

24 / دستورالعمل تغذیه گندم

و زیاد (7 تن و بیشتر) در جدول‌های (8) تا (10) آمده است. در خاکهای با مقدار کربن آلی کمتر میزان نیاز به مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد.

جدول 8- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای کمتر از 0/5 درصد کربن آلی  
(کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	420	380	340	290	240
گرم و خشک	430	400	360	310	260
معتدل	420	380	340	290	240
سرد	390	350	310	260	210

جدول 9- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 0/5 - 0/75 درصد کربن آلی  
(کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	390	350	310	260	210
گرم و خشک	400	370	330	280	230
معتدل	390	350	310	260	210
سرد	360	320	280	230	180

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/25

جدول 10- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 1- 0/75 درصد کربن آلی  
(کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	360	320	280	230	180
گرم و خشک	370	340	300	250	200
معتدل	360	320	280	230	180
سرد	330	290	250	200	150

در صورت عدم امکان انجام آزمون خاک و تعیین میزان کود نیتروژنی مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک با توجه به شرایط اقلیمی، سابقه کشت قبلی، میزان آب قابل دسترس تراکم کشت و پتانسیل عملکرد مورد انتظار می توان میزان مصرف کودهای نیتروژنی را تعیین نمود. در جدول (11) توصیه عمومی مقدار مصرف کودها اوره برای دستیابی به عملکرد مورد انتظار در اقلیمهای مختلف ارائه شده است. بدیهی است در مواردی که از ارقام پر محصول استفاده می شود مشروط به در دسترس بودن آب کافی، برای برداشت حداکثر محصول باید نیاز غذایی رقم پر محصول را با افزایش مقدار کود مصرفی تأمین کرد.

جدول 11- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید گندم آبی (کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	400	360	320	270	220
گرم و خشک	410	380	340	290	240
معتدل	400	360	320	270	220
سرد	370	330	290	240	190

در زراعت گندم دیم مقدار مصرف کود نیتروژن بسته به میزان نیتروژن اولیه خاک، میزان رشد و عملکرد مورد انتظار و میزان و توزیع بارندگی پاییزه و بهاره دارد. در این بین میزان بارندگی های بهاره که بتواند رطوبت خاک و نیاز رشد گیاه را تا پایان دوره رشد تأمین نماید از اهمیت خاصی برخوردار است. اگرچه نیاز اقتصادی مصرف نیتروژن برای ارقام مختلف گندم دیم بر حسب میزان و توزیع بارندگی در سال زراعی متفاوت می باشد، اما با متوسط مصرف 50 الی 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به ترتیب معادل 110 الی 130 کیلوگرم اوره در هکتار) می توان به عملکردهای مطلوب در بارندگی های 300 الی 375 میلی متر دست یافت. برای بارندگی های خارج از این محدوده نیز می توان از جدول (12) استفاده نمود. این مقادیر برای سیستم تناوبی آیش-گندم توصیه شده است. چنانچه سیستم تناوبی به علوفه (لگوم)-گندم تغییر کند، مصرف نیتروژن برای گندم به طور متوسط 10 الی 20 کیلوگرم در هکتار کمتر خواهد بود.

**جدول 12- توصیه عمومی مصرف نیتروژن برای گندم دیم بر حسب بارندگی در سال زراعی**

بارندگی سال زراعی (میلی متر)	نیتروژن مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	اوره (کیلوگرم در هکتار)
250-275	40	87
275-300	45	98
300-325	50	109
325-350	55	120
350-375	60	130
375-400	65	141
بیش از 400	70	152

### زمان و نحوه مصرف کودهای نیتروژنی

تنظیم و تطبیق برنامه کود پاشی نیتروژن (سرک دهی) براساس مراحل رشد گندم، اهمیت علمی و عملی زیادی دارد. جذب نیتروژن از مرحله نشایی آغاز شده و در مرحله گلدهی به حداکثر می‌رسد. چهار مرحله اساسی در رشد گندم شامل 1- پنجه‌زنی، 2- ساقه‌دهی، 3- خوشه‌دهی، و 4- پر شدن دانه می‌باشد که تأمین نیتروژن مورد نیاز در این مراحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در مورد مصرف کود نیتروژنی مورد نیاز در مرحله شروع کاشت که به مصرف پائیزه معروف است نکات ذیل می‌بایست مورد توجه قرار می‌گیرد.

1- مقدار نیتروژن به اندازه نیاز موجب تشکیل یک سیستم ریشه‌ای توسعه یافته می‌شود که گیاه را در مقابل خسارت ناشی از سرمای زمستان مقاوم می‌کند. در شرایط مصرف پایه کود نیتروژنی، میزان رشد سیستم ریشه‌ای نسبت به بخش هوائی بیشتر است و گیاه را قادر می‌سازد که آب و مواد غذایی بیشتری جذب نماید.

2- گیاه گندم اگر در تاریخ کاشت مناسب کاشته شود بطور معمول قبل از خواب زمستانه، جوانه زده و تولید پنجه می‌کند. اگر چه در این شرایط مقدار ماده خشک تولید شده کم بوده و نیاز نیتروژنه آن نیز کم می‌باشد، اما نیاز به مصرف نیتروژن برای استقرار خوب و تولید پنجه‌های قوی ضروری است. در صورتی که تاریخ کاشت به گونه‌ای باشد که با انجام آبیاری اول گیاه سبز گردیده و استقرار یافته باشد و شرایط برای انجام آبیاری نوبت دوم قبل از فصل یخبندان فراهم گردد، اولین نوبت مصرف نیتروژن به قبل از آبیاری دوم و به میزان 40 درصد کل کود نیتروژنی برآورد شده برای کل فصل رشد موکول شود. بدیهی است در این شرایط تا حد زیادی عمل پنجه زنی گندم قبل از شروع فصل سرما و یخبندان صورت می‌گیرد. در شرایطی که امکان آبیاری نوبت دوم قبل از شروع فصل سرما وجود نداشته باشد (دیر کاشت یا کاشت کرپه) مصرف کود نیتروژنی به بعد از فصل سرما و در زمان تکمیل پنجه زنی موکول می‌گردد.

3- باید از مصرف غیرضروری کود در مرحله‌ای از رشد رویشی که منجر به خوابیدگی گیاه (ورس) و در نتیجه کاهش عملکرد می شود اجتناب ورزید. مصرف زیاد نیتروژن در این مرحله موجب هدر رفت نیتروژن در اثر شستشو شده و گیاه را نسبت به شیوع بیماریها و مرگ و میر زمستانه حساس می کند. برای پیشگیری از آبخویی و آلودگی آبهای زیرزمینی، بهتر است نیتروژن را به دفعات (تقسیم) مصرف نمود.

دوره رشد و فعالیت مجدد گندم زمستانه بعد از دوره سرما شروع می شود. در این دوره پنجه‌های جدید ظاهر و پنجه‌های قدیم رشد می‌یابند و بسته به رشد اولیه گندم تا اواسط فروردین ادامه دارد. از نیمه دوم فروردین مرحله جدید و بسیار حساس ظهور ساقه آغاز می‌شود. شروع ساقه با ظهور اولین گره در دو سانتیمتری سطح خاک آشکار است. بیشترین نیاز نیتروژنه گندم در این مرحله است.

در مرحله طویل شدن ساقه که دو تا سه هفته به طول می انجامد، میانگره‌ها در ساقه گندم ظاهر می شوند در انتهای این مرحله خوشه در غلاف ساقه پنهان شده است که به آن مرحله خوشه در شکم یا شکم خوش نیز می‌گویند. پیشنهاد شده است با توجه به شرایط خاک و مدیریت آبیاری و مزرعه حداقل یک سوم از کل کود نیتروژنی مورد نیاز در طول دوره رشد در این مرحله مصرف شود.

در خاک‌های با بافت ریز و سنگین (رسی و لوم رسی) و متوسط (لوم)، یک سوم (30 درصد) تا 40 درصد نیتروژن در مرحله آب دوم (شروع پنجه زنی قبل از شروع سرمای زمستانی)، یک سوم در مرحله تکمیل پنجه زنی و پس از گذراندن سرمای زمستانی و یک سوم در مرحله ساقه دهی (ظهور اولین گره در ساقه) و یا تشکیل خوشه (متورم شدن ساقه و یا شکم خوش) مصرف می‌شود. در خاکهای با بافت درشت و سبک (شنی) بهتر است نیتروژن در چهار مرحله، همزمان با آب دوم و شروع پنجه زنی، تکمیل پنجه زنی، ساقه دهی و گلدهی مصرف شود. در صورت امکان و به ویژه در خاکهای نسبتاً سبک بهتر آن

===== دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/29

است که 25 درصد نیتروژن کل در مرحله شکم خوش (متورم شدن ساقه) و 15 درصد بعد از گلدهی و شروع پرشدن دانه ها مصرف گردد.

