

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## دستورالعمل مدیریت تلفیق حاصله نری خاک و تغذیه جو

زورندگان

نرئاد مرئیری، ارئادیار و معاون برئش رءقیاء شیرئ، حاصله نری خاک و تغذیه کباه  
علاء نرئما بن ئادیار و ر ئس رءقیاء کئاورزی و منابع طبعی اصنمان  
ریمان کئاورز، ارئادیار و ر ئس برئش رءقیاء خاک و آب برسان رضوی  
ر مددی طرافئ، ارئادیار و ر ئس برئش رءقیاء شیرئ، حاصله نری خاک و تغذیه کباه  
زحراء زوکر، عضه طبعی نرئما برئش رءقیاء کئاورزی و منابع طبعی فارس  
و بن فزطیال، عضه و طبعی نرئما برئش رءقیاء دیم کئور  
ر مد بن عبیدئ، ارئادیار برئش رءقیاء شیرئ، حاصله نری خاک و تغذیه کباه  
ئادی اسدی رحمانئ، دارئیار و ر ئس برئش رءقیاء ر و اورزی خاک  
رید رحاءت، ارئادیار و رئما و معاون وزیر در امر سالئد بن کوء و بهر و تغذیه کباه بن

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
الف.....	پیش گفتار.....
1.....	1- کلیات.....
3.....	2- روش های تشخیص کمبود عناصر غذایی.....
4.....	2-1- آزمون خاک.....
5.....	2-2- تجزیه گیاه.....
7.....	2-3- علائم ظاهری کمبود عناصر غذایی.....
7.....	2-3-1- علائم کمبود عناصر غذایی پر مصرف.....
10.....	2-3-2- علائم کمبود عناصر غذایی کم مصرف.....
13.....	2-4- الگوی جذب عناصر غذایی.....
15.....	3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه جو.....
15.....	3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی.....
15.....	3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن.....
21.....	3-1-2- توصیه مصرف فسفر.....
26.....	3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم.....
30.....	3-1-4- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف.....
32.....	3-2- کاربرد ماده آلی در تولید جو.....
33.....	3-2-1- مصرف کودهای آلی در زراعت جو.....
34.....	3-2-2- تناوب زراعی و کود سبز.....
35.....	3-2-3- کاربرد اسیدهای هیومیک و محرک های رشد گیاه.....
36.....	3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت جو.....
36.....	3-3-1- کودهای زیستی حاوی باکتری های محرک رشد گیاه.....
38.....	3-3-2- کودهای زیستی حاوی باکتری های اکسیدکننده گوگرد.....
39.....	4- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش های محیطی.....
39.....	4-1- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط خاک های شور.....
40.....	4-2- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش خشکی.....
43.....	4-3- مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش سرما.....
47.....	5- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه جو در کشاورزی حفاظتی.....
48.....	5-1- کاربرد نیتروژن.....
52.....	5-2- کاربرد فسفر.....
53.....	5-3- کاربرد پتاسیم.....
54.....	5-4- کاربرد عناصر کم مصرف.....
54.....	5-5- کاربرد کودهای زیستی.....
54.....	منابع.....
56.....	پیوست - تقویم کوددهی جو منطبق بر مراحل فنولوژیکی.....
57.....	پیوست - ضرایب تبدیل برای عناصر غذایی در کودهای مختلف.....

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
6.....	جدول 1- غلظت مناسب عناصر غذایی برگ در مراحل سبز شدن تا پنجه زدن و ساقه‌دهی تا ظهور پرچم
6.....	جدول 2- غلظت مناسب عناصر غذایی در برگ پرچم در جو با عملکرد 6 تن به بالا
16.....	جدول 3- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از 0/5 درصد کربن آلی
17.....	جدول 4- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های بین 0/75-0/5 درصد کربن آلی
17.....	جدول 5- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های بین 1-0/75 درصد کربن آلی
17.....	جدول 6- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید جو آبی
18.....	جدول 7- توصیه عمومی مصرف نیتروژن برای جو دیم برحسب بارندگی در سال زراعی
23.....	جدول 8- گروه‌بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت جو
23.....	جدول 9- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی کمتر از 5 میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده
23.....	جدول 10- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 5-10 میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده
24.....	جدول 11- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 10-12 میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده
24.....	جدول 12- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 12-15 میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده
25.....	جدول 13- متوسط نیاز فسفری جو دیم بر اساس آزمون خاک
27.....	جدول 14- گروه‌بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت جو
27.....	جدول 15- توصیه مصرف سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از 0-100 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده
28.....	جدول 16- توصیه مصرف سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 100-150 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده
29.....	جدول 17- توصیه مصرف سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 150-200 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده
29.....	جدول 18- گروه‌بندی غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف بر اساس آزمون خاک برای کشت جو
31.....	جدول 19- مرحله رشد جو و میزان خسارت سرمازدگی
44.....	

### فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل 1- کمبود نیتروژن .....	7
شکل 2- کمبود فسفر .....	8
شکل 3- کمبود پتاسیم .....	8
شکل 4- کمبود گوگرد .....	9
شکل 5- کمبود منیزیم .....	9
شکل 6- کمبود روی .....	10
شکل 7- کمبود آهن .....	11
شکل 8- کمبود منگنز .....	11
شکل 9- کمبود مس .....	12
شکل 10- کمبود بور .....	13
شکل 11- الگوی رشد جو بر اساس مقیاس زادکس .....	13
شکل 12- روند جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم طی مراحل مختلف رشد و نمو جو .....	14
شکل 13- بوته سرمازده جو در مرحله ساقه‌دهی - یخبندان موجب رنگ سفید و ظاهر خشکیده در نوک برگ‌ها .....	45
شکل 14- ظهور حلقه سبز کم‌رنگ تا سفید بر روی ساقه متصل به خوشه در اثر خسارت سرمازدگی .....	45
شکل 15- علایم خسارت سرما در خوشه‌های جو .....	46

6 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

## 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 جو که عبارت از به‌کارگیری توأمان از منابع شیمیایی، آلی و زیستی برای ارتقاء حاصلخیزی خاک است به صورت ویژه مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به تغییرات اقلیمی، کمبود مواد آلی و شرایط خاکی که کشور با آن مواجه است مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه جو در شرایط تنش‌های محیطی (شوری، خشکی، سرما و گرما)، توصیه مصرف کود در کشاورزی حفاظتی، توصیه

کود برای مناطق دیم، مدیریت تغذیه براساس 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، جنبه‌های بیولوژیک حاصلخیزی خاک مورد بحث قرار گرفته است. این دستورالعمل به گونه‌ای تنظیم شده است که برای گروه‌های عملکردی در اقلیم‌های مختلف مورد استفاده می‌باشد. به علاوه قابلیت تبدیل سریع به دستورالعمل‌های منطقه‌ای، بولتن‌های ترویجی و پیام‌های تلویزیونی را دارا می‌باشد.

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

کاظم خاوازی

رئیس مؤسسه تحقیقات خاک و آب

آبان‌ماه 1393



## 1- کلیات

جو از جمله گیاهانی است که کشت و مصرف آن در ایران از قدمت دیرینه‌ای برخوردار است به گونه‌ای که گفته می‌شود سابقه کشت این محصول در ایران به حداقل 10 هزار سال قبل باز می‌گردد. جو غیر از استفاده در برخی غذاها و نان‌ها و همچنین صنایع غذایی به عنوان مهم‌ترین غذای پر انرژی در خوراک و جیره‌ی دام‌ها اعم از طیور، گاو و گوسفند و شیلات بوده و به طور کلی اهمیت خاصی در دام‌پروری دارد. مصرف دام کشور از این محصول سالانه چهار میلیون و 200 هزار تن می‌باشد که برای تأمین بخش از این نیاز یک میلیون تن جو وارد کشور می‌گردد. محصول جو نسبت به گندم دارای مزیت‌هایی از جمله مصرف آب کمتر و تحمل بیشتر نسبت به شرایط شوری و تنش‌های گرمایی است که لزوم توجه بیشتر به تولید این محصول را در شرایط کنونی دو چندان می‌نماید. در برنامه اقتصاد مقاومتی طی سال‌های 1394-1404، سیاست وزارت جهاد کشاورزی برای افزایش تولید محصول جو مبتنی برافزایش سطح زیر کشت از 1/4 میلیون هکتار فعلی به 1/9 میلیون هکتار به همراه افزایش عملکرد جو آبی از 3/2 به 4/8 تن در هکتار و جو دیم از 1/1 به 1/7 تن در هکتار می‌باشد. در برنامه اقتصاد مقاومتی بیشتر برافزایش عملکرد در واحد سطح تأکید شده است به گونه‌ای که در این برنامه 50 درصد افزایش در عملکرد و 35 درصد افزایش در سطح زیر کشت در نظر گرفته شده است. بخش فراوانی از افزایش سطح زیر کشت جو با تغییر الگوی کشت از کشت گندم به جو در اراضی با قدرت باروری پایین و حاشیه‌ای برنامه‌ریزی شده است.

برای دستیابی به اهداف فوق، در کنار استفاده از ارقام پر محصول، اجرای سایر عملیات بهزراعی به‌ویژه مدیریت بهینه مصرف کود و آب از ضروریات می‌باشد تا بتوان به اهداف طرح خوداتکایی محصول جو دست یافت. مدیریت بهینه و متعادل عناصر غذایی از جمله الزامات موجود در یک برنامه عملیات مناسب کشاورزی است. عملیات مناسب کشاورزی، مجموعه فعالیت‌های مزرعه است که در آن پایداری تولید از لحاظ زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مدنظر قرار می‌گیرد.

عملکرد جو بهاره به میزان 20 درصد کمتر از جو پاییزه است. 35-30 درصد از کربوهیدرات‌های موجود در دانه جو از برگ پرچم و ساقه، 45-25 درصد از خوشه و

## 2 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

20-45 درصد از بقیه اندام‌های گیاه تأمین می‌گردد. عملکردهای بالا در زراعت جو از طریق افزایش تعداد خوشه، افزایش تعداد دانه در خوشه، افزایش وزن دانه و نگهداشت توده سالم و سبز از برگ‌ها امکان‌پذیر است. یک برنامه تغذیه متعادل جو شامل کاربرد عناصر پرمصرف و کم‌مصرف به گونه‌ای طراحی می‌گردد که به بهبود شرایط برای اجزای عملکرد ذکر شده بیانجامد. گیاه عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به کمک نور خورشید و آب در تولید محصول به کار می‌گیرد. بدون مدیریت مناسب تغذیه و حاصلخیزی خاک، تولید مداوم یک محصول سبب کاهش مقدار عناصر غذایی در خاک می‌گردد. باید در نظر داشت که تولید هر تن دانه جو باعث برداشت 19/4 کیلوگرم نیتروژن (N)، 7/9 کیلوگرم فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) و 5/8 کیلوگرم پتاسیم (K<sub>2</sub>O) و هر تن کلش جو باعث برداشت 6/9 کیلوگرم نیتروژن (N)، 2/2 کیلوگرم فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) و 14/3 کیلوگرم پتاسیم (K<sub>2</sub>O) می‌گردد. میزان برداشت عناصر ثانویه گوگرد (S)، کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) توسط هر تن دانه جو به ترتیب 1/6، 0/5 و 1/1 کیلوگرم می‌باشد. این میزان برای عناصر کم‌مصرف آهن (Fe)، روی (Zn)، منگنز (Mn)، مس (Cu) و بور (B) به ترتیب برابر با 100، 30، 20، 15 و 20 گرم می‌باشد. در طول زمان، کاهش تجمعی این عناصر سبب کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش تولید و عملکرد جو و کیفیت آن می‌شود. مصرف عناصر غذایی از طریق کودهای شیمیایی و آلی این تقیصه را جبران می‌نماید. از طرف دیگر مصرف بیش از حد برخی از عناصر موجب بروز مشکلات زیست‌محیطی و اقتصادی شده و باعث ایجاد خسارت به گیاه، دام و در نهایت انسان می‌گردد. از این رو برقراری تعادل در میزان مطلق و نسبی مصرف عناصر غذایی برای پایداری در تولید و حفظ حاصلخیزی خاک و سلامت محیط‌زیست و در نهایت حرکت در راستای کشاورزی پایدار الزامی است. به علاوه، تغذیه متعادل جو سبب افزایش مقاومت گیاه نسبت به خسارت آفات و بیماری‌ها، شرایط خشکی و شوری خاک و همچنین تنش‌های دمایی می‌گردد.

در برنامه بهینه‌سازی مصرف کودها، اقدامات متعددی از قبیل ایجاد تعادل بین مقادیر مصرف انواع عناصر اصلی از طریق تغییر در نوع، نحوه و زمان مصرف کودهای نیتروژنی، فسفوری و پتاسیمی صورت می‌گیرد. در ضمن با توجه به شرایط حاکم بر خاک‌های کشور

### دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه جو/3

(کمبود مواد آلی، خشک و آهکی بودن خاک‌ها) مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، منگنز، مس و بور) نقش مؤثری در ارتقای عملکرد و افزایش کیفیت محصول تولیدی بر عهده دارد. برای کاهش اثرات شرایط نامتعارف نظیر سرمای نابهنگام و یا شوری و خشکی در تولید جو در برنامه‌های تغذیه متعادل مصرف محرک‌های رشد گیاهی نظیر اسیدهای آمینه و اسیدهای هیومیک به همراه عناصر غذایی معمول شده است.

در برنامه پایداری تولید محصول، پایداری حاصلخیزی خاک از ارکان اصلی به شمار می‌رود. برای پایداری در حاصلخیزی خاک علاوه بر مصرف کودهای شیمیایی و جبران برداشت عناصر غذایی از خاک کاربرد کودهای آلی به منظور حفظ و افزایش کربن آلی خاک ضروری است. افزایش کربن آلی خاک با بهبود شرایط شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک منجر به افزایش توان تولید خاک می‌گردد. مدیریت‌های مناسب در حفظ و افزایش کربن آلی خاک شامل مدیریت کشاورزی حفاظتی، استفاده از کودهای دامی و انواع کمپوست‌ها (گیاهی، حیوانی و زباله شهری) و کاربرد اسیدهای هیومیک می‌باشد.

