راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه جو

نویسندگان:

فرهاد مشیری: استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب
علی اصغر شهابی: استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
پیمان کشاورز: استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
محمد مهدی طهرانی: استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب
زهرا خوگر: استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
ولی محمد فیضی اصل: استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات دیم کشور
محمد نبی غیبی: استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب
هادی اسدی رحمانی: دانشیار پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب
سعید سعادت: استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

1-کلیات 1
2-روش های تشخیص کمبود عناصر غذایی 4
2-1- آزمون خاک 5
2-2- تجزیه گیاه 6
2-3-علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی 8
2-3-1-علایم کمبود عناصر غذایی پرمصرف 8
2-3-2- علایم کمبود عناصر غذایی کم مصرف 11
2-4- الگوی جذب عناصر غذایی 15
3-1 مصرف بهینه کودهای شیمیایی 18
3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن 18
3-1-2 توصیه مصرف فسفر 25
3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم 32
3-1-4 توصیه کاربرد عناصر کم مصرف 37
3-2- کاربرد ماده آلی در تولید جو 39
3-2-1- مصرف کودهای آلی در زراعت جو 42
3-2-2- تناوب زراعی و کود سبز 43
3-2-3- کاربرد اسید های هیومیک و محرک های رشد گیاه 46
3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت جو 46
3-3-2- کودهای زیستی حاوی باکتری های اکسید کننده گوگرد 49
4-1- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط خاک های شور 50
4-1-1- برخی تعاریف 50
4-1-2- اصلاح خاک‌های شور 51
4-1-3- توصیه کودی جو در شرایط شور 53
4-2- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش خشکی 55
4-3- مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش سرما ٥٩
5- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه جو در کشاورزی حفاظتی ٦٣
منابع ٧٢

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول 1- غلظت مناسب عناصر غذایی برگ در مراحل سبز شدن تا پنجه زدن و ساقه روی تا ظهور پرچم* ۷
جدول 2- غلظت مناسب عناصر غذایی در برگ پرچم در جو با عملکرد 6 تن به بالا * ۷
جدول 3- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای کمتر از 0/5 درصد کربن آلی ۲۰
جدول 4- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 0/75- 0/5 درصد کربن آلی ۲۰
جدول 5- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 1- 0/75 درصد کربن آلی ۲۰
جدول 6- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید جو آبی ۲۱
جدول 7- توصیه عمومی مصرف نیتروژن برای جو دیم بر حسب بارندگی در سال زراعی.....۲۲
جدول 8- گروه بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت جو ۲۸
جدول 9- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای کمتر از 5 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده ۲۹
جدول 10- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 10-5 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده ۲۹
جدول 11- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 12-10 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده ۲۹
جدول 12- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 15-12 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده ۳۰
جدول 13- متوسط نیاز فسفری جو دیم بر اساس آزمون خاک ۳۰
جدول 14- گروه بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت جو ۳۳
جدول 15-توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای کمتر از 100-0 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده ۳۵
جدول 16-توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 150-100 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار).....۳۵

فهرست جداول و شکلها

عنوان **صفحه**

جدول 17-توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 200-150 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار) ۳۵
جدول 18– گروه بندی غلظت عناصر غذایی کم مصرف بر اساس آزمون خاک برای کشت جو ۳۸
جدول 19- طبقه‌بندی کیفی خاکها از نظر شوری و سدیمی بودن در کشاورزی.....۵۱
جدول 20- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت جو ۵۲
جدول 21- اثرات تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو جو.....۵۶
جدول 22- مرحله رشد جو و میزان خسارت سرمازدگی.....۶۱

شکل 1- کمبود نیتروژن ۸
شکل 2- کمبود فسفر.....۹
شکل 3- کمبود پتاسیم ۱۰
شکل 4- کمبود گوگرد ۱۰
شکل 5- کمبود منیزیم ۱۱
شکل 6- کمبود روی ۱۲
شکل 7- کمبود آهن ۱۳
شکل 8- کمبود منگنز ۱۳
شکل 9- کمبود مس ۱۴
شکل 10- کمبود بر ۱۵
شکل 11- الگوی رشد جو بر اساس مقیاس فیکس و زادکس.....۱۶
شکل 12- روند جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم طی مراحل مختلف رشد و نمو جو.....۱۶
شکل 13- خوشه سرمازده در جو- یخبندان موجب رنگ زرد و ظاهر نمناک پوسته دانه ها در خوشه شده است.....۶۱
شکل 14- خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه جو- ممکن است همه گلچه ها همزمان دچار سرمازدگی نشوند.....۶۲

1- کلیات

جو یکی از محصولات زراعی استراتژیک کشور می‌باشد و تاکنون برنامه های متعددی برای نیل به خودکفایی تولید این محصول به اجرا در آمده است. سیاست وزارت جهادکشاورزی در سال 1393 برای مدت 5 سال و با افق 12 ساله تا انتهای برنامه چشم انداز 20 ساله توسعه ایران در سال 1404 بر خوداتکایی محصول جو، افزایش تولید در واحد سطح و در عین حال کاهش تقاضای مصرف آب می باشد. به علاوه کیفیت محصول تولیدی در جهت حفظ و ارتقای سطح سلامت جامعه مد نظر قرار گیرد. در نگاه کلی بحث امنیت غذایی با وجود محدودیت در منابع آب در طرح خود اتکایی محصولات کشاورزی ملاک عمل قرار گرفته است. بنا به تعریف امنیت غذا عبارتست از دسترسی کافی به غذای سالم در تمام طول عمر برای داشتن یک زندگی سالم و فعال. این به معنی آنست که از منابع موجود نه تنها بایستی بیش از گذشته غذا تولید نمود بلکه بایستی غذای تولیدی سالم هم باشد که نیازمند مدیریت جامعتریست تا کارایی‌ها را افزایش دهد و این خود مدیریتهای رایج را زیر سوال می‌برد.

در راستای افزایش تولید در واحد سطح و همچنین ارتقای کیفیت جو، در کنار استفاده از ارقام پرمحصول، اعمال سایر عملیات به‌زراعی به ویژه مدیریت بهینه مصرف کود و آب از ضروریات می باشد تا بتوان به اهداف طرح خود اتکایی محصول جو دست یافت. بدیهی است تولیدکنندگان موفق جو بایستی مدیریت کودهای مزرعه خود را طوری تنظیم نمایند تا گیاه دچار کمبود و یا سمیت عناصر غذایی نشده و علاوه بر آن، درصد پروتئین و غلظت عناصر ریزمغذی در دانه افزایش یابد.

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 زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی مدنظر قرار می‌گیرد. عملیات مناسب کشاورزی، شامل سلسله کدها، استانداردها و قوانینی است که

ایمنی و کیفیت محصول را در جیره غذایی جامعه از طریق استفاده بهینه از منابع طبیعی تظمین می‌نماید. به علاوه این عملیات شامل مجموعه قوانینی برای حفظ سلامت کارگران و شاغلین بخش کشاورزی، بهبود شرایط کار و ایجاد فرصتهای بازاریابی جدید برای محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه نیز می‌باشد.

گیاه عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به کمک نور خورشید و آب در تولید محصول به کار می گیرد. بدون مدیریت مناسب تغذیه و حاصلخیزی خاک، تولید مداوم یک محصول سبب کاهش مقدار عناصر غذایی در خاک می گردد. باید در نظر داشت که تولید هر تن دانه جو در هر هکتار باعث برداشت 45/0 کیلوگرم نیتروژن (N)، 19/3 کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و 12/9 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) و هر تن کلش جو در هکتار باعث برداشت 16/8 کیلوگرم نیتروژن (N)، 5/6 کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و 33/6 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) می گردد. در طول زمان، کاهش تجمعی این عناصر سبب کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش تولید و عملکرد جو و کیفیت آن می شود. مصرف عناصر غذایی از طریق کودهای شیمیایی و آلی این نقیصه را جبران می نماید. از طرف دیگر مصرف بیش از حد برخی از عناصر موجب بروز مشکلات زیست محیطی و اقتصادی شده و باعث ایجاد خسارت به گیاه، دام و در نهایت انسان می گردد. از این رو برقراری تعادل در میزان مطلق و نسبی مصرف عناصر غذایی برای پایداری در تولید و حفظ حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست و در نهایت حرکت در راستای کشاورزی پایدار الزامی است. تغذیه متعادل جو علاوه بر افزایش مقاومت گیاه نسبت به آفات و بیماریها، شرایط خشکی و شوری خاک و همچنین سرمای نابهنگام، به دلیل افزایش غلظت عناصر مفید در دانه جو سبب کاهش بعضی از بیماری ها و نارساییهای بهداشتی و ارتقای سطح سلامت جامعه خواهد شد.

در برنامه بهینه سازی مصرف کودها، اقدامات متعددی از قبیل ایجاد تعادل بین مقادیر مصرف انواع عناصر اصلی از طریق تغییر در نوع، نحوه و زمان مصرف کودهای نیتروژنه، فسفری و پتاسیمی صورت می گیرد. ضمناً با توجه به شرایط حاکم بر خاکهای

کشور (کمبود مواد آلی، خشک و آهکی بودن خاکها) مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف (آهن، روی، منگنز، مس و بور) و یا حتی عناصر مفید نظیر سیلیسیوم نقش موثری 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 برنامه های تغذیه متعادل مصرف محرک های 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 می رود. 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 می گردد. مدیریت های مناسب در حفظ و افزایش کربن آلی خاک شامل مدیریت کشاورزی حفاظتی، استفاده از کودهای دامی و انواع کمپوست ها (گیاهی، حیوانی و زباله شهری) و کاربرد اسیدهای هیومیک می باشد.

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 کشت های آبی، سابقه شرایط اقلیمی نظیر شرایط دمایی و بارندگی به ویژه در کشت های دیم، آگاهی از انواع کودهای محتوی عناصر غذایی و محرک های رشد برای مصرف خاکی، محلولپاشی و کاربرد در آب آبیاری و همچنین ارزیابی های اقتصادی ضروری است.

راهنمای حاضر برای نیل به اهداف کمی طرح خوداتکایی جو در کنار حفظ پایداری تولید و ارتقای سطح سلامت جامعه تنظیم شده است. مطالب این راهنما به گونه ای تنظیم شده است که طیف وسیعی از مخاطبان از جمله مدیران، کارشناسان و کشاورزان را در

بر می گیرد. این راهنما برای سه گروه عملکردی کم (کمتر از 3 تن دانه در هکتار)، متوسط (4 تا 7 تن دانه در هکتار) و بالا (بیش از 7 تن در هکتار) طراحی شده است. امید است که مطالب حاضر راهگشایی مناسب برای حل مسائل مربوط به تغذیه بهینه و متعادل جو باشد.

2-روش های تشخیص کمبود عناصر غذایی

شناخت کمبود عناصر غذایی برای کشت جو از راه های مختلفی امکان پذیر است. دو روش تجزیه خاک و تجزیه برگ (گیاه) برای بدست آوردن مقادیر صحیح و مناسب می بایست مدنظر قرار گیرند. شناخت علایم کمبود عناصر غذایی جو نیز یکی دیگر از این روش ها می باشد. جو نیز همانند سایر محصولات زراعی علایم خاصی از کمبود و یا بعضاً اثرات سمی عناصر غذایی را از خود بروز می دهد، که با شناخت این علایم می توان به رفع هر یک از کمبودها و در نتیجه فراهم نمودن شرایط رشد مطلوب جو همت گمارد.

گروهی از عناصر شیمیایی تحت عنوان عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر کم مصرف یا ریزمغذی‌ها مانند آهن، روی، مس، منگنز، بر و مولیبدن مورد نیاز گیاه می باشند. 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 گردند که به این پدیده گرسنگی پنهان گفته می‌شود. کمبود و یا مسمومیت بعضی از عناصر هم ممکن است علایمی مشابه علایم تنش های دیگر در اندام های هوایی گیاه ایجاد نمایند به عنوان مثال در کمبود مس در مرحله زایشی ممکن است وضع ظاهری خوشه ها مشابه خوشه هایی باشند که در مرحله گلدهی (رشد پرچم‌ها) تحت شرایط انجماد یا خشکی بوده‌اند.

به طوری کلی آزمایش‌های بعدی و یا تجزیه خاک و برگ برای تشخیص این تنش ها از یکدیگر ضروری است. اگر تشخیص کمبود یا مسمومیت عنصر غذایی از طریق علایم ظاهری صحیح صورت پذیرد، تجزیه برگ نیز آن را نشان خواهد داد. به منظور آشنایی بیشتر، به مواردی از شاخص‌ترین علایم کمبود عناصر غذایی به طور خلاصه اشاره می شود که می‌تواند به عنوان یکی از روش های کلی تعیین عناصر مورد نظر در رفع کمبودها به کار رود.

1-2- 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. به عبارت دیگر، آزمون خاک به منظور تعیین مقدار عناصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک انجام می‌گیرد. از این طریق و بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان توصیه کودی مناسب را انجام داد. آزمون خاک روشی سریع، کم خرج و دقیق بوده که با انجام آن می‌توان توصیه کودی صحیح را اریه کرد. برنامه آزمون خاک شامل:

- نمونه‌برداری صحیح از خاک که بیشتر توسط زارعین انجام می شود،
- 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.