در زراعت گندم دیم، دو سوم مقدار کود نیتروژنی توصیه شده می بایست در پاییز (ترجیحا از منبع نیترات آمونیوم) همزمان با کشت به صورت جایگذاری زیر بستر بذر در فاصله 7 تا 9 سانتی متری بذر مصرف شود. یک سوم باقیمانده نیز در صورت وجود بارندگی های بهاره بصورت سرک در فاصله زمانی نیمه دوم اسفند تا نیمه اول فروردین ماه بصورت سرک توصیه می شود. در مناطقی که دو سوم کود از ته در پاییز مصرف شده، در صورت عدم وجود بارندگی بهاره از مصرف کود سرک خودداری شود. به دلیل اینکه در روش جایگذاری بیش از 40 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در زیر بذر از منبع آمونیومی نیتروژن مانند اوره رشد ریشه محدود می گردد توصیه می شود برای بیش از 40 کیلوگرم نیتروژن خالص مصرف کود به روش تقسیط صورت گیرد. به علاوه هرگز نباید کود نیتروژنی آمونیومی را با بذر در نوار کشت با عمق یکسان مصرف کرد چرا که این عمل باعث سوزش بذر و عدم جوانه زنی آن خواهد شد. بر این اساس نمی توان بیش از 10 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را به همراه بذر مصرف نمود.

به منظور افزایش کیفیت دانه گندم به ویژه افزایش پروتئین آن، مدیریت مصرف نیتروژن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. جذب نیتروژن توسط گندم در اواخر دوره رشد می تواند به افزایش پروتئین دانه گندم منجر شود. مصرف خاکی کودهای نیتروژنی در اواخر فصل رشد گندم با مشکلاتی همراه است. با این حال بهترین روش برای کاربرد کودهای نیتروژنی در این زمان محلولپاشی می باشد. محلولپاشی نیتروژن در مراحل ظهور خوشه ها و شیرینی شدن دانه به افزایش پروتئین دانه منجر خواهد شد. بدین منظور در طول 7 روز پس از 50 درصد گلدهی گندم، محلولپاشی کود سولفات آمونیوم و یا اوره به میزان 4 تا 8 کیلوگرم در هکتار توصیه می گردد. محلولپاشی کود نیتروژنی در این مرحله را می توان به صورت توأم با مصرف سم برای مبارزه با سن گندم انجام داد. غلظت محلول نیتروژن برای

محلولپاشی از 7 در هزار بیشتر نشود. برای غنی سازی دانه گندم از لحاظ پروتئین می توان از کودهای با محتوای نیتروژنی بالا در مرحله شیری شدن دانه همراه با آب آبیاری (کودآبیاری) استفاده نمود. در زراعت گندم دیم به منظور افزایش پروتئین دانه و عملکرد گندم دیم می توان در اوایل ساقه دهی به همراه علف کش جهت کنترل علف های هرز از محلول پاشی اوره به غلظت 3 الی 5 درصد استفاده نمود.

### 3-1-2- توصیه مصرف فسفر

کمبود فسفر در گندم می تواند به علت پایین بودن فسفر بومی خاک و یا کوددهی کم فسفر باشد. pH پائین (در خاکهای اسیدی) و یا pH بالا (در خاکهای قلیائی و آهکی)، خاک سرد و خاک خشک جذب فسفر را کاهش می دهد. کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد گندم پتانسیل عملکرد را به شدت کم می کند. مراحل اولیه رشد حدود 5 تا 6 هفته اول می باشد و توصیه بر این است که فسفر کافی در این مرحله در اختیار ریشه گیاه قرار گیرد. حدود 15% از کل فسفر جذب شده توسط گندم در دو هفته اول رشد گندم جذب می شود. این مقدار کم است ولی تأثیر زیادی در دستیابی به عملکرد مطلوب دارد. میزان فسفر ذخیره شده در خاک بیشتر در مراحل بعدی رشد گندم مورد استفاده قرار می گیرند و کمبود فسفر در انتهای رشد تأثیر کمی روی تولید محصول گندم دارد. پنجه های کافی و قوی نقش اساسی در افزایش تولید گندم دارند و فسفر نقش بارزی در تولید پنجه های قوی بازی می کند.

حرکت فسفر در خاک کند می باشد. قسمت زیادی از کود فسفوری مصرفی در سطح خاک باقی مانده و ممکن است در خاک تثبیت شود. این امر، کارایی کود فسفوری را کاهش می دهد. کارایی نسبی کود فسفوری به pH خاک، مقدار و شکل فسفر در خاک، مقدار، روش و زمان مصرف کود و نیاز خاص ارقام گندم دارد. pH خاک از مهمترین عوامل حلالیت و فراهمی فسفر در خاک می باشد. برای افزایش کارایی مصرف کود فسفوری نکات زیر می باید مدنظر قرار گیرد:

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/31

الف: مصرف کود فسفوری بصورت نواری بویژه در خاکهای اسیدی و قلیایی

ب: استفاده از ارقام کارآمد

ج: مصرف سایر عناصر غذایی به مقدار کافی

د: کنترل علف های هرز

ه: مصرف کافی آب

و: کنترل فرسایش داخل مزرعه

حدود 10 تا 30 درصد فسفر مصرف شده، جذب گیاه گندم می شود و باقیمانده آن به صورت غیرقابل جذب در می آید. بنابراین کودهای فسفوری دارای اثرات باقیمانده برای کشت محصول بعدی می باشند. در سیستم های تناوب زراعی گندم-ذرت-گندم، در صورتی که برای کشت اول گندم و کشت دوم ذرت کود فسفوری به مقدار کافی بر اساس آزمون خاک مصرف شده باشد، کشت سوم گندم به کود فسفوری کمتری نیازمند بوده به عبارت دیگر کاربرد کود فسفوری در کشت های قبلی نیاز فسفر گندم را تأمین می نماید.

در برخی موارد مصرف بیش از حد کودهای فسفوری و به دنبال آن، جذب بیش از حد نیاز فسفر توسط بعضی از گیاهان موجب کاهش تولید می گردد. چنین اثرهایی ممکن است به این دلیل باشد که فسفات سرعت جذب و انتقال بعضی از عناصر غذایی کم مصرف مانند روی، آهن و مس را کاهش می دهد.

#### انواع کودهای فسفوری

از انواع مهم کودهای فسفوری مصرفی متداول در کشور، دی آمونیوم فسفات (با 46 درصد  $P_2O_5$ ) و سوپر فسفات تریپل (با 46 درصد  $P_2O_5$ ) می باشد. کود سوپر فسفات ساده (20-16 درصد  $P_2O_5$ ) نیز از جمله کودهای فسفوری است که ظرفیت مناسبی برای تولید آن در کشور وجود دارد. کودهای فسفوری با حلالیت بالا وجود دارد که برای کاربرد به صورت کود آبیاری مناسب می باشند. مزیت استفاده از این کودها، کاربرد آسان آنها در



مرحله تشکیل پنجه همزمان با حداکثر نیاز گیاه به فسفر می‌باشد. کاربرد کودهای میکروگرانول فسفوری نیز در حال گسترش می‌باشد و برای زراعت گندم قابل توصیه است. همچنین بجای سوپرفسفات تریپل برای تأمین فسفر مورد نیاز گندم می‌توان از کود میکروبی فسفات‌گرانوله به مقدار معادل استفاده کرد.

#### مقدار مصرف کود فسفوری

مقدار کاربرد کودهای فسفوری بسته به نوع، زمان و روش مصرف متفاوت است. آزمون خاک برای توصیه مصرف کودهای فسفوری توصیه می‌شود. حد بحرانی فسفر در خاک 15 میلی گرم در کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر احتمال پاسخ گندم به مصرف کودهای فسفوری هنگامی که در خاک مقدار فسفر قابل استفاده کمتر از 15 باشد افزایش می‌یابد. در جدول (13) دسته بندی مقدار فسفر قابل استفاده خاک بر اساس آزمون خاک ارائه شده است.

