

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصل‌نی‌زنی خاک و تغذیه پنبه

زورندگان

عبدالمهدی ضیائی‌نیا، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

عبدالرضا قمری‌نیک، عضو هیئت‌مدیره تحقیقات پنبه

محمد سلیم‌پور، عضو هیئت‌مدیره تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی تهران

حمیدرضا ذوقی، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

محمد مهدی طبرانی، استادیار و رئیس بخش تحقیقات شیره، حاصل‌نی‌زنی خاک و تغذیه گیاه

حامد رضایی، استادیار و رئیس بخش تحقیقات اصلاح خاک و مدیریت پایداری اراضی

خراسان رضوی، استادیار و مدیر بخش تحقیقات خاک و آب

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
الف.....	پیش گفتار.....
1.....	1- کلیات.....
3.....	2- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی.....
3.....	1-2- آزمون خاک.....
4.....	2-2- تجزیه گیاه.....
5.....	3-2- علائم ظاهری کمبود عناصر غذایی.....
5.....	2-3-2-1- علائم کمبود عناصر غذایی پر مصرف.....
8.....	2-3-2-2- علائم کمبود عناصر غذایی کم مصرف.....
10.....	3- مدیریت تلفیقی تغذیه پنبه.....
11.....	3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی.....
11.....	3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن.....
15.....	3-1-2- توصیه مصرف فسفر.....
19.....	3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم.....
22.....	3-1-4- توصیه مصرف کلسیم.....
23.....	3-1-5- توصیه مصرف منیزیم.....
23.....	3-1-6- توصیه مصرف گوگرد.....
24.....	3-1-7- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف.....
27.....	3-2- کاربرد ماده آلی در تولید پنبه.....
28.....	3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت پنبه.....
30.....	4- مدیریت تغذیه پنبه در شرایط خاک‌های شور.....
32.....	5- تقویم کوددهی پنبه مطابق مراحل فنولوژیک.....
32.....	6- راهکارهای عملی برای افزایش تولید و بهبود کیفیت پنبه.....
33.....	منابع.....
36.....	پیوست: تقویم کوددهی پنبه منطبق بر مراحل فنولوژیکی.....

فهرست جداول

صفحه	عنوان
1	جدول 1- مواد تولیدی از یک هکتار پنبه کاری
3	جدول 2- برداشت تقریبی عناصر غذایی توسط یک تن وش (الیاف) پنبه
4	جدول 3- حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک برای پنبه
5	جدول 4- حدود کفایت نیتروژن نیتراتی و فسفر در دمبرگ پنبه
5	جدول 5- حدود کفایت عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در پهنک برگ
12	جدول 6- توصیه کود اوره براساس میزان کربن آلی خاک در محصول پنبه
12	جدول 7- برآورد اوره مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در هکتار در مناطق معتدل
13	جدول 8- برآورد اوره مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در هکتار در مناطق گرم
17	جدول 9- برآورد دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل مورد نیاز پنبه در مناطق معتدل
18	جدول 10- برآورد دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل مورد نیاز پنبه در مناطق گرم
20	جدول 11- توصیه کود سولفات پتاسیم براساس نتایج آزمون خاک برای پنبه
20	جدول 12- برآورد سولفات پتاسیم مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در هکتار در اقلیم معتدل
21	جدول 13- برآورد سولفات پتاسیم مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در هکتار در اقلیم گرم
24	جدول 14- درصد گوگرد در ماده خشک برای تعیین وضعیت تغذیه ای گوگرد
25	جدول 15- برآورد سولفات روی مورد نیاز پنبه
26	جدول 16- علائم کمبود، حد بحرانی در برگ و توصیه کودی عناصر کم مصرف در پنبه
28	جدول 18- برآورد حداقل ماده آلی مورد نیاز پنبه

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 5

فهرست شکل ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
2 ...	شکل 1- درصد توزیع سطح و میزان تولید محصول پنبه در استان های کشور در سال زراعی 90-1389
6.....	شکل 2- علایم کمبود نیتروژن در پنبه
6.....	شکل 3- علایم کمبود فسفر در پنبه
7.....	شکل 4- علایم کمبود پتاسیم
7.....	شکل 5- علایم کمبود منیزیم در پنبه
8.....	شکل 6- علایم کمبود گوگرد
9.....	شکل 7- علایم کمبود روی
9.....	شکل 8- علایم کمبود آهن
10.....	شکل 9- علایم کمبود منگنز
27.....	شکل 10- منحنی راهنما برای محلول پاشی عناصر کم مصرف در پنبه.....

پیش‌گفتار

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 امانت‌دارانه، 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، چغندر قند، 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 پنبه 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

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/7

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.

کامبیز بازرگان

رئیس مؤسسه تحقیقات خاک و آب

مردادماه 1394

1- کلیات

پنبه از محصولات گرانبها و پرارزشی است که از نظر اقتصادی موقعیت خاصی در جهان امروزی به دست آورده است تا جایی که به آن «طلای سفید» نام نهاده‌اند. ایران از نظر شرایط اقلیمی یکی از مساعدترین مناطق برای کشت و تولید پنبه است. این گیاه از مهم‌ترین و اصلی‌ترین گیاهان تولیدکننده الیاف طبیعی است که در صنایع متنوع و گوناگون مصرف دارد (جدول 1). در دانه‌های این محصول حدود 20 درصد روغن وجود دارد که از این نظر بعد از سویا مهم‌ترین دانه روغنی محسوب می‌گردد. کنجاله پنبه دانه که پس از روغن‌کشی از دانه‌های آن حاصل می‌گردد با داشتن 36-48 درصد پروتئین یکی از ترکیبات اصلی خوراک دام است. زراعت پنبه علاوه بر ایجاد اشتغال در کشاورزی و صنایع نساجی، چرخ کارخانجات روغن‌کشی را به حرکت درآورده و صدها فرآورده غذایی، دارویی، نظامی، بهداشتی و صنعتی را که تنها با مشتقات نفت خام قابل مقایسه می‌باشند، به جامعه عرضه می‌دارد.

جدول 1- مواد تولیدی از یک هکتار پنبه کاری (ضیائیان و همکاران، 1384)

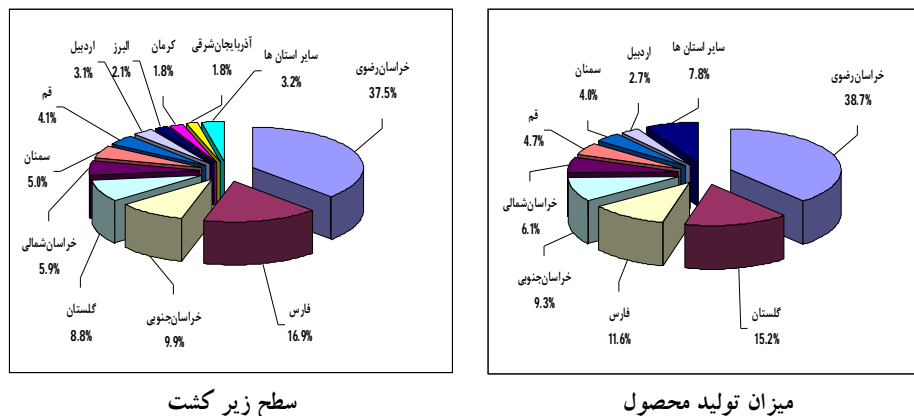
عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)	فرآورده های خام	فرآورده ها	عملکرد فرآورده (کیلو در هکتار)
	الیاف (حدود 32%)		800
	پنبه دانه (حدود 55%)	روغن	200
2500		کنجاله	756
		لینتر جین	22
		لینتر روغنکشی	90

تنوع و ارزش افزوده‌ای که در تولید و عرضه فرآورده‌های پنبه وجود دارد در بین محصولات کشاورزی استثنایی است و از این طریق می‌توان شغل‌های متعدد جدیدی در کشور ایجاد و از مزایای اقتصادی و اجتماعی آنها نیز بهره مند گردید. صادرات پنبه خام و به ویژه فرآورده‌های آن، از راه‌های تحصیل ارز کشورها است و میزان ارزآوری آن نسبت به کالاهای دیگر کشاورزی برتری دارد. مقایسه ارزش مواد تولیدی از یک هکتار محصولات مختلف گویای این مطلب است که ارزش مواد تولیدی از یک هکتار پنبه کاری در

2/ برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

بازارهای جهانی بیش از گندم، ذرت، برنج و بسیاری از محصولات دیگر می‌باشد. در ایران پنبه از تولیدات مهم ملی محسوب می‌شود و پس از نفت یکی از بزرگترین ارقام صادراتی کشور را شامل می‌شود. علاوه بر ارزش صادراتی، چون صنایع نساجی، صنایع روغن نباتی و صنایع فرش کشور نیاز به این محصول دارند، زراعت و تولید آن از اهمیت خاصی برخوردار است.

با توجه به مشخصات گیاهی پنبه، قابلیت انطباق این گیاه با شرایط اقلیمی و خاک کشور بسیار زیاد بوده و بدون محدودیت در اغلب مناطق کشور قابل کشت و کار می‌باشد. پنبه به شوری خاک متحمل بوده و گرما دوست می‌باشد. این گیاه به دلیل دارا بودن ریشه عمیق و وجینی بودن زراعت آن، جایگاه ارزنده‌ای در تناوب زراعی داشته و ضمن بهبود وضعیت خاک، عملکرد محصول بعدی را نیز افزایش می‌دهد. به دلیل اثرات مثبت تناوبی، کشت آن موجب کاهش بیماریها به ویژه بیماریهای گندم در استانهای مرطوب (شمالی) می‌گردد. وجود پنبه در برنامه تناوب بسیاری از استانهای کشور، پایداری تولید گندم را موجب می‌گردد. نظر به مزیت‌های این محصول، لازم است توسعه کشت آن در کشور مورد اهتمام برنامه‌ریزان کشور قرار گیرد. در شکل (1) توزیع استانی سطح زیر کشت و میزان تولید پنبه نشان داده شده است.



