

# راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه جو

نویسندگان:

فرهاد شیری، علی اصغر شهابی، پیمان کشاورز، زهرا توکلی، ولی محمد فیضی اصل، محمد حسین سدیدی، ناصر رشیدی، زهرا

حامی، محمد نبی غیبی، نادیه اسدی رحمانی، سعید سعادت، سعید سادات

اعضاء هیات علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

## ۱- کلیات

جو یکی از محصولات زراعی استراتژیک کشور می‌باشد و تاکنون برنامه‌های متعددی برای نیل به خودکفایی تولید این محصول به اجرا در آمده است. سیاست وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۳ برای مدت ۵ سال و با افق ۱۲ ساله تا انتهای برنامه چشم انداز ۲۰ ساله توسعه ایران در سال ۱۴۰۴ بر خوداتکایی محصول جو، افزایش تولید در واحد سطح و در عین حال کاهش تقاضای مصرف آب می‌باشد. 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 خوداتکایی 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 می‌باشد تا بتوان به اهداف طرح خوداتکایی 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 تضمین 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 می‌گیرد. بدون مدیریت مناسب تغذیه و حاصلخیزی خاک، تولید مداوم یک محصول سبب کاهش مقدار عناصر غذایی در خاک می‌گردد. باید در نظر داشت که تولید هر تن دانه جو در هر هکتار باعث برداشت ۴۵/۰ کیلوگرم نیتروژن (N)، ۱۹/۳ کیلوگرم فسفر ( $P_2O_5$ ) و ۱۲/۹ کیلوگرم پتاسیم ( $K_2O$ ) و هر تن کلش جو در هکتار باعث برداشت ۱۶/۸ کیلوگرم نیتروژن (N)، ۵/۶ کیلوگرم فسفر ( $P_2O_5$ ) و ۳۳/۶ کیلوگرم پتاسیم ( $K_2O$ ) می‌گردد. در طول زمان، کاهش تجمعی این عناصر سبب کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش تولید و عملکرد جو و کیفیت آن می‌شود. مصرف عناصر غذایی از طریق کودهای شیمیایی و آلی این نقیصه را جبران می‌نماید. 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 حرکت در راستای کشاورزی پایدار الزامی است. تغذیه 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 بیماری‌ها 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، فسفوری و پتاسیمی صورت می‌گیرد. 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 ۳ تن دانه در هکتار)، متوسط (۴ تا ۷ تن دانه در هکتار) و بالا (بیش از ۷ تن در هکتار) طراحی شده است. امید است که مطالب حاضر راهگشایی مناسب برای حل مسائل مربوط به تغذیه بهینه و متعادل جو باشد.

## ۲- 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 علائم کمبود عناصر غذایی جو نیز یکی دیگر از این روش ها می باشد. جو نیز همانند سایر محصولات زراعی علائم خاصی از کمبود و یا بعضاً اثرات سمی عناصر غذایی را از خود بروز می دهد، که با شناخت این علائم 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 ریزمغذی ها مانند آهن، روی، مس، منگنز، بر و مولیبدن مورد نیاز گیاه می باشند. گونه های مختلف گیاهان نیازمندی های غذایی متفاوتی دارند. همچنین قابلیت جذب عناصر غذایی در بین واریته های مختلف یک گیاه نیز متفاوت است. با این حال کمبود برخی از عناصر مانند پتاسیم در شرایطی بدون بروز علائم می تواند سبب کاهش قابل توجهی در عملکرد و تولید محصول گردند که به این پدیده گرسنگی پنهان گفته می شود. کمبود و یا مسمومیت بعضی از عناصر هم ممکن است علائمی مشابه علائم 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 پرچم ها) تحت شرایط انجماد یا خشکی بوده اند.

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

## ۲-۱- 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، کم‌خرج و دقیق بوده که با انجام آن می‌توان توصیه کودی صحیح را اریه کرد. برنامه آزمون خاک شامل:

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

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. معمولاً از هر ۱۰ تا ۱۵ 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 ۷ الی ۱۰ نمونه برداشت می‌کنند و پس از مخلوط کردن، یک کیلوگرم از آن را به

- آزمایشگاه می‌فرستند. عمق نمونه‌برداری در حدود ۳۰ سانتیمتری خاک سطحی است که غالباً عمق منطقه گسترش ریشه جو در خاک می‌باشد.
- نکاتی که باید در موقع نمونه‌برداری از خاک مزرعه رعایت شود، عبارتند از:
- نمونه‌خاکی که به آزمایشگاه ارسال می‌شود باید نمودار واقعی زمین زراعی باشد. یعنی اینکه زمین باید قبلاً به قطعات یکنواخت از نظر رنگ، شیب، تاریخچه کشت، تناوب و نوع محصول و غیره تقسیم‌بندی شود.
  - قبل از 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 پوسیده‌گاه، کناره دیوار و یا پرچینها خودداری شود.
  - در موقعی که زمین خیلی مرطوب است باید از نمونه‌برداری 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 می‌باشد.
  - 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 نمونه‌برداری، محل نمونه‌برداری، نام نمونه‌بردار، عمق نمونه‌برداری و کشت قبلی نوشته می‌شود.

## ۲-۲- تجزیه گیاه

تجزیه گیاه یکی از راه‌های شناخت کمبود و توصیه مصرف عناصر غذایی محسوب می‌شود. اگر کمبود عناصر غذایی در ابتدای رشد تشخیص داده شود امکان اصلاح وجود داشته و عملکرد و کیفیت محصول از دست نخواهد رفت. تجزیه گیاه تنها کمبود و یا بیش بود عناصر غذایی را نشان می‌دهد. 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 تصمیم‌گیری در کشت بعدی و یا برای سال بعد می‌تواند اثرگذار باشد. تجزیه گیاه نمی‌تواند جان‌نشین 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 (۱) و (۲) محدوده مقدار مطلوب عناصر غذایی در جو در مراحل مختلف رشد آورده شده است.

جدول ۱- غلظت مناسب عناصر غذایی برگ در مراحل سبز شدن تا پنجه زدن و ساقه روی تا

ظهور پرچم\*

عناصر پرتیاز	ازت (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	گوگرد (S)
(درصد)	۴-۵	۰/۴-۰/۵	۲/۵-۵	۰/۲-۱	۰/۱۴-۱	۰/۲-۰/۵
عناصر کم نیاز	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)	بور (B)	سیلیسیم (Si)**
(میلی گرم در کیلوگرم)	۱۰۰-۱۵۰	۳۰-۱۰۰	۲۰-۵۰	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۱/۲

\* ارقام فوق با توجه به رقم، شرایط اقلیمی، نحوه مدیریت زراعی، عملیات به زراعی و نحوه تغذیه متغیر می‌باشد.

\*\* مقدار سیلیسیم بر حسب درصد می‌باشد.

جدول ۲- غلظت مناسب عناصر غذایی در برگ پرچم در جو با عملکرد ۶ تن به بالا\*

عناصر پرتیاز	ازت (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	گوگرد (S)
(درصد)	۳/۴-۵	۰/۴-۰/۵	۲/۱۴-۴	۰/۴-۱	۰/۴-۱	۰/۲-۰/۶۵
عناصر کم نیاز	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)	بور (B)	سیلیسیم (Si)**
(میلی گرم در کیلوگرم)	۵۰-۲۰۰	۵۰-۱۰۰	۳۰-۷۰	۵-۱۵	۵-۲۰	۱/۲

\* ارقام فوق با توجه به رقم، شرایط اقلیمی، نحوه مدیریت زراعی، عملیات به زراعی و نحوه تغذیه متغیر می‌باشد.

\*\* مقدار سیلیسیم بر حسب درصد می‌باشد.



## ۲-۳-علائم ظاهری کمبود عناصر غذایی

### ۲-۳-۱-علائم کمبود عناصر غذایی پرمصرف

**کمبود نیتروژن:** کمبود نیتروژن معمول ترین و گسترده ترین کمبود عناصر غذایی در غلات دانه ریز است (شکل ۱). گیاهان مبتلا به کمبود نیتروژن رنگ پریده و زرد هستند. علائم اختصاصی کمبود نیتروژن ابتدا در مسن ترین برگ ها ظاهر میشود، در حالی که برگ های جوان نسبتاً سبز باقی می ماند. برگ های مسن تر نسبت به برگ های 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 علائم، 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 ۱- کمبود نیتروژن

**کمبود فسفر:** مشخص‌ترین نشانه کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد رویشی جو، کاهش توانایی رشد و تعداد پنجه است. گیاهان مبتلا به کمبود فسفر به رنگ سبز تیره و برگ‌های مسن در نوک و لبه‌ها به رنگ ارغوانی مایل به قرمز تغییر رنگ می‌یابند (شکل ۲). کلروز از نوک برگ پیر شروع شده و به طرف قاعده برگ گسترش می‌یابد، ولی قاعده برگ مانند سایر قسمت‌های گیاه سبز تیره باقی می‌ماند. برگ‌های جو مبتلا به کمبود فسفر دچار پیچیدگی شده و بعضی اوقات برگ‌های پیر، به دور برگ‌های جوانتر پیچ می‌خورند. گیاهان کوتاه مانده و ارتفاع بوته‌ها کاهش می‌یابند. کمبود فسفر، سبب تأخیر و نامنظمی در رسیدگی دانه و تولید خوشه‌های کوچک می‌شود.



شکل ۲- کمبود فسفر

**کمبود پتاسیم:** علائم اختصاصی کمبود پتاسیم در جو همیشه در برگ‌های پیر ظاهر می‌گردد. تحت شرایط کمبود پتاسیم، زرد شدن و نکروزه شدن نوک و حاشیه برگ‌های پیر مشاهده می‌شود (شکل ۳). در نتیجه گسترش این بافت نکروزه، بافت سبزرنگی به شکل پیکان در قاعده تا مرکز برگ باقی می‌ماند. در شرایط کمبود شدید پتاسیم این علائم

به 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 ۳- کمبود پتاسیم

**کمبود گوگرد:** از آنجایی که گوگرد در تشکیل کلروفیل گیاهان نیز دخالت دارد، لذا علائم کمبود آن در جو شبیه کلروز ناشی از کمبود نیتروژن (زردی عمومی برگ) است (شکل ۴). با این حال کمبود گوگرد برخلاف کمبود نیتروژن بیشتر در برگ های جوان دیده می شود. کمبود شدید گوگرد موجب عدم تشکیل خوشه می گردد.