#### جدول 13- گروه بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت گندم

فسفر قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)			
>15	10-15	5-10	<5
زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
بدون پاسخ	کمتر از 50 درصد	50-75	75-100

در جدول‌های (14) تا (17) مقدار کود سوپر فسفات تریپل برای دستیابی به عملکردهای مورد انتظار آورده شده است. مقدار کود توصیه شده برای کاربرد به روش پخش سطحی می‌باشد. در صورتی که کود با دستگاه کودکار-بذرکار و به صورت نواری مصرف گردد مقدار توصیه به یک دوم تا دو سوم مقادیر ارائه شده در جدول‌های زیر کاهش می‌یابد. مقدار مصرف کودهای میکروگرانول فسفوری که همراه با کاشت بذر درست در کنار بذر مصرف می‌شوند مقدار 40 تا 60 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/33

مبنای توصیه مصرف خاکی فسفر، آزمون خاک می‌باشد. در مواردی که این امکان فراهم نباشد برای توصیه مقدار کاربرد کودهای فسفوری با توجه به سابقه کاشت، عملکرد مورد انتظار، میزان برداشت فسفر توسط گندم از خاک می‌بایست به کارشناس تغذیه گیاهی آشنا با شرایط خاکی منطقه مراجعه شود. در جدول‌های پیوست نیز تقویم مصرف کود براساس مراحل رشد گندم آورده شده است که برای توصیه مقدار مصرف فسفر می‌توان به آن مراجعه نمود.

**جدول 14- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای کمتر از 5 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)**

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	3	4	5	6	$\geq 7$
گرم و مرطوب	200	230	260	290	310
گرم و خشک	185	215	245	275	295
معتدل	200	230	260	290	310
سرد	220	250	280	310	330

**جدول 15- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 10-5 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)**

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	3	4	5	6	$\geq 7$
گرم و مرطوب	160	190	220	250	270
گرم و خشک	145	175	205	235	255
معتدل	160	190	220	250	270
سرد	180	210	240	270	290

جدول 16- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 10-12 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	180	160	130	100	70
گرم و خشک	165	145	115	85	55
معتدل	180	160	130	100	70
سرد	200	180	150	120	90

جدول 17- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 12-15 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	130	110	80	50	20
گرم و خشک	120	100	70	40	20
معتدل	130	110	80	50	20
سرد	160	130	100	70	40

در زراعت گندم دیم حد بحرانی فسفر 9 میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است که بر این اساس می توان متوسط نیاز به فسفر مزرعه را بر اساس آزمون خاک از طریق جدول (18) محاسبه نمود.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/35

**جدول 18- متوسط نیاز به مصرف فسفر در کشت گندم بر اساس آزمون خاک**

میزان پنتاکسید فسفر مورد نیاز سوپرفسفات تریپل مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	فسفر اولیه خاک (میلی گرم در کیلوگرم)
15	9
30	8
45	7
60	6
75	5
90	4

**زمان و نحوه مصرف کودهای فسفوری**

مقادیر توصیه شده در جداول (14) تا (17) برای کاربرد خاکی به روش پخش سطحی پیشنهاد شده است. توصیه بر این است که تمام کود فسفوری قبل از کاشت گندم و یا همزمان با کاشت بذر مصرف گردد. مصرف فسفر در این دوره تأثیر زیادی بر روی تعداد پنجه و توسعه سیستم ریشه‌ای دارد. به دلیل تثبیت فسفر در خاک و عدم تحرک آن در مقایسه با کودهای نیتروژنی بهتر است کود فسفوری با دستگاه بذرکار-کودکار، در زیربذر به فاصله 5 تا 10 سانتی متر قرار گیرد. در کل مصرف کودهای فسفوری به صورت نواری نسبت به روش دستپاش و یا پخش سطحی از اولویت بیشتری برخوردار است، ضمن اینکه مقدار کود مصرف شده به 75 تا 50 درصد مقدار محاسبه شده برای پخش سطحی کاهش می‌یابد. این میزان بستگی به مقدار فسفر قابل استفاده خاک دارد. در مقادیر خیلی کم تا کم فسفر (جدول 13) در خاک کاربرد نواری نسبت به پخش سطحی ارجحیت دارد و سبب کاهش 50 درصدی مقدار توصیه کود به روش پخش سطحی می‌گردد. در مقادیر متوسط تا بالای فسفر (جدول 13) تفاوت چندانی بین دو روش در کاربرد کود توصیه شده وجود ندارد. چنانچه این روش به دلیل عدم وجود تجهیزات کافی عملی نباشد می‌توان کود فسفوری

را در سطح خاک پخش کرده و با دیسک یا دندانه در عمق خاک قرار داد. در صورت کاربرد کود همزمان با بذر (روش جایگذاری) می‌بایست دقت شود که میزان مصرف از 60 کیلوگرم در هکتار بیشتر نباشد.

در زمان داشت گندم می‌توان از منابع دیگری از کودهای فسفوری محلول در آب استفاده نمود. این منابع می‌توانند همراه با آب آبیاری (کود آبیاری) و یا محلولپاشی استفاده شوند. بهترین مراحل کودآبیاری گندم در دو مرحله ابتدای رشد رویشی گندم (آب سوم) و یا اواخر پنجه زنی و اواسط ساقه دهی می‌باشد. در این مراحل در مجموع 5 تا 10 کیلوگرم از کودهای محلول در آب حاوی فسفر زیاد به صورت کود آبیاری و همچنین در همین مراحل رشد استفاده از منابع کودی که حاوی مقادیر زیادی فسفر می‌باشند به صورت محلولپاشی 5-2/5 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد.

از کودهای میکروگرانول فسفوری می‌توان در ردیف کاشت بذر استفاده کرد. این روش کاربرد به نام پاپ-آپ<sup>1</sup> مشهور است. به این صورت که دستگاه بذر کار همزمان با کاشت بذر در ردیف کشت، کود را نیز در همان ردیف درست کنار بذر جایگذاری می‌کند. این روش با روش کاربرد نواری که کود با فاصله از بذر (در زیر و کنار بذر) قرار می‌گیرد متفاوت است. مقدار مصرف کود در این روش به دلیل احتمال سوختگی برای گیاهچه کمتر از روش های دیگر مصرف کودهای فسفوری در خاک است.

### 3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم

برای بدست آوردن یک عملکرد مطلوب تأمین عنصر پتاسیم برای گندم ضروری است. با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی و فسفوری و مصرف اندک کودهای پتاسیمی، در بسیاری از موارد مقدار برداشت پتاسیم از خاک بیش از سرعت آزادسازی این عنصر از کانی ها می‌باشد. کمبود پتاسیم در خاک‌های با بافت سبک و شنی بیشتر متداول

1- pop-up

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/37

است. گیاه گندم در مرحله ساقه رفتن بیشتر از سایر مراحل به پتاسیم احتیاج دارد. در این مرحله روزانه 3/5 تا 8 کیلوگرم در هر هکتار پتاسیم جذب می‌نماید. مصرف کودهای پتاسیمی این نیاز را جبران می‌کند. به علاوه، گاه گندم منبع با ارزشی است که حدود 85 درصد از پتاسیم جذب شده توسط گیاه در ترکیب آن قرار می‌گیرد. پتاسیم مقاومت گیاه را در برابر آفات و بیماری‌ها و صدمات ناشی از تنش‌های سرمای افزایش می‌دهد. این عنصر سبب افزایش بازدهی استفاده از کودهای نیتروژنی نیز می‌شود.

#### انواع کودهای پتاسیمی

از انواع متداول کودهای پتاسیمی می‌توان به سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم به ترتیب با مقادیر 50 و 60 درصد اکسید پتاسیم ( $K_2O$ ) اشاره نمود. در بسیاری از موارد بین سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم تفاوتی از لحاظ اثر بخشی وجود ندارد. تنها در شرایط کشت گندم در خاکهای شور کاربرد کود کلرید پتاسیم توصیه نمی‌شود. ملاحظات مربوط به کاربرد کودهای پتاسیمی در شرایط شور در بخش مربوطه در این راهنما ارائه شده است. کودهای پتاسیمی با بنیان سولفات نیز وجود دارند که به راحتی در آب قابل حل بوده و برای کاربرد در آب آبیاری در مراحل از رشد گندم که به کمبود پتاسیم حساس می‌باشد قابل توصیه است. به علاوه کودهای پتاسیمی مرکب که حاوی عناصر دیگر از جمله نیتروژن و فسفر می‌باشند نیز برای کاربرد در آب آبیاری توصیه می‌گردد.

