# بررسی اجمالی وضعیت عناصر پرمصرف، شوری و کربن آلی در خاک برخی اراضی شالیزاری استان گیلان

حسن شُکری[1] واحد، ناصر دواتگر، مسعود کاوسی، شهریار بابازاده، لیلا رضایی و مریم شکوری

مربی پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت؛ **shokri_v@yahoo.com**

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج؛ **n_davatger@ yahoo.com**

دانشیار موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت؛ **masoud_kavoosi2@yahoo.com**

دانشجوی‌دکتری موسسه‌تحقیقات‌برنج‌کشور، سازمان‌تحقیقات، آموزش‌وترویج‌کشاورزی، رشت؛ **babazadeh50@yahoo.com**

دانشجوی دکتری موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت؛ **l.rezaee77@gmail.com**

دانشجوی دکتری موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، رشت؛ **maryamshakouri@yahoo.com**

ص: **193-208**

دریافت: **1400/7/26** و پذیرش: **1401/2/21**

## چکیده:

**عدم آگاهی از تغییرات عناصر موجود در خاک مزارع مختلف و توصیه‌های یکسان کودی سبب می‌شود که برخی خاک‌ها بیشتر و برخی کمتر از حد نیاز خود کود دریافت کنند. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات مکانی و وضعیت عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم و برخی ویژگی‌های مهم خاک از جمله کربن‌آلی، قابلیت هدایت الکتریکی و pH در برخی شالیزارهای گیلان اجرا شد. به این منظور، در سال زراعی 1398 و قبل از آماده‌سازی زمین برای کشت، از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک مزارع شالیزاری مناطق ماسال، رودبار، مقداد (خشکبیجار، لشت‌نشا، خمام) و سیاهکل در استان گیلان با فواصل حداقل 500 متر نمونه‌برداری بصورت مرکب انجام شد. با استفاده از نتایج تجزیه خاک، وضعیت ویژگی‌های مورد نظر بر پایه آمار توصیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس، محدوده مناطق بیش‌بود و کمبود عناصر غذایی در اراضی شالیزاری تعیین شد. بررسی داده‌ها نشان داد که در مناطق مورد بررسی عنصر فسفر یکی از محدودیت‌های عمده بود به طوری که بیشتر از 80% خاک‌های نمونه‌برداری شده منطقه سیاهکل، 72% خاک‌های منطقه رودبار، 65% خاک‌های منطقه ماسال و54% خاک‌های منطقه مقداد دچار کمبود فسفر قابل استفاده بودند. در مناطق یاد شده، پتاسیم شرایط بهتری نسبت به فسفر داشت به طوری که درمنطقه سیاهکل 51/3% خاک‌ها، در منطقه رودبار 31٪، در منطقه ماسال 66٪ و در منطقه مقداد 26٪ خاک‌های نمونه‌برداری شده دارای پتاسیم قابل استفاده کمتر از سطح بحرانی بود. همچنین در منطقه مقداد 19/4٪ خاک‌ها، در ساهکل 36/6٪ ، در ماسال 48/4٪ و در رودبار100٪ خاک‌های مزارع نمونه‌برداری شده دارای نیتروژن کمتر از سطح بحرانی بود. بررسی وضعیت خاک‌های شالیزاری نقاط نمونه‌برداری حاکی از آن بود که توزیع مکانی عناصر غذایی پرمصرف یکسان نبود. بر این اساس، توصیه‌های کودی یکسان برای اراضی مختلف شالیزاری مناسب نبوده و توزیع کود در شهرستان‌های مختلف استان باید با توجه به وضعیت خاک هر منطقه انجام شود**

**واژه‌های کلیدی:** آمار توصیفی، اراضی برنج‌کاری، تغییرات مکانی، عناصر غذایی پرمصرف

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: مؤسسه تحقیقات برنج کشور، بخش تحقیقات خاک و آب، رشت، ایران

**مقدمه**

یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در افزایش تولیدات کشاورزی، مدیریت تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک است. کودهای شیمیایی مهمترین منبع تأمین عناصر غذایی گیاه بوده و استفاده درست و بهینه از آنها در حصول نتیجه مورد نظر، حفظ نظام اکولوژیکی محیط و تضمین سلامت مصرف‌کنندگان نقش اساسی دارند. برای اعمال مدیریت کودی صحیح لازم است تا از میزان عناصر غذایی خاک جهت حصول عملکرد بهتر اطلاع کاملی داشت. عدم آگاهی از تغییرات عناصر غذایی خاک در نقاط مختلف و کاربرد یکنواخت کودها سبب می‌شود که برخی خاک‌ها بیشتر و برخی کمتر از حد نیاز خود کود دریافت کنند. مصرف منطقی کودهای شیمیایی در خاک وابسته به آگاهی از چگونگی وضعیت و عرضه طبیعی عناصر غذایی در خاک می‌باشد که امکان دارد کشاورزان بدان دسترسی نداشته باشند.

بدیهی است که تجزیه خاک بهترین روش برای اطلاع از وضعیت عناصر غذایی خاک است. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اگرچه روش علمی، صحیح و متداول درکشورهای پیشرفته است، اما این روش در ایران از کاربرد و پیشرفت کمی برخوردار است. از علت‌های آن عدم استفاده از پهنه و بازنمایی عناصر غذایی (به علت کوچک بودن سطح زیرکشت هرکشاورز و در نتیجه نیاز به تعداد نمونه خاک بسیار زیاد و محدودیت تعداد و امکانات آزمایشگاهی خاک کشور) است (فلاح، 1378). از طرف دیگر برای کاهش هزینه تولید محصولات کشاورزی، افزایش عملکرد در واحد سطح ضروری است. یکی از رهیافت‌ها، استفاده از کشاورزی دقیق است. پیش‌نیاز استفاده از این تکنولوژی جدید، شناخت جامع و صحیح وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی است. براین اساس ارزیابی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک مرحله کلیدی درکاربرد کشاورزی دقیق است که براساس آن نهاده‌های کشت به صورت نظام‌دار برنامه‌ریزی، مدیریت و مصرف می‌گردد (روبرت، 1999). بررسی ویژگی‌های خاک این امکان را فراهم می‌کند که توصیه‌های کودی و مدیریت زراعی دقیقاً منطبق با گروه‌بندی‌های مختلف خواص و کیفیت خاک باشد. نادیده گرفتن نواحی غیرمتشابه منجر به مدیریت ناکارآمد زراعی می‌گردد. یکی از دلایل مهم که سبب عدم موفقیت کافی در پیش‌بینی عوامل مؤثر بر رشد گیاه می‌شود کمبود اطلاعات کافی از توزیع مکانی ویژگی‌های خاک می‌باشد(پان، 1998). در این ارتباط توصیه‌های کودی موجود نیز تغییرپذیری حاصلخیزی خاک و تنوع مزارع را از نظر وضعیت عرضه عناصر غذایی به گیاه و نیز پاسخ محصول در نظر نمی گیرند بنابراین تعیین شاخص کیفیت حاصلخیزی و بهره‌وری خاک می‌تواند راهگشا باشد (بابازاده و همکاران، 1400). ارزیابی کیفیت حاصلخیزی اراضی شالیزاری استان گیلان بیشتر در دشت فومنات واقع در غرب استان انجام شده است که نتایج نشان دهنده وجود تغییرات مکانی عناصرغذایی پرمصرف و غیریکنواختی در کیفیت حاصلخیزی خاک می باشد (دلسوز خاکی و همکاران، 2017 ; دواتگر و همکاران، 1398).

با توجه به شرایط خاص کشت برنج، عواملی مانند عملیات گلخرابی، از بین رفتن ساختمان و اشباع بودن خاک در فصل رشد برنج، تجزیه ناقص مواد آلی و متغیر بودن تعادل عناصرغذایی بسته به شدت متفاوت شرایط احیایی خاک می‌توانند به غیریکنواختی وضعیت خاک منجر شود (شکوری کتیگری و همکاران، 1399). بنابر این می‌توان نتیجه گرفت که ارزیابی ویژگی‌های خاک اولین و مهمترین مرحله در تولید گیاهان زراعی است. امروزه مدیریت کودی بر اساس برآورد مقادیر میانگین عناصر تغذیه‌ای و سپس اعمال یکسان آنها به خاک مزارع، به دلیل عدم یکنواختی و تغییرپذیری مکانی و موضعی ویژگی‌های خاک و نیاز به دریافت نهاده‌ها و ورودی‌های مختلف، مدیریتی بهینه محسوب نمی‌شود زیرا این نوع مدیریت، عواقب زیست محیطی و اقتصادی نامطلوبی را به دنبال دارد (آدریانا، 2007). پیشرفت‌های

سریع تکنولوژی سبب افزایش راندمان استفاده از کودها از طریق استفاده از آنها مطابق با شرایط خاص در مزرعه (کمبود و یا بیش‌بود عناصر غذایی) شده است. کاربرد مؤثر این تکنولوژی به صحت تشخیص تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک که در استفاده از کودها مؤثرند، بستگی دارد (گاتوی و همکاران، 1996) (یانگ و همکاران، 2005).