شکل ۴- 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 (شکل ۵). برخلاف کمبود پتاسیم، در کمبود منیزیم، برگ های جوان در مقایسه با برگ های پیر رنگ روشن تری دارند و این حالت شبیه کمبود آهن است. در ابتدا لکه های رنگ پریده به شکل دانه های تسبیح بین رگبرگ ها و لکه های نکروزه در نوک برگ ظاهر می شود. در ادامه، برگ ها زرد شده و کوچک می شوند. کمبود منیزیم در مزرعه جو عمومیت نداشته و بیشتر در خاک های سبک شنی مشاهده شود.



شکل ۵- کمبود منیزیم

### ۲-۳-۲- علایم کمبود عناصر غذایی کم مصرف

**کمبود روی:** علایم کمبود روی در جو به طور معمول ابتدا در برگ های میانی مشاهده می شود گرچه ممکن است در بعضی از بوته ها علایم به طور همزمان در برگ های پیر و میانی ظاهر گردند (شکل ۶). علایم اولیه، تغییر رنگ از سبز طبیعی و سالم به سبز برنزی کدر بوده که عموماً در وسط برگ ها ظاهر می شوند. در این قسمت برگ، لکه هایی به صورت سوختگی و علایم تنش خشکی ظاهر شده که از یک نقطه کوچک نکروزه سریعاً گسترش می یابد، و تدریجاً به حاشیه برگ کشیده می شود. کمبود شدید روی در مزرعه موجب

کوتاه ماندن گیاه و زردی شده و برگ‌ها به خاطر سوختگی در مرکزشان چین خورده می‌شوند. علائم کمبود روی در خاک‌های سبک و در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.



شکل ۶- کمبود روی

**کمبود آهن:** علائم 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 می‌شوند (شکل ۷). در کمبود آهن تفاوت بین رنگ سبز برگ‌های پیر و زردی برگ‌های جوان مشخص‌تر 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 منظم‌تر هستند. در حالت کمبود شدید آهن، برگ‌های جوان زرد کم‌رنگ و سفید می‌شوند. در شرایط کمبود آهن، گیاهان کاملاً ایستاده هستند در حالی که در کمبود منگنز گیاهان حالت افتاده و تاخوردگی دارند. در مزرعه کمبود آهن غالباً در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.





شکل ۷- کمبود آهن

**کمبود منگنز:** علائم کمبود منگنز در جو ابتدا در برگ‌های جوان آشکار می‌شوند که در مقایسه با برگ‌های پیر ظاهری زرد و پژمرده پیدا می‌کنند (شکل ۸). سپس لکه و نوارهای برنزی کم رنگی در قاعده جوان‌ترین برگ‌ها که کاملاً باز شده است ظاهر می‌گردد و در ادامه تمام طول برگ را می‌گیرد. کمبود شدید در مزرعه علاوه بر علائم مزبور، خشکی برگ‌های جوان را نیز نشان می‌دهد. کمبود منگنز را مانند کمبود آهن می‌توان در خاک‌های آهکی مشاهده نمود. در مقایسه با سرسبزی جو سالم، جو مبتلا به کمبود منگنز ظاهری رنگ پریده و افتاده‌تر دارد.



شکل ۸- 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 ۹). اگر کمبود شدید باشد تاثیر آن روی میزان رشد پنجه ها تعیین کننده است. گیاهان در اثر کمبود مس رنگ روشن تری 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 می گیرد، ولی قسمت پایین برگ تا زمان پیری طبیعی آن به رنگ سبز باقی می ماند.



شکل ۹- کمبود مس

**کمبود بر:** اولین نشانه کمبود بر، ترک خوردگی برگ های جوان نزدیک رگبرگ اصلی است. این علامت با تعدادی دندانهای غیر طبیعی در حاشیه برگ همراه است که در طرف مقابل رگبرگ اصلی تا قسمت ترک خورده در طول برگ ایجاد می شوند (شکل ۱۰). عقیم شدن گل ها نیز از علائم مشخص کمبود بر است. در مواردی کل خوشه عقیم می شود، پرچم ها باز شده و تخمدان رشد نمی کند. ضمناً کمبود بر به کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی و خشک شدن دانه ها منجر می شود.



شکل ۱۰- کمبود بر

#### ۲-۴- الگوی جذب عناصر غذایی

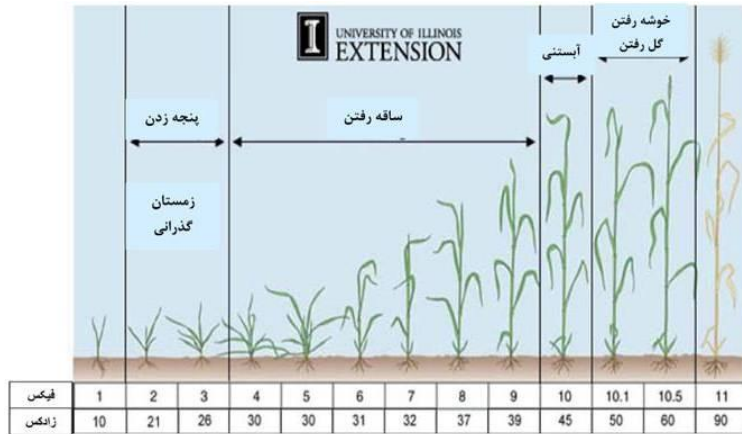
مطالعه دقیق رشد و توسعه گیاه و دانستن عواملی که بر پتانسیل عملکرد دانه تأثیر می‌گذارند، می‌تواند باعث بهبود تصمیم‌های مدیریتی گردد. تشخیص صحیح مراحل رشد جو در هر منطقه برای انجام اقدامات مهم مدیریتی در هر مرحله لازم و ضروری است. از مقیاس‌های عمده که برای تشخیص مراحل توسعه و رشد غلات مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به مقیاس‌های فیکس<sup>۱</sup> و زادکس<sup>۲</sup> اشاره نمود (شکل ۱۱). در شکل (۱۲) میزان برداشت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از خاک طی یک دوره رشد توسط گیاه جو نشان داده شده است.

---

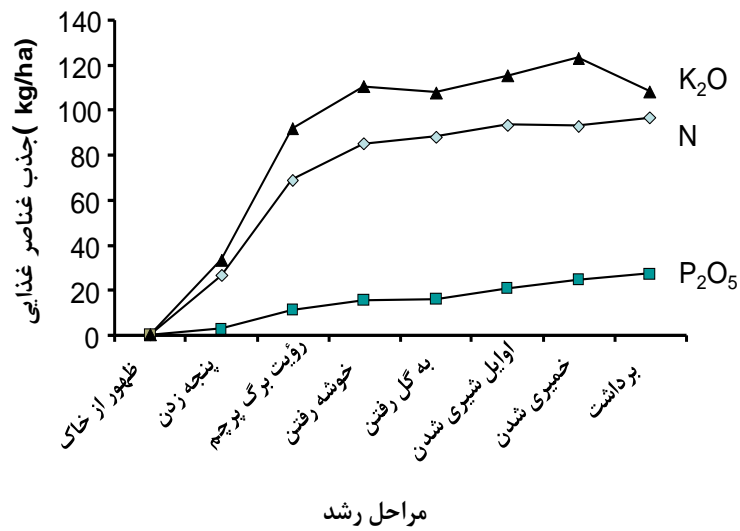
۱ - Feeks

۲ - Zadoks





شکل ۱۱- الگوی رشد جو بر اساس مقیاس فیکس و زادکس



شکل ۱۲- 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 می‌افتد. البته از مرحله شروع پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن، جذب و تجمع نیتروژن فوق‌العاده 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 فوق‌العاده سریع است و بین چهار مرحله اول رشد (۱-شروع پنجه زدن، ۲-شروع ساقه رفتن، ۳-ظهور برگ پرچم، ۴-غلاف بستن) اختلاف قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. از مرحله غلاف بستن تا مرحله گرده‌افشانی، جذب و تجمع فسفر ثابت بوده و در مراحل خمیری شدن و رسیدن دانه میزان آن به شدت کاهش می‌یابد. به استثنای مراحل ظهور سنبله و گرده‌افشانی، روند جذب و تجمع فسفر در برگ در مراحل مختلف رشد افزایشی می‌باشد. بالاترین سرعت جذب کل فسفر در گیاه بین مرحله پنجه زدن و غلاف بستن و نیز بین گرده‌افشانی و رسیدن کامل حاصل می‌شود.

در مورد پتاسیم نیز، بالاترین سرعت جذب در برگ از مرحله پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن اتفاق می‌افتد. بالاترین میزان پتاسیم در ساقه و برگ اندوخته شده (۷۸/۵٪) و فقط ۲۱/۵٪ در زمان رسیدن در سنبله ذخیره می‌گردد.

### ۳- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه جو

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی میزان عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان می‌باشد. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و بیولوژیکی عناصر غذایی در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک

تعریف 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 می گردد. 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 می تواند به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کرده و به دنبال آن سبب افزایش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک گردد.

### ۳-۱ مصرف بهینه کودهای شیمیایی

#### ۳-۱-۱- توصیه مصرف نیتروژن

##### نوع کود های نیتروژنی

معمولترین کود نیتروژنی موجود برای کشت جو، کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص می باشد. 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 می گردد. با توجه به حلالیت فراوان اوره بایستی مصرف آن به صورت تقسیط صورت گیرد.

کود سولفات آمونیوم (حاوی ۲۰ درصد نیتروژن و ۲۴ 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 ۳۴ درصد نیتروژن) به عنوان یکی دیگر از منابع کودی نیتروژنی در شرایط شور (شوری خاک، کمتر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان کود سرک به جای اوره می‌توان استفاده کرد.