#### مقدار مصرف کودهای پتاسیمی

توصیه مصرف کود پتاسیمی می‌بایست بر اساس آزمون خاک صورت گیرد. حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده در خاک 200 میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است. به عبارت دیگر در صورتی که مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک کمتر از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد احتمال پاسخ به کاربرد کود افزایش می‌یابد و در مقادیر بالاتر از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم به احتمال زیاد پاسخی از مصرف کود پتاسیمی در خاک مشاهده

نمی‌شود. با این حال کاربرد پتاسیم به صورت کودآبیاری به ویژه برای دستیابی به عملکردهای بالا حتی در شرایطی که پتاسیم در خاک کافی به نظر می‌رسد توصیه می‌گردد. در جدول (19) گروه‌بندی آزمون خاک برای پتاسیم قابل استفاده آورده شده است.

#### جدول 19- گروه بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت گندم

پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)			
>200	150-200	100-150	<100
زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
بدون پاسخ	کمتر از 50 درصد	50-75	75-100
عنوان گروه احتمال پاسخ به مصرف کود (درصد)			

علاوه بر آن توجه به سیستم کشت و تناوب زراعی در توصیه کاربرد کود پتاسیمی مؤثر است. در مواردی مانند کشت متوالی گندم و ذرت به دلیل تخلیه شدید پتاسیم از خاک بهتر است پس از آزمون خاک، کود پتاسیمی مصرف شود. در صورتیکه میزان پتاسیم قابل جذب خاک در محدوده 150 تا 200 میلی گرم در کیلوگرم باشد دو راه کار برای کوددهی وجود دارد.

الف: اگر سیستم زراعی فشرده وجود داشته و زارع علاقمند باشد میزان پتاسیم خاک از کمترین حد یعنی 150 میلی گرم در کیلوگرم کمتر نشود. به عبارتی پتاسیم خاک را در یک محدوده ثابت نگه دارد باید به اندازه پتاسیمی که توسط گیاه گندم از مزرعه خارج می‌شود سالانه کود پتاسیمی مصرف نماید. به این راه کار، استراتژی نگهداشت می‌گویند.

ب: در صورتی که زارع از توان اقتصادی خوبی برخوردار است می‌توان از محدوده 150 میلی گرم تا 200 میلی گرم پتاسیم قابل استفاده در هر کیلوگرم خاک، کود پتاسیمی را تا 100 کیلوگرم  $K_2O$  در هکتار (200 کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) مصرف کرد. در این راه کار که به استراتژی ذخیره پتاسیم در خاک معروف است، پتاسیم در خاک ذخیره می‌شود و مقدار پتاسیم در خاک در حد بالا باقی می‌ماند.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/39

میزان کاربرد کودهای پتاسیمی بسته به نوع و زمان مصرف متفاوت است. در جدول‌های (20) تا (22) مقدار مصرف کود سولفات پتاسیم در خاک به روش پخش سطحی برای دستیابی به عملکردهای مورد انتظار در سطوح مختلف پتاسیم قابل استفاده خاک آورده شده است. در صورت کاربرد کود به صورت نواری در کنار بذر مقادیر توصیه شده به نصف کاهش می‌یابد. در زراعت دیم به دلیل اینکه اغلب مزارع دارای پتاسیم بالا می‌باشند مصرف خاکی پتاسیم توصیه نمی‌شود.

جدول 20- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 0-100 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن)				
	3	4	5	6	≥7
گرم و مرطوب	220	240	260	280	300
گرم و خشک	210	230	250	270	290
معتدل	220	240	260	280	300
سرد	230	250	270	290	310

جدول 21- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 100-150 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقليم	گروه های عملکرد پتانسیل (تن)				
	3	4	5	6	≥7
گرم و مرطوب	150	170	190	210	230
گرم و خشک	140	160	180	190	220
معتدل	150	170	190	210	230
سرد	160	180	200	220	240



جدول 22- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 150-200 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	گروه های عملکرد پتانسیل (تن)				
	3	4	5	6	≥7
گرم و مرطوب	50	70	90	110	120
گرم و خشک	40	60	80	100	110
معتدل	50	70	90	110	120
سرد	60	80	100	120	140

مبنای توصیه مصرف خاکی پتاسیم، آزمون خاک می باشد. در مواردی که این امکان فراهم نباشد برای توصیه مقدار کاربرد کودهای پتاسیمی با توجه به سابقه کاشت، عملکرد مورد انتظار، میزان برداشت پتاسیم توسط گندم از خاک می بایست به کارشناس تغذیه گیاهی آشنا با شرایط خاکی منطقه مراجعه شود. در جدول های پیوست نیز تقویم مصرف کود بر اساس مراحل رشد گندم آورده شده است که برای توصیه مقدار مصرف پتاسیم می توان به آنها مراجعه نمود.

#### زمان و نحوه مصرف کودهای پتاسیمی

تمام کود پتاسیمی قبل از کاشت مصرف و با دیسک یا داندانه زیر خاک قرار داده می شود. در صورتی که پتاسیم موجود در خاک برای رفع نیاز گیاه کافی نباشد و کود پتاسیمی نیز قبل از کاشت مصرف نشده باشد، مصرف سرک کلرید پتاسیم در یک نوبت در مراحل اولیه رشد گندم توصیه می گردد. برای افزایش کارایی کود پتاسیمی می توان این کود را با دستگاہ بذرکار- کودکار در ردیف کشت بذر قرار داد. با این روش مقدار مصرف کود پتاسیمی کاهش خواهد یافت. برای اثربخشی بیشتر، بهتر است همراه با کود پتاسیمی مقداری کود نیتروژنی نیز مصرف شود.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/41

در مراحل انتهایی پنجه زنی و اواسط ساقه دهی استفاده از کودهای قابل حل در آب که حاوی مقادیر مناسبی پتاسیم باشند به مقدار 10 تا 20 کیلوگرم در هکتار توصیه می شود. همچنین محلولپاشی کودهای حاوی این عنصر در همین مراحل رشد به مقدار 2-3 کیلوگرم در هکتار نقش مؤثری در افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم دارد. برای دستیابی به عملکردهای زیاد مصرف سرک کودهای حاوی پتاسیم بالا به صورت کودآبیاری و یا محلولپاشی در مراحل گلدهی (قبل از ظهور خوشه) و شیری شدن دانه کمک به سزایی در پر شدن دانه ها و افزایش عملکرد گندم دارد.

### 3-1-4- کاربرد گوگرد

گوگرد به صورت یون سولفات جذب گیاه گندم می گردد. کمبود گوگرد در خاکهای معدنی با زهکشی مناسب، بافت درشت و ماده آلی کم وجود دارد. در سالهای گذشته بدلیل افزایش آلودگی هوا مقدار بیشتری گوگرد از طریق اتمسفر، بارانهای اسیدی و همچنین قارچ کشهای حاوی گوگرد و کودهای شیمیایی وارد خاک می گردید و کمبود آن کمتر دیده می شد. ولی در سالهای اخیر، استفاده از محصولات پرنیاز به عناصر غذایی، مصرف کودها با درجه خلوص بالا و کشاورزی متمرکز، کمبود این عنصر در مناطقی از جهان تشدید شده است. در مطالعات صورت گرفته نشان داده شده است که میزان گوگرد قابل استفاده 37 درصد از خاکهای تحت کشت گندم در کشور کمتر از حد بحرانی (12 میلی گرم در کیلوگرم) می باشد. به عبارت دیگر حدود 37 درصد از اراضی تحت کشت گندم به کاربرد گوگرد نیازمندند.

نسبت نیتروژن به گوگرد (N/S) در بافت گیاهی برای تشخیص کمبود گوگرد بسیار مهم است و حد بحرانی آن در بافت گیاهی گندم 13/7 تعیین گردیده است. حد بحرانی گوگرد (به صورت سولفات) در خاک 12 میلی گرم در کیلوگرم می باشد.

