

## بررسی پراکنش ریزجانداران حل کننده فسفات در تعدادی از خاک های استان گیلان<sup>۱</sup>

علیرضا فلاح نصرت آباد، حشمت اله رحیمیان، ناهید صالح راستین<sup>۲\*</sup>

### چکیده

تعداد ۵۰ نمونه در مرداد ماه سال ۱۳۸۰ از مناطق مختلف استان گیلان جمع آوری شد. تعداد کل باکتری ها ، باکتری های حل کننده فسفات (PSB)<sup>۳</sup> ، کل قارچ ها و قارچ های حل کننده فسفات (PSF)<sup>۴</sup> در آنها شمارش گردید. نتایج نشان داد که جمعیت کل باکتری ها در خاک های مورد بررسی از  $10^6$  تا  $10^9$  سلول در هر گرم خاک متغیر بوده و متوسط کل باکتری ها در نمونه های جمع آوری شده برابر  $5/82 \times 10^7$  سلول در هر گرم خاک بود. جمعیت PSB در خاک های مورد بررسی از صفر تا  $10^7$  سلول در هر گرم خاک متغیر بوده و حدود ۹۴ درصد از نمونه ها حاوی PSB بودند. بالاترین سطح جمعیت PSB ( $3/85 \times 10^6$  سلول در گرم) در توتستان مشاهده شد. درصد متوسط تعداد PSB نسبت به متوسط کل باکتری ها و کل ریزجانداران حل کننده فسفات به ترتیب برابر  $3/98$  و  $88/04$  درصد بود. جمعیت کل قارچ ها در خاک های مورد بررسی از  $10^2$  تا  $10^6$  سلول در هر گرم خاک متغیر بود که کمترین سطح آن در خاک جنگلی ( $6/4 \times 10^2$  سلول در هر گرم خاک) و بیشترین سطح آن در بازمانده های در حال تخمیر کارخانه چای ( $2/73 \times 10^6$  سلول در هر گرم) مشاهده شد. متوسط کل قارچ ها در نمونه های بررسی شده برابر  $10^5$   $\times 1/92$  سلول در هر گرم بود. جمعیت کل قارچ ها در ۸۲ درصد از نمونه ها کمتر از متوسط نمونه ها بود. جمعیت PSF در خاک های مورد بررسی از صفر تا  $10^6$  در هر گرم خاک متغیر بوده و ۸۶ درصد از نمونه ها حاوی PSF بودند. بالاترین سطح جمعیت PSF ( $1/8 \times 10^6$  سلول در هر گرم) در بازمانده های در حال تخمیر کارخانه چای مشاهده شد. درصد متوسط تعداد PSF نسبت به متوسط کل قارچ ها و کل ریزجانداران حل کننده فسفات به ترتیب برابر  $15/3$  و  $9/96$  درصد بود. بیشترین جمعیت ریزجانداران حل کننده فسفات را در خاک های مورد بررسی باکتری ها تشکیل می دادند.

واژه های کلیدی: فسفر، باکتری های حل کننده فسفات، گیلان

<sup>۱</sup> - این مقاله قسمتی از پایان نامه دکتری خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس می باشد

<sup>۲</sup> - به ترتیب دانشجوی دکتری خاکشناسی، استاد دانشگاه مازندران، دانشیار دانشگاه تهران

\* - وصول: ۸۱/۹/۱۳ و تصویب: ۸۲/۱۰/۱۱

## مقدمه

فسفر بعد از ازت و پتاسیم مهمترین عنصر مورد نیاز گیاهان (Kim و Yahya و AL-Azawi، ۱۹۸۹؛ و همکاران، ۱۹۹۸a) و ریزجانداران (Subba Rao، ۱۹۸۸؛ Yahya و AL-Azawi، ۱۹۸۹) بوده و مهمترین نقش آن در فرآیند تولید و انتقال انرژی است (Subba Rao، ۱۹۸۸؛ ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). شکلهای مختلف فسفر در خاک بوسیله خصوصیات طبیعی خاک شامل pH، کاتیونهای محلول و تبادل (Mg<sup>2+</sup>، Ca<sup>2+</sup>، Fe<sup>2+</sup>)، نوع ذرات خاک و سطح آنها کنترل می شود (Penfold، ۲۰۰۰). این عنصر در خاک به دو شکل معدنی و آلی یافت می شود (Kim و همکاران، ۱۹۹۸b) که شکل معدنی آن به صورت ۱۷۰ کانی مختلف، شامل ترکیبات کلسیم، آهن، آلومینیم، فلئور و شکل آلی آن به صورت ترکیبات فیتین، فسفولپیدها و اسیدهای نوکلئیک است (Subba Rao، ۱۹۸۸). تامین فسفر مورد نیاز گیاهان از دو طریق استفاده از کودهای شیمیایی و بیولوژیک امکان پذیر است (Rallston و Mebride، ۱۹۷۶). مقدار زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده بطوریکه در خاک های آهکی به ترکیبات نامحلول کلسیم و منیزیم و در خاک های اسیدی به فسفات آهن و آلومینیم تبدیل شده و از دسترس گیاهان خارج می شود (Kim و همکاران، ۱۹۹۷؛ Thomas و همکاران، ۱۹۸۵؛ Whitelaw و همکاران، ۱۹۹۷). استفاده از ریزجاندارانی بنام حل کننده های فسفات (PSM) برای تبدیل شکل نامحلول فسفر به شکل محلول ضروری به نظر می رسد (Taha و Mahmoud، ۱۹۶۹؛ Rallston و mebride، ۱۹۷۶؛ Banik و Dey، ۱۹۸۲؛ Pamela و همکاران، ۱۹۸۲؛ Salih و همکاران، ۱۹۸۹؛ Chabot و همکاران، ۱۹۹۶؛ Kim و همکاران، ۱۹۹۷؛ Vazquez و همکاران، ۲۰۰۰). بیشترین درصد ریزجانداران حل کننده فسفات را در خاک باکتری ها و قارچ ها تشکیل می دهند، لذا آنها را به دو دسته باکتری های حل کننده فسفات (PSB) و قارچ های حل کننده فسفات (Phosphate Solubilizing Microorganisms) (PSF) تقسیم می کنند (Whitelaw و همکاران، ۱۹۹۷). این ریزجانداران قادرند ترکیبات نامحلول فسفر را حل کرده و فسفر موجود در آنها را آزاد نمایند (Kucey، ۱۹۸۳؛ Yadav و Singh، ۱۹۹۱؛ Whitelaw، ۱۹۹۷؛ Sundara و همکاران، ۲۰۰۱). از مهمترین انواع PSB می توان به *Bacillus circulans*، *Enterobacter agglomerans*، *Bacillus megaterium* var *phosphaticum*

*Bacillus subtilis*، *Pseudomonas striata* (Raj) *Agrobacterium radiobacter*، *Bacillus polymyxa* و همکاران، ۱۹۸۱؛ Kunda و Gaur، ۱۹۸۴؛ Laheurte و Berthelin، ۱۹۸۸؛ Subba-Rao، ۱۹۸۸؛ Leyval و Berthlin، ۱۹۸۹؛ Gain و Gaur، ۱۹۹۱) و از مهمترین انواع PSF به قارچ های *Aspergillus* و *Penicillium* اشاره کرد (Banik و Dey، ۱۹۸۲؛ Kucey، ۱۹۸۳؛ Salih و همکاران، ۱۹۸۹؛ Illmer و Schinner، ۱۹۹۲). تعداد باکتری های حل کننده فسفات بیشتر به نوع کشت و نوع خاک (ترکیب فیزیکی خاک، مقدار هوموس و فسفر خاک) بستگی دارد (Kucey، ۱۹۸۳). این محقق میانگین جمعیت PSB و PSF را در ۲۹ خاک به ترتیب برابر ۰/۵ و ۰/۱ درصد میانگین کل باکتری ها و قارچ ها اعلام کرد. در تحقیق دیگری تعداد ریز جانداران حل کننده فسفات ۲۶ تا ۳۹ درصد تعداد کل ریز جانداران گزارش کرده است. (Sperber، ۱۹۵۸a). گرچه این ریزجانداران درصد کمتری از جمعیت میکروبی را به خود اختصاص می دادند ولی در اکثر خاک ها وجود داشته بطوریکه بیش از ۹۰ درصد خاک ها حاوی باکتری های حل کننده فسفات می باشند (Yahya و AL-Azawi، ۱۹۸۹). بالاترین جمعیت آنها در خاک های زیر کشت سبزیجات و بقولات (Yahya و AL-Azawi، ۱۹۸۹) و مراتع و خاک های جنگلی (Gupta و همکاران، ۱۹۸۶) گزارش شده است.

با توجه به اینکه گزارشی در مورد وجود و سطح جمعیت این ریزجانداران در خاک های استان کیلان منتشر نشده، لذا این تحقیق به منظور جداسازی و شمارش PSM، کل باکتری ها و قارچ هادر خاک های این استان انجام شد.

