

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه برنج

نویسندگان

محمدحسین داوودی، استادیار و رئیس بخش آزمایشگاهها
ناصر دواتگر، استادیار و معاون پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب
بهمن امیری لاریجانی، رئیس مرکز آموزش کاپیک
فرهاد مشیری، استادیار و معاون بخش تحقیقات شیمی، حاصلخیزی خاک و
تغذیه گیاه
محمد مهدی طهرانی، استادیار و رئیس بخش تحقیقات شیمی، حاصلخیزی
خاک و تغذیه گیاه

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیش گفتار.....	الف
1- کلیات	1
2- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی	2
2-1- آزمون خاک	2
2-2- تجزیه گیاه.....	3
2-3- علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی.....	6
2-3-1- علایم کمبود عناصر غذایی پر مصرف.....	6
2-3-2- علایم کمبود عناصر غذایی کم مصرف.....	15
3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه برنج	23
3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی.....	23
3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن.....	23
3-1-2- توصیه مصرف فسفر.....	36
3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم.....	41
3-1-4- کلسیم.....	42
3-1-5- گوگرد.....	43
3-1-6- سیلیسیم.....	46
3-1-7- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف.....	47
3-2- کاربرد کودهای زیستی در زراعت برنج.....	56
منابع.....	60
پیوست.....	64

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول 1- متوسط برداشت عناصر غذایی توسط واریته های پر محصول برنج	1
جدول 2- دامنه مناسب و سطح بحرانی برای کمبود نیتروژن در برگ در مراحل مختلف رشد برنج....	3
جدول 3- غلظت فسفر در قسمتهای مختلف گیاه در دو زمان خوشه دهی و برداشت	4
جدول 4- دامنه مناسب و سطح بحرانی برای کمبود فسفر در برگ در مراحل مختلف رشد برنج.....	4
جدول 5- حد مطلوب پتاسیم در برگ در مراحل مختلف رشد برنج	5
جدول 6- دامنه مناسب و سطح بحرانی کلسیم در بافتهای گیاه برنج.....	5
جدول 7- دامنه مناسب و سطح بحرانی گوگرد در بافت گیاهی برنج	5
جدول 8- دامنه مناسب و حد بحرانی برای کمبود و سمیت عناصر کم مصرف و سیلیسیم در بافت گیاه برنج	6
جدول 9- منابع کود نیتروژنی برای گیاه برنج.....	26
جدول 10- توصیه کود نیتروژنی اوره بر اساس مقدار کربن آلی خاک.....	27
جدول 11- مقادیر نیتروژن مصرفی بر اساس اعداد کلروفیل متر در مراحل رشد برنج.....	28
جدول 12- گروه بندی فسفر خاک به روش عصاره گیری اولسن.....	36
جدول 13- گروه بندی فسفر خاک برای کشت برنج به روش عصاره گیری بری 1-.....	36
جدول 14- توصیه کودی دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل	37
جدول 15- انواع کودهای فسفوری قابل استفاده در زراعت برنج.....	40
جدول 16- توصیه مصرف سولفات پتاسیم در کشت برنج	41
جدول 17- محدوده سمیت آهن در برگ برنج.....	49
جدول 18- منابع کودی بور برای برنج.....	55
جدول پیوست 1- تقویم کوددهی براساس مراحل رشد فنولوژیکی برنج	64
جدول پیوست 2- ضرایب تبدیل برای عناصر غذایی در کودهای مختلف	65