دلی و همکاران (2018) در بررسی اثر ویژگی‌های شیمیایی خاک اراضی شالیزاری منطقه کینکی ژاپن بر عملکرد برنج گزارش کردند که در ناحیه مطالعه شده از تعداد نه ویژگی بررسی شده، تنها سیلسیم، پتاسیم قابل استفاده و نیتروژن آمونیومی تاثیر مثبتی برعملکرد برنج داشت. آنها همچنین اعلام کردند که عملکرد تحت تاثیر مدیریت کشت و نوع رقم برنج نیز قرار دارد.

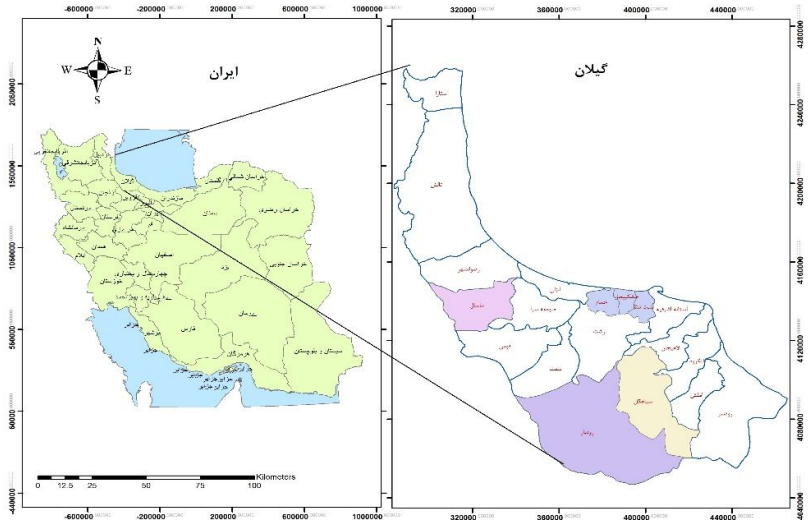
ارزیابی های انجام شده نشان داد که اراضی شالیزاری گیلان دارای محدودیت حاصلخیزی خاک هستند (دوات‌گر و همکاران، 1394) همچنین ارزیابی کیفیت حاصلخیزی خاک اراضی شالیزاری در غرب استان گیلان نشان داد که علاوه بر تغییرات مکانی درعناصر غذایی، غیریکنواختی نیز در کیفیت حاصلخیزی خاک وجود دارد (دلسوز خاکی و همکاران، 2017; دوات‌گر، 1398).

فرانزن وکیتچن (1999) از منابع داده‌های مختلفی به عنوان مثال توپوگرافی، عکس‌های ماهواره‌ای، قابلیت هدایت الکتریکی خاک، نقشه محصولات و داده‌های ارزیابی خاک برای انواع مدیریت مزرعه و مدیریت کودهای نیتروژنه استفاده کردند. بالاساندرام و همکاران (2008) میان‌یابی برخی از خصوصیات شیمیایی خاک را در منطقه شالیزاری سلانگور مالزی با استفاده از 138 نمونه انجام دادند و گزارش کردند که بخش وسیعی از منطقه دارای نیتروژن اضافی است. آهن و همکاران (2004) با مطالعه‌ی تغییر پذیری مکانی و ویژگی‌های شیمیایی خاک در مزارع برنج کره‌جنوبی، نتیجه گرفتند که متغیرهای خاک نظیر ظرفیت تبادل کاتیونی، رس، ماده‌آلی و سیلیسیم همبستگی معنی‌داری با تغییرپذیری تولید محصول برنج دارند. آهن و همکاران (2005) به بررسی آنالیز تغییرپذیری مکانی رشد و محصول برنج از طریق ویژگی‌های خاک در مقیاس مزرعه‌ای پرداختند و دریافتند که بسیاری از متغیرهای اندازه‌گیری شده اعم از ویژگی-های خاک، رشد گیاه و محصول برنج تحت شرایط آب و هوایی متفاوت، شخم و مصرف کود، تغییرپذیری نسبتاً زیادی دارند. تغییرات رشد گیاه و محصول برنج، تاثیرپذیری زیادی با نوع و روش شخم دارد. رشد گیاه برنج در مرحله‌ی خوشه‌دهی نیز وابستگی زیادی با ویژگی‌های خاک نظیر ظرفیت تبادل کاتیونی، نیتروژن کل، ماده آلی و بافت دارد. آنها همچنین بیان کردند که ویژگی‌هایی نظیر ظرفیت تبادل‌کاتیونی، ماده‌ی آلی، میزان رس، نیتروژن کل و سیلیسیم در دسترس، همبستگی معنی‌داری با عملکرد برنج دارند. با توجه به اینکه درصد قابل توجهی از اراضی شالیزاری استان‌گیلان به علت پاره‌ای از محدودیت‌ها از جمله محدودیت‌های خاکی کم بازده می‌باشد بنابراین لازم است تا با بازنمایی خواص شیمیایی و حاصلخیزی خاک نسبت به بهینه کردن مدیریت زراعی کاشت، داشت و برداشت و همچنین نزدیک نمودن عملکرد ارقام بومی به پتانسیل عملکرد واقعی آنها اقدام به اجرای پژوهش‌هایی در زمینه شناسایی خاک‌های منطقه نمود. در این رابطه این پژوهش با هدف بررسی وضعیت و چگونگی تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌ها و عناصر تغذیه‌ایی مهم خاک‌های شالیزاری در چهار منطقه تولید برنج استان گیلان اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

به منظور اجرای آزمایش نمونه‌برداری بصورت مرکب از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک مزارع شالیزاری در مناطق ماسال (124 نمونه)، رودبار(58 نمونه)، مقداد شامل خشکبیجار، لشت‌نشا، خمام (134 نمونه) و سیاهکل (80 نمونه) در زمستان1397 قبل از شخم و آماده‌سازی زمین برای کشت سال بعد انجام شد. نقاط نمونه‌برداری به گونه‌ای انتخاب شدند که تقریباً مناطق شرقی (سیاهکل)، مرکزی (مقداد)، غربی (ماسال) و

جنوبی (رودبار) استان را پوشش داده و پراکنش لازم از نظر عناصر غذایی خاک داشته باشند. مختصات نقاط نمونه‌برداری با دستگاه GPS ثبت و پس از جمع‌آوری، نمونه‌ها هوا خشک شده و با عبور از الک 2 میلی‌متری، نیتروژن کل خاک با روش کجلدال و استفاده از دستگاه کجلتک (برمنر،1996) و فسفر قابل استفاده با روش اولسن (کیو، 1996) و پتاسیم قابل استفاده با روش استات آمونیم نرمال (هیلمکه و اسپارکس، 1996) اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری کربن آلی به روش اکسیدکردن با اسید سولفوریک غلیظ در مجاورت دی کرومات پتاسیم (نیلسون و سامرز، 1996) انجام شد. پس از آماده شدن نتایج تجزیه خاک وضعیت ویژگی‌ها بر پایه آمار توصیفی با استفاده از نرم افزار SPSS ارزیابی شد و در مراحل بعدی محدوده مناطق بیش‌بود وکمبود عناصرغذایی در اراضی شالیزاری تعیین گردید.




**شکل 1- موقعیت جغرافیایی مناطق چهارگانه اراضی شالیزاری مطالعه شده**

## نتایج و بحث

آنالیزهای آمار توصیفی داده‌ها با استفاده ازآماره-های حداقل، حداکثر، میانگین، میانه، واریانس، چولگی و ضریب تغییرات برای هرکدام از مناطق مورد بررسی انجام شد (جداول1 تا 4). میانگین ECe در منطقه مقداد، سیاهکل، رودبار و ماسال به ترتیب 1/25، 0/86، 0/94 و 0/78 دسی زیمنس بر متر بود که از نظر شوری مناطق بی‌خطر را نشان می‌دهند و محدودیتی برای رشد گیاهان از جمله برنج ندارد. برنج گیاه نسبتاً متحمل به شوری می‌باشد و ارقام مختلف گیاه برنج حساسیت‌های متفاوتی به شوری دارند. معمولاً خاک‌هایی با ECe کوچکتر از 2 دسی‌زیمنس برمتر رشد گیاه برنج را محدود نمی‌سازد (آسچ و وپیریس، 2001). درگیلان درتعداد محدودی از مکان‌ها (مانند بخشی از روستای پیربازار) خاک‌هایی با ECe بزرگتر از 4 دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده گردید. درخاک‌های شور روستای پیربازار گیاه زراعی یا باغی کشت نمی‌گردد. از دلایل شوری این منطقه می‌توان به وجود لایه‌های زیرزمینی فسیلی دارای آب شور تحت فشار اشاره نمود که با احداث چاه‌های عمیق آرتزین، این آب‌های شور در بخش‌های سطحی جریان یافته و عامل شور شدن اراضی هستند که با این آب‌ها آبیاری می‌شوند. برخی منابع علت بالا بودن ECe در بعضی از خاک‌ها را با بالا بودن مواد آلی مرتبط دانسته که با ایجاد ترکیبات و ماکرومولکول‌های دارای بار الکتریکی در هدایت الکتریکی نقش دارند (نئو و ماماریل، 1985). با این حال

بیشتر خاک‌ها در اکثر شهرستان‌های این استان دارای هدایت الکتریکی کمتر از2 دسی‌زیمنس بر متر هستند که از سطح بحرانی شوری کمتر است. در استان گیلان احتمال وجود املاح زیاد به علت بارش زیاد سالیانه کم است.