## مواد و روشها

### نمونه برداری خاک

تعداد ۵۰ نمونه خاک در مرداد ماه سال ۱۳۸۰ از مناطق مختلف استان کیلان با توجه به طول و عرض جغرافیایی و پراکنندگی یکنواخت نمونه ها، بصورت مرکب جمع آوری گردید (شکل ۱). از هر محل دو نمونه از عمق ۲۰-۳۰ سانتی متری برداشت شد. یک نمونه به وزن ۳۰۰-۲۰۰ گرم برای آزمایش های بیولوژیک و نمونه دیگر به وزن ۳-۲ کیلوگرم برای تجزیه های فیزیکی و شیمیایی خاک تهیه شد. نمونه بیولوژیک در کیسه های پلاستیکی و در داخل فلاسک یخ دار به آزمایشگاه منتقل و در دمای چهار درجه سانتی گراد در سردخانه نگهداری شد. نمونه دوم در دمای آزمایشگاه هوا خشک شده، سپس کوبیده و

شده و تشتک‌ها در دمای ۳۰-۲۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. شمارش تعداد کلنی‌ها در ظرف مدت یک هفته از زمان کشت انجام شد (Wollum, ۱۹۸۲؛ Kucey, ۱۹۸۳).

#### شمارش باکتری‌های حل‌کننده فسفات

برای شمارش PSB، رفتهای تا  $10^{-7}$  از سوسپانسیون آماده شده برای کل باکتری‌ها، تهیه و از هر رقت مقدار یک دهم میلی‌لیتر در سه تکرار روی محیط کشت اسپربر (Sperber) حاوی سیکلوهگزیمید (گلوگز؛ ۱۰ گرم، عصاره مخمر؛ ۰/۵ گرم، سولفات منیزیم با هفت ملکول آب؛ ۰/۲۳ گرم، کلرور کلسیم؛ ۰/۱۴ گرم، تری کلسیم فسفات؛ ۲/۵ گرم، آگار؛ ۱۵ گرم در لیتر باضافه ۱۰۰ میلی‌گرم سیکلوهگزیمید در لیتر) پخش شده و تشتک‌ها در دمای ۲۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. برای شناسایی و شمارش کلنی باکتری‌های حل‌کننده فسفات از خصوصیت شفاف سازی محیط پیرامون کلنی آنها استفاده شده و شمارش ظرف مدت ۱-۱۴ روز (در دمای ۲۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد) انجام شد (Sperber, ۱۹۵۸b؛ Wollum, ۱۹۸۲).

از الک دو میلی‌متری عبور داده شد و برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی آماده گردید. نمونه‌ها از خاک‌های زیر کشت گیاهان مختلف برداشت شدند (Kucey, ۱۹۸۳؛ Yahya و AL-Azawi, ۱۹۸۹).

#### اندازه‌گیری خصوصیات خاک

pH و EC خاک در عصاره اشباع، ازت کل به روش کج‌دال، فسفر قابل دسترس با روش اولسن، 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 اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۲؛ اوستان، ۱۳۷۳).

#### شمارش کل باکتری‌ها

برای شمارش کل باکتری‌ها ۱۰ گرم خاک به ۹۰ میلی‌لیتر آب استریل افزوده شد. سوسپانسیون بمدت ۲۰ دقیقه روی شیکر (۱۵۰ دور در دقیقه) تکان داده شد. رفتهای دهمی تا  $10^{-8}$  در آب استریل تهیه و از هر رقت یک دهم میلی‌لیتر در سه تکرار روی محیط کشت نوترینت آگار حاوی سیکلوهگزیمید (پپتون؛ ۵ گرم، عصاره گوشت؛ ۳ گرم، عصاره مخمر؛ ۱ گرم، گلوگز؛ ۵ گرم، آگار؛ ۱۵ گرم در لیتر باضافه ۱۰۰ میلی‌گرم سیکلوهگزیمید در لیتر) پخش

شکل ۱- محل‌های نمونه برداری شده در استان گیلان

### شمارش کل قارچ ها

برای شمارش کل قارچ ها نیز از همان سوسپانسیون  $10^{-1}$  آماده شده، رقتهای تا  $10^{-5}$  تهیه و از هر رقت مقدار یک دهم میلی لیتر در سه تکرار روی محیط کشت مارتین آگار حاوی رزبنگال و استریتومايسين (پیتون)؛ ۵ گرم، عصاره مخمر؛ ۰/۵ گرم، سولفات منیزیم با هفت ملکول آب؛ ۰/۵ گرم، گلوکز؛ ۱۰ گرم، فسفات دی هیدروژن پتاسیم؛ ۰/۵ گرم، فسفات منوهیدروژن پتاسیم؛ ۰/۵ گرم، آگار؛ ۱۵ گرم، در لیتر باضافه رزبنگال؛ ۰/۱۴ و استریتومايسين؛ ۰/۰۶ گرم در لیتر) پخش شده و تشنگ ها در دمای ۲۸-۳۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. شمارش تعداد قارچ ها در ظرف مدت یک هفته از زمان کشت انجام شد (Wollum, ۱۹۸۲؛ Kucey, ۱۹۸۳).

### شمارش قارچ های حل کننده فسفات

برای شمارش PSF رقتهای تا  $10^{-5}$  از سوسپانسیون آماده شده، تهیه و از هر رقت مقدار یک دهم میلی لیتر در سه تکرار روی محیط اسپربر (Sperber) حاوی رزبنگال (۰/۰۱۴ گرم در لیتر) و استریتومايسين

(۰/۰۶ گرم در لیتر) پخش شده و تشنگ ها در دمای ۳۰-۲۸ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. برای شناسایی و شمارش قارچ های حل کننده فسفات از خصوصیت شفاف سازی محیط پیرامون کلنی آنها استفاده شد و شمارش ظرف مدت ۱۴-۱ روز بعد از کشت انجام شد (Sperber, ۱۹۵۸؛ Wollum, ۱۹۸۲).

### نتایج

#### مشخصات محل های نمونه برداری شده

از ۵۰ نمونه جمع آوری شده، ۱۹ نمونه از شالیزار، ۶ نمونه از سبزی و صیفی کاری، ۵ نمونه از جنگل پهن برگ، ۴ نمونه از توتستان، ۳ نمونه از مزرعه گندم، ۳ نمونه از مزرعه بادام زمینی، ۲ نمونه کود حیوانی، ۳ نمونه از باغ چای و یک نمونه از هر کدام از مراتع، توتون کاری، مزرعه ذرت، گردو کاری، باغ پرتقال و بازمانده های در حال تخمیر کارخانه چای برداشت شد. تفاوت بیشترین و کمترین عرض جغرافیایی  $40^{\circ} 25' 1^{\circ}$  و طول جغرافیایی  $49^{\circ} 53' 1^{\circ}$  بود (جدول ۱).

جدول ۱- مکان، طول و عرض جغرافیایی و نوع کشت در نمونه های جمع آوری شده از خاک های مناطق مختلف استان گیلان

شماره نمونه	محل نمونه برداری	نوع کشت	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	توضیحات
۱	سنگر، طالم سه شنبه	برنج هاشمی	۴۰ N	۳۷ E	مزرعه میر قاسم مصیبی
۲	سیاهکل، مالفنجان	چای	۲۴ N	۳۷ E	مزرعه محمد داوری
۳	لشت نشاء، ناظمی محله، چپک	برنج هاشمی	۴۵ N	۳۷ E	مزرعه ولی محمد نیا
۴	اطراف رشت، خاجان	صنوبر	۵۱ N	۳۷ E	قبلاً جنگل بوده
۵	سراوان، خوکی	لوبیا	۴۲ N	۳۷ E	مزرعه نقد علی شعبانی
۶	سراوان، خوکی	----	۴۲ N	۳۷ E	کود حیوانی (گاوی)
۷	شفقت، خداشهر	برنج هاشمی	۰۷ N	۳۷ E	مزرعه محمود سیفی
۸	صومه سرا، راسته کنار	برنج	۰۹ N	۳۷ E	-----
۹	انزلی، هنده خاله	سبزی و صیفی کاری	۵۷ N	۳۷ E	مزرعه محمد جعفری
۱۰	کوچ اصفهان، جان اکبر محله	باغچه ای که قبلاً برنجکاری شده است	۱۴ N	۳۷ E	مزرعه رمضان اکبری
۱۱	آستانه اشرفیه (جاده لاهیجان)، کنار تالار میناق	برنج	۵۲ N	۳۷ E	-----
۱۲	دیلمان، بالاتر از لونک	جنگل پهن برگ	۳۲ N	۳۶ E	-----
۱۳	دیلمان، مولمه	فندق کاری	۰۸ N	۳۶ E	باغ مسلم نظری
۱۴	دیلمان، طالش کوه	مرتع	۰۰ N	۳۶ E	-----
۱۵	دهکاه، گیلده پایین	برنج	۲۷ N	۳۷ E	-----
۱۶	آستانه، جاده کیشهر	بادام زمینی	۴۱ N	۳۷ E	-----
۱۷	کیشهر، سه راه انزلی - کیشهر	بادام زمینی	۱۱ N	۳۷ E	-----
۱۸	لاهیجان، کوره	چای	۳۱ N	۳۷ E	-----
۱۹	رحیم آباد، علی اوست محله	برنج	۳۵ N	۳۷ E	-----
۲۰	چابکسر، سرولات	پرتقال	۱۶ N	۳۶ E	باغ صمد لطفی
۲۱	رودسر، شلمان، کنار پمپ بنزین	برنج	۳۳ N	۳۷ E	-----
۲۲	لنگرود، چاف، کنار قصابی ساحل	توتستان	۰۷ N	۳۷ E	-----