شکل 1- درصد توزیع سطح و میزان تولید محصول پنبه در استان‌های کشور در سال زراعی 90-1389

نیاز غذایی پنبه: پنبه مانند سایر گیاهان به نیتروژن، فسفر، پتاسیم در درجه اول و کلسیم، گوگرد، منیزیم، بور، آهن و روی در درجه دوم احتیاج دارد. عناصر غذایی دسته دوم از نظر

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/3

مقدار کمتر از عناصر غذایی دسته اول به مصرف گیاه می‌رسند ولی تمام عناصر ذکر شده در رشد و نمو بوته پنبه اهمیت خاصی دارند. تولید هر تن وش (دانه همراه با الیاف) موجب خروج 32 تا 46 کیلوگرم نیتروژن، 12 تا 15 کیلوگرم فسفر، 32 تا 43 کیلوگرم پتاسیم و 8 تا 10 کیلوگرم منیزیم از خاک می‌گردد. برای جبران عناصر غذایی خارج شده و به منظور رشد و نمو بهینه نیازمند استفاده از کودهای شیمیائی و آلی می‌باشیم.

جدول 2- برداشت تقریبی عناصر غذایی توسط یک تن وش (الیاف) پنبه (ضیائیان و همکاران، 1384)

Mo	Mn	Cu	B	Zn	Fe	S	Mg	K	P	N
گرم در هکتار						کیلوگرم در هکتار				
2-4	313-408	48-121	165-260	430-645	814	6	5	17	13	55

تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که 12 درصد از عناصر غذایی از مرحله جوانه زنی تا 4 برگی شدن، 58 درصد از مرحله 4 برگی تا تشکیل شکوفه و 30 درصد دیگر از عناصر غذایی در مراحل بعدی رشد جذب می‌گردند. یک هشتم عناصر غذایی که از خاک گرفته می‌شود در وش و باقیمانده عناصر غذایی مورد نیاز برگ‌ها و ساقه‌ها می‌باشند.

2- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی

2-1- آزمون خاک

آزمون خاک به صورت آزمایش‌های شیمیایی سریع به منظور ارزیابی قابلیت استفاده عناصر غذایی گیاهی در خاک و تعیین مقدار کود لازم تعریف می‌شود که دارای اهداف زیر است:

- تشخیص خاک‌های دارای کمبود قبل از کاشت
- تعیین سرنوشت کودهای افزوده شده به خاک و پایش تغییرات حاصله در قابلیت استفاده عناصر غذایی
- پیش‌آگاهی دادن درباره مناطقی که امکان سمیت عناصر برای گیاه، حیوان و انسان وجود دارد.
- تعیین نقاطی که حد عناصر در خاک به حد مسمومیت رسیده باشد.

آزمون خاک شامل پنج مرحله نمونه برداری از خاک، عصاره گیری و اندازه گیری عناصر غذایی در آن، همبستگی و کالیبراسیون نتایج آزمون خاک، تفسیر نتایج و توصیه کودی است. یکی از نتایج آزمون خاک تشخیص خاک‌های دارای کمبود قبل از کاشت

است که با توجه به حدود بحرانی صورت می‌گیرد جدول (3) حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک برای پنبه را نشان می‌دهد.

جدول 3- حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک برای پنبه (ضیائیان و همکاران، 1384)

عناصر	کربن آلی (%)	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	منگنز	مس	بور
	میلی گرم در کیلوگرم							
حد بحرانی	1/0	15/0	250	1/0	5/0	5/0	1/0	0/8

2-2- تجزیه گیاه

تجزیه گیاه یکی از راه‌های شناخت کمبود و توصیه مصرف عناصر غذایی محسوب می‌شود. اگر کمبود عناصر غذایی در ابتدای رشد تشخیص داده شود امکان اصلاح وجود داشته و عملکرد و کیفیت محصول از دست نخواهد رفت. تجزیه گیاه تنها کمبود و یا بیش‌بود عناصر غذایی را نشان می‌دهد. هنگامی که کمبود یک عنصر در تجزیه گیاه مشخص شد اعمال روش‌های رفع کمبود از جمله مصرف عنصر غذایی همیشه نمی‌تواند مؤثر واقع شود. بهترین زمان نمونه برداری از برگ‌های گیاهان زراعی زمان قبل از گرده افشانی می‌باشد. حدود کفایت عناصر غذایی برمبنای مشاهدات و تعداد زیادی تجزیه بافتهای گیاهی سالم به دست آمده است. نمونه برداری از دمبرگ از جدیدترین برگ‌های رشد یافته از یک هفته قبل از گلدهی شروع شده و تا 8 هفته پس از گلدهی ادامه می‌یابد. نمونه برداری به فواصل هر یک هفته یکبار می‌بایست انجام شود. تجزیه دمبرگ می‌بایست برای نیتروژن نیتراتی، فسفر و پتاسیم صورت گیرد. جداول (4) و (5) حدود کفایت عناصر غذایی در بافتهای گیاهی پنبه را نشان می‌دهند.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 5

جدول 4- حدود کفایت نیتروژن نیتراتی و فسفر در دمبرگ پنبه (ضیائیان و همکاران، 1384)

پتاسیم	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	نیتروژن نیتراتی (میلی گرم در کیلوگرم)		زمان نمونه برداری
		خاک های بافت درشت	خاک های ریزبافت	
4-5/5	>800	4500-12500	10000-35000	ظهور اولین گل
	-	3500-11000	9000-30000	یک هفته پس از ظهور اولین گل
	-	2500-9500	7000-25000	دو هفته پس از ظهور اولین گل
	-	1500-7500	50000-20000	سه هفته پس از ظهور اولین گل
3-4	-	1000-7000	3000-13000	چهار هفته پس از ظهور اولین گل
	-	1000-6000	2000-8000	پنج هفته پس از ظهور اولین گل
1/5-2/5	-	500-4000	1000-5000	شش هفته پس از ظهور اولین گل
	-	500-4000	0-5000	هفت هفته پس از ظهور اولین گل
1-2	-	500-4000	0-5000	هشت هفته پس از ظهور اولین گل

جدول 5- حدود کفایت عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در پهنک برگ

(ضیائیان و همکاران، 1384)

عناصر غذایی پرمصرف (%)						زمان نمونه برداری
S	Mg	Ca	K	P	N	
0/2-0/8	0/3-0/9	2-3/5	1/5-3	0/2-0/6	3-4/5	ابتدای گلدهی
0/3-0/9	0/3-0/9	2-4	0/7-2/5	0/1-0/6	3-4/5	رسیدن محصول

عناصر غذایی کم مصرف (میلی گرم در کیلوگرم)					زمان نمونه برداری
B	Mn	Fe	Zn	Cu	
20-80	25-350	50-250	20-200	5-25	ابتدای گلدهی
15-200	10-400	50-300	50-300	-	رسیدن محصول

3-2- علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی

1-3-2- علایم کمبود عناصر غذایی پرمصرف

کمبود نیتروژن: کمبود نیتروژن معمول ترین و گسترده ترین کمبود عناصر غذایی در گیاهان است. گیاهان مبتلا به کمبود نیتروژن رنگ پریده و زرد هستند (شکل 2). علایم اختصاصی کمبود نیتروژن ابتدا در مسن ترین برگ ها ظاهر می شود، در حالی که برگ های جوان نسبتاً سبز باقی می ماند. برگ های مسن تر نسبت به برگ های جوان تر کم رنگ تر شده و کلروز (زرد

شدن برگ‌ها) ایجاد می‌گردد، که این کلروز به تدریج در قاعده برگ به رنگ سبز روشن تبدیل خواهد شد. در مزرعه، علائم بیشتر به صورت قطعاتی به رنگ سبز روشن یا زرد ظاهر می‌گردند. در ادامه کمبود نیتروژن رشد گیاه کاهش یافته و ساقه‌ها نازک می‌شوند. گیاهان دچار کمبود نیتروژن، رشد کمی داشته و تشکیل اندامهای زایشی در آنها سرعت کمی دارد.



شکل 2- علائم کمبود نیتروژن در پنبه

کمبود فسفر: کمبود فسفر در گیاه پنبه با رشد کند و ظهور رنگ سبز تیره مشخص می‌شود (شکل 3). توقف رشد شاخ و برگ و تأخیر در میوه‌دهی نیز از علائم کمبود فسفر است. کاهش تعداد شاخه‌های جانبی و در نتیجه کاهش تعداد قوزه‌ها نیز از دیگر علائم کمبود فسفر است. اولین گل در گیاهانی که به شدت مبتلا به کمبود فسفر هستند ممکن است زمانی دیده شود که قوزه‌های کاملاً رسیده و باز شده در گیاه سالم رویت می‌شود. پی بردن به کمبود فسفر از روی علائمی که بوته‌ها نشان می‌دهند دشوار است. از این رو توصیه می‌شود برای اطمینان از تجزیه خاک و گیاه در آزمایشگاه استفاده شود. گیاهان مبتلا به کمبود فسفر به رنگ سبز تیره و برگهای مسن در نوک و لبه‌ها به رنگ ارغوانی مایل به قرمز تغییر رنگ می‌یابند. کلروز از نوک برگ پیر شروع شده و به طرف قاعده برگ گسترش می‌یابد، ولی قاعده برگ مانند سایر قسمت‌های گیاه سبز تیره باقی می‌ماند.



شکل 3- علائم کمبود فسفر در پنبه

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 7

کمبود پتاسیم: از آنجایی که پتاسیم عنصر پویایی است، علائم کمبود آن از برگ‌های پیر شروع می‌شود. تشخیص نشانه‌های کمبود پتاسیم در گیاه، برنزه شدن حاشیه پایین‌ترین برگ‌های گیاه است. در ادامه، لب سوختگی برگ و خشکیدگی آن توسعه می‌یابد (شکل 4). این سوختگی به تدریج به تمام پهنک برگ سرایت می‌کند تا اینکه برگ کاملاً خشک می‌شود و می‌افتد. گیاهانی که مبتلا به کمبود شدید پتاسیم می‌شوند، ظاهری مشابه گیاهان دچار تنش خشکی را پیدا می‌کنند.



شکل 4- علائم کمبود پتاسیم

کمبود منیزیم: علائم کمبود منیزیم در پنبه با قرمز شدن رنگ برگ‌ها در حالیکه دمبرگ سبز باقی می‌ماند بروز می‌کند (شکل 5). برگ‌های پیرتر، زودتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند. در نهایت برگ خشک می‌شود و می‌افتد و در نتیجه کاهش تعداد برگ محصول نیز کاهش می‌یابد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که عدم تعادل بین مقدار کلسیم و منیزیم در خاک، باعث بروز علائم کمبود منیزیم می‌شود. همچنین مصرف زیادی پتاسیم یا آمونیوم به کمبود منیزیم خواهد انجامید. پنبه از گیاهانی است که نیاز بالایی به منیزیم دارد.