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

مقدار کود سولفات آمونیوم =  $۲/۲ \times$  مقدار کود اوره

مقدار کود نیترات آمونیوم =  $۱/۵ \times$  مقدار کود اوره

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

### مقدار مصرف کودهای نیتروژنی

نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. جو در دوره رشد خود احتیاج زیادی به نیتروژن قابل جذب دارد. انجام آزمون خاک در تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز توصیه می‌شود. بر اساس آزمون خاک و تعیین مقدار کربن آلی، مقدار کود اوره مورد نیاز در گروه‌های عملکردی کم (۳ تن و کمتر)، متوسط (۳ تا ۶ تن) و زیاد (۷ تن و بیشتر) در جدول‌های (۳) تا (۵) آمده است. در خاکهای با مقدار کربن آلی کمتر میزان نیاز به مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد.

جدول ۳- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای کمتر از ۰/۵ درصد کربن آلی  
(کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۹۰	۳۵۰	۳۱۰	۲۶۰	۲۱۰
گرم و خشک	۴۰۰	۳۷۰	۳۳۰	۲۸۰	۲۳۰
معتدل	۳۹۰	۳۵۰	۳۱۰	۲۶۰	۲۱۰
سرد	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰

جدول ۴- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین ۰/۷۵ - ۰/۵ درصد کربن آلی  
(کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰
گرم و خشک	۳۷۰	۳۴۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۰۰
معتدل	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰
سرد	۳۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰

جدول ۵- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین ۱ - ۰/۷۵ درصد کربن آلی  
(کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰
گرم و خشک	۳۴۰	۳۱۰	۲۷۰	۲۲۰	۱۷۰
معتدل	۳۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰
سرد	۳۰۰	۲۶۰	۲۲۰	۱۷۰	۱۲۰

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 (۶) 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 ۶- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید جو آبی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۲۰	۲۷۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۰۰
گرم و خشک	۲۴۰	۲۹۰	۳۴۰	۳۸۰	۴۱۰
معتدل	۲۲۰	۲۷۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۰۰
سرد	۱۹۰	۲۴۰	۲۹۰	۳۳۰	۳۷۰

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 می باشد، اما با متوسط مصرف ۵۰ الی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به ترتیب معادل ۱۱۰ الی ۱۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار) می توان به عملکردهای مطلوب در بارندگی های ۳۰۰ الی ۳۷۵

میلی‌متر دست یافت. برای بارندگی‌های خارج از این محدوده نیز می‌توان از جدول (۷) 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 ۱۰ الی ۲۰ کیلوگرم در هکتار کمتر خواهد بود.

جدول ۷- 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)
۲۵۰-۲۷۵	۴۰	۸۷
۲۷۵-۳۰۰	۴۵	۹۸
۳۰۰-۳۲۵	۵۰	۱۰۹
۳۲۵-۳۵۰	۵۵	۱۲۰
۳۵۰-۳۷۵	۶۰	۱۳۰
۳۷۵-۴۰۰	۶۵	۱۴۱
بیش از ۴۰۰	۷۰	۱۵۲

### 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 مرحله گلدهی به حداکثر می‌رسد. چهار مرحله اساسی در رشد جو شامل ۱- پنجه دهی، ۲- ساقه دهی، ۳- خوشه دهی، و ۴- 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 پاییزه معروف است نکات ذیل می بایست مورد توجه قرار می گیرد.

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

۲- گیاه جو اگر در تاریخ کاشت مناسب کاشته شود بطور معمول قبل از خواب زمستانه، جوانه زده و تولید پنجه می‌کند. مقدار ماده خشک تولید شده کم بوده و نیاز نیتروژن آن نیز کم می‌باشد. اما نیاز به مصرف نیتروژن برای استقرار خوب و تولید پنجه‌های قوی ضروری است. در صورتی که تاریخ کاشت به گونه‌ای باشد که احتمال نیاز به آبیاری نوبت دوم قبل از فصل یخبندان و به دنبال آن توقف یا کندی رشد فراهم گردد، اولین نوبت مصرف نیتروژن به قبل از آبیاری دوم و به میزان ۴۰ 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 می‌گردد.

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

دوره رشد و فعالیت مجدد جو زمستانه بعد از دوره سرما شروع می‌شود. 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 می شود. 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 ۲۵ درصد نیتروژن کل در مرحله شکم خوش (متورم شدن ساقه) و ۱۵ درصد بعد از گلدهی و شروع پرشدن دانه ها مصرف گردد.

در زراعت جو دیم، دو سوم مقدار کود نیتروژنی توصیه شده می بایست در پاییز همزمان با کشت به صورت جایگذاری زیر بستر بذر در فاصله ۷ تا ۹ 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 ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در زیر بذر از منبع آمونیومی نیتروژن مانند اوره رشد ریشه

محدود می‌گردد توصیه می‌شود برای بیش از ۴۰ 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 ۱۰ 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 می‌باشد. محلولپاشی نیتروژن در مراحل ظهور خوشه‌ها و شیری شدن دانه به افزایش پروتئین دانه منجر خواهد شد. بدین منظور در طول ۷ روز پس از ۵۰ درصد گلدهی جو، محلولپاشی کود سولفات آمونیوم و یا اوره به میزان ۴ تا ۸ 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 ۷ در هزار بیشتر نشود. برای غنی سازی دانه جو از لحاظ پروتئین می‌توان 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 علف کش جهت کنترل علف‌های هرز از محلول‌پاشی اوره به غلظت ۳ الی ۵ درصد استفاده نمود.

### ۳-۱-۲ توصیه مصرف فسفر

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

خاک سرد و خاک خشک جذب فسفر را کاهش می‌دهد. کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد جو پتانسیل عملکرد را به شدت کم می‌کند. مراحل اولیه رشد حدود ۵ تا ۶ هفته اول می‌باشد و توصیه بر این است که فسفر کافی در این مرحله در اختیار ریشه گیاه قرار گیرد. حدود ۱۵٪ از کل فسفر جذب شده توسط جو در دو هفته اول رشد جو جذب می‌شود. 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 می‌گیرند 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 می‌کند.

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، کارایی کود فسفردار را کاهش می‌دهد. کارایی 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 غذایی به مقدار کافی

د: کنترل علف‌های هرز

ه: مصرف کافی آب

و: کنترل فرسایش داخل مزرعه

حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد فسفر مصرف شده، جذب گیاه جو می‌شود و باقیمانده آن به صورت غیرقابل جذب در می‌آید. بنابراین کودهای فسفردار دارای اثرات باقیمانده برای کشت محصول بعدی می‌باشند. در سیستم‌های تناوب زراعی جو-ذرت-جو، در صورتی که

برای کشت اول جو و کشت دوم ذرت کود فسفردار به مقدار کافی بر اساس آزمون خاک مصرف شده باشد، کشت سوم جو به کود فسفردار کمتری نیازمند بوده به عبارت دیگر کاربرد کود فسفردار در کشت های قبلی نیاز فسفر جو را تأمین می نماید. 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 می گردد. چنین اثرهایی ممکن است به این دلیل باشد که فسفات سرعت جذب و انتقال بعضی از عناصر غذایی کم مصرف مانند روی، آهن و مس را کاهش می دهد.

#### انواع کودهای فسفوری

از انواع مهم کودهای فسفردار مصرفی متداول در کشور، دی آمونیوم فسفات (با ۴۶ درصد  $P_2O_5$ ) و سوپر فسفات تریپل (با ۴۶ درصد  $P_2O_5$ ) می باشد. کود سوپر فسفات ساده (۲۰-۱۶ درصد  $P_2O_5$ ) نیز از جمله کودهای فسفوری است که ظرفیت مناسبی برای تولید آن در کشور وجود دارد. کودهای فسفوری با حلالیت بالا وجود دارد که برای کاربرد به صورت 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 فسفوری نیز در حال گسترش می باشد و برای زراعت جو قابل توصیه است. همچنین بجای سوپر فسفات تریپل برای تأمین فسفر مورد نیاز جو می توان از کود میکروبی فسفات گرانوله به مقدار معادل استفاده کرد.

#### مقدار مصرف کود فسفوری

مقدار کاربرد کودهای فسفوری بسته به نوع، زمان و روش مصرف متفاوت است. آزمون خاک برای توصیه مصرف کودهای فسفوری توصیه می شود. حد بحرانی فسفر در خاک ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم در نظر گرفته می شود. به عبارت دیگر احتمال پاسخ جو به مصرف کودهای فسفوری هنگامی که در خاک مقدار فسفر قابل استفاده کمتر از ۱۵ باشد

افزایش می یابد. در جدول (۸) دسته بندی مقدار فسفر قابل استفاده خاک بر اساس آزمون خاک ارائه شده است. در جدول های (۹) تا (۱۲) 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 فسفوری که همراه با کاشت بذر درست در کنار بذر مصرف می شوند مقدار ۴۰ تا ۶۰ 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 فسفوری 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 ۸- گروه بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت جو

فسفر قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)			
<۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	>۱۵
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد
احتمال پاسخ به مصرف کود (درصد)	۷۵-۱۰۰	۵۰-۷۵	کمتر از ۵۰ درصد بدون پاسخ

جدول ۹- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)					اقلیم
≥۷	۶	۵	۴	۳	
۲۸۰	۲۶۰	۲۳۰	۲۰۰	۱۷۰	گرم و مرطوب
۲۶۵	۲۴۵	۲۱۵	۱۸۵	۱۵۵	گرم و خشک
۲۸۰	۲۶۰	۲۳۰	۲۰۰	۱۷۰	معتدل
۳۰۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰	سرد

جدول ۱۰- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای ۱۰-۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)					اقلیم
≥۷	۶	۵	۴	۳	
۲۴۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	گرم و مرطوب
۲۱۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۱۵	گرم و خشک
۲۴۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۳۰	۱۳۰	معتدل
۲۶۰	۲۴۰	۲۱۰	۱۸۰	۱۵۰	سرد

جدول ۱۱- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای ۱۲-۱۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)					اقلیم
≥۷	۶	۵	۴	۳	
۱۶۰	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۵۰	گرم و مرطوب
۱۴۵	۱۲۵	۹۵	۶۵	۳۵	گرم و خشک
۱۶۰	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۵۰	معتدل
۱۸۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۰	۷۰	سرد

جدول ۱۲- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای ۱۵-۱۲ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۰	۴۰	۶۰	۹۰	۱۱۰
گرم و خشک	۲۰	۳۰	۵۰	۸۰	۱۰۰
معتدل	۲۰	۴۰	۶۰	۹۰	۱۱۰
سرد	۴۰	۶۰	۸۰	۱۱۰	۱۴۰

در زراعت جو دیم حد بحرانی فسفر ۹ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است که کشاورز می تواند متوسط نیاز فسفوری مزرعه خود را بر اساس آزمون خاک از طریق جدول (۱۳) محاسبه نماید.