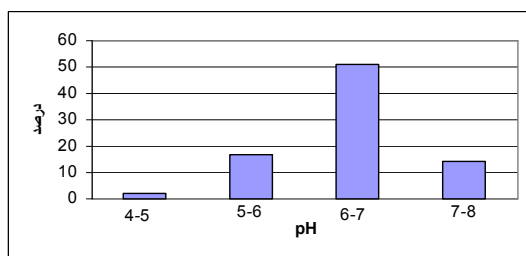
۲۳	لاهیجان، کارخانه چای گلستان	بازمانده های در حال تخمیر کارخانه چای	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۲۴	بین سراوان و دیلمان، الوین	جنگل پهن برگ	۰۸	۰۶	۳۶	E	۱۵	۳۷	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۲۵	فومن، گرداولی	لویبا	۰۵	۰۷	۳۷	E	۴۶	۱۰	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۲۶	ماسوله	گردو کاری	۰۶	۰۹	۳۷	E	۱۷	۰۰	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۲۷	پشتیر، خشک نودهان پایین	توتستان	۲۷	۱۵	۳۷	E	۵۰	۱۴	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۲۸	گوراب زرمخ، شانه ده	توتستان	۵۱	۱۷	۳۷	E	۳۱	۰۶	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۲۹	ماسال، اولم	برنج	۰۴	۲۷	۳۷	E	۳۱	۰۵	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۰	بین هشتپر و رضوانشهر، دینا چال، سیمبر خاله	هندوانه	۵۳	۳۸	۳۷	E	۵۱	۰۴	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۱	انزلی، دهته سر	برنج	۲۴	۲۵	۳۷	E	۴۴	۳۳	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۲	کپورچال، سیاوازن	برنج	۰۶	۳۲	۳۷	E	۵۸	۱۲	۴۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۳	رضوانشهر، لتوم	ذرت	۴۰	۳۲	۳۷	E	۲۲	۵۶	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۴	رضوانشهر، شیروا	توتستان	۱۲	۳۰	۳۷	E	۵۲	۵۸	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۵	تالش، کله سرا	برنج	۲۴	۴۲	۳۷	E	۳۸	۵۵	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۶	تالش، اسالم، جاده خلخال، گوخس	جنگل پهن برگ	۵۸	۴۰	۳۷	E	۵۰	۴۴	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۷	تالش، اسالم، جاده خلخال، گنجیاب	برنج	۵۴	۴۱	۳۷	E	۳۱	۵۱	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۸	تالش، قروق	برنج	۰۹	۵۰	۳۷	E	۲۸	۵۸	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۳۹	تالش، جاده بیلاق، سیاهونی	گندم	۰۴	۵۰	۳۷	E	۰۵	۴۲	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۰	تالش، جاده بیلاق، قلعه چال	لویبا	۴۸	۴۵	۳۷	E	۴۶	۴۱	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۱	جاده تالش - آستارا، جو کندان	توتون	۴۲	۵۳	۳۷	E	۱۵	۵۴	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۲	جاده تالش - آستارا، کشلی	بادام زمینی	۴۳	۰۴	۳۸	E	۰۲	۵۴	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۳	جاده تالش - آستارا، حویق	برنج	۳۸	۰۸	۳۸	E	۲۱	۵۲	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۴	جاده تالش، آستارا، دروار	برنج	۴۸	۰۹	۳۸	E	۴۶	۵۲	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۵	جاده تالش، آستارا، ویزنه	جنگل پهن برگ	۵۳	۱۷	۳۸	E	۵۸	۴۷	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۶	جاده آستارا - اردبیل، گیلاده	کود حیوانی (گاوی، گوسفندی و اسبی)	۱۰	۲۳	۳۸	E	۵۵	۳۸	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۷	جاده آستارا - اردبیل، گیلاده	گندم	۱۸	۲۳	۳۸	E	۵۳	۳۸	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۸	آستارا، قلعه	برنج	۴۸	۲۶	۳۸	E	۵۸	۴۸	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۴۹	جاده تالش - آستارا، خطبه سرا، کلات مشایخ	برنج	۳۶	۰۰	۳۸	E	۰۷	۵۱	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
۵۰	جاده تالش - آستارا، لیسار، محمود آباد	برنج	۰۵	۵۸	۳۷	E	۵۵	۵۵	۴۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### 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 (C L) و کمترین درصد، بافت رسی شنی (SC) بود. چهار نوع بافت شنی لومی (L S)، لومی سیلتی (Si L)، شنی (S) و سیلتی (Si) در خاک های نمونه برداری شده وجود نداشت (جدول ۲). در میان کل نمونه ها کمترین مقدار pH را بازمانده های در حال تخمیر کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) و بیشترین آنرا شالیزار (نمونه شماره ۸) داشت. کمترین pH را در میان نمونه های خاک جمع آوری شده باغ پرتقال (نمونه شماره ۲۰) به خود اختصاص داد. در میان نمونه های شالیزاری، کمترین pH را نمونه شماره ۷ داشت که برابر ۶/۸۴ بود (جدول ۲). پ - هاش ۴/۳ درصد از نمونه های

خاک بین ۴ تا ۱۹/۵۰ درصد بین ۵ تا ۳۴/۶۰ درصد بین ۶ تا ۷ و ۴۲/۶ درصد بیشتر از ۷ بود (شکل ۲). دامنه مواد آلی در نمونه ها بین ۱/۰۴ تا ۳۱/۵۸ درصد متغیر بود که کمترین و بیشترین آن به ترتیب به نمونه های شالیزار (نمونه شماره ۳) و کود حیوانی (نمونه شماره ۶) تعلق داشت. در میان نمونه های خاک بیشترین درصد ماده آلی در خاک تحت کشت ذرت (نمونه شماره ۳۳) وجود داشت. حدود ۴۸ درصد از نمونه ها حاوی بیش از ۶ درصد ماده آلی بودند (جدول ۲). مقدار مواد آلی در نمونه های شالیزاری از ۱/۰۴ درصد (نمونه شماره ۳) تا ۱۰/۷۳ درصد (نمونه شماره ۲۱) تغییر می کرد. حدود ۶/۴ درصد از نمونه های خاک حاوی مقدار مواد آلی کمتر از ۰/۳ درصد، ۳۱/۹ درصد بین ۳ تا ۲۵/۵۰ درصد بین ۵ تا

۱۹/۷،۲ درصد بین ۷ تا ۸/۹،۵ درصد بین ۹ تا ۱۱ و ۸/۵ درصد بالاتر از ۱۱ درصد بودند (شکل ۳).

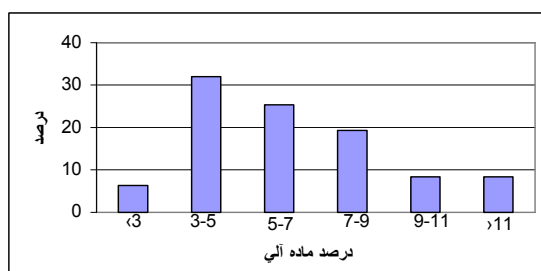


شکل ۲- دامنه pH در خاک های تحت بررسی

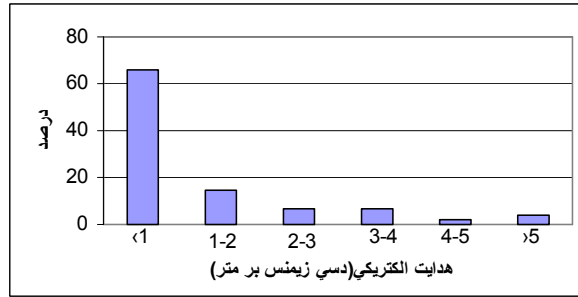
شماره ۱۴) و شالیزار (نمونه های شماره ۲۱ و ۴۹) بود (جدول ۲). فسفر در نمونه های خاک از ۴/۶ میلی گرم در کیلوگرم (باغ صنوبر) تا ۱۴۴/۰ میلی گرم در کیلوگرم (شالیزار شماره ۴۴) تغییر می کرد. در میان نمونه های شالیزاری کمترین فسفر قابل دسترس را شالیزار شماره ۲۹ داشت که برابر ۵/۴ میلی گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۲). حدود ۲۳/۴ درصد از نمونه ها حاوی فسفر قابل دسترس کمتر از ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۲۳/۴ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم، ۱۴/۸ درصد بین ۱۵ تا ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم درصد ۲۰ تا ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۱۲/۸ درصد بین ۴۰ تا ۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم و ۱۲/۸ درصد بیشتر از ۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود (شکل ۵). دامنه رطوبت در ۵۰ نمونه از ۳/۷ تا ۴۹/۸ درصد متغیر بود که کمترین آن در خاک تحت کشت بادام زمینی (نمونه شماره ۴۲) مشاهده شد. این خاک در کنار دریا که حاوی ماسه های ساحلی بود قرار داشت. بیشترین درصد رطوبت مربوط به کود حیوانی (نمونه شماره ۶) بود (جدول ۲).

هدایت الکتریکی نمونه ها از ۰/۱ تا ۱۴/۸ دسی زیمنس بر متر متغیر بود که کمترین آن در جنگل (نمونه شماره ۴۵) و بیشترین آن در کود حیوانی (نمونه شماره ۶) مشاهده شد و بازمانده های در حال تخمیر کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) در رده بعد از نمونه (کود حیوانی) قرار گرفت. در میان نمونه های خاک جمع آوری شده، شالیزار شماره (۱۱) بیشترین هدایت الکتریکی (۶/۱۹ دسی زیمنس بر متر) را داشت (جدول ۲). در میان نمونه های خاک ۶۶/۰ درصد حاوی هدایت الکتریکی کمتر از یک دسی زیمنس بر متر، ۱۴/۹ درصد بین ۱ تا ۲ دسی زیمنس بر متر، ۶/۴ درصد بین ۲ تا ۳ دسی زیمنس بر متر، ۶/۳ درصد بین ۳ تا ۴ دسی زیمنس بر متر، ۲/۱ درصد بین ۴ تا ۵ دسی زیمنس بر متر و ۴/۲ درصد بیش از ۵ دسی زیمنس بر متر بود (شکل ۴).