شکل 5- علائم کمبود منیزیم در پنبه

کمبود گوگرد: مشخص‌ترین علائم کمبود گوگرد ظهور برگ‌های رنگ پریده (سبز روشن) در قسمت‌های بالایی بوته است. تحت شرایط کمبود شدید گوگرد، رشد زایشی بوته متوقف می‌شود و شاخه‌های جانبی به شدت کاهش می‌یابد. علائم کمبود گوگرد به طور معمول با علائم کمبود سایر عناصر غذایی در پنبه اشتباه می‌شوند. لذا بایست جهت مشخص شدن کمبود از دیگر روش‌ها نیز استفاده نمود. نتایج تجزیه گیاه نیز از روش‌های مهم جهت تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گوگرد در گیاه است. علاوه بر این حد بحرانی گوگرد در برگ برای پنبه 2000 میلی‌گرم در کیلوگرم در مرحله ابتدای ظهور غنچه‌های گل گزارش شده است. از آنجایی که گوگرد در تشکیل کلروفیل نیز دخالت دارد، لذا علائم کمبود آن در پنبه شبیه کلروز ناشی از کمبود نیتروژن است با این تفاوت که کمبود گوگرد برخلاف کمبود نیتروژن بیشتر در برگ‌های جوان دیده می‌شود (شکل 6).



شکل 6- علائم کمبود گوگرد

2-3-2- علائم کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف

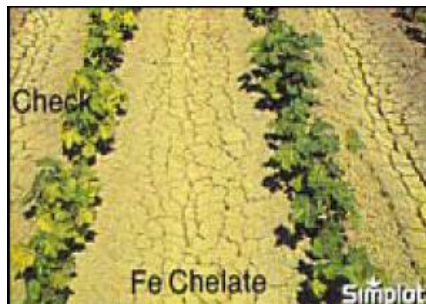
کمبود روی: کمبود روی در پنبه ابتدا در برگ‌های جوان‌تر ظاهر می‌گردد. علائم با کلروز بین رگبرگ‌ها شروع و به دنبال آن رشد شاخه‌های جوان به شدت کاهش می‌یابد (شکل 7). کمبود روی در پنبه سبب پیدایش علامتی می‌شود که ریزی برگ نامیده می‌شود. کمبود روی بیشتر در خاک‌های آهکی و خاک‌هایی که مقدار فسفر آنها خیلی زیاد است دیده می‌شود.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 9



شکل 7- علائم کمبود روی

کمبود آهن: در شرایط کمبود آهن، گیاهان به طور کامل ایستاده هستند در حالی که در کمبود منگنز گیاهان حالت افتاده و تاخوردگی دارند. کمبود آهن ابتدا در برگ‌های جوان گیاه مشاهده می‌شود. آهن از بافت‌های پیرتر گیاه به مرستم نوک گیاه انتقال نمی‌یابد و در نتیجه رشد متوقف می‌شود. در صورت کمبود بین رگبرگ‌های جوان کلروز ایجاد می‌شود. در کمبود شدید، برگ‌ها به طور کامل سفید می‌شوند (شکل 8). کمبود آهن به تولید کلروفیل آسیب می‌زند و سبب زرد شدن بوته پنبه می‌شود.



شکل 8- علائم کمبود آهن

کمبود منگنز: در مقایسه با سرسبزی پنبه سالم، پنبه مبتلا به کمبود منگنز ظاهری رنگ پریده و افتاده‌تر دارد. فقدان منگنز سبب می‌شود که برگ‌های پنبه قرمز خاکستری شده و رگبرگ‌ها سبز باقی بمانند. در مواردی که گیاه دچار کمبود این عنصر باشد، به ویژه در خاک‌های آهنکی، محلول پاشی با منابع سولفات یا کلات منگنز توصیه می‌شود.



شکل 9- علائم کمبود منگنز

کمبود مس: از علائم کمبود مس زرد رنگ شدن برگ‌ها و در صورت کمبود شدید بافت مردگی در نوک و کنار برگ‌ها ظاهر می‌شود.

کمبود بور: علائم کمبود بور در خاک‌هایی با pH 6/5 یا بیشتر تشدید می‌شود. عمومی‌ترین علائم کمبود بور در پنبه عبارتند از: ریزش غیرطبیعی گل و قوزه‌های جوان پنبه، ظهور حلقه‌های سبز تیره در دم‌برگ، مرگ جوانه انتهایی و ظهور میانگره‌های کوتاه در رأس گیاه، بدشکل شدن و تغییر شکل قوزه‌ها.

3- مدیریت تلفیقی تغذیه پنبه

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی میزان عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان می‌باشد. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و بیولوژیکی عناصر غذایی در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک تعریف می‌شود. به عبارت دیگر مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با حفظ حاصلخیزی خاک و فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه در سطح بهینه، منجر به تولید پایدار محصول به میزان مورد انتظار می‌گردد. استفاده مداوم از مقادیر بالای کودهای شیمیایی اثرات منفی بر تولید پایدار محصول داشته و استفاده نابجای آنها می‌تواند به آلودگی محیط زیست منجر شود. کشاورزی پایدار چیزی جز مدیریت ماده آلی خاک و استفاده نسبی از کودهای آلی و زیستی، کود سبز، بقایای گیاهی و انواع کمپوست نخواهد بود. از آنجایی که، کودهای آلی به تنهایی قادر به تأمین نیازهای غذایی محصولات کشاورزی پربازده در کشاورزی امروزی

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/11

نیست، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی راه حل مناسبی در توصیه کود می باشد. از طرف دیگر، استفاده توأم کودهای شیمیایی و آلی می تواند به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کرده و به دنبال آن سبب افزایش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک گردد.

3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی

3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن

نیتروژن بیش از هر عنصر غذایی می تواند باعث افزایش محصول پنبه شود. نتایج تحقیق در خصوص جذب نیتروژن توسط پنبه نشان می دهد که گیاه پنبه جهت تولید هر عدل محصول، نیاز به 60 کیلوگرم نیتروژن خالص در هر هکتار دارد. البته هنگام توصیه کودی نیتروژن، به مقادیر نیتروژن قابل جذب از مواد آلی، ذخیره عمقی و بارندگی نیز می بایست دقت لازم مبذول شود. نیتروژن و کیفیت: طول الیاف، استحکام الیاف، ظرافت الیاف، مقدار روغن و میزان پروتئین پنبه دانه مهمترین خصوصیات کیفی هستند که تابع فاکتورهای متعدد از جمله عناصر غذایی می باشد. در خصوص کیفیت الیاف پنبه ذکر یک نکته ضروری است. چون وش را بر اساس کیفیت آن درجه بندی و قیمت گذاری می کنند. بنابراین تولید پنبه با کیفیت بالا برای تولید کننده بسیار مهم است. مقدار مناسب نیتروژن به طور طبیعی خصوصیات کیفی الیاف و بذور پنبه را بالا می برد. همچنین مصرف نامناسب آن می تواند مقادیر کیفیت الیاف را تا حد بسیار زیادی کاهش دهد. بنابراین برای دستیابی به عملکرد مطلوب و تولید الیافی با کیفیت بالا لازم است مصرف بهینه کود را رعایت نمود. این عمل از طریق آزمون خاک صورت می گیرد تا بتوان بر اساس عملکرد مورد انتظار، کود مناسب را توصیه نمود. مقادیر بالای نیتروژن موجب رشد رویشی بی رویه و در نتیجه موجب کم شدن نفوذ نور و هوا به قسمت های پائین و داخلی گیاه می شود که در نهایت میزان فتوسنتز را کاهش و سبب ایجاد محیطی مناسب برای شیوع آفات و بیماری های پنبه می گردد. مصرف بیش از حد نیتروژن علاوه بر رشد رویشی بی رویه، باعث کاهش طول الیاف، افزایش درصد پروتئین دانه و کاهش درصد روغن استحصالی می گردد.

مقدار نیتروژن مورد نیاز پنبه: مقدار نیتروژن مورد نیاز با توجه به مقدار کربن آلی خاک و میزان نیتروژن خاک و همچنین انتظار عملکرد تعیین می گردد. جدول (6) توصیه کود اوره بر اساس

12 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

آزمون خاک و میزان کربن آلی خاک را در مزارع پنبه نشان می‌دهد.

جدول 6- توصیه کود اوره براساس میزان کربن آلی خاک در محصول پنبه

توصیه کود اوره (کیلوگرم در هکتار)	کربن آلی در خاک (درصد)
400	< 0 / 5
350	0/5 - 1
250	1 - 1/ 5
200	> 1/ 5

مقدار نیتروژن مورد نیاز پنبه براساس نیتروژن کل خاک و عملکرد مورد انتظار در اقلیم‌های معتدل و گرم در جداول (7) و (8) نشان داده شده است.