در توصیه متعادل مصرف کودها برای تولید محصول جو، شناخت کمبود عناصر غذایی در خاک و گیاه، آگاهی از الگوی جذب عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه و شناخت مراحل حساس به کمبود عناصر غذایی، آگاهی از توان تولید خاک به ویژه از لحاظ سطح کربن آلی و شرایط شوری، وضعیت منابع آب در دسترس به ویژه در کشت‌های آبی، سابقه شرایط اقلیمی نظیر شرایط دمایی و بارندگی به ویژه در کشت‌های دیم، آگاهی از انواع کودهای محتوی عناصر غذایی و محرک‌های رشد برای مصرف خاکی، محلول‌پاشی و کاربرد در آب آبیاری و همچنین ارزیابی‌های اقتصادی ضروری است.

## 2- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی

شناخت کمبود عناصر غذایی برای کشت جو از راه‌های مختلفی امکان‌پذیر است. دو روش تجزیه خاک و تجزیه برگ (گیاه) برای به دست آوردن مقادیر صحیح و مناسب می‌بایست مدنظر قرار گیرند. شناخت علایم کمبود عناصر غذایی جو نیز یکی دیگر از این روش‌ها می‌باشد. جو نیز همانند سایر محصولات زراعی علایم خاصی از کمبود و یا در

بعضی موارد اثرات سمی عناصر غذایی را از خود بروز می‌دهد، که با شناخت این علائم می‌توان به رفع هر یک از کمبودها و در نتیجه فراهم نمودن شرایط رشد مطلوب جو اقدام نماید.

گروهی از عناصر شیمیایی تحت عنوان عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر کم‌مصرف یا ریزمغذی‌ها مانند آهن، روی، مس، منگنز، بور و مولیبدن مورد نیاز گیاه می‌باشند. گونه‌های مختلف گیاهان نیازمندی‌های غذایی متفاوتی دارند. همچنین قابلیت جذب عناصر غذایی در بین واریته‌های مختلف یک گیاه نیز متفاوت است. با این حال کمبود برخی از عناصر مانند پتاسیم در شرایطی بدون بروز علائم می‌تواند سبب کاهش قابل توجهی در عملکرد و تولید محصول گردد که به این پدیده گرسنگی پنهان گفته می‌شود. کمبود و یا سمیت بعضی از عناصر هم ممکن است علائمی مشابه علائم تنش‌های دیگر در اندام‌های هوایی گیاه ایجاد نماید. به عنوان مثال در کمبود مس در مرحله زایشی ممکن است وضع ظاهری خوشه‌ها مشابه خوشه‌هایی باشند که در مرحله گلدهی (رشد پرچم‌ها) تحت شرایط سرمازدگی یا خشکی بوده‌اند.

به طور کلی آزمایش‌های بعدی و یا تجزیه خاک و برگ برای تشخیص این تنش‌ها از یکدیگر ضروری است. اگر تشخیص کمبود یا سمیت عنصر غذایی از طریق علائم ظاهری به طور صحیح صورت پذیرد، تجزیه برگ نیز آن را نشان خواهد داد.

## 2-1- آزمون خاک

با آزمون خاک قبل از کشت مشخص خواهد شد که چه عناصری برای رشد کافی جو در طول فصل زراعی مورد نیاز خواهد بود. آزمون خاک روشی سریع، کم‌خرج و دقیق بوده که با انجام آن می‌توان توصیه کودی صحیح را ارائه کرد. برنامه آزمون خاک شامل مراحل زیر می‌باشد.

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

## دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه جو/5

نمونه برداری صحیح از خاک، کاری بسیار مهم و حساس است. نمونه‌های برداشت شده از مزرعه باید به گونه‌ای باشند تا بتوان آن‌ها را نماینده کل خاک آن مزرعه دانست. به طور معمول از هر 10 تا 15 هکتار مزرعه با خاک یکنواخت، یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی تهیه می‌کنند. بدین منظور یک مسیر مارپیچ در مزرعه در نظر می‌گیرند. در طی مسیر، حدود 7 الی 10 نمونه برداشت می‌کنند و پس از مخلوط کردن، یک کیلوگرم از آن را به آزمایشگاه می‌فرستند. عمق نمونه برداری در حدود 30 سانتیمتری خاک سطحی است که در بیشتر موارد عمق منطقه گسترش ریشه جو در خاک می‌باشد.

نکاتی که باید در موقع نمونه برداری از خاک مزرعه رعایت شود عبارت‌اند از:

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

- قبل از نمونه برداری باید به طور کامل اطمینان حاصل شود که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی و یا شیمیایی و یا بقایای گیاهی نباشد.

- حتی الامکان باید از برداشت نمونه از قطعاتی نظیر راه آب‌ها، توده‌های قدیمی و پوسیده گاه، کناره دیوار و یا پرچین‌ها خودداری شود.

- در موقعی که زمین خیلی مرطوب است باید از نمونه برداری اجتناب کرد. بهترین موقع نمونه برداری وقتی است که زمین گاو رو باشد.

- به طور کلی بهترین موقع نمونه برداری از خاک در مورد گیاهان زراعی، قبل از کشت می‌باشد.

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

## 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 بیش بود عناصر غذایی را نشان می دهد. هنگامی که کمبود یک عنصر در تجزیه گیاه مشخص شد، اعمال روش های رفع کمبود از جمله مصرف عنصر غذایی همیشه نمی تواند مؤثر واقع شود. بنابراین این نتایج بیشتر برای تصمیم گیری در کشت بعدی و یا برای سال بعد می تواند اثرگذار باشد. تجزیه گیاه نمی تواند جانشین آزمون خاک شود ولی هنگامی که در کنار آزمون خاک انجام گیرد می تواند در جهت تکمیل توصیه کودی مؤثر واقع شود. تجزیه گیاه پس از توصیه و مصرف کود می تواند نشان دهد که تا چه حد مصرف کود مؤثر واقع شده است. در جدول (1) و (2) محدوده مقدار مطلوب عناصر غذایی در جو در مراحل مختلف رشد آورده شده است.

جدول 1- غلظت مناسب عناصر غذایی برگ در مراحل سبز شدن تا پنجه زدن و ساقه دهی تا ظهور پرچم\*

عناصر پربنیاز (درصد)	نیتروژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	گوگرد (S)
	4-5	0/4-0/5	2/5-5	0/2-1	0/14-1	0/2-0/5
عناصر کم نیاز (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)	بور (B)	سیلیسیم** (Si)
	100-150	30-100	20-50	5-10	10-20	1/2

\* ارقام فوق با توجه به رقم، شرایط اقلیمی، نحوه مدیریت زراعی، عملیات به زراعی و نحوه تغذیه متغیر می باشد. \*\* مقدار سیلیسیم بر حسب درصد می باشد.

جدول 2- غلظت مناسب عناصر غذایی در برگ پرچم در جو با عملکرد 6 تن به بالا\*

عناصر پربنیاز (درصد)	نیتروژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	گوگرد (S)
	3/4-5/0	0/4-0/5	2/2-4/0	0/4-1/0	0/4-1/0	0/20-0/65
عناصر کم نیاز (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)	بور (B)	سیلیسیم** (Si)
	50-200	50-100	30-70	5-15	5-20	1/2

\* ارقام فوق با توجه به رقم، شرایط اقلیمی، نحوه مدیریت زراعی، عملیات به زراعی و نحوه تغذیه متغیر می باشد. \*\* مقدار سیلیسیم بر حسب درصد می باشد.

## 2-3- علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی

### 2-3-1- علایم کمبود عناصر غذایی پرمصرف

کمبود نیتروژن: کمبود نیتروژن معمول‌ترین و گسترده‌ترین کمبود عناصر غذایی در غلات است (شکل 1-2). گیاهان مبتلا به کمبود نیتروژن رنگ پریده و زرد هستند. علایم اختصاصی کمبود نیتروژن ابتدا در مسن‌ترین برگ‌ها ظاهر می‌شود، در حالی که برگ‌های جوان نسبتاً سبز باقی می‌مانند. برگ‌های مسن‌تر نسبت به برگ‌های جوان‌تر کم‌رنگ‌تر شده و کلروز (زرد شدن برگ) ایجاد می‌گردد. این کلروز به تدریج در قاعده برگ به رنگ سبز روشن تبدیل خواهد شد. در مزرعه، علایم کمبود همیشه به صورت قطعاتی به رنگ سبز روشن یا زرد ظاهر می‌گردند که در ادامه رشد گیاه کاهش یافته و ساقه‌ها نازک می‌شوند.



شکل 1- کمبود نیتروژن

کمبود فسفر: مشخص‌ترین نشانه کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد رویشی جو، کاهش توانایی رشد و تعداد پنجه است. 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 (شکل 2). 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. برگ‌های جو مبتلا به کمبود فسفر دچار پیچیدگی شده و بعضی اوقات برگ‌های پیر، به دور برگ‌های جوان‌تر پیچ می‌خورند. گیاهان کوتاه مانده و ارتفاع بوته‌ها کاهش می‌یابد. کمبود فسفر، سبب تأخیر و نامنظمی در رسیدگی دانه و تولید خوشه‌های کوچک می‌شود.



شکل 2- کمبود فسفر

کمبود پتاسیم: علائم اختصاصی کمبود پتاسیم در جو همیشه در برگ‌های پیر ظاهر می‌گردد. تحت شرایط کمبود پتاسیم، زرد شدن و نکروزه شدن نوک و حاشیه برگ‌های پیر مشاهده می‌شود (شکل 2-3). در نتیجه گسترش این بافت نکروزه، بافت سبزرنگی به شکل پیکان در قاعده تا مرکز برگ باقی می‌ماند. در شرایط کمبود شدید پتاسیم این علائم به برگ‌های جوان نیز منتقل می‌گردد. گیاهانی که به کمبود شدید پتاسیم مبتلا می‌شوند، ظاهری مشابه گیاهان دچار تنش خشکی را پیدا می‌کنند.



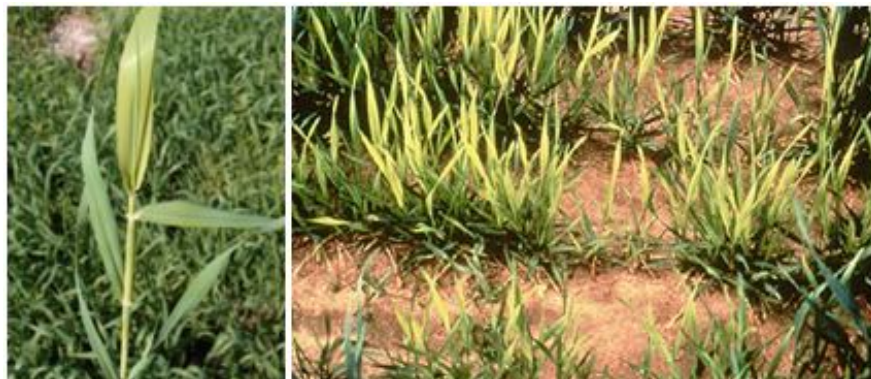
شکل 3- کمبود پتاسیم

کمبود گوگرد: از آنجایی که گوگرد در تشکیل کلروفیل گیاهان نیز دخالت دارد، علائم کمبود آن در جو شبیه کلروز ناشی از کمبود نیتروژن (زردی عمومی برگ) است (شکل



دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه جو/9

4). با این حال کمبود گوگرد بر خلاف کمبود نیتروژن بیشتر در برگ‌های جوان دیده می‌شود. کمبود شدید گوگرد موجب عدم تشکیل خوشه می‌گردد.



شکل 4- کمبود گوگرد

کمبود منیزیم: علائم کمبود منیزیم در برخی موارد شبیه به کمبود پتاسیم و آهن است، اما از نظر محل قرار گرفتن علائم اولیه اختلاف فاحشی با کمبود پتاسیم دارد (شکل 5). برخلاف کمبود پتاسیم، در کمبود منیزیم، برگ‌های جوان در مقایسه با برگ‌های پیر رنگ روشن‌تری دارند و این حالت شبیه کمبود آهن است. در ابتدا لکه‌های رنگ پریده به شکل دانه‌های تسبیح بین رگبرگ‌ها و لکه‌های نکروزه در نوک برگ ظاهر می‌شود. در ادامه، برگ‌ها زرد شده و کوچک می‌شوند. کمبود منیزیم در مزرعه جو عمومیت نداشته و بیشتر در خاک‌های سبک شنی مشاهده شود.



شکل 5- کمبود منیزیم

### 2-3-2- علایم کمبود عناصر غذایی کم مصرف

کمبود روی: علایم کمبود روی در جو به طور معمول ابتدا در برگ‌های میانی مشاهده می‌شود، گرچه ممکن است در بعضی از بوته‌ها علایم به طور همزمان در برگ‌های پیر و میانی ظاهر گردند (شکل 6). علایم اولیه شامل تغییر رنگ از سبز طبیعی و سالم به سبز برنزی کدر می‌باشد که بیشتر در وسط برگ‌ها ظاهر می‌شود. در این قسمت برگ، لکه‌هایی به صورت سوختگی و علایم تنش خشکی ظاهر شده که از یک نقطه کوچک نکروزه سریعاً گسترش می‌یابد، و تدریجاً به حاشیه برگ کشیده می‌شود. کمبود شدید روی در مزرعه موجب کوتاه ماندن و زردی گیاه شده و برگ‌ها به خاطر سوختگی در مرکزشان چین‌خورده می‌شوند. علایم کمبود روی در خاک‌های سبک و در خاک‌های آهنکی مشاهده می‌شود.