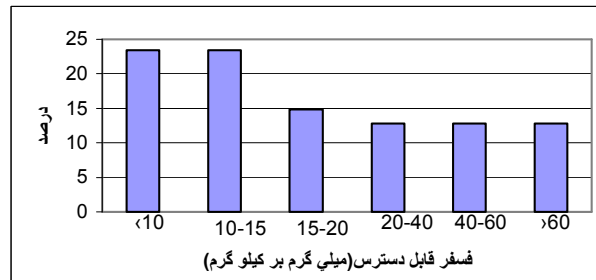
بیشترین و کمترین CEC به ترتیب مربوط به بازمانده های در حال تخمیر کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) و توتستان (نمونه شماره ۲۲) بود. در میان نمونه های خاک، بیشترین CEC (۴۰ Cmolc/kg) مربوط به مرتع (نمونه



شکل ۳- دامنه ماده آلی در خاک های تحت بررسی



شکل ۴- دامنه هدایت الکتریکی در خاک های تحت بررسی



شکل ۵- دامنه فسفر قابل دسترس در خاک های تحت بررسی

جدول ۲- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های جمع آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان

شماره نمونه	PH	EC Ds/m	آلی %	CEC Cmol/kg	ازت کل %	Pava mg/kg	رطوبت %	آهک %	رس %	سیلیت %	شن %	بافت
۱	۷/۸۹	۳/۸۰	۳/۴۳	۲۰	۰/۱۸۶	۳۲/۰	۲۷/۵	۳/۵	۴۳/۸	۳۴/۱	۲۲/۱	C
۲	۷/۴۶	۰/۷۶	۴/۸۲	۲۰	۰/۲۴۱	۵۳/۲	۱۱/۸	۲/۵	۳۴/۵	۳۷/۵	۲۹/۰	CL
۳	۷/۹۶	۲/۸۲	۱/۰۴	۲۰	۰/۰۸۸	۱۱/۴	۲۹/۳	۱۳/۰	۳۷/۷	۳۳/۵	۲۸/۸	CL
۴	۷/۹۴	۱/۶۵	۳/۴۳	۲۰	۰/۱۰۰	۴/۶	۲۰/۲	۴/۰	۲۴/۵	۴۴/۵	۳۱/۰	L
۵	۷/۲۱	۲/۱۴	۱۱/۸۲	۳۰	۰/۴۵۱	۴۸/۶	۱۲/۲	۳/۰	۴۱/۲	۲۸/۸	۳۰/۰	C
۶	۷/۸۴	۱۴/۸	۳۱/۵۸	۴۰	۱/۳۲۹	۱۵۴	۴۹/۸	۷/۰	---	---	---	---
۷	۶/۸۴	۳/۳۴	۵/۵۰	۱۸	۰/۲۷۱	۱۵/۶	۳۰/۱	۰	۵۳/۵	۳۹/۰	۷/۵	C
۸	۸/۳۳	۲/۳۰	۴/۹۹	۱۹	۰/۱۸۳	۱۹/۰	۲۴/۷	۶/۰	۳۴/۴	۴۶/۶	۱۹/۰	SiCL
۹	۶/۹۳	۰/۵۴	۳/۱۲	۱۰	۰/۱۲۵	۷۲/۰	۹/۱	۰	۲۸/۰	۳۶/۶	۳۵/۴	L
۱۰	۸/۱۷	۳/۱۲	۹/۸۵	۲۵	۰/۲۵۶	۶۳/۲	۲۷/۹	۰	۲۴/۸	۳۱/۶	۴۳/۶	L
۱۱	۷/۹۲	۶/۱۹	۴/۶۹	۱۹	۰/۱۵۳	۱۷/۸	۲۶/۲	۸/۰	۳۳/۴	۳۷/۵	۲۹/۱	CL
۱۲	۸/۲۱	۰/۸۹	۱۲/۴۵	۳۰	۰/۵۰۵	۳۳/۰	۲۱/۹	۰	۳۳/۰	۳۰/۷	۳۶/۳	CL
۱۳	۸/۱۷	۰/۳۱	۴/۸۱	۳۷	۰/۲۳۷	۱۲/۲	۱۹/۳	۳/۰	۴۶/۰	۲۹/۴	۲۴/۶	C
۱۴	۷/۶۱	۰/۷۰	۱۰/۳۴	۴۰	۰/۳۸۸	۵/۴	۲۰/۴	۳/۰	۵۷/۲	۲۵/۴	۱۷/۴	C
۱۵	۷/۳۴	۴/۵۵	۸/۴۲	۳۷	۰/۳۰۶	۲۷/۲	۳۹/۱	۸/۰	۶۷/۶	۲۳/۲	۹/۲	C
۱۶	۸/۰۱	۰/۷۳	۳/۹۸	۱۷	۰/۱۲۴	۱۳/۸	۷/۵	۱۳/۰	۲۶/۰	۴۸/۰	۲۶/۰	L
۱۷	۸/۱۸	۰/۷۸	۳/۳۴	۱۹	۰/۰۸۲	۱۴/۴	۷/۹	۱۴/۰	۲۶/۰	۴۰/۰	۳۴/۰	L
۱۸	۶/۷۸	۰/۶۵	۶/۴۵	۱۹	۰/۲۱۷	۵/۴	۱۶/۹	۰	۴۲/۳	۴۸/۴	۹/۳	SiC
۱۹	۷/۹۷	۰/۷۳	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	۰/۲۵۰	۶۹/۰	۱۱/۳	۱/۰	۳۰/۳	۱۲/۰	۵۷/۷	SCL
۲۱	۷/۶۰	۰/۹۷	۱۰/۸۳	۴۰	۰/۲۵۲	۳۱/۲	۳۵/۲	۳/۰	۳۰/۲	۳۸/۲	۳۱/۶	CL
۲۲	۸/۱۴	۰/۵۰	۲/۹۸	۹/۰	۰/۶۶۰	۱۶/۲	۱۱/۴	۳/۰	۱۴/۰	۲/۰	۸۴/۰	L,S,S,L
۲۳	۵/۱۶	۱۰/۴۴	۵/۶۸	۵۵	۲/۲۸۵	۹۴/۰	۱۰/۱	۳/۰	---	---	---	---
۲۴	۶/۵۵	۰/۲۸	۴/۰۱	۳۰	۰/۲۲۱	۹/۶	۱۹/۵	۱/۰	۵۴/۴	۲۹/۳	۱۶/۳	C
۲۵	۶/۵۱	۰/۴۷	۲/۵۱	۲۲	۰/۲۸۰	۶۷/۲	۱۹/۹	۲/۰	۳۷/۰	۱۷/۰	۴۷/۰	SC
۲۶	۸/۰۰	۱/۰۲	۵/۳۶	۱۹	۰/۱۸۹	۲۷/۴	۲۰/۰	۰	۲۹/۹	۲۹/۹	۴۰/۲	CL
۲۷	۷/۷۹	۱/۰۴	۸/۶۸	۳۵	۰/۳۵۶	۲۷/۶	۱۵/۶	۳/۰	۴۹/۴	۴۱/۲	۹/۴	SiC
۲۸	۷/۵۱	۰/۵۸	۵/۷۵	۲۷	۰/۰۸۸	۱۹/۲	۲۲/۰	۲/۰	۴۴/۳	۴۲/۳	۱۳/۴	SiC
۲۹	۷/۷۵	۰/۷۳	۶/۶۷	۳۷	۰/۱۶۲	۵/۴	۲۳/۱	۲/۰	۶۱/۰	۳۴/۵	۴/۵	C
۳۰	۶/۸۸	۰/۳۳	۸/۲۹	۳۵	۰/۳۶۱	۱۲/۲	۲۱/۶	۳/۰	۴۶/۰	۴۸/۰	۶/۰	SiC
۳۱	۷/۵۰	۵/۴۰	۵/۰۳	۲۵	۰/۲۳۴	۱۷/۸	۳۰/۷	۱۱/۰	۳۲/۴	۳۶/۴	۳۱/۲	CL