جدول 7- برآورد اوره مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در هکتار در مناطق معتدل

عملکرد وش (تن در هکتار)												نیتروژن کل خاک (%)
4/50	4/25	4/00	3/75	3/50	3/25	3/00	2/75	2/50	2/00	1/50	1/00	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	210	180	0/010
-	-	-	-	-	-	-	-	270	230	200	170	0/020
-	-	-	-	340	315	290	270	250	210	180	150	0/040
400	395	370	345	320	295	270	250	230	190	160	130	0/060
380	375	350	325	300	275	250	230	210	170	140	110	0/080
360	355	330	305	280	255	230	210	190	150	120	100	0/100
340	335	310	285	260	235	210	190	170	130	100	100	0/120
320	315	290	265	240	215	190	170	150	110	100	100	0/140
300	295	270	245	220	195	170	150	130	100	100	100	0/160
280	275	250	225	200	175	150	130	110	100	100	100	0/180
260	255	230	205	180	155	130	110	100	100	100	100	0/200

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 13

جدول 8- برآورد اوره مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در هکتار در مناطق گرم

عملکرد وش (تن در هکتار)												نیترژن کل خاک (%)
4/50	4/25	4/00	3/75	3/50	3/25	3/00	2/75	2/50	2/00	1/50	1/00	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	270	240	210	0/010
-	-	-	-	-	-	-	-	300	260	230	200	0/020
-	-	-	-	370	345	320	300	280	240	210	180	0/040
430	425	400	375	350	325	300	280	260	220	190	160	0/060
410	405	380	355	330	305	280	260	240	200	170	140	0/080
390	385	360	335	310	285	260	240	220	180	150	130	0/100
370	365	340	315	290	265	240	220	200	160	130	130	0/120
350	345	320	295	270	245	220	200	180	140	130	130	0/140
330	325	300	275	250	225	200	180	160	130	130	130	0/160
310	305	280	255	230	205	180	160	140	130	130	130	0/180
290	285	260	235	210	185	160	140	130	130	130	130	0/200

در صورتی که به جای اوره از سولفات آمونیوم یا نترات آمونیوم استفاده شود، می‌توان با استفاده از روابط زیر مقادیر مورد نیاز این دو کود را نیز محاسبه نمود:

مقدار کود بر حسب سولفات آمونیوم = $2/2 \times$ مقدار کود اوره

مقدار کود بر حسب نترات آمونیوم = $1/5 \times$ مقدار کود اوره

زمان مصرف کودهای نیترژنی در پنبه

زمان کوددهی نیترژن در پنبه بسیار مهم است. برخلاف محصولاتی چون ذرت و تنباکو، گیاه پنبه تنها بخشی کوچکی از نیترژن کل مورد نیاز خود را قبل از تشکیل جوانه‌های گل جذب می‌کند. تقریباً 45 روز پس از جوانه‌زنی، جذب نیترژن به طور سریع افزایش می‌یابد تا اینکه پس از گذشت 2 هفته از ظهور اولین گل به حداکثر مقدار خود می‌رسد. بنابراین تأمین مقدار مناسب نیترژن برای گیاه در این مرحله حائز اهمیت است.

براساس نتایج تحقیقات انجام شده، 12 درصد از مواد غذایی مورد نیاز پنبه از مرحله کاشت تا مرحله 4 برگی شدن، 58 درصد از مرحله 4 برگی شدن تا تشکیل گل و 30 درصد دیگر از مواد غذایی در مرحله بعدی جذب می‌گردد. بنابراین پنبه از شروع ماه دوم و در ماه سوم دوره

رشد به نیتروژن بیشتری نیاز دارد به طوری که در ماه اول، به علت سیستم ریشه‌دهی ضعیف، تنها 12 درصد از کل نیتروژن مورد نیاز خود را برداشت می‌کند. به دلیل اینکه حلالیت کودهای نیتروژن زیاد است به هنگام مصرف در مزارع می‌بایست مقدار مصرف را رعایت کرد به گونه‌ای که موجب آبشویی زیاد کود نگردد. نیتروژن را می‌بایست در زمان‌های مناسب و در زمان نیاز گیاه مصرف نمود. به عبارت دیگر مصرف این کودها به صورت تقسیط و در چند نوبت توصیه می‌شود. مسأله مهم در دادن کود سرک آبیاری مزرعه بعد از کودپاشی است. باید فقط قسمتی از کود نیتروژنی مورد نیاز پنبه را در آغاز مصرف نمود که این مقدار می‌تواند تا 60-80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز باشد که به صورت نواری و در زیر و کنار بذر قرار داده می‌شود. در شرایطی که آبیاری سنگین برای جوانه زدن بذر انجام می‌شود بهتر است اولین قسط مصرف نیتروژن بعد از آبیاری اولیه و در زمان اولین یا سومین آبیاری باشد. در این زمان تنها 20 درصد از کود نیتروژنی مورد نیاز می‌بایست مصرف شود. بعد از تنک کردن و وجین 30 درصد از کود نیتروژنی مصرف می‌گردد. در زمان ظهور اولین گل 50 درصد باقیمانده کود به صورت سرک مصرف می‌شود. چنانچه از آبیاری تحت فشار استفاده شود (آبیاری بارانی یا قطره‌ای) می‌توان مقدار کود نیتروژنی مورد نیاز را در مراحل بیشتری پس از کاشت استفاده نمود. در این شرایط 3 تا 4 تقسیط نیتروژن در نظر گرفته می‌شود و در هر مرحله مقدار نیتروژن کمتری مصرف خواهد شد.

نوع کود نیتروژنی در زراعت پنبه

به طور کلی انتخاب منبع کودی مورد استفاده بستگی به مدیریت زراعی، موجود بودن کود در بازار و همچنین قیمت آن دارد. تحقیقات انجام شده نشان داده است که کودهای حاوی مخلوطی از نترات و آمونیوم بهتر هستند. پنبه از گیاهانی است که نیتروژن نیتراتی را به نیتروژن آمونیومی ترجیح می‌دهد. از آنجا که تبدیل آمونیاک به نترات در خاک به کمک ریزجانداران خاک انجام می‌گیرد، بنابراین در مناطق سرد به ویژه در اوایل فصل رشد پنبه باید سعی شود مقداری نیتروژن نیتراتی در اوایل فصل رشد به گیاه داده شود. مشکل دیگر در مورد کودهای آمونیاکی به ویژه اوره تلفات از طریق تصعید به صورت آمونیاک از سطح خاک است. این نوع تلفات در شرایط pH بالا، حرارت زیاد، رطوبت نسبتاً کم و باد شدید زیادتر است و لازم است در اینگونه شرایط زمین بلافاصله بعد از پخش کود آبیاری

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/15

شود و از کودهای مناسب‌تر مانند نیترات آمونیوم استفاده شود. موضوع با اهمیت دیگر در انتخاب نوع کود، اثر آن بر pH خاک است. در خاک‌های ایران به علت pH بالا، مصرف کودهای اسیدزا مانند سولفات آمونیوم مناسب می‌باشد. مطالعات نشان داده است که برای محصولاتی که نیتروژن زیادی مصرف می‌کنند و یا محصولاتی که دوره رشد طولانی‌تری دارند، مانند پنبه، مصرف کودهای نیتروژنی کندرها مانند SCU ارجحیت دارد اما از لحاظ واحد نیتروژن گران قیمت است. می‌توان در زمان کاشت از کود SCU استفاده نمود که احتمال آبشویی و هدر رفت نیتروژن را کاهش می‌دهد. اوره با 46 درصد نیتروژن و نیترات آمونیوم با 33 درصد نیتروژن در ایران استفاده بیشتری دارند.

روش‌های کاربرد کودهای نیتروژنی در پنبه

پخش نیتروژن در سطح خاک و حضور در سطح خاک برای مدت طولانی موجب تصعید و در نتیجه اتلاف بخش قابل توجهی از نیتروژن مصرفی می‌گردد. توصیه کلی برای مصرف کودهایی که در خاک مصرف می‌شوند، از جمله کودهای نیتروژنی، مصرف آنها به صورت نواری است. با این روش علاوه بر این که مقدار کمتری کود مصرف می‌شود، از تصعید آن نیز جلوگیری می‌گردد. کودها را می‌توان توسط کودکار-بذرکارهای مناسب در عمق و فاصله مناسبی از بذر قرار داد. فاصله تقریبی کودها 5 سانتیمتر کنار و 5 سانتی‌متر زیر بذر است. در مورد سرک نیتروژن نیز می‌توان آن را همزمان با سله شکنی (کولتیواتور زدن) با دستگاه کولتیوار-کودکار مصرف نمود. دلیل آن این است که اولاً گیاهان از جمله پنبه فرم نیتراتی نیتروژن را به فرم آمونیومی آن ترجیح می‌دهند جهت تبدیل نیتروژن آمونیومی به نیتروژن نیتراتی اکسیژن لازم است. سله شکنی راهی مفید برای تأمین اکسیژن است. ثانیاً با انجام این عمل کودها در کنار ریشه‌ها قرار گرفته و در نتیجه قابلیت استفاده آن‌ها بالا می‌رود. محلول‌پاشی نیتروژن نیز در زراعت پنبه توصیه شده است.

3-1-2- توصیه مصرف فسفر

همانند سایر عناصر ضروری، فسفر نیز برای رشد گیاه ضروری است. فسفر در ساختار اسید نوکلئیک در سلول‌ها وجود دارد. همچنین در ساختار غشای سلولی و در واکنش‌های اکسیداسیون و احیا و انتقال انرژی در متابولیسم گیاه دخالت دارد. سنتز

پروتئین، تشکیل متابولیت‌های گیاهی که به انتقال انرژی نیاز دارند و تثبیت CO₂ از جمله فرایندهای گیاهی هستند که با واکنش‌های فسفر در گیاه ارتباط دارند.

مشخص شده است که کوددهی فسفر باعث می‌شود درصد بیشتری از شکوفه‌ها در طول دو هفته اول گلدهی تشکیل شوند. این مسأله باعث جلو انداختن گلدهی در گیاه و زودرسی محلول خواهد شد. همچنین مشخص شده است که کوددهی فسفری تأثیری روی خصوصیات کیفی الیاف از جمله درصد الیاف، ظرافت، ضریب پرسلی ندارد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که گیاه پنبه در یکسال زراعی جهت تولید 1000 کیلوگرم الیاف، 26/5 کیلوگرم فسفر (P₂O₅) از خاک جذب می‌کند.

جهت افزایش قابلیت جذب فسفر تا حد امکان می‌بایست از تماس خاک با ذرات کود کاست. مصرف نواری کودهای فسفری می‌تواند یکی از راهکارهای عملی باشد. نتایج تحقیقات 28 ساله در مورد تغییرات فسفر در خاک نشان می‌دهد که 80 درصد فسفر اضافه شده به خاک در لایه 30 سانتی‌متری خاک باقی می‌ماند و میزان کمی از فسفر به لایه‌های پایین منتقل می‌شود.

مقدار فسفر مورد نیاز پنبه

فسفر مورد نیاز براساس آزمون خاک و عملکرد مورد انتظار از جداول (9) و (10) قابل استخراج است.