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل 1- علایم کمبود نیتروژن در مزرعه و بوته های برنج	7
شکل 2- علایم کمبود نیتروژن در برنج	8
شکل 3- توقف رشد و کاهش تعداد پنجه در اثر کمبود فسفر	10
شکل 4- ساقه های نازک و دوک دار در اثر کمبود فسفر	10
شکل 5- بی رنگ شدن برگ در اثر کمبود فسفر	10
شکل 6- علایم کمبود پتاسیم در برگ برنج	12
شکل 7- علایم کمبود منیزیم در برنج	13
شکل 8- کاهش در ارتفاع گیاه و تعداد پنجه در اثر کمبود گوگرد	14
شکل 9- کلروزه شدن برگها در اثر کمبود گوگرد	14
شکل 10- زردی برگ و بوته برنج در اثر کمبود گوگرد	14
شکل 11- علایم کمبود روی در برنج	15
شکل 12- کاهش تعداد پنجه و ظهور لکه های قهوه ای روی برگ برنج	15
شکل 13- علایم کمبود آهن در گیاه برنج	16
شکل 14- زردی بین رگبرگی در کمبود آهن	16
شکل 15- توقف رشد و برگهای باریک در کمبود آهن	17
شکل 16- کلروزه شدن برگهای جوان در اثر کمبود منگنز	18
شکل 17- کلروز بین رگبرگی در اثر کمبود منگنز	18
شکل 18- خسارت وارد شده به کل گیاه در اثر سمیت منگنز	18
شکل 19- به نقاط قهوه ای رنگ روی برگها علایم خسارت برگی در سمیت منگنز و ظهور	18
شکل 20- کلروزه شدن برگها در اثر کمبود مس	19
شکل 21- سوزنی شکل شدن برگها در اثر کمبود مس	19
شکل 22- علایم کمبود بور در برنج	20
شکل 23- علایم سمیت بور در برگ برنج	20
شکل 24- علایم کمبود سیلیسیم (Si) در برنج	21
شکل 25- تصویری از کارت اندازه گیری درجه سبزینگی برگهای برنج (LCC)	27

6 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

- شکل 26- اختلاف در رنگ بین چهار تیمار کود نیتروژنی در اواخر پنبه زنی 30
- شکل 27- زمان مصرف کود نیتروژن و سایر کودها در مراحل مختلف رشد برنج 31
- شکل 28- مراحل رشد و نمو گیاه برنج 32
- شکل 29- زمان مصرف کود سرک نیتروژن در گیاه برنج در ارقام زودرس و دیررس 34

پیش گفتار

دستیابی به غذای کافی، سالم و مغذی به عنوان یکی از حقوق اساسی افراد جامعه در سند چشم‌انداز بیست ساله کشور در افق 1404 مورد تأکید قرار گرفته است. در این راستا بخش کشاورزی خود را موظف به دستیابی به توانمندی لازم در برقراری امنیت غذایی و خوداتکایی در محصولات اساسی می‌داند. با تلقی امانت‌مدارانه، خاک امانتی است در اختیار ما که به عنوان منبع پایه و بستر تولید از اهمیت بسزایی برخوردار است به گونه‌ای که امنیت غذا در گرو امنیت خاک دانسته شده و برای تنویر افکار، سال 2015 به عنوان سال جهانی خاک نام‌گذاری گردیده است. در این راستا حاصلخیزی خاک نقشی محوری را در امنیت خاک و پشتیبانی تولید عهده‌دار است. لذا در ابتدای برنامه ششم و سال‌های باقی‌مانده تا 1404 وزارت جهاد کشاورزی مصمم گردیده تا با به‌کارگیری کلیه ذینفعان دخیل در حوزه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ضریب خوداتکایی محصولات زراعی شامل گندم، جو، کلزا، پنبه، حبوبات، چغندرقد، ذرت و برنج را ارتقاء دهد. به این منظور، معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی تدوین برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه را با هدف افزایش ضریب خوداتکایی هشت محصول زراعی در خرداد ماه 1393 به موسسه تحقیقات خاک و آب محول نمود. در این راستا موسسه تحقیقات خاک و آب با برگزاری هم‌اندیشی با متخصصان این حوزه از جمله پیشکسوتان و محققان ستادی و استانی و بهره‌گیری از نتایج پژوهش‌ها و دستورالعمل‌های قبلی و اخیر موسسه و منابع بین‌المللی، راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه برای هشت محصول یاد شده را تدوین نمود. در این جلد مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه برنج که عبارت از به‌کارگیری توأمان از منابع شیمیایی، آلی و زیستی برای ارتقاء حاصلخیزی خاک است به صورت ویژه مورد توجه قرار گرفته است. این دستورالعمل با تأکید بر مدیریت تغذیه بر اساس مراحل رشد گیاه، استفاده از کودهای نوین و محرک‌های رشد گیاهی، رعایت تناوب زراعی و استفاده از کود سبز در توصیه کودی، تولید محصول مغذی و با کیفیت و جنبه‌های بیولوژیک

حاصلخیزی خاک تهیه گردیده است. این دستورالعمل به گونه‌ای تنظیم شده است که برای گروه‌های عملکردی مختلف مورد استفاده می‌باشد. به علاوه قابلیت تبدیل سریع به دستورالعمل‌های منطقه‌ای، بولتن‌های ترویجی و پیام‌های تلویزیونی را دارا می‌باشد.