ادامه جدول

SiCL	۱۸/۴	۴۹/۰	۳۲/۶	۰/۵	۱۲/۸	۱۴/۲	۰/۱۷۳	۲۵	۴/۷۱	۱/۴۰	۷/۶۹	۳۲
CL	۳۸/۴	۳۰/۸	۳۰/۸	۸/۰	۱۲/۰	۹۶/۰	۰/۵۹۶	۳۵	۱۳/۰۴	۱/۰۶	۸/۰۲	۳۳
SCL	۴۵/۲	۲۴/۴	۳۰/۴	۵/۰	۸/۷	۴۴/۴	۰/۳۶۷	۲۵	۸/۹۱	۰/۸۳	۷/۱۶	۳۴
C	۱۶/۵	۳۸/۷	۴۴/۸	۰	۲۴/۳	۴۴/۰	۰/۰۹۲	۲۵	۳/۳۳	۰/۳۶	۷/۱۳	۳۵
C	۱۳/۰	۳۴/۴	۵۲/۶	۱/۰	۱۰/۹	۶/۴	۰/۱۷۰	۳۵	۷/۰۸	۰/۶۲	۶/۹۴	۳۶
SL	۷۳/۰	۲۰/۸	۶/۲	۲/۰	۳۸/۲	۴۶/۸	۰/۴۷۶	۳۰	۱۲/۰۴	۱/۱۶	۷/۸۲	۳۷
SCL,SL	۷۰/۰	۱۰/۰	۲۰/۰	۷/۰	۲۵/۷	۱۲/۲	۰/۰۶۶	۱۹	۳/۸۲	۱/۳۱	۸/۲۲	۳۸
CL	۳۲/۸	۳۰/۵	۳۶/۷	۵/۰	۶/۰	۵/۲	۰/۱۸۵	۳۵	۵/۴۹	۰/۸۹	۷/۸۰	۳۹
SCL	۵۰/۵	۲۲/۷	۲۶/۸	۰	۴۱/۷	۷/۰	۰/۱۸۲	۳۰	۷/۱۱	۰/۶۷	۶/۷۵	۴۰
CL	۲۶/۵	۳۸/۸	۳۴/۷	۱/۰	۸/۲	۵/۶	۰/۳۳۳	۳۵	۸/۴۳	۰/۶۲	۷/۹۵	۴۱
SL	۶۸/۰	۲۲/۰	۱۰/۰	۰	۳/۷	۱۶/۴	۰/۱۷۸	۳۰	۴/۸۳	۰/۴۲	۷/۶۴	۴۲
CL	۲۵/۰	۴۰/۵	۳۴/۵	۱/۰	۳۵/۷	۸/۶	۰/۱۶۳	۳۰	۶/۰۴	۰/۵۸	۷/۳۱	۴۳
CL	۳۴/۰	۳۶/۰	۳۰/۰	۲/۰	۱۸/۷	۱۴/۴	۰/۶۱۷	۳۵	۶/۲۵	۰/۵۷	۷/۳۷	۴۴
SCL, L	۵۱/۶	۲۸/۲	۲۰/۲	۳/۰	۶/۳	۱۱	۰/۰۵۷	۲۵	۵/۳۸	۰/۱۰	۸/۰۰	۴۵
---	---	---	---	۳/۰	۴۸/۷	۱۷/۶	۰/۱۶۷	۲۳	۱۳/۸۴	۳/۴۰	۸/۲۰	۴۶
SiC	۹/۶۰	۴۳/۰	۴۷/۲	۱/۰	۱۰/۱	۱۲/۸	۰/۲۰۰	۲۵	۳/۷۹	۰/۵۶	۷/۶۹	۴۷
SiC	۱۱/۸	۴۱/۰	۴۷/۲	۰	۳۲/۳	۱۲/۴	۰/۰۹۴	۱۹	۶/۷۶	۰/۸۱	۸/۰۳	۴۸
CL	۳۱/۷	۳۷/۳	۳۱/۰	۰	۲۶/۳	۱۴/۴	۰/۱۸۷	۴۰	۱۰/۱۴	۰/۸۰	۸/۱۲	۴۹
CL	۳۷/۲	۳۰/۴	۳۲/۴	۱/۰	۳۰/۹	۴۲/۰	۰/۲۷۳	۳۵	۵/۸۸	۰/۶۹	۸/۱۹	۵۰

### جمعیت کل باکتری ها

جمعیت باکتری ها در خاک های مورد بررسی از  $10^6$  تا  $10^9$  سلول در گرم خاک متغیر بود (جدول ۳). کمترین سطح جمعیت باکتری ها در یک خاک جنگلی (نمونه شماره ۴۵) و یک شالیزار (نمونه شماره ۵۰) تعیین شد که برابر  $2/99 \times 10^6$  سلول در گرم خاک بود. بالاترین سطح جمعیت باکتری ها ( $4/62 \times 10^8$  سلول در هر گرم) در شالیزار (نمونه شماره ۳۲) منطقه کپورچال مشاهده شد ولی هیچیک از باکتری های نمونه مزرعه اخیر حل کننده فسفات نبودند. نمونه های شالیزاری دامنه وسیعی از کل باکتری ها (از  $2/99 \times 10^6$  تا  $4/62 \times 10^8$  سلول در هر گرم) را دارا بودند. تعداد کل باکتری ها در ۲۰ درصد از نمونه ها بیشتر از متوسط نمونه ها بود، لذا جمعیت کل باکتریها در اغلب نمونه ها کمتر از متوسط جمعیت نمونه ها ( $5/82 \times 10^7$  سلول در هر گرم) برآورد گردید (جدول ۳).

### جمعیت باکتری های حل کننده فسفات

جمعیت PSB در خاک های مورد بررسی از صفر تا  $10^7$  سلول در هر گرم خاک متغیر بود. دو نمونه از سه نمونه فاقد PSB، مربوط به شالیزار (نمونه های شماره ۳۱ و ۳۲) و یک نمونه (نمونه شماره ۲۳) مربوط به باز مانده های کارخانه چای بود. در میان نمونه های حاوی PSB، کمترین سطح جمعیت را مزرعه چای (نمونه شماره ۲) به خود اختصاص داده بود که برابر  $1/13 \times 10^3$  سلول در گرم خاک بود. بالاترین سطح جمعیت ( $3/85 \times 10^6$  سلول در هر گرم) در توستان (نمونه شماره ۲۸) مشاهده شد. این نمونه دارای pH خنثی تا کمی قلیایی و رطوبت کافی بوده و گرچه بیشترین تعداد PSB را داشته ولی نسبت به کل باکتری ها درصد کمتری (۱/۸۲ درصد) را به خود

اختصاص داده بود که این مقدار کمتر از متوسط درصد کل نمونه ها (۳/۹۸ درصد) بود. نمونه باغ فندق (نمونه شماره ۱۳) و مزرعه ذرت (نمونه شماره ۳۳) در رتبه های دوم و سوم قرار داشتند. نمونه شالیزار شماره ۳۸، بیشترین درصد PSB نسبت به کل PSM را غیر از نمونه هایی که فاقد PSF بودند دارا بود. دامنه PSB در نمونه های شالیزاری (از صفر تا  $2/68 \times 10^7$  سلول در هر گرم خاک) متغیر بود (جدول ۳).

### جمعیت کل قارچ ها

جمعیت کل قارچ ها در خاک های مورد بررسی از  $10^2$  تا  $10^6$  سلول در هر گرم خاک متغیر بود. کمترین سطح جمعیت قارچ ها ( $6/4 \times 10^2$  سلول در هر گرم) نیز مثل باکتری ها در خاک جنگلی (نمونه شماره ۴۵) شمارش گردید ولی هیچکدام از این قارچ ها حل کننده فسفات نبودند. بیشترین سطح جمعیت کل قارچ ها ( $2/73 \times 10^6$  سلول در هر گرم) در باز مانده های کارخانه چای (نمونه شماره ۲۳) وجود داشت. نمونه های مربوط به مزرعه هندوانه (نمونه شماره ۳۰) و کود حیوانی (نمونه شماره ۶) در رتبه های دوم و سوم قرار داشتند. دامنه جمعیت کل قارچ ها در نمونه های شالیزاری از ( $5/7 \times 10^3$  تا  $2/91 \times 10^5$  سلول در هر گرم) متغیر بود. تعداد کل قارچ ها در ۱۸ درصد از نمونه ها بیشتر از متوسط و در اکثر آنها کمتر از متوسط جمعیت نمونه ها ( $1/92 \times 10^5$  سلول در هر گرم) برآورد گردید.



جمعیت قارچ های حل کننده فسفات

جمعیت PSF در خاک های مورد بررسی از صفر تا  $10^6$  در هر گرم خاک متغیر بود. از هفت نمونه ای که جمعیت صفر داشتند، دو نمونه مربوط به شالیزار (نمونه های شماره ۸ و ۳۱) بود. در بین نمونه های حاوی PSF، کمترین سطح جمعیت ( $4/8 \times 10^2$  سلول در هر گرم) را شالیزار شماره ۳۸ داشت و بالاترین سطح جمعیت ( $1/8 \times 10^6$  سلول در هر گرم) در باز مانده های کارخانه چای مشاهده شد.

نمونه شالیزار شماره ۷ و باغ صنوبر (نمونه شماره ۴) در رتبه های دوم و سوم از نظر PSF قرار داشتند. از کل قارچ های موجود در نمونه شماره ۲۳، حدود  $1/8 \times 10^6$  سلول در گرم خاک، حل کننده فسفات بودند. این تعداد گرچه درصد کمتری ( $6/61$  درصد) از کل قارچ های موجود در این نمونه را تشکیل می داد، ولی در مقایسه با قارچ های حل کننده فسفات در بقیه نمونه ها، بیشترین تعداد را داشت (جدول ۳).