جدول 10- برآورد دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در

هکتار در مناطق گرم

عملکرد وش (تن در هکتار)													فسفر قابل جذب خاک (میلی گرم در کیلوگرم)
4/50	4/25	4/00	3/75	3/50	3/25	3/00	2/75	2/50	2/25	2/00	1/75	1/50	
-	-	-	-	-	205	195	185	175	165	155	150	145	1
-	-	-	-	205	195	185	175	165	155	145	140	135	2
-	-	-	205	195	185	175	165	155	145	135	130	125	3
-	-	205	195	185	175	165	155	145	135	125	120	115	4
-	205	195	185	175	165	155	145	135	125	115	110	105	5
205	195	185	175	165	155	145	135	125	115	105	100	95	6
195	185	175	165	155	145	135	125	115	105	95	90	85	7
185	175	165	155	145	135	125	115	105	95	85	80	75	8
175	165	155	145	135	125	115	105	95	85	80	75	70	9
165	155	145	135	125	115	105	95	85	80	75	70	65	10
155	145	135	125	115	105	95	85	80	75	70	65	60	11
145	135	125	115	105	95	85	80	75	70	65	60	55	12
135	125	115	105	95	85	80	75	70	65	60	55	50	13
125	115	105	95	85	80	75	70	65	60	55	50	0	14
115	105	95	85	80	75	70	65	60	55	50	0	0	15
105	95	85	80	75	70	65	60	55	50	0	0	0	16
95	85	80	75	70	65	60	55	50	0	0	0	0	17
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18

نوع، زمان و روش مصرف کودهای فسفوری در پنبه

زمان مصرف کودهای فسفوری قبل یا هم زمان با کشت خواهد بود. تفاوت عمده‌ای بین کودهای فسفوری متداول در کشور که سوپر فسفات تریپل و دی آمونیوم فسفات است وجود ندارد. دی آمونیوم فسفات حاوی 46 درصد فسفر و حدود 18 درصد نیتروژن خالص است. سوپر فسفات تریپل دارای 46 درصد فسفر، 12-14 درصد کلسیم و 3-4 درصد گوگرد می‌باشد. میزان فسفر موجود در کود سوپر فسفات ساده 16 درصد و بقیه عمدتاً گچ می‌باشد. در صورتی که از کود دی آمونیوم فسفات استفاده شود طبق فرمول زیر مقدار کود نیتروژنی مورد نیاز تعدیل می‌شود:

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/19

مقدار کود دی آمونیوم فسفات = مقدار کود سوپر فسفات تریپل
مقدار کود سوپر فسفات ساده = $2/3 \times$ مقدار کود سوپر فسفات تریپل
مقدار کود اوره-توصیه نهایی اوره = $(0/39 \times$ مقدار دی آمونیوم فسفات مصرفی)
در خاک‌هایی که دارای مقدار فسفر کم و قدرت تثبیت بالا هستند، مصرف کود فسفوری به روش نواری حدود 5 سانتیمتر زیر بذر و 5 سانتیمتر کنار بذر مفید خواهد بود. در خاک‌هایی که دارای واکنش خنثی هستند و مقدار فسفر قابل جذب در آنها در حد کم نمی‌باشد می‌توان کود فسفوری را به روش پخش سطحی استفاده و سپس با خاک مخلوط و زیر خاک نمود. پس از تنک کردن بوته‌ها می‌توان از کودهای قابل حل با فسفر بالا به صورت کود آبیاری و یا محلول پاشی استفاده نمود.

3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم

پتاسیم در بسیاری از آنزیم‌های گیاهی که فتوسنتز، تنفس و متابولیسم کربوهیدراتها را کنترل می‌کنند، حضور دارد. بدین ترتیب گیاه با پتاسیم کافی در مقایسه با گیاهان مبتلا به کمبود پتاسیم، دارای بافت نگهدارنده قوی‌تری خواهد بود. در اثر وجود بافتهای نگهدارنده قوی، آلودگی به امراض قارچی کاهش می‌یابد. کاهش امراض قارچی نه تنها معلول وجود کوتیکول ضخیم و دیواره‌های خارجی محکم می‌باشد بلکه از طریق کاهش سرعت تعرق، میزان رطوبت در سطح برگ محدود شده و شرایط جهت فعالیت عوامل بیماریزای قارچی کاهش می‌یابد. پتاسیم برای حرکت قند بین قسمت‌های مختلف گیاه مورد احتیاج است. پتاسیم باعث افزایش میزان روغن در پنبه دانه می‌شود. گیاه پنبه به ازای تولید 1700 کیلوگرم در هکتار الیاف، 185 کیلوگرم در هکتار پتاسیم (K_2O) جذب می‌کند.

مقدار پتاسیم مورد نیاز پنبه

توصیه مصرف پتاسیم براساس میزان پتاسیم قابل استفاده در خاک، عملکرد مورد انتظار و میزان رس خاک صورت می‌گیرد. در جدول (11) تأثیر میزان رس خاک که تعیین‌کننده ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشد و میزان پتاسیم توصیه شده نشان داده شده است. در جداول (12) و (13) برآورد کود مورد نیاز زراعت پنبه برای عملکردهای مورد انتظار آورده شده است.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 21

جدول 13- برآورد سولفات پتاسیم مورد نیاز پنبه بر حسب کیلوگرم در هکتار در اقلیم گرم

عملکرد وش (تن در هکتار)													پتاسیم قابل جذب خاک (میلی گرم در کیلوگرم)
4/50	4/25	4/00	3/75	3/50	3/25	3/00	2/75	2/50	2/25	2/00	1/75	1/50	
-	-	-	-	-	270	250	230	210	190	170	150	130	<100
-	-	-	-	270	250	230	210	190	170	150	130	110	100
-	-	270	250	230	210	190	170	150	130	110	90	80	120
270	250	230	210	190	170	150	130	110	90	80	70	60	140
230	210	190	170	150	130	110	90	80	70	60	50	50	160
190	170	150	130	110	90	80	70	60	50	50	50	0	180
150	130	110	90	80	70	60	50	50	50	0	0	0	200
110	90	80	70	60	50	50	50	0	0	0	0	0	220
80	70	60	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	240
70	60	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	250
60	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260
50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270
50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	280
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300

می توان مقادیر سولفات پتاسیم محاسبه شده در جداول فوق را با استفاده از فرمول زیر به کلرید پتاسیم تبدیل نمود:

$$\text{مقدار کود بر حسب کلرید پتاسیم} = \text{مقدار کود سولفات پتاسیم} \div 1/2$$

نوع، زمان و روش مصرف کود پتاسیمی

پتاسیم را می توان از دو منبع سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم مصرف نمود قابلیت استفاده پتاسیم موجود در هر دو نوع کود یکسان است. سولفات پتاسیم حاوی 50 درصد پتاسیم (K_2O) و کلرید پتاسیم حاوی 60 درصد پتاسیم (K_2O) است. کاربرد کلرید پتاسیم، بجز در خاک هایی که از لحاظ گوگرد فقیر هستند، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر است. مصرف کلرید پتاسیم در خاک های شور (خاک های با شوری بیش از 6 دسی زیمنس برمتر) و یا در مزارعی که با آب های شور حاوی کلر آبیاری می شوند و در شرایط نامساعد

زهکشی توصیه نمی‌شود. این دو کود را باید قبل از کشت مصرف و با دیسک زیر خاک قرار داد. به علت تحرک کم پتاسیم در خاک مصرف نواری این کود توصیه می‌گردد. پتاسیم مصرف شده در شرایط خشک بعد از کاشت بذر برای گیاه چندان قابل استفاده نیست. کود پتاسیم بایستی کاملاً با خاک مخلوط شده و به دنبال آن مقدار کافی باران و یا آب آبیاری وجود داشته باشد تا مؤثر واقع گردد.

روند جذب پتاسیم در ابتدای دوره رشد کند است و در زمان گلدهی به طور ناگهانی افزایش می‌یابد و به مقدار 4/6 کیلوگرم در هکتار در روز بین 72 تا 84 روز پس از کاشت می‌رسد. بنابراین تامین مقدار کافی پتاسیم در این دوره برای گیاه جهت نیل به عملکردهای بالا ضروری است.

کاربرد روش‌های محلول‌پاشی پتاسیم هنگام قوزه‌دهی، یکی از راهکارهای موجود جهت فائق آمدن بر این مشکل می‌تواند باشد. بیشترین نیاز به پتاسیم در گیاه پنبه زمانی است که قوزه‌ها در حال رشد هستند. در این زمان 50 درصد کل موجودی پتاسیم گیاه در دیواره قوزه‌ها وجود دارد. قبل از تشکیل قوزه‌ها، قسمت اعظم پتاسیم جذب شده توسط گیاه، صرف ساختن برگ و شاخه می‌شود. اما هنگام تشکیل قوزه‌ها هر دو منبع برگ و ساقه به سرعت از پتاسیم تخلیه می‌شوند و سرعت این تخلیه بیشتر از سرعت جذب پتاسیم توسط ریشه است. بنابراین علایم کمبود در این زمان ظاهر می‌شود. این نقطه زمان بحران نیاز گیاه به پتاسیم است و می‌بایست با روش‌های محلول‌پاشی از بروز علایم کمبود جلوگیری نمود. محلول‌پاشی باید زمانی شروع شود که پتاسیم کافی و اضافی شرایط را برای توسعه و رشد و نمو قوزه‌ها فراهم کند. این مرحله زمانی است که غلظت پتاسیم در دم‌برگ شروع به کاهش نکرده باشد. درجه حرارت بالا و رطوبت نسبی کم عملیات محلول‌پاشی را با مشکل مواجه می‌کند. بهترین زمان محلول‌پاشی صبح زود با بعدازظهر می‌باشد. برای محلول‌پاشی می‌توان از کلرید پتاسیم و کودهای قابل حل با پتاسیم بالا استفاده کرد.

3-1-4- توصیه مصرف کلسیم

کلسیم جزو لاینفک دیواره سلولی بوده و در فعالیت مریستم و رشد ریشه ضروری است. میزان جذب کلسیم 6/2 تا 13/1 کیلوگرم به ازای 1000 کیلوگرم در هکتار الیاف می‌باشد. کمبود کلسیم در پنبه سبب شکستگی دم‌برگ‌ها و ریزش برگ‌ها، قرمز رنگ نشدن

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/ 23

برگ‌های باقیمانده و در نهایت توقف رشد گیاه و محدود شدن رشد و توسعه ریشه می‌شود. در صورت نیاز گیاه به کلسیم می‌توان از محلول پاشی کودهای کلسیمی و یا استفاده از کودهایی مانند نیترات کلسیم به صورت کود آبیاری استفاده نمود.