یون سولفات از طریق ترکیبات موجود در خاک از جمله گچ و یا از طریق آب آبیاری به خاک اضافه می‌شود. به علاوه کاربرد کودها با بنیان سولفات نظیر سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم نیز می‌تواند در رفع کمبود گوگرد در گیاه گندم مؤثر واقع شود. با این حال کاربرد گوگرد به صورت پودری، گوگرد پاستیل و یا کودهای آلی گرانوله گوگردی نیز به عنوان منابع مهم تأمین گوگرد مورد نیاز گندم شناخته شده اند. به دلیل اینکه گوگرد در خاک ابتدا می‌بایست به کمک فرایندهای بیولوژیکی به سولفات تبدیل و سپس توسط گیاه جذب گردد کاربرد مستقیم گوگرد می‌بایست همراه با باکتری‌های اکسید کننده گوگرد (تیوباسیلوس‌ها) مصرف گردد. نحوه مصرف کودهای زیستی اکسید کننده گوگرد در بخش (3-3-2) به تفصیل بیان شده است. کشاورزان باید دقت زیادی به نیاز کودی گوگرد گیاهان زمستانه بکنند زیرا وقتی درجه حرارت پایین و رطوبت خاک زیاد باشد باکتری‌هایی که گوگرد طبیعی را به سولفات تبدیل می‌کنند خیلی کم هستند. زمان مصرف گوگرد به دلیل زمان بر بودن فرایند تبدیل آن به سولفات توسط فرایندهای بیولوژیکی در اثر بخشی آن بسیار مؤثر است. کاربرد گوگرد در خاک به همراه باکتری‌های تیوباسیلوس 2 تا 4 ماه قبل از کشت توصیه می‌شود.

مقدار مصرف گوگرد بسته به نوع آن متفاوت است. گوگرد پودری و پاستیل به میزان 500 تا 1000 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. به دلیل سهولت در مصرف گوگرد پاستیل کاربرد آن نسبت به گوگرد پودری ارجحیت دارد. گوگرد همراه با مواد آلی نیز قابل مصرف می‌باشد. به ویژه در شرایطی که استفاده از باکتری‌های اکسید کننده گوگرد امکان‌پذیر نیست مصرف گوگرد به همراه مواد آلی به ویژه کودهای حیوانی توصیه می‌شود. گوگرد آلی گرانوله از دیگر انواع کودهای آلی است که حاوی گوگرد می‌باشد.

علاوه بر نقش گوگرد در تغذیه گندم، کاربرد آن در کاهش pH خاکها به ویژه در ناحیه فعالیت ریشه گندم مؤثر می‌باشد. این امر در خاکهای آهکی ایران سبب افزایش فراهمی عناصری چون فسفر، روی و آهن می‌گردد. لذا افزایش افزایش جذب این عناصر

===== دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/43

توسط گندم با کاربرد گوگرد مشاهده شده است. گوگرد علاوه بر نقش تغذیه‌ای در گندم و بهبود خصوصیات خاک برای رشد گیاه، در خصوصیات کیفی دانه گندم و به دنبال آن در خصوصیات نان تولیدی نیز نقش دارد.

### 3-1-5- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف

کمبود عناصر غذایی کم مصرف معمولاً در خاک‌های سبک و درشت بافت (شنی)، خاک‌های آهکی و خاک‌های با ماده آلی کم اتفاق می‌افتد. مشخص شده است که از اراضی تحت کشت گندم 37 درصد دچار کمبود شدید آهن، 40 درصد دچار کمبود شدید روی، 25 درصد دچار کمبود منگنز و 24 درصد نیز دچار کمبود مس می‌باشند. در صورتی که نتایج تجزیه نمونه خاک، غلظت این عناصر را پایین تر از حد بحرانی نشان دهد بایستی از کودهای محتوی این عناصر استفاده شود. میزان مصرف این کودها کم است با این حال اثرات فراوانی بر عملکرد به ویژه بر کیفیت گندم تولیدی برجای می‌گذارد. کاربرد این عناصر به ویژه روی و آهن سبب افزایش غلظت آنها در دانه شده که به دنبال آن آرد تولیدی از ارزش غذایی بالاتری برخوردار خواهد بود. با مصرف بهینه کود به ویژه سولفات روی، ضمن کاهش اسید فیتیک و افزایش غلظت عناصر غذایی، نسبت مولی اسید فیتیک به روی که معیاری برای قابلیت جذب عناصر غذایی مهم در بدن انسان می‌باشد نیز کاهش می‌یابد.

### انواع کودهای حاوی عناصر کم مصرف

کودهای سولفات روی، سولفات آهن، سولفات مس، سولفات منگنز، اسیدبوریک و کود میکروی کامل و کودهای کلاته (در این کودها از بنیان‌های آلی از جمله EDTA و EDDHA استفاده می‌شود) از جمله کودهای حاوی عناصر کم مصرف می‌باشند که هر یک از آنها نقش خاص و بسزایی در زراعت گندم دارند.

مقدار، زمان و نحوه کاربرد کودهای حاوی عناصر کم مصرف در جدول (23) گروه بندی غلظت عناصر غذایی کم مصرف در خاک برای دستیابی به تولید مطلوب گندم آورده شده است. این جدول نشان می دهد که هر چه غلظت عنصر غذایی در خاک پایین تر باشد احتمال اینکه با مصرف کود عملکرد گندم افزایش یابد بیشتر خواهد بود.

جدول 23- گروه بندی غلظت عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک برای کشت گندم

عنصر غذایی قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)				عملکرد نسبی با مصرف عنصر غذایی (درصد)*	گروه
مس	منگنز	آهن	روی		
-	<3	<2/5	<0/25	کمتر از 50	خیلی کم
<0/25	3-6	2/5-5	0/25-0/5	50-75	کم
0/25-0/5	6-10	5-7/5	0/5-1/0	75-100	متوسط
>0/5	>10	>7/5	>1/0	بدون پاسخ	زیاد

\* عملکرد گندم در اثر مصرف عنصر غذایی نسبت به پتانسیل عملکرد در نظر گرفته شده است.

کودهای حاوی عناصر کم مصرف در صورت کاربرد در خاک بایستی قبل از کاشت مصرف شده و با شخم زیر خاک شوند و یا با غلظت 3 تا 4 در هزار در مراحل پنجه زنی، اوایل ساقه دهی و حتی در مرحله گلدهی محلولپاشی شوند. مصرف بور در مناطقی که دارای خاک شور می باشند توصیه نمی گردد. محلولپاشی این عناصر از منابع کودی سولفات مانند سولفات آهن و روی با غلظت 5 تا 7 در هزار امکان پذیر است. در خاک های آهکی، کارایی سولفات آهن کاهش می یابد که در این صورت از محلولپاشی سولفات آهن و یا مصرف حاکی کلات آهن (Fe-EDDHA) به میزان 2-3 کیلوگرم در هکتار استفاده می شود. با این حال مصرف حاکی سولفات آهن همراه با کود اوره به صورت کود آبیاری

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/45

در رفع کمبود آهن می تواند مؤثر باشد. در شرایط کمبود شدید عناصر کم مصرف در خاک مصرف خاکی کودهای حاوی عناصر کم مصرف به ویژه سولفات روی و منگنز به میزان 25-40 کیلوگرم در هکتار توصیه می شود. در رفع کمبود روی مصرف توام خاکی به همراه محلولپاشی سولفات روی ارجحیت دارد.

کودهای حاوی عناصر کم مصرف بایستی قبل از کاشت مصرف شوند یا آنکه در مراحل پنجه زنی کامل، اوایل ساقه رفتن و حتی در مرحله گلدهی به صورت محلولپاشی مصرف شوند.

برای محلولپاشی یا برگپاشی رعایت کلیه نکات فنی زیر ضروری است:

- محلولپاشی باید صبح زود یا عصر هنگامی که اشعه آفتاب مایل است انجام گیرد.
- به محلول کودی تهیه شده، ماده سیتوتوت یا مایع ظرفشوئی به غلظت 0/2 در هزار (200 میلی لیتر در 1000 لیتر آب) اضافه گردد. این کار باعث کاهش نیروی کشش سطحی آب شده و در نتیجه قطرات آب حالت پخشیده به خود گرفته و سطح تماس برگ با ذرات کودی افزایش یافته و در نتیجه میزان جذب برگگی افزایش می یابد.
- هنگام محلولپاشی سرعت وزش باد باید حداقل باشد.
- پس از انجام محلولپاشی با حداقل فاصله زمانی آبیاری مزرعه انجام گیرد.
- برای اطمینان از صحت انجام عملیات فوق پیشنهاد می گردد کود مورد نظر را با غلظت مربوطه تهیه و در قطعه کوچکی از مزرعه برگپاشی انجام گیرد. در صورت عدم ظهور علائم برگ سوزی پس از سه روز در گیاه در تمام سطح مزرعه برگپاشی انجام شود.
- در اراضی شور از کود میکروی کامل بدون بر استفاده شود.
- برای غنی سازی بذر کودهای حاوی عناصر کم مصرف در مراحل مختلف پنجه زنی، ساقه دهی و حتی شیری شدن دانه را می توان محلولپاشی نمود.