شکل 6- کمبود روی

کمبود آهن: علایم کمبود آهن و منیزیم در اکثر گیاهان شبیه هم هستند. در کمبود منیزیم و آهن، برگ‌های جوان ابتدا تحت تأثیر کمبود قرار گرفته و زرد می‌شوند (شکل 7). در کمبود آهن تفاوت بین رنگ سبز برگ‌های پیر و زردی برگ‌های جوان مشخص‌تر از سایر عناصر نسبتاً غیر متحرک است. حالت زردی ناشی از کمبود آهن به صورت کلروز نواری و مشاهده نواری سبز و زرد متناوب در امتداد رگبرگ اصلی ایجاد می‌شود. این نواریها نسبت به کمبود منیزیم و منگنز منظم‌تر هستند. در حالت کمبود شدید آهن، برگ‌های جوان زرد کم‌رنگ و سفید می‌شوند. در شرایط کمبود آهن، گیاهان کاملاً ایستاده هستند در

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه جو/11

حالی که در کمبود منگنز گیاهان حالت افتاده و تاخوردگی دارند. در مزرعه کمبود آهن در بیشتر موارد در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.



شکل 7- کمبود آهن

کمبود منگنز: علائم کمبود منگنز در جو ابتدا در برگ‌های جوان آشکار می‌شود که در مقایسه با برگ‌های پیر ظاهری زرد و پژمرده پیدا می‌کنند (شکل 8). سپس لکه و نوارهای برنزی کم‌رنگی در قاعده جوان‌ترین برگ‌ها که به طور کامل باز شده است ظاهر می‌گردد و در ادامه تمام طول برگ را می‌گیرد. کمبود شدید در مزرعه علاوه بر علائم مزبور، خشکی برگ‌های جوان را نیز نشان می‌دهد. کمبود منگنز را مانند کمبود آهن می‌توان در خاک‌های آهکی مشاهده نمود. در مقایسه با سرسبزی جو سالم، جو مبتلا به کمبود منگنز ظاهری رنگ پریده و افتاده‌تر دارد.



شکل 8- کمبود منگنز

کمبود مس: اولین نشانه ظاهری کمبود مس در جو پژمردگی گیاه است که در اوایل پنجه‌دهی، حتی اگر رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه باشد، پیش می‌آید (شکل 9). اگر کمبود شدید باشد تأثیر آن روی میزان رشد پنجه‌ها تعیین‌کننده است. گیاهان در اثر کمبود مس رنگ روشن‌تری دارند. سوختگی نوک برگ‌های جوان اولین نشانه مشخص کمبود مس است. این حالت به طور ناگهانی باعث خشک شدن و پیچ‌خوردگی انتهای پهنک برگ شده و در مواقعی تا نصف طول برگ را فرا می‌گیرد، ولی قسمت پایین برگ تا زمان پیری طبیعی آن به رنگ سبز باقی می‌ماند.



شکل 9- کمبود مس

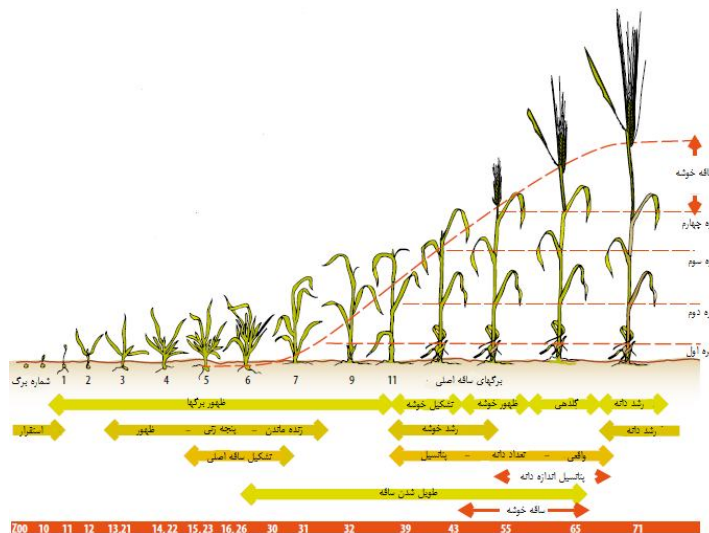
کمبود بور: اولین نشانه کمبود بور، ترک‌خوردگی برگ‌های جوان نزدیک رگبرگ اصلی است. این علامت با تعدادی دندانه‌های غیر طبیعی در حاشیه برگ همراه است که در طرف مقابل رگبرگ اصلی تا قسمت ترک‌خورده در طول برگ ایجاد می‌شوند (شکل 10). عقیم شدن گل‌ها نیز از علائم مشخص کمبود بور است. در مواردی کل خوشه عقیم می‌شود، پرچم‌ها باز شده و تخمدان رشد نمی‌کند. در ضمن کمبود بور به کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی و خشک شدن دانه‌ها منجر می‌شود.



شکل 10- کمبود بور

#### 4-2- الگوی جذب عناصر غذایی

مطالعه دقیق رشد و توسعه گیاه و دانستن عواملی که بر پتانسیل عملکرد دانه تأثیر می‌گذارند، می‌تواند باعث بهبود تصمیم‌های مدیریتی گردد. تشخیص صحیح مراحل رشد جو در هر منطقه برای انجام اقدامات مهم مدیریتی در هر مرحله لازم و ضروری است. از مقیاس‌های عمده که برای تشخیص مراحل توسعه و رشد غلات مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به مقیاس زادکس<sup>1</sup> اشاره نمود (شکل 11).



شکل 11- الگوی رشد جو بر اساس مقیاس زادکس

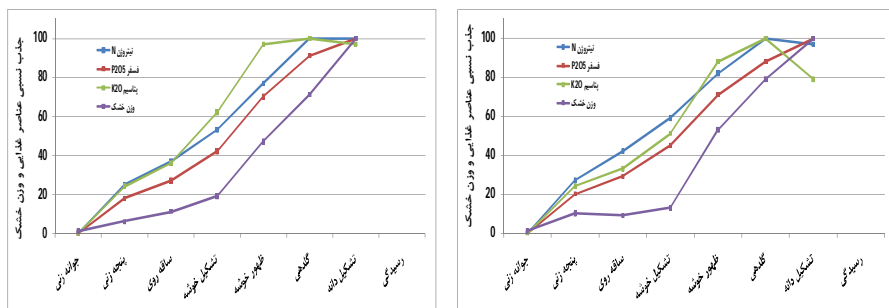
1- Zadoks



در شکل (12) میزان برداشت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از خاک طی یک دوره رشد توسط گیاه جو نشان داده شده است. بالاترین میزان تجمع نیتروژن در برگ در مراحل ظهور سنبله و گرده‌افشانی اتفاق می‌افتد. البته از مرحله شروع پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن، جذب و تجمع نیتروژن فوق‌العاده سریع است و به‌استثنای مراحل ظهور سنبله و گرده‌افشانی که تفاوت چندانی با همدیگر ندارند، روند جذب و تجمع نیتروژن افزایشی است. این روند نیز در مورد تجمع نیتروژن در سنبله نیز صادق است.

در مورد فسفر، جذب و تجمع آن در برگ، از مرحله شروع پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن فوق‌العاده سریع است و بین چهار مرحله اول رشد (1-شروع پنجه زدن، 2-شروع ساقه رفتن، 3- ظهور برگ پرچم، 4- غلاف بستن) اختلاف قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. از مرحله غلاف بستن تا مرحله گرده‌افشانی، جذب و تجمع فسفر ثابت بوده و در مراحل خمیری شدن و رسیدن دانه میزان آن به شدت کاهش می‌یابد. به‌استثنای مراحل ظهور سنبله و گرده‌افشانی، روند جذب و تجمع فسفر در برگ در مراحل مختلف رشد افزایشی می‌باشد. بالاترین سرعت جذب کل فسفر در گیاه بین مرحله پنجه زدن و غلاف بستن و نیز بین گرده‌افشانی و رسیدن کامل حاصل می‌شود.

در مورد پتاسیم نیز، بالاترین سرعت جذب در برگ از مرحله پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن اتفاق می‌افتد. بیشترین میزان پتاسیم در ساقه و برگ اندوخته شده (5/78%) و فقط 21/5% در زمان رسیدن در سنبله ذخیره می‌گردد.



شکل 12- روند جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم طی مراحل مختلف رشد و نمو جو.

الف - جو پاییزه، ب - جو بهاره

### 3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه جو

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 محیط‌زیست منجر شود. کشاورزی پایدار چیزی جز مدیریت ماده آلی خاک و استفاده نسبی از کودهای آلی و بیولوژیک، 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 نیست، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی راه‌حل مناسبی در توصیه کود می‌باشد. از طرف دیگر، استفاده توأم کودهای شیمیایی و آلی می‌تواند 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

##### نوع کود نیتروژنی

رایج‌ترین کود نیتروژنی موجود برای کشت جو، کود اوره حاوی 46 درصد نیتروژن خالص می‌باشد. به دلیل پویایی کود اوره، مصرف آن قبل از کشت و یا در زمان رشد به صورت سرک و یا در آب آبیاری توصیه می‌گردد. با توجه به حلالیت فراوان اوره بایستی مصرف آن به صورت تقسیط صورت گیرد. کود سولفات آمونیوم (حاوی 20 درصد نیتروژن و 24 درصد سولفات) نیز یکی دیگر از کودهای حاوی نیتروژن می‌باشد که به‌ویژه در

مناطق سرد در بهار می‌تواند به عنوان کود سرک برای جو استفاده شود. این کود به دلیل داشتن سولفات می‌تواند بخشی از نیاز گیاه به گوگرد را نیز برطرف نماید. از کود نیترات آمونیوم (حاوی 34 درصد نیتروژن) به عنوان یکی دیگر از منابع کودی نیتروژنی در شرایط شور (شوری خاک، کمتر از 6 دسی‌زیمنس بر متر) و به عنوان کود سرک جایگزین اوره می‌توان استفاده کرد. رابطه تبدیل مقدار کود اوره به دیگر کودهای نیتروژنی به صورت زیر می‌باشد:

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

مقدار کود نیترات آمونیوم =  $1/5 \times$  مقدار کود اوره

نیتروژن در انواع مختلف کودهای مرکب نیز وجود دارد. کودهای محلول حاوی عناصر غذایی پرمصرف از جمله نیتروژن برای مصرف در آب آبیاری طراحی شده‌اند که در شرایط آبیاری تحت فشار و بارانی نیز قابل توصیه می‌باشند. در این شرایط آبیاری امکان تقسیط بیشتر نیتروژن در مراحل مختلف رشد فراهم می‌باشد.

#### مقدار مصرف کودهای نیتروژنی

نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. جو در دوره رشد خود احتیاج زیادی به نیتروژن قابل جذب دارد. انجام آزمون خاک در تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز توصیه می‌شود. بر اساس آزمون خاک و تعیین مقدار کربن آلی، مقدار کود اوره مورد نیاز در گروه‌های عملکردی کم (3 تن و کمتر)، متوسط (3 تا 6 تن) و زیاد (6 تن و بیشتر) در جدول‌های (3) تا (5) آمده است. در خاک‌های با مقدار کربن آلی کمتر میزان نیاز به مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد.

جدول 3- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از 0/5 درصد

#### کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	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



**جدول 4- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی 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	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

**جدول 5- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های بین 0/75-1**

درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقليم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	330	290	250	200	150
گرم و خشک	340	310	270	220	170
معتدل	330	290	250	200	150
سرد	300	260	220	170	120

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 می‌توان میزان مصرف کودهای نیتروژنی را تعیین نمود. در جدول (6) توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای دستیابی به عملکرد مورد انتظار در اقلیم‌های مختلف ارائه شده است. بدیهی است در مواردی که از ارقام پر محصول استفاده می‌شود و با در دسترس بودن آب کافی، برای برداشت حداکثر محصول باید نیاز غذایی محصول را با افزایش مقدار کود مصرفی تأمین کرد.

**جدول 6- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید جو 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 جو 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 بارندگی‌های 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 جو دیم برحسب میزان و توزیع بارندگی در سال زراعی متفاوت می‌باشد، اما با متوسط مصرف 50 الی 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به ترتیب معادل 110 الی 130 کیلوگرم اوره در هکتار) می‌توان به عملکردهای مطلوب در بارندگی‌های 300 الی 375 میلی‌متر دست یافت. برای بارندگی‌های خارج از این محدوده نیز می‌توان از جدول (7) استفاده نمود. این مقادیر برای سیستم تناوبی آیش-جو توصیه شده است. چنانچه سیستم تناوبی به علوفه (لگوم)-جو تغییر کند، مصرف نیتروژن برای جو به طور متوسط 10 الی 20 کیلوگرم در هکتار کمتر خواهد بود.

جدول 7- توصیه عمومی مصرف نیتروژن برای جو دیم برحسب بارندگی در سال زراعی

بارندگی سال زراعی (میلی‌متر)	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 کودپاشی نیتروژن (سرک‌دهی) بر اساس مراحل رشد جو، 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 جو 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 پاییزه معروف است نکات زیر می‌بایست مورد توجه قرار گیرد.

1- مقدار نیتروژن به اندازه نیاز موجب تشکیل یک سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته می‌شود که گیاه را در مقابل مرگ‌ومیر سرمای زمستان مقاوم می‌کند. میزان رشد سیستم ریشه‌ای نسبت به بخش هوایی بیشتر است و گیاه را قادر می‌سازد که آب و مواد غذایی بیشتری جذب نماید.

2- گیاه جو اگر در تاریخ مناسب کشت شود به طور معمول قبل از خواب زمستانه، جوانه‌زده و تولید پنجه می‌نماید. مقدار ماده خشک تولید شده کم بوده و نیاز نیتروژنی 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 احتمال نیاز به آبیاری نوبت دوم قبل از فصل یخبندان و به دنبال آن توقف یا کندی رشد 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 پنجه‌زنی جو قبل از شروع فصل سرما و یخبندان صورت می‌گیرد. در شرایطی که امکان آبیاری قبل از شروع فصل سرما مهیا نگردد (دیر کاشت یا کاشت کرپه) مصرف کود نیتروژنی به بعد از فصل سرما و در زمان تکمیل پنجه‌زنی موکول می‌گردد.