امید است با اتکال به خداوند منان و عزم ملی کلیه دست‌اندرکاران در اجرای توصیه‌های مندرج در این راهنما و نهادینه نمودن اصول ارتقاء حاصلخیزی خاک اعم از مصرف بهینه کود، افزایش مواد آلی خاک و ... در اراضی کشاورزی زمینه تحقق اهداف پیش بینی شده در برنامه‌های خوداتکایی، دستیابی به امنیت غذا، سلامت جامعه و حفظ محیط زیست را فراهم نموده و امانت‌داری مسئول باشیم.

کاظم خاوازی

رئیس مؤسسه تحقیقات خاک و آب

آبان‌ماه 1393

1- کلیات

غرقاب شدن خاک مجموعه‌ای از تغییرات شیمیایی و الکتروشیمیایی در آن ایجاد می‌کند که در حاصلخیزی خاک بسیار مؤثر است. حاصلخیزی یک خاک نیز به توانایی خاک برای تأمین عناصر غذایی به مقدار، اشکال و نسبت‌های مناسب برای تأمین حداکثر رشد گیاه اطلاق می‌گردد. این توانایی به ویژگی‌هایی چون پایداری خاک در تأمین و عرضه عناصر غذایی به مقدار مناسب و متناسب با رشد گیاه، وجود ترکیب یونی مناسب، عدم وجود مواد مسموم‌کننده برای گیاه یا مداخله‌گر در جذب عناصر غذایی بستگی دارد که جملگی تحت تأثیر تغییرات شیمیایی و الکتروشیمیایی حاصل از غرقاب شدن خاک قرار می‌گیرند. مهمترین تغییرات شیمیایی و الکتروشیمیایی در خاک‌های غرقاب شامل مصرف اکسیژن و تهی شدن خاک از آن، تغییر در واکنش خاک (pH)، کاهش پتانسیل رداکس (Eh)، تغییر در قابلیت هدایت الکتریکی (Eh) می‌باشد. این تغییرات موجب تشدید خاک، دنیتریفیکاسیون، تجمع آمونیوم و نیتروژن گازی، احیای منگنز چهار ظرفیتی، احیای آهن سه ظرفیتی، احیای سولفات و تشکیل سولفید هیدروژن، تولید اسیدهای آلی، تجمع دی اکسید کربن و تغییر در غلظت آهن، منگنز، فسفر، سیلیسیم، بور، مس، مولیبدن و روی محلول در آب می‌گردد. شدت این تغییرات با توجه به خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک، رژیم آبی و دمایی خاک در خاک‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد. برای مدیریت تغذیه گیاه برنج دانستن نیاز غذایی این گیاه ضروری است در جدول (1) میزان برداشت عناصر غذایی توسط گیاه برنج ارائه شده است.

جدول 1- متوسط برداشت عناصر غذایی توسط واریته های پر محصول برنج

(کیلوگرم به ازای تولید هر تن دانه برنج)

B	Cu	Mn	Fe	Ca	Mg	Si	S	Zn	K	P	N
کل برداشت عناصر غذایی در دانه و کاه و کلش											
0/015	0/012	0/50	0/50	4/0	3/5	80	1/8	0/05	17/0	3/0	17/5
برداشت عناصر غذایی توسط دانه											
0/005	0/009	0/05	0/20	0/5	1/5	15	1/0	0/02	2/5	2/0	10/5

2- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی

2-1- آزمون خاک

با آزمون خاک قبل از کشت از طریق نمونه‌برداری صحیح و اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و به ویژه غلظت عناصر غذایی قابل جذب خاک مشخص خواهد شد که تا چه حد شرایط خاک برای تأمین رشد گیاه و دستیابی به عملکرد مورد انتظار بهینه است و چه عناصری برای رشد کافی برنج در طول فصل زراعی مورد نیاز خواهد بود. به عبارت دیگر، آزمون خاک روشی مناسب برای پیش آگاهی از نقاط قوت و ضعف خاک در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی می‌باشد.