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. معمولا 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 نمونه‌برداری در حدود 30 سانتیمتری خاک سطحی است که غالباً عمق منطقه گسترش ریشه جو در خاک می‌باشد.

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

- نمونه خاکی که به آزمایشگاه ارسال می شود 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 نمونه‌برداری باید کاملاً 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 راه‌آبها، توده‌های قدیمی و پوسیده کاه، کناره دیوار و یا پرچینها خودداری شود.
- در موقعی که زمین خیلی مرطوب است باید از نمونه برداری اجتناب کرد. بهترین موقع نمونه‌برداری وقتی است که زمین گاورو باشد.
- به طور کلی بهترین موقع نمونه‌برداری از خاک در مورد گیاهان زراعی، قبل از کشت می باشد.
- نمونه مرکب خاک می‌بایست قبل از انتقال به آزمایشگاه در داخل یک کیسه پلاستیکی، کاغذی، قوطی، جعبه مقوایی و یا بطری سرگشاد ریخته شده و مشخصات آن روی دو اتیکت نوشته شود. یک اتیکت در داخل ظرف قرار گرفته و دیگری روی ظرف چسبانده می‌شود. بر روی اتیکت زمان نمونه برداری، محل نمونه برداری، نام نمونه بردار، عمق نمونه برداری و کشت قبلی نوشته می‌شود.

2-2- تجزیه گیاه

تجزیه گیاه یکی از راه های شناخت کمبود و توصیه مصرف عناصر غذایی محسوب می شود. 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 روش‌های رفع کمبود از جمله مصرف عنصر غذایی همیشه نمی‌تواند موثر واقع شود. بنابراین این نتایج بیشتر برای تصمیم گیری در کشت بعدی و یا برای سال بعد می‌تواند اثرگذار باشد. تجزیه گیاه نمی‌تواند جانشین آزمون خاک شود ولی هنگامی که در کنار آزمون خاک انجام گیرد می‌تواند در جهت تکمیل توصیه کودی مؤثر واقع شود. تجزیه گیاه پس از توصیه و مصرف کود می‌تواند نشان دهد که تا چه حد مصرف کود موثر 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 روی تا ظهور پرچم*

عناصرپرنیاز (درصد)	ازت (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
عناصرکم 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 *

عناصرپرنیاز (درصد)	ازت (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	گوگرد (S)
	3/4-5	0/4-0/5	2/14-4	0/4-1	0/4-1	0/2-0/65
عناصرکم 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.

3-2-علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی

1-3-2-علایم کمبود عناصر غذایی پرمصرف

کمبود نیتروژن: کمبود نیتروژن معمول ترین و گسترده ترین کمبود عناصر غذایی در غلات دانه ریز است (شکل 1). گیاهان مبتلا به کمبود نیتروژن رنگ پریده و زرد هستند. علایم اختصاصی کمبود نیتروژن ابتدا در مسن ترین برگ ها ظاهر میشود، در حالی که برگ‌های جوان نسبتاً سبز باقی می مانند. برگ‌های مسن‌تر نسبت به برگ‌های جوانتر کم رنگ تر شده و کلروز (زرد شدن برگ) ایجاد می گردد، که این کلروز تدریجاً در قاعده برگ به رنگ سبز روشن تبدیل خواهد شد. در مزرعه علایم، تقریباً همیشه به صورت قطعاتی به رنگ سبز روشن یا زرد ظاهر می گردند که در ادامه رشد گیاه کاهش یافته و ساقه ها نازک می شوند.

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 می یابند (شکل 2). کلروز از نوک برگ پیر شروع شده و به طرف قاعده برگ گسترش می‌یابد، ولی قاعده برگ

مانند سایر قسمت های گیاه سبز تیره باقی می ماند. برگهای جو مبتلا به کمبود فسفر دچار پیچیدگی شده و بعضی اوقات برگ‌های پیر، به دور برگ های جوانتر پیچ می خورند. گیاهان کوتاه مانده و ارتفاع بوته‌ها کاهش می یابند. کمبود فسفر، سبب تأخیر و نامنظمی در رسیدگی دانه و تولید خوشه‌های کوچک می‌شود.

شکل 2- کمبود فسفر

کمبود پتاسیم: علایم اختصاصی کمبود پتاسیم در جو همیشه در برگ های پیر ظاهر می‌گردد. تحت شرایط کمبود پتاسیم، زرد شدن و نکروزه شدن نوک و حاشیه برگ های پیر مشاهده می شود (شکل 3). در نتیجه گسترش این بافت نکروزه، بافت سبزرنگی به شکل پیکان در قاعده تا مرکز برگ باقی می ماند. در شرایط کمبود شدید پتاسیم این علائم به برگ های جوان نیز منتقل می گردد. گیاهانی که شدیداً مبتلا به کمبود پتاسیم می شوند، ظاهری مشابه گیاهان دچار تنش خشکی را پیدا می کنند.

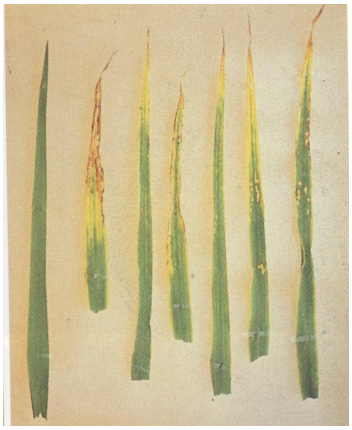
شکل 3- کمبود پتاسیم

کمبود گوگرد: از آنجایی که گوگرد در تشکیل کلروفیل گیاهان نیز دخالت دارد، لذا علایم کمبود آن در جو شبیه کلروز ناشی از کمبود نیتروژن (زردی عمومی برگ) است (شکل 4). با این حال کمبود گوگرد بر خلاف کمبود نیتروژن بیشتر در برگ های جوان دیده می شود. کمبود شدید گوگرد موجب عدم تشکیل خوشه می‌گردد.

شکل 4- کمبود گوگرد

کمبود منیزیم: علایم کمبود منیزیم در برخی موارد شبیه به کمبودهای پتاسیم و آهن است، اما از نظر محل قرار گرفتن علایم اولیه اختلاف فاحشی با کمبود پتاسیم دارد (شکل5). برخلاف کمبود پتاسیم،

در کمبود منیزیم، برگ های جوان در مقایسه با برگ های پیر رنگ روشن‌تری دارند و ایـن حالـت شبیه کمبود آهن است. در ابتدا لکه های رنگ پریده به شکل دانه های تسبیح بین رگبرگ‌هـا و لکـه های نکروزه در نوک برگ ظاهر می شود. در ادامه، برگ‌ها زرد شده و کوچک می شـوند. کمبـود 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 مـی شود گرچه ممکن است در بعضی از بوته‌ها علایم به طور همزمان در برگ‌های پیر و میانی ظاهر گردند (شکل 6). علایم اولیه. تغییر رنگ از سبز طبیعی و سالم به سـبز برنـزی کـدر بوده که عموماً در وسط برگ‌ها ظاهر می‌شوند. در این قسمت برگ، لکه‌هایی بـه صـورت سوختگی و علایم تنش خشکی ظاهر شده که از یک نقطه کوچک نکروزه سریعاً گسـترش می‌یابد، و تدریجاً به حاشیه برگ کشیده می شود. کمبـود شـدید روی در مزرعـه موجـب کوتاه ماندن گیاه و زردی شده و برگ‌ها به خاطر سوختگی در مرکزشان چین خورده مـی شوند. علائم کمبود روی در خاک‌های سبک و در خاک‌های آهکی 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 تاثیر کمبود قرار گرفته و زرد می شوند (شکل 7). در کمبود آهن تفاوت بین رنگ سبز برگ های پیر و زردی برگ‌های جوان مشخص تر از سایر عناصر نسبتاً غیرمتحرک است. حالت زردی ناشی از کمبود آهن به صورت کلروز نواری و مشاهده نوارهای سبز و زرد متناوب در امتداد رگبرگ اصلی ایجاد می‌شود. این نوارها نسبت به کمبود منیزیم و منگنز منظم تر هستند. در حالت کمبود شدید آهن، برگ‌های جوان زرد کم رنگ و سفید می‌شوند. در شرایط کمبود آهن، گیاهان کاملاً ایستاده هستند در حالی که در کمبود منگنز گیاهان حالت افتاده و تاخورده دارند. در مزرعه کمبود آهن غالباً در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.

شکل 7- کمبود آهن

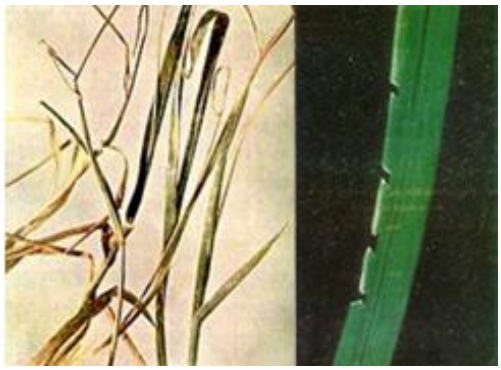
کمبود منگنز: علایم کمبود منگنز در جو ابتدا در برگ‌های جوان آشکار می شوند کـه در مقایسه با برگ های پیر ظاهری زرد و پژمرده پیدا می‌کنند (شکل 8). سپس لکه و نوارهای برنزی کم رنگی در قاعده جوان ترین برگی که کاملاً باز شده است ظاهر می گـردد و در ادامه تمام طول برگ را می گیرد. کمبود شدید در مزرعه علاوه بر علایم مزبـور، خشـکی برگ های جوان را نیز نشان می دهد. کمبود منگنز را ماننـد کمبـود آهـن مـی تـوان در خاک‌های آهکی مشاهده نمود. در مقایسه با سرسبزی جو سالم، جو مبتلا به کمبـود منگنـز 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 پنجه دهی، حتی اگر رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه باشد، پیش می آید (شکل 9). اگر کمبود شدید باشد تاثیر آن روی میزان رشد پنجه ها تعیین کننده است. گیاهان در اثر کمبود مس رنگ روشن‌تری دارند. سوختگی نوک برگ های جوان اولین نشانه مشخص کمبود مس است. این حالت به طور ناگهانی باعث خشک شدن و پیچ خوردگی 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 بر: اولین نشانه کمبود بر، ترک خوردگی 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 ترک خورده در طول برگ ایجاد می شوند (شکل 10). عقیم شدن گل‌ها نیز از علایم مشخص کمبود بر است. در مواردی کل خوشه عقیم می‌شود، پرچم‌ها باز شده و تخمدان رشد نمی کند. ضمناً کمبود بر به کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی و خشک شدن دانه‌ها منجر می‌شود.

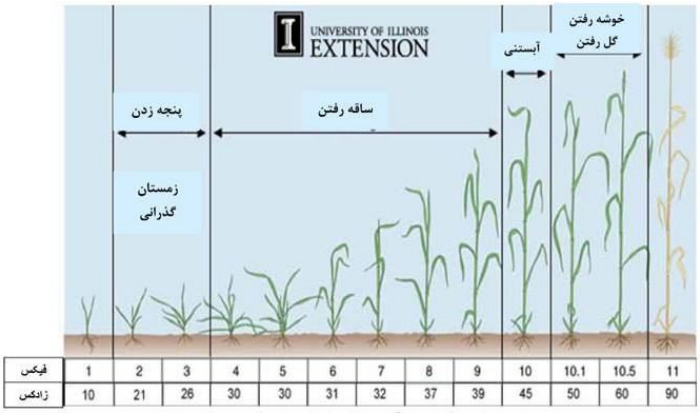


شکل 10- کمبود بر

2-4- الگوی جذب عناصر غذایی

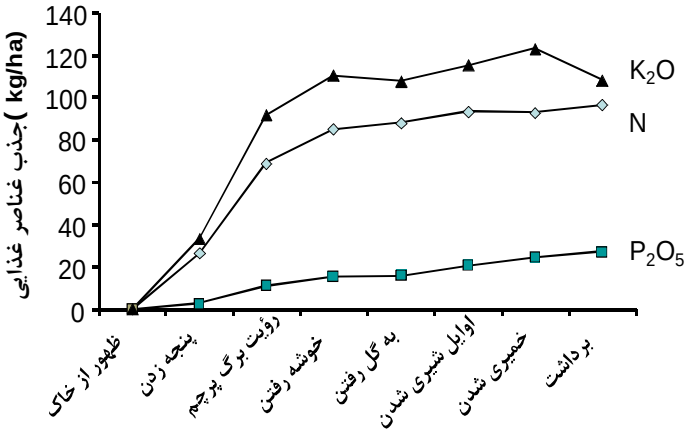
مطالعه دقیق رشد و توسعه گیاه و دانستن عواملی که بر پتانسیل عملکرد دانه تأثیر می‌گذارند، می‌تواند باعث بهبود تصمیم‌های مدیریتی گردد. تشخیص صحیح مراحل رشد جو در هر منطقه برای انجام اقدامات مهم مدیریتی در هر مرحله لازم و ضروری است. از مقیاس‌های عمده که برای تشخیص مراحل توسعه و رشد غلات مورد استفاده قرار می گیرند، می‌توان به مقیاس‌های فیکس[1] و زادکس[2] اشاره نمود (شکل 11). در شکل (12) میزان برداشت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از خاک طی یک دوره رشد توسط گیاه جو نشان داده شده است.