جدول ۳- جمعیت کل باکتری ها و قارچ ها، باکتری ها و قارچ های حل کننده فسفات در هر گرم خاک در نمونه های جمع

آوری شده از مناطق مختلف استان گیلان

شماره نمونه	کل باکتریها $\times 10^7$	کل قارچ ها $\times 10^6$	باکتری های حل کننده فسفات $\times 10^6$	قارچ های حل کننده فسفات $\times 10^3$	درصد باکتری های حل کننده فسفات نسبت به کل باکتری ها	درصد قارچ های حل کننده فسفات نسبت به کل قارچ ها	درصد PSB نسبت به PSM	درصد PSF نسبت به PSM
۱	۰/۳۱۰	۰/۲۶۶	۰/۱۱۰	۶/۲۱	۰/۳۵۴	۲۳/۳	۶۳/۹	۳۶/۱
۲	۲/۰۴	۰/۷۹۰	۰/۰۱۱۳	۱۱/۳	۰/۰۰۵	۱۴/۳	۹/۱	۹۰/۹
۳	۳/۸۶	۰/۶۵۹	۰/۸۲۰	۱۳/۷	۰/۲۱۲	۲۰/۸	۸۵/۷	۱۴/۳
۴	۸/۵۲	۰/۷۰۳	۷/۲۷	۵۸/۶	۰/۸۵۳	۸۳/۴	۹۲/۵	۷/۵
۵	۲/۱۹	۰/۴۸۹	۴/۱۶	۴/۵۶	۱/۹۰	۹/۳۲	۹۸/۹	۱/۱
۶	۴۲/۴	۹/۴۶	۱۰/۹	۱۹/۹	۰/۲۵۷	۲/۱۱	۹۸/۲	۱/۸
۷	۳/۱۶	۱/۶۹	۵/۷۲	۷۱/۵	۱/۸۱	۴۲/۴	۸۸/۹	۱۱/۱
۸	۴/۰۷	۰/۲۷۹	۷/۰۴	۰	۱/۷۳	۰	۱۰۰/۰	۰
۹	۰/۶۲۶	۱/۵۶	۱/۸۵	۲۰/۱	۲/۹۶	۱۲/۸۹	۹۰/۲	۹/۸
۱۰	۴/۳۴	۱/۲۲	۱۵/۳	۱۷/۶	۳/۵۳	۱۴/۴۳	۹۸/۹	۱/۱
۱۱	۲۲/۲	۲/۹۱	۲۶/۸	۲/۷۱	۱/۲۱	۰/۹۳	۹۹/۹	۰/۱
۱۲	۱۲/۰	۰/۶۴۳	۱/۵۰	۰/۸۵۴	۰/۱۲۵	۱/۳۳	۹۹/۴	۰/۶
۱۳	۹/۱۲	۱/۸۰	۳۶/۳	۱۳/۰	۳/۹۸	۷/۲۴	۹۹/۶	۰/۴
۱۴	۶/۴۹	۰/۷۳۵	۲۱/۳	۰	۳/۲۸	۰	۱۰۰/۰	۰
۱۵	۴/۴۳	۰/۸۲۱	۷/۱۴	۱۶/۱	۱/۶۱	۱۹/۶	۹۷/۸	۲/۲
۱۶	۱/۰۶	۰/۲۹۷	۲/۱۶	۴/۶۵	۲/۰۴	۱۵/۶	۹۷/۹	۲/۱
۱۷	۵/۷۵	۱/۴۱	۶/۱۶	۱۱/۹	۱/۰۷	۸/۴۶	۹۸/۱	۱/۹
۱۸	۷/۴۰	۰/۶۴۴	۳/۲۴	۲۶/۶	۰/۴۳۸	۴۱/۳۱	۹۲/۴	۷/۶
۱۹	۱/۹۵	۰/۴۹۴	۴/۲۲	۳/۷	۲/۱۶	۷/۵	۹۹/۱	۰/۹
۲۰	۰/۳۱۴	۲/۰۹	۲/۸۷	۴۴/۸	۹/۱۴	۲۱/۴	۸۶/۵	۱۳/۵
۲۱	۴/۵۴	۰/۵۷۶	۷/۸۱	۳۲/۶	۱/۷۲	۵۶/۵	۹۶/۰	۴/۰
۲۲	۰/۴۷۹	۱/۷۶	۳/۷۶	۱/۵۰	۷/۸۵	۰/۸۵۳	۹۹/۶	۰/۴
۲۳	۳/۰۴	۲۷/۳	۰	۱۸۰/۰	۰	۶/۶۱	۰	۱۰۰
۲۴	۴/۰۶	۰/۱۱۹	۲/۰۲	۰/۸۲۰	۰/۴۹۸	۶/۸۸	۹۹/۶	۰/۴
۲۵	۲/۹۲	۰/۸۰۶	۷/۹۰	۱/۶۶	۲/۷۱	۲/۰۶	۹۹/۸	۰/۲
۲۶	۱/۸۴	۰/۲۵۵	۸/۳۴	۱۱/۳	۴/۵۳	۴۴/۱	۹۸/۷	۱/۳
۲۷	۲/۸۱	۰/۷۰۱	۴/۳۵	۵/۱۳	۱/۵۵	۷/۳۱	۹۸/۸	۱/۲
۲۸	۲۱/۲	۲/۵۸	۳۸/۵	۱۷/۰	۱/۸۲	۶/۶۲	۹۹/۶	۰/۴
۲۹	۲/۲۵	۰/۸۱۳	۱/۷۸	۶/۸۹	۰/۷۹۱	۸/۴۸	۹۶/۳	۳/۷
۳۰	۲۹/۳	۱۰/۱	۰/۴۲۵	۰	۰/۰۱۵	۰	۱۰۰/۰	۰
۳۱	۳/۴۶	۰/۲۹۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳۲	۴۶/۲	۲/۳۳	۰	۱۸/۹	۰	۸/۱۳	۰	۱۰۰/۰

ادامه جدول

۰/۱	۹۹/۹	۰/۸۷	۲۴/۸	۳/۰۳	۳۱/۰	۳/۴۹	۱/۲۵	۳۳
۱۰۰	۱۰۰/۰	۰	۱۱/۴	۰	۴/۰۵	۰/۴۲۷	۰/۳۵۴	۳۴
۱/۰	۹۹/۰	۱۷/۲	۵/۱۱	۸/۳۲	۸/۵۹	۰/۴۸۵	۱/۶۸	۳۵
۲۱/۲	۷۸/۸	۱۳/۹	۰/۸۷۴	۷/۸۶	۰/۲۹۲	۰/۵۶۴	۰/۳۳۴	۳۶
۰/۵	۹۹/۵	۴/۰	۱/۸۲	۱/۶۲	۳/۵۶	۰/۴۰۴	۱/۹۶	۳۷
۰/۰۲	۹۹/۹۸	۱/۹۶	۳/۵۸	۰/۴۴۸	۲۳/۳	۰/۲۲۹	۶/۵	۳۸
۰/۷	۹۹/۳	۲/۴۷	۱/۸۴	۲/۱۳	۲/۸۴	۰/۸۶	۱/۵۴	۳۹
۰	۱۰۰/۰	۰	۰/۸۸۶	۰	۱/۲۵	۶/۳۸	۱/۴۱	۴۰
۸/۱	۹۱/۹	۱۲/۹	۰/۲۴۹	۵/۷۷	۰/۶۵۴	۰/۴۴۷	۲/۶۳	۴۱
۳۵/۱	۶۴/۹	۳۰/۹	۰/۵۶۲	۱۷/۷	۰/۳۲۷	۰/۵۷۱	۰/۵۸۲	۴۲
۲/۷	۹۷/۳	۲۷/۲	۲/۳۵	۵/۷۱	۲/۰۷	۰/۲۱۰	۰/۸۷۹	۴۳
۵/۲	۹۴/۸	۳۲/۷	۲/۳۷	۲۳/۷	۴/۳۱	۰/۷۲۶	۱/۸۲	۴۴
۰	۱۰۰/۰	۰	۳۲/۱	۰	۹/۶۱	۰/۰۶۴	۰/۲۹۹	۴۵
۱/۰	۹۹/۰	۰/۶۶	۰/۳۷۹	۱/۲۹	۱/۲۷	۱/۹۵	۳/۳۵	۴۶
۱/۰	۹۹/۰	۵/۳	۴/۲۹	۲/۲۲	۲/۳۱	۰/۴۲۳	۰/۵۳۹	۴۷
۵/۱	۹۴/۹	۱۵/۹	۶/۸۲	۲۹/۸	۵/۵۴	۱/۸۸	۰/۸۱۲	۴۸
۰/۴	۹۹/۶	۴۷/۱	۱۲/۱	۲/۶۹	۶/۷۵	۰/۰۵۷	۰/۵۵۶	۴۹
۱/۵	۹۸/۵	۵۶/۷	۲۷/۵	۱۲/۳	۸/۲۲	۰/۲۱۷	۰/۲۹۹	۵۰
متوسط								
۹/۹۶	۸۸/۰۴	۱۵/۳	۳/۹۸	۱۴/۸	۷/۱۲	۱/۹۲	متوسط	
نمونه ها								
۵/۸۲								
متوسط								
۸/۴۱	۸۹/۴۶	۱۶/۱	۴/۲۲	۱۵/۱	۷/۳۲	۱/۲۱	متوسط	
خاک ها								

## بحث و نتیجه گیری

شمارش ریز جانداران حل کننده فسفات در محیط استاندارد اسپربر که حاوی ماده کربنی گلوکز است انجام شده که ممکن است بعضی از باکتری ها و قارچ ها در آن رشد نکنند (Sperber, 1958a). هم چنین منظور از ریز جانداران حل کننده فسفات در این تحقیق، آن دسته از ریز جاندارانی هستند که می توانند ترکیب نامحلول تری کلسیم فسفات موجود در محیط اسپربر را حل کنند. لذا ممکن است ایزوله های جداسازی شده تحت عنوان PSM، سایر ترکیبات نامحلول فسفر مانند فسفات های آهن و آلومینیم را حل نکنند. تحقیقات انجام شده نشان داده اند که در میان جدایه های حل کننده تری کلسیم فسفات، تعداد جدایه هایی که قادر به حل کردن فسفات آلومینیم و فسفات آهن نبودند به ترتیب ۵ و ۲۵ درصد بود. (Banik و Dey, 1982). حلالیت فسفات آهن کمتر از فسفات آلومینیم بوده لذا تعداد ریز جاندارانی که توانسته اند فسفات آهن را حل کنند کمتر از تعداد آنها در مورد فسفات آلومینیم بود (Banik و Dey, 1982; Legget و همکاران، ۲۰۰۰)

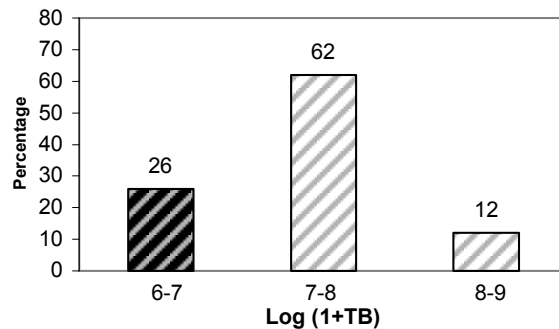
دامنه تغییرات جمعیت کل باکتری ها بین  $10^6$  تا  $10^7$  سلول در هر گرم تغییر می کرد. جمعیت کل باکتری ها در بیشتر نمونه ها (۶۲ درصد) بین  $10^7$  تا  $10^8$  سلول در هر گرم خاک بود. (شکل ۶). که علت آن ممکن است بالا بودن درصد ماده آلی و رطوبت کافی در نمونه های جمع آوری شده باشد. متوسط جمعیت کل باکتری ها در نمونه های جمع آوری شده برابر  $10^7 * 5/82$  سلول در هر گرم بود. جمعیت کل باکتری ها با نتایج تحقیقات Kucey (1983) که تعداد آنها را بین  $10^6$  تا  $10^9$  سلول در هر گرم و متوسط آنها را  $10^7 * 9/89$  سلول در هر گرم گزارش نمود مطابقت داشت.