جدول ۱۳- متوسط نیاز فسفوری جو دیم بر اساس آزمون خاک

فسفر اولیه خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	میزان پنتاکسید فسفر مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	سوپرفسفات تریپل مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)
۹	۷	۱۵
۸	۱۴	۳۰
۷	۲۱	۴۵
۶	۲۸	۶۰
۵	۳۵	۷۵
۴	۴۲	۹۰

#### زمان و نحوه مصرف کودهای فسفوری

مقادیر توصیه شده در جداول (۹-۱۲) برای کاربرد خاکی به روش پخش سطحی پیشنهاد شده است. توصیه بر این است که تمام کود فسفوری قبل از کاشت جو و یا همزمان

با کاشت بذر مصرف گردد. مصرف فسفر در این دوره 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 فسفوری با دستگاه بذرکار-کودکار، در زیربذر به فاصله ۵ تا ۱۰ سانتی متر قرار گیرد. در کل مصرف کودهای فسفوری به صورت نواری نسبت به روش دستپاش و یا پخش سطحی از اولویت بیشتری برخوردار است، ضمن اینکه مقدار کود مصرف شده به ۷۵ تا ۵۰ درصد مقدار محاسبه شده برای پخش سطحی کاهش می‌یابد. این میزان بستگی به مقدار فسفر قابل استفاده خاک دارد. در مقادیر خیلی کم تا کم فسفر (جدول ۸) در خاک کاربرد نواری نسبت به پخش سطحی ارجحیت دارد و سبب کاهش ۵۰ درصدی مقدار توصیه کود به روش پخش سطحی می‌گردد. در مقادیر متوسط تا بالای فسفر (جدول ۸) تفاوت چندانی بین دو روش در کاربرد کود توصیه شده وجود ندارد. چنانچه این روش به دلیل عدم وجود تجهیزات کافی عملی نباشد می‌توان کود فسفوری را در سطح خاک پخش کرده و با دیسک در عمق خاک قرار داد. در صورت کاربرد کود همزمان با بذر می‌بایست دقت شود که میزان مصرف از ۶۰ کیلوگرم بیشتر نباشد.

در زمان داشت جو می‌توان از منابع دیگری از کودهای فسفوری محلول در آب استفاده نمود. این منابع می‌توانند همراه با آب آبیاری (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 می‌باشد. در این مراحل در مجموع ۵ تا ۱۰ کیلوگرم از کودهای محلول در آب حاوی فسفر زیاد به صورت کود آبیاری و همچنین در همین مراحل رشد استفاده از منابع کودی که حاوی مقادیر زیادی فسفر می‌باشند به صورت محلولپاشی ۵-۲/۵ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد.

از کودهای میکروگرانول فسفوری می‌توان در ردیف کاشت بذر استفاده کرد. این روش کاربرد به نام پاپ-آپ<sup>۱</sup> مشهور است. به این صورت که دستگاه بذر کار همزمان با

---

۱- pop-up



کاشت بذر در ردیف کشت، کود را نیز در همان ردیف درست کنار بذر جایگذاری می کند. این روش با روش کاربرد نواری که کود با فاصله از بذر (در زیر و کنار بذر) قرار می گیرد متفاوت است. مقدار مصرف کود در این روش به دلیل احتمال سوختگی برای گیاهچه کمتر از روش های دیگر مصرف کودهای فسفوری در خاک است.

### ۳-۱-۳- توصیه مصرف پتاسیم

برای بدست آوردن یک عملکرد مطلوب تأمین عنصر پتاسیم برای جو ضروری است. با توجه به مصرف بی رویه کودهای نیتروژنی و فسفردار و مصرف اندک کودهای پتاسیمی، در بسیاری از موارد مقدار برداشت پتاسیم از خاک بیش از سرعت آزادسازی این عنصر از کانی ها می باشد. کمبود پتاسیم در خاک های با بافت سبک و شنی بیشتر متداول است. گیاه جو در مرحله ساقه رفتن بیشتر از سایر مراحل به پتاسیم احتیاج دارد. در این مرحله روزانه ۳/۵ تا ۸ کیلوگرم در هر هکتار پتاسیم جذب می نماید. مصرف کودهای پتاسیمی این نیاز را جبران می کند. به علاوه، گاه جو منبع با ارزشی است که حدود ۸۵ درصد از پتاسیم جذب شده توسط گیاه در ترکیب آن قرار می گیرد. پتاسیم مقاومت گیاه را در برابر آفات و بیماری ها و صدمات ناشی از تنش های سرمایی افزایش می دهد. این عنصر سبب افزایش بازدهی استفاده از کودهای نیتروژنی نیز می شود.

### انواع کودهای پتاسیمی

از انواع متداول کودهای پتاسیمی می توان به سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم به ترتیب با ۵۰ و ۶۰ درصد پتاسیم ( $K_2O$ ) اشاره نمود. در بسیاری از موارد بین سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم تفاوتی از لحاظ اثر بخشی وجود ندارد. تنها در شرایط کشت جو در خاکهای شور کاربرد کود کلرید پتاسیم توصیه نمی شود. ملاحظیات مربوط به کاربرد کودهای پتاسیمی در شرایط شور در بخش مربوطه در این راهنما ارائه شده است. کودهای پتاسیمی با بنیان سولفات نیز وجود دارند که به راحتی در آب قابل حل بوده و برای کاربرد

در آب آبیاری در مراحل از رشد 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 پتاسیم قابل استفاده در خاک ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است. به عبارت دیگر در صورتی که مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک کمتر از ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک باشد احتمال پاسخ به کاربرد کود افزایش می یابد و در مقادیر بالاتر از ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به احتمال زیاد پاسخی از مصرف کود پتاسیمی در خاک مشاهده نمی شود. با این حال کاربرد پتاسیم به صورت کود آبیاری به ویژه برای دستیابی به عملکردهای بالا حتی در شرایطی که پتاسیم در خاک کافی به نظر می رسد توصیه می گردد. در جدول (۱۴) گروه بندی آزمون خاک برای پتاسیم قابل استفاده آورده شده است.

جدول ۱۴- گروه بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت جو

پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)				
>۲۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰-۱۵۰	<۱۰۰	
زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	عنوان گروه
بدون پاسخ	کمتر از ۵۰ درصد	۷۵-۵۰	۱۰۰-۷۵	احتمال پاسخ به مصرف کود (درصد)

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 ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم باشد دو راه کار برای کوددهی وجود دارد

الف: اگر سیستم زراعی فشرده وجود داشته و زارع علاقمند باشد میزان پتاسیم خاک از کمترین حد یعنی ۱۵۰ 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 می شود سالانه کود پتاسیمی مصرف نماید. به این راه کار، استراتژی نگهداشت می گویند

ب: در صورتی که زارع از توان اقتصادی خوبی برخوردار است می توان از محدوده ۱۵۰ میلی گرم تا ۲۰۰ میلی گرم پتاسیم قابل استفاده در هر کیلوگرم خاک، کود پتاسیمی را تا ۱۰۰ کیلو گرم  $K_2O$  در هکتار (۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) مصرف کرد. در این راه کار که به استراتژی ذخیره پتاسیم در خاک معروف است، پتاسیم در خاک ذخیره می شود و مقدار پتاسیم در خاک در حد بالا باقی می ماند.

میزان کاربرد کودهای پتاسیمی بسته به نوع و زمان مصرف متفاوت است. در جدول های (۱۵) تا (۱۷) مقدار مصرف کود سولفات پتاسیم در خاک به روش پخش سطحی برای دستیابی به عملکردهای مورد انتظار در سطوح مختلف پتاسیم قابل استفاده خاک آورده شده است. در صورت کاربرد کود به صورت نواری در کنار بذر مقادیر توصیه شده به نصف کاهش می یابد.

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

جدول ۱۵- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای کمتر از ۱۰۰-۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۲۷۰	۲۵۰	۲۳۰	۲۱۰	۱۹۰
گرم و خشک	۲۶۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰
معتدل	۲۷۰	۲۵۰	۲۳۰	۲۱۰	۱۹۰
سرد	۲۸۰	۲۶۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰

جدول ۱۶- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای ۱۵۰-۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	گروه های عملکرد پتانسیل (تن)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰
گرم و خشک	۱۹۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۳۰	۱۱۰
معتدل	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰
سرد	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۳۰

جدول ۱۷- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای ۲۰۰-۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	گروه های عملکرد پتانسیل (تن)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰
گرم و خشک	۱۱۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰
معتدل	۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰
سرد	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰

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 می شود. در صورتی که پتاسیم موجود در خاک برای رفع نیاز گیاه کافی نباشد و کود پتاسیمی نیز قبل از کاشت مصرف نشده باشد، مصرف سرک کلرید پتاسیم در یک نوبت در مراحل اولیه رشد جو توصیه می گردد. برای افزایش کارایی کود پتاسیمی می توان این کود را با دستگاه بذر کار- کود کار 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 انتهای پنجه زنی و اواسط ساقه دهی استفاده از کودهای قابل حل در آب که حاوی مقادیر مناسبی پتاسیم باشند به مقدار ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می شود. همچنین محلول پاشی کودهای حاوی این عنصر در همین مراحل رشد به مقدار ۲-۳ 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 کود آبیاری 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.

### ۳-۱-۴ توصیه کاربرد عناصر کم مصرف

کمبود عناصر غذایی کم مصرف معمولاً در خاک‌های سبک و درشت بافت (شنی)، خاک‌های آهکی و خاک‌های با ماده آلی کم اتفاق می‌افتد. مشخص شده است که از اراضی تحت کشت جو ۳۷ درصد دچار کمبود شدید آهن، ۴۰ درصد دچار کمبود شدید روی، ۲۵ درصد دچار کمبود منگنز و ۲۴ 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 می‌گذارد. کاربرد این عناصر به ویژه روی و آهن سبب افزایش غلظت آنها در دانه شده که به دنبال آن آرد تولیدی از ارزش غذایی بالاتری برخوردار خواهد بود. با مصرف بهینه کود به ویژه سولفات روی، ضمن کاهش اسید فیتیک و افزایش غلظت عناصر غذایی، نسبت مولی اسید فیتیک به روی که معیاری برای قابلیت جذب عناصر غذایی مهم در بدن انسان می‌باشد نیز کاهش می‌یابد.