1 - Feeks
2 - Zadoks



فیکس	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10.1	10.5	11
زادکس	10	21	26	30	30	31	32	37	39	45	50	60	90

شکل 11- الگوی رشد جو بر اساس مقیاس فیکس و زادکس



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

بر اساس الگوی جذب عناصر غذایی مطابق با مراحل رشد جو مشخص گردیده است که بالاترین میزان تجمع نیتروژن در برگ در مراحل ظهور سنبله و گرده‌افشانی اتفاق می افتد.

البته از مرحله شروع پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن، جذب و تجمع نیتروژن فوق العاده سریع است و به استثنای 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 فوق العاده 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 نمی شود. 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 می یابد. به استثنای مراحل ظهور سنبله و گرده‌افشانی، روند جذب و تجمع فسفر در برگ در مراحل مختلف رشد افزایشی می باشد. بالاترین سرعت جذب کل فسفر در گیاه بین مرحله پنجه زدن و غلاف بستن و نیز بین گرده-افشانی و رسیدن کامل حاصل می شود.

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

3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه جو

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی میزان عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان می باشد. 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 می شود. 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 می تواند به آلودگی محیط زیست 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 راه حل مناسبی در توصیه کود می باشد. 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.

1-3 مصرف بهینه کودهای شیمیایی

1-1-3- توصیه مصرف نیتروژن

نوع کود های نیتروژنی

معمولترین 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-های 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 می باشد که به ویژه در مناطق سرد در بهار می تواند به عنوان کود سرک برای جو استفاده شود. این کود به دلیل داشتن سولفات می تواند بخشی از نیاز گیاه به گوگرد را نیز برطرف نماید.

از کود نیترات آمونیوم (حاوی 34 درصد نیتروژن) به عنوان یکی دیگـر از منـابع کودی نیتروژنی در شرایط شور (شوری خاک، کمتر از 6 دسی‌زیمنس بر متـر) بـه عنـوان کود سرک به جای اوره می‌توان استفاده کرد.

رابطه تبدیل مقدار کود اوره به دیگر کودهای نیتروژنی به صورت زیر می باشد:

مقدار کود سولفات آمونیوم= 2/2 × مقدار کود اوره

مقدار کود نیترات آمونیوم= 1/5 × مقدار کود اوره

نیتروژن در انواع مختلف کودهای مرکب نیز وجود دارد. کودهایی محلول حـاوی عناصر غذایی پر مصرف از جمله نیتروژن برای مصرف در آب آبیاری طراحی شده کـه در شرایط آبیاری تحت فشار و بارانی قابل توصیه می باشد. در این شرایط آبیاری امکان تقسیط بیشتر نیتروژن در مراحل مختلف رشد فراهم می باشد.

مقدار مصرف کودهای نیتروژنی

نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. جـو در دوره رشد خود احتیاج زیادی به نیتروژن قابل جذب دارد. انجام آزمـون خـاک در تعیـین مقدار نیتروژن مورد نیاز توصیه می شود. بر اساس آزمون خاک و تعیین مقدار کربن آلـی، مقدار کود اوره مورد نیاز در گروه های عملکردی کم (3 تن و کمتر)، متوسط (3 تا 6 تن) و زیاد (7تن و بیشتر) در جدول های (3) تا (5) آمده است. در خاکهای با مقـدار کـربن آلی کمتر میزان نیاز به مصرف نیتروژن افزایش می یابد.

جدول 3- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای کمتر از 0/5 درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

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

جدول 4- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 0/75- 0/5 درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

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

جدول 5- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 1- 0/75 درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

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

در صورت عدم امکان انجام آزمون خاک و تعیین میزان کود نیتروژنی مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک با توجه به شرایط اقلیمی، سابقه کشت قبلی، میزان آب قابل دسترس تراکم کشت و پتانسیل عملکرد مورد انتظار می توان میزان مصرف کودهای نیتروژنی را تعیین نمود. در جدول (6) توصیه عمومی مقدار مصرف کوداوره برای دستیابی به عملکرد مورد انتظار در اقلیمهای مختلف ارائه شده است. بدیهی است در مواردی که از ارقام پر محصول استفاده می شود و با در دسترس بودن آب کافی، برای برداشت حداکثر محصول باید نیاز غذایی رقم بر محصول را با افزایش مقدار کود مصرفی تامین کرد.

جدول 6- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید جو آبی (کیلوگرم در هکتار)

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

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 بارندگی های بهاره که بتواند رطوبت خاک و نیاز رشد گیاه را تا پایان دوره رشد تامین نماید از اهمیت خاصی برخوردار است. اگرچه نیاز اقتصادی مصرف نیتروژن برای ارقام مختلف جو دیم بر حسب 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 بر حسب 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 کود پاشی نیتروژن (سرک دهی) براساس مراحل رشد جو، اهمیت علمی و عملی زیادی دارد. جذب نیتروژن از مرحله نشایی آغاز شده و در مراحله گلدهی به حداکثر می‌رسد. چهار مرحله اساسی در رشد جو شامل 1- پنجه دهی، 2- ساقه دهی، 3- خوشه دهی، و 4- پر شدن دانه می باشد که تأمین نیتروژن مورد نیاز در این مراحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

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

1- مقدار نیتروژن به اندازه نیاز موجب تشکیل یک سیستم ریشه‌ای توسعه یافته می‌شود که گیاه را در مقابل مرگ و میر سرمای زمستان مقاوم می کند. میزان رشد سیستم ریشه‌ای نسبت به بخش هوائی بیشتر است و گیاه را قادر می سازد که آب و مواد غذایی بیشتری جذب نماید.

2- گیاه جو اگر در تاریخ کاشت مناسب کاشته شود بطور معمول قبل از خواب زمستانه، جوانه زده و تولید پنجه می کند. مقدار ماده خشک تولید شده کم بوده و نیاز نیتروژنه آن نیز کم می باشد. اما نیاز به مصرف نیتروژن برای استقرار خوب و تولید پنجه-های قوی ضروری است. در صورتی که تاریخ کاشت به گونه‌ای باشد که احتمال نیاز به آبیاری نوبت دوم قبل از فصل یخبندان و به‌دنبال 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 پنجه زنی جو قبل از شروع فصل سرما و یخبندان صورت می‌گیرد. در شرایطی که امکان آبیاری قبل از شروع فصل سرما محیا نگردد (دیر کاشت یا کاشت کرپه) مصرف کود نیتروژنی به بعد از فصل سرما و در زمان تکمیل پنجه زنی موکول می گردد.

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

دوره رشد و فعالیت مجدد جو زمستانه بعد از دوره سرما شروع می شود. در این دوره پنجه‌های جدید ظاهر و پنجه‌های قدیم رشد می‌یابند و بسته به رشد اولیه جو تا اواسط فروردین ادامه دارد. از نیمه دوم فروردین مرحله جدید و بسیار حساس ظهور ساقه آغاز می-

شود. شروع ساقه با ظهور اولین گره در دو سانتیمتری سطح خاک آشکار است. بیشترین نیاز نیتروژنه جو در این مرحله است.

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

در خاک‌های با بافت ریز و سنگین (رسی و لوم رسی) و متوسط (لوم)، یک سوم نیتروژن در مرحله آب دوم (شروع پنجه زنی قبل از شروع سرمای زمستانی)، یک سوم در مرحله تکمیل پنجه زنی و پس از گذراندن سرمای زمستانی و یک سوم در مرحله ساقه دهی (ظهور اولین گره در ساقه) و یا تشکیل خوشه (متورم شدن ساقه و یا شکم خوش) مصرف می‌شود. در خاکهای با بافت درشت و سبک (شنی) بهتر است نیتروژن در چهار مرحله، همزمان با آب دوم و شروع پنجه زنی، تکمیل پنجه زنی، ساقه دهی و گلدهی مصرف شود. در صورت امکان و به ویژه در خاکهای نسبتاً سبک بهتر آن است که 25 درصد نیتروژن کل در مرحله شکم خوش(متورم شدن ساقه) و 15 درصد بعد از گلدهی و شروع پرشدن دانه ها مصرف گردد.

در زراعت جو دیم، دو سوم مقدار کود نیتروزنی توصیه شده می بایست در پاییز همزان با کشت به صورت جایگذاری زیر بستر بذر در فاصله 7 تا 9 سانتی متری بذر مصرف شود. یک سوم باقیمانده نیز در صورت وجود بارندگی‌های بهاره بصورت سرک در فاصله زمانی نیمه دوم اسفند تا نیمه اول فروردین ماه بصورت سرک توصیه می شود. در مناطقی که دو سوم کود ازته در پاییز مصرف شده، در صورت عدم وجود بارندگی بهاره از مصرف کود سرک خودداری شود. به دلیل اینکه در روش جایگذاری بیش از 40 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در زیر بذر از منبع آمونیومی نیتروژن مانند اوره رشد ریشه

محدود می گردد توصیه می شود برای بیش از 40 کیلو گرم نیتروژن خالص مصرف کود به روش تقسیط انجام داد. به علاوه هرگز نباید کود نیتروژنی آمونیومی را با بذر در نوار کشت با عمق یکسان مصرف کرد چرا که این عمل باعث سوزش بذر و عدم جوانه‌زنی آن خواهد شد. بر این اساس نمی‌توان بیش از 10 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را به همراه بذر مصرف نمود.

به منظور افزایش کیفیت دانه جو به ویژه افزایش پروتئین آن، مدیریت مصرف نیتروژن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. جذب نیتروژن توسط جو در اواخر دوره رشد می‌تواند به افزایش پروتئین دانه جو منجر شود. مصرف خاکی کودهای نیتروژنی در اواخر فصل رشد جو با مشکلاتی همراه است. با این حال بهترین روش برای کاربرد کودهای نیتروژنی در این زمان محلولپاشی می باشد. محلولپاشی نیتروژن در مراحل ظهور خوشه ها و شیری شدن دانه به افزایش پروتئین دانه منجر خواهد شد. بدین منظور در طول 7 روز پس از 50 درصد گلدهی جو، محلولپاشی کود سولفات آمونیوم و یا اوره به میزان 4 تا 8 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد. محلولپاشی کود نیتروژنی در این مرحله را می‌توان به صورت توأم با مصرف سم برای مبارزه با سن جو انجام داد. غلظت محلول نیتروژن برای محلولپاشی از 7 در هزار بیشتر نشود. برای غنی سازی دانه جو از لحاظ پروتئین می توان از کودهای با محتوای نیتروژنی بالا در مرحله شیری شدن دانه همراه با آب آبیاری (کودآبیاری) استفاده نمود. در زراعت جو دیم به منظور افزایش پروتئین دانه و عملکرد جو دیم می‌توان در اوایل ساقه‌دهی به همراه علف‌کش جهت کنترل علف های هرز از محلول‌پاشی اوره به غلظت 3 الی 5 درصد استفاده نمود.

2-1-3 توصیه مصرف فسفر

کمبود فسفر در جو می تواند به علت پایین بودن فسفر بومی خاک و یا کوددهی کم فسفر باشد. pH پائین (در خاکهای اسیدی) و یا pH بالا (در خاکهای قلیائی و آهکی)،

خاک سرد و خاک خشک جذب فسفر را کاهش 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 می شود. این مقدار کم است ولی تاثیر زیادی در دستیابی به عملکرد مطلوب دارد. میزان فسفر ذخیره شده در خاک بیشتر در مراحل بعدی رشد جو مورد استفاده قرار می گیرند و کمبود فسفر در انتهای رشد تاثیر 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 می کند.

حرکت فسفر در خاک کند می‌باشد. قسمت زیادی از کود فسفردار مصرفی در سطح خاک باقی مانده و ممکن است در خاک تثبیت شود. این امر، کارائی کود فسفردار را کاهش می‌دهد. کارائی نسبی کود فسفردار 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 فسفری بصورت نواری بویژه در خاکهای اسیدی و قلیایی

ب: استفاده از ارقام کارآمد

ج: مصرف سایر عناصر غذائی به مقدار کافی

د: کنترل علف های هرز

هـ: 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 می باشند. در سیستم های 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 کشت های 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 کم مصرف مانند روی، آهن و مس را کاهش می دهد.

انواع کودهای فسفری

از انواع مهم کودهای فسفردار مصرفی متداول در کشور، دی آمونیوم فسفات (با 46 درصد P_2O_5) و سوپر فسفات تریپل (با 46 درصد P_2O_5) می‌باشد. کود سوپر فسفات ساده (16-20 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 می باشند. مزیت استفاده از این کودها، کاربرد آسان آنها در مرحله تشکیل پنجه همزمان با حداکثر نیاز گیاه به فسفر می باشد. کاربرد کودهای میکروگرانول فسفری نیز در حال گسترش می باشد و برای زراعت جو قابل توصیه است. همچنین بجای سوپرفسفات تریپل برای تامین فسفر مورد نیاز جو می توان از کود میکروبی فسفاته 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 می شود. حد بحرانی فسفر در خاک 15 میلی گرم در کیلوگرم در نظر گرفته می شود. به عبارت دیگر احتمال پاسخ جو به مصرف کودهای فسفری هنگامی که در خاک مقدار فسفر قابل استفاده کمتر از 15 باشد

افزایش می یابد. در جدول (8) دسته بندی مقدار فسفر قابل استفاده خاک بر اساس آزمون خاک ارائه شده است. در جدول های (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 می باشد. در صورتی که کود با دستگاه کودکار-بذرکار و به صورت نواری مصرف گردد مقدار توصیه به یک دوم تا دو سوم مقادیر ارائه شده در جدول های زیر کاهش می یابد. مقدار مصرف کودهای میکروگرانول فسفری که همراه با کاشت بذر درست در کنار بذر مصرف می شوند مقدار 40 تا 60 کیلوگرم در هکتار توصیه می گردد.