جمعیت باکتری های حل کننده فسفات بین صفر تا  $10^6 * 3/8$  سلول در هر گرم متغیر بود. جمعیت باکتری های حل کننده فسفات در ۶۰ درصد از نمونه ها بین  $10^5$  تا  $10^6$  سلول در هر گرم و حدود ۱۴ درصد بین  $10^6$  تا  $10^7$  سلول در هر گرم بود و تنها شش درصد از نمونه ها، باکتری حل کننده فسفات قابل ردیابی نداشتند (شکل ۷). بیست و چهار درصد از نمونه ها دارای تعداد باکتری حل کننده فسفات بیشتری از میانگین نمونه ها ( $10^5 * 7/12$  سلول در

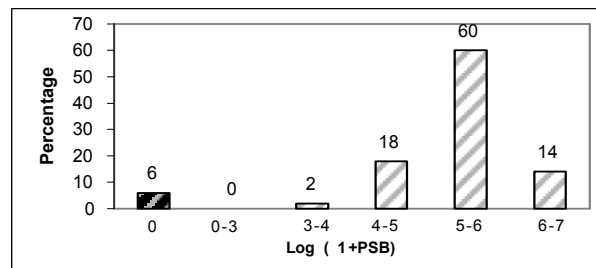
جمعیت قارچ های حل کننده فسفات بین صفر تا  $10^6 \times 1/8$  سلول در هر گرم متغیر بود. جمعیت قارچ های حل کننده فسفات در ۷۰ درصد از نمونه ها بین  $10^3$  تا  $10^6$  سلول در هر گرم بود و حدود ۱۴ درصد از نمونه ها، قارچ حل کننده فسفات قابل ردیابی نداشتند (شکل ۹). متوسط جمعیت قارچ های حل کننده فسفات بین صفر تا  $10^4 \times 1/48$  سلول در هر گرم بود. تحقیقات Kucey (۱۹۸۳) نشان داد که جمعیت قارچ های حل کننده فسفات بین صفر تا  $10^4 \times 4/20$  سلول در هر گرم و متوسط آنها  $10^3 \times 5/5$  سلول در هر گرم بود. در حالی که محققین دیگر جمعیت قارچ های حل کننده فسفات را بین صفر تا  $10^4 \times 2/4$  سلول در هر گرم گزارش نمودند (Thomas و همکاران، ۱۹۸۵). حدود ۳۴ درصد از نمونه ها حاوی PSF بیشتر از متوسط نمونه ها بودند. حدود ۱۰/۵ درصد از نمونه های شالیزاری، قارچ حل کننده فسفات قابل ردیابی نداشتند. به طور متوسط ۸۶ درصد از نمونه ها حاوی PSF بودند. تحقیقات Kucey (۱۹۸۳) نشان داد که ۷۷/۸ درصد از نمونه ها حاوی PSF بودند.

هر گرم) بودند. Kucey (۱۹۸۳) تعداد باکتری های حل کننده فسفات را بین صفر تا  $10^6 \times 1/1$  و متوسط آنها را  $10^6 \times 2/30$  سلول در هر گرم گزارش نمود. به طور متوسط ۹۴ درصد از نمونه ها حاوی باکتری حل کننده فسفات بودند که Kucey (۱۹۸۳) این تعداد را  $96/6$  درصد و AL -Azawi, Yahya در سال ۱۹۸۹ آنرا  $90/3$  درصد گزارش نمود. حدود ۱۰/۵ درصد از نمونه های شالیزاری، باکتری حل کننده فسفات قابل ردیابی نداشتند.

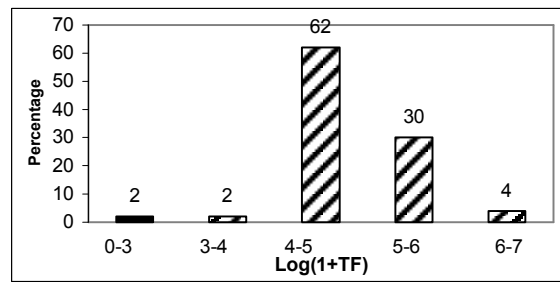
جمعیت کل قارچ ها بین  $10^2$  تا  $10^6$  سلول در هر گرم تغییر می کرد و در بیشتر نمونه ها (۶۲ درصد) بین  $10^4$  تا  $10^6$  سلول در هر گرم بود. حدود ۹۲ درصد از نمونه ها جمعیت بین  $10^4$  تا  $10^6$  سلول در هر گرم داشتند (شکل ۸). جمعیت کل قارچ ها در هیچ نمونه ای صفر نبود. متوسط جمعیت کل قارچ ها در نمونه های جمع آوری شده برابر  $10^5 \times 1/92$  سلول در هر گرم بود. در تحقیقات Kucey (۱۹۸۳) جمعیت کل قارچ ها بین صفر تا  $10^6 \times 2/100$  سلول در هر گرم و متوسط آنها  $10^7 \times 2/05$  در هر گرم گزارش گردید.



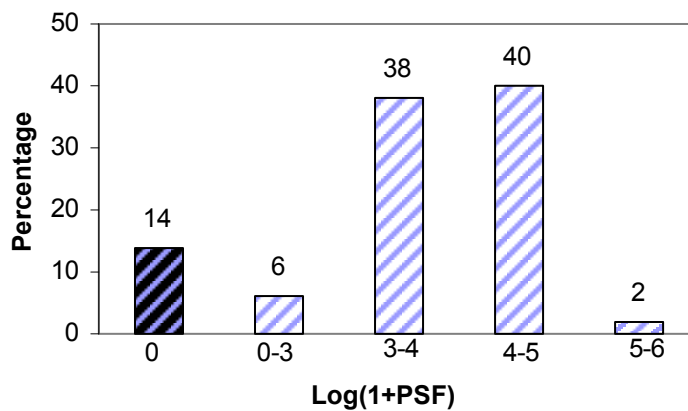
۶- درصد جمعیت کل باکتریها در نمونه های مورد آزمایش



شکل ۷ - درصد جمعیت باکتری های حل کننده فسفات در نمونه های مورد آزمایش



شکل ۸ - درصد جمعیت کل قارچ ها در نمونه های مورد آزمایش



شکل ۹ - درصد جمعیت قارچ های حل کننده فسفات در نمونه های مورد آزمایش

ولی این رابطه معنی دار نبود و از ضریب رگرسیونی بسیار پایینی برخوردار بود. ( $r=0/02^{ns}$ ).

بالاترین ضریب همبستگی بین خصوصیات خاک با کل باکتری ها مربوط به هدایت الکتریکی ( $r=0/37^{**}$ )، با باکتری های حل کننده فسفات مربوط به ازت کل ( $r=0/36^{ns}$ )، با قارچ های حل کننده فسفات مربوط به فسفر قابل دسترس ( $r=0/26^{ns}$ ) و با کل قارچ ها نیز مربوط به ازت کل بود. ( $r=0/51^{***}$ ). رابطه بین باکتری های حل کننده فسفات و ازت کل منفی بوده و با افزایش ازت کل، تعداد باکتری های حل کننده فسفات، کاهش یافت ولی ضریب رگرسیون بین این دو معنی دار نبود. ضریب رگرسیون بین تعداد قارچ های حل کننده فسفات با فسفر قابل دسترس  $0/26$  برآورد گردید و در تحقیقات kucey در سال ۱۹۸۳ نیز برابر  $0/24$  گزارش شده بود.