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

دوره رشد و فعالیت مجدد جو پاییزه بعد از دوره سرما شروع می‌شود. در این دوره پنجه‌های جدید ظاهر و پنجه‌های قدیم رشد می‌یابند و بسته به رشد اولیه جو تا واسطه 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 نیتروژنی جو در این مرحله است. در مرحله طویل شدن ساقه که دو تا سه هفته به طول می‌انجامد، میانگره‌ها در ساقه جو ظاهر می‌شوند 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 یک‌سوم از کود نیتروژن مورد نیاز در این مرحله مصرف شود.

در خاک‌های با بافت ریز و سنگین (رسی و لوم رسی) و متوسط (لوم)، یک‌سوم نیتروژن در مرحله آب دوم (شروع پنجه‌زنی قبل از شروع سرمای زمستانی)، یک‌سوم در مرحله تکمیل پنجه‌زنی و پس از گذراندن سرمای زمستانی و یک‌سوم در مرحله ساقه‌دهی (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 پنجه‌زنی، تکمیل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و گلدهی مصرف شود. در صورت امکان و به ویژه در خاک‌های نسبتاً سبک بهتر آن است که 25 درصد نیتروژن کل در مرحله شکم خوش (متورم شدن ساقه) و 15 درصد بعد از گلدهی و شروع پرشدن دانه‌ها مصرف گردد.

در زراعت جو دیم، دوسوم مقدار کود نیتروژنی توصیه شده می‌بایست در پاییز همزمان با کشت به صورت جایگذاری زیر بستر بذر در فاصله 7 تا 9 سانتی‌متری بذر مصرف شود. یک‌سوم باقیمانده نیز در صورت وجود بارندگی‌های بهاره به صورت سرک در فاصله زمانی نیمه دوم اسفند تا نیمه اول فروردین‌ماه به صورت سرک توصیه می‌شود. در مناطقی که دوسوم کود نیتروژنی 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 آمونومی نیتروژن مانند اوره رشد ریشه محدود می‌گردد توصیه می‌شود برای بیش از 40 کیلوگرم نیتروژن خالص مصرف کود به روش تقسیط انجام داد. به علاوه هرگز نباید کود نیتروژنی آمونومی را با بذر در نوار کشت با عمق یکسان مصرف کرد چرا که این عمل باعث سوزش بذر و عدم جوانه‌زنی آن خواهد شد. بر این اساس نمی‌توان بیش از 10 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را به همراه بذر مصرف نمود.

### 3-1-2- توصیه مصرف فسفر

کمبود فسفر در جو می‌تواند 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 می‌دهد. کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد جو پتانسیل عملکرد را به شدت کم می‌کند. مراحل اولیه رشد حدود 5 تا 6 هفته اول می‌باشد 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 جو در دو هفته اول رشد جو جذب می‌شود. این مقدار کم است ولی تأثیر زیادی در دستیابی به عملکرد مطلوب دارد. میزان فسفر ذخیره شده در خاک بیشتر در مراحل بعدی رشد جو مورد استفاده قرار می‌گیرند و کمبود فسفر در انتهای رشد تأثیر کمی روی تولید محصول جو دارد. پنجه‌های کافی و قوی نقش اساسی در افزایش تولید جو دارند و فسفر نقش بارزی در تولید پنجه‌های قوی بازی می‌کند.

حرکت فسفر در خاک کند می‌باشد. قسمت زیادی از کود فسفردار مصرفی در سطح خاک باقی‌مانده و ممکن است در خاک تثبیت شود. این امر، کارایی کود فسفردار را کاهش می‌دهد. کارایی نسبی کود فسفردار بستگی به pH خاک، مقدار و شکل فسفر در خاک، مقدار، روش و زمان مصرف کود و نیاز خاص ارقام جو دارد. pH خاک از مهم‌ترین عوامل حلالیت و فراهمی فسفر در خاک می‌باشد. برای افزایش کارایی مصرف کود فسفردار نکات زیر می‌باید مدنظر قرار گیرد.

الف: مصرف کود فسفوری به‌صورت نواری به‌ویژه در خاک‌های اسیدی و قلیایی

ب: استفاده از ارقام کارآمد

ج: مصرف سایر عناصر غذایی به مقدار کافی

د: کنترل علف‌های هرز

ه: مصرف کافی آب

و: کنترل فرسایش داخل مزرعه

حدود 10 تا 30 درصد فسفر مصرف شده، جذب گیاه جو می‌شود و باقیمانده آن به صورت غیرقابل جذب در می‌آید. بنابراین کودهای فسفردار دارای اثرات باقیمانده برای

کشت محصول بعدی می‌باشند. در سیستم‌های تناوب زراعی جو-ذرت-جو، در صورتی که برای کشت اول جو و کشت دوم ذرت کود فسفردار به مقدار کافی بر اساس آزمون خاک مصرف شده باشد، کشت سوم جو به کود فسفردار کمتری نیازمند بوده به عبارت دیگر کاربرد کود فسفردار در کشت‌های قبلی نیاز فسفر جو را تأمین می‌نماید.

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

#### انواع کودهای فسفری

از انواع مهم کودهای فسفردار مصرفی متداول در کشور، دی‌آمونیم فسفات (با 46 درصد  $P_2O_5$ ) و سوپر فسفات تریپل (با 46 درصد  $P_2O_5$ ) می‌باشد. کود سوپر فسفات ساده (20-16 درصد  $P_2O_5$ ) نیز از جمله کودهای فسفری است که ظرفیت مناسبی برای تولید آن در کشور وجود دارد. کودهای فسفری با حلالیت بالا وجود دارد که برای کاربرد به صورت کودآبیاری مناسب می‌باشند. مزیت استفاده از این کودها، کاربرد آسان آن‌ها در مرحله تشکیل پنجه همزمان با حداکثر نیاز گیاه به فسفر می‌باشد. کاربرد کودهای میکروگرانول فسفری نیز در حال گسترش می‌باشد و برای زراعت جو قابل توصیه است. همچنین به جای سوپر فسفات تریپل برای تأمین فسفر مورد نیاز جو می‌توان از کود میکروبی فسفات گرانوله به مقدار معادل استفاده کرد.

#### مقدار مصرف کود فسفری

مقدار کاربرد کودهای فسفری بسته به نوع، زمان و روش مصرف متفاوت است. آزمون خاک برای توصیه مصرف کودهای فسفری توصیه می‌شود. حد بحرانی فسفر در خاک 15 میلی‌گرم در کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر احتمال پاسخ جو به مصرف کودهای فسفری هنگامی که در خاک مقدار فسفر قابل استفاده کمتر از 15 باشد افزایش می‌یابد. در جدول (8) گروه‌بندی مقدار فسفر قابل استفاده خاک بر اساس آزمون

خاک ارائه شده است. در جدول‌های (9) تا (12) 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 یک‌دوم تا دوسوم 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. 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 جو از خاک می‌بایست به کارشناس تغذیه گیاهی آشنا با شرایط خاکی منطقه مراجعه شود. در جدول‌های پیوست نیز تقویم مصرف کود بر اساس مراحل رشد جو آورده شده است که برای توصیه مقدار مصرف فسفر می‌توان به آن مراجعه نمود.

#### جدول 8- گروه‌بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت جو

فسفر قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
>15	10-15	5-10	<5	عنوان گروه
زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	احتمال پاسخ به مصرف کود (درصد)
بدون پاسخ	کمتر از 50 درصد	50-75	75-100	

#### جدول 9- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی کمتر از 5 میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)					اقلیم
≥7	6	5	4	3	
280	260	230	200	170	گرم و مرطوب
265	245	215	185	155	گرم و خشک
280	260	230	200	170	معتدل
300	280	250	220	190	سرد

جدول 10- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 5-10 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	240	220	190	160	130
گرم و خشک	215	205	175	145	115
معتدل	240	220	190	130	130
سرد	260	240	210	180	150

جدول 11- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 10-12 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	160	140	110	80	50
گرم و خشک	145	125	95	65	35
معتدل	160	140	110	80	50
سرد	180	160	130	100	70

جدول 12- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 12-15 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	110	90	60	40	20
گرم و خشک	100	80	50	30	20
معتدل	110	90	60	40	20
سرد	140	110	80	60	40

در زراعت جو دیم حد بحرانی فسفر 9 میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است که کشاورز می‌تواند متوسط نیاز فسفوری مزرعه خود را بر اساس آزمون خاک از طریق جدول (13) محاسبه نماید.



جدول 13- متوسط نیاز فسفوری جو دیم بر اساس آزمون خاک

میزان پنتاکسید فسفر مورد نیاز ( $P_2O_5$ ) (کیلوگرم در هکتار)	دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	فسفر اولیه خاک (میلی گرم در کیلوگرم)
7	15	9
14	30	8
21	45	7
28	60	6
35	75	5
42	90	4

#### زمان و نحوه مصرف کودهای فسفوری

مقادیر توصیه شده در جداول (9) تا (12) برای کاربرد خاکی به روش پخش سطحی پیشنهاد شده است. توصیه بر این است که تمام کود فسفوری قبل از کاشت جو و یا همزمان با کاشت بذر مصرف گردد. مصرف فسفر در این دوره تأثیر زیادی بر روی تعداد پنجه و توسعه سیستم ریشه‌ایی 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 زیر بذر به فاصله 5 تا 10 سانتی‌متر قرار گیرد. در کل مصرف کودهای فسفوری به صورت نواری نسبت به روش دست پاش 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 8) 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 8) 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 در عمق خاک قرار داد. در صورت کاربرد کود همزمان با بذر

می‌بایست دقت شود که میزان مصرف از 60 کیلوگرم بیشتر نباشد.

در زمان داشت جو می‌توان از منابع دیگری از کودهای فسفوری محلول در آب استفاده نمود. این منابع می‌توانند همراه با آب آبیاری (کودآبیاری) و یا محلول‌پاشی استفاده شوند. بهترین مراحل کودآبیاری جو در دو مرحله ابتدای رشد رویشی جو (آب سوم) و یا اواخر پنجه‌زنی و اواسط ساقه‌دهی می‌باشد. در این مراحل در مجموع 5 تا 10 کیلوگرم از کودهای محلول در آب حاوی فسفر زیاد به صورت کودآبیاری 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 بذرکار 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 روش‌های دیگر مصرف کودهای فسفوری در خاک است.

### 3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم

برای به دست آوردن یک عملکرد مطلوب تأمین عنصر پتاسیم برای جو ضروری است. با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی و فسفردار و مصرف اندک کودهای پتاسیمی، در بسیاری از موارد مقدار برداشت پتاسیم از خاک بیش از سرعت آزادسازی این عنصر از کانی‌ها می‌باشد. کمبود پتاسیم در خاک‌های با بافت سبک و شنی بیشتر متداول است. گیاه جو 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 جو 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 سرمایی افزایش می‌دهد. این عنصر

---

1- Pop-up

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 50 و 60 درصد پتاسیم ( $K_2O$ ) اشاره نمود. در بسیاری از موارد بین سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم تفاوتی از لحاظ اثربخشی وجود ندارد. تنها در شرایط کشت جو 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 مراحلی از رشد جو 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 (14) گروه‌بندی آزمون خاک برای پتاسیم قابل استفاده آورده شده است.

#### جدول 14- گروه‌بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت جو

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

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

الف: اگر سیستم زراعی فشرده وجود داشته و زارع علاقه‌مند باشد میزان پتاسیم خاک از کمترین حد یعنی 150 میلی‌گرم در کیلوگرم کمتر نشود. به عبارتی پتاسیم خاک را در یک محدوده ثابت نگه دارد باید به اندازه پتاسیمی که توسط گیاه جو 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 میلی‌گرم تا 200 میلی‌گرم 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.

میزان کاربرد کودهای پتاسیمی بسته به نوع و زمان مصرف متفاوت است. در جدول‌های (15) تا (17) 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 می‌یابند. در زراعت دیم به دلیل اینکه اغلب مزارع دارای پتاسیم بالا می‌باشند مصرف خاکی پتاسیم توصیه نمی‌شود.

**جدول 15- توصیه مصرف سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از 0-100**

میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن)				
	3	4	5	6	≥7
گرم و مرطوب	190	210	230	250	270
گرم و خشک	180	200	220	240	260
معتدل	190	210	230	250	270
سرد	200	220	240	260	280

**جدول 16- توصیه مصرف سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 100-150 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)**

اقلیم	گروه‌های عملکرد پتانسیل (تن)				
	≥7	6	5	4	3
گرم و مرطوب	200	180	160	140	120
گرم و خشک	190	160	150	130	110
معتدل	200	180	160	140	120
سرد	210	190	170	150	130

**جدول 17- توصیه مصرف سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی 150-200 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)**

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

مبنای توصیه مصرف خاکی پتاسیم، آزمون خاک می‌باشد. 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 جو از خاک می‌بایست به کارشناس تغذیه گیاهی آشنا با شرایط خاکی منطقه مراجعه شود. در جدول پیوست نیز تقویم مصرف کود بر اساس مراحل رشد جو آورده شده است که برای توصیه مقدار مصرف پتاسیم می‌توان به آن‌ها مراجعه نمود.

#### زمان و نحوه مصرف کودهای پتاسیمی

تمام کود پتاسیمی قبل از کاشت مصرف و با دیسک زیر خاک قرار داده می‌شود. 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 جو توصیه می‌گردد. برای افزایش کارایی کود پتاسیمی می‌توان این کود را با دستگاه 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.

در مراحل انتهایی پنجه‌زنی و اواسط ساقه‌دهی استفاده از کودهای قابل حل در آب که حاوی مقادیر مناسبی پتاسیم باشند به مقدار 10 تا 20 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. 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 جو 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 دانه‌ها و افزایش عملکرد جو دارد.

### 3-1-4- توصیه کاربرد عناصر کم‌مصرف

کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف به طور معمول 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 جو 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 پایین‌تر 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 به‌ویژه بر کیفیت جو تولیدی برجای می‌گذارد. کاربرد این عناصر به‌ویژه 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 به‌ویژه 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 کم‌مصرف

کودهای سولفات روی، سولفات آهن، سولفات مس، سولفات منگنز، اسیدبوریک و کود میکروبی کامل و کودهای کلاته (در این کودها از بنیان‌های آلی از جمله EDTA و

EDDHA استفاده می‌شود) از جمله کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف می‌باشند که هر یک از آن‌ها نقش خاص و بسزایی در زراعت جو دارند.