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

جدول 8- گروه بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت جو

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

جدول 9- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای کمتر از 5 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

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

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

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

جدول 11- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 12-10 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

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

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

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

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

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

فسفر اولیه خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)	میزان پنتااکسید فسفر مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	سوپرفسفات تریپل مورد نیاز
9	7	15
8	14	30
7	21	45
6	28	60
5	35	75
4	42	90

زمان و نحوه مصرف کودهای فسفری

مقادیر توصیه شده در جداول (12-9) برای کاربرد خاکی به روش پخش سطحی پیشنهاد شده است. توصیه بر این است که تمام کود فسفری قبل از کاشت جو و یا همزمان

با کاشت بذر مصرف گردد. مصرف فسفر در این دوره تاثیر 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 فسفری با دستگاه بذرکار-کودکار، در زیربذر به فاصله 5 تا 10 سانتی متر قرار گیرد. در کل مصرف کودهای فسفری به صورت نواری نسبت به روش دستپاش و یا پخش سطحی از اولویت بیشتری برخوردار است، ضمن اینکه مقدار کود مصرف شده به 75 تا 50 درصد مقدار محاسبه شده برای پخش سطحی کاهش می‌یابد. این میزان بستگی به مقدار فسفر قابل استفاده خاک دارد. در مقادیر خیلی کم تا کم فسفر (جدول8) در خاک کاربرد نواری نسبت به پخش سطحی ارجحیت دارد و سبب کاهش 50 درصدی مقدار توصیه کود به روش پخش سطحی می گردد. در مقادیر متوسط تا بالای فسفر (جدول8) تفاوت چندانی بین دو روش در کاربرد کود توصیه شده وجود ندارد. چنانچه این روش به دلیل عدم وجود تجهیزات کافی عملی نباشد می توان کود فسفری را در سطح خاک پخش کرده و با دیسک در عمق خاک قرار داد. در صورت کاربرد کود همزمان با بذر می بایست دقت شود که میزان مصرف از 60 کیلوگرم بیشتر نباشد.

در زمان داشت جو می توان از منابع دیگری از کودهای فسفری محلول در آب استفاده نمود. این منابع می توانند همراه با آب آبیاری (کود آبیاری) و یا محلولپاشی استفاده شوند. بهترین مراحل کودآبیاری جو در دو مرحله ابتدای رشد رویشی جو (آب سوم) و یا اواخر پنجه زنی و اواسط ساقه دهی می باشد. در این مراحل در مجموع 5 تا 10 کیلوگرم از کودهای محلول در آب حاوی فسفر زیاد به صورت کود آبیاری و همچنین در همین مراحل رشد استفاده از منابع کودی که حاوی مقادیر زیادی فسفر می باشند به صورت محلولپاشی 5-2/5 کیلوگرم در هکتار توصیه می گردد.

از کودهای میکروگرانول فسفری می توان در ردیف کاشت بذر استفاده کرد. این روش کاربرد به نام پاپ-آپ[1] مشهور است. به این صورت که دستگاه بذر کار همزمان با

1- pop-up

کاشت بذر در ردیف کشت، کود را نیز در همان ردیف درست کنار بذر جایگـذاری مـی کند. این روش با روش کاربرد نواری که کود با فاصله از بذر (در زیر و کنار بـذر) قـرار می گیرد متفاوت است. مقدار مصرف کود در این روش به دلیل احتمـال سـوختکی بـرای گیاهچه کمتر از روش های دیگر مصرف کودهای فسفری در خاک است.

3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم

برای بدست آوردن یک عملکرد مطلوب تأمین عنصر پتاسیم برای جـو ضـروری است. با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی و فسفردار و مصرف انـدک کودهـای پتاسیمی، در بسیاری از موارد مقدار برداشت پتاسیم از خاک بیش از سرعت آزادسازی این عنصر از کانی ها می باشد. کمبود پتاسیم در خاک‌های با بافت سبک و شنی بیشتر متداول است. گیاه جو در مرحله ساقه رفتن بیشتر از سایر مراحل به پتاسـیم احتیـاج دارد. در ایـن مرحله روزانه 3/5 تا 8 کیلوگرم در هر هکتار پتاسیم جذب مـی‌نمایـد. مصـرف کودهـای پتاسیمی این نیاز را جبران می‌کند. به علاوه، کاه جو منبع با ارزشی اسـت کـه حـدود 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 تنش های سرمایی افزایش می‌دهد. این عنصر سبب افزایش بازدهی استفاده از کودهای نیتروژنی نیز می‌شود.

انواع کودهای پتاسیمی

از انواع متداول کودهای پتاسیمی می توان به سولفات پتاسیم و کلرید پتاسـیم بـه ترتیب با 50 و 60 درصد پتاسیم (K_2O) اشاره نمود. در بسیاری از موارد بین سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم تفاوتی از لحاظ اثر بخشی وجـود نـدارد. تنهـا در شـرایط کشـت جـو در خاکهای شور کاربرد کود کلرید پتاسیم توصیه نمی شود. ملاحضـات مربـوط بـه کـاربرد کودهای پتاسیمی در شرایط شور در بخش مربوطه در این راهنما ارائه شده است. کودهـای 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 می باشد قابل توصیه است. به علاوه کودهای پتاسیمی مرکب که حاوی عناصر دیگر از جمله نیتروژن و فسفر می باشند نیز برای کاربرد در آب آبیاری توصیه می گردد.

مقدار مصرف کودهای پتاسیمی

توصیه مصرف کود پتاسیمی می بایست بر اساس آزمون خاک صورت گیرد. حد بحرانی پتاسم قابل استفاده در خاک 200 میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است. به عبارت دیگر در صورتی که مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک کمتر از 200 میلی گرم در کیلوگرم خاک باشد احتمال پاسخ به کاربرد کود افزایش می یابد و در مقادیر بالاتر از 200 میلی گرم در کیلوگرم به احتمال زیاد پاسخی از مصرف کود پتاسیمی در خاک مشاهده نمی شود. 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 می رسد توصیه می گردد. در جدول (14) گروه بندی آزمون خاک برای پتاسم قابل استفاده آورده شده است.

جدول 14- گروه بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت جو

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

علاوه بر آن توجه به سیستم کشت و تناوب زراعی در توصیه کاربرد کود پتاسیمی موثر 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 صورتیکه میزان

پتاسیم قابل جذب خاک در محدوده 150 تا 200 میلی گرم در کیلـوگرم باشـد دو راه‌کـار برای کوددهی وجود دارد

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

ب: در صورتی که زارع از توان اقتصادی خوبی برخوردار است می‌توان از محدوده 150 میلی گرم تا 200 میلی‌گرم پتاسیم قابل استفاده در هر کیلوگرم خاک، کود پتاسیمی را تا 100 کیلو گرم K_2O در هکتار (200 کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) مصرف کرد. در این راه‌کار که به استراتژی ذخیره پتاسیم در خاک معـروف اسـت، پتاسـیم در خـاک ذخیره می شود و مقدار پتاسیم در خاک در حد بالا باقی می ماند.

میزان کاربرد کودهای پتاسیمی بسته به نوع و زمان مصـرف متفـاوت اسـت. در جدول های (15) تا (17) مقدار مصرف کود سولفات پتاسـیم در خـاک بـه روش پخـش سطحی برای دستیابی به عملکردهای مورد انتظار در سطوح مختلـف پتاسـیم قابـل اسـتفاده خاک آورده شده است. در صورت کاربرد کود به صـورت نـواری در کنـار بـذر مقـادیر توصیه شده به نصف کاهش می یابد.

در زراعت دیم به دلیل اینکه اغلب مزارع دارای پتاسیم بالا می باشند مصرف خاکی پتاسـیم توصیه نمی شود.

جدول 15-توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای کمتر از 100-0 میلی گرم 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 برای خاکهای 150-100 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

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

جدول 17-توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 200-150 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

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

مبنای توصیه مصرف خاکی پتاسیم، آزمون خاک می باشد. در مواردی که این امکان فراهم نباشد برای توصیه مقدار کاربرد کودهای پتاسیمی با توجه به سابقه کاشت، عملکرد مورد انتظار، میزان برداشت پتاسیم توسط جو از خاک می بایست به کارشناس تغذیه گیاهی آشنا با شرایط خاکی منطقه مراجعه شود. در جدول های پیوست نیز تقویم مصرف کود بر اساس مراحل رشد جو آورده شده است که برای توصیه مقدار مصرف پتاسیم می توان به آن ها 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 اننهای پنجه زنی و اواسط ساقه دهی استفاده از کودهای قابل حل در آب که حاوی مقادیر مناسبی پتاسیم باشند به مقدار 10 تا 20 کیلوگرم در هکتار توصیه می شود. همچنین محلول پاشی کودهای حاوی این عنصر در همین مراحل رشد به مقدار 3-2 کیلوگرم در هکتار نقش موثری در افزایش عملکرد کمی و کیفی جو دارد. برای دستیابی به عملکرد های زیاد مصرف سرک کودهای حاوی پتاسیم بالا به صورت کودآبیاری و یا محلولپاشی در مراحل گلدهی (قبل از ظهور خوشه) و شیری شدن دانه کمک به سزایی در پر شدن دانه ها و افزایش عملکرد جو دارد.

4-1-3 توصیه کاربرد عناصر کم مصرف

کمبود عناصر غذایی کم مصرف معمولاً در خاک‌های سبک و درشت بافت (شنی)، خاک‌های آهکی و خاک‌های با ماده آلی کم اتفاق می افتد. 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 پایین تر از حد بحرانی نشان دهد بایستی از کودهای محتوی این عناصر استفاده شود. میزان مصرف این کودها کم است با این حال اثرات فراوانی بر عملکرد به ویژه بر کیفیت جو تولیدی برجای می گذارد. کاربرد این عناصر به ویژه روی و آهن سبب افزایش غلظت آنها در دانه شده که به دنبال آن آرد تولیدی از ارزش غذایی بالاتری برخوردار خواهد بود. با مصرف بهینه کود به ویژه سولفات روی، ضمن کاهش اسید فیتیک و افزایش غلظت عناصر غذایی، نسبت مولی اسید فیتیک به روی که معیاری برای قابلیت جذب عناصر غذایی مهم در بدن انسان می باشد نیز کاهش می‌یابد.

انواع کودهای حاوی عناصر کم مصرف

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

مقدار، زمان و نحوه کاربرد کودهای حاوی عناصر کم مصرف

در جدول (18) گروه‌بندی غلظت عناصر غذایی کم مصرفدر 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– گروه بندی غلظت عناصر غذایی کم مصرف بر اساس آزمون خاک برای کشت جو

گروه	عملکرد نسبی با مصرف عنصر غذایی (درصد)*	عنصر غذایی قابل استفاده			
		روی	آهن	منگنز	مس
خیلی کم	کمتر از 50	<0/25	<2/5	<3	**-**
کم	50-75	0/25-0/5	2/5-5	3-6	**<0/25**
متوسط	75-100	0/5-1/0	5-7/5	6-10	**0/25-0/5**
زیاد	**بدون پاسخ**	**>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 کم مصرف در صورت کاربرد در خاک بایستی قبل از کاشت مصرف شده و با شخم زیر خاک شوند و یا با غلظت 3 تا 4 در هزار در مراحل پنجه زنی، اوایل ساقه دهی و حتی در مرحله گلدهی محلول پاشی شوند. مصرف بر در مناطقی که دارای خاک شور می باشند توصیه نمی‌گردد. محلول پاشی این عناصر از منابع کودی سولفاته مانند سولفات آهن و روی با غلظت 5-7 در هزار امکان پذیر است. در خاک‌های آهکی، کارایی سولفات آهن کاهش می یابد که در این صورت از محلولپاشی سولفات آهن و یا مصرف خاکی سکسترین آهن به میزان 15-10 کیلوگرم در هکتار استفاده می شود. در شرایط کمبود شدید این عناصر در خاک مصرف خاکی کودهای حاوی عناصر کم مصرف به ویژه سولفات روی ومنگنز به میزان 25-40 کیلوگرم در هکتار توصیه می شود.

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 دهی کامل، اوایل ساقه رفتن و حتی در مرحله گلدهی محلول پاشی شوند.

برای محلولپاشی یا برگپاشی 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 ظرفشوئی به غلظت 0/2 در هـزار (200 میلی‌لیتر در 1000 لیتر آب) اضافه گردد. این کار باعث کاهش نیروی کشش سـطحی آب شده و در نتیجه قطرات آب حالت پخشیده به خود گرفته و سـطح تمـاس بـرگ بـا ذرات کودی افزایش یافته و در نتیجه میزان جذب برگی افزایش می‌یابد.
- 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 می‌گردد کود مورد نظر را بـا غلظـت مربوطه تهیه و در قطعه کوچکی از مزرعه برگپاشی انجام گیرد. در صورت عدم ظهور علائم برگ سوزی پس از سه روز در گیاه در تمام سطح مزرعه برگپاشی انجام شود.
- در اراضی شور از کود میکروی کامل بدون بر استفاده شود.
- برای غنی سازی بذر کودهای حاوی عناصر کم مصرف در مراحل مختلف پنجه زنی، ساقه دهی و حتی شیری شدن دانه را می توان محلولپاشی نمود.