ضریب رگرسیون خطی بین اکثر خصوصیات خاک با ریزجانداران معنی دار نبود و این نشانگر آنست که اغلب خصوصیات خاک به تنهایی قادر نیستند که وضعیت تعداد ریزجانداران (حل کننده های فسفات و غیر حل کننده ها) را

نتایج نشان داد که درصد خاک های حاوی PSF کمتر از خاک های حاوی PSB بودند که با تحقیقات Kucey در سال ۱۹۸۳ مطابقت داشت. گرچه اکثر خاک ها حاوی PSB و PSF بودند ولی درصد تعداد متوسط آنها نسبت به متوسط کل باکتری ها (۳/۹۸ درصد) و کل قارچ ها (۱۵/۳ درصد) کم بود. با وجود اینکه PSB درصد کمتری از کل باکتری ها را شامل شد ولی درصد بیشتری (۸۷/۰۴ درصد) از کل PSM را تشکیل داد. این در حالی است که PSF فقط ۹/۹۶ درصد از کل PSM را شامل شد. لذا بیشترین جمعیت ریزجانداران حل کننده فسفات را در خاک های نمونه برداری شده، باکتری ها تشکیل می دادند که چنین نتیجه ای در تحقیقات محققین دیگر نیز بدست آمده است. (Kucey, ۱۹۸۳؛ Venkateswarlu و همکاران، ۱۹۸۴) . با افزایش مقدار مواد آلی در نمونه ها، تعداد کل باکتری ها، باکتری های حل کننده فسفات و کل قارچ ها زیاد شدند ولی تنها ضریب رگرسیون بین ماده آلی و کل قارچ ها معنی دار بود ( $r=0/38^*$ ). اگر چه با افزایش ماده آلی، جمعیت قارچ های حل کننده فسفات کاهش یافتند

توضیح دهند. علت این موضوع احتمالاً به تنوع زیاد ریزجانداران از نظرهای مختلف (نیازهای حرارتی، تغذیه‌ای و غیره) و تأثیر متفاوت خصوصیات خاک در جمعیت ریزجانداران برمی‌گردد. البته اثرات متقابل خصوصیات خاک در جمعیت ریزجانداران نیز نباید نادیده گرفته شود.

### فهرست منابع

۱. امامی، ع. ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه شیمیائی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۸۹۳، تهران، ایران.
۲. اوستان، ش. ۱۳۷۳. بررسی تخلیه پتاسیم از خاک های شالیزار شمال کشور. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران.
۳. ملکوتی، م. ج و م. نفیسی. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی، «فاریاب و دیم» (ترجمه). چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۲۴۲ صفحه، تهران، ایران.
4. Banik, S. and B. K. Dey. 1982. Available phosphate content of an alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate solubilizing microorganisms. *Plant and Soil*, 6: 353-364.
5. Chabot, R., H. Antoun and M. K. Cesas. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar. *Phaseoli* *Plant and Soil*, 184: 311-321.
6. Gain, S. and A. C. Gaur. 1991. Thermotolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mung bean. *Plant and Soil*, 133: 141-149
7. Gupta. R. D., K. K. R. Bhardwaj., B. C. Marwah and B. R. Tripathi. 1986. Occurrence of phosphate dissolving bacteria in some soils north-west Himalayas under varying biosequence and climosequence. *Journal of Society of Soil Science*, 34:498-504.
8. Illmer, P. and F. Schinner. 1992. Solubilization of inorganic phosphate by microorganisms isolated from forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 389-395.
9. Kim, K. Y., D. Jordan and G. A. McDonald. 1998. *Enterobacter agglomerans*, phosphate solubilizing bacteria and microbial activity in soil: effect of carbon sources. *Soil Biology and Biochemistry*, 89: 995-1003.
10. Kim, K. Y., G. A. McDonald and D. Jordan. 1997. Solubilization of hydroxy apatite by *Enterobacter agglomerans* and cloned *Esherichia coli* in culture medium. *Biology and Fertility of Soils*, 24: 347-352.
11. Kim, K. Y., G. A. McDonald and D. Jordan. 1998b. Effect of phosphate solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. *Biology and Fertility of Soils*, 26: 79-87.
12. Kucey, R. M. N. 1983. Phosphate solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 63: 671-678.
13. Kunda, B. S., and A. C. Gaur. 1984. Rice response to inoculation with N<sub>2</sub>-fixing and P-solubilizing microorganisms. *Plant and Soil*, 79: 227-234.
14. Laheurte, F. and J. Berthelin. 1988. Effect of a phosphate solubilizing bacteria on maize growth and root exudation over four levels of labile phosphorus. *Plant and Soil*, 105: 11-17.
15. Leggett , M., Gleddie , s. and Holloway , G. (2000) . phosphate solubilizing microorganisms and Their use. [http : // philom – Bios . ca/d – content / phosphate solubilizing microorganisms. Pdf.](http://philom-Bios.ca/d-content/phosphate-solubilizing-microorganisms.Pdf)
16. Leyval, C. and J. S. Berthelin. 1989. Interaction between *Laccaria Laccata*. *Agrobaterium radiobacter* and beech roots. Influence on P, K, Mg and Fe mobilization from minerals and plant growth. *Plant and Soil*, 117: 103-110.
17. Pamella, A. C., S. H. Steven. 1982. Inorganic phosphate solubilization by rhizosphere in a zosteria marine community. *Canadian Journal of Microbiology*, 28: 605-610.
18. Raj, J., D. Y. Bagyaraj and A. Manjunath. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza and a phosphate-dissolving bacteria on plant growth and 32 P-uptake. *Soil Biology and Biochemistry*, 13: 105-108.
19. Rallston, D. B. and R. P. McBride. 1976. Interaction of mineral phosphate dissolving microbes with red pine seedling. *Plant and Soil*, 45: 493-507.
20. Salih, H. M., H. I. Yahya., A. M. Abdul- Rahem and B. H. Munam. 1989. Availability of phosphorus in a calcareous soil treated with rock phosphate or super phosphate as affected by phosphate dissolving fungi. *Plant and Soil*, 120:181-185.

21. Sperber, J. I. 1958a. The incidence of apatite solubilizing organisms in the rhizosphere. *Australian Journal of Agricultural Research*, 9:778-781.
22. Sperber, J. I. 1958b. Solution of apatite by soil microorganisms producing organic acids. *Australian Journal of Agricultural Research*, 9: 782-787.
23. Subba Rao, W. S. 1988. Phosphate solubilizing microorganisms. In: *Biofertilizer in agriculture*. pp. 133-142.
24. Sundara, B., V. Natarayan and K. Hari. 2001. Influence of phosphorus solubilising bacteria on soil available P-status and sugarcane development on a tropical vertisol. *Proceeding of Interaction Society of Sugarcane Technology*, 24: 47-51.
25. Taha, S. M. and S. A. Z. Mahmoud. 1969. Activity of phosphate dissolving bacteria in Egyptian soils. *Plant and Soil*, 1:149-160.
26. Thomas, G. V., M. V. Shantaran and N. Saraswathy. 1985. Occurrence and activity of phosphate-solubilizing fungi from coconut plantation soils. *Plant and Soil*, 87:357-364.
27. Vazquez, P., G. Holguin, M. E. Puente. 2000. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. *Biology and Fertility of Soils*, 30:460-468.
28. Venkateswarlu, B., Rao, A.V. and Raina, P. (1984). Evaluation of phosphorus solubilization by microorganisms isolated from aridisols. *Journal of Indian society of soil science*, 32:273 – 277.
29. Whitelaw, M. A., T. Y. Harden and G. L. Bender. 1997. Plant growth promotion of wheat inoculated with *penicillium radicum* sp. Nov. *Australian Journal of Soil Research*, 38:291-300.
30. Wollum, A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Ed. Page, A. L. et al. pp. 781-801. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.
31. Yadav, K., and T. Singh. 1991. Phosphorus solubilization by microbial isolate from a calcifluvent. *Journal of Indian Society of Soil Science*, 39:89-93.
32. Yahya, A. J. and S. K. Al-Azawi. 1989. Occurrence of phosphate solubilizing bacteria in some Iraqi soils. *Plant and Soil*, 117:135-141.

## Distributions of Phosphate Solubilizing Microorganisms in Some Soils of Gilan Province

1st. **R. Fallah Nosratabad, H. Rahimian, N. Saleh Rastin, and M. J. Malakouti<sup>1</sup>**

### Abstract

Fifty soil samples were collected from various locations in Gilan Province during 2001. Total populations of the bacteria, phosphate solubilizing bacteria (PSB), the total counts for fungi as well as phosphate solubilizing fungi (PSF) were determined in all 50 soil samples. Total bacterial counts varied from  $10^6$  to  $10^9$  cells/g soil, with an average value of  $5.82 \times 10^7$ . The PSB populations ranged from 0 to  $10^7$  cells/g soil with some 94% of the samples containing PSB organisms. The soil sample from Tutestan region contained the greatest PSB population equaling to  $3.85 \times 10^6$  cells/g soil. The average ratios of PSB to total bacteria and to total phosphate solubilizing microorganisms were 3.98% and 88.04%, respectively. The total fungi counts varied from  $10^2$  to  $10^6$  cells/g soil, with the lowest count of  $6.4 \times 10^2$  cells/g soil coming from a forest area, and the greatest population of  $2.73 \times 10^6$  cells/g soil coming from the fermenting residues of a tea processing plant. The average value for total fungi populations was calculated to be  $1.92 \times 10^5$  cells/g soil in the collected samples. The total fungi population in 82% of the samples was below this average value. Eighty six percent of the soil samples contained PSF ranging up to  $10^6$  cells/g. The greatest PSF population of  $1.8 \times 10^5$  cells/g was also found in the fermenting residues of the tea processing plant. The average ratios of PSF to total fungi counts and the total phosphate solubilizing organisms were 15.3% and 9.96%, respectively. Bacteria comprised the greatest percentage of phosphate solubilizing microorganisms in the soil samples examined.

**Keywords:** Phosphorous, Phosphate solubilizing microorganisms, Gilan

---

<sup>1</sup> - Ph.D. Student of Soil Science at Tarbiat Modarres Univ., Prof. at Mazandaran Univ., Associate Prof. at Tehran Univ., and Prof. at Tarbiat Modarres Univ., respectively.