مقدار، زمان و نحوه کاربرد کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف در جدول (18) گروه‌بندی غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک برای دست‌یابی به تولید مطلوب جو آورده شده است. این جدول نشان می‌دهد که هر چه غلظت عنصر غذایی در خاک پایین‌تر باشد احتمال اینکه با مصرف کود عملکرد جو افزایش یابد بیشتر خواهد بود.

**جدول 18- گروه‌بندی غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف بر اساس آزمون خاک برای کشت جو**

گروه	عملکرد نسبی با مصرف عنصر غذایی (درصد)*			
	روی	آهن	منگنز	مس
خیلی کم	<0/25	<2/5	<3	-
کم	0/25-0/5	2/5-5	3-6	<0/25
متوسط	0/5-1/0	5-7/5	6-10	0/25-0/5
زیاد	>1/0	>7/5	>10	>0/5

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

کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف 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 پنجه‌زنی، اوایل ساقه‌دهی و حتی در مرحله گلدهی محلول‌پاشی شوند. مصرف بور در مناطقی که دارای خاک شور می‌باشند توصیه نمی‌گردد. محلول‌پاشی این عناصر از منابع کودی سولفات‌مانند سولفات آهن و روی با غلظت 5-7 در هزار امکان‌پذیر است. در خاک‌های آهن‌کم، کارایی سولفات آهن کاهش می‌یابد که در این صورت از محلول‌پاشی سولفات آهن و یا مصرف خاکی سبک‌ترین آهن به میزان 10-15 کیلوگرم در هکتار استفاده می‌شود. در شرایط کمبود شدید این عناصر در خاک مصرف خاکی کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف به ویژه سولفات روی و منگنز به میزان 25-40 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود.

- کودهای حاوی عناصر کم مصرف بایستی قبل از کاشت مصرف شده و با شخم زیر خاک شوند یا آنکه با غلظت سه در هزار در مراحل پنجه زنی کامل، اوایل ساقه رفتن و حتی در مرحله گلدهی محلول پاشی شوند. برای محلول پاشی یا برگ پاشی رعایت کلیه نکات فنی زیر ضروری است:
- محلول پاشی باید صبح زود یا عصر هنگامی که اشعه آفتاب مایل است انجام گیرد.
  - به محلول کودی تهیه شده، ماده سیتووت یا مایع ظرف شوئی 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 محلول پاشی سرعت وزش باد باید حداقل باشد.
  - پس از انجام محلول پاشی 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 برگ پاشی انجام گیرد. در صورت عدم ظهور علائم برگ سوزی پس از سه روز در گیاه در تمام سطح مزرعه برگ پاشی انجام شود.
  - در اراضی شور از کود میکروی کامل بدون بور 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 محلول پاشی نمود.

### 3-2- کاربرد ماده آلی در تولید جو

مواد آلی ترکیبات کربنی می باشند که به وسیله 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 برهمکنش فرایندهای فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی خاک است. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانه سازی و وضعیت تخلخل، نفوذپذیری 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 غذائی پرمصرف و کم مصرف را در خاک آزاد نموده و به تغذیه متعادل گیاه کمک زیادی می نماید.



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 جو، ضایعات نیشکر و پسته، ضایعات کارخانه‌های قند، چای خشک‌کنی، چوب و کاغذ و کشت و صنعت‌های تولید قارچ خوراکی، کمپوست حاصل از تخمیر زباله‌ها و فضلاب شهری، پودر استخوان و سایر مواد قابل تجزیه گیاهی و حیوانی است که علاوه بر اصلاح 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.

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

میزان مصرف کود آلی بستگی به درجه پوسیدگی، نسبت کربن به نیتروژن و نوع آن دارد. کود گاوی کمپوست شده (پوسیده) با درجه رسیدگی بالا در خاکی که میزان کربن آلی آن کمتر از یک درصد می‌باشد، به مقدار 20-15 تن در هکتار توصیه می‌شود. توصیه مصرف کود گاوی تازه، 15-10 تن در هکتار و کود مرغی، 10-5 تن در هکتار می‌باشد. از کودهای کمپوست زباله شهری نیز می‌توان استفاده کرد. مهم‌ترین مسئله در انتخاب نوع و مقدار کود آلی قیمت این نهاده می‌باشد که در هنگام مصرف مدنظر قرار می‌گیرد.

اگر کود آلی نپوسیده باشد بهتر است چند ماه جلوتر با خاک مخلوط و با اعمال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کافی داشته باشد می‌توان همزمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق مؤثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود. کودهای آلی گرانوله به طور معمول به علت داشتن عناصر غذایی بیشتر و حالت گرانوله بودن به میزان 300-600 کیلوگرم در هکتار مصرف می‌شوند.

نشان داده شده است که با مصرف کودهای آلی می‌توان از میزان مصرف کودهای شیمیایی کاست. میزان جایگزینی کودهای شیمیایی در اثر مصرف کودهای آلی بسته به نوع عنصر غذایی و میزان آن در خاک بین 25 تا 35 درصد گزارش شده است.

### 3-2-2- تناوب زراعی و کود سبز

از آنجا که عملکرد گیاهان زراعی ناشی از برآیند اثرات فیزیکی، بیولوژیکی و مدیریتی سیستمهای زراعی است، انتخاب یک تناوب مناسب با تأکید بر جنبه‌های حفاظت محیط‌زیست برای هر منطقه شرط اصلی افزایش بهره‌وری در درازمدت خواهد بود. تناوب، کشت گیاهان مختلف با ویژگی‌های متفاوت در توالی یکدیگر می‌باشد. در میان سیستم‌های 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، برگرداندن گیاه به خاک پس از رشد کافی و بدون برداشت محصول است. 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 مؤثر است. گیاه مورد استفاده به عنوان کود سبز می‌بایستی اثرات منفی 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. 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.

کودهای سبز در بیشتر مواقع از گیاهان خانواده بقولات هستند. گیاهانی از جمله خلر، لوبیا روغنی، انواع لوبیا و شبدر به عنوان کود سبز در کشت آبی جو 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 جو سیاه، چاودار و شبدر ایرانی به خوبی در خاک‌های فقیر رشد می‌کنند و در بهبود باروری و ساختمان خاک‌ها مؤثر می‌باشند. کود سبز را حداقل دو هفته قبل از کاشت جو به خاک برمی‌گردانند. هرچه درصد مواد خشبی کود سبز بیشتر و نیتروژن آن کمتر باشد، می‌بایستی با فاصله زمانی طولانی‌تری از کاشت جو به خاک برگردانده شود. در صورتی که از گیاهانی مثل یونجه یا شبدر به عنوان کود سبز استفاده می‌شود می‌بایستی ابتدا آن‌ها را با ماشین‌آلاتی 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 گاو رو بودن خاک، شخم 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 می‌تواند 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 می‌بخشد از جایگاه ویژه‌ای در تناوب زراعی با جو برخوردار است. در مواردی که از بقولات به عنوان کود سبز استفاده شود به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن توسط این گیاهان می‌توان تا 100 کیلوگرم از میزان کود نیتروژنی مصرفی کاست.

### 3-2-3- کاربرد اسیدهای هیومیک و محرک‌های رشد گیاه

اسیدهای هیومیک تأثیر بسزایی در بهبود شرایط شیمیائی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک برای رشد جو ایفا می‌نماید. به علاوه کاربرد اسید هیومیک کارایی استفاده از عناصر غذایی از جمله فسفر را افزایش می‌دهد. اسید هیومیک را می‌توان به صورت بذرمال در زمان کشت جو مصرف نمود. این عمل شرایط سبز شدن و جوانه زدن دانه را بهبود می‌بخشد. به علاوه اسید هیومیک را می‌توان در زمان پنجه‌زنی، ساقه رفتن و یا قبل از ظهور خوشه همراه

با آبیاری مصرف نمود. کاربرد محلول‌های اسید هیومیک از طریق سیستم آبیاری و محلول-پاشی و یا مصرف بذر مال امکان‌پذیر می‌باشد. تاکنون محرک‌های رشد مختلفی معرفی شده‌اند. در این بین، کاربرد اسیدهای آمینه و عصاره جلبک‌های دریایی تأثیر به‌سزایی در رشد گیاه جو دارد. کاربرد اسیدهای آمینه در شرایط تنش سرمایی در زمان پنجه‌زنی برای کاهش خسارت سرما توصیه می‌شود. این ترکیبات در مقابله با شرایط تنش‌های خشکی و یا شوری نیز قابل مصرف می‌باشند.

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

کودهای زیستی به مواد جامد (عمدتاً پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله مانند اطلاق می‌شود که ترکیبی است از یک ماده نگهدارنده که با جمعیت انبوه از یک یا چند نوع ارگانسیم 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 می‌شوند. انواع متفاوتی از کودهای زیستی امروزه در دنیا معرفی شده است که توسط زارعین برای کشت غلات به‌ویژه جو مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### 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 جو می‌باشند. باکتری‌هایی مانند سودوموناس، فلاوباکتیریوم، باسیلوس، ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از انواع شناخته شده باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند. باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌وسیله مکانیسم‌های مختلف، به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم رشد گیاهان را افزایش می‌دهند. مکانیسم‌های مستقیم شامل تثبیت زیستی نیتروژن، حل‌الیت فسفات‌های نامحلول، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد و ویتامین‌ها می‌باشند که با تأثیرات مستقیم بر رشد گیاه سبب افزایش عملکرد گیاهان می‌باشند. از مکانیسم‌های غیرمستقیم می‌توان به خصوصیات تولید سیانید هیدروژن، آنتی‌بیوتیک‌ها و سیدروفورها اشاره کرد. مکانیسم‌های غیرمستقیم با تعدیل تأثیرات منفی تنش‌های زنده و غیرزنده سبب بهبود رشد گیاهان می‌شوند.

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

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. حسب نوع فرمولاسیون هر کود نحوه مصرف آن به شرح زیر می‌باشد.

#### الف - کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون مایع

**1- بذرمال:** 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 بذر 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 هوای سرد و خشک) نگهداری می‌شوند. نگهداری بذر در این شرایط بیش از 24 ساعت توصیه نمی‌شود.

مقدار کود زیستی مایع مصرفی بستگی به میزان و نوع بذر دارد. در مورد جو به ازای هر یک کیلوگرم بذر کاربرد 30 میلی‌لیتر از مایه تلقیح مایع توصیه می‌گردد. نتایج آزمایش‌های اخیر انجام شده در موسسه تحقیقات خاک و آب نشان داده است کاربرد کود زیستی ویژه جو (فلاویت) به مقدار یک لیتر در هکتار می‌تواند به‌طور متوسط سبب افزایش عملکرد جو تا 10 درصد گردد.

**2- محلول‌پاشی:** نتایج آزمایش‌های سال‌های اخیر نشان داده است کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌صورت محلول‌پاشی دارای اثرات مثبتی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی و از جمله جو است. برای این کار ابتدا با استفاده از یک سم‌پاش مقدار آب مصرفی برای محلول‌پاشی مزرعه کالیبره می‌شود. محلول‌پاشی به‌طور معمول 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 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 107 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 تأثیرات 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 کودها برای استقرار بهتر بر روی بذر نیازمند به استفاده از یک ماده چسباننده می‌باشند. بعضی از کمپانی‌های 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 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 نمونه‌ای 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 جو کاربرد 20-30 میلی‌لیتر محلول چسباننده و حدود 30 گرم مایه تلقیح پودری توصیه می‌گردد.

#### 3-3-2- کودهای زیستی حاوی باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد

گوگرد از عناصری است که در خاک وجود داشته ولی فرم قابل جذب آن به صورت سولفات می‌باشد. گوگرد در کمیت و کیفیت محصول اثر داشته و همچنین در اصلاح خاک‌های شور و قلیایی کاربرد دارد. افزودن گوگرد به خاک‌ها در بیشتر موارد به دلیل اکسیداسیون کند این عنصر چاره‌ساز نبوده و لازم است با کاربرد باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد به ویژه 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 می‌دهد. مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بیشتر به شکل پودری تهیه می‌شود و به ازای 50 کیلوگرم گوگرد باید یک کیلوگرم مایه تلقیح تیوباسیلوس و قبل از کشت مصرف نمود. در حال حاضر پالایشگاه گاز خانگیان اقدام به تولید گوگرد بنتونیتی پاستیلی به فرم عدس نموده است که به سرعت در خاک پخشیده می‌شود و از کارایی بالاتری نسبت به سایر فرم‌های گوگرد برخوردار است.

#### **4- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش‌های محیطی**

##### **4-1- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط خاک‌های شور**

مصرف کودهای نیتروژنی در شرایط شور با غیر شور متفاوت است. بر اساس نتایج تحقیقات صورت گرفته در خاک‌های با هدایت الکتریکی (ECe) کمتر از 7 دسی‌زیمنس بر متر مقدار نیتروژن معادل مصرف در شرایط غیر شور می‌باشد. در خاک‌های با شوری بین 7-12 دسی‌زیمنس بر متر، مقدار 30 درصد به میزان توصیه کود نیتروژنی مصرفی بر اساس مقادیر کربن آلی افزوده می‌شود. ولی در شوری‌های خاک بالاتر از 12 دسی‌زیمنس بر متر خاک از مقدار توصیه کود نیتروژنی 30 درصد کاسته می‌گردد.

مصرف نیتروژن در اوایل دوره‌ی رویشی گیاه (پنجه‌دهی) و در دوره‌ی رسیدگی دانه جو در شرایط شور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. زیرا مصرف نیتروژن، سبب افزایش تعداد پنجه و وزن هزار دانه و در نتیجه، افزایش عملکرد دانه و گاه می‌گردد.