2-3- کاربرد ماده آلی در تولید جو

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است و میزان کربن آلی در بیش از 60 درصد از اراضی زیر کشت کمتر از 1 درصد و دربخش قابل توجهی از آن کمتر از 0/5 درصد می باشد. چنین وضعیتی در خاک‌های کشور بی تردید توان تولید خاکها را محـدود کرده و دستیابی به اهداف افزایش تولید و پایداری آن را دشوار می‌نماید. بررسی هـا نشـان داده است که به ازای افزایش هر گرم کربن آلی در کیلوگرم خاک (معادل 0/1 درصد یا 3 تن در هکتار) عملکرد دانه جو به طور میانگین 286 کیلوگرم در هکتار افزایش مـی یابـد. افزون بر این با افزایش کربن آلی از محدودیت خاک های شور (قابلیت هدایت الکتریکی

حداکثر تا 10/5 دسی زیمنس بر متر) و سبک (میزان رس کمتر از 15 درصد) بر عملکـرد دانه جو کاسته خواهد شد.

مواد آلی ترکیبات کربنی می باشند که بوسیله گیاهان، ریز جانداران و جانوران در خاک تولید می شوند. وجود مواد آلی علاوه بر اینکه نشان دهنده سلامت و کیفیت خـاک است، شاخص مناسبی برای باروری آن به شمار می آید که حاصل بر همکنش فرایند هـای فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی خاک است. ماده آلی با بهبـود شـرایط خاکدانـه سـازی و وضعیت تخلخل، نفوذ پذیری آب را در خاک بهبود بخشیده و قدرت نگهداری آب را نیـز در خاک افزایش می دهد. از طرف دیگر مواد آلی در اثر معدنی شدن، مقدار قابل توجهی از عناصر غذائی پر مصرف و کم مصرف را در خاک آزاد نموده و بـه تغذیـه متعـادل گیـاه کمک زیادی می‌نماید.

منابع تامین مواد آلی دارای تنوع زیادی است و شـامل انـواع کودهـای حیـوانی، کمپوست حاصل از بقایای محصولات کشاورزی نظیر شاخه و برگ گیاهان، سبوس برنج و کلش جو، ضایعات نیشکر و پسته، ضایعات کارخانه های قند، چای خشک کنی، چـوب و کاغذ و کشت و صنعت‌های تولید قارچ خوراکی، کمپوست حاصـل از تخمیـر زبالـه‌هـا و فاضلاب شهری، پودر استخوان و سایر مواد قابل تجزیه گیاهی و حیوانی است که علاوه بـر اصلاح نسبت کربن به نیتروژن، غلظت عناصر غذایی مورد اسـتفاده گیاهـان زراعـی 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 می نمایـد. در زیر واژه هایی که در ارتباط با مواد آلی خاک قرار دارند تعریف شده‌اند.

کربن آلی : کربن آلی، کربنی است که در مواد آلی موجود بـوده و در نسـبت C/N اثـر مستقیم دارد.

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

کودهای آلی: مواد تهیه شده از فرآوری ترکیبات با منشاء زیستی و یا ترکیبات فرآوری نشده گیاهی و حیوانی و یا پسماندهای آلی واحدهای فرآوری صنعتی که توسط تجزیه میکروبی یکنواخت شده را کود آلی می نامند. کودهای آلی باید از نظر مواد اولیه و محتوای کربن آلی، خصوصیت آلی بودن را دارا باشند (کربن آلی بیش از 10 درصد و ماده آلی بیش از 25 درصد). کودهای آلی می بایست حاوی مقادیر کافی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باشند تا به عنوان کود شناخته شوند (میزان عناصر غذائی N، P_2O_5 و K_2O به صورت مجموع یا منفرد بیشتر از 5 درصد در ماده خشک). این مواد ممکن است عناصر غذایی را فوراً در دسترس گیاه قرار ندهند ولی موجب افزایش حاصلخیزی خاک می شوند.

کود آلی– معدنی: این ترکیبات از اختلاط کودهای شیمیائی با مواد آلی مانند پیت، لیگنین، لجن خشک و غیره ایجاد می شوند. کودهای معدنی به منظور افزایش سطح عناصر غذایی در این کودها به کار می رود.

کمپوست: کمپوست به ترکیبی از ماده آلی که حاصل تجزیه تدریجی باقی مانده های گیاهی یا حیوانی، پسماندهای فضولات حیوانی، ضایعات گیاهی، ضایعات کشتارگاهی و رسوبات لجن واحدهای تصفیه فاضلاب می باشد گفته می شود.

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

محرک های رشد آلی: به ترکیباتی گفته می شود که از طرقی غیر از تأمین عناصر غذائی و یا کاهش آفات و عوامل بیماریزا موجب بهبود رشد گیاه می گردند این مواد می توانند

شامل اسیدهای هیومیک و فولویک، اسیدهای آمینه و مواد محرک استخراج شده از بافتهای مختلف گیاهی و غیره باشد.

هومـوس: ماده سیاه رنگ، بی شکل، کلوئیدی، نسبتا"پایدار به تجزیه میکروبی بـا ترکیـب مولکولی پیچیده ای است که محصول نهایی تجزیه میکروبی ماده آلی در خاک است. ایـن ماده نسبت به تجزیه میکروبی نسبتا" مقاوم بوده و وزن مخصوص ظاهری کمی (gcm^{-3} 2-0/45) دارد.

اسید هیومیک: اسید هیومیک از تجزیه جزیی ترکیبات آلی آرومانیک که از منشاء گیاهان خشکی زی است تشکیل شده و از مواد تیره رنگ بی شکل کـه محصـول نهـایی فعالیـت باکتریها و برخی آنزیمهاست بوجود می آید. این اسید در محیطهای قلیایی محلول بوده و در محیطهای خیلی اسیدی رسوب می نماید.

اسید فولویـک: اسید فولویک مولکولهای طبیعی هستند که از فعالیت میکروبهای مفیـد بـر روی بقایای گیاهی ایجاد می شود. این اسید هم در محیطهای اسیدی و هم در محیطهای بازی محلول می باشد و وزن مولکولی آن کمتر از اسیدهای هیومیک است.

اسیدهای آمینه: اسیدهای آمینه اسیدهای کربوکسیلی هستند که حاوی گـروه هـای عامـل آمینی نیز می‌باشد. حدود 20 نوع اسیدآمینه به عنوان واحدهای سازنده مولکـولی بسـیاری از گیاهان و حیوانات تا کنون شناخته شده است.

1-2-3- 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 خـاکی کـه میـزان کربن آلی آن کمتر از یک درصد می باشد 20-15 تن در هکتار توصـیه مـی‌شـود. کـود گاوی تازه 15-10 تن در هکتار و کود مرغی 10-5 تن در هکتار. از کودهای کمپوسـت

زباله شهری نیز می توان استفاده کرد. مهمترین مساله در انتخاب نـوع و مقـدار کـود آلـی قیمت این نهاده می باشد که در هنگام مصرف مد نظر قرار می گیرد.

اگر کود آلی نپوسیده باشد بهتر است چند ماه جلوتر با خاک مخلوط و بـا اعمـال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کـافی داشـته باشـد مـی‌تـوان همزمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق موثر ریشـه بـا خـا ک کاملا مخلوط شود.

کود های آلی گرانوله معمولا به علت داشتن عناصر غذایی بیشتر و حالت گرانوله بودن به میزان 600-300 کیلو گرم در هکتار مصرف می شوند.

نشان داده شده است که با مصرف کودهـای آلـی مـی تـوان از میـزان مصـرف کودهای شیمیایی کاست. میزان جایگزینی کودهای شیمیایی در اثر مصرف کودهای آلـی 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 فیزیکـی، بیولـوژیکی و مدیریتی سیستمهای زراعی است، انتخاب یک تناوب مناسب با تأکید بر جنبه‌های حفاظـت محیط زیست برای هر منطقه شرط اصلی افزایش بهره‌وری در دراز مدت خواهد بود. تناوب، کشت گیاهان مختلف با ویژگیهای متفاوت در توالی یکدیگر می‌باشد. در میان سیسـتمهای زراعی، تناوب، نقش بسیار مهمی را در کشاورزی پایدار ایفا می‌کند. انتخاب تناوب زراعی صحیح، به دلیل بهبود حاصلخیزی و کیفیت خاک، افـزایش مـواد آلـی خـاک، کـاهش 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 مـی باشد. منظور از کود سبز، شخم زدن گیاه و افزودن آن به خاک پس از رشد کافی و بـدون برداشت محصول است. اثر کود سبز بر خصوصیات فیزیکی خاک همانند کود حیوانی مـی

باشد. در صورتی که از گیاهان تیره بقولات به عنوان کود سبز استفاده شود، تمام نیتروژن تثبیت شده به خاک بر می گردد. از طرف دیگر کود سبز با جذب و ذخیره مواد غذایی در خود از شسته شدن آنها جلوگیری می نماید. نشان داده شده است که کشت شبدر شیرین به عنوان کود سبز به دلیل ریشه های توسعه یافته و عمیق خود سبب انتقال فسفر از اعماق خاک به سطح خاک شده و در افزایش حاصلخیزی خاک سطحی موثر است. گیاه مورد استفاده به عنوان کود سبز می بایستی اثرات منفی بر رشد محصول بعدی نداشته باشد، فصل رشد کوتاهی داشته، تراکم بوته بالا و رشد سبزینه ای زیادی داشته باشد تا علاوه بر این که مقدار زیادی ماده آلی به خاک اضافه می کند، پوشش کامل خاک را نیز تامین نماید. پوشش کامل خاک برای جلوگیری از فرسایش خاک و بازداری از رشد علفهای هرز ضرورت دارد. بنابراین اهداف کود سبز را می توان در افزایش ماده آلی خاک، حفظ مواد غذائی خاک (و در صورت استفاده از گیاهان تیره بقولات افزایش نیتروژن خاک)، جلوگیری از فرسایش خاک، ازدیاد فعالیت های زیستی و مبارزه با علفهای هرز خلاصه نمود.

کود سبز در سیکل تناوبی فقط می‌تواند جایگزین آیش فصلی گردد. چنانچه طول آیش فصلی موجود برای تولید یک محصول کفایت می نماید، استفاده از کود سبز طی آن آیش فصلی مجاز نیست. نوع آیش فصلی (زمستانه یا تابستانه) که در شرایط کشت آبی توسط کود سبز جایگزین می شود به شرایط اقلیمی بستگی دارد. در نواحی اقلیمی که با زمستان سرد مشخص می شوند، گیاهان وجینی (مانند چغندرقند، پنبه، ذرت و سیب زمینی) در بهار کاشته می شوند و آیش زمستانه می تواند توسط کود سبز اشغال گردد. در نواحی اقلیمی با زمستان ملایم، گیاهان وجینی ممکن است در پائیز (مانند چغندر قند و سیب‌زمینی) یا در بهار (مانند ذرت، پنبه و آفتابگردان) کاشته شوند و کود سبز می تواند محصولی تابستانه یا پائیزه (عکس دوران رشد محصول اصلی) باشد.

کودهای سبز در بیشتر مواقع از گیاهان خانواده بقولات هستند. گیاهانی از جمله خلر، لوبیا روغنی، انواع لوبیا، چاودار، شبدر، جو و جو سیاه به عنوان کود سبز در کشت

آبی مورد استفاده قرار می گیرند. یونجه به عنوان کود سبز کاشته نمی‌شود، اما در صورتی که پس از حصول رشد کافی سبزینه ای به خاک برگردانده شود، بعضی از هدفهای کود سبز را تامین می کند. گیاهانی مثل جو سیاه، چاودار و شبدر ایرانی به خوبی در خاکهای فقیر رشد می کنند و در بهبود باروری و ساختمان خاکها موثر می باشند.

کود سبز را حداقل دو هفته قبل از کاشت جو به خاک بر می‌گردانند. هرچه درصد مواد خشبی کود سبز بیشتر و نیتروژن آن کمتر باشد، می بایستی با فاصله زمانی طولانی‌تری از کاشت جو به خاک برگردانده شود. در صورتی که از گیاهانی مثل یونجه یا شبدر بعنوان کود سبز استفاده می شود می‌بایستی ابتدا آنها را با ماشین آلاتی مانند کولتیواتور پنجه غازی از پائین طوقه قطع نمود تا خشک گردند و یا آنها را با علف کش مناسب خشک کرد و 3 تا 4 هفته بعد در وضعیت گاورو 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 غذائی 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 امکان پذیر است که کود شیمیائی کافی به خاک داده شود و آیش فصلی موجود اجازه رشد مجدد و کافی را به کود سبز بدهد.

ماش نیز می تواند به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار گیرد. این گیاه، گرمسیری و تابستانه بوده و دارای نیاز حرارتی زیادی است. ماش پس از سبز شدن به خشکی مقاوم بوده و در اراضی سبک و غنی از مواد آلی یا خاک‌های شنی رسی تولید بیشتری دارد. از آنجایی که ماش حاصلخیزی خاک را بهبود 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 می توان تا 100 کیلوگرم از میزان کود ازتی مصرفی کاست.