**جدول 1- آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک‌های منطقه مقداد**

| نوع متغیر | واحد | تعداد نمونه | میانگین | میانه | واریانس | حداقل | حداکثر | چولگی | ضریب تغییرات (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) | $dS.m^{-1}$ | 134 | 1/252 | 1/24 | 0/130 | 0/21 | 2/19 | 0/305 | 28 |
| pH گل اشباع | - | 134 | 7/37 | 7/39 | 0/056 | 6/57 | 7/98 | -0/586 | 3 |
| کربن آلی | % | 134 | 2/88 | 2/70 | 1/494 | 0/76 | 8/89 | 1/153 | 42 |
| نیتروژن کل | % | 134 | 0/288 | 0/27 | 0/015 | 0/08 | 0/89 | 1/161 | 42 |
| فسفرقابل استفاده | mg/kg | 134 | 14/43 | 11/3 | 129/83 | 0/30 | 92/7 | 3/052 | 79 |
| پتاسیم قابل استفاده | mg/kg | 134 | 188/22 | 175 | 4583/49 | 75 | 506 | 1/097 | 36 |

**جدول 2- آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک‌های شهرستان سیاهکل**

| نوع متغیر | واحد | تعداد نمونه | میانگین | میانه | واریانس | حداقل | حداکثر | چولگی | ضریب تغییرات (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) | $dS.m^{-1}$ | 80 | 0/864 | 0/81 | 0/069 | 0/31 | 1/47 | 0/251 | 30 |
| pH گل اشباع | - | 80 | 6/96 | 7/03 | 0/126 | 5/88 | 7/50 | -0/723 | 5 |
| کربن آلی | % | 80 | 2/41 | 2/65 | 1/137 | 0/28 | 4/38 | -0/255 | 44 |
| نیتروژن کل | % | 80 | 0/229 | 0/25 | 0/011 | 0/03 | 0/40 | -0/218 | 44 |
| فسفرقابل استفاده | mg/kg | 80 | 9/06 | 7/8 | 55/96 | 0/20 | 45/10 | 2/283 | 82 |
| پتاسیم قابل استفاده | mg/kg | 80 | 151 | 134/4 | 4465/75 | 37 | 376 | 1/263 | 44 |

**جدول 3- آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک‌های شهرستان ماسال**

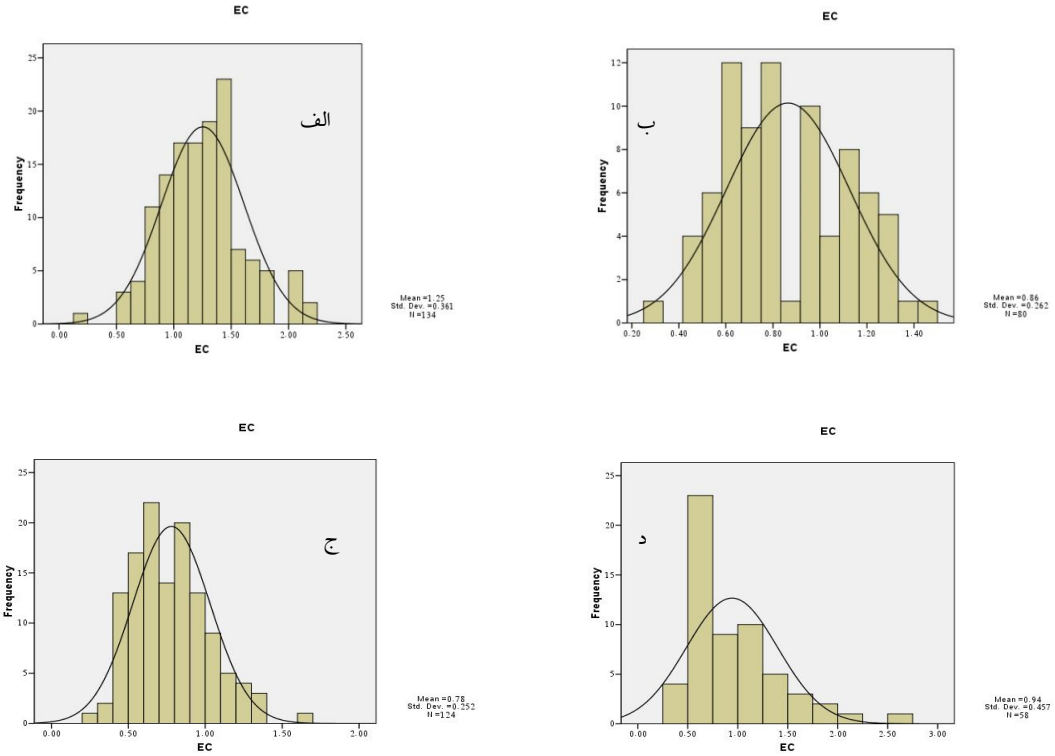
| نوع متغیر | واحد | تعداد نمونه | میانگین | میانه | واریانس | حداقل | حداکثر | چولگی | ضریب تغییرات (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) | $dS.m^{-1}$ | 124 | 0/780 | 0/75 | 0/063 | 0/25 | 1/69 | 0/684 | 32 |
| pH گل اشباع | - | 124 | 7/43 | 7/43 | 0/048 | 6/47 | 7/84 | -0/871 | 3 |
| کربن آلی | % | 124 | 2/24 | 1/98 | 1/08 | 0/68 | 5/24 | 0/962 | 46 |
| نیتروژن کل | % | 124 | 0/224 | 0/20 | 0/011 | 0/07 | 0/52 | 0/964 | 46 |
| فسفرقابل استفاده | mg/kg | 124 | 12/93 | 9/2 | 182/81 | 0/40 | 119/40 | 4/537 | 104 |
| پتاسیم قابل استفاده | mg/kg | 124 | 156/78 | 143 | 8363/70 | 56 | 971 | 5/85 | 58 |

**جدول 4- آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک‌های شهرستان رودبار**

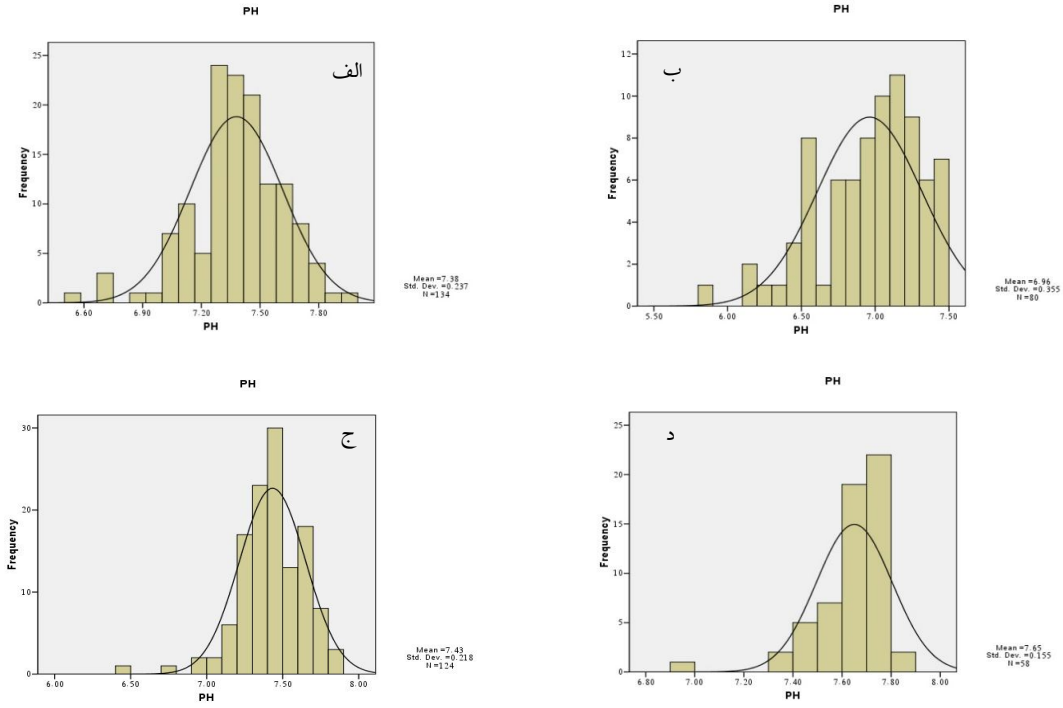
| نوع متغیر | واحد | تعداد نمونه | میانگین | میانه | واریانس | حداقل | حداکثر | چولگی | ضریب تغییرات (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) | $dS.m^{-1}$ | 58 | 0/942 | 0/75 | 0/209 | 0/42 | 2/68 | 1/629 | 48 |
| pH گل اشباع | - | 58 | 7/64 | 7/7 | 0/024 | 6/91 | 7/82 | -2/227 | 2 |
| کربن آلی | % | 58 | 0/899 | 0/83 | 0/131 | 0/32 | 1/87 | 0/966 | 40 |
| نیتروژن کل | % | 58 | 0/089 | 0/08 | 0/001 | 0/03 | 0/19 | 0/958 | 39 |
| فسفرقابل استفاده | mg/kg | 58 | 8/88 | 7/55 | 39/62 | 1/6 | 27/20 | 1/152 | 70 |
| پتاسیم قابل استفاده | mg/kg | 58 | 183/91 | 175 | 5577/65 | 56 | 323 | 0/241 | 40 |