به‌طور کلی کودهای نیتروژنی در خاک‌های سبک (شنی) سه یا چهار بار و در خاک‌های سنگین (رسی) دو تا سه بار در مراحل قبل از کاشت، بعد از پنجه‌زنی کامل، مراحل اولیه ساقه رفتن و ظهور خوشه مصرف می‌شود. در خاک‌های متوسط و سنگین یک نوبت قبل از کشت، سپس در مرحله پنجه‌دهی و نوبت سوم در مرحله ساقه رفتن مصرف می‌شود. در شرایطی که مصرف کود نیتروژنی با ماشین‌آلات به دلیل بلندی بوته‌های جو به روش جامد در مزرعه مقدور نباشد مصرف کود اوره از طریق آب آبیاری بسیار مؤثر

خواهد بود. با توجه به اینکه به طور معمول در شرایط شور آبیاری اول سنگین انجام می‌شود بنابراین توصیه می‌شود در خاک‌های سبک بافت، شروع مصرف کود نیتروژنی قبل از آبیاری نوبت دوم باشد و بقیه کود به‌طور مساوی در مراحل بعد مصرف شود. در خاک‌های متوسط و سنگین بافت، مصرف 50 تا 70 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی قبل از کاشت و بقیه به‌طور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند.

در شرایط شور، برای تأمین فسفر مورد نیاز جو، تفاوتی بین کودهای سوپرفسفات تریپل، فسفات آمونیوم و فسفات سولفات آمونیوم وجود ندارد. در شرایط شوری  $8 < ECE < 4$  دسی-زیمنس بر متر مصرف فسفر تا 20 درصد بیشتر و در شوری‌های بیشتر میزان مصرف مطابق با توصیه در شرایط غیر شور خواهد بود.

مصرف پتاسیم در دو قسط همزمان با کاشت و هنگام ساقه رفتن باعث بهبود معنی‌دار عملکرد می‌شود. مصرف پتاسیم تا شوری 7 دسی زیمنس بر متر برابر توصیه مصرف در شرایط غیر شور و در شوری تا  $13 < ECE < 7$  دسی زیمنس بر متر مصرف بیشتر پتاسیم به میزان 30 درصد بیشتر پتاسیم توصیه می‌شود. مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف به صورت محلول‌پاشی همانند شرایط غیر شور توصیه می‌گردد. ولی مصرف خاکی کود سولفات روی به میزان 30 کیلوگرم در هکتار برای شرایط شور بسیار مطلوب خواهد بود. در شرایط شور، محلول‌پاشی عناصر نیتروژن و پتاسیم به ویژه در مراحل میانی و انتهایی رشد گیاه جو سبب افزایش کارایی آنها می‌شود.

#### 2-4- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش خشکی

آب به عنوان یکی از اساسی‌ترین نیازهای حیاتی گیاه در هنگام اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر رشد گیاه چه از نظر کمیت و چه از نظر کیفیت در درجه اول اهمیت قرار می‌گیرد. تنش رطوبتی یکی از مهم‌ترین تنش‌هایی است که ممکن است گیاه در طول دوره رشد خود با آن مواجه گردد. آرمانی‌ترین شرایط از نظر رطوبتی برای اکثر گیاهان زراعی حفظ رطوبت خاک در دامنه حد ظرفیت مزرعه (FC) تا حد تخلیه رطوبتی خاک یعنی 50 درصد آب سهل‌الوصول می‌باشد. گیاه جو با فرار از خشکی و یا ایجاد مقاومت در برابر خشکی می‌تواند بر تنش رطوبتی فائق آید. در ایران بخش عمده رشد گیاه در طول پاییز و بعد از



سرمای زمستان که زمان نزول بیشترین بارندگی است، رخ می‌دهد. گیاه جو نسبت به گندم دوره رشد کوتاه‌تری دارد بنابراین گیاه جو به طور معمول قبل از فرا رسیدن ماه‌های خشک و گرم در بهار برداشت می‌گردد و از این طریق از خشکی فرار می‌کند. با این حال، رطوبت کم و درجه حرارت بالا، به عنوان عوامل محدودکننده تولید جو محسوب می‌گردند. سیستم ریشه گسترده جو، این گیاه را قادر می‌سازد تا رطوبت مورد نیاز خود را از بخش‌های مختلف خاک به دست آورد. اگر نقطه رشد گیاه سالم مانده باشد، با بهبود شرایط رطوبتی خاک، گیاه مجدداً رشد خود را از سر خواهد گرفت، اما با کاهش عملکرد مواجه خواهد شد.

برای مقابله با شرایط تنش خشکی از مدیریت‌های مختلف به نژادی و به زراعی می‌توان بهره جست. استفاده از ارقام مقاوم به شرایط تنش خشکی و کشت به موقع برای عبور از تنش خشکی آخر فصل از جمله راهکارهای عملی برای مقابله با این شرایط محسوب می‌شود. مدیریت تغذیه گیاه جو نیز تأثیر به‌سزایی در کاهش اثرات نامطلوب خشکی می‌تواند داشته باشد. عناصری مانند فسفر، پتاسیم، منیزیم و روی، رشد ریشه را بهبود می‌بخشند که این عامل به نوبه خود باعث افزایش جذب آب به داخل گیاه شده و به تنظیم عمل روزنه‌ها و افزایش مقاومت گیاه به خشکی کمک می‌نماید. عناصری مانند پتاسیم و کلسیم در افزایش قدرت نگهداری آب سلول تحت شرایط خشکی و تنظیم فشار اسمزی مؤثرند. از طرف دیگر پتاسیم به عنوان فراوان‌ترین کاتیون در سلول‌های محافظ روزنه بوده و عملاً باز و بسته شدن آن‌ها از طریق ورود و خروج پتاسیم به این سلول‌ها صورت می‌گیرد. در شرایط کم‌آبی، با وجود پتاسیم کافی در گیاه، حساسیت روزنه به بسته شدن و کاهش تلفات آب افزایش می‌یابد. بدیهی است در شرایط کمبود پتاسیم، روزنه‌ها از حساسیت کافی برخوردار نبوده و ممکن است در بحرانی‌ترین شرایط از نظر کم‌آبی نیز به‌طور کامل بسته نشوند. کمبود پتاسیم در گیاه باعث کاهش فتوسنتز و مواجهه گیاه و سلول‌های ریشه با کمبود انرژی گردیده و بنابراین مقاومت گیاه به کم‌آبی کاهش می‌یابد. لذا می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که مصرف تجملی پتاسیم و افزایش غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک تا حدی که منجر به ایجاد اثرات متقابل منفی (Antagonistic) برای سایر عناصر غذایی نظیر کلسیم و منیزیم در خاک نگردد، وضعیتی مفید برای مقابله با تنش

خشکی به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، عناصر کم‌مصرف مانند مس (Cu) و بور (B) از طریق فعال‌سازی فرایندهای فیزیولوژیکی، بیولوژیکی و متابولیسمی در گیاه در کاهش اثرات مضر تنش خشکی مؤثر می‌باشند.

یکی دیگر از راه‌های افزایش ظرفیت آب قابل دسترس خاک (AWC)<sup>1</sup>، افزایش مواد آلی خاک می‌باشد. در همه گروه‌های بافت خاک، هنگامی که میزان ماده آلی خاک، 3- درصد افزایش می‌یابد، ظرفیت آب قابل دسترس خاک تقریباً دو برابر می‌شود و هنگامی که مقدار افزایش آن به 4 درصد می‌رسد، بیش از 60 درصد ظرفیت نگهداری آب خاک را به خود اختصاص می‌دهد. ماده آلی حجم خاک را نیز افزایش می‌دهد، به طوری که ظرفیت آب قابل دسترس خاک در واحد عمق خاک افزایش می‌یابد. همچنین افزایش ماده آلی، نفوذپذیری، زه‌کشی و تهویه خاک را نیز بهبود می‌بخشد. نشان داده شده است که در منطقه ایران مرکزی (اصفهان) که یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور می‌باشد، افزودن 50-100 تن ماده آلی به هر هکتار خاک می‌تواند در کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش نفوذپذیری آب در خاک مؤثر بوده و خصوصیات فیزیکی خاک را برای تولید پایدار مهیا می‌نماید.

اسیدهای هیومیک از طریق اتصال به ذرات خاک و ایجاد خاکدانه به افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی کمک می‌نمایند. اسیدهای هیومیک برای مناطق نسبتاً خشک و زمین‌های زراعی وسیع مهم می‌باشند چون به فعال کردن میکروارگانیسم‌های موجود در خاک کمک زیادی می‌کنند. میکرو هومات‌ها در مناطق کم آب و نسبتاً خشک به گیاه کمک می‌کنند تا طول دوران رشد زیادتری را داشته باشد. به علاوه مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردد. از این‌ها گذشته مولکول‌های فولویک اسید (بخش ریز مولکول هیومیک اسید) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند، با پیوند شدن به مولکول‌های آب، تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند.

---

1 - Available Water Capacity

برای به حداقل رساندن تأثیر خشک‌سالی، لازم است خاک، آب باران را به همان اندازه که ممکن است برای استفاده گیاه در آینده مورد نیاز باشد، جذب نماید تا ریشه‌های گیاه اجازه نفوذ و تکثیر یابند. لذا رطوبت خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی محدودکننده برای رشد محصول است. ظرفیت خاک برای حفظ و انتشار آب به طیف گسترده‌ای از عوامل مانند بافت خاک، عمق خاک، معماری خاک (ساختار فیزیکی از جمله منافذ)، مقدار ماده آلی و فعالیت‌های بیولوژیکی بستگی دارد. با این حال، مدیریت مناسب خاک می‌تواند این ظرفیت را بهبود بخشد. روش‌های افزایش رطوبت خاک را می‌توان در سه گروه طبقه‌بندی کرد: (1) روش‌هایی که نفوذ آب در خاک را افزایش می‌دهند، (2) روش‌هایی که مربوط به مدیریت تبخیر از سطح خاک است و (3) روش‌هایی که ظرفیت ذخیره‌سازی رطوبت خاک را افزایش می‌دهند. هر سه روش مربوط به ماده آلی خاک می‌شود. به منظور ایجاد یک خاک مقاوم در برابر خشک‌سالی، درک مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رطوبت خاک ضرورت دارد.

ماده آلی شرایط فیزیکی خاک را به طرق مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. بقایای گیاهی که سطح خاک را می‌پوشانند، از ایجاد سله و پوسته پوسته شدن خاک در اثر برخورد قطرات باران ممانعت می‌نمایند، بنابراین نفوذ آب باران در خاک افزایش یافته و رواناب کاهش می‌یابد. یکی از راهکارهای مدیریتی برای مقابله با تنش خشکی، استفاده از مالچ‌های آلی به منظور حفظ رطوبت خاک و کاهش رقابت علف‌های هرز برای به دست آوردن آب می‌باشد. افزودن مواد آلی مانند کاه و کلش جو و جو به خاک، موجب بالا رفتن راندمان مصرف آب و در نهایت باعث کاهش دفعات آبیاری و هدر رفتن آب می‌گردد که در مقابله با تنش خشکی مؤثر می‌باشد.

#### **4-3- مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش سرما**

به طور معمول جو نسبت به گندم تحمل کمتری نسبت به سرما به ویژه سرمای بهاره دارد. خسارت سرما بسته به شدت و طول مدت آن می‌تواند در تمام مراحل رشد جو اثرات نامطلوب داشته باشد (جدول 19).

جدول 19- مرحله رشد جو و میزان خسارت سرمازدگی

مرحله رشد	دما (درجه سانتی گراد)	علائم سرمازدگی	تأثیر بر عملکرد
پنجه زدن	-11	زرد شدن و سوختن برگ‌ها	کم تا متوسط
ساقه رفتن	-4/4	سوختن برگ‌ها/ از بین رفتن نقطه رشد	متوسط تا زیاد
آبستنی	-2/2	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها	عمدتاً زیاد
خوشه رفتن	-1/1	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها/ سفید و بی‌رنگ شدن خوشه و برگ‌ها	زیاد
به گل رفتن	-1/1	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها/ سفید و بی‌رنگ شدن خوشه و برگ‌ها	زیاد
شیری شدن	-2/2	بی‌رنگ شدن خوشه‌ها، کوچک، چروکیده، کم‌رنگ و ناصاف شدن دانه‌ها	عمدتاً زیاد
سفت شدن	-2/2	دانه‌ها بی‌رنگ و چروکیده	کم تا متوسط

غلات در مرحله ظهور خوشه و پر شدن دانه به سرمازدگی حساس‌تر می‌باشند. آسیب‌سرمازدگی در مرحله اوایل خمیری شدن دانه نسبت به مراحل انتهایی خمیری شدن بیشتر است. در مرحله شیری شدن درجه حرارت زیر صفر درجه سانتی‌گراد می‌تواند سبب نرم و آبکی شدن دانه شده و شیره آن به بیرون تراوش می‌کند. این امر در مرحله اولیه خمیری و شیری شدن در عرض چند روز از یخ‌زدگی دیده می‌شود. سرما در دانه، ایجاد چروکیدگی می‌نماید. پس از اواسط مرحله خمیری شدن، در دماهای پایین تنش سرما می‌تواند سبب انقباض دانه و به احتمال زیاد کاهش جوانه‌زنی بذر شود.

هنگامی که بافت گیاهان یخ می‌زند، بلورهای یخ دیواره‌های سلول و غشاء را تخریب می‌کند. اگر یخ‌زدگی سلول بدون تخریب ساختمان باشد ممکن است سلول در اثر از دست دادن آب بمیرد. چند روز پس از مقاومت در برابر یخ‌زدگی، بافت شروع به خشک شدن کرده و به صورت قهوه‌ای رنگ در می‌آید (شکل 13).



شکل 13- بوته سرمازده جو در مرحله ساقه‌دهی - یخبندان موجب رنگ سفید و ظاهر خشکیده در نوک برگ‌ها شده است.