3-2-3- کاربرد اسید های هیومیک و محرک های رشد گیاه

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

تاکنون محرک های رشد مختلفی معرفی شده اند. در این بین کاربرد اسیدهای آمینه و عصاره جلبک های دریایی تاثیر به سزایی در رشد گیاه جو دارد. کاربرد اسیدهای آمینه در شرایط تنش سرمایی در زمان پنجه زنی برای کاهش خسارت سرما توصیه می شود. این ترکیبات در مقابله با شرایط تنش های خشکی و یا شوری نیز قابل مصرف می باشند.

3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت جو

کودهای زیستی به مواد جامد (عمدتاً پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله مانند اطلاق می شود که ترکیبی است از یک ماده نگهدارنده که با جمعیت انبوه از یک یا چند نوع ارگانیسم 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 بویژه جو مورد استفاده قرار می گیرد.

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

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

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

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 عموما به شکل مایع و یا پودری و به ندرت به صورت گرانول تولید می شوند. حسب نوع فرمولاسیون هر کود نحوه مصرف آن به شرح زیر می باشد.

الف- کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون مایع:

1- بذر مال:

ابتدا مقدار معینی از بذر داخل ظرف مناسب تمیزی میشود. سپس متناسب با مقدار بذر مصرفی، کود زیستی مایع به آن اضافه شده و برای چند دقیقه محتویات ظرف به خوبی تکان داده میشود تا از آغشته شدن کلیه بذور به کود بیولوژیک اطمینان حاصل گردد. سپس بذر ها برای کاشت آماده هستند. در صورت آماده نبودن شرایط کاشت، بذر ها

درمکان مناسب تمیزی (دور از نور مسقیم خورشید و ترجیحا هوای سرد و خشک) نگهداری می‌شوند. نگهداری بذور در این شرایط بیش از 24 ساعت توصیه نمی شود.

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

2- محلول پاشی:

نتایج آزمایشات سالهای اخیر نشان داده است کاربرد باکتریهای محرک رشد گیاه بصورت محلولپاشی دارای اثرات مثبتی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی و از جمله جو است. برای اینکار ابتدا با استفاده از یک سمپاش مقدار آب مصرفی برای محلول پاشی مزرعه کالیبره میشود. محلول پاشی معمولا در دو تا سه مرحله توصیه می شود. بنابراین با توجه به سطح سبز مزرعه، مقدار کود بیولوژیک مصرفی متفاوت خواهد بود. در روش محلول پاشی، به لحاظ اقتصادی قطعا می بایستی کود مورد نظر رقیق گردد. بر اساس جمعیت میکروارگانیسم موثر موجود در کود رقیق سازی تا صد بار نیز مجاز می باشد. بهتر است از کودهای بیولوژیک با جمعیت پایه 107 و انواعی که بیش از دو ماه از تاریخ تولید آنها گذشته باشد استفاده نشود. محلول پاشی بهتر است در هنگام غروب آفتاب صورت گیرد تا ضمن جلوگیری از تاثیرات منفی امواج ماوراء بنفش نور خورشید، از فرصت کافی برای نفوذ به فیلوسفر برخوردار باشد.

ب- کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون پودری:

میزان مصرف کودهای زیستی پودری نیز بستگی به میزان و نوع بذر دارد. همچنین این کود ها برای استقرار بهتر بر روی بذر نیازمند به استفاده از یک ماده چسباننده

می باشند. بعضی از کمپانی های معتبر در فرمولاسیون خود از مواد چسباننده استفاده کـرده اند و در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجـود نـدارد؛ ولـی عمومـا تولیدکننده ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرارداده و یا مصرف کننده را بـه استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می کنند.

به منظور تلقیح بذر با کودهای پودری ابتدا بذر مورد نیاز به داخل ظـرف مناسـب 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 کلیـه بذور، کود زیستی اضافه شده و مجددا به خوبی بهم زده میشود. در صورت امکان بهتر است قبل از کشت بذرها اندکی هوا خشک شده(در سایه و در سطح تمیز) و سپس کشت شوند.

برای چسبناک کردن بذور از مواد متعددی استفاده میشود. محلول 40 درصد صمغ عربی، 20 درصد شکر، 4 درصد متیل اتیل سلولز نمونه ای از این مواد می باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسار مهم می باشد چرا که اگر ماده چسباننده بیش از نیـاز اضـافه گـردد موجب چسبیدن بذر ها به یکدیگر شده و در حالتی که کمتر از نیاز اضافه گردد مقدار کود اندکی را بر روی خود جای خواهد داد. در مورد جـو کـاربرد 30-20 میلـی لیتـر محلـول چسباننده و حدود 30 گرم مایه تلقیح پودری توصیه می گردد.

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

گوگرد از عناصری است که در خاک وجود داشـته ولـی فـرم قابـل جـذب آن بصورت سولفات می باشد.گوگرد در کمیت و کیفیت محصول اثـر داشـته و همچنـین در اصلاح خاکهای شور و قلیـایی کـاربرد دارد. افـزودن گـوگرد بـه خاکهـا غالبـاً بـدلیل اکسیداسیون کند این عنصر چاره ساز نبوده و لازم است با کاربرد باکتریهای اکسید کننده گوگرد بویژه تیوباسیلوس سرعت بیشتری یابد. این باکتریها قادرند با اکسید کردن گوگرد عنصری افزوده شده به خاک، سبب قابل جذب شدن آن برای گیاه شوند. از طرف دیگر این

اکسیداسیون سبب کاهش موضعی اسیدیته خاک شده و قابلیت جذب عناصری مانند فسفر، روی، آهن و مس را افزایش می دهد. مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس عموماً به شکل پودری تهیه می شود و به ازای 50 کیلوگرم گوگرد باید یک کیلوگرم مایه تلقیح تیوباسیلوس و قبل از کشت مصرف نمود. اخیرا پالایشگاه گاز خانگیران 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 فرم های گوگرد برخوردار است.

4- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش های محیطی

4-1- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط خاک های شور

4-1-1- برخی تعاریف

شوری خاک (ECe): مجموع نمک‌های محلول در عصاره اشباع خاک را شوری خاک گویند. واحد شوری خاک دسی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$) است که معادل واحد قدیمی آن یعنی میلی موس بر سانتی‌متر (mmhos/cm) می‌باشد.

سدیم تبادلی خاک (ESP): سدیم تبادلی خاک مقدار سدیمی است که در محل های تبادلی ذرات خاک قرار گرفته و در تعادل با مقدار سدیم موجود در محلول خاک می‌باشد. سدیم به عنوان یک عنصر مضر در خاک قلمداد می‌شود زیرا زیادی این عنصر در خاک باعث پراکنده شدن ذرات خاک شده و در نهایت مجاری نفوذ آب در خاک را مسدود نموده و با کاهش هدایت هیدرولیکی خاک مانع رسیدن آب و عناصر غذایی به ریشه می‌شود. واحد سدیم تبادلی خاک «درصد» می-باشد.

واکنش خاک (pH): واکنش خاک شاخصی است که میزان اسیدی یا بازی بودن خاک را نشان می‌دهد. این شاخص در خاک اشباع شده (گل اشباع) اندازه‌گیری می‌شود و بدون واحد می باشد.

خاک شور: به خاکی اطلاق می‌گردد که میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) آن به اندازه‌ای باشد که رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار دهد. به عنوان قرارداد هنگامی که شوری گفته می شود که ECe عصاره اشباع خاک بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$)در 25 درجه سانتیگراد و درصد سدیم تبادلی (ESP) آن کمتر از 15 باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاکها معمولاً از 8/5 کمتر است.

خاک سدیمی: خاکی است که در آن شوری عصاره اشباع خاک (ECe) کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$) و درصد سدیم تبادلی آن بیشتر از 15 باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاکها از 8/5 بیشتر است.

خاک شور و سدیمی: به خاکی گفته می‌شود که در آن میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) بیشتر از چهاردسی زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$) و درصد سدیم تبادلی (ESP) آن بیشتر از 15 باشد. خلاصه مطالب بیان شده در جدول (19) ارائه شده است.

جدول 19- طبقه‌بندی کیفی خاکها از نظر شوری و سدیمی بودن در کشاورزی

ویژگیهای عصاره اشباع خاک	غیرشور	شور	شور و سدیمی	سدیمی
شوری ($ECe(dS.m^{-1})$	<4	>4	>4	<4
درصد سدیم تبادلی ESP	<15	<15	>15	>15
اسیدیته یا واکنشpH	<8/5	<8/5	<8/5	>8/5

4-1-2- اصلاح خاک‌های شور

به طور خلاصه اصلاح و بهسازی خاک و اراضی با محدودیت شوری و سدیمی شامل زهکشی اراضی، شستشوی نمک های منطقه رشد ریشه‌ها (آبشویی) و انجام عملیاتی که همواره مقدار یون های کلسیم و منیزیم موجود در خاک بیش از یون سدیم باشد، است. برای عملیات اصلاح خاک، ابتدا بایستی از طریق اندازه‌گیری‌های ویژگی‌های خاک و

تعیین شاخص های مندرج در جدول (20) نوع خاک و عملیات اصلاحی را تعیین و سپس برای اصلاح آن اقدام نمود.

اصلاح این قبیل خاکها در شرایط معمولی اغلب امکان پذیر است، مگر آنکه شرائط زهکشی (طبیعی) خاکها نامناسب باشد. به طور طبیعی در بیشتر خاکهای شور مقادیر کلسیم مورد نیاز برای جایگزینی سدیم کافی می‌باشد، لیکن لازم به ذکر است که برای اصلاح خاکها، آب آبشوئی نیز بایستی دارای مقدار کمی املاح محلول بوده و از نسبت سدیم به کلسیم متناسبی نیز برخوردار باشد. در حالاتی که آب غیر شور در دسترس نباشد از آب کمی شور نیز با رعایت مدیریت مربوطه می‌توان برای آبشویی خاک استفاده نمود. روش های عملی اصلاح خاک‌های شور به طور اختصار عبارتند از:

الف) شستشوی خاک: بایستی شستشوی خاک حتی الامکان با آب مناسب به روش متناوب (در چند نوبت) می‌باشد تا که شوری خاک به کمتر از 6 دسی‌زیمنس بر متر (برای کشت جو) کاهش یابد. از دیگر سو بایستی عملیات آبشویی خاک با هدف حفظ وضعیت شوری و جلوگیری از تجمع نمکها نیز بایستی مداوماً انجام گیرد که در جدول (20) آمده است.

جدول 20- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت جو

مقدار شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	شرح اصلاح خاک
6>	نیاز به آبشویی ندارد.
6/0 – 7/5	آبیاری اول سنگین انجام شود.
7/6 – 9/5	آبیاری اول و دوم سنگین انجام شود.
9/6 – 13/0	یک نوبت آبیاری قبل از کشت و آبیاری اول و دوم سنگین* انجام شود.
13/1 – 20/0	یک نوبت آبیاری بسیار سنگین قبل از کشت و آبیاری اول و دوم سنگین انجام شود.
20 >	با در دست داشتن نتیجه آزمایش آب با کارشناس مربوطه مذاکره نمایید.

*یک نوبت آبیاری سنگین معادل 1000 مترمکعب آب در هکتار می‌باشد.

ب) کشت گیاهان متحمل به شوری در الگوی زراعی حداقل در سال اول پس از آبشویی خاک مانند جو و کوتاه نمودن فواصل بین دو آبیاری

ج) آبیاری زمستانه،

د) کشت پیش از موعد مرسوم و استفاده از بذور ارقام متحمل به شوری و اقلیم هر محل

هـ) کشت بر روی شیب فارو و آبیاری به روش کرتی یا فارویی.

با توجه به ویژگیهای خاک‌های شور و سدیمی برای آبشویی املاح و اصلاح خاک‌های شور، بهتر است ابتدا املاح موجود در عمق متعارف از نیمرخ خاک بحدی کاهش داده شود که امکان رشد و نمو گیاهان متحمل به شوری در آن فراهم گردد، سپس تا زمانی که شوری خاک به حد قابل تحمل گیاه مورد نظر برسد ادامه عملیات آبشوئی همزمان با آبیاری محصول انجام شود.

اصلاح و بهسازی خاک‌های شور و سدیمی و سدیمی مبتنی بر اعمال روشهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی است که انتخاب نوع روش و یا تلفیقی از چند روش بستگی به امکانات تخصصی و تکنیکی منطقه مورد اجرا دارد. موثرترین شیوه در اصلاح و بهسازی چنین خاک هائی اعمال روش تلفیقی می‌باشد که بایستی با مشورت متخصصین امر انجام شود.

3-1-4- توصیه کودی جو در شرایط شور

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

مصرف نیتروژن در اوایل دوره ی رویشی گیاه(پنجه دهی) و در دوره ی رسیدگی دانه جو در شرایط شور از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. زیرا مصرف نیتروژن، سبب افزایش تعداد پنجه و وزن هزار دانه و در نتیجه، افزایش عملکرد دانه و کاه می گردد.

بطور کلی کودهای نیتروژنه 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 معمولاً 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 بطور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند. در خاک‌های متوسط و سنگین بافت، مصرف 50 تا 70 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی قبل از کاشت و بقیه بطور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند.

در شرایط شور، برای تامین 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 معنی دار عملکرد می شود. 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 می شود.

مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف به صورت محلول پاشی همانند شـرایط غیر شور توصیه می گردد. ولی مصرف خاکی کود سولفات روی به میزان 30 کیلوگرم در هکتار برای شرایط شور بسیار مطلوب خواهد بود.

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

آب به عنوان یکی از اساسی‌ترین نیازهای حیاتی گیـاه در هنگـام اولویـت‌بنـدی عوامل مؤثر بر رشد گیاه چه از نظر کمیت و چه از نظر کیفیت در درجه اول اهمیت قـرار 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 زراعـی حفظ رطوبت خاک در دامنه حد ظرفیت مزرعه (FC) تا حد تخلیه رطوبتی خاک یعنـی 50 درصد آب سهل‌الوصول می‌باشد. گیاه جو با فرار از خشکی و یا ایجـاد مقاومـت در برابـر خشکی می‌تواند بر تنش رطوبتی فائق آید. در ایران بخش عمده رشد گیاه در طول پـاییز و بعد از سرمای زمستان که زمان نزول بیشترین بارندگی است، رخ می‌دهد. جوی که قبـل از ماههای خشک و گرم برداشت می‌گردد، از این طریق از خشکی فرار می‌کند. با این حـال، رطوبت کم و درجه حرارت بالا، به عنوان عوامل محدود کننده 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 شـرایط رطـوبتی خاک، گیاه مجدداً رشد خود را از سر خواهد گرفت، اما با کاهش عملکرد مواجـه خواهـد شد. در جدول (21) علایم و نشانه های خسارت خشکی در مراحل مختلف رشد در گیاه جو نشان داده شده است.

جدول 21- اثرات تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو جو

مرحله نموی جو	اثر تنش کم آبی
جوانه زدن	تشکیل گیاهچه ضعیف
پنجه زنی	علاوه بر کاهش تعداد پنجه، در این مرحله ریشه‌های ثانویه یا دائمی تشکیل می‌گردند که نقش اصلی و حیاتی در تغذیه گیاه دارند که در اثر وقوع تنش ضعیف خواهند بود
ساقه رفتن	کاهش تعداد سنبله و سنبلچه
سنبله رفتن	علاوه بر افزایش گلهای نازا که نتیجه آن کاهش تعداد دانه در سنبله است، چون در این مرحله برگ پرچم رشد می‌کند. در صورت بروز تنش، کاهش سطح برگ پرچم و در نهایت کاهش سطح فتوسنتز سبب کاهش وزن هزار دانه خواهد داشت
گلدهی	عدم تلقیح گلها و کاهش تعداد دانه در سنبله
شیری شدن دانه	چروک و لاغر بودن دانه‌ها و کاهش وزن هزار دانه

برای مقابله با شرایط تنش خشکی از مدیریت های مختلف به نژادی و به زراعی می توان 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 می شود. مدیریت تغذیه گیاه جو نیز تاثیر به سزایی در کاهش اثرات نامطلوب خشکی می تواند 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 گشته 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 کم آبی، 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 کم آبی 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 کم آبی کاهش می‌یابد. لذا می‌توان چنین نتیجه گیری 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 کم مصرف 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)[1]، افزایش مواد آلی خاک می‌باشد. در همه گروههای بافت خاک، هنگامی‌که میزان ماده آلی خاک، 3-1 درصد افزایش می‌یابد، ظرفیت آب قابل دسترس خاک تقریباً دو برابر می‌شود و هنگامی‌که 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، به‌طوری‌که ظرفیت آب قابل دسترس خاک در واحد عمق خاک افزایش می‌یابد. همچنین افزایش ماده آلی، نفوذپذیری، زه کشی 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 100-50 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 می نماید.

اسیدهای هیومیک از طریق اتصال به ذرات خاک و ایجاد خاکدانه به افزایش

1 - Available water Capacity

ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی کمک می‌نمایند. اسیدهای هیومیک برای مناطق نسبتاً خشک و زمین های زراعی وسیع مهم می‌باشند چون به فعال کردن میکروارگانیسم های موجود در خاک کمک زیادی می کنند. میکرو هومات ها در مناطق کم آب و نسبتاً خشک به گیاه کمک می کنند تا طول دوران رشد زیادتری را داشته باشد. به‌علاوه مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می گردد. از اینها گذشته مولکول‌های فولویک اسید (بخش ریز مولکول هیومیک اسید) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می کنند، با پیوند شدن به مولکول‌های آب، تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می کنند.

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 ریشه های گیاه اجازه نفوذ و تکثیر یابند. لذا رطوبت خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی محدود کننده برای رشد محصول است. ظرفیت خاک برای حفظ و انتشار آب به طیف گسترده ای از عوامل مانند بافت خاک، عمق خاک، معماری خاک (ساختار فیزیکی از جمله منافذ)، مقدار ماده آلی و فعالیت های بیولوژیکی بستگی دارد. با این حال، مدیریت مناسب خاک می‌تواند این ظرفیت را بهبود بخشد. روش‌های افزایش رطوبت خاک را می‌توان در سه گروه طبقه بندی 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 ذخیره سازی 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 مالچ های آلی به منظور حفظ رطوبت خاک و کاهش رقابت علف‌های هرز برای بدست 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.

3-4- مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش سرما

شدت خسارت یخبندان یا سرمای زیر صفر درجه در محصولاتی مانند جو به فاکتورهای متفاوتی بستگی دارد. مرحله رشد گیاه یا میزان رسیدگی محصول، میزان کاهش دما و طول زمانی که گیاه در معرض این خطر قرار گرفته است، از عوامل مهم می‌باشند. مقاومت در برابر خسارت یخبندان یکی از ویژگیهای جو زمستانه در ماههای سرد زمستان می‌باشد. با افزایش دما در بهار، جو این مقاومت را از دست داده و با خروج از مرحله زمستان گذرانی شروع به رشد می‌نماید. با پیشرفت مراحل رشد گیاه (به ویژه در مرحله به گل رفتن)، میزان آسیب پذیری گیاه افزایش می‌یابد. بسته به شدت خسارت یخبندان و مراحل مختلف رشد گیاه، تأثیر آن بر عملکرد محصول متفاوت می‌باشد.

علایم و نشانه‌های خسارت سرما می‌تواند در اغلب مراحل مهم رشد جو زمستانه مشاهده شود. تواتر شبهای بسیار سرد پس از روزهای گرم منجر به ایجاد یک نوار رنگی زرد تا سفید یا ارغوانی بر روی برگ‌های جوان و نوظهور می‌گردد. به مرور که گیاه با شرایط سرما خو می‌گیرد، علایم سرمازدگی کاهش می‌یابد. بعد از اینکه گیاه در اثر کاهش دما در پاییز به سرما عادت نمود، قادر است در برابر ماههای خیلی سرد نیز با حداقل اثرات زیانبار پایدار بماند. هر چند حتی گیاهان مقاوم شده در برابر سرما نیز هنگامی‌که دمای خاک به حدود $-12\ ^{\circ}C$ برسد، خسارت خواهند دید. درجه حرارت بسیار پایین منجر به

مرگ زمستانه در جو می‌گردد. جو در خاک‌های خشک نسبت به خاک‌های مرطوب بیشتر در برابر خسارت سرما آسیب می‌بیند، زیرا در این شرایط، سرما سریع‌تر در گیاه نفوذ نموده و آن را تحت تأثیر قرار خواهد داد. همچنین خسارت سرما در مناطق شیب دار و مرتفع و شیبهای رو به شمال شدیدتر می‌باشد. در مجموع می‌توان گفت دماهای پایین می‌تواند به بخشهای مختلف گیاه اعم از برگ‌ها، گره‌ها و ساقه ها صدمه وارد نماید. در ابتدای خسارت سرمازدگی، برگ‌ها تیره رنگ می‌شوند و به نظر می‌رسد که در اثر جذب آب خیس شده اند. ساقه‌های خسارت دیده نیز ممکن است ابتدا رنگ پریده، خیس و نرم شده و در نهایت خشن و تیره شوند. این نواحی خمیده و درهم پیچیده شده و موجب واژگونی ساقه می‌گردند. اگر ساقه در اثر سرمازدگی کاملاً واژگون نگردد و فقط از ناحیه گره‌های ساقه خمیده شود، می‌تواند بعد از گذر از سرما مجدداً رشد نموده و ایستادگی خود را بازیابد.

یخ زدن در ابتدای بهار، موجب از بین رفتن نقطه رشد[1] گیاه و در اواخر آن، منجر به عقیم شدن خوشه‌ها می‌گردد. اگر نقطه رشد از بین برود، یک برگ رنگ پریده به‌طور حلقه وار دور ساقه ظاهر می‌گردد. خوشه سرمازده نیز سفید، خشک و بی‌آب به نظر می‌رسد که دارای کرک های ریز می باشد و در نهایت رنگ آن تبدیل به سفید قهوای و ظاهر خوشه چروکیده خواهد شد. در حالی‌که یک خوشه سالم دارای رنگ نسبتاً سفید تا متمایل به سبز و ظاهر شاداب می‌باشد. اصولاً گیاهان سرما زده بر خلاف گیاهان سالم نمی توانند به‌طور طبیعی رشد نمایند، برگ‌های آنها رنگ پریده شده و مزرعه ظاهر زرد و خشبی پیدا می‌کند.

هنگامی‌که یخبندان در مرحله به گل رفتن رخ دهد، چند نوع خسارت ممکن است اتفاق بیفتد. دمای صفر درجه یا زیر صفر درجه سانتیگراد به بساکها که بسیار حساس‌تر از کلاله هستند، صدمه وارد می‌نماید و موجب عقیمی گلچه‌ها می‌گردد. بساکها چروکیده و در هم پیچیده می‌شوند، در حالی‌که رنگ آنها هنوز زرد مایل به سبز است. 24 ساعت بعد از سرمازدگی، این نشانه‌ها با یک ذره بین دستی قابل مشاهده است. در چنین شرایطی مقدار دانه‌ها

1 - Growing point

کم، دانه‌ها چروکیده، دارای وزن و ظرفیت پروتئین پایین می‌باشند. علاوه بر این یخبندان به پنجه-ها و ساقه‌های اولیه جو صدمه وارد نموده و موجب تحریک رشد پنجه‌های دوم و سوم در گیاه می‌شود که در نهایت به تأخیر در برداشت می‌انجامد. جدول (22) میزان خسارت سرمازدگی را هنگامی که گیاه بیش از 2 ساعت در معرض دمای پایین قرار گرفته است را نشان می‌دهد.

جدول 22- مرحله رشد جو و میزان خسارت سرمازدگی

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

شکل 13- خوشه سرمازده در جو- یخبندان موجب رنگ زرد و ظاهر نمناک پوسته دانه‌ها در خوشه شده است.

شکل 14- خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه جو - ممکن است همه گلچه ها همزمان دچار سرمازدگی نشوند.

توجه به تاریخ کاشت، انتخاب صحیح 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 می شود. مقدار مصرف کود نیتروژن در جلوگیری از خطر سرمازدگی می تواند مؤثر باشد. گیاهانی که دارای کمبود نیتروژن هستند، اغلب از نظر تاریخ خوشه رفتن تفاوتی با گیاهانی که نیتروژن کافی دریافت داشته اند، 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 ازحد 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 می گردد.

از طرفی با افزایش مواد آلی محلول از قبیل قندها و پروتئین ها به سلولهای گیاهان زراعی، می توان مقاومت آنها را در برابر سرما زدگی افزایش داد. استفاده از محلول های محرک رشد گیاه حاوی اسیدهای آمینه آزاد و چپ گرا در مراحل قبل از پنجه زنی، مرحله پنجه زنی و ساقه رفتن می تواند کمک شایانی به افزایش مقاومت به شرایط تنش های سرمایی بیانجامد. اسیدهای آمینه که حاوی پتاسیم نیز باشند در این بین موثرترند.

هیومیک اسید نیز با سازوکارهایی می‌تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود. مکانیسم نخست مربوط می‌شود به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک که خودبخود 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 بدلیل 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 درون سلولی 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 می باشد. در سالیان گذشته بیشتر توجه به خاکورزی بوده

است لیکن به منظور نهادینه شدن کشاورزی حفاظتی، دیگر اصول نیز نیازمند توجهی جدی-تر می‌باشد. یکی از مهمترین مسائل در سامانه های حفاظتی، تامین عناصر غذائی برای گیاهان به مقدار لازم در زمان مناسب توام با جایگذاری صحیح می‌باشد.

به طور کلی وجود شرایط زیر در مزرعه برای موفقیت جایگزینی کشاورزی حفاظتی با خاکورزی مرسوم (شخم با گاو آهن برگرداندار و ...) مؤثر می‌باشد.

- مقدار مواد آلی خاک بالا
- بافت خاک لومی و سبک، بدیهی است درخاکهای 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 (معمولاً دشتهای 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 می‌شود.

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 می‌گردد. 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 بلند مدت می‌شود. میزان نیتروژن مورد نیاز با توجه به نسبت کربن به نیتروژن (C/N) بقایا، نسبت کربن به نیتروژن ریزجانداران تجزیه کننده، درصدی از بقایا که در مدت زمان مشخص توسط ریزجانداران تجزیه می شوند و درصدی از کربن موجود در بقایا که توسط ریزجانداران قابل تجزیه است، صورت می گیرد. 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) نظیرجو و ذرت دانه ای حدود 60 تا 80 می باشد، 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 سیب زمینی، 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 جمع آوری و توزین کلش در سطح یک تا دو متر مربع در دو یا سه تکرار و تبدیل آن به سطح یک هکتار صورت می گیرد. به عنوان مثال در صورتی که میانگین مقدارکاه و کلش جمع آوری شده از سطح یک متر مربع از مزرعه ای 0/2 کیلوگرم باشد، در این صورت 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 اینگونه 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 می شود.