### انواع کودهای حاوی عناصر کم مصرف

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

### مقدار، زمان و نحوه کاربرد کودهای حاوی عناصر کم مصرف

در جدول (۱۸) گروه‌بندی غلظت عناصر غذایی کم مصرف در خاک برای دست‌یابی به تولید مطلوب جو آورده شده است. این جدول نشان می‌دهد که هر چه غلظت عنصر

غذایی در خاک پایین تر باشد احتمال اینکه با مصرف کود عملکرد جو افزایش یابد بیشتر خواهد بود.

جدول ۱۸- 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
خیلی کم	کمتر از ۵۰	<۰/۲۵	<۲/۵	<۳
کم	۵۰-۷۵	۰/۲۵-۰/۵	۲/۵-۵	۳-۶
متوسط	۷۵-۱۰۰	۰/۵-۱/۰	۵-۷/۵	۶-۱۰
زیاد	بدون پاسخ	>۱/۰	>۷/۵	>۱۰

\* 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 ۳ تا ۴ 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 نمی گردد. محلول پاشی این عناصر از منابع کودی سولفاتمانند سولفات آهن و روی با غلظت ۵-۷ 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 سبکترین آهن به میزان ۱۰-۱۵ 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 و منگنز به میزان ۲۵-۴۰ 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 ظرفشویی به غلظت ۰/۲ در هزار (۲۰۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب) اضافه گردد. این کار باعث کاهش نیروی کشش سطحی آب شده و در نتیجه قطرات آب حالت پخشیده به خود گرفته و سطح تماس برگ با ذرات کودی افزایش یافته و در نتیجه میزان جذب برگگی افزایش 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 با غلظت مربوطه تهیه و در قطعه کوچکی از مزرعه برگپاشی انجام گیرد. در صورت عدم ظهور علائم برگ سوزی پس از سه روز در گیاه در تمام سطح مزرعه برگپاشی انجام شود.
  - در اراضی شور از کود میکروی کامل بدون بر استفاده شود.
  - برای غنی سازی بذر کودهای حاوی عناصر کم مصرف در مراحل مختلف پنجه زنی، ساقه دهی و حتی شیرینی شدن دانه را می‌توان محلولپاشی نمود.

### ۳-۲- کاربرد ماده آلی در تولید جو

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است و میزان کربن آلی در بیش از ۶۰ درصد از اراضی زیر کشت کمتر از ۱ درصد و در بخش قابل توجهی از آن کمتر از ۰/۵ درصد می‌باشد. چنین وضعیتی در خاک‌های کشورهای شور بی تردید توان تولید خاکها را محدود کرده و دستیابی به اهداف افزایش تولید و پایداری آن را دشوار می‌نماید. بررسی‌ها نشان داده است که به ازای افزایش هر گرم کربن آلی در کیلوگرم خاک (معادل ۰/۱ درصد یا ۳ تن در هکتار) عملکرد دانه جو به طور میانگین ۲۸۶ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد. افزون بر این با افزایش کربن آلی از محدودیت خاک‌های شور (قابلیت هدایت الکتریکی



حداکثر تا ۱۰/۵ دسی زیمنس بر متر) و سبک (میزان رس کمتر از ۱۵ درصد) بر عملکرد 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 خاک است، شاخص مناسبی برای باروری آن به شمار می آید که حاصل بر همکنش فرایندهای فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی خاک است. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانه سازی و وضعیت تخلخل، نفوذ پذیری آب را در خاک بهبود بخشیده و قدرت نگهداری آب را نیز در خاک افزایش می دهد. از طرف دیگر مواد آلی در اثر معدنی شدن، مقدار قابل توجهی از عناصر غذائی پر مصرف و کم مصرف را در خاک آزاد نموده و به تغذیه متعادل گیاه کمک زیادی می نماید.

منابع تامین مواد آلی دارای تنوع زیادی است و شامل انواع کودهای حیوانی، کمپوست حاصل از بقایای محصولات کشاورزی نظیر شاخه و برگ گیاهان، سبوس برنج و کلش جو، ضایعات نیشکر و پسته، ضایعات کارخانه های قند، چای خشک کنی، چوب و کاغذ و کشت و صنعت های تولید قارچ خوراکی، کمپوست حاصل از تخمیر زباله ها و فاضلاب شهری، پودر استخوان و سایر مواد قابل تجزیه گیاهی و حیوانی است که علاوه بر اصلاح نسبت کربن به نیتروژن، غلظت عناصر غذایی مورد استفاده گیاهان زراعی را در خاک افزایش می دهند. 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 نماید. در زیر واژه هایی که در ارتباط با مواد آلی خاک قرار دارند تعریف شده اند.

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

**ماده آلی:** به انواع مختلف ترکیبات کربنی موجود در باقی مانده گیاهی و یا جانوری که در مراحل مختلف تجزیه قرار دارند ماده آلی گفته 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 ۱۰ درصد و ماده آلی بیش از ۲۵ درصد). کودهای آلی می بایست حاوی مقادیر کافی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باشند تا به عنوان کود شناخته شوند (میزان عناصر غذایی N، P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> و K<sub>2</sub>O به صورت مجموع یا منفرد بیشتر از ۵ 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.

**محرك های رشد آلی:** به ترکیباتی گفته می شود که از طرقی غیر از تأمین عناصر غذایی و یا کاهش آفات و عوامل بیماریزا موجب بهبود رشد گیاه می گردند این مواد می تواند

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

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

**اسید هیومیک:** اسید هیومیک از تجزیه جزئی ترکیبات آلی آرومانیک که از منشاء گیاهان خشکی زی است تشکیل شده و از مواد تیره رنگ بی شکل که محصول نهایی فعالیت باکتریها و برخی آنزیمهاست بوجود می آید. این اسید در محیطهای قلیایی محلول بوده و در محیطهای خیلی اسیدی رسوب می نماید.

**اسید فولویک:** اسید فولویک مولکولهای طبیعی هستند که از فعالیت میکروبیهای مفید بر 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 گروه های عامل آمینی نیز می باشد. حدود ۲۰ نوع اسید آمینه به عنوان واحدهای سازنده مولکولی بسیاری از گیاهان و حیوانات تا کنون شناخته شده است.

### ۳-۲-۱- مصرف کودهای آلی در زراعت جو

میزان مصرف کود آلی بستگی به درجه پوسیدگی، نسبت کربن به نیتروژن و نوع آن دارد. کود گاوی کمپوست شده (پوسیده) با درجه رسیدگی بالا در خاکی که میزان کربن آلی آن کمتر از یک درصد می باشد ۲۰-۱۵ تن در هکتار توصیه می شود. کود گاوی تازه ۱۵-۱۰ تن در هکتار و کود مرغی ۱۰-۵ تن در هکتار. از کودهای کمپوست

زباله شهری نیز می توان استفاده کرد. مهمترین مساله در انتخاب نوع و مقدار کود آلی قیمت این نهاده می باشد که در هنگام مصرف مد نظر قرار می گیرد.

اگر کود آلی نپوسیده باشد بهتر است چند ماه جلوتر با خاک مخلوط و با اعمال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کافی داشته باشد می توان همزمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق موثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود.

کود های آلی گرانوله معمولاً به علت داشتن عناصر غذایی بیشتر و حالت گرانوله بودن به میزان ۶۰۰-۳۰۰ کیلو گرم در هکتار مصرف می شوند.

نشان داده شده است که با مصرف کودهای آلی می توان از میزان مصرف کودهای شیمیایی کاست. میزان جایگزینی کودهای شیمیایی در اثر مصرف کودهای آلی بسته به نوع عنصر غذایی و میزان آن در خاک بین ۲۵ تا ۳۵ درصد گزارش شده است.

### ۳-۲-۲- تناوب زراعی و کود سبز

از آنجا که عملکرد گیاهان زراعی ناشی از برآیند اثرات فیزیکی، بیولوژیکی و مدیریتی سیستمهای زراعی است، انتخاب یک تناوب مناسب با تأکید بر جنبه های حفاظت محیط زیست برای هر منطقه شرط اصلی افزایش بهره وری در دراز مدت خواهد بود. تناوب، کشت گیاهان مختلف با ویژگیهای متفاوت در توالی یکدیگر می باشد. در میان سیستمهای زراعی، تناوب، نقش بسیار مهمی را در کشاورزی پایدار ایفا می کند. انتخاب تناوب زراعی صحیح، به دلیل بهبود حاصلخیزی و کیفیت خاک، افزایش مواد آلی خاک، کاهش بیماریها، آفات و علفهای هرز و کاهش فرسایش باعث افزایش تولید می شود.

یکی از راههای افزایش ماده آلی خاک استفاده از کود سبز در تناوب زراعی می باشد. منظور از کود سبز، شخم زدن گیاه و افزودن آن به خاک پس از رشد کافی و بدون برداشت محصول است. اثر کود سبز بر خصوصیات فیزیکی خاک همانند کود حیوانی می

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 غذایی 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 می تواند 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 چغندر قند، 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 سیب زمینی) 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 نمی شود، 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 می گردانند. هرچه درصد مواد خشبی کود سبز بیشتر و نیتروژن آن کمتر باشد، می بایستی با فاصله زمانی طولانی تری از کاشت جو به خاک برگردانده شود. در صورتی که از گیاهانی مثل یونجه یا شبدر بعنوان کود سبز استفاده می شود می بایستی 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 ۳ تا ۴ 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 غذایی از خاک شده و ممکن است رشد و عملکرد محصول بعدی را کاهش دهد. چرای دام یا یک برداشت مختصر علوفه از کود سبز هنگامی 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 می بخشد از جایگاه ویژه ای 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 ۱۰۰ کیلوگرم از میزان کود ازتی مصرفی کاست.

### ۳-۲-۳- کاربرد اسید های هیومیک و محرک های رشد گیاه

اسیدهای هیومیک تاثیر بسزایی در بهبود شرایط شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی 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.