برای تولید برنج pH محیط کشت باید بین 6/8 تا 7/2 باشد (نئو و ماماریل، 1985). میانگین pH در منطقه مقداد، سیاهکل، رودبار و ماسال به ترتیب 7/37 ، 6/96، 7/64 و7/43 بوده که برای رشد گیاه برنج به عنوان کشت غالب مناسب می‌باشد (جداول 1 تا 4). پایین‌ترین مقدار pH در خاک‌های شهرستان ماسال (6/47) و بالاترین مقدار آن در منطقه مقداد (7/98) دیده شد (جداول 1 و3). با توجه به دامنه مطلوب pH خاک برای رشد برنج، در منطقه مقداد 81 درصد خاک‌ها، در سیاهکل23 درصد خاک‌ها، در ماسال 79/4 درصد خاک‌ها و در رودبار 98/3 درصد خاک‌های مزارع نمونه‌برداری شده دارای pH خاک بالاتر از دامنه بحرانی بهینه بودند (شکل 7). پایین بودن pH خاک می‌تواند از طریق افزایش حلالیت آهن و منگنز و ایجاد سمیت این عناصر مشکلات متعددی برای گیاه برنج به همراه داشته باشد. استان گیلان مرطوب‌ترین استان کشور و همچنین مرطوب‌ترین منطقه از سواحل جنوبی دریای خزر می‌باشد. ارتفاعات البرز مانند یک سدکوهستانی از انتقال رطوبت دریای‌خزر به سمت فلات داخلی ایران جلوگیری می‌کنند و موجب افزایش رطوبت و بارندگی در این ناحیه می‌شوند. بارندگی زیاد سالانه می‌تواند بر میزان آبشویی و انتقال کاتیون‌های بازی به افق‌های زیرین و در نتیجه کاهش pH خاک‌های سطحی تأثیر زیادی داشته باشد (دوات‌گر و همکاران، 1398).

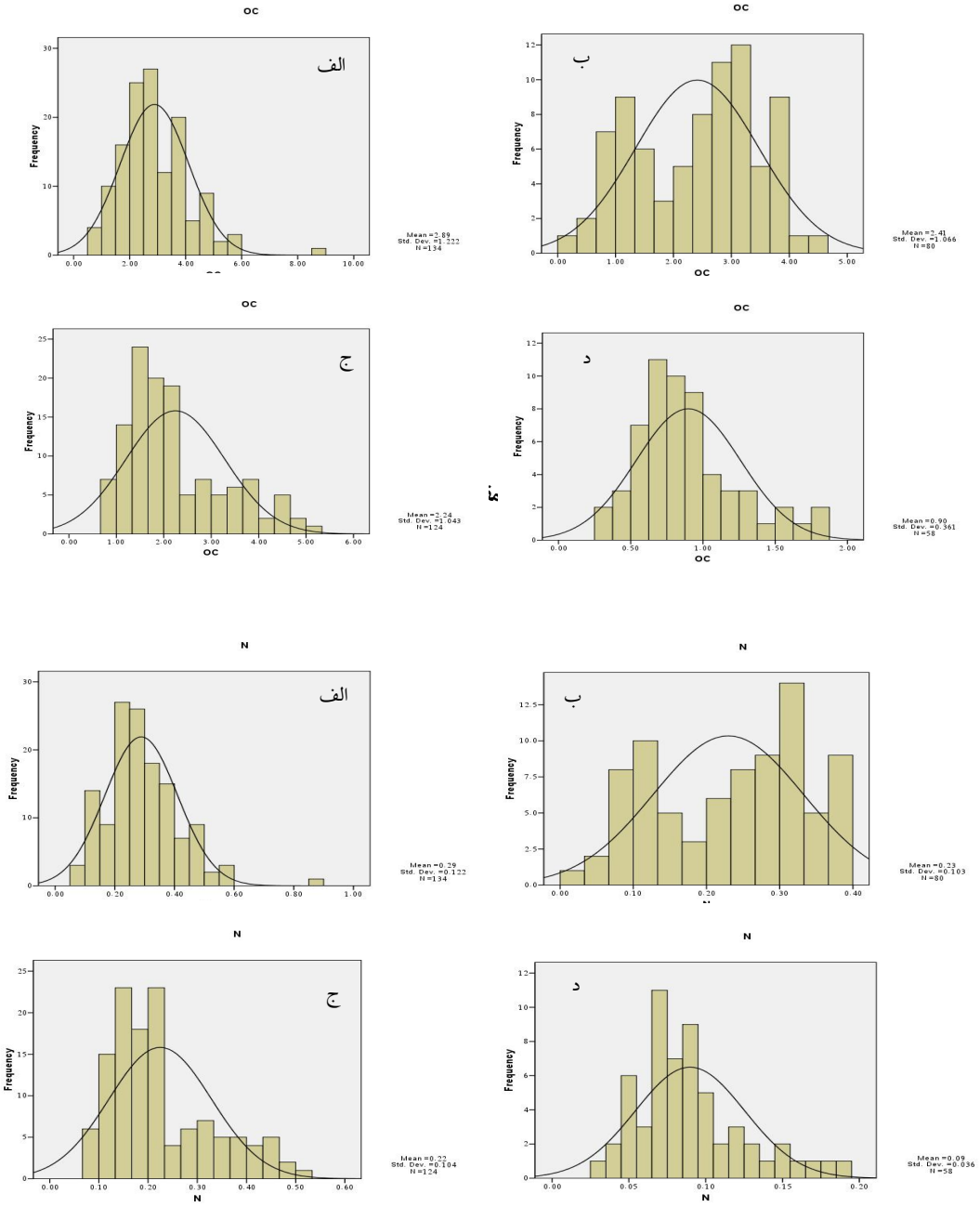
میانگین نیتروژن کل خاک در منطقه مقداد 0/28 درصد، سیاهکل 0/22 درصد، رودبار 0/08 درصد و ماسال 0/22 درصد می‌باشد (جداول 1تا 4). مقدار مناسب نیتروژن کل خاک برای رشد مناسب برنج 0/2 درصد گزارش شده است (نئو و ماماریل، 1985) بنابر این با توجه به نتایج میانگین نیتروژن کل بدست آمده از خاک‌های مورد بررسی، اراضی مناطق مقداد، سیاهکل و ماسال دارای محدودیت نیتروژن نبوده ولی منطقه رودبار دچار کمبود این عنصر است. نتایج بدست آمده از تک تک نقاط نمونه‌برداری نیز نشان داد که در منطقه مقداد 19/4 درصد خاک‌ها ، در سیاهکل 36/6 درصد خاک‌ها، در ماسال 48/4 درصد خاک‌ها و در رودبار 100 درصد خاک‌های مزارع نمونه‌برداری شده دارای نیتروژن کمتر از سطح بحرانی هستند (شکل9). برای آگاهی بهتر از وضعیت نیتروژن کل هیستوگرام توزیع فراوانی نیتروژن برای منطقه مقداد با بیشترین میانگین (0/28درصد) و شهرستان رودبار با کمترین میانگین (0/08درصد) در شکل5 نشان داده شده است. نیتروژن در شهرستان رودبار (شکل5) دارای چولگی به سمت راست می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی تمایل شاخص‌های مرکزیت آماری آنها به مقادیر پایین می‌باشد، از سوی دیگر منطقه کوهستانی رودبار یک منطقه دور از تاثیر رژیم اقلیمی خزری بوده و به دلیل کمبود مواد آلی بومی، بیشتر خاکهای این منطقه دارای ذخیره نیتروژن ناچیزی هستند.