3-1-5- توصیه مصرف منیزیم

مهمترین نقش عنصر منیزیم، شرکت در ساختمان ملکول کلروفیل است. بنابراین برای فتوسنتز ضروری است. همچنین به عنوان کوفاکتور در فرایند فسفریلاسیون و در متابولیسم پروتیین نقش دارد. در خاک‌های شنی و درشت بافت، علی‌الخصوص آنهایی که برای سالهای متوالی کودهای آمونیومی داده شده است علائم کمبود آن آشکار می‌گردد. نسبت بین منیزیم و سایر کاتیونها مثل کلسیم، پتاسیم و آمونیوم بسیار مهم است. این کاتیونها ممکن است باعث شستشوی منیزیم شوند یا دارای روابط آنتاگونیستی با منیزیم باشند. برای رفع کمبود منیزیم می‌توان از سولفات منیزیم حداقل به میزان 100 کیلوگرم در هکتار استفاده نمود. با استفاده از محلول پاشی سولفات منیزیم با غلظت یک درصد می‌توان باعث کاهش مؤثر رنگ قرمزی برگ پنبه شده و در نتیجه به باز شدن قوزه‌ها و عملکرد کمک نمود.

3-1-6- توصیه مصرف گوگرد

گوگرد در ساختار آمینواسیدهای متیونین و سیستئین و ویتامین‌های بیوتین و تیامین وجود دارد. گوگرد در افزایش درصد روغن گیاهانی چون سویا، پنبه و کلزا نقش مثبت دارد. گیاه پنبه نسبت به سایر گیاهان نیاز بیشتری به گوگرد داشته و به همین خاطر برخلاف سایر گیاهان مقدار کل گوگرد در پنبه بیشتر از کل مقدار فسفر است. از کل گوگرد جذب شده توسط پنبه نصف آن در بذر وجود دارد. به ازای هر 12 تا 15 قسمت نیتروژن در گیاه، یک قسمت گوگرد می‌بایست وجود داشته باشد. حد بحرانی گوگرد در خاک با روش عصاره‌گیری با استات 14 میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. به عبارت دیگر خاکهایی که کمتر از 14 میلی‌گرم در کیلوگرم گوگرد قابل جذب دارند نیازمند کاربرد کودهای گوگردی می‌باشند. علاوه بر این حد بحرانی گوگرد در برگ توسط محققان مختلف 1500-2000 میکروگرم در گرم گزارش شده است. جدول (14) برای تعیین وضعیت تغذیه‌ای گوگرد پیشنهاد می‌شود.

جدول 14- درصد گوگرد در ماده خشک برای تعیین وضعیت تغذیه ای گوگرد

نوع برگ	حدود طبیعی	حدود کمبود
جوان	1/5	0/17
پیر	0/75	0/34

گوگرد علاوه بر نقش تغذیه‌ای، تأثیر بسیار مطلوبی بر اسیدیته خاک به ویژه در منطقه ریزوسفر خاک داشته و از این طریق می‌تواند کارایی مصرف دیگر عناصر از جمله فسفر و عناصر کم مصرف را بالا ببرد.

کمبود گوگرد به راحتی با مصرف گچ یا گوگرد پودری مرتفع می‌شود. سایر منابع کودی گوگرد عبارتند از: سوپرفسفات ساده، سولفات آمونیوم یا سولفات پتاسیم. گوگرد عنصری نیز از منابع تأمین گوگرد برای گیاه می‌باشد. گوگرد عنصری برای اینکه توسط گیاه قابل جذب باشد، بایستی اکسید شده و به سولفات تبدیل شود. این اکسیداسیون توسط باکتری‌های خاک مثل تیوباسیلوس صورت می‌پذیرد. زمان مصرف گوگرد عنصری بسیار مهم بوده و می‌بایست 3 تا 4 هفته قبل از کاشت گیاه مصرف شود. کاربرد یک تن در هکتار از گوگرد بنتونیتی پاستیلی به همراه 2 درصد باکتری تیوباسیلوس می‌تواند سبب افزایش قابل توجه عملکرد پنبه گردد.

3-1-7- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف

عناصر کم مصرف به مقدار بسیار کمی مورد نیاز پنبه هستند. مهم‌ترین آنها عبارتند از آهن، روی، بور، منگنز، مس و مولیبدن. اگر چه کلر نیز برای رشد ضروری است اما تاکنون کمبود این عنصر در مورد پنبه گزارش نشده است. عناصر کم مصرف در بسیاری از آنزیم‌هایی که فرآیندهای گیاهی را کنترل می‌کنند یافت می‌شوند. این عناصر با توجه به اینکه به مقدار ناچیز مورد نیاز گیاه پنبه می‌باشند ولی برای رشد آن ضروری بوده و فقدان آنها باعث ایجاد اثرات نامطلوبی بر رشد بوته پنبه خواهد شد. قابلیت دسترسی این عناصر تا حدود زیادی وابسته به pH خاک است. عوامل مختلفی از جمله مصرف زیاد کودهای فسفوری، آهکی بودن خاک‌ها و عدم مصرف کودهای آلی موجب بروز کمبود این عناصر غذایی می‌گردد.

آهن: حاکمیت شرایط آهکی در خاک‌های کشور، بی‌کربناته بودن آب‌های آبیاری و بالا بودن pH از عواملی هستند که به کمبود آهن می‌انجامند. شاید بهتر باشد در مواردی این

منگنز: منگنز به صورت یون Mn^{2+} و یا به صورت ترکیبات مولکولی با بعضی عاملهای کمپلکس کننده آلی به وسیله گیاه جذب می شود. همچنین گیاه می تواند این عنصر را به هر یک از دو صورت فوق مستقیماً از برگ جذب نماید. برای رفع کمبود منگنز می توان از سولفات منگنز به صورت مصرف خاکی و یا محلول پاشی بهره جست.

بور: بور بیشتر به صورت H_3BO_3 و به مقدار کمتر به شکل گونه های یونی به یک یا چند شکل یونی مانند $B_4O_7^{2-}$ ، $H_2BO_3^-$ ، HBO_3^{2-} و BO_3^{3-} جذب گیاه می شود. بور به مقدار کم مورد نیاز گیاهان است. به راحتی از اندام های پیر به بافت های مرستمی منتقل نمی شود. پنبه بیش از سایر گیاهان به بور نیاز دارد و اثر آن تقریباً شبیه به اثر کلسیم می باشد. کمبود بور نیز بیشتر در خاک های با بافت سبک اتفاق می افتد. بور در طول رشد و نمو پنبه لازم است. اما تأمین مقدار کافی آن به ویژه هنگام گلدهی و قوزه دهی ضروری است. خشکی خاک می تواند باعث بروز علائم کمبود بور شود. گیاه پنبه به ازای دو عدل محصول، تقریباً 100 گرم بور در هر هکتار نیاز دارد.

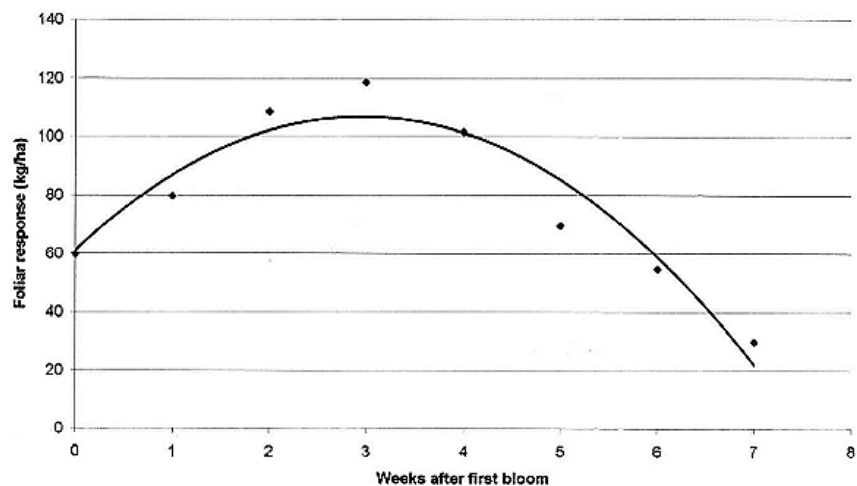
مس: مس به صورت یون Cu^{2+} و یا به شکل کمپلکس آلی مانند EDTA جذب می گردد. از علائم کمبود مس زرد رنگ شدن برگ ها و در صورت کمبود شدید بافت مردگی در نوک و کنار برگ ها می باشد. نمک های مس از طریق برگ گیاهان نیز جذب می شوند.

جدول 16- علائم کمبود، حد بحرانی در برگ و توصیه کودی عناصر کم مصرف در پنبه

عنصر	علائم کمبود	حد بحرانی در برگ (میلی گرم در کیلوگرم)	توصیه کودی
آهن	کلروز بین رگبری در برگ های جوان رگبرگ ها سبز باقی می ماند.	30-50	محلول پاشی 3-5 در هزار سولفات آهن یا کلات آهن یا مصرف 10 کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن
روی	برگ های کوچک با کلروز بین رگبری نقاط کلروز شده برزخ و نهایتاً خشک می شوند.	10-15	دو بار محلول پاشی 3-5 در هزار سولفات روی یا مصرف 10 تا 20 کیلوگرم در هکتار سولفات روی
بور	دمبرگ های جوان شکننده می شوند برگ ها تغییر شکل می دهند	10-15	محلول پاشی اسید بوریک با غلظت 3-5 در هزار
منگنز	برگ های جوان ابتدا تحت تاثیر قرار می گیرند. کلروز بین رگبری بروز می کند. جوانه انتهایی ممکن است بمیرد.	10-14	محلول پاشی 3-5 در هزار سولفات یا کلات منگنز
مس	کلروز بین رگبری تاخیر رشد و نمو	6	محلول پاشی 1-2 در هزار سولفات مس یا مصرف 10 تا 15 کیلوگرم در هکتار سولفات مس

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 27

زمان محلول‌پاشی عناصر کم مصرف در اثربخشی کاربرد آنها بسیار مؤثر است. بهترین زمان محلول‌پاشی از شروع اولین گلدهی آغاز شده و و تا 3 هفته پس از گلدهی ادامه می‌یابد (شکل 10).



شکل 10- منحنی راهنما برای محلول‌پاشی عناصر کم مصرف در پنبه

3-2- کاربرد ماده آلی در تولید پنبه

کودهای آلی برای پنبه بسیار مفید هستند و باید آنها را قبل از کاشت کاملاً با خاک مخلوط نمود. لازم است مقدار عناصر غذایی موجود در کودهای آلی قبل از مصرف کودهای معدنی مورد توجه قرار گیرند. برای محاسبه ماده آلی مورد نیاز پنبه از جدول (18) که بر مبنای درصد کربن آلی خاک می‌باشد استفاده می‌گردد. لازم به ذکر است مقدار ماده آلی به صورت تکمیلی همراه با کودهای شیمیایی محاسبه شده، مصرف می‌شود.

جدول 18- برآورد حداقل ماده آلی مورد نیاز پنبه

ماده آلی (تن در هکتار)	کربن آلی (%)	ماده آلی (تن در هکتار)	کربن آلی (%)
5	0/1	20	1/1
4	0/2	18	1/2
4	0/3	16	1/3
3	0/4	14	1/4
3	0/5	12	1/5
2	0/6	10	1/6
2	0/7	9	1/7
1	0/8	8	1/8
1	0/9	7	1/9
0	1/0	6	2/0

3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت پنبه

کودهای زیستی به مواد جامد (پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله مانند اطلاق می‌شود که قادرند جمعیت انبوه از یک یا چند نوع ارگانیزم مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آنها را روی یک ماده نگاهدارنده یا حامل از زمان تولید تا زمان مصرف نگهداری نماید. این دسته از کودها به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و یا افزایش رشد و عملکرد آنها، استفاده می‌شوند. انواع متفاوتی از کودهای زیستی امروزه در دنیا معرفی شده است که توسط زارعین برای کشت پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کودهای زیستی حاوی باکتریهای محرک رشد گیاه از مهمترین انواع کودهای زیستی قابل استفاده در کشت پنبه می‌باشند. باکتریهایی مانند سودوموناس، فلاوباکتیریوم، باسیلوس، ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از انواع شناخته شده باکتریهای محرک رشد گیاه می‌باشند. باکتریهای محرک رشد گیاه به وسیله مکانیسمهای مختلف، به طور مستقیم و یا غیر مستقیم رشد گیاهان را افزایش می‌دهند.

مکانیسمهای مستقیم شامل تثبیت زیستی نیتروژن، حلالیت فسفاتهای نامحلول، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد و ویتامین‌ها می‌باشند که با اثرات مستقیم بر رشد گیاه سبب

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه / 29

افزایش عملکرد گیاهان می‌شوند. از مکانیسم‌های غیر مستقیم می‌توان به خصوصیات ماند تولید سیانید هیدروژن، آنتی‌بیوتیک‌ها و سیدروفورها اشاره کرد. مکانیسم‌های غیر مستقیم با تعدیل اثرات منفی تنش‌های زنده و غیر زنده سبب بهبود رشد گیاهان می‌شوند.

کودهای زیستی محرک رشد گیاه در پنبه

مقدار و نحوه مصرف کودهای زیستی محرک رشد گیاه بستگی زیادی به نوع فرمولاسیون آنها دارد. این کودها بیشتر به شکل مایع و یا پودری و به ندرت به صورت گرانول تولید می‌شوند. برحسب نوع فرمولاسیون هر کود نحوه مصرف آن به شرح زیر می‌باشد.

الف - کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون مایع

1- بذر مال: ابتدا مقدار معینی از بذر داخل ظرف مناسب تمیزی ریخته می‌شود. سپس متناسب با مقدار بذر مصرفی، کود زیستی مایع به آن اضافه شده و برای چند دقیقه محتویات ظرف به خوبی تکان داده می‌شود تا از آغشته شدن کلیه بذور به کود زیستی اطمینان حاصل گردد. سپس بذرها برای کاشت آماده هستند. در صورت آماده نبودن شرایط کاشت، بذرها در مکان مناسب تمیزی (دور از نور مستقیم خورشید و ترجیحاً در هوای سرد و خشک) نگهداری می‌شوند. نگهداری بذور در این شرایط بیش از 24 ساعت توصیه نمی‌شود.

مقدار کود زیستی مایع مصرفی بستگی به میزان و نوع بذر دارد. درمورد پنبه به ازای هر یک کیلوگرم بذر کاربرد 150 میلی‌لیتر از مایه تلقیح مایع توصیه می‌گردد.

2- محلول‌پاشی: نتایج آزمایش‌های سال‌های اخیر نشان داده است کاربرد باکتریهای محرک رشد گیاه به صورت محلول‌پاشی دارای اثرات مثبتی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی از جمله پنبه است. برای این کار ابتدا با استفاده از یک سمپاش مقدار آب مصرفی برای محلول‌پاشی مزرعه کالیبره می‌شود. محلول‌پاشی به طور معمول در دو تا سه مرحله توصیه می‌شود. با توجه به سطح سبز مزرعه، مقدار کود زیستی مصرفی متفاوت خواهد بود. در روش محلول‌پاشی، به لحاظ اقتصادی می‌بایستی کود مورد نظر رقیق گردد. بر اساس جمعیت ریزجانداران مؤثر موجود در کود، رقیق‌سازی تا صد بار نیز مجاز می‌باشد. بهتر است از کودهای زیستی با جمعیت پایه 10^7 و انواعی که بیش از دو ماه از تاریخ تولید آنها گذشته باشد استفاده نشود. محلول‌پاشی بهتر است در هنگام غروب آفتاب صورت گیرد تا ضمن

جلوگیری از اثرات منفی امواج ماوراء بنفش نور خورشید، از فرصت کافی برای نفوذ به فیلسفر بافت گیاهی برخوردار باشد.

ب- کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون پودری: میزان مصرف کودهای زیستی پودری نیز بستگی به میزان و نوع بذر دارد. همچنین این کودها برای استقرار بهتر بر روی بذر نیازمند استفاده از یک ماده چسباننده می‌باشند. بعضی از شرکت‌های معتبر در فرمولاسیون خود از مواد چسباننده استفاده کرده‌اند و در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجود ندارد. ولی بیشتر تولیدکننده‌ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرار داده و یا مصرف کننده را به استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می‌کنند.

به منظور تلقیح بذر با کودهای پودری ابتدا بذر مورد نیاز به داخل ظرف مناسب تمیزی منتقل می‌شود. سپس متناسب با مقدار بذر درون ظرف، مقدار مشخصی از محلول ماده چسباننده به آن اضافه شده و به خوبی بهم زده می‌شود. پس از اطمینان کافی از چسبناک بودن کلیه بذور، کود زیستی اضافه شده و مجدداً به خوبی بهم زده می‌شود. در صورت امکان بهتر است قبل از کشت، بذرها اندکی هوا خشک شده (در سایه و در سطح تمیز) و سپس کشت شوند.

برای چسبناک کردن بذور از مواد متعددی استفاده می‌شود. محلول 40 درصد صمغ عربی، 20 درصد شکر، 4 درصد متیل اتیل سلولز نمونه ای از این مواد می‌باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسیار مهم می‌باشد چرا که اگر ماده چسباننده بیش از نیاز اضافه گردد موجب چسبیدن بذرها به یکدیگر شده و در حالتی که کمتر از نیاز اضافه گردد مقدار کود اندکی را بر روی خود جای خواهد داد. در مورد پنبه کاربرد 100 میلی لیتر محلول چسباننده و حدود 50 گرم مایه تلقیح پودری توصیه می‌گردد.

4- مدیریت تغذیه پنبه در شرایط خاک‌های شور

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. اثرات شوری بر کاهش عملکرد به دلیل برهم زدن ترکیب شیمیایی محلول خاک، کاهش امکان جذب عناصر غذایی در سطوح پایین شوری، پتانسیل اسمزی بالا، اختلال در جذب آب و همچنین جذب عناصر سمی بور، کلر و سدیم می‌باشد. بالا رفتن میزان سدیم تبدیلی در خاک نیز باعث دیسپرس شدن رس خاک‌ها شده، کیفیت فیزیکی خاک را به

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/31

شدت کاهش می‌دهد.

نیترژن: مصرف کودهای نیترژنی در شرایط شور تا حد زیادی به میزان شوری خاک بستگی دارد. در شرایط شوری متوسط خاک تا حدود 7 دسی‌زیمنس بر متر عامل مهم محدودکننده کاهش جذب عناصر غذایی از جمله نیترژن می‌باشد. در این شرایط باید با اضافه نمودن کودهای نیترژنی به جذب بهتر این عنصر به وسیله گیاه کمک کرد. در شرایط شوری کم باید به میزان نیترژن مصرفی اضافه نمود. در شرایط متوسط شوری متوسط 15 درصد به توصیه کودی نسبت به شرایط غیر شور اضافه می‌شود. با افزایش شوری به مقادیر بالاتر از این حد لازم است از مقدار کود نیترژنی کاسته شود و کودهای مصرفی نیز به صورت تقسیط به مصرف برسند تا از افزایش پتانسیل اسمزی و کاهش عملکرد جلوگیری شود. نتایج تحقیقات انجام شده همچنین نشان داده است که در شرایط شوری زیاد (بیش از 8 دسی‌زیمنس بر متر) به دلیل کاهش فعالیت باکتری‌های نیتروزوموناس که عمل تبدیل نیتريت به نترات را بر عهده دارند بهتر است از منابع کودی نیترژنی آمونیومی مانند اوره استفاده نشود و از منابع حاوی نترات استفاده گردد.

فسفر: در شرایط شور در کشت پنبه حد بحرانی فسفر 11 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تعیین شده است و بر این اساس حد بحرانی فسفر در شرایط شور تفاوتی با شرایط غیر شور ندارد. البته لازم به ذکر است که در مدیریت تغذیه در شرایط شور باید به فاکتورهای دیگر نیز توجه نمود. در شرایط شور برای پیش بینی صحیح عملکرد گیاه می‌بایست، علاوه بر فسفر قابل جذب خاک به هدایت الکتریکی خاک و نسبت جذب سدیم، کیفیت آب آبیاری و بافت خاک نیز توجه نمود.