آزمون خاک روشی سریع، کم خرج و دقیق بوده که با انجام آن می‌توان توصیه کودی صحیح را اریه کرد. برنامه آزمون خاک شامل مراحل زیر می‌باشد.

- نمونه‌برداری صحیح از خاک که بیشتر توسط زارعین انجام می‌شود.
- تجزیه صحیح خاک در آزمایشگاه تجزیه خاک و گیاه به منظور تعیین غلظت عنصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک.
- تفسیر نتایج آزمایشگاهی و انجام توصیه کودی که توسط کارشناسان تغذیه گیاهی صورت می‌گیرد.

نمونه‌برداری صحیح از خاک، کاری بسیار مهم و حساس است. نمونه‌های برداشت شده از مزرعه باید به گونه‌ای باشند تا بتوان آنها را نماینده کل خاک آن مزرعه دانست. در صورت یکنواخت بودن خاک مزرعه، معمولاً از هر 10 تا 15 هکتار، برداشت یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی کفایت می‌کند. بدین منظور یک مسیر مارپیچ در مزرعه در نظر می‌گیرند. در طی مسیر، حدود 7 الی 10 نمونه برداشت شده و پس از مخلوط کردن، یک کیلوگرم از آن به آزمایشگاه فرستاده می‌شود. عمق نمونه‌برداری در حدود 30 سانتیمتری خاک سطحی است که در بیشتر موارد عمق منطقه گسترش ریشه در خاک می‌باشد. نکاتی که باید در موقع نمونه‌برداری از خاک مزرعه رعایت شود، عبارتند از:

- نمونه خاکی که به آزمایشگاه ارسال می‌شود باید نمودار واقعی زمین زراعی باشد. یعنی اینکه زمین باید قبلاً به قطعات یکنواخت از نظر رنگ، شیب، تاریخچه کشت، تناوب و نوع

محصول تقسیم‌بندی شود.

- قبل از نمونه‌برداری باید کاملاً اطمینان حاصل شود که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی، شیمیایی و یا بقایای گیاهی نباشد.
- حتی‌الامکان باید از برداشت نمونه از قطعاتی نظیر راه‌آبها، توده‌های قدیمی و پوسیده کاه، کناره دیوار و یا پرچین‌ها خودداری شود.
- در مواقعی که زمین خیلی مرطوب است باید از نمونه‌برداری اجتناب کرد. بهترین موقع نمونه‌برداری وقتی است که زمین گاوری باشد.
- به طور کلی بهترین موقع نمونه‌برداری از خاک در مورد گیاهان زراعی، قبل از کشت می‌باشد.

- نمونه مرکب خاک می‌بایست قبل از انتقال به آزمایشگاه در داخل یک کیسه پلاستیکی و یا کاغذی ریخته شده و مشخصات آن روی دو برچسب نوشته شود. یک برچسب در داخل ظرف قرار گرفته و دیگری روی ظرف چسبانده می‌شود. بر روی برچسب زمان نمونه-برداری، محل نمونه‌برداری، نام نمونه‌بردار، عمق نمونه‌برداری و کشت قبلی نوشته می‌شود.

2-2- تجزیه گیاه

بافت برگ‌ها به عنوان یک شاخص مطمئن برای ارزیابی وضعیت عناصر غذایی گیاه برنج می‌باشد. برگ پرچم، و یا جوان‌ترین برگ در زمان پنجه‌دهی فعال، مناسب‌ترین قسمت می‌باشد. در جدول (2) دامنه غلظت مناسب نیتروژن در برگ برنج ارائه شده است.