در گیاهان یخزده، قند و عناصر غذایی بیشتر است چرا که آن‌ها دانه‌ای برای پر شدن ندارند. در نتیجه اغلب به میکروب‌ها و عوامل بیماری‌زا آلوده شده و به رنگ سیاه یا قهوه‌ای در می‌آیند. یکی از مشخص‌ترین نشانه‌های خسارت یخزدگی ظهور "حلقه سفید" بر روی ساقه متصل به خوشه است. چند روز پس از یخزدگی، به جای حلقه سفید، حلقه سبز کم‌رنگ مشاهده می‌شود (شکل 14).



شکل 14- ظهور حلقه سبز کم‌رنگ تا سفید بر روی ساقه متصل به خوشه در اثر خسارت سرمازدگی

در اثر سرما خوشه‌های جو که از غلاف خارج می‌شوند دچار سوختگی و شک‌شدگی شده و سفید و یا کوتاه می‌شوند (شکل 15).



شکل 15- علایم خسارت سرما در خوشه‌های جو

علایم خسارت سرما به پیچیدگی ساقه و خوشه ناشی از کاربرد علف‌کش‌های هورمونی، علایم کمبود مس و خسارت ناشی از خشک‌سالی و بادهای گرم و خشک در مراحل انتهایی خمیری شدن شباهت دارد. بسیاری از کشاورزان خسارت ناشی از یخ‌زدگی را تا زمان برداشت محصول تشخیص نمی‌دهند و کاهش عملکرد را به عوامل دیگر نسبت می‌دهند. مهم است که بتوانیم درجه خسارت را تا آنجایی که امکان دارد سریعاً پس از سرما ارزیابی کنیم تا بتوانیم عملیاتی که لازم است انجام دهیم.

توجه به تاریخ کاشت، انتخاب ارقام و تهیه بستر مناسب بذر از طریق کاشت بذر در بستری از کاه و کلش از جمله راه‌های مدیریت خسارت‌های ناشی از تنش سرما در جو می‌باشند.

مدیریت تغذیه نیز از جمله عوامل مهم در کاهش خسارت ناشی از سرما محسوب می‌شود. مقدار مصرف کود نیتروژن در جلوگیری از خطر سرمازدگی می‌تواند مؤثر باشد. گیاهانی که دارای کمبود نیتروژن هستند، اغلب از نظر تاریخ خوشه رفتن تفاوتی با گیاهانی که نیتروژن کافی دریافت داشته‌اند، ندارند، اما ظاهر گیاه کوچک‌تر و عملکرد آن پایین‌تر می‌باشد. مصرف کود نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی و شادابی گیاه گردیده، ساقه‌ها آبدار و مستعد سرمازدگی می‌شوند. مصرف کود نیتروژن باید قبل از مرحله ساقه رفتن به منظور دستیابی به عملکرد حداکثر انجام گردد. از مصرف بیش از حد کود نیتروژن در پاییز باید اجتناب نمود، اما مقادیر کافی فسفر جهت رشد قوی

ریشه توصیه می‌شود. گیاهانی که به اندازه کافی پتاسیم دریافت نکرده‌اند، اغلب به سرمازدگی حساس‌تر هستند که این به کمبود آب در سلول مربوط می‌شود. بنابراین، کافی نبودن میزان پتاسیم، عاملی است که به افزایش خطر سرمازدگی منجر می‌گردد.

از طرفی با افزایش مواد آلی محلول از قبیل قندها و پروتئین‌ها به سلول‌های گیاهان زراعی، می‌توان مقاومت آن‌ها را در برابر سرمازدگی افزایش داد. استفاده از محلول‌های محرک رشد گیاه حاوی اسیدهای آمینه آزاد و چپ‌گرا در مراحل قبل از پنجه‌زنی، مرحله پنجه‌زنی و ساقه رفتن می‌تواند کمک شایانی به افزایش مقاومت به شرایط تنش‌های سرمایی بیانجامد. اسیدهای آمینه که حاوی پتاسیم نیز باشند در این بین مؤثرترند.

هیومیک اسید نیز با سازوکارهایی می‌تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود. مکانیسم نخست مربوط می‌شود به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک که خودبه‌خود سبب گرم شدن خاک در اطراف ریشه می‌شود. اگرچه چرخش شیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند و بطئی است، اما همین چرخش کند هم می‌تواند تا حدودی گرمای ریشه را به قسمت‌های هوایی منتقل کند. دومین سازوکار مربوط می‌شود به حفظ بیشتر رطوبت خاک که به دلیل بالا بودن گرمای ویژه آب مقدار کالری بیشتری در درون خاک ذخیره می‌شود. در طول روز آفتاب به سطح زمین می‌تابد و آن را گرم می‌کند و در شب خاک خشک به سرعت گرما را از دست می‌دهد. اما خاک مرطوب که مقدار بیشتری کالری ذخیره کرده است آهسته‌تر خنک می‌شود، در نتیجه احتمال سرمازدگی کاهش می‌یابد. سومین ساز و کار هیومیک اسید برای مقابله با سرمازدگی این است که رنگ تیره‌ای به خاک می‌دهد و در نتیجه انرژی خورشیدی بیشتر به خاک جذب می‌شود. از همه این‌ها گذشته هیومیک اسید و فولیک اسید متابولیسم درون‌سلولی را افزایش داده و با این مکانیسم هم به مقابله با سرما کمک می‌کنند.

## 5- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه جو در کشاورزی حفاظتی

کشاورزی حفاظتی مبتنی بر الف) کاهش مقدار خاک‌ورزی، ب) حفظ مقدار کافی بقایای گیاهی بر روی سطح زمین، ج) رعایت تناوب مناسب، ضمن ملحوظ نمودن جوانب اقتصادی اجتماعی در پذیرش آن می‌باشد. در سالیان گذشته بیشتر توجه به خاک‌ورزی بوده

است لیکن به منظور نهادینه شدن کشاورزی حفاظتی، دیگر اصول نیز نیازمند توجهی جدی تر می باشد. یکی از مهم ترین مسائل در سامانه های حفاظتی، تأمین عناصر غذایی برای گیاهان به مقدار لازم در زمان مناسب توأم با جایگذاری صحیح می باشد. به طور کلی وجود شرایط زیر در مزرعه برای موفقیت جایگزینی کشاورزی حفاظتی با خاک ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگرداندار و ...) مؤثر می باشد.

- مقدار مواد آلی خاک بالا
- بافت خاک لومی و سبک، بدیهی است در خاکه ای سنگین نظیر رسی و لوم - رسی موفقیت امر بسته به میزان مواد آلی خاک، وجود ساختمان و نوع آن و نفوذپذیری خاک دارد،
- عمق زیاد خاک ( به طور معمول دشت های رسوبی)،
- عدم وجود سخت لایه در خاک،
- وجود زهکشی طبیعی خاک (نفوذپذیری مناسب)،
- عدم محدودیت شوری خاک و آب،
- باقی ماندن حداقل 30 درصد کاه و کلش و بقایای پوششی محصول قبلی
- یکنواختی توزیع کلش در سطح مزرعه، بدیهی است در صورت تجمع بیش از حد کلش در برخی نقاط در مزرعه نه تنها با ایجاد مزاحمت برای دستگاه، یکنواختی و کشت بذر دچار مشکل شده و سبب ایجاد لکه های زرد ناشی از کمبود نیتروژن در سطح مزرعه طی دوره رشد گیاه می شود.

## 5-1- کاربرد نیتروژن

مصرف نیتروژن در طول رشد گیاه در سیستم کشت به صورت بی خاکورزی و یا خاکورزی حداقل در حالتی که بخشی (حدود 30 تا 40 درصد) از بقایای گیاهی کشت قبلی در سطح مزرعه باقی مانده است، با دو هدف عمده به شرح زیر صورت می گیرد.

1- مصرف نیتروژن برای بقایای گیاهی: کاربرد کلش و برگرداندن آن به خاک سبب افزایش مواد آلی خاک، ریزجانداران مفید خاک، راندمان مصرف کودهای شیمیایی، عملکرد کمی و کیفی محصول و رطوبت خاک می گردد. در حالی که سوزاندن کلش در



مزرعه موجب کاهش مواد آلی، کاهش حاصلخیزی خاک و ریزجانداران مفید خاک، سفت شدن خاک، شور شدن تدریجی خاک و در نهایت تولید محصول جو در بلندمدت می‌شود. میزان نیتروژن مورد نیاز با توجه به نسبت کربن به نیتروژن (C/N) بقایا، نسبت کربن به نیتروژن ریزجانداران تجزیه‌کننده، درصدی از بقایا که در مدت زمان مشخص توسط ریزجانداران تجزیه می‌شوند و درصدی از کربن موجود در بقایا که توسط ریزجانداران قابل تجزیه است، صورت می‌گیرد. از آنجا که نسبت کربن به نیتروژن در بقایای کلش برخی گیاهان زراعی (به جز کلش برنج که حدود 120 بوده و در شرایط معمول و به دلیل ترکیب خاص خود نسبت به تجزیه میکروبی مقاوم‌تر است) نظیر جو و ذرت دانه‌ای حدود 60 تا 80 می‌باشد، لذا برای تجزیه بقایا و جلوگیری از بروز مشکل کمبود نیتروژن به دلیل وجود بقایا لازم است به ازای هر تن کلش جو و یا جو، مقدار 35 کیلوگرم در هکتار اوره، و برای بقایای ذرت، مقدار 30 کیلوگرم در هکتار اوره، بقایای پنبه و آفتابگردان مقدار 25 کیلوگرم اوره و برای بقایای گیاهی سبزی و صیفی نظیر سیب‌زمینی، پیاز، گوجه، خیار و سایر بقایای گیاهی غیر خشبی و عمدتاً برگی مقدار 20 کیلوگرم در هکتار اوره مازاد بر نیتروژن مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد، مصرف گردد. تعیین میزان بقایای گیاهی (کاه و کلش) از طریق جمع‌آوری و توزین کلش در سطح یک تا دو متر مربع در دو یا سه تکرار و تبدیل آن به سطح یک هکتار صورت می‌گیرد. به عنوان مثال در صورتی که میانگین مقدار کاه و کلش جمع‌آوری‌شده از سطح یک متر مربع از مزرعه‌ای 0/2 کیلوگرم باشد، میزان کاه و کلش موجود در سطح یک هکتار، 2 تن خواهد بود. در این شرایط، میزان اوره مورد نیاز جهت پوسیدن بقایا و جلوگیری از بروز مشکل برای گیاه از نظر تغذیه نیتروژن، 70 کیلوگرم در هکتار خواهد بود. نحوه مصرف نیز به این گونه است که 40 تا 50 درصد نیتروژن محاسبه شده همزمان با کشت در سطح مزرعه توزیع و آبیاری صورت می‌گیرد و مابقی در دو نوبت به همراه مصرف سرک نیتروژن به سرجمع کود مورد نیاز در هر نوبت سرک اضافه می‌شود.

با توجه به اینکه نسبت کربن به نیتروژن در کلش غلات زیاد است، بهتر است به ازای هر تن کلش که به خاک اضافه می‌شود، 20-30 کیلوگرم کود اوره به همراه آن

مصرف شود. مقدار نیتروژن اضافی نبایستی بیش از 40 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (معادل حدود 90 کیلوگرم در هکتار اوره) به توصیه در شرایط معمول اضافه نمود. اگر نیتروژن به صورت نواری در زیر بذر استفاده شود، بایستی مصرف نیتروژن مقدار کمی افزایش یابد. در خاک‌های با بافت سبک و مصرف نواری نیتروژن بایستی مقدار مصرف در خاکورزی معمول استفاده شود. البته بعد از 5 تا 10 سال مقدار نیتروژن مصرفی کاهش خواهد یافت. مصرف شش تن کلش قابل مقایسه با 25 تن کود حیوانی می‌باشد.

2- مصرف نیتروژن به منظور فراهم نمودن رشد مطلوب گیاه: با توجه به اینکه انتظار بر آن است تا در سیستم بی‌خاکورزی و خاکورزی حداقل، میزان عملکرد حداقل به اندازه عملکرد حاصل در سیستم خاکورزی مرسوم باشد، نحوه و میزان مصرف نیتروژن در هر روش خاکورزی به شرح زیر است.

#### الف- بی‌خاکورزی (کشت مستقیم)

20 درصد کل نیتروژن برآورد شده برای طول دوره رشد به صورت پایه و همزمان با کاشت توسط دستگاه کارنده در زیر و کنار بذر همراه با سایر کودهای مورد نیاز جایگذاری گردد. به عنوان مثال اگر نیتروژن کل برآورد شده برحسب اوره 400 کیلوگرم در هکتار باشد در این صورت 20 درصد این مقدار، معادل 80 کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله به طریق جایگذاری مصرف گردد.

مصرف نیتروژن همزمان و یا قبل از آبیاری نوبت سوم (تقسیم اول) به میزان 25 درصد نیتروژن یا اوره کل برآورد شده برای دوره رشد. به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده برحسب اوره 400 کیلوگرم در هکتار باشد، در این صورت 25 درصد آن معادل 100 کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله مصرف گردد.

مصرف 25 درصد نیتروژن یا اوره کل برآورد شده برای دوره رشد در زمان پنجه‌زنی جو یا مرحله رشد رویشی گیاه (به طور مثال برای ذرت در مرحله شش تا هشت برگگی). به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده برحسب اوره 400 کیلوگرم در هکتار باشد، در این صورت 25 درصد آن معادل 100 کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله مصرف گردد. مصرف مابقی نیتروژن (30 درصد) در مرحله قبل از گلدهی گیاه به طور مثال برای

جو در مرحله متورم شدن ساقه و یا همزمان با ظهور خوشه (تقسیمت سوم). نکته: بهترین روش مصرف کودهای نیتروژنی از جمله اوره با توجه به حلالیت زیاد آن‌ها به همراه آب آبیاری می‌باشد، به این ترتیب که کود مورد نیاز برای مصرف در بشکه آب حل گردد و در زمان دوم آبیاری با آب مخلوط و استفاده شود. به طور مثال اگر زمان لازم برای آبیاری قطعه زمینی 4 ساعت باشد، 2 ساعت آبیاری بدون کود انجام شود و در زمان باقی‌مانده (2 ساعت) شیر بشکه در مسیر آب باز شود تا مخلوط آب و کود به طور یکنواخت در سطح ریشه توزیع گردد.