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 30-20 کیلو گرم 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 می باشد.

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- بی خاکورزی (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 بر حسب 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 (تقسیط اول) به میزان 25 درصد نیتروژن یا اوره کل برآورد شده برای دوره رشد. به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده بر حسب 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 پنجه زنی جو یا مرحله رشد رویشی گیاه (به طور مثال برای ذرت در مرحله شش تا هشت برگی). به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده بر حسب 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 (تقسیط سوم)

نکته: بهترین روش مصرف کودهای نیتروژنی از جمله اوره با توجه به حلالیت زیاد آنها به همراه آب آبیاری می باشد 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 باقی مانده (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 نمی شود. از آنجا که معمولاً 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 پنجه دهی 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 اسفند ماه ویا اوایل فروردین ماه) 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 می شود.

مصرف مابقی نیتروژن (35 درصد) در مرحله متورم شدن ساقه جو و یا همزمان با ظهور خوشه و یا قبل از مرحله گلدهی گیاه می باشد.

مناسبترین نوع کود نیتروژنه برای مناطق دیم نیترات آمونیم است. در شرایط کشت با سیستم بی خاکورزی، مصرف مقدار 80 کیلوگرم نیترات آمونیم یا در صورت عدم دسترسی به نیترات آمونیم مقدار 65 کیلوگرم اوره بصورت جایگذاری در زیر و کنار بذر همزمان با کشت توصیه می شود. در بهار و هنگام انتظار بارندگی نیز مقدار 80 کیلوگرم نیترات آمونیم و یا 65 کیلوگرم اوره بصورت 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 می باشد که 50 درصد آن پس از انجام کشت بایستی بصورت دستی یا دستگاه سانتریفوژ پشت تراکتوری،

در سطح مزرعه توزیع و مابقی به سر جمع کود مورد استفاده در مرحله سرک (هنگام بهار) اضافه و بطور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع می‌گردد.

2-5- کاربرد فسفر

الف- کشت مستقیم (بی خاکورزی): در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از 15 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد. در خاکهای با بافت متوسط(لومی) به ازای هر یک میلی گرم فسفر قابل جذب کمتر از حد فوق (15 میلی گرم بر کیلوگرم) مقدار 15 کیلوگرم در هکتار و درخاکهای با بافت سبک مقدار 10 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم توسط دستگاه کارنده در زیر و کنار بذرجایگذاری می شود. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، 10 میلی گرم 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- کم خاکورزی: در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از 15 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد. در خاکهای با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی گرم کمتر از حد فوق (15 میلی گرم بر کیلوگرم) مقدار 30 کیلوگرم در هکتار و درخاکهای 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 میلی گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در اینصورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز 150 کیلوگرم در هکتار خواهد بود که بایستی به روش دستی و یا دستگاه کودپاش سانتریفوژی قبل از هر گونه عملیات خاکورزی در سطح مزرعه توزیع و سپس توسط ادوات خاص خاکورزی با خاک مخلوط گردد.

نکته:در صورتی که پس از آماده سازی زمین با ادوت 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.

3-5- کاربرد پتاسیم

الف- کشت مستقیم(بی خاکورزی): درصورتی 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 1/5کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلرور پتاسیم) مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر 200 میلی گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار 120 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلرور پتاسیم) توسط دستگاه کارنده، زیر و کنار بذر جایگذاری گردد.

ب- کم خاکورزی: درصورتی 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 (کلرور پتاسیم) مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر 200 میلی گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار 240 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلرور پتاسیم) به روش دستی و یا توسط دستگاه کودپاش سانتریفوژی قبل از هر گونه عملیات خاکورزی در سطح مزرعه توزیع گردد.

در صورتی که پس از آماده سازی زمین با ادوت کم خاکورزی 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 بی خاکورزی (بند الف) مصرف گردد.

4-5-کاربرد عناصر کم مصرف:

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

4-6- کاربرد کودهای بیولوژیک:

بذر مال و یا تلقیح بذر با ترکیبات حامل نیتروژنوباکتر(تثبیت کننده های آزادزی نیتروژن) و یا محرک های 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 می تواند اثرات مثبتی بر رشد گیاه بر جای گذارد.

منابع

1- اسدی، فاطمه و زهرا خادمی. 1391. تنش ها و راهکارهای مدیریتی در گندم. نشریه فنی شماره 522. موسسه تحقیقات خاک و آب.

2- پیمانی، ناصر. 1380. راهنمای تشخیص علائم کمبود و مسمومیت عناصر غذایی در گندم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

3- حسینی، ماشااله، محمد پاسبان، محمود شریعتمداری، مهناز فیض اله زاده اردبیلی، زهرا خادمی. 1389. گزارش نهایی پروژه "تعیین بهترین زمان کاربرد کودهای گوگردی در خاکهای زیر کشت گندم". موسسه تحقیقات خاک و آب

4- خادمی، زهرا و فاطمه اسدی. 1390. مدیریت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مراحل مختلف رشد گندم. نشریه شماره 503. موسسه تحقیقات خاک و آب

5- خادمی، زهرا، پرویز مهاجر میلانی، محمد رضا بلالی ، محمد سعید درودی و محمدجعفر ملکوتی.1382. بهینه‌سازی توصیه کود برای تعدادی از محصولات استراتژیک با استفاده از مدل کامپیوتری- گندم، جو، ذرت، چغندرقند، سیب‌زمینی، سویا، کلزا، پنبه ،آفتابگردان، هلو، سیب و مرکبات- (دو جلد). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 386 صفحه. شماره 84/1036 . تهران، ایران.

6- سماوات، سعید، محمد مهدی طهرانی، کامبیز بازرگان و مجید بصیرت. 1392. دستورالعمل نحوه بررسی مواد آلی. موسسه تحقیقات خاک و آب.

7- شهابی، علی اصغر. 1389. دستورالعمل کاربردی مدیریت تغذیه گندم در سیستمهای کشت مستقیم (بی خاکورزی) و خاکورزی حداقل. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

8- شهابی، علی اصغر. 1390. دستورالعمل کاربردی چگونگی استفاده از کودهای پر مصرف و کم مصرف در زراعت گندم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

9- فیض اله زاده اردبیلی، مهناز، غلامرضا معافپوریان، جلال قادری، سعید رضائیان، محمد

مهدی طهرانی و زهرا خادمی. 1389. گزارش نهایی پروژه "ارزیابی و بررسی روش های مصرف توأم کودهای نیتروژن و گوگرد در کشت گندم". موسسه تحقیقات خاک و آب

10- فیض اله زاده اردبیلی، مهناز و زهرا خادمی. 1389. گزارش نهایی طرح "ارزیابی و مدیریت وضعیت گوگرد در خاکهای تحت کشت گندم در راستای عملکرد کمی و کیفی گندم آبی". موسسه تحقیقات خاک و آب

11- فیضی محمد و پرویز مهاجر میلانی. 1383. بهینه سازی مصرف کودهای نیتروژنی، 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.

12- کشاورز، پیمان. 1378. راهنمای مزرعه ای برای تشخیص علائم کمبود عناصر غذایی در گندم. نشریه فنی شماره 56، موسسه تحقیقات خاک و آب

13- کشاورز، پیمان، مهدی زنگی آبادی و مهدی عباس زاده. 1392. تأثیر میزان رس و شوری خاک بر رابطه کربن آلی خاک با عملکرد گندم. مجله پژوهش های خاک. جلد 27، شماره 3، ص. 371-359.

14- لطف الهی، محمد. 1379. چگونه کیفیت گندم را بالا ببریم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی

15- معافپوریان غلامرضا، حسین پسندیده، جلال قادری، ابراهیم جواهری، شهریار صفرپور، مهناز فیض اله زاده اردبیلی، زهرا خادمی. 1386. گزارش نهایی پروژه "بررسی وضعیت گوگرد در اراضی عمده تحت کشت گندم درکشور". موسسه تحقیقات خاک و آب

16- ملکوتی، محمد جعفر و محمد مهدی طهرانی. 1384. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. چاپ سوم، دانشگاه تربیت مدرس.

17- ملکوتی، محمد جعفر. 1379. تغذیه متعادل گندم. نشر آموزش کشاورزی

18- ملکوتی، محمد جعفر، فرهاد مشیری و محمد نبی غیبی. 1384. حد مطلوب عناصر

غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش اول: محصولات زراعی). نشریه فنی شماره 405. موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا، تهران، ایران.

19- مهاجر میلانی پرویز، و پرهام جواهری. 1379. برآورد آب مورد نیاز خاک‌های شور ایران. نشر آموزش کشاورزی، 103 صفحه.کرج، ایران.

20- مهاجر میلانی ، پرویز، رضا وکیل و سعید سعادت. 1378. تغذیه گندم در شرایط شور استان قم. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. مجله علوم خاک و آب . ویژه‌نامه گندم، جلد 12 شماره 6 ، صفحه 196 – 187. تهران ،ایران.

21- مهاجر میلانی، پرویز. 1385. مدیریت مصرف بهینه کود در شرایط شور. نشریه فنی شماره 85/1286 مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

پیوست:

جدول پیوست 1- تقویم کوددهی جو منطبق بر مراحل فنولوژیکی

نوع کود	مراحل رشد فیزیولوژیک							
	قبل از کشت	دومین آبیاری	شروع پنجه زنی	تکمیل پنجه زنی	ساقه دهی	قبل از ظهور خوشه	دانه‌بندی	شیری یا خمیری شدن دانه ها
کود نیتروژنی		30 درصد توصیه شده		30 درصد توصیه شده	30 درصد توصیه شده		محلولپاشی	محلولپاشی
کود فسفری	100 درصد توصیه ترجیحا به صورت نواری							
کود پتاسیمی	100 درصد توصیه ترجیحا به صورت نواری							
کودهای حاوی عناصر ریزمغذی	بصورت تیمار بذر مال			محلولپاشی	محلولپاشی			
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا				کود آبیاری		محلولپاشی-کود آبیاری		محلولپاشی
کودهای قابل حل با فسفر بالا		همراه با آب آبیاری			محلولپاشی			
کودهای آلی	توسط دیسک با خاک مخلوط شود							
کودهای زیستی	قبل از کشت با بذر مخلوط شود							
اسیدهای هیومیک	بذر مال	همراه با آب آبیاری			محلولپاشی			
محرک های رشد گیاهی			محلولپاشی	محلولپاشی				

جدول پیوست2- ضرایب تبدیل برای عناصر غذائی در کودهای مختلف

برای رسیدن به این فرم	ضرب در این عدد	برای رسیدن به این فرم/ یا از این فرم	ضرب در این عدد	از این فرم
NO_3	4.427	N	0.226	NO_3
NH_3	1.216	N	0.820	NH_3
NH_4	1.288	N	0.776	NH_4
$CO(NH_2)_2$ -urea	2.160	N	0.463	$CO(NH_2)_2$ -urea
$(NH_4)_2SO_4$	4.716	N	0.212	$(NH_4)_2SO_4$
NH_4NO_3	2.857	N	0.350	NH_4NO_3
P_2O_5	2.291	P	0.436	P_2O_5
$Ca_3(PO_4)_2$	2.182	P_2O_5	0.458	$Ca_3(PO_4)_2$
K_2O	1.205	K	0.830	K_2O
KCl	1.580	K_2O	0.632	KCl
KCl	1.905	K	0.525	KCl
$ZnSO_4 \cdot H_2O$	2.778	Zn	0.360	$ZnSO_4 \cdot H_2O$
$ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$	4.348	Zn	0.230	$ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$
SO_2	1.997	S	0.501	SO_2
SO_4	2.996	S	0.334	SO_4
$MgSO_4$	3.750	S	0.267	$MgSO_4$
$MgSO_4 \cdot H_2O$	4.310	S	0.230	$MgSO_4 \cdot H_2O$
$MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$	7.680	S	0.130	$MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$
$(NH_4)_2SO_4$	3.995	S	0.250	$(NH_4)_2SO_4$
SiO_2	2.139	Si	0.468	SiO_2
$CaSiO_3$	4.135	Si	0.242	$CaSiO_3$
$MgSiO_3$	3.574	Si	0.280	$MgSiO_3$
MgO	1.658	Mg	0.603	MgO
MgO	0.335	$MgSO_4$	2.986	MgO
MgO	0.290	$MgSO_4 \cdot H_2O$	3.432	MgO
MgO	0.160	$MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$	6.250	MgO
MgO	0.478	$MgCO_3$	2.091	MgO
CaO	1.399	Ca	0.715	CaO
$CaCO_3$	1.780	CaO	0.560	$CaCO_3$
$CaCl_2$	2.794	Ca	0.358	$CaCl_2$
$CaSO_4$	3.397	Ca	0.294	$CaSO_4$
$Ca_3(PO_4)_2$	2.580	Ca	0.388	$Ca_3(PO_4)_2$
$FeSO_4$	2.720	Fe	0.368	$FeSO_4$
$MnSO_4$	2.748	Mn	0.364	$MnSO_4$