پتاسیم: مصرف کلرید پتاسیم در خاک‌های شور (خاک‌های با شوری بیش از 6 دسی‌زیمنس بر متر) و یا در مزارعی که با آب‌های شور حاوی کلر آبیاری می‌شوند و یا در شرایط نامساعد زهکشی قرار دارند، توصیه نمی‌شود.

کودهای حاوی عناصر کم مصرف: با توجه به شرایط نامساعد محلول خاک در شرایط شور توصیه می‌شود کودهای حاوی عناصر کم مصرف به صورت محلول‌پاشی و با غلظت 3 تا 5 در هزار مصرف شوند. همزمان استفاده از محلول 2 در هزار اوره به جذب بهتر این عناصر کمک می‌کند.

کودهای آلی: میزان مواد آلی خاک یکی از مهمترین فاکتورهای مؤثر بر عملکرد به ویژه در شرایط شور می‌باشد. لذا توصیه می‌شود در شرایط شور از کودهای آلی کمپوست شده به

میزان 10 تا 15 تن در هکتار همزمان با آماده سازی زمین برای کشت پنبه استفاده شود. کودهای آلی علاوه بر تأمین قسمتی از نیازهای غذایی گیاه باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک شده و به کاهش اثرات نامطلوب شوری کمک می‌نمایند. بهتر است در شرایط شور از کودهای مرعی استفاده نشود. از کودهای گاوی در این شرایط می‌توان استفاده نمود.

5- تقویم کوددهی پنبه مطابق مراحل فنولوژیک

یکی از مهم‌ترین برنامه‌های کودی که باعث افزایش راندمان مصرف کود می‌گردد تنظیم نیاز غذایی گیاه با مراحل فنولوژیکی رشد می‌باشد. کود دهی در پنبه چنانچه مطابق مراحل رشد باشد تضمین‌کننده عملکرد و کیفیت خواهد بود. مراحل کوددهی در پنبه شامل مراحل قبل از کاشت، مرحله تنک، مرحله ظهور اولین گل و مرحله کامل شدن غوزه می‌باشد. جدول پیوست (1) مراحل مهم کوددهی پنبه را نشان می‌دهد.

6- راهکارهای عملی برای افزایش تولید و بهبود کیفیت پنبه

- 1- مدیریت مصرف کودهای مختلف (مقدار، زمان، روش و نوع کود مصرفی) با توجه به عملکردهای مورد نظر و براساس یافته‌های تحقیقاتی هر منطقه و توصیه های ارایه شده در این دستورالعمل باشد.
- 2- برای افزایش راندمان مصرف کودهای نیتروژنی، بجز در مواردی که پنبه در تناوب قرار دارد و یا کاه و کلش نپوسیده قابل توجهی در مزرعه باشد، نیازی به مصرف نیتروژن قبل از کشت نمی‌باشد.
- 3- اولین زمان مصرف کودهای نیتروژنی، حدوداً یک ماه بعد از کشت، همزمان با کولتیواتور زدن جهت مبارزه با علف‌های هرز و یا به صورت کود آبیاری (حل نمودن کود در آب ورودی به کرت) صورت گیرد. در هر صورت از رها کردن کود در سطح خاک خودداری شود.
- 4- به منظور افزایش راندمان کودهای نیتروژنی در کود آبیاری، دقت شود کود زمانی به آب اضافه شود که حداقل یک سوم زمان آبیاری گذشته باشد. به عبارت دیگر مدت زمان آبیاری هر قطعه تحت آبیاری به سه قسمت تقسیم شود. کود در یک سوم میانی مصرف

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه پنبه/33

- گردد و در یک سوم ابتدایی و انتهایی فقط آب وارد قطعه گردد.
- 5- بهترین زمان مصرف کودهای فسفوری و پتاسیمی رایج، قبل و یا همزمان با کشت به صورت نواری، حدود 5 سانتیمتر زیر بذر و 5 سانتیمتر کنار بذر می‌باشد. در مناطق غیرشور می‌توان پتاسیم را از منبع کلرور پتاسیم به صورت سرک و همزمان با اولین کوددهی نیتروژنی مصرف نمود.
- 6- با توجه به وجود کودهای محلول در آب با خلوص بالای فسفر و پتاسیم، می‌توان از این کودها به صورت کود آبیاری استفاده نمود در این صورت نیز بایستی مدت زمان آبیاری هر قطعه تحت آبیاری به سه قسمت تقسیم شود. کود در یک سوم میانی مصرف گردد و در یک سوم ابتدایی و انتهایی فقط آب وارد قطعه گردد.
- 7- بهترین روش مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف به صورت محلول‌پاشی و حداقل در دو نوبت با فاصله 15-20 روزه می‌باشد. محلول‌پاشی بایستی با غلظت‌های توصیه شده و در هوای خنک، صبح زود و ترجیحاً عصر انجام گیرد.
- 8- با توجه به پایین بودن میزان مواد آلی خاک‌ها، افزودن هر نوع کود آلی در مزارع پنبه کاری توصیه می‌گردد.
- 9- با توجه به نیاز گیاه پنبه و آهکی بودن خاک‌های زراعی کشور، کاربرد گوگرد یا ترکیبات گوگردی، به لحاظ خواص تغذیه‌ای و بهبود شرایط جذب سایر عناصر به ویژه فسفر و عناصر کم مصرف، در مزارع پنبه کاری توصیه می‌گردد.

منابع

1. بانبانی، ع. 1375. بررسی اثر مقادیر مختلف سولفات منیزیم در تسریع جوانه‌زنی بذر پنبه رقم ورامین در درجه حرارت پائین‌تر از اپتیمم به تاریخ کاشت. گزارش پژوهشی سال 1375. موسسه تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی ورامین. ایران.
2. بی‌نام، آمارنامه کشاورزی، 1392. جلد اول محصولات زراعی سال زراعی 90-1389، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات
3. رضایی، ح. و م. ج. ملکوتی. 1378. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش کمی و

- کیفی پنبه. نشریه فنی شماره 45.
4. سیلسپور، م. و ع. بانینانی. 1378. اثرات مصرف محلولهای حاوی عناصر ریزمغذی بر خواص کمی و کیفی پنبه رقم ورامین. گزارش نهایی.
 5. سیلسپور، م. 1386. بررسی اثر بور و روی در خصوصیات کمی و کیفی پنبه رقم ورامین. 1377 گزارش نهایی. سازمان تات. تهران. ایران
 6. سیلسپور، م. 1386. جایگاه گوگرد در ارتقای کمی و کیفی پنبه. نشریه فنی شماره 484. موسسه تحقیقات خاک و آب. ایران. تهران.
 7. سیلسپور، م. 1391. بررسی زمان منابع و مقدار مصرف پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی پنبه. مجله علمی پژوهشی پژوهش و سازندگی. تهران. ایران
 8. سیلسپور، م. 1377. بررسی اثرات پتاسیم و برگپاشی نیتروژن در زراعت پنبه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج. ایران.
 9. شاهرخنیا، ع. 1368. اثر گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر در زراعت پنبه در داراب فارس. سومین کنگره علوم خاک ایران. کرج، ایران.
 10. ضیائیان، ع. ح.، سیلسپور، م و ف. فرشچی. 1384. کلیاتی در مورد تغذیه پنبه. تهران، ایران.
 11. کشاورز، پ. 1379. تعیین حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای خاک های شور استان خراسان. گزارش نهایی. سازمان تات. تهران. ایران
 12. Abaye, A.O., Adcock, C.W. and Oosterhuis, D.M. 1999. Influence of Nitrogen and Boron Interaction on Cotton Production. Proceedings of the World Cotton Research Conference-2. Athens, Greece, September 6-12, 1998. Pp 424-426.
 13. Crozier, C.R., B. Walls, D.H. Hardy and J.S. Barnes. 2004. Response of cotton to P and K soil fertility gradients in North Carolina. Journal of Cotton Science 8: 130-141.
 14. El-Fouly, M.M., and Shaaban, M.M. 1999. Foliar Fertilization in Cotton. Proceedings of the World Cotton Research Conference-2. Athens, Greece, September 6-12, 1998. Pp 413-419.
 15. Gerik, T.J., Oosterhuis, D.M. and Torbert, H. A. 1998. , Management cotton nitrogen supply. USDA-Agricultural Research Service, Grassland Soil and Water Research Laboratory. Temple, Texas.
 16. Gormu.O., and Kanat, A.D. 1999. Yield and Quality Properties of Cotton as Affected by Potassium Fertilization. Proceedings of the World Cotton Research Conference-2. Athens, Greece, September 6-12, 1998. pp.441-444.
 17. Happy Nook, S.J. 1999. Influence of Nitrogen Nutrition on the Yield and

- Quality of Cotton. Proceedings of the World Cotton Research Conference-2. Athens, Greece, September 6-12, 1998. pp.454-455.
18. Ishag, H.M. 1997. Response of cotton *Gossypium barbadense* L. cultivars to foliar micronutrient fertilization and its interactions with phosphorus and number of insecticide spraying. *Expl. Agric.*, 28:163-170.
 19. Mitsios, I.K., Paschalidis, C., Stavrinos, E. Christidou. S. and Katranis, N. 1999. The Effects of the Nitrogen Fertilizer Rates on the Uptake and Yield of Cotton on Calcareous Soil. Proceedings of the World Cotton Research Conference-2. Athens, Greece, September 6-12, pp.432-435.
 20. Saad, A. 1994. Effect of foliar application with urea on yield of cotton. *Annals of Agric. Sci., Moshtohor.* 32:753-762.

پیوست:

تقویم کوددهی پنبه منطبق بر مراحل فنولوژیکی

مراحل رشد فنولوژیکی (روز پس از کاشت)					
88	64	40	30	16	قبل از کاشت
	50 درصد توصیه		30 درصد توصیه	20 درصد توصیه	کود نیتروژنی
					کود فسفوری
					کود پتاسیمی
محلول پاشی	محلول پاشی		محلول پاشی		کودهای حاوی عناصر ریزمغذی
محلول پاشی					کودهای قابل حل با پتاسیم بالا
			محلول پاشی		کودهای قابل حل با فسفر بالا
					کودهای آلی
					توسط دیسک با خاک مخلوط شود
	کود آبیاری	محلول پاشی		کود آبیاری	اسیدهای هیومیک
		محلول پاشی			محرک‌های رشد گیاهی