### ۳-۳- 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 می شوند. انواع متفاوتی از کودهای زیستی امروزه در دنیا معرفی شده است که توسط زارعین برای کشت غلات بویژه جو مورد استفاده قرار می گیرد.

### ۳-۳-۱- 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 می دهند.

مکانیسم های مستقیم شامل تثبیت بیولوژیک نیتروژن، حلالیت فسفاتهای نامحلول، تولید تنظیم کننده های 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 خصوصیات 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 عموماً 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:

##### ۱- 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



در مکان مناسب تمیزی ( دور از نور مستقیم خورشید و ترجیحا هوای سرد و خشک ) نگهداری می‌شوند. نگهداری بذور در این شرایط بیش از ۲۴ ساعت توصیه نمی‌شود. مقدار زیستی مایع مصرفی بستگی به میزان و نوع بذر دارد. در مورد جو به ازای هر یک کیلوگرم بذر کاربرد ۳۰ میلی لیتر از مایه تلقیح مایع توصیه می‌گردد. نتایج آزمایشات اخیر انجام شده در موسسه تحقیقات خاک و آب نشان داده است کاربرد کود زیستی ویژه جو (فلاویت) به مقدار یک لیتر در هکتار می‌تواند بطور متوسط سبب افزایش عملکرد جو تا ۱۰ درصد گردد.

#### ۲- 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 می‌شود. بنابراین با توجه به سطح سبز مزرعه، مقدار کود بیولوژیک مصرفی متفاوت خواهد بود. در روش محلول پاشی، به لحاظ اقتصادی قطعا می‌بایستی کود مورد نظر رقیق گردد. بر اساس جمعیت میکروارگانیزم موثر موجود در کود رقیق سازی تا صد بار نیز مجاز می‌باشد. بهتر است از کودهای بیولوژیک با جمعیت پایه ۱۰<sup>۷</sup> 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 کرده اند و در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجود ندارد؛ ولی عموماً تولیدکننده ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرارداده و یا مصرف کننده را به استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می کنند.

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

برای چسبناک کردن بذور از مواد متعددی استفاده میشود. محلول ۴۰ درصد صمغ عربی، ۲۰ درصد شکر، ۴ درصد متیل اتیل سلولز نمونه ای از این مواد می باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسار مهم می باشد چرا که اگر ماده چسباننده بیش از نیاز اضافه گردد موجب چسبیدن بذر ها به یکدیگر شده و در حالتی که کمتر از نیاز اضافه گردد مقدار کود اندکی را بر روی خود جای خواهد داد. در مورد جو کاربرد ۲۰-۳۰ میلی لیتر محلول چسباننده و حدود ۳۰ گرم مایه تلقیح پودری توصیه می گردد.

### ۳-۲-۳- کودهای زیستی حاوی باکتری های اکسید کننده گوگرد

گوگرد از عناصری است که در خاک وجود داشته ولی فرم قابل جذب آن بصورت سولفات می باشد. گوگرد در کمیت و کیفیت محصول اثر داشته و همچنین در اصلاح خاکهای شور و قلیایی کاربرد دارد. افزودن گوگرد به خاکها غالباً بدلیل اکسیداسیون کند این عنصر چاره ساز نبوده و لازم است با کاربرد باکتریهای اکسید کننده گوگرد بویژه تیوباسیلوس سرعت بیشتری یابد. این باکتریها قادرند با اکسید کردن گوگرد عنصری افزوده شده به خاک، سبب قابل جذب شدن آن برای گیاه شوند. از طرف دیگر این

اکسیداسیون سبب کاهش موضعی اسیدیته خاک شده و قابلیت جذب عناصری مانند فسفر، روی، آهن و مس را افزایش می دهد. مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس عموماً به شکل پودری تهیه می شود و به ازای ۵۰ کیلوگرم گوگرد باید یک کیلوگرم مایه تلقیح تیوباسیلوس و قبل از کشت مصرف نمود. اخیراً پالایشگاه گاز خانگیران اقدام به تولید گوگرد بنتونیتی پاستیلی به فرم عدس نموده است که به سرعت در خاک پخشیده میشود و از کارایی بالاتری نسبت به سایر فرم های گوگرد برخوردار است.

#### ۴- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش های محیطی

##### ۴-۱- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط خاک های شور

##### ۴-۱-۱- برخی تعاریف

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

**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 می باشد. سدیم به عنوان یک عنصر مضر در خاک قلمداد می شود 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 می شود. واحد سدیم تبادلی خاک «درصد» می باشد.

**واکنش خاک (pH):** واکنش خاک شاخصی است که میزان اسیدی یا بازی بودن خاک را نشان می دهد. این شاخص در خاک اشباع شده (گل اشباع) اندازه گیری می شود 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 می‌شود که ECe عصاره اشباع خاک بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) در ۲۵ درجه سانتیگراد و درصد سدیم تبادل (ESP) آن کمتر از ۱۵ باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاکها معمولاً از ۸/۵ کمتر است.

**خاک سدیمی:** خاکی است که در آن شوری عصاره اشباع خاک (ECe) کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) و درصد سدیم تبادل آن بیشتر از ۱۵ باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاکها از ۸/۵ بیشتر است.

**خاک شور و سدیمی:** به خاکی گفته می‌شود که در آن میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) و درصد سدیم تبادل (ESP) آن بیشتر از ۱۵ باشد. خلاصه مطالب بیان شده در جدول (۱۹) ارائه شده است.

جدول ۱۹- طبقه‌بندی کیفی خاکها از نظر شوری و سدیمی بودن در کشاورزی

سدیمی	شور و سدیمی	شور	غیرشور	ویژگیهای عصاره اشباع خاک
<۴	>۴	>۴	<۴	شوری ( $\text{ECe}(\text{dS.m}^{-1})$ )
>۱۵	>۱۵	<۱۵	<۱۵	درصد سدیم تبادل ESP
>۸/۵	<۸/۵	<۸/۵	<۸/۵	اسیدیته یا واکنش pH

#### ۴-۱-۲- اصلاح خاک‌های شور

به طور خلاصه اصلاح و بهسازی خاک و اراضی با محدودیت شوری و سدیمی شامل زهکشی اراضی، شستشوی نمک‌های منطقه رشد ریشه‌ها (آبشویی) و انجام عملیاتی که همواره مقدار یون‌های 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 (۲۰) 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 می باشد، لیکن لازم به ذکر است که برای اصلاح خاکها، آب آبهوئی 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 می توان برای آبهوئی خاک استفاده نمود. روش های عملی اصلاح خاک های شور به طور اختصار عبارتند از:

**الف) شستشوی خاک:** بایستی شستشوی خاک حتی الامکان با آب مناسب به روش متناوب (در چند نوبت) می باشد تا که شوری خاک به کمتر از ۶ دسی زیمنس بر متر (برای کشت جو) کاهش یابد. از دیگر سو بایستی عملیات آبهوئی خاک با هدف حفظ وضعیت شوری و جلوگیری از تجمع نمکها نیز بایستی مداوماً انجام گیرد که در جدول (۲۰) آمده است.

جدول ۲۰- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت جو

شرح اصلاح خاک	مقدار شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)
نیاز به آبهوئی ندارد.	< ۶
آبیاری اول سنگین انجام شود.	۶/۰ - ۷/۵
آبیاری اول و دوم سنگین انجام شود.	۷/۶ - ۹/۵
یک نوبت آبیاری قبل از کشت و آبیاری اول و دوم سنگین* انجام شود.	۹/۶ - ۱۳/۰
یک نوبت آبیاری بسیار سنگین قبل از کشت و آبیاری اول و دوم سنگین انجام شود.	۱۳/۱ - ۲۰/۰
با در دست داشتن نتیجه آزمایش آب با کارشناس مربوطه مذاکره نماید.	> ۲۰

\* یک نوبت آبیاری سنگین معادل ۱۰۰۰ مترمکعب آب در هکتار می باشد.

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

ه) 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 آبشویی 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 می باشد که بایستی با مشورت متخصصین امر انجام شود.

#### ۴-۱-۳- 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 ۷ دسی زیمنس بر متر مقدار نیتروژن معادل مصرف در شرایط غیر شور می باشد. در خاکهای با شوری بین ۱۲-۷ دسی زیمنس بر متر، مقدار ۳۰ درصد به میزان توصیه کود نیتروژنی مصرفی براساس مقادیر کربن آلی افزوده می شود. ولی در شوری های خاک بالاتر از ۱۲ دسی زیمنس بر متر خاک از مقدار توصیه کود نیتروژنی ۳۰ 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 گاه می گردد. بطور کلی کودهای نیتروژنه در خاک های سبک (شنی) سه یا چهار بار و در خاک های سنگین (رسی) دو تا سه بار در مراحل قبل از کاشت، بعد از پنجه زنی کامل، مراحل اولیه ساقه رفتن و ظهور خوشه مصرف می شود. در خاک های متوسط و سنگین یک نوبت قبل از کشت، سپس در مرحله پنجه دهی و نوبت سوم در مرحله ساقه رفتن مصرف می شود. در شرایطی که مصرف کود نیتروژنی با ماشین آلات به دلیل بلندی بوته های 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 می شود بنابراین توصیه می شود در خاک های سبک بافت، شروع مصرف کود نیتروژنی قبل از آبیاری نوبت دوم باشد و بقیه کود بطور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند. در خاک های متوسط و سنگین بافت، مصرف ۵۰ تا ۷۰ 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  $ECe < 8$  ۴ دسی زیمنس بر متر مصرف فسفر تا ۲۰ درصد بیشتر و در شوری های 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 ۷ دسی زیمنس بر متر برابر توصیه مصرف در شرایط غیر شور و در شوری تا  $ECe < 13$  ۷ دسی زیمنس بر متر مصرف بیشتر پتاسیم به میزان ۳۰ درصد بیشتر پتاسیم توصیه می شود.

مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف به صورت محلول پاشی همانند شرایط غیر شور توصیه می گردد. ولی مصرف خاکی کود سولفات روی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار برای شرایط شور بسیار مطلوب خواهد بود.