### 3-2- کاربرد مواد آلی در تولید گندم

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است و میزان کربن آلی در بیش از 60 درصد از اراضی زیر کشت کمتر از یک درصد و دربخش قابل توجهی از آن کمتر از 0/5 درصد می باشد. چنین وضعیتی در خاک‌های کشور بی تردید توان تولید خاکها را محدود کرده و دستیابی به اهداف افزایش تولید و پایداری آن را دشوار می‌نماید. بررسی‌ها نشان داده است که به ازای افزایش هر گرم کربن آلی در کیلوگرم خاک (معادل 0/1 درصد یا 3 تن در هکتار) عملکرد دانه گندم به طور میانگین 286 کیلوگرم در هکتار افزایش می یابد. افزون بر این با افزایش کربن آلی از محدودیت خاک‌های شور (قابلیت هدایت الکتریکی حداکثر تا 10/5 دسی زیمنس بر متر) و سبک (میزان رس کمتر از 15 درصد) بر عملکرد دانه گندم کاسته خواهد شد.

مواد آلی ترکیبات کربنی می باشند که بوسیله گیاهان، ریز جانداران و جانوران در خاک تولید می شوند. وجود مواد آلی علاوه بر اینکه نشان دهنده سلامت و کیفیت خاک است، شاخص مناسبی برای باروری آن به شمار می آید که حاصل بر همکنش فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانه سازی و وضعیت تخلخل، نفوذ پذیری آب را در خاک بهبود بخشیده و قدرت نگهداری آب را نیز در خاک افزایش می دهد. از طرف دیگر مواد آلی در اثر معدنی شدن، مقدار قابل توجهی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف را در خاک آزاد نموده و به تغذیه متعادل گیاه کمک زیادی می‌نماید.

منابع تأمین مواد آلی دارای تنوع زیادی است و شامل انواع کودهای حیوانی، کمپوست حاصل از بقایای محصولات کشاورزی نظیر شاخه و برگ گیاهان، سبوس برنج و کلش گندم، ضایعات نیشکر و پسته، ضایعات کارخانه‌های قند، چای خشک کنی، چوب و کاغذ و کشت و صنعت‌های تولید قارچ خوراکی، کمپوست حاصل از تخمیر زباله‌ها و فاضلاب شهری، پودر استخوان و سایر مواد قابل تجزیه گیاهی و حیوانی است که علاوه بر اصلاح

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/47

نسبت کربن به نیتروژن، غلظت عناصر غذایی مورد استفاده گیاهان زراعی را در خاک افزایش می‌دهند. به علاوه مدیریت صحیح زراعی و اعمال کشاورزی حفاظتی از جمله انتخاب تناوب زراعی مناسب، استفاده از کود سبز، استفاده از بقایای کاه و کلش محصولات و انجام خاکورزی حفاظتی کمک شایانی در حفظ و ارتقای کربن آلی خاک می‌نماید. در زیر واژه‌هایی که در ارتباط با مواد آلی خاک قرار دارند تعریف شده‌اند.

**کربن آلی:** کربن آلی، کربنی است که در مواد آلی موجود بوده و در نسبت کربن به ازت (C/N) اثر مستقیم دارد.

**ماده آلی:** به انواع مختلف ترکیبات کربنی موجود در باقی مانده گیاهی و یا جانوری که در مراحل مختلف تجزیه قرار دارند ماده آلی گفته می‌شود.

**کودهای آلی:** مواد تهیه شده از فرآوری ترکیبات با منشاء زیستی و یا ترکیبات فرآوری نشده گیاهی و حیوانی و یا پسماندهای آلی واحدهای فرآوری صنعتی که توسط تجزیه میکروبی یکنواخت شده را کود آلی می‌نامند. کودهای آلی باید از نظر مواد اولیه و محتوای کربن آلی، خصوصیت آلی بودن را دارا باشند (کربن آلی بیش از 10 درصد و ماده آلی بیش از 25 درصد). کودهای آلی می‌بایست حاوی مقادیر کافی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باشند تا به عنوان کود شناخته شوند (میزان عناصر غذایی N، P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> و K<sub>2</sub>O به صورت مجموع یا منفرد بیشتر از 5 درصد در ماده خشک). این مواد ممکن است عناصر غذایی را فوراً در دسترس گیاه قرار ندهند ولی موجب افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند.

**کود آلی- معدنی:** این ترکیبات از اختلاط کودهای شیمیائی با مواد آلی مانند پیت، لیگنین، لجن خشک و غیره ایجاد می‌شوند. کودهای معدنی به منظور افزایش سطح عناصر غذایی در این کودها به کار می‌رود.

**کمپوست:** کمپوست به ترکیبی از ماده آلی که حاصل تجزیه تدریجی باقی مانده‌های گیاهی یا حیوانی، پسماندهای فضولات حیوانی، ضایعات گیاهی، ضایعات کشتارگاهی و رسوبات لجن واحدهای تصفیه فاضلاب می‌باشد گفته می‌شود.



کرم پوسال (ورمی کمپوست): کرم پوسال به کمپوست تهیه شده توسط کرمهای خاکی که از طریق هضم و دفع فضولات و دیگر پسماندهای آلی ایجاد می‌شود گفته می‌شود. مواد آلی هضم شده با اختلاط با ذرات ریز خاک موجب ایجاد دانه های کوچک حاوی مقدار زیادی عناصر غذایی قابل دسترس گیاه می‌شود.

محرک های رشد آلی: به ترکیباتی گفته می‌شود که از طرقی غیر از تأمین عناصر غذایی و یا کاهش آفات و عوامل بیماری‌زا موجب بهبود رشد گیاه می‌گردند این مواد می‌تواند شامل اسیدهای هیومیک و فولویک، اسیدهای آمینه و مواد محرک استخراج شده از بافتهای مختلف گیاهی و غیره باشد.

هوموس: ماده سیاه رنگ، بی شکل، کلوئیدی، نسبتاً پایدار به تجزیه میکروبی با ترکیب مولکولی پیچیده ای است که محصول نهایی تجزیه میکروبی ماده آلی در خاک است. این ماده نسبت به تجزیه میکروبی نسبتاً مقاوم بوده و وزن مخصوص ظاهری کمی ( $0/45-2 \text{ gcm}^{-3}$ ) دارد.

اسید هیومیک: اسید هیومیک از تجزیه جزئی ترکیبات آلی آروماتیک که از منشاء گیاهان خشکی زی است تشکیل شده و از مواد تیره رنگ بی شکل که محصول نهایی فعالیت باکتریها و برخی آنزیمهاست بوجود می‌آید. این اسید در محیطهای قلبایی محلول بوده و در محیطهای خیلی اسیدی رسوب می‌نماید.

اسید فولویک: اسید فولویک مولکولهای طبیعی هستند که از فعالیت میکروبهای مفید بر روی بقایای گیاهی ایجاد می‌شود. این اسید هم در محیطهای اسیدی و هم در محیطهای بازی محلول می‌باشد و وزن مولکولی آن کمتر از اسیدهای هیومیک است.

اسیدهای آمینه: اسیدهای آمینه اسیدهای کربوکسیلی هستند که حاوی گروه های عامل آمینی نیز می‌باشد. حدود 20 نوع اسید آمینه به عنوان واحدهای سازنده مولکولی بسیاری از گیاهان و حیوانات تاکنون شناخته شده است.

### 3-2-1- مصرف کودهای آلی در زراعت گندم

میزان مصرف کود آلی بستگی به درجه پوسیدگی، نسبت کربن به نیتروژن و نوع آن دارد. به عنوان مثال میزان کود آلی قابل توصیه از منابع کود گاوی کمپوست شده (پوسیده) با درجه رسیدگی بالا در خاکی که میزان کربن آلی آن کمتر از یک درصد می باشد 15-20 تن در هکتار، کود گاوی تازه 10-15 تن در هکتار و کود مرغی 5-10 تن در هکتار می باشد. استفاده از کودهای مرغی در مزارع ممکن است خطر بروز نماتد را افزایش دهد لذا بهتر است از کودهای مرغی فرآوری شده استفاده نمود. از کودهای کمپوست زباله شهری نیز می توان استفاده کرد. مهمترین مساله در انتخاب نوع و مقدار کود آلی قیمت این نهاده می باشد که در هنگام مصرف مد نظر قرار می گیرد.