جدول 2- دامنه مناسب و سطح بحرانی برای کمبود نیتروژن در برگ در مراحل مختلف رشد برنج

مرحله رشد	قسمت گیاه	دامنه مناسب (درصد)	سطح بحرانی برای کمبود (درصد)
پنجه‌زنی تا تشکیل خوشه اولیه	برگ جوان	2/9-4/2	< 2/5
گل‌دهی	برگ پرچم	2/2-3	< 2
رسیدن دانه	کاه و کلش	0/6-0/8	

4 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

غلظت فسفر در اندامهای هوایی گیاه نسبت به ریشه بیشتر است. در طی رشد زایشی ترتیب غلظت فسفر بصورت دانه < برگ < ساقه < ریشه می باشد. ریشه ها در دوره رویشی گیاه دارای غلظت بالاتری از فسفر هستند. به طور معمول در مرحله رسیدگی، دانه ها دارای بالاترین غلظت فسفر می باشند. غلظت فسفر در بافتهای رویشی با افزایش سن گیاه کاهش می یابد. این الگوی تغییرات متغیر بوده و احتمالاً به واریته، سطح فسفر خاک و شرایط محیطی که میزان رشد را تحت تاثیر قرار می دهد بستگی دارد. مقدار متوسط فسفر در گیاه برنج تقریباً 0/26 درصد می باشد. مقدار آن در کاه و کلش برنج به دلیل تغییرات نسبت دانه به کاه در واریته های مختلف متفاوت می باشد. در مرحله رسیدن، غلظت فسفر در کاه و کلش حدود 0/1 درصد خواهد بود.

در گیاه برنج اگر غلظت فسفر در برگ 0/2-0/4 درصد در طی دوره رشد رویشی (قبل از گل دهی) باشد ذخیره فسفر کافی بوده و گیاه پاسخی به مصرف فسفر نمی دهد. عملکرد بیش از 7 تن در هکتار نیاز به فسفر بیش از 0/06 درصد در کاه و کلش و فسفر بیش از 0/18 در برگ پرچم در مرحله گل دهی دارد. در جدول (3) تا (6) غلظت مناسب فسفر، پتاسیم و کلسیم ارائه شده است.

جدول 3- غلظت فسفر (درصد) در قسمت های مختلف گیاه در دو زمان خوشه دهی و برداشت

مرحله رشد	لبه برگ	پهنک برگ	ساقه	ریشه	سنبله
خوشه دهی	0/061	0/078	0/066	0/049	0/056
برداشت	0/015	0/015	0/028	0/042	0/026

جدول 4- دامنه مناسب و سطح بحرانی برای کمبود فسفر در برگ در مراحل مختلف رشد برنج

مرحله رشد	اندام گیاه	حد مناسب (درصد)	سطح بحرانی کمبود (درصد)
پنجه زنی تا تشکیل خوشه اولیه	برگ جوان	0/2-0/4	< 0/1
گل دهی	برگ پرچم	0/2-0/3	< 0/18
رسیدن دانه	کاه و کلش	0/1-0/15	< 0/06

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه برنج / 5

جدول 5- حد مطلوب پتاسیم در برگ در مراحل مختلف رشد برنج

مرحله رشد	قسمت گیاه	حد مطلوب (درصد)
شروع گلدهی	برگ پرچم	1/8
رسیدن دانه	دانه	0/26
رسیدن دانه	کاه	1/40

جدول 6- دامنه مناسب و سطح بحرانی کلسیم در بافتهای گیاه برنج

مرحله رشد	قسمت گیاه	دانه مناسب (درصد)	سطح بحرانی کمبود (درصد)
جوانه زنی تا خوشه دهی	برگ جوان، ساقه	0/2-0/6	<0/15
رسیدن دانه	اندام هوایی	0/3-0/5	<0/15

در طی رشد رویشی قبل از گل دهی در غلظت های بیش از 0/15 درصد گوگرد در ساقه برنج، احتمال پاسخ گیاه به کاربرد کود گوگردی کم است. بین پنجه زنی و گل دهی غلظت کمتر از 0/10 درصد گوگرد در ساقه با نسبت نیتروژن به گوگرد (N:S) بیش از 15-20 مشخصه کمبود گوگرد می باشد. در مرحله رسیدگی، غلظت کمتر از 0/06 درصد گوگرد با نسبت نیتروژن به گوگرد (N:S) بیش از 14 در اندام هوایی (بیش از 26 در دانه) نشانه کمبود گوگرد می باشد. در جدول (7) دامنه مناسب غلظت گوگرد و در جدول (8) غلظت مناسب عناصر کم مصرف و سیلیسیم در گیاه برنج نشان داده شده است.