#### ۴-۲- مدیریت تغذیه گیاه جو در شرایط تنش خشکی

آب به عنوان یکی از اساسی ترین نیازهای حیاتی گیاه در هنگام اولویت بندی عوامل مؤثر بر رشد گیاه چه از نظر کمیت و چه از نظر کیفیت در درجه اول اهمیت قرار می گیرد. تنش رطوبتی یکی از مهم ترین تنش هایی است که ممکن است گیاه در طول دوره رشد خود با آن مواجه گردد. آرمانی ترین شرایط از نظر رطوبتی برای اکثر گیاهان زراعی حفظ رطوبت خاک در دامنه حد ظرفیت مزرعه (FC) تا حد تخلیه رطوبتی خاک یعنی ۵۰ درصد آب سهل الوصول می باشد. گیاه جو با فرار از خشکی و یا ایجاد مقاومت در برابر خشکی می تواند بر تنش رطوبتی فائق آید. در ایران بخش عمده رشد گیاه در طول پاییز و بعد از سرمای زمستان که زمان نزول بیشترین بارندگی است، رخ می دهد. جوی که قبل از ماههای خشک و گرم برداشت می گردد، از این طریق از خشکی فرار می کند. با این حال، رطوبت کم و درجه حرارت بالا، به عنوان عوامل محدود کننده تولید جو محسوب می گردند. سیستم ریشه گسترده جو، این گیاه را قادر می سازد تا رطوبت مورد نیاز خود را از بخشهای مختلف خاک به دست آورد. اگر نقطه رشد گیاه سالم مانده باشد، با بهبود شرایط رطوبتی خاک، گیاه مجدداً رشد خود را از سر خواهد گرفت، اما با کاهش عملکرد مواجه خواهد شد. در جدول (۲۱) علایم و نشانه های خسارت خشکی در مراحل مختلف رشد در گیاه جو نشان داده شده است.



جدول ۲۱- اثرات تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو جو

مرحله نمو 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، روزه‌ها از حساسیت کافی برخوردار نبوده و ممکن است در بحرانی‌ترین شرایط از نظر کم آبی نیز به-طور 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 نتیجه‌گیری نمود که مصرف تجملی پتاسیم و افزایش غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک تا حدی که منجر به ایجاد اثرات متقابل منفی (Antagonistic) برای سایر عناصر غذایی نظیر کلسیم و منیزیم در خاک نگردد، وضعیتی مفید برای مقابله با تنش خشکی به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، عناصر 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)<sup>۱</sup>، افزایش مواد آلی خاک می‌باشد. در همه گروههای بافت خاک، هنگامی که میزان ماده آلی خاک، ۳-۱ درصد افزایش می‌یابد، ظرفیت آب قابل دسترس خاک تقریباً دو برابر می‌شود و هنگامی که مقدار افزایش آن به ۴ درصد می‌رسد، بیش از ۶۰ درصد ظرفیت نگهداری آب خاک را به خود اختصاص می‌دهد. ماده آلی حجم خاک را نیز افزایش می‌دهد، به طوری که ظرفیت آب قابل دسترس خاک در واحد عمق خاک افزایش می‌یابد. همچنین افزایش ماده آلی، نفوذپذیری، زه‌کشی و تهویه خاک را نیز بهبود می‌بخشد. نشان داده شده است که در منطقه ایران مرکزی (اصفهان) که یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور می‌باشد، افزودن ۱۰۰-۵۰ تن ماده آلی به هر هکتار خاک می‌تواند در کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش نفوذپذیری آب در خاک مؤثر بوده و خصوصیات فیزیکی خاک را برای تولید پایدار مهیا می‌نماید.

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

---

۱ - 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 زمین‌های زراعی وسیع مهم می‌باشند چون به فعال کردن میکروارگانیزم‌های موجود در خاک کمک زیادی می‌کنند. میکرو هومات‌ها در مناطق کم آب و نسبتاً خشک به گیاه کمک می‌کنند تا طول دوران رشد زیادتری را داشته باشد. به علاوه مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردد. از اینها گذشته مولکول‌های فولویک اسید (بخش ریز مولکول هیومیک اسید) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند، با پیوند شدن به مولکول‌های آب، تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند.

برای به حداقل رساندن تأثیر خشکسالی، لازم است خاک، آب باران را به همان اندازه که ممکن است برای استفاده گیاه در آینده مورد نیاز باشد، جذب نماید تا ریشه‌های گیاه اجازه نفوذ و تکثیر یابند. لذا رطوبت خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی محدود کننده برای رشد محصول است. ظرفیت خاک برای حفظ و انتشار آب به طیف گسترده‌ای از عوامل مانند بافت خاک، عمق خاک، معماری خاک (ساختار فیزیکی از جمله منافذ)، مقدار ماده آلی و فعالیت‌های بیولوژیکی بستگی دارد. با این حال، مدیریت مناسب خاک می‌تواند این ظرفیت را بهبود بخشد. روش‌های افزایش رطوبت خاک را می‌توان در سه گروه طبقه بندی کرد: (۱) روش‌هایی که نفوذ آب در خاک را افزایش می‌دهند، (۲) روش‌هایی که مربوط به مدیریت تبخیر از سطح خاک است و (۳) 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.

#### ۴-۳- مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش سرما

شدت خسارت یخبندان یا سرمای زیر صفر درجه در محصولات می‌مانند 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.

علائم 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، علائم 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 هنگامی که دمای خاک به حدود  $12^{\circ}\text{C}$  - 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 شیبه‌های رو به شمال شدیدتر می‌باشد. در مجموع می‌توان گفت دماهای پایین می‌تواند به بخشهای مختلف گیاه اعم از برگ‌ها، گره‌ها و ساقه‌ها صدمه وارد نماید. در ابتدای خسارت سرمازدگی، برگ‌ها تیره رنگ می‌شوند و به نظر می‌رسد که در اثر جذب آب خیس شده‌اند. 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<sup>۱</sup> 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 کرک‌های ریز می‌باشد و در نهایت رنگ آن تبدیل به سفید قهوای و ظاهر خوشه چروکیده خواهد شد. در حالی که یک خوشه سالم دارای رنگ نسبتاً سفید تا متمایل به سبز و ظاهر شاداب می‌باشد. اصولاً گیاهان سرما زده بر خلاف گیاهان سالم نمی‌توانند به‌طور طبیعی رشد نمایند، برگ‌های آنها رنگ پریده شده و مزرعه ظاهر زرد و خشبی پیدا می‌کند.

هنگامی که 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 حالی که رنگ آنها هنوز زرد مایل به سبز است. ۲۴ ساعت بعد از سرمازدگی، این نشانه‌ها با یک ذره بین دستی قابل مشاهده است. در چنین شرایطی مقدار دانه‌ها

---

۱ - Growing point

کم، دانه‌ها چروکیده، دارای وزن و ظرفیت پروتئین پایین می‌باشند. علاوه بر این یخبندان به پنجه‌ها 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 (۲۲) میزان خسارت سرمازدگی را هنگامی که گیاه بیش از ۲ ساعت در معرض دمای پایین قرار گرفته است را نشان می‌دهد.

جدول ۲۲- مرحله رشد جو و میزان خسارت سرمازدگی

تأثیر بر عملکرد	علائم سرمازدگی	دما (درجه سانتیگراد)	مرحله رشد
کم تا متوسط	زرد شدن و سوختن برگ‌ها	-۱۱	پنجه زدن
متوسط تا زیاد	سوختن برگ‌ها/ از بین رفتن نقطه رشد	-۴/۴	ساقه رفتن
عمدتاً زیاد	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها	-۲/۲	آبستنی
زیاد	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها/ سفید و بی رنگ شدن خوشه و برگ‌ها	-۱/۱	خوشه رفتن
زیاد	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها/ سفید و بی رنگ شدن خوشه و برگ‌ها	-۱/۱	به گل رفتن
عمدتاً زیاد	بی رنگ شدن خوشه‌ها، کوچک، چروکیده، کم رنگ و ناصاف شدن دانه‌ها	-۲/۲	شیری شدن
کم تا متوسط	دانه‌ها بی‌رنگ و چروکیده	-۲/۲	سفت شدن



شکل ۱۳- خوشه سرمازده در جو- یخبندان موجب رنگ زرد و ظاهر نمناک پوسته دانه‌ها در خوشه شده است.



شکل ۱۴- خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه جو- ممکن است همه گلچه ها همزمان دچار سرمازدگی نشوند.

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

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

از طرفی با افزایش مواد آلی محلول از قبیل قندها و 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 سرمای بیانجامد. اسیدهای آمینه که حاوی پتاسیم نیز باشند در این بین موثرترند. هیومیک اسید نیز با سازوکارهایی می تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود. مکانیسم نخست مربوط می شود به افزایش فعالیت میکروارگانیزم های خاک که خودبخود سبب گرم شدن خاک در اطراف ریشه می شود. اگرچه چرخش شیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند و بطئی است، اما همین چرخش کند هم می تواند تا حدودی گرمای ریشه را به قسمتهای هوایی منتقل کند. دومین سازوکار مربوط می شود به حفظ بیشتر رطوبت خاک که بدلیل بالا بودن گرمای ویژه آب مقدار کالری بیشتری در درون خاک ذخیره می شود. در طول روز آفتاب به سطح زمین می تابد و آن را گرم می کند و در شب خاک خشک به سرعت گرما را از دست می دهد. اما خاک مرطوب که مقدار بیشتری کالری ذخیره کرده است آهسته تر خنک می شود، در نتیجه احتمال سرمازدگی کاهش می یابد. سومین ساز و کار هیومیک اسید برای مقابله با سرمازدگی این است که رنگ تیره ای به خاک می دهد و در نتیجه انرژی خورشیدی بیشتر به خاک جذب می شود. 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 می کنند.

## ۵- 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 غذایی 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 در خاکهای 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 ۳۰ 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.

#### ۵-۱- کاربرد نیتروژن

مصرف نیتروژن در طول رشد گیاه در سیستم کشت به صورت بی خاکورزی و یا خاکورزی حداقل در حالتی که بخشی (حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد) از بقایای گیاهی کشت قبلی در سطح مزرعه باقی مانده است، با دو هدف عمده به شرح زیر صورت می‌گیرد.

۱- 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 می‌شوند و درصدی از کربن موجود در بقایا که توسط ریزجانداران قابل تجزیه است، صورت می‌گیرد. از آنجا که نسبت کربن به نیتروژن در بقایای کلش برخی گیاهان زراعی (به جز کلش برنج که حدود ۱۲۰ بوده و در شرایط معمول و به دلیل ترکیب خاص خود نسبت به تجزیه میکروبی مقاومتر است) نظیر جو و ذرت دانه ای حدود ۶۰ تا ۸۰ 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 ۳۵ کیلوگرم در هکتار اوره، و برای بقایای ذرت، مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره، بقایای پنبه و آفتابگردان مقدار ۲۵ 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 ۲۰ 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 می‌گیرد. به عنوان مثال در صورتی که میانگین مقدار کاه و کلش جمع آوری شده از سطح یک متر مربع از مزرعه ای ۰/۲ کیلوگرم باشد، در این صورت میزان کاه و کلش موجود در سطح یک هکتار ۲ تن خواهد بود. در این شرایط میزان اوره مورد نیاز جهت پوسیدن بقایا و جلوگیری از بروز مشکل برای گیاه از نظر تغذیه نیتروژن، ۷۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود. نحوه

مصرف نیز به اینگونه است که ۴۰ تا ۵۰ درصد نیتروژن محاسبه شده همزمان با کشت در سطح مزرعه توزیع و آبیاری صورت می‌گیرد و مابقی در دو نوبت به همراه مصرف سرک نیتروژن به سرجمع کود مورد نیاز در هر نوبت سرک اضافه می‌شود.

با توجه به اینکه نسبت کربن به نیتروژن در کلش غلات زیاد است بهتر است به ازای هر تن کلش که به خاک اضافه می‌شود ۲۰-۳۰ کیلو گرم کود اوره به همراه آن مصرف شود. مقدار نیتروژن اضافی بایستی بیش از ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (معادل حدود ۹۰ 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 ۵ تا ۱۰ سال مقدار نیتروژن مصرفی کاهش خواهد یافت. مصرف شش تن کلش قابل مقایسه با ۲۵ تن کود حیوانی می‌باشد.

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

#### الف- بی‌خاکورزی (کشت مستقیم):

۲۰ 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 ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد در این صورت ۲۰ درصد این مقدار، معادل ۸۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله به طریق جایگذاری مصرف گردد.

مصرف نیتروژن همزمان و یا قبل از آبیاری نوبت سوم (تقسیم اول) به میزان ۲۵ درصد نیتروژن یا اوره کل برآورد شده برای دوره رشد. به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده بر حسب اوره ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد، در این صورت ۲۵ درصد آن معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله مصرف گردد.

مصرف ۲۵ 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 برگگی). به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده بر حسب اوره ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد، در این صورت ۲۵ درصد آن معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله مصرف گردد.

مصرف مابقی نیتروژن (۳۰ درصد) در مرحله قبل از گلدهی گیاه به طور مثال برای جو در مرحله متورم شدن ساقه و یا همزمان با ظهور خوشه (تقسیم 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 ۴ ساعت باشد، ۲ ساعت آبیاری بدون کود انجام شود و در زمان باقی مانده (۲ 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 ۳۵ 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 و یا اوایل فروردین ماه) در شرایطی که جو در اواخر مرحله پنجه‌زنی و یا تکمیل آن است، ۳۰ 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 ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد. در این حالت ۳۰ درصد این مقدار یعنی ۶۰ 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 (۴۶ درصد) مقدار ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود. برای سایر زراعتها در مرحله رشد رویشی گیاه نوبت سرک دوم بر اساس درصد فوق مصرف می‌شود.

مصرف مابقی نیتروژن (۳۵ درصد) در مرحله متورم شدن ساقه جو و یا همزمان با ظهور خوشه و یا قبل از مرحله گلدهی گیاه می‌باشد.

مناسبتین نوع کود نیتروژنه برای مناطق دیم نیترات آمونیم است. در شرایط کشت با سیستم بی‌خاک‌ورزی، مصرف مقدار ۸۰ کیلوگرم نیترات آمونیم یا در صورت عدم دسترسی به نیترات آمونیم مقدار ۶۵ کیلوگرم اوره بصورت جایگذاری در زیر و کنار بذر همزمان با کشت توصیه می‌شود. در بهار و هنگام انتظار بارندگی نیز مقدار ۸۰ کیلوگرم نیترات آمونیم و یا ۶۵ کیلوگرم اوره بصورت سرک در سطح مزرعه توزیع گردد.

نیتروژن مورد نیاز برای پوسیدن کاه و کلش: در این حالت مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره یا ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیم به ازای هر تن کلش مورد نیاز می‌باشد که ۵۰ 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.

#### ۵-۲- کاربرد فسفر

**الف- کشت مستقیم (بی خاکورزی):** در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد. در خاکهای با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی‌گرم فسفر قابل جذب کمتر از حد فوق (۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار و در خاکهای با بافت سبک مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم توسط دستگاه کارنده در زیر و کنار بذرجایگذاری می‌شود. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در این صورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود.

**ب- کم خاکورزی:** در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد. در خاکهای با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی‌گرم کمتر از حد فوق (۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار و در خاکهای نسبتاً سبک بافت مقدار ۲۰ 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، ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در این صورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز ۱۵۰ 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 ادوات کم خاکورزی امکان کشت مکانیزه وجود دارد در این حالت نیز از روش جایگذاری کود استفاده شود. بدیهی است میزان کود

فسفاتی مورد نیاز به جای مقادیر فوق همان مقادیر اشاره شده در روش بی خاکورزی (بند الف) مصرف گردد.

با توجه به حد بحرانی فسفر خاک در مناطق دیم (حدود ۹ میلی گرم بر کیلوگرم)، به ازای هر یک میلی گرم فسفر قابل جذب کمتر از مقدار فوق، میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و یا فسفات آمونیم به روش جایگذاری مصرف گردد. در صورتی که آزمایش خاک انجام نشده باشد مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و یا فسفات آمونیم به صورت جایگذاری مصرف گردد.

### ۵-۳- کاربرد پتاسیم

**الف - کشت مستقیم (بی خاکورزی):** در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از ۲۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، به ازای هر واحد کمتر از مقدار فوق در خاکهای با بافت متوسط، میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلرور پتاسیم) مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلرور پتاسیم) توسط دستگاه کارنده، زیر و کنار بذر جایگذاری گردد.

**ب- کم خاکورزی:** در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از ۲۸۰ میلی گرم 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 ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار ۲۴۰ 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.

#### ۵-۴- 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 حداقل بین مرحله ساقه دهی و ظهور خوشه با غلظت ۵ در هزار عناصر کم مصرف و ۵ در هزار اوره در هکتار (مجموعاً ۱۰ 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.

#### ۶-۴- کاربرد کودهای بیولوژیک:

بذر مال و یا تلقیح بذر با ترکیبات حامل نیتروژنوباکتر ( تثبیت کننده های آزادی 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:

- ۱- اسدی، فاطمه و زهرا خادمی. ۱۳۹۱. تنش ها و راهکارهای مدیریتی در جو. نشریه فنی شماره ۵۲۲. موسسه تحقیقات خاک و آب.



- ۲- پیمانی، ناصر. ۱۳۸۰. راهنمای تشخیص علائم کمبود و مسمومیت عناصر غذایی در گندم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
- ۳- خادمی، زهرا و فاطمه اسدی. ۱۳۹۰. مدیریت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مراحل مختلف رشد گندم. نشریه شماره ۵۰۳. موسسه تحقیقات خاک و آب
- ۴- خادمی، زهرا، پرویز مهاجر میلانی، محمد رضا بلالی، محمد سعید درودی و محمدجعفر ملکوتی. ۱۳۸۲. بهینه‌سازی توصیه کود برای تعدادی از محصولات استراتژیک با استفاده از مدل کامپیوتری- جو، گندم، ذرت، چغندر قند، سیب‌زمینی، سویا، کلزا، پنبه، آفتابگردان، هلو، سیب و مرکبات- (دو جلد). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۳۸۶ صفحه. شماره ۸۴/۱۰۳۶. تهران، ایران.
- ۵- سماوات، سعید، محمد مهدی طهرانی، کامبیز بازرگان و مجید بصیرت. ۱۳۹۲. دستورالعمل نحوه بررسی مواد آلی. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۶- شهابی، علی اصغر. ۱۳۸۹. دستورالعمل کاربردی مدیریت تغذیه گندم در سیستم‌های کشت مستقیم (بی خاکورزی) و خاکورزی حداقل. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- ۷- شهابی، علی اصغر. ۱۳۹۰. دستورالعمل کاربردی چگونگی استفاده از کودهای پر مصرف و کم مصرف در زراعت گندم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- ۸- فیضی محمد و پرویز مهاجر میلانی. ۱۳۸۳. بهینه سازی مصرف کودهای نیتروژنه، فسفاتی و پتاسیمی در شرایط شور برای گندم. در: روش‌های نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات). ویراستار: محمدجعفر ملکوتی، زهرا خادمی و زهرا خوگر. صفحه ۴۸۵-۴۶۵. دفتر طرح خود کفایی گندم، وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.
- ۹- کشاورز، پیمان. ۱۳۷۸. راهنمای مزرعه ای برای تشخیص علائم کمبود عناصر

- غذایی در گندم. نشریه فنی شماره ۵۶، مؤسسه تحقیقات خاک و آب
- ۱۰- لطف الهی، محمد. ۱۳۷۹. چگونه کیفیت گندم را بالا ببریم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی
- ۱۱- ملکوتی، محمد جعفر و محمد مهدی طهرانی. ۱۳۸۴. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. چاپ سوم، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۲- ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۷۹. تغذیه متعادل گندم. نشر آموزش کشاورزی
- ۱۳- ملکوتی، محمد جعفر، فرهاد مشیری و محمد نبی غیبی. ۱۳۸۴. حد مطلوب عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش اول: محصولات زراعی). نشریه فنی شماره ۴۰۵. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا، تهران، ایران.
- ۱۴- مهاجر میلانی پرویز، و پرهام جواهری. ۱۳۷۹. برآورد آب مورد نیاز خاک‌های شور ایران. نشر آموزش کشاورزی، ۱۰۳ صفحه. کرج، ایران.
- ۱۵- مهاجر میلانی، پرویز، رضا وکