦۰	۰/۹۷	۱۰/۷۳	٤۰	۰/۲۵۲	۳۱/۲	۳۵/۲	۳/۰	۳۰/۲	۳۸/۲	۳۱/٦	C L
۲۲	۸/۱٤	۰/۵۰	۲/۹۸	۹/۰	۰/٦٦۰	۱٦/۲	۱۱/٤	۳/۰	۱٤/۰	۲/۰	۸٤/۰	L S, S L
۲۳	۵/۱٦	۱۰/٤٤	۵/٦۸	۵۵	۲/۲۸۵	۹٤/۰	۱۰/۱	۳/۰	----	----	----	---
۲٤	٦/۵۵	۰/۲۸	٤/۰۱	۳۰	۰/۲۲۱	۹/٦	۱۹/۵	۱/۰	۵٤/٤	۲۹/۳	۱٦/۳	C
۲۵	٦/۵۱	۰/٤۷	۲/۵۱	۲۲	۰/۲۸۰	٦۸/۲	۱۹/۹	۲/۰	۳٦/۰	۱۷/۰	٤۷/۰	S C
۲٦	۸/۰۰	۱/۰۲	۵/۳٦	۱۹	۰/۱۸۹	۲۷/٤	۲۰/۰	۰	۲۹/۹	۲۹/۹	٤۰/۲	C L
۲۷	۷/۷۹	۱/۰٤	۸/٦۸	۳۵	۰/۳۵٦	۲۷/٦	۱۵/٦	۳/۰	٤۹/٤	٤۱/۲	۹/٤	Si C
۲۸	۷/۵۱	۰/۵۸	۵/۷۵	۲۷	۰/۰۸۸	۱۹/۲	۲۲/۰	۲/۰	٤٤/۳	٤۲/۳	۱۳/٤	Si C
۲۹	۷/۷۵	۰/۷۳	٦/٦۷	۳۷	۰/۱٦۲	۵/٤	۲۳/۱	۲/۰	٦۱/۰	۳٤/۵	٤/۵	C
۳۰	٦/۸۸	۰/۳۳	۸/۲۹	۳۵	۰/۳٦۱	۱۲/۲	۲۱/٦	۳/۰	٤٦/۰	٤۸/۰	٦/۰	Si C
۳۱	۷/۵۰	۵/٤۰	۵/۰۳	۲۵	۰/۲۳٤	۱۷/۸	۳۰/۷	۱۱/۰	۳۲/٤	۳٦/٤	۳۱/۲	C L
۳۲	۷/٦۹	۱/٤۰	٤/۷۱	۲۵	۰/۱۷۳	۱٤/۲	۱۲/۸	۰/۵	۳۲/٦	٤۹/۰	۱۸/٤	Si C L
۳۳	۸/۰۲	۱/۰٦	۱۳/۰٤	۳۵	۰/۵۹٦	۹٦/۰	۱۲/۰	۸/۰	۳۰/۸	۳۰/۸	۳۸/٤	C L

www.SID.ir

ادامه 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)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت
۳٤	۷/۱٦	۰/۷۳	۸/۹۱	۲۵	۰/۳٦۷	٤٤/٤	۸/۷	۵/۰	۳۰/٤	۲٤/٤	٤۵/۲	S C L
۳۵	۷/۱۳	۰/۳٦	۳/۳۳	۲۵	۰/۰۹۲	٤٤/۰	۲٤/۳	۰	٤٤/۸	۳۸/۷	۱٦/۵	C
۳٦	٦/۹٤	۰/٦۲	۷/۰۸	۳۵	۰/۱۷۰	٦/٤	۱۰/۹	۱/۰	۵۲/٦	۳٤/٤	۱۳/۰	C
۳۷	۷/۸۲	۱/۱٦	۱۲/۰٤	۳۰	۰/٤۷٦	٤٦/۸	۳۸/۲	۲/۰	٦/۲	۲۰/۸	۷۳/۰	S L
۳۸	۸/۲۲	۱/۳۱	۳/۸۲	۱۹	۰/۰٦٦	۱۲/۲	۲۵/۷	۷/۰	۲۰/۰	۱۰/۰	۷۰/۰	S C L,S L
۳۹	۷/۸۰	۰/۸۹	۵/٤۹	۳۵	۰/۱۸۵	۵/۲	٦/۰	۵/۰	۳٦/۷	۳۰/۵	۳۲/۸	C L
٤۰	٦/۷۵	۰/٦۷	۷/۱۱	۳۰	۰/۱۸۲	۷/۰	٤۱/۷	۰	۲٦/۸	۲۲/۷	۵۰/۵	S C L
٤۱	۷/۹۵	۰/٦۲	۸/٤۳	۳۵	۰/۳۳۳	۵/٦	۸/۲	۱/۰	۳۴/۷	۳۸/۸	۲٦/۵	C L
٤۲	۷/٦٤	۰/٤۲	٤/۸۳	۳۰	۰/۱۷۸	۱٦/٤	۳/۷	۰	۱۰/۰	۲۲/۰	٦۸/۰	S L
٤۳	۷/۳۱	۰/۵۸	٦/۰٤	۳۰	۰/۱٦۳	۸/٦	۳۵/۷	۱/۰	۳٤/۵	٤۰/۵	۲۵/۰	C L
٤٤	۷/۳۷	۰/۵۷	٦/۲۵	۳۵	۰/٦۱۷	۱٤٤	۱۸/۷	۲/۰	۳۰/۰	۳۳/۰	۳٤/۰	C L
٤۵	۸/۰۰	۰/۱۰	۵/۳۸	۲۵	۰/۰۵۷	۱۱	٦/۳	۳/۰	۲۰/۲	۲۸/۲	۵۱/٦	SC L, L
٤٦	۸/۲۰	۳/٤۰	۱۳/۸٤	۲۳	۰/۱۲۷	۱۷/٦	٤۸/۷	۳/۰	---	---	---	---
٤۷	۷/٦۹	۰/۵٦	۳/۷۹	۲۵	۰/۲۰۰	۱۲/۸	۱۰/۱	۱/۰	٤۷/۲	٤۳/۰	۹/٦۰	Si C
٤۸	۸/۰۳	۰/۷۱	٦/۷٦	۱۹	۰/۰۹٤	۱۲/٤	۳۲/۳	۰	٤۷/۲	٤۱/۰	۱۱/۸	Si C
٤۹	۸/۱۲	۰/۷۰	۱۰/۱٤	٤۰	۰/۱۸۷	۱٤/٤	۲٦/۳	۰	۳۱/۰	۳۷/۳	۳۱/۷	C L
۵۰	۸/۱۹	۰/٦۹	۵/۸۸	۳۵	۰/۲۷۳	٤۲/۰	۳۰/۹	۱/۰	۳۳/٤	۳۰/٤	۳۷/۲	C L

www.SID.ir

رابطه ریزجانداران با مواد آلی: دامنه مواد آلی در نمونه‌ها بین ۳۱/۵۸-۱/۰٤ درصد متغیر بود که کم‌ترین و بیش‌ترین آن به‌ترتیب به نمونه‌های شالیزار (نمونه شماره ۳) و کود حیوانی (نمونه شماره ٦) تعلق داشت. بیش‌ترین درصد ماده آلی در خاک تحت کشت ذرت (نمونه شماره ۳۳) وجود داشت. حدود ٤۸ درصد از نمونه‌ها شامل بیش از ٦ درصد ماده آلی بودند (جدول ۱). در درصدهای مختلف مواد آلی، جمعیت کل باکتری‌ها در بیش‌تر نمونه‌ها بین 10^{8}-10^{7} سلول در هر گرم خاک متغیر بود. به‌طوری‌که 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 به‌صورت y=۰/۰۳۲۸x + ۷/۱۵۲٦ با r=۰/۲۷ به‌دست 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^{3}-10^{2} سلول در هر گرم خاک خشک بود هم‌چنین جمعیت بین 10^{4}-10^{3} سلول در هر گرم خاک نیز فقط در یک نمونه (شامل ۱۰/۱٤ درصد ماده آلی) وجود داشت. بیش‌تر نمونه‌ها جمعیتی برابر 10^{5}-10^{4} 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^{5}-10^{4} سلول در هر گرم خاک مشاهده نشد (جدول ۳). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل قارچ‌ها و درصد مواد آلی به‌صورت y=۰/۰۳٦۵x + ٤/٦۰۷٤ با r=۰/۲۸ به‌دست آمد.

رابطه ریزجانداران با هدایت الکتریکی: هدایت الکتریکی نمونه‌ها از ۱٤/۸-۰/۱ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود که کم‌ترین آن در جنگل (نمونه شماره ٤۵) و بیش‌ترین آن در کود حیوانی (نمونه شماره ٦) 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).

Archive of SID
www.SID.ir

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

جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)	تعداد نمونه‌های با درصد مواد آلی مختلف											جمع نمونه‌ها
	≤۳	۳-٤	٤-٥	٥-٦	٦-٧	۷-۸	۸-۹	۹-۱۰	۱۰-۱۱	>۱۱		
$۱۰^{٦}$-$۱۰^{۷}$	۱(۳۳/۳)[a]	۳(۳۷/٥)	۱(۱٤/۳)	۲(۲٥)	۲(٤۰)	۱(۳۳/۳)	۲(۳۳/۳)	۰	۱(۳۳/۳)	۰		۱۳
$۱۰^{۷}$-$۱۰^{۸}$	۲(٦٦/۷)	٥(٦۲/٥)	٤(٥۷/۱)	٥(٦۲/٥)	۳(٦۰)	۲(٦٦/۷)	۳(٥۰)	۱(۱۰۰)	۲(٦٦/۷)	٤(٦٦/۷)		۳۱
$۱۰^{۸}$-$۱۰^{۹}$	۰	۰	۲(۲۸/٦)	۱(۱۲/٥)	۰	۰	۱(۱٦/۷)	۰	۰	۲(۳۳/۳)		٦
جمع نمونه‌ها	۳	۸	۷	۸	٥	۳	٦	۱	۳	٦		٥۰

[a] اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در ماده آلی مربوطه است.

Archive of SID

www.SID.ir

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

جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)	تعداد نمونه‌های با درصد مواد آلی مختلف												جمع نمونه‌ها
	≤۳	۳-٤	٤-٥	٥-٦	٦-٧	۷-۸	۸-۹	۹-۱۰	۱۰-۱۱	>۱۱			
$۱۰^{۲}$-$۱۰^{۳}$	۰	۰	۰	۱(۱۲/٥)[a]	۰	۰	۰	۰	۰	۰			۱
$۱۰^{۳}$-$۱۰^{٤}$	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱(۳۳/۳)	۰			۱
$۱۰^{٤}$-$۱۰^{٥}$	۲(٦٦/۷)	٦(۷٥)	٤(٥۷/۱)	٤(٥۰)	٤(۸۰)	۲(٦٦/۷)	٤(٦٦/۷)	۰	۲(٦٦/۷)	۳(٥۰)			۳۱
$۱۰^{٥}$-$۱۰^{٦}$	۱(۳۳/۳)	۲(۲٥)	۳(٤۲/۹)	۲(۲٥)	۱(۲۰)	۱(۳۳/۳)	۱(۱٦/۷)	۱(۱۰۰)	۰	۳(٥۰)			۱٥
$۱۰^{٦}$-$۱۰^{۷}$	۰	۰	۰	۱(۱۲/٥)	۰	۰	۱(۱٦/۷)	۰	۰	۰			۲
جمع نمونه‌ها	۳	۸	۷	۸	٥	۳	٦	۱	۳	٦			٥۰

[a] اعداد داخل پرانتز نشانگر درصد نمونه‌ها در ماده آلی مربوطه است.

www.SID.ir

حدود ٦٢ 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}، ٥١/٦ 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 ٤). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل باکتری‌ها و هدایت الکتریکی به‌صورت y=۰/۰۷۸۷x + ۷/۲٤۲۷ با r=۰/۳۷ به‌دست آمد.

جمعیت کل قارچ‌ها در بیش‌تر نمونه‌ها از 10^{5}–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 به‌طوری‌که ٦٤/٥ درصد از نمونه‌ها جمعیت 10^{5}–10^{4} و ۲۵/۸ درصد جمعیتی بین 10^{6}–10^{5} 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 ٥). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل قارچ‌ها و EC به‌صورت y=۰/۰۹۹٥x + ٤/٦٨٦٢ با r=۰/۱۹ به‌دست آمد.

در هدایت الکتریکی کم‌تر یا مساوی ٦ دسی‌زیمنس بر متر جمعیت قارچ‌های حل‌کننده فسفات در بیش‌تر نمونه‌ها (٤١/۹ درصد) بین 10^{4}–10^{3} بود و ۳٥/٥ درصد نمونه‌ها با جمعیتی برابر بین 10^{5}–10^{4} در رده بعدی قرار گرفتند. هیچ‌کدام از نمونه‌های خاک، جمعیت بالاتر از 10^{5} 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 به‌صورت y=۰/۱۸۹٥x + ٤/۷۸۰٦ با r=۰/۰۹ به‌دست آمد.

جدول ٤- جمعیت کل باکتری‌ها در هدایت الکتریکی‌های (دسی‌زیمنس بر متر) مختلف در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)	تعداد نمونه‌های با EC مختلف							جمع نمونه‌ها
	≤۱	۱–۲	۲–۳	۳–٤	٤–٥	٥–٦	>٦	
10^{7}–10^{6}	۱۲(۳۸/۷)[a]	۰	۰	۱(۲٥)	۰	۰	۰	۱۳
10^{8}–10^{7}	۱٦(٥۱/٦)	٦(۸٥/۷)	۳(۱۰۰)	۳(۷٥)	۱(۱۰۰)	۱(۱۰۰)	۱(۳۳/۳)	۳۱
10^{9}–10^{8}	۳(۲/۷)	۱(۱٤/۳)	۰	۰	۰	۰	۲(٦٦/۷)	٦
جمع نمونه‌ها	۳۱	۷	۳	٤	۱	۱	۳	٥۰

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

Archive of SID
www.SID.ir

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

جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)	تعداد نمونه‌های با EC مختلف							جمع نمونه‌ها
	≤۱	۱-۲	۲-۳	۳-٤	٤-۵	۵-٦	>٦	
10^{2}-10^{3}	۱(۳/۲)[a]	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
10^{3}-10^{4}	۱(۳/۲)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
10^{4}-10^{5}	۲۰(٦٤/٦)	۵(۷۱/٤)	۳(۱۰۰)	۱(۲۵)	۱(۱۰۰)	۱(۱۰۰)	۰	۳۱
10^{5}-10^{6}	۸(۲۵/۸)	۲(۲۸/٦)	۰	۳(۷۵)	۰	۰	۲(٦٦/۷)	۱۵
10^{6}-10^{7}	۱(۳/۲)	۰	۰	۰	۰	۰	۱(۳۳/۳)	۲
جمع نمونه‌ها	۳۱	۷	۳	٤	۱	۱	۳	۵۰

[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 ٤۰) مربوط به مرتع (نمونه شماره ١٤) و شالیزار (نمونه‌های شماره ۲۱ و ٤۹) بود. بیش‌ترین جمعیت کل باکتری‌ها (حدود ۳۸ درصد نمونه‌ها) در دامنه CEC برابر ۳۰-۲۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم خاک قرار گرفت. در این دامنه از CEC حدود ۳۱/٦ درصد نمونه‌ها دارای جمعیت 10^{7}-10^{6}، ۵۲/٦ درصد جمعیت 10^{8}-10^{7} و ۱۵/۸ درصد جمعیت 10^{9}-10^{8} سلول در هر گرم خاک بودند. در تمامی دامنه‌های CEC (به‌جز در کم‌تر از ۱۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم) درصد بیش‌تری از نمونه‌ها دارای 10^{8}-10^{7} سلول در هر گرم خاک بودند (جدول ٦). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل باکتری‌ها و CEC به‌صورت y=۰/۰۰۸۱x + ۷/۱٦۰۹ یا r=۰/۱۳ به‌دست آمد.

جمعیت کل قارچ‌ها در دو نمونه‌ای که دارای CEC کم‌تر یا مساوی ۱۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم بودند، بین 10^{6}-10^{5} سلول در هر گرم خاک تغییر می‌کرد. در دامنه CEC، ۲۰-۱۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم، جمعیت کل قارچ‌ها در ٦۹/۲ درصد از نمونه‌ها بین 10^{5}-10^{4} و در ۳۰/۸ درصد، بین 10^{6}-10^{5} سلول در هر گرم خاک بود. در دامنه CEC بین ۳۰-۲۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم، حدود ٦۳/۱ درصد از نمونه‌ها در دامنه بین ٤۰-۳۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم، حدود ٦٦/۷ درصد از نمونه‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

دارای جمعیت بین $۱۰^{۵}$–$۱۰^{٤}$ سلول در هر گرم بودند. فقط یک نمونه از کل نمونه‌ها، CEC بیش‌تر از ٤۰ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم داشتند که جمعیت کل قارچ‌ها در آن بین $۱۰^{۷}$–$۱۰^{٦}$ سلول در هر گرم خاک تغییر می‌کرد (جدول ۷). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل قارچ‌ها و CEC به‌صورت $y=۰/۰۱۳۰x + ٤/۵۰۵۲$ با $r=۰/۱۹$ به‌دست آمد.

جدول ٦- جمعیت کل باکتری‌ها در نمونه‌های شامل CEC (سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم) مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمعیت	تعداد نمونه‌های با CEC مختلف					
(سلول در هر گرم خاک خشک)	≤۱۰	۱۰–۲۰	۲۰–۳۰	۳۰–٤۰	>٤۰	جمع نمونه‌ها
$۱۰^{٦}$–$۱۰^{۷}$	۲(۱۰۰)[a]	۲(۱۵/٤)	٦(۳۱/٦)	۳(۲۰)	۰	۱۳
$۱۰^{۷}$–$۱۰^{۸}$	۰	۱۰(۷٦/۹)	۱۰(۵۲/٦)	۱۰(٦٦/۷)	۱(۱۰۰)	۳۱
$۱۰^{۸}$–$۱۰^{۹}$	۰	۱(۷/۷)	۳(۱۵/۸)	۲(۱۳/۳)	۰	٦
جمع نمونه‌ها	۲	۱۳	۱۹	۱۵	۱	۵۰

[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.

جمعیت	تعداد نمونه‌های با CEC مختلف					
(سلول در هر گرم خاک خشک)	≤۱۰	۱۰–۲۰	۲۰–۳۰	۳۰–٤۰	>٤۰	جمع نمونه‌ها
۱–$۱۰^{۳}$	۰	۰	۱(۵/۳)[a]	۰	۰	۱
$۱۰^{۳}$–$۱۰^{٤}$	۰	۰	۰	۱(٦/٦)	۰	۱
$۱۰^{٤}$–$۱۰^{۵}$	۰	۹(٦۹/۲)	۱۲(٦۳/۱)	۱۰(٦٦/۷)	۰	۳۱
$۱۰^{۵}$–$۱۰^{٦}$	۲(۱۰۰)	٤(۳۰/۸)	٦(۳۱/٦)	۳(۲۰)	۰	۱۵
$۱۰^{٦}$–$۱۰^{۷}$	۰	۰	۰	۱(٦/۷)	۱(۱۰۰)	۲
جمع نمونه‌ها	۲	۱۳	۱۹	۱۵	۱	۵۰

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

Archive of SID
www.SID.ir

رابطه ریزجانداران با فسفر قابل دسترس: فسفر قابل دسترس در ٦٠ درصد از نمونه‌ها کم‌تر از ٢٠ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بیش از ٧٣ درصد از این نمونه‌ها دارای فسفر قابل دسترس کم‌تر از ١٥ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. در فسفر قابل دسترس کم‌تر از ١٠ میلی‌گرم در کیلوگرم، جمعیت کل باکتری‌ها در بیش از ٨١ درصد از نمونه‌ها بین 10^{8}–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^{8}–10^{7} سلول در هر گرم خاک بود. جمعیت کل باکتری‌ها در هیچ‌کدام از نمونه‌های با فسفر قابل دسترس کم‌تر از ١٠ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیش‌تر از 10^{8} سلول در هر گرم خاک نبود (جدول ٨). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل باکتری‌ها و فسفر قابل دسترس به‌صورت y=٠/٠٠٠٠٤x + ٧/٣٧١١ با r=٠/٠٢ به‌دست آمد.

پراکندگی جمعیت کل قارچ‌ها در دامنه فسفر قابل دسترس بین ١٥–١٠ میلی‌گرم در کیلوگرم بیش‌تر از سایر دامنه‌ها است، به‌طوری‌که این جمعیت از 10^{7}–10^{2} سلول در هر گرم خاک متغیر بود. سایر دامنه‌های فسفر دارای 10^{6}–10^{4} قارچ در هر گرم خاک خشک بودند. بیش از ٩٠ درصد از نمونه‌های با فسفر قابل دسترس کم‌تر از ١٠، تمامی نمونه‌های با فسفر ٤٠–٢٠ و بیش از ٨٣ درصد از نمونه‌های با فسفر ٦٠–٤٠ میلی‌گرم در کیلوگرم دارای 10^{5}–10^{4} قارچ در هر گرم خاک خشک بودند. حدود ٦٢/٥ درصد از نمونه‌های با فسفر ٢٠–١٥ و هم‌چنین فسفر بیش از ٦٠ میلی‌گرم در کیلوگرم، شامل جمعیت کل قارچی بین 10^{6}–10^{5} سلول در هر گرم خاک بودند (جدول ٩). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم جمعیت کل قارچ‌ها و فسفر قابل دسترس به‌صورت y=٠/٠٠٥٨x + ٤/٦٨١٩ با r=٠/٣٢ به‌دست آمد.

جدول ٨- جمعیت کل باکتری‌ها در نمونه‌های شامل فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان.

جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)	تعداد نمونه‌های با فسفر قابل دسترس مختلف						
	≤١٠	١٠–١٥	١٥–٢٠	٢٠–٤٠	٤٠–٦٠	>٦٠	جمع نمونه‌ها
10^{6}–10^{7}	٢(١٨/٢)[a]	٤(٣٦/٤)	٢(٢٥)	١(١٦/٧)	٢(٣٣/٣)	٢(٢٥)	١٣
10^{7}–10^{8}	٩(٨١/٨)	٦(٤٥/٤)	٤(٥٠)	٤(٦٦/٦)	٤(٦٦/٧)	٥(٦٢/٥)	٣١
10^{8}–10^{9}	٠	٢(١٨/٢)	٢(٢٥)	١(١٦/٧)	٠	١(١٢/٥)	٦
جمع نمونه‌ها	١١	١١	٨	٦	٦	٨	٥٠

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

جمعیت (سلول در هر گرم خاک خشک)	تعداد نمونه‌های با فسفر قابل دسترس مختلف						
	≤۱۰	۱۰–۱۵	۱۵–۲۰	۲۰–۴۰	۴۰–۶۰	>۶۰	جمع نمونه‌ها
10^{2}–10^{3}	۰	۱(۹/۱)[a]	۰	۰	۰	۰	۱
10^{3}–10^{4}	۰	۱(۹/۱)	۰	۰	۰	۰	۱
10^{4}–10^{5}	۱۰(۹۰/۹)	٤(۳٦/٤)	۳(۳۷/۵)	٦(۱۰۰)	۵(۸۳/۳)	۲(۲۵)	۳۰
10^{5}–10^{6}	۱(۹/۱)	٤(۳٦/۳)	۵(٦۲/۵)	۰	۱(۱٦/۷)	۵(٦۲/۵)	۱٦
10^{6}–10^{7}	۰	۱(۹/۱)	۰	۰	۰	۱(۱۲/۵)	۲
جمع نمونه‌ها	۱۱	۱۱	۸	٦	٦	۸	۵۰

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

رابطه ریزجانداران با رطوبت خاک: دامنه رطوبت در ۵۰ نمونه از ٤۹/۸–۳/۷ درصد متغیر بود که کم‌ترین آن در خاک تحت کشت بادام‌زمینی (نمونه شماره ٤۲) مشاهده شد. این خاک در کنار دریا که شامل ماسه‌های ساحلی بود قرار داشت. بیش‌ترین درصد رطوبت مربوط به کود حیوانی (نمونه شماره ٦) بود (جدول ۱).

حدود ۸٤ درصد از نمونه‌ها رطوبت بیش از ۱۰ درصد داشته که جمعیت کل باکتری‌ها در ٦۲ درصد از این نمونه‌ها بین 10^{7}–10^{8}، ۲٤ درصد بین 10^{6}–10^{7} و تنها ۱٤ درصد بین 10^{8}–10^{9} سلول در هر گرم خاک بود. در رطوبت کم‌تر از ۱۰ درصد، نیمی از نمونه‌ها جمعیت بین 10^{6}–10^{7} و نیمی دیگر، جمعیتی بین 10^{7}–10^{8} سلول در هر گرم خاک داشتند ولی هیچ‌کدام از نمونه‌ها جمعیت بین 10^{8}–10^{9} سلول در هر گرم خاک نداشتند (جدول ۱۰). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل باکتری‌ها و درصد رطوبت به‌صورت y=۰/۰۱٤۷x + ۷/۰۷۲۰ با r=۰/۲۹ به‌دست آمد.