جدول 7- دامنه مناسب و سطح بحرانی گوگرد دریافت گیاهی برنج

مرحله رشد	قسمت گیاه	دامنه مناسب (درصد)	سطح بحرانی کمبود (درصد)
پنجه زنی	برگ جوان	0/15-0/30	<0/16
پنجه زنی	ساقه		<0/11
گل دهی	برگ پرچم	0/10-0/15	<0/10
گل دهی	ساقه		<0/07
رسیدن دانه	اندام هوایی		<0/06

جدول 8- دامنه مناسب و حد بحرانی برای کمبود و سمیت عناصر کم مصرف و سیلیسیم در بافت گیاه برنج

عنصر	مرحله رشد	اندام گیاه	دامنه مناسب (میلی گرم در کیلوگرم)	حد بحرانی برای کمبود (میلی گرم در کیلوگرم)	حد بحرانی برای بیش بود (میلی گرم در کیلوگرم)
روی	تشکیل خوشه اولیه	برگ پرچم	25-50	<20	>500
	پنجه دهی	ساقه	25-50	<10	>500
آهن	پنجه دهی	برگ پرچم	75-150	<70	>300
	پنجه دهی	ساقه	60-100	<50	
منگنز	پنجه دهی	برگ پرچم	40-700	<40	>800
	پنجه دهی	ساقه	50-150	<20	
مس	پنجه دهی	برگ پرچم	7-15	<5	>25
	رسیدگی	کاه		<6	>30
بور	پنجه دهی	برگ پرچم	6-15	<5%	>100
	رسیدگی	کاه		<3%	>100
سیلیسیم	پنجه دهی	برگ پرچم		<5%	
	رسیدگی	کاه	8-10%	<5%	

3-2- علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی

2-3-1- علایم کمبود عناصر غذایی پر مصرف

کمبود نیتروژن

نیتروژن جزء ترکیبات ضروری اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، نوکلئوتیدها و کلروفیل می باشد. رشد سریع گیاه (افزایش ارتفاع و تعداد پنجه)، اندازه برگ، تعداد خوشچه در خوشه، درصد خوشچه های پر در هر خوشه و درصد پروتئین دانه به میزان نیتروژن گیاه بستگی دارد. بنابراین نیتروژن همه فاکتورهای مؤثر در عملکرد را تحت تأثیر قرار می دهد. غلظت نیتروژن در برگ ارتباط نزدیک با میزان فتوسنتز برگ و تولید بیوماس دارد. نیتروژن، نیاز به دیگر عناصر غذایی مثل فسفر و پتاسیم را نیز افزایش می دهد.

کمبود نیتروژن در همه اراضی شالیزاری که واریته های جدید بدون مصرف کافی از کودهای نیتروژنی کشت می شوند وجود دارد. این کمبود در شرایطی که کود نیتروژنی در زمان نامناسب و به روش نادرست مصرف شود نیز شایع است.

این عنصر در داخل گیاه خیلی متحرک بوده و به دلیل انتقال آن از برگ های پیر به برگ های جوان تر، علایم کمبود آن ابتدا در برگ های پیر مشاهده می شود. در صورت کمبود،

علائم آن در مزرعه به صورت رنگ پریدگی عمومی، کوچک ماندن اندازه برگها و ضعف عمومی بوته‌ها و توقف رشد، بروز می‌نماید (شکل 4-1).



شکل 1- علائم کمبود نیتروژن در مزرعه (a) و بوته‌های برنج (b, c) که با مصرف کود نیتروژنی بلافاصله طی 3 روز رنگ سبز طبیعی بوته‌ها اصلاح گردید (d).

در شرایط کمبود نیتروژن، برگهای پیرتر یا تمام گیاه سبز متمایل به زرد شده و نوک برگها کلروزه می‌شود. در شرایط کمبود شدید برگها می‌میرند. به جز برگهای جوان که سبزتر هستند، برگها باریک، کوتاه، عمودی و سبز متمایل به زرد لیمویی می‌باشند. تمام مزرعه ظاهری زرد رنگ دارد. پنجه‌زنی و تعداد دانه در متر مربع کاهش می‌یابد. کمبود نیتروژن ممکن است با کمبود گوگرد تداخل یابد، ولی در کمبود گوگرد ابتدا برگهای جوان‌تر یا همه برگها در گیاه برنج زرد رنگ می‌شود که در کمبود نیتروژن این چنین نیست. علائم کمبود نیتروژن در وسط فصل می‌تواند با کمبود آهن اشتباه گرفته شود. کمبود نیتروژن در اراضی شالیزاری بسیار شایع بوده و ممکن است به دلایل زیر بروز نماید. مقدار کم ذخیره نیتروژن در خاک، کاربرد ناکافی کودهای نیتروژنی، پایین بودن راندمان کودهای نیتروژنی (هدر رفت از طریق تصعید، دنتریفیکاسیون، زمان مصرف نامناسب، جایگذاری نامناسب، آبشویی و روان آب)، کاهش ذخیره معدنی نیتروژن در اثر غرقاب طولانی مدت (بطور مثال در سیستم چند کشتی)، هدر رفت از طریق بارندگی سنگین (آبشویی، نفوذ عمقی)، خشک شدن ناگهانی خاک در طی دوره رشد و تثبیت

زیستی ضعیف نیتروژن به دلیل کمبود شدید فسفر.

خصوصیات خاکهایی که در معرض کمبود نیتروژن هستند به شرح زیر می باشد.

- خاکهای با مقدار کربن آلی خیلی کم (بطور مثال کمتر از 0/5 درصد کربن آلی)

- خاکهای اسیدی با بافت درشت.

- خاکهای با خصوصیات ویژه برای ذخیره طبیعی نیتروژن بطور مثال، خاکهای اسیدی

سولفاته، خاکهای شور، خاکهای مبتلا به کمبود فسفر، خاکهای با زهکشی ضعیف و

خاکهایی که معدنی شدن نیتروژن یا تثبیت زیستی نیتروژن در آنها کم می باشد.

- خاکهای قلیایی و آهکی با مقدار کم مواد آلی و پتانسیل بالای تصعید نیتروژن.

نیتروژن در تمام دوره رشد گیاه مورد نیاز می باشد اما زمان حداکثر نیاز نیتروژن

برنج بین ابتدای پنجه زنی تا اواسط آن و نیز مرحله تشکیل خوشه اولیه می باشد. ذخیره کافی

از نیتروژن در دوره رسیدن دانه برای تأخیر در پیری برگ، ثابت ماندن فتوسنتز در زمان

پرشن دانه و افزایش درصد پروتئین دانه مورد نیاز می باشد.



شکل 2- علایم کمبود نیتروژن در برنج.

مصرف بیش از حد نیتروژن نیز با علایمی همراه است. رنگ گیاه به سبز تیره تغییر

می یابد. در کمبود فسفر نیز برگها سبز تیره می شوند که ممکن است با مصرف اضافی

نیتروژن اشتباه گرفته شود ولی در کمبود فسفر، پنجه زنی کاهش و رشد متوقف خواهد شد.

زیادی نیتروژن، در صورتی که مقدار سایر عناصر غذایی کم باشد، دوره رشد گیاه را

طولانی تر کرده و رسیدن محصول را به تأخیر می اندازد. چنانچه نیتروژن اضافی به گیاه برسد

و شرایط رشد نیز مناسب باشد، کربوهیدراتها صرف ساختن پروتئین می شوند. به همین

خاطر، آب بیشتر جذب پروتوپلاسم گیاه شده و در نتیجه گیاه ترد و شکننده می شود.

دستور العمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه برنج /9

در این شرایط گیاه برنج ممکن است سالم باشد، اما در مرحله رسیدن (مخصوصاً در کشت مستقیم) ورس خواهد کرد. در این شرایط ساقه‌های برنج نسبت به بیماریها (بلایت برگ‌گی باکتریایی، شیت بلایت و بلاست) و یا خسارت حشرات (کرم برگ‌خوار برنج) حساس خواهد شد.

کمبود فسفر

فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه به شمار می‌آید. فسفر در کلیه فرآیندهای بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا و سازوکار انتقال انرژی دخالت دارد. افزون بر آن، فسفر جزئی از پروتئین‌ها یاخته بوده و به عنوان بخشی از پروتئین هسته، غشاء یاخته‌ای و اسیدهای نوکلئیک نقشی ویژه دارد.

فسفر در درون گیاه پویا بوده و سبب افزایش پنجه‌دهی، توسعه ریشه و گلدهی شده و زمان رسیدن محصول را به ویژه در شرایطی که درجه حرارت پایین باشد، تسریع می‌نماید. کمبود فسفر، فعل و انفعالات سوخت و ساز، نظیر تبدیل قند به نشاسته را متوقف ساخته و در نهایت آنتوسیانین (رنگ ارغوانی) در برگ تشکیل می‌شود. جذب فسفر به مقدار کافی در اوایل دوره رشد گیاه، اهمیتی بسیار دارد. این اهمیت در اندامهای زایشی، بیشتر نمایان است. فسفر عامل زودرسی محصولات، به ویژه غلات است.

کمبود فسفر در همه سیستمهای کشت برنج به عنوان یک عامل محدود کننده رشد در خاکهای با قدرت تثبیت فسفر بالا معمول می‌باشد. ذخیره پایین فسفر خاک، کاربرد ناکافی کودهای فسفوری معدنی، راندمان پایین کودهای فسفوری به دلیل ظرفیت تثبیت بالای فسفر و هدر رفت از طریق فرسایش، تثبیت فسفر به شکل فسفاتهای کلسیم، مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی همراه با مصرف ناکافی فسفر، اختلاف ارقام در حساسیت به کمبود فسفر و پاسخ به کودهای فسفوری، روش استقرار گیاه (کمبود فسفر به طور معمول در روش کشت مستقیم برنج به دلیل تراکم بالا و سیستم ریشه‌ای ضعیف اتفاق می‌افتد) از دلایل عمده کمبود فسفر به حساب می‌آید.

خاکهای با بافت درشت، مقادیر کم مواد آلی و با ذخیره فسفر پایین (خاکهای شنی) خاکهای به شدت هوا دیده، خاکهای اسیدی با قدرت تثبیت بالای فسفر (التی سل و اکسی سل‌ها)، خاکهای آهکی، شور و سدیک، خاکهای آتشفشانی با ظرفیت تثبیت بالای فسفر (اندی سل‌ها)، خاکهای پیت (هیستوسل‌ها) و خاکهای اسیدی سولفات‌ها با مقادیر بالای آهن و آلومینیم در معرض کمبود فسفر قرار دارند.

مهمترین علایم کمبود فسفر در برنج شامل توقف رشد و کاهش پنجه‌زنی می‌باشد. در این شرایط برگها به ویژه برگهای پیرتر، باریک، کوتاه، خیلی عمودی و سبز تیره هستند. رنگ قرمز و آبی کم رنگ در اثر تولید آنتوسیانین در برگها ظاهر می‌شود و در نهایت برگهای پیر قهوه‌ای شده و می‌میرند. ساقه نازک و دوک‌دار شده و تأخیر در رشد گیاه اتفاق می‌افتد. تعداد برگ، خوشه و تعداد دانه در خوشه کم می‌شود. وقتی کمبود نیتروژن و فسفر همزمان با هم باشد، رنگ برگها سبز کم رنگ خواهد شد. تشخیص کمبود فسفر در حد متوسط در مزرعه مشکل است. کمبود فسفر به طور معمول با دیگر عارضه‌ها مثل سمیت آهن در pH پایین، کمبود روی، کمبود آهن و شوری در خاکهای قلیایی همراه است. وقتی کمبود فسفر شدید باشد، گیاه به گل‌دهی کامل نمی‌رود و نسبت بالایی از خوشه‌ها پوک می‌شوند. در این شرایط وزن هزار دانه پایین آمده و کیفیت دانه نیز کم می‌شود. عدم پاسخ به مصرف کودهای نیتروژنی، تحمل کم به آب سرد و عدم وجود جلبک در آب غرقابی از نشانه‌های کمبود فسفر است.



شکل 4- ساقه‌های نازک و دوک‌دار در اثر کمبود فسفر



شکل 3- توقف رشد و کاهش تعداد پنجه در اثر کمبود فسفر



شکل 5- بی‌رنگ شدن برگ در اثر کمبود فسفر