اگر کود آلی نپوسیده باشد، بهتر است چند ماه قبل از مصرف با خاک مخلوط و با اعمال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کافی داشته باشد می توان همزمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق مؤثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود. کودهای آلی گرانوله معمولاً به علت داشتن عناصر غذایی بیشتر به واسطه انجام عمل غنی سازی و حالت گرانوله بودن به میزان 300-600 کیلوگرم در هکتار مصرف می شوند. مطالعات متعدد نشان داده است که با مصرف کودهای آلی می توان از میزان مصرف کودهای شیمیایی کاست. میزان جایگزینی کودهای شیمیایی در اثر مصرف کودهای آلی بسته به نوع عنصر غذایی و میزان مصرف آن در خاک بین 25 تا 35 درصد گزارش شده است.

### 3-2-2- تناوب زراعی و کود سبز

انتخاب یک تناوب مناسب با تأکید بر جنبه های حفاظت محیط زیست برای هر منطقه شرط اصلی افزایش بهره وری و پایداری تولید در دراز مدت خواهد بود. تناوب، کشت گیاهان مختلف با ویژگی های متفاوت در توالی با یکدیگر می باشد. در میان سیستم های

زراعی، تناوب، نقش بسیار مهمی را در کشاورزی پایدار ایفا می‌کند. انتخاب تناوب زراعی صحیح، به دلیل بهبود حاصلخیزی و کیفیت خاک، افزایش مواد آلی خاک، کاهش بیماریها، آفات و علفهای هرز و کاهش فرسایش باعث افزایش تولید می‌شود.

یکی از راههای افزایش ماده آلی خاک استفاده از کود سبز در تناوب زراعی می‌باشد. منظور از کود سبز، برگ‌داندن شاخ و برگ گیاهان عمدتاً از تیره بقولات بواسطه شخم زدن و افزودن آن به خاک پس از رشد کافی و بدون برداشت محصول است. اثر کود سبز بر خصوصیات فیزیکی خاک همانند کود حیوانی می‌باشد. در صورتی که از گیاهان تیره بقولات به عنوان کود سبز استفاده شود، تمام نیتروژن تثبیت شده به خاک بر می‌گردد. از طرف دیگر کود سبز با جذب و ذخیره مواد غذایی در خود از شسته شدن آنها جلوگیری می‌نماید. نشان داده شده است که کشت شبدر شیرین به عنوان کود سبز به دلیل ریشه‌های توسعه یافته و عمیق خود سبب انتقال فسفر از اعماق خاک به سطح خاک شده و در افزایش حاصلخیزی خاک سطحی موثر است. گیاه مورد استفاده به عنوان کود سبز می‌بایستی اثرات منفی (آللوپاتی) بر رشد محصول بعدی نداشته باشد، فصل رشد کوتاهی داشته، تراکم بوته بالا و رشد سبزینه‌ای زیادی داشته باشد تا علاوه بر این که مقدار زیادی ماده آلی به خاک اضافه می‌کند، پوشش کامل خاک را نیز تأمین نماید. پوشش کامل خاک برای جلوگیری از فرسایش خاک و بازداری از رشد علفهای هرز ضرورت دارد. بنابراین اهداف کود سبز را می‌توان در افزایش ماده آلی خاک، حفظ مواد غذایی خاک (و در صورت استفاده از گیاهان تیره بقولات افزایش نیتروژن خاک)، جلوگیری از فرسایش خاک، ازدیاد فعالیت‌های زیستی و مبارزه با علفهای هرز خلاصه نمود.

کود سبز در سیکل تناوبی فقط می‌تواند جایگزین آیش فصلی گردد. چنانچه طول آیش فصلی موجود برای تولید یک محصول کفایت می‌نماید، استفاده از کود سبز طی آن آیش فصلی مجاز نیست. نوع آیش فصلی (زمستانه یا تابستانه) که در شرایط کشت آبی توسط کود سبز جایگزین می‌شود به شرایط اقلیمی بستگی دارد. در نواحی اقلیمی که با

===== دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/51

زمستان سرد مشخص می‌شوند، گیاهان وجینی (مانند چغندر قند، پنبه، ذرت و سیب‌زمینی) در بهار کاشته می‌شوند و آیش زمستانه می‌تواند توسط کود سبز اشغال گردد. در نواحی اقلیمی با زمستان ملایم، گیاهان وجینی ممکن است در پائیز (مانند چغندر قند و سیب‌زمینی) یا در بهار (مانند ذرت، پنبه و آفتابگردان) کاشته شوند و کود سبز می‌تواند محصولی تابستانه یا پائیزه (عکس دوران رشد محصول اصلی) باشد.

کودهای سبز در بیشتر مواقع از گیاهان خانواده بقولات هستند. گیاهانی از جمله خلر، لوبیا روغنی، انواع لوبیا، چاودار، شبدر، جو و گندم سیاه به عنوان کود سبز در کشت آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یونجه به عنوان کود سبز کاشته نمی‌شود، اما در صورتی که پس از حصول رشد کافی سبزینه‌ای به خاک برگردانده شود، بعضی از هدف‌های کود سبز را تأمین می‌کند. گیاهانی مثل گندم سیاه، چاودار و شبدر ایرانی به خوبی در خاکهای فقیر رشد می‌کنند و در بهبود باروری و ساختمان خاکها موثر می‌باشند.

کود سبز را حداقل دو هفته قبل از کاشت گندم به خاک بر می‌گردانند. هرچه درصد مواد خشبی کود سبز بیشتر و نیتروژن آن کمتر باشد، می‌بایستی با فاصله زمانی طولانی‌تری از کاشت گندم به خاک برگردانده شود. در صورتی که از گیاهانی مثل یونجه یا شبدر بعنوان کود سبز استفاده می‌شود می‌بایستی ابتدا آنها را با ماشین آلاتی مانند کولتیواتور پنجه‌غازی از پائین طوقه قطع نمود تا خشک گردند و یا آنها را با علف‌کش مناسب خشک کرد و 3 تا 4 هفته بعد در وضعیت گاورو بودن خاک، شخم زده شوند. در غیر این صورت این گیاهان مجدداً رشد کرده و به صورت علف هرز در خواهند آمد. هیچگاه نبایستی کود سبز را به عنوان علوفه برداشت و یا مورد چرای دام قرار داد. این عمل باعث خروج مواد غذایی از خاک شده و ممکن است رشد و عملکرد محصول بعدی را کاهش دهد. چرای دام یا یک برداشت مختصر علوفه از کود سبز هنگامی امکان‌پذیر است که کود شیمیائی کافی به خاک داده شود و آیش فصلی موجود اجازه رشد مجدد و کافی را به کود سبز بدهد.

ماش نیز می تواند به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار گیرد. این گیاه، گرمسیری و تابستانه بوده و دارای نیاز حرارتی زیادی است. ماش پس از سبز شدن به خشکی مقاوم بوده و در اراضی سبک و غنی از مواد آلی یا خاک‌های شنی رسی تولید بیشتری دارد. از آنجایی که ماش حاصلخیزی خاک را بهبود می بخشد از جایگاه ویژه‌ای در تناوب زراعی با گندم برخوردار است.

در مواردی که از بقولات به عنوان کود سبز استفاده شود به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن توسط این گیاهان می توان تا 100 کیلوگرم در هکتار از میزان کود ازتی مصرفی کاست.

### 3-2-3- کاربرد اسیدهای هیومیک و محرک های رشد گیاه

اسیدهای هیومیک تأثیر بسزایی در بهبود شرایط شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک برای رشد گندم ایفا می نماید. به علاوه کاربرد اسید هیومیک کارایی استفاده از عناصر غذایی از جمله فسفر را افزایش می دهد. نوع مایع اسید هیومیک را می توان به صورت بذرمال در زمان کشت گندم مصرف نمود. این عمل شرایط سبز شدن و جوانه زدن دانه را بهبود می بخشد. به علاوه اسید هیومیک را می توان در زمان پنجه زنی، ساقه دهی و یا قبل از ظهور خوشه همراه با آبیاری مصرف نمود. کاربرد محلول های اسید هیومیک از طریق سیستم آبیاری و محلولپاشی و یا مصرف بذر مال امکان پذیر می باشد.

تاکنون محرک های رشد مختلفی معرفی شده اند. در این بین کاربرد اسیدهای آمینه و عصاره جلبک های دریایی تأثیر به سزایی در رشد گیاه گندم دارد. کاربرد اسیدهای آمینه در شرایط تنش سرمایی در زمان پنجه زنی به میزان 1 تا 2 لیتر در هکتار به صورت محلولپاشی برای کاهش خسارت سرما توصیه می شود. این ترکیبات در مقابله با شرایط تنش های خشکی و یا شوری نیز قابل مصرف می باشند.

### 3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت گندم

کودهای زیستی به مواد جامد (عمدتاً پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله مانند اطلاق می شود که ترکیبی است از یک ماده نگهدارنده که با جمعیت انبوه از یک یا چند نوع ارگانیزم مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آنها ترکیب و فرموله شده است و به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و یا افزایش رشد و عملکرد آنها استفاده می شوند. انواع متفاوتی از کودهای زیستی امروزه در دنیا معرفی شده است که توسط زارعین برای کشت غلات بویژه گندم مورد استفاده قرار می گیرد.

### 3-3-1- کودهای زیستی حاوی باکتریهای محرک رشد گیاه

کودهای زیستی حاوی باکتریهای محرک رشد گیاه از مهمترین انواع کودهای زیستی قابل استفاده در کشت گندم می باشند. باکتریهایی مانند سودوموناس، فلاوباکتریوم، باسیلوس، ازتوباکتر و آزوسپیریوم از انواع شناخته شده باکتریهای محرک رشد گیاه می باشند. باکتریهای محرک رشد گیاه بوسیله مکانیسمهای مختلف، بطور مستقیم و یا غیر مستقیم رشد گیاهان را افزایش می دهند.

مکانیسمهای مستقیم شامل تثبیت بیولوژیک نیتروژن، حلالیت فسفاتهای نامحلول، تولید تنظیم کننده های رشد و ویتامینها می باشند که با اثرات مستقیم بر رشد گیاه سبب افزایش عملکرد گیاهان می باشند. از مکانیسم های غیر مستقیم می توان به خصوصیاتمانند تولید سیانید هیدروژن، آنتی بیوتیک ها و سیدروفورها اشاره کرد. مکانیسمهای غیر مستقیم با تعدیل اثرات منفی تنش های زنده و غیر زنده سبب بهبود رشد گیاهان می شوند.

### نحوه مصرف کودهای زیستی محرک رشد گیاه در گندم

مقدار و نحوه مصرف کودهای زیستی محرک رشد گیاه بستگی زیادی به نوع فرمولاسیون آنها دارد. این کودها عموماً به شکل مایع و یا پودری و به ندرت به صورت

گرانول تولید می‌شوند. حسب 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 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. در این شرایط بذرها برای کاشت آماده هستند. در صورت آماده نبودن شرایط کاشت، بذرها در مکان مناسب تمیزی (دور از نور مستقیم خورشید و ترجیحاً 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 گندم به ازای هر یک کیلوگرم بذر کاربرد 20-30 میلی لیتر از مایه تلقیح مایع توصیه می‌گردد. نتایج آزمایشات اخیر انجام شده در موسسه تحقیقات خاک و آب نشان داده است کاربرد کود زیستی ویژه گندم (فلاویت) به مقدار یک لیتر در هکتار می‌تواند بطور متوسط سبب افزایش عملکرد گندم تا 10 درصد گردد.

#### 2- محلول پاشی:

نتایج آزمایشات سالهای اخیر نشان داده است کاربرد باکتریهای محرک رشد گیاه بصورت محلولپاشی دارای اثرات مثبتی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی و از جمله گندم شده است. برای اینکار ابتدا با استفاده از یک سمپاش مقدار آب مصرفی برای محلولپاشی مزرعه کالیبره می‌شود. محلولپاشی معمولاً در دو تا سه مرحله توصیه می‌شود. بنابراین با توجه به سطح سبز مزرعه، مقدار کود زیستی مصرفی متفاوت خواهد بود. در روش محلولپاشی، به لحاظ اقتصادی قطعا می‌بایستی کود مورد نظر رقیق گردد. بر اساس جمعیت میکروارگانیسم موثر موجود در کود رقیق سازی تا صد بار نیز مجاز می‌باشد. بهتر است از کودهای بیولوژیک با جمعیت پایه  $10^7$  و انواعی که بیش از دو ماه از تاریخ تولید آنها

===== دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/55

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 فیلوسفر 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 کود ها برای استقرار بهتر بر روی بذر نیازمند به استفاده از یک ماده چسباننده می باشند. بعضی از کمپانی های معتبر در فرمولاسیون خود از مواد چسباننده استفاده کرده اند و در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجود ندارد؛ ولی عموماً تولیدکننده ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرارداده و یا مصرف کننده را به استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می کنند.

به منظور تلقیح بذر با کودهای پودری ابتدا بذر مورد نیاز به داخل ظرف مناسب تمیزی منتقل می شود. سپس متناسب با مقدار بذر درون ظرف، مقدار مشخصی از محلول ماده چسباننده به آن اضافه شده و به خوبی بهم زده می شود. پس از اطمینان کافی از چسبناک بودن کلیه بذور، کود زیستی اضافه شده و مجدداً به خوبی بهم زده می شود. 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 می شود. محلول 40 درصد صمغ عربی، 20 درصد شکر، 4 درصد متیل اتیل سلولز نمونه ای از این مواد می باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسار مهم می باشد چرا که اگر ماده چسباننده بیش از نیاز اضافه گردد موجب چسبیدن بذر ها به یکدیگر شده و در حالتی که کمتر از نیاز اضافه گردد مقدار کود اندکی را بر روی خود جای خواهد داد. در مورد گندم کاربرد 20-30 میلی لیتر محلول چسباننده و حدود 30 گرم مایه تلقیح پودری توصیه می گردد.



### 3-3-2- کودهای زیستی حاوی باکتری های اکسید کننده گوگرد

گوگرد از عناصری است که در خاک وجود داشته ولی فرم قابل جذب آن بصورت سولفات می باشد. گوگرد در کمیت و کیفیت محصول اثر داشته و همچنین در اصلاح خاکهای شور و قلیایی کاربرد دارد. افزودن گوگرد به خاکها غالباً بدلیل اکسیداسیون کند این عنصر چاره ساز نبوده و لازم است با کاربرد باکتریهای اکسید کننده گوگرد بویژه تیوباسیلوس سرعت بیشتری یابد. این باکتریها قادرند با اکسید کردن گوگرد عنصری افزوده شده به خاک، سبب قابل جذب شدن آن برای گیاه شوند. از طرف دیگر این اکسیداسیون سبب کاهش موضعی اسیدیته خاک شده و قابلیت جذب عناصری مانند فسفر، روی، آهن و مس را افزایش می دهد. مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس عموماً به شکل پودری تهیه می شود و به ازای 50 کیلوگرم گوگرد باید یک کیلوگرم مایه تلقیح تیوباسیلوس قبل از کشت مصرف نمود. اخیراً پالایشگاه گاز خانگیران اقدام به تولید گوگرد بنتونیتی پاستیلی به فرم عدس نموده است که به سرعت در خاک پخشیده می شود و از کارایی بالاتری نسبت به سایر فرم های گوگرد برخوردار است.

### 4- مدیریت تغذیه گیاه گندم در شرایط تنش های محیطی

#### 4-1- مدیریت تغذیه گیاه گندم در شرایط خاک های شور

##### 4-1-1- برخی تعاریف

شوری خاک (ECe): مجموع نمک های محلول در عصاره اشباع خاک را شوری خاک گویند. واحد شوری خاک دسی زیمنس بر متر ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) است که معادل واحد قدیمی آن یعنی میلی موس بر سانتی متر (mmhos/cm) می باشد.

سدیم تبادل خاک (ESP): سدیم تبدلی خاک مقدار سدیمی است که در محل های تبدلی ذرات خاک قرار گرفته و در تعادل با مقدار سدیم موجود در محلول خاک می باشد. سدیم به عنوان یک عنصر مضر در خاک قلمداد می شود زیرا زیادی این عنصر در خاک باعث