جمعیت کل قارچ‌ها در ٦۲ درصد از نمونه‌هایی که رطوبت بیش از ۱۰ درصد داشتند بین 10^{4}–10^{5}، ۳۱ درصد بین 10^{3}–10^{4} و ۲/٤ درصد بین 10^{2}–10^{3} سلول در هر گرم خاک بود. جمعیت کل قارچ‌ها در نمونه‌های با رطوبت کم‌تر از ۱۰ درصد، در ٦۲/۵ درصد از نمونه‌ها بین 10^{4}–10^{5}، ۲۵ درصد بین 10^{5}–10^{6}، ۱۲/۵ درصد بین 10^{2}–10^{3} سلول در هر گرم خاک بود، همچنین در این رطوبت هیچ نمونه‌ای جمعیت بیش‌تر از 10^{6} سلول در هر گرم خاک نداشت در حالی‌که ٤/۸ درصد از نمونه‌های با

www.SID.ir

رطوبت بیش ار ۱۰ درصد، شامل جمعیت بالاتر از $۱۰^{۶}$ سلول در هر گرم خاک بودند (جدول ۱۱). رابطه رگرسیونی بین لگاریتم کل قارچ‌ها و درصد رطوبت به‌صورت $y=۰/۰۰۷۰x + ٤/۷۱٤۹$ با $r=۰/۱۳$ به‌دست آمد.

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

جمعیت	تعداد نمونه‌های با درصد رطوبت مختلف					
(سلول در هر گرم خاک خشک)	≤۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۳۰	>۳۰	جمع نمونه‌ها
$۱۰^{۶}$-$۱۰^{۷}$	٤(۵۰)[a]	٤(٤٤/٤)	۰	۳(۲۱/٤)	۳(۲۷/۳)	۱٤
$۱۰^{۷}$-$۱۰^{۸}$	٤(۵۰)	٤(٤٤/٤)	۸(۱۰۰)	۷(۵۰)	۷(٦۳/٦)	۳۰
$۱۰^{۸}$-$۱۰^{۹}$	۰	۱(۱۱/۲)	۰	٤(۲۸/٦)	۱(۹/۱)	٦
جمع نمونه‌ها	۸	۹	۸	۱٤	۱۱	۵۰

[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.

جمعیت	تعداد نمونه‌های با درصد رطوبت مختلف					
(سلول در هر گرم خاک خشک)	≤۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۳۰	>۳۰	جمع نمونه‌ها
$۱۰^{۲}$-$۱۰^{۳}$	۱(۱۲/۵)[a]	۰	۰	۰	۰	۱
$۱۰^{۳}$-$۱۰^{٤}$	۰	۰	۰	۱(۷/۱)	۰	۱
$۱۰^{٤}$-$۱۰^{۵}$	۵(٦۲/۵)	٤(٤٤/٤)	۷(۸۷/۵)	۹(٦٤/٤)	٦(۵٤/۵)	۳۱
$۱۰^{۵}$-$۱۰^{٦}$	۲(۲۵)	٤(٤٤/٤)	۱(۱۲/۵)	۳(۲۱/٤)	۵(٤۵/۵)	۱۵
$۱۰^{٦}$-$۱۰^{۷}$	۰	۱(۱۱/۲)	۰	۱(۷/۱)	۰	۲
جمع نمونه‌ها	۸	۹	۸	۱٤	۱۱	۵۰

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

نتیجه‌گیری

ضریب رگرسیون به‌دست 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 به‌علت یکسان بودن تقریبی ضریب رگرسیون آن‌ها (۰/۲۷ و ۰/۲۸) میزان تأثیر تقریباً برابر است. رابطه رگرسیونی جمعیت کل

Archive of SID
www.SID.ir

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 زمانی‌که 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 2(2), 2012
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

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

Archive of SID
www.SID.ir