#### ب- کم خاکورزی

در شرایطی که از سامانه کم خاکورزی برای کشت استفاده گردد، مصرف کود نیتروژن (اوره) به صورت پایه (همزمان با کشت) یا قبل از آبیاری نوبت اول (خاک آب) اضافه بر آنچه که جهت پوسیدن بقایا (اشاره شده در بالا) به آن اشاره گردید، توصیه نمی‌شود. از آنجا که به طور معمول میزان مواد آلی در بیشتر خاک‌های زراعی کمتر از یک درصد بوده و از طرفی حد فاصل زمانی بین آبیاری نوبت دوم و سوم مصادف با مرحله پنجه‌زنی جو می‌باشد، لذا 35 درصد کل نیتروژن برآورد شده برای تمام دوره رشد با آبیاری نوبت دوم به عنوان اولین سرک نیتروژن مصرف گردد.

در آبیاری پس از دوران سرما و یخبندان (در اسفندماه و یا اوایل فروردین‌ماه) در شرایطی که جو در اواخر مرحله پنجه‌زنی و یا تکمیل آن است، 30 درصد نیتروژن (اوره) برآورد شده برای کل دوره رشد به عنوان سرک دوم بایستی در این مرحله مصرف گردد. به عنوان مثال اگر مقدار نیتروژن (خالص) مورد نیاز برای کل فصل رشد با توجه به شرایط منطقه و عملکرد مورد انتظار 200 کیلوگرم در هکتار باشد، در این حالت 30 درصد این مقدار یعنی 60 کیلوگرم در هکتار نیتروژن باید در این مرحله مصرف گردد که این مقدار در قالب کود اوره و با توجه به درصد خلوص نیتروژن در کود اوره (46 درصد) مقدار 130 کیلوگرم در هکتار خواهد بود. برای سایر زراعت‌ها در مرحله رشد رویشی گیاه نوبت سرک دوم بر اساس درصد فوق مصرف می‌شود. مصرف مابقی نیتروژن (35 درصد) در مرحله متورم شدن ساقه جو و یا همزمان با ظهور خوشه و یا قبل از مرحله گلدهی گیاه می‌باشد.

مناسب‌ترین نوع کود نیتروژنی برای مناطق دیم نیترات آمونیم است. در شرایط کشت با سیستم بی‌خاک‌ورزی، مصرف مقدار 80 کیلوگرم نیترات آمونیم یا در صورت عدم دسترسی به نیترات آمونیم مقدار 65 کیلوگرم اوره به‌صورت جایگذاری در زیر و کنار بذر همزمان با کشت توصیه می‌شود. در بهار و هنگام انتظار بارندگی نیز مقدار 80 کیلوگرم نیترات آمونیم و یا 65 کیلوگرم اوره به‌صورت سرک در سطح مزرعه توزیع گردد. نیتروژن مورد نیاز برای پوسیدن کاه و کلش: در این حالت مقدار 30 کیلوگرم در هکتار اوره یا 40 کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیم به ازای هر تن کلش مورد نیاز می‌باشد که 50 درصد آن پس از انجام کشت بایستی به‌صورت دستی یا دستگاه سانتریفوژ پشت تراکتوری، در سطح مزرعه توزیع و مابقی به سرجمع کود مورد استفاده در مرحله سرک (هنگام بهار) اضافه و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع می‌گردد.

## 5-2- کاربرد فسفر

الف- کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی): در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از 15 میلی-گرم بر کیلوگرم باشد. در خاک‌های با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی‌گرم فسفر قابل جذب کمتر از حد فوق (15 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار 15 کیلوگرم در هکتار و در خاک‌های با بافت سبک مقدار 10 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم توسط دستگاه کارنده در زیر و کنار بذر جایگذاری می‌شود. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، 10 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در این صورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز 150 کیلوگرم در هکتار خواهد بود.

ب- کم‌خاک‌ورزی: در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از 15 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد. در خاک‌های با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی‌گرم کمتر از حد فوق (15 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار 30 کیلوگرم در هکتار و در خاک‌های نسبتاً سبک بافت مقدار 20 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم مورد نیاز است. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، 10 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در این صورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز 150 کیلوگرم در هکتار

خواهد بود که بایستی به روش دستی و یا دستگاه کودپاش سانتریفوژی قبل از هرگونه عملیات خاکورزی در سطح مزرعه توزیع و سپس توسط ادوات خاص خاکورزی با خاک مخلوط گردد. نکته: در صورتی که پس از آماده‌سازی زمین با ادوات کم خاکورزی امکان کشت مکانیزه وجود دارد در این حالت نیز از روش جایگذاری کود استفاده شود. بدیهی است میزان کود فسفاتی مورد نیاز به جای مقادیر فوق همان مقادیر اشاره شده در روش بی خاکورزی (بند الف) مصرف گردد. با توجه به حد بحرانی فسفر خاک در مناطق دیم (حدود 9 میلی‌گرم بر کیلوگرم)، به ازای هر یک میلی‌گرم فسفر قابل جذب کمتر از مقدار فوق، میزان 20 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و یا فسفات آمونیم به روش جایگذاری مصرف گردد. در صورتی که آزمایش خاک انجام نشده باشد، مقدار 50 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و یا فسفات آمونیم به صورت جایگذاری مصرف گردد.

### 5-3- کاربرد پتاسیم

الف- کشت مستقیم (بی خاکورزی): در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از 280 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، به ازای هر واحد کمتر از مقدار فوق در خاک‌های با بافت متوسط، میزان 1/5 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلور پتاسیم) مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار 120 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلور پتاسیم) توسط دستگاه کارنده، زیر و کنار بذر جایگذاری گردد.

ب- کم خاکورزی: در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از 280 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، به ازای هر واحد کمتر از مقدار فوق در خاک‌های با بافت متوسط، میزان سه کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلور پتاسیم) مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار 240 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلور پتاسیم) به روش دستی و یا توسط دستگاه کودپاش سانتریفوژی قبل از هرگونه عملیات خاکورزی در سطح مزرعه توزیع گردد.

در صورتی که پس از آماده‌سازی زمین با ادوات کم‌خاک‌ورزی امکان کشت مکانیزه وجود دارد در این حالت نیز از روش جایگذاری کود استفاده شود. بدیهی است میزان کودپتاسه مورد نیاز به جای مقادیر فوق همان مقادیر اشاره شده در روش بی‌خاک‌ورزی (بند الف) مصرف گردد.

#### 4-5- کاربرد عناصر کم‌مصرف

عناصر کم‌مصرف بر اساس آزمون خاک مطابق با جداول توصیه کودی در شرایط خاک‌ورزی مرسوم می‌بایست مصرف شوند. با توجه به توسعه محدود سیستم ریشه‌ای گیاه در بعضی از خاک‌ها و مشکلات جذب عناصر کم‌مصرف از خاک توسط گیاه، عناصر کم‌مصرف به همراه اوره در دو نوبت یکی در اواسط دوران پنجه‌زنی و دیگری حدفاصل بین مرحله ساقه‌دهی و ظهور خوشه با غلظت 5 در هزار عناصر کم‌مصرف و 5 در هزار اوره در هکتار (مجموعاً 10 در هزار یا یک درصد) توصیه می‌شود. مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف به صورت بذر مال نیز در این شرایط قابل توصیه می‌باشد.

#### 5-5- کاربرد کودهای زیستی

بذر مال و یا تلقیح بذر با ترکیبات حامل نیتروژنوباکتر (تثبیت‌کننده‌های آزادی نیتروژن) و یا محرک‌های رشد آغشته کردن بذر هنگام کشت با ترکیبات فوق به میزان یک تا دو لیتر (برای ترکیبات مایع) نظیر نیتروکسین و یک تا دو کیلوگرم (برای ترکیبات جامد) در هکتار می‌تواند اثرات مثبتی بر رشد گیاه بر جای گذارد.

#### منابع

- 1- اسدی، ف. و ز. خادمی. 1391. تنش‌ها و راهکارهای مدیریتی در گندم. نشریه فنی شماره 522. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- 2- خادمی، ز. و ف. اسدی. 1390. مدیریت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مراحل مختلف رشد گندم. نشریه شماره 503. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- 3- خادمی، ز.، پ. مهاجرمیلانی، م. ر. بلالی، م. س. درودی و م. ج. ملکوتی. 1382. بهینه‌سازی توصیه کود برای تعدادی از محصولات استراتژیک با استفاده از مدل کامپیوتری - جو،

- گندم، ذرت، چغندر قند، سیب زمینی، سویا، کلزا، پنبه، آفتابگردان، هلو، سیب و مرکبات - (دو جلد). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 386 صفحه. شماره 84/1036. تهران، ایران.
- 4- سماوات، س، م.م. طهرانی، ک. بازرگان و م. بصیرت. 1392. دستورالعمل نحوه بررسی مواد آلی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- 5- شهابی، ع.ا. 1389. دستورالعمل کاربردی مدیریت تغذیه گندم در سیستم‌های کشت مستقیم (بی خاکورزی) و خاکورزی حداقل. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- 6- شهابی، ع.ا. 1390. دستورالعمل کاربردی چگونگی استفاده از کودهای پرمصرف و کم‌مصرف در زراعت گندم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- 7- فیضی، م. و پ. مهاجر میلانی. 1383. بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژنه، فسفاتی و پتاسیمی در شرایط شور برای گندم. در: روشهای نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات). ویراستار: محمدجعفر ملکوتی، زهرا خادمی و زهرا خوگر. صفحه 485-465. دفتر طرح خود کفایی گندم، وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.
- 8- ملکوتی، م. ج. و م. م. طهرانی. 1384. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. چاپ سوم، دانشگاه تربیت مدرس.
- 9- ملکوتی، م. ج. 1379. تغذیه متعادل گندم. نشر آموزش کشاورزی.
- 10- ملکوتی، م. ج.، ف. مشیری و م. ن. غیبی. 1384. حد مطلوب عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش اول: محصولات زراعی). نشریه فنی شماره 405. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا، تهران، ایران.
- 11- مهاجر میلانی، پ. 1385. مدیریت مصرف بهینه کود در شرایط شور. نشریه فنی شماره 85/1286 مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.
- 12- Osmond, D. L., and J. Kang. 2008. Soil facts, nutrient removal by crops in North Carolina. North Carolina cooperative extension service. North Carolina state university.

جدول پیوست 1- تقویم کوددهی جو منطبق بر مراحل فنولوژیکی

مراحل رشد فنولوژیکی							نوع کود
شیری یا خمیری شدن دانه‌ها	دانه بندی	قبل از ظهور خوشه	ساقه‌دهی	تکمیل پنجه‌زنی	شروع پنجه‌زنی	دومین آبیاری	
			30 درصد توصیه شده	40 درصد توصیه شده		30 درصد توصیه شده	کود نیتروژنی
						100 درصد توصیه ترجیحاً به صورت نواری	کود فسفوری
						100 درصد توصیه ترجیحاً به صورت نواری	کود پتاسیمی
			محلول پاشی	محلول پاشی		بذر مال-مصرف خاکی	کودهای حاوی عناصر ریزمغذی
		محلول پاشی - کودآبیاری		کودآبیاری			کودهای قابل حل با پتاسیم بالا
			محلول پاشی			کودآبیاری	کودهای قابل حل با فسفر بالا
						توسط دیسک با خاک مخلوط شود	کودهای آلی
						بذر مال	کودهای زیستی
			محلول پاشی			کودآبیاری	اسیدهای هیومیک
				محلول پاشی	محلول پاشی		محرک‌های رشد گیاهی



جدول پیوست 2- ضرایب تبدیل برای عناصر غذائی در کودهای مختلف

از این فرم	ضرب در این عدد	برای رسیدن به این فرم / یا از این فرم	ضرب در این عدد	برای رسیدن به این فرم
NO <sub>3</sub>	0/226	N	4/427	NO <sub>3</sub>
NH <sub>3</sub>	0/820	N	1/216	NH <sub>3</sub>
NH <sub>4</sub>	0/776	N	1/288	NH <sub>4</sub>
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -urea	0/463	N	2/160	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -urea
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0/212	N	4/716	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0/350	N	2/857	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0/436	P	2/291	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0/458	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2/182	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
K <sub>2</sub> O	0/830	K	1/205	K <sub>2</sub> O
KCl	0/632	K <sub>2</sub> O	1/580	KCl
KCl	0/525	K	1/905	KCl
ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	0/360	Zn	2/778	ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O
ZnSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0/230	Zn	4/348	ZnSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O
SO <sub>2</sub>	0/501	S	1/997	SO <sub>2</sub>
SO <sub>4</sub>	0/334	S	2/996	SO <sub>4</sub>
MgSO <sub>4</sub>	0/267	S	3/750	MgSO <sub>4</sub>
MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	0/230	S	4/310	MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0/130	S	7/680	MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0/250	S	3/995	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
SiO <sub>2</sub>	0/468	Si	2/139	SiO <sub>2</sub>
CaSiO <sub>3</sub>	0/242	Si	4/135	CaSiO <sub>3</sub>
MgSiO <sub>3</sub>	0/280	Si	3/574	MgSiO <sub>3</sub>
MgO	0/603	Mg	1/658	MgO
MgO	2/986	MgSO <sub>4</sub>	0/335	MgO
MgO	3/432	MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	0/290	MgO
MgO	6/250	MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0/160	MgO
MgO	2/091	MgCO <sub>3</sub>	0/478	MgO
CaO	0/715	Ca	1/399	CaO
CaCO <sub>3</sub>	0/560	CaO	1/780	CaCO <sub>3</sub>
CaCl <sub>2</sub>	0/358	Ca	2/794	CaCl <sub>2</sub>
CaSO <sub>4</sub>	0/294	Ca	3/397	CaSO <sub>4</sub>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0/388	Ca	2/580	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
FeSO <sub>4</sub>	0/368	Fe	2/720	FeSO <sub>4</sub>
MnSO <sub>4</sub>	0/364	Mn	2/748	MnSO <sub>4</sub>