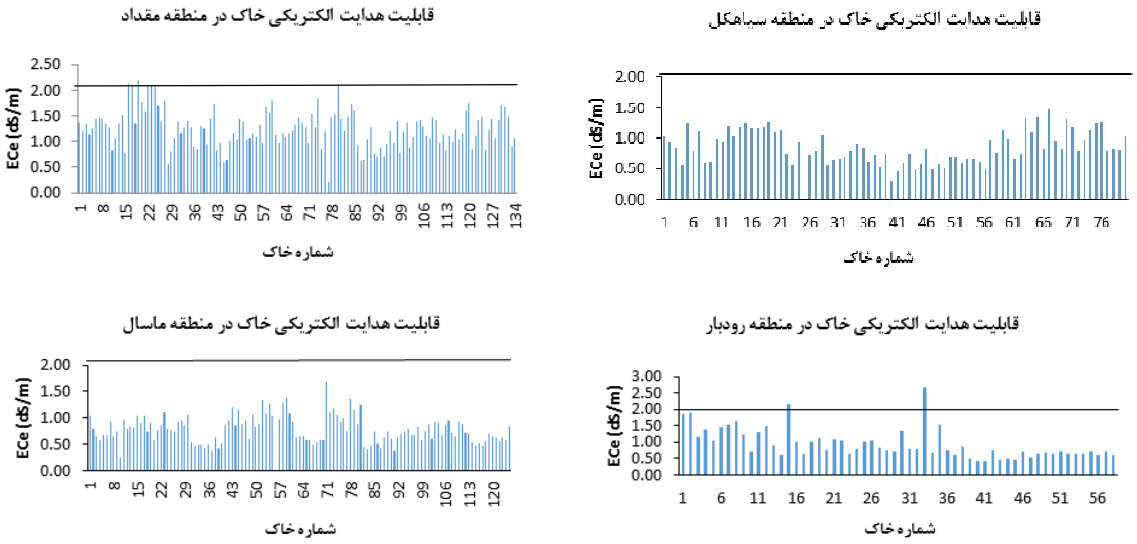

**شکل 2- توزیع فراوانی ECe خاک در مقداد (الف)، سیاهکل (ب)، ماسال (ج) و رودبار(د)**




**شکل 3- توزیع فراوانی pH خاک در مقداد (الف)، سیاهکل (ب)، ماسال (ج) و رودبار(د)**

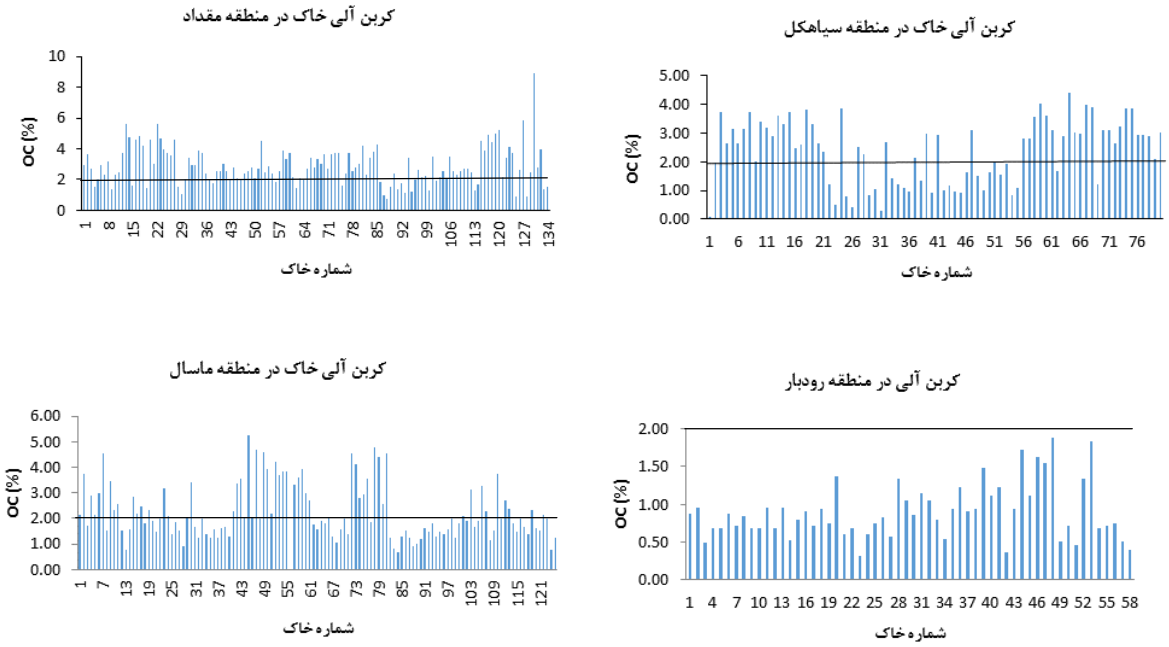



**شکل 5- توزیع فراوانی نیتروژن خاک (%) در مقداد (الف)، سیاهکل (ب)، ماسال (ج) و رودبار(د)**

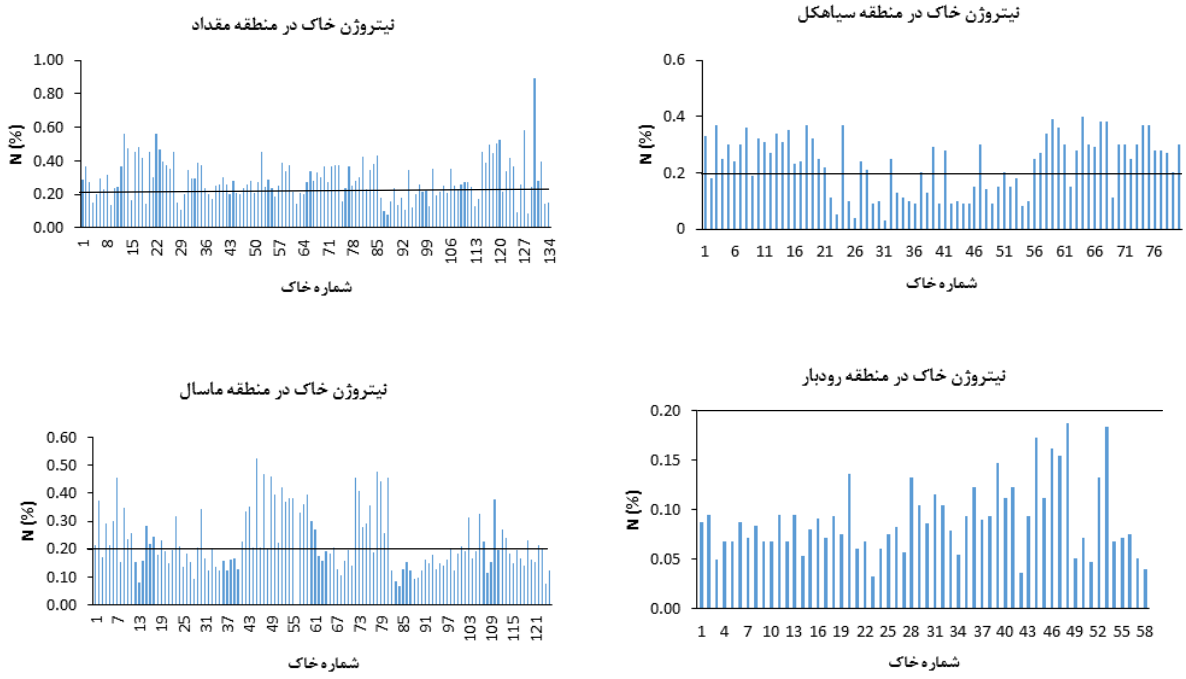



**شکل 6- وضعیت ECe خاک (dS/m) در مقداد، سیاهکل، ماسال و رودبار**

**شکل 7- وضعیت pH خاک در مقداد، سیاهکل، ماسال و رودبار**



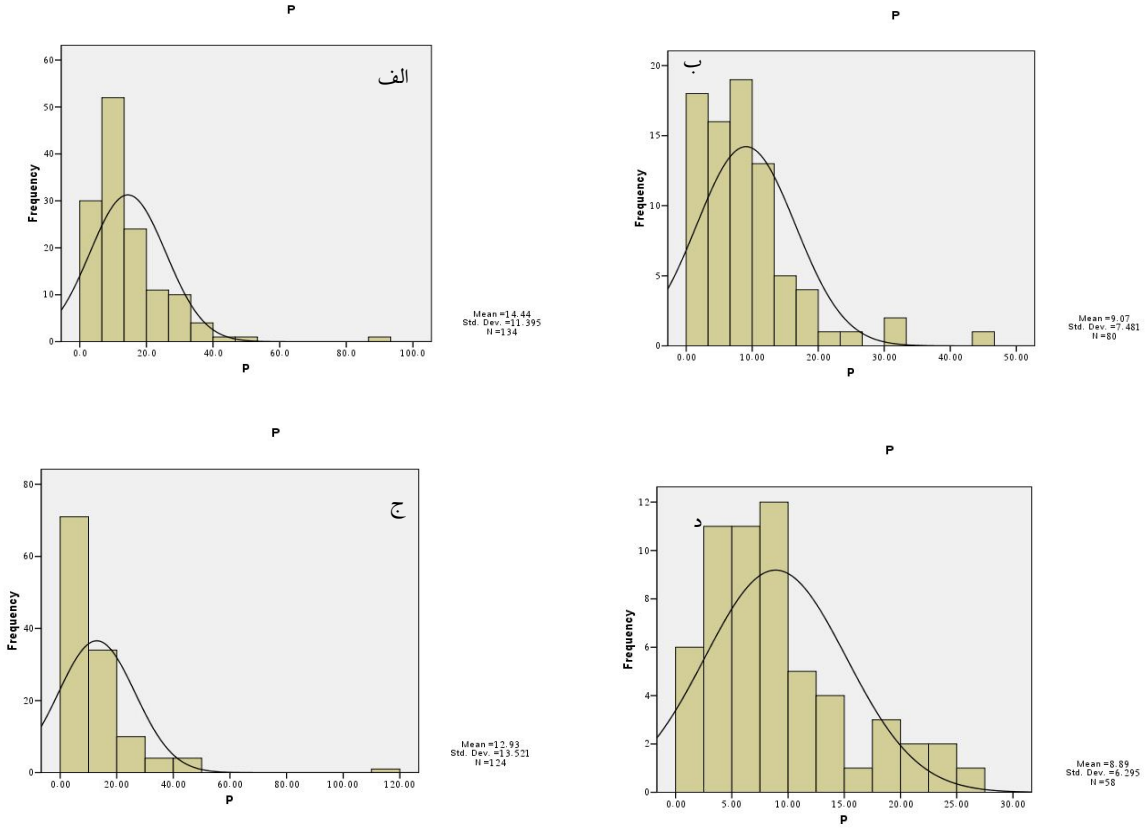

**شکل 8- وضعیت کربن آلی خاک (%) در مقداد، سیاهکل، ماسال و رودبار**



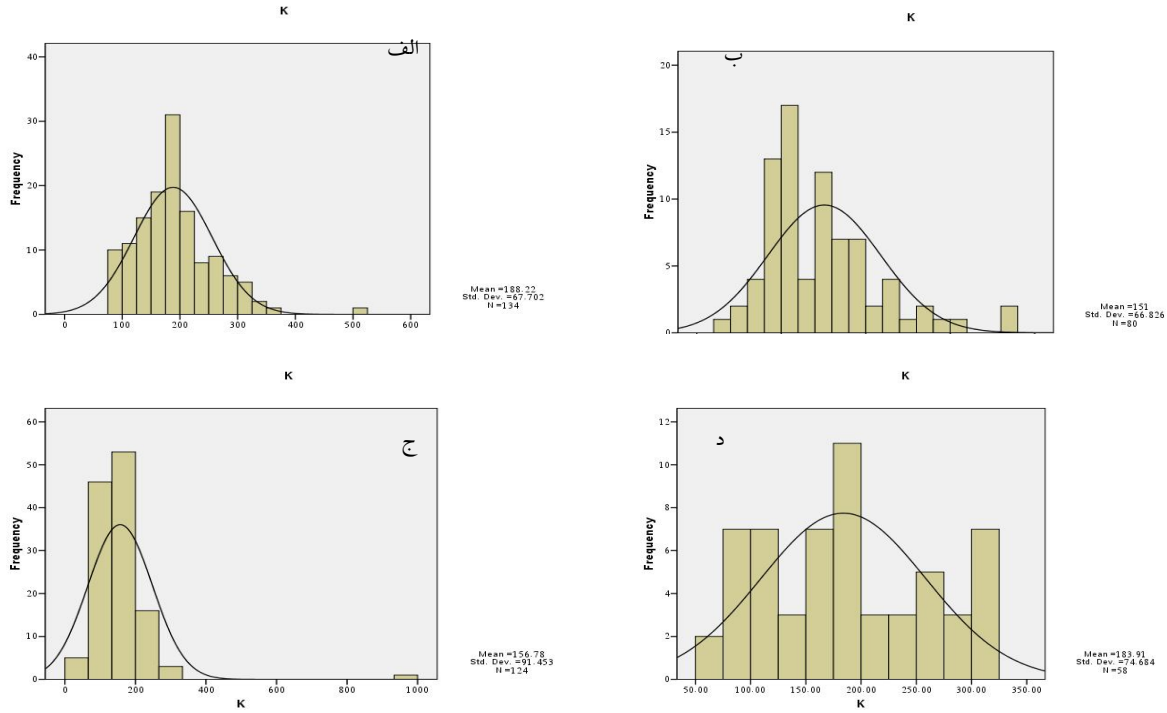

**شکل 9- وضعیت نیتروژن خاک (%) در مقداد، سیاهکل، ماسال و رودبار**

میانگین فسفر قابل استفاده در منطقه مقداد، سیاهکل، ماسال و رودبار به ترتیب 14/4، 9/1، 12/9 و 8/9 میلی‌گرم درکیلوگرم بودکه در مقداد و ماسال از سطح بحرانی12میلی‌گرم درکیلوگرم برای گیاه برنج (کریمی و همکاران، 2013) بالاتر بود (جداول 1و3). با توجه به نتایج تک‌تک نقاط نمونه‌برداری 54/5 درصد خاک‌ها در منطقه مقداد، 80 درصد خاک‌ها در سیاهکل، 65/8 درصد خاک‌ها در ماسال و 72 درصد خاک‌ها در رودبار دارای فسفر قابل استفاده کمتر از سطح بحرانی بودند (شکل 12). با بررسی بیشتر در هیستوگرام توزیع فراوانی فسفر قابل قابل استفاده (شکل 10) می‌توان مشاهده نمود هر چند میانگین فسفر در شهرستان ماسال مناسب است اما این حالت به علت وجود تعداد محدودی داده با غلظت بالای فسفر قابل استفاده و اثر آن بر افزایش معنی‌دار میانگین می‌باشد. در واقع با حذف این نمونه‌های استثنایی وضعیت نامطلوب فسفر قابل استفاده و کمبود آن دراین منطقه نیز بیشتر معلوم می‌گردد. کمترین و بیشترین میانگین پتاسیم قابل استفاده برای مناطق مورد بررسی بین 151 تا 188 میلی‌گرم درکیلوگرم به ترتیب در شهرستان سیاهکل و مقداد مشاهده گردید. نتایج تک‌تک نقاط نمونه‌برداری نشان داد 26 درصد خاک‌ها در منطقه مقداد، 51 درصد خاک‌ها در سیاهکل، 66 درصد خاک‌ها در ماسال و31 درصد خاک‌ها در رودبار دارای پتاسیم قابل استفاده کمتر از سطح بحرانی (140میلی‌گرم درکیلوگرم) (کاوسی و کلباسی، 2000) بودند (شکل 13). هیستوگرام توزیع فراوانی پتاسیم در دو شهرستان سیاهکل و مقداد نشان داد (شکل11) که توزیع جامعه گرایش بیشتر به سمت داده‌های پایین دارد و وجود چند نمونه با غلظت بالا، میانگین غلظت پتاسیم قابل استفاده را به مقدار زیادی افزایش داده است که در صورت عدم وجود این چند نمونه معدود شرایط واقعی‌کمبود این عنصر نمایان‌تر می‌گردد. بعد از مقداد، شهرستان رودبار دارای بالاترین غلظت پتاسیم می‌باشد. اراضی زراعی و باغی شهرستان رودبار در محدوده رودخانه سپیدرود قرار دارند و متاثر از آورد رسوبات و پتاسیم محلول در این رودخانه هستند. با توجه به هیستوگرام‌های ارائه شده منطقه مقداد و رودبار از نظر عناصر غذایی پرمصرف فسفر و پتاسیم قابل استفاده وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر مناطق دارند. در میان مناطق مورد بررسی تنها شهرستان رودبار دارای میانگین کربن آلی کمتر از 2 درصد بود. منطقه مقداد با میانگین 2/8 درصد، بالاترین مقدار کربن‌آلی را دارا بود (جداول 4 و1).

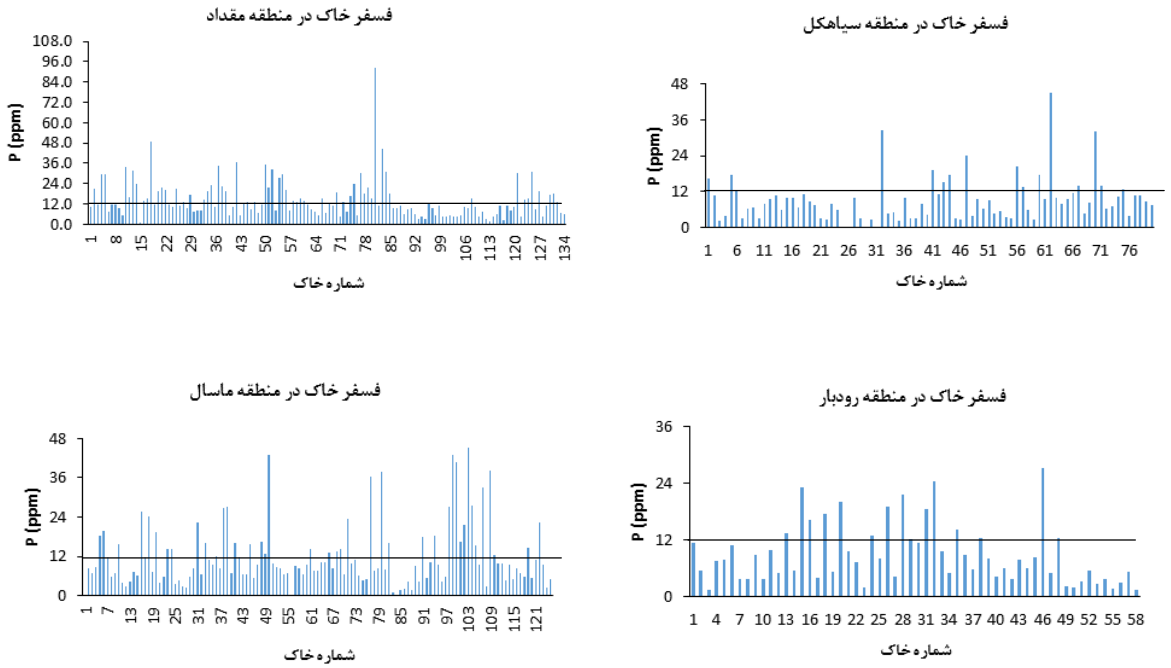
پارامتر ضریب تغییرات (CV) بدون بعد بوده، و می‌توان از آن برای مقایسه تغییرات یک صفت در بین واحدهای نمونه‌برداری دو یا چند جامعه متفاوت آماری (مانند شهرستان‌های مختلف) با مشاهدات ناهمگون یا نامتجانس و یا مقایسه تغییرات بین ویژگی‌های مختلف (با واحدهای متفاوت متر و کیلوگرم) دریک واحد نمونه‌برداری که بزرگی مشاهدات آن به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تفاوت دارد، استفاده کرد (رضایی، 1374). بر پایه تقسیم‌بندی ویلدینگ و درس(1983) پارامتر ضریب تغییرات (CV) کمتر از 15درصد تغییرات کم، بین 15 تا 35 درصد تغییرات متوسط و بیش از 35 درصد تغییرات زیاد را نشان می‌دهد. براین اساس ضریب تغییرات تقریباً در تمام ویژگی‌های مطالعه شده به جز pH زیاد است. این افزایش غیریکنواختی به دلایل متفاوت مانند تفاوت در واحد فیزیوگرافی، تفاوت در اقلیم، تفاوت درکاربری اراضی، تیپ خاک‌های متفاوت، تفاوت در مدیریت کاشت، داشت و برداشت گیاهان زراعی و باغی خاک است.



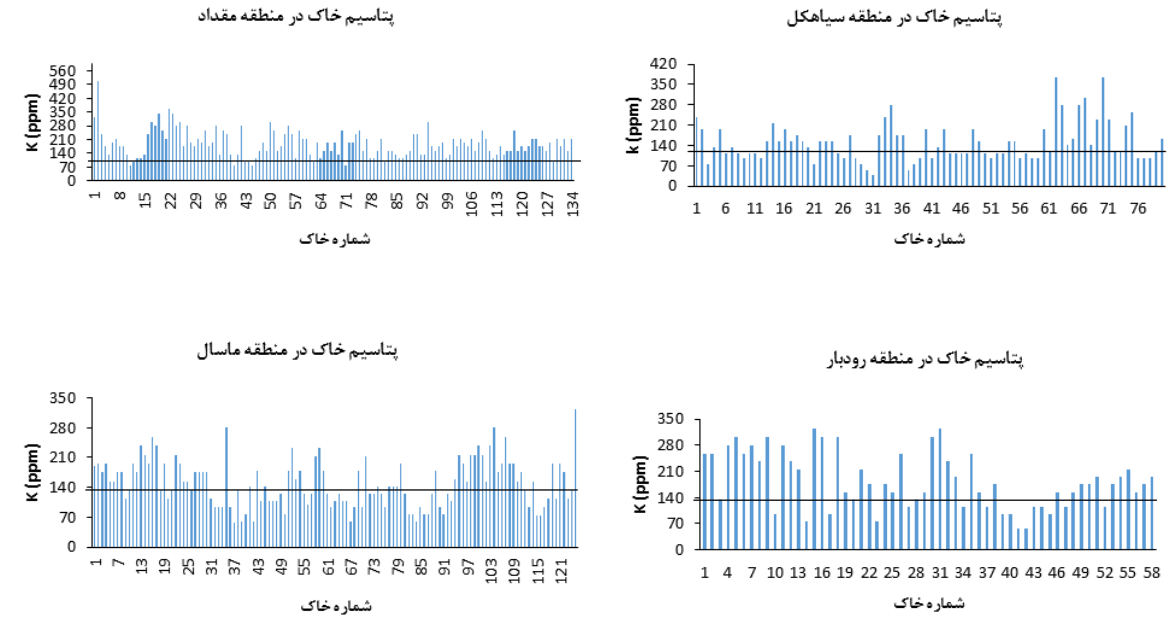

**شکل 10- توزیع فراوانی فسفر قابل استفاده خاک (mg/kg) در مقداد (الف)، سیاهکل (ب)، ماسال (ج) و رودبار(د)**




**شکل 11- توزیع فراوانی پتاسیم قابل استفاده خاک (mg/kg) در مقداد (الف)، سیاهکل (ب)، ماسال (ج) و رودبار(د)**




**شکل 12- وضعیت فسفر قابل استفاده خاک (mg/kg) در مقداد، سیاهکل، ماسال و رودبار**




**شکل 13- وضعیت پتاسیم قابل استفاده خاک (mg/kg) در مقداد، سیاهکل، ماسال و رودبار**

در تمامی نقاط، فسفر قابل جذب دارای بیشترین مقدار ضریب تغییرات (بالای 50 درصد) و pH کمترین ضریب تغییرات (کمتر از 22 درصد) را داشت در حالی‌که بقیه ویژگی‌ها دارای ضریب تغییرات بین 20% تا 70% بودند. تسگی و هیل (1998) نیز نشان دادند که pH ضریب تغییرات کمتری نسبت به دیگر ویژگی‌های شیمیایی داراست، زیرا مقادیر pH بر پایه یک مقیاس لگاریتمی از فعالیت پروتون در محلول خاک می‌باشد، پس برای یک تغییر کوچک در pH بایستی فعالیت پروتون در محلول خاک به مقدار زیادی تغییرکند (سان و همکاران، 2003). داهیا و همکاران (1984) نشان دادند که متغیرهای با ضریب تغییرات بالا، بیشتر تحت اثر عملیات مدیریتی قرار دارند. در این شرایط به تعداد نمونه بیشتری نیاز است تا برآوردها از صحت و دقت مطلوب برخوردار شود. ژونگ و همکاران (2008) نیز اعلام کردند که بالا بودن ضریب تغییرات در متغیرهای حاصلخیزی خاک نشان‌دهنده تغییرات مکانی شدید است و در این شرایط استفاده از الگوی نرخ متغیر در مصرف کود می‌تواند در بهبود عملکرد مؤثر باشد. ضریب تغییرات بالای فسفر قابل استفاده را می‌توان به تحرک پایین این عنصر و در نتیجه تغییرات نقطه‌ای آن مرتبط ساخت (بری و همکاران، 2003). در بررسی انجام شده ضریب تغییرات کربن‌آلی بین 20 تا 40 درصد بود که براساس تقسیم‌بندی ویلدینگ و درس (1983) دارای تغییرات متوسط تا زیاد است که می‌توان از دلایل عمده آن برقراری شرایط غیرهوازی در اراضی شالیزاری و کند شدن تجزیه‌ی ماده‌ی آلی، شرایط اقلیمی مناسب برای افزایش زیست‌توده مانند بارش فراوان و دمای متعادل نام برد.

## نتیجه‌گیری کلی

بررسی وضعیت و ارزیابی برخی ویژگی‌های تأثیرگذار در حاصلخیزی خاک اراضی شالیزاری و مشخص نمودن محدودیت‌های موجود خاک ابزار مهمی برای جبران خلا عملکرد و تولید پایدار می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد در مناطق مورد مطالعه سه عنصر ضروری پتاسیم، فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه برنج در خاک دارای محدودیت کم تا بسیار زیاد بوده و تعداد قابل توجهی از اراضی دارای غلظت کمتر از سطح بحرانی پتاسیم، فسفر و نیتروژن قابل استفاده هستند که این مسئله می‌تواند درکاهش عملکرد تاثیر بسزایی داشته باشد. با توجه به غیریکنواختی در توزیع مکانی این عناصر و کمبود آنها در خاک‌های مورد مطالعه ضروری است توصیه‌های کودی بصورت ویژه مکان و متناسب با وضعیت عناصر غذایی خاک انجام شود و مدیریت توزیع و مصرف کودهای شیمیایی حاوی این عناصر مورد توجه ویژه قرار گیرد.

## فهرست منابع:


1. بابازاده جعفری، ش.، فیضیان، م.، دوات گر، ن. 1400. درجه بندی نمایه کیفیت حاصلخیزی خاک بر مبنای عملکرد برنج در شالیزارهای بخش کوچصفهان استان گیلان. نشریه پژوهش های خاک .جلد 35 شماره3
2. دوات گر، ن.، شکوری کتیگری، م.، رضائی .ل.، دلسوز خاکی، ب.، شکری واحد، ح.، و کاووسی، م .1398 . تغییرات مکانی وضعیت حاصلخیزی خاک شالیزارهای بخش جنوبی دشت فومنات .نشریه پژوهش های خاک . جلد 33 شماره2: 141-155
3. دوات گر، ن.، کاووسی، م .یزدانی، م.ر.، رضایی، م .شکوری کتیگری، م .رضائی، ل .رودپیما، م .دریغ گفتار، ف. پیکان، م .احمدزاده، س .کشتکار، ف .و عطار، ا .1394 . شناسایی و ارزیابی منابع آلاینده و کیفیت آب های فاز اول دشت مرکزی گیلان .گزارش نهایی پروژه GIS سطحی کشاورزی دشت گیلان با استفاده از سامانه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات برنج کشور

4. رضایی، ع. 1374. مفاهیم آمار و احتمالات. نشر مشهد،476 صفحه.
5. شکوری کتیگری، م.، شعبانپور، م.، دوات گر، ن.، وظیفه‌دوست، م. 1399. ارزیابی کیفیت خاک در خاک‌های شالیزاری با عملکردهای متفاوت(مطالعه موردی: کوچصفهان استان گیلان). تحقیقات آب و خاک دوره 51 شماره 12
6. فلاح، ولی محمد.1378. پلات شاهد، توصیه علمی کود نیتروژنه بدون انجام آزمون خاک (نشریه ترویجی) شماره ثبت 79/4/27-79/215 ، موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران
7. Adriana, L.D. 2007. On the use of soil hydraulic conductivity functions in the field. Soil Science. 93: 162-170
8. Ahn, N. T., Shin, J. C. and Lee, B. W. 2004. Analysis of rice grain yield and soil chemical properties. Proceeding for the 12th International Crop Science Congress, September 26, Brisbane, Australia.
9. Ahn, N. T., Shin, J. C. and Lee, B. W. 2005. Analysis of within-field spatial variation of rice growth and yield in relation to soil properties. Korean Journal Crop Science, 50(4):221-237.
10. Asch, F. and M.C.S. Wopereis, 2001. Responses of field-grown irrigated rice cultivars to varying levels of floodwater salinity in a semi-arid environment. Field Crop Research., 70: 127-137
11. Balasundram, S. K., M. H. A. Husni and O.H. Ahmad. 2008. Application of geostatistics tools to quantify spatial variability of selected soil chemical properties from a cultivated tropical peat. Journal of agronomy. 7(1): 82-87.
12. Bremner, J.M.1996. Nitrogen total. P. 1058-1121. In D.W. Nelson, et al.(Eds) Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison. WI
13. Brye, K. R., N. A. Slaton, M. C. Stavin, R. J. Norman, and D. M. Miller. 2003. Short-torm effects of land leveling on soil physical properties and microbial biomass. Soil Science Society of American Journal. 67: 1405- 1417.
14. Dahiya, I. S., J. Richter, and R. S. Malik. 1984. Soil spatial variability: A review. Intern. Tropical Agriculture., Vol. 11, no. 1, PP: 1-102.
15. D Li, T Nanseki, Chomei, Y and Fukuhara, Y .2018. Impact of soil chemical properties on rice yield in 116 paddy fields sampled from a large-scale farm in Kinki region, Japan. 4th International Conference on Agricultural and Biological Sciences., Hangzhou, China.
16. Delsouz Khaki, B., Honarjoo, N., Davatgar, N., Jalalian, A., Torabi Golsefidi, H., 2017. Assessment of two soil fertility indices to evaluate paddy fields for rice cultivation. Sustainability 9: 1–1.
17. Franzen, D.W., Kitchen, N.R., 1999. Developing management zones to target nitrogen applications. SSMG-5. In: Site-specific Management Guidelines Series. Potash Phosphate Institute, http://www.ppi-far.org/ssmg.
18. Gotway, C. A., Ferguson, R. B., Hergert, G. W., and Peterson, T. A., 1996. Comparison of kriging and inverse-distance methods for mapping soil parameters. American Journal of Soil Science. 60, 1237–1247.
19. Helmke, P.A., and D.L. Sparks. 1996.Lithium, Potassium, Rubidium and Cesium. P. 551-574. In D.W. Nelson, et al.(Eds) Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison. WI
20. Karimi Amir Kiasar, M. Kavossi, M. Shokri vahed, H., 2013.Phosphorus Critical Concentration in Paddy Soils of Guilan Province. Water and Soil Science. University of Tabriz.
21. Kavossi, M. Kalbasi, M., 2000. Comparison of soil potassium extracting methods to determine suitable extractants for sepeedrood rice variety in some Guilan rice paddy fields. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources.; 3 (4) :57-70

22. Kuo, S.1996. Phosphorous. P. 869-919. In D.W. Nelson, et al.(Eds) Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison. WI
23. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P.961-1010. In D.W. Nelson, et al.(Eds) Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison. WI
24. Neue, H. U., Mamaril, C.P. 1985. Zinc, sulfur and other micronutrients in wetland soils. In. Wetland soils: characterization, classification and utilization. Manila, Philippines: International Rice Research Institute. P 307-319.
25. Pan XB. 1998. Development and application of Netherlandish crop model. Word Agriculture 223: 17-19.
26. Robert, P. C. 1999. Status and research needs. In precision Agriculture 99: proc. 2nd European conference on precision Agriculture, 12- 15. J. V. Stafford, ed. Oxford, U. K. : BIOS scientific publishers.
27. Sun, B., Sh. Zhou, and Q. Zhao. 2003. Evaluationof spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of suberopical china. Geoderma, 115: 85-99.
28. Tsegaye, T., Hill, R.L., 1998. Intensive tillage effects on spatial variability of soil test, plant growth, and nutrient uptake measurement. Soil Science. 163, 155– 165.
29. Wilding, L.P., and L.R. Dress. 1983. Spatial variability and pedology. In: L.P. Wilding, N.E. Smeckand and G.F. Hall (eds.), Pedogenesis and Soil Taxonomy. I. Concepts and Interactions. Elsvier Science Pub., pp. 83-116.
30. Xiong, W., I. Holman, D. Conway, E. Lin and Y. Li. 2008. A crop model cross calibration for use in region climate impacts studies. Ecological Modeling. 213: 365-380.
31. Young, J., L. Wenju, W. Wen and Z. Yuge. 2005. Spatial heterogeneity of DTPA-extractable zinc in Cultivated soils indused by city pollution and land use. Journal of Science in China Ser. C life Sciences. 15:75-80.

# Overview of the Status of Macro Elements, Salinity, and Organic Carbon in Some Paddy Lands of Gilan Province

**H. Shokri Vahed[1], N. Davatgar, M. Kavoosi, S. Babazadeh, L. Rezaee, and M. Shakouri**

Scientific Board Member, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran; E-mail: shokri_v@yahoo.com

Assist. Professor., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: n_davatger@ yahoo.com

Assoc. Professor., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran; E-mail: masoud_kavoosi2@yahoo.com

PhD. candidate, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran; E-mail: babazadeh50@yahoo.com

PhD. candidate, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran; E-mail: l.rezaee77@gmail.com

PhD. candidate, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran; E-mail: maryamshakouri@yahoo.com

**P: 193-208**

Received: October, 2021, and Accepted: May, 2022

**Abstract**

Lack of awareness of changes in soil content of nutrient elements in different farms and applying the same fertilizer recommendations cause some soils to receive more, and some less, than the required fertilizer. The aim of this study was to investigate the spatial changes and status of macro elements including N, P and K and some important soil properties such as OC, EC, and pH in some paddy fields of Gilan Province. To this end, in 2018, before preparing the land for cultivation, composite soil sampling was performed from 0 to 30 cm depth of paddy fields in Masal, Rudbar, Meqdad (Khoshkbijar, Lashtnashah, Khomam) and Siahkal areas, with spacings of at least 500 m. Using the results of soil analysis, status of the desired characteristics was evaluated based on descriptive statistics. Then, excess and deficiency of nutrients in paddy lands were determined. Data analysis showed that available phosphorus was one of the major limitations in the study areas, such that more than 80% of the sampled soils in Siahkal, 72% in Rudbar, 65% in Masal, and 54% in Meqdad were deficient in P. Potassium had better conditions than P, such that 51.3% of the soils in Siahkal area, 31% in Rudbar, 66% in Masal, and 26%in Migdad had available K lower than the critical level. Also, 19.4% of soils in Meqdad region, 36.6% in Siahkal, 48.4% in Masal, and 100% in Rudbar had total N lower than the critical level (0.2 %). Examination of the condition of paddy soils at the sampling points showed that the spatial distribution of nutrients was not the same. The findings of this study showed that using the same fertilizer recommendation is not suitable for different paddy lands; and distribution of fertilizer in different areas of the province should be done according to the soil analysis of each region.

**Keywords:** Descriptive statistics, Paddy fields, Rice, Spatial variability, Macro nutrients

[1] Corresponding author: Soil and Water Research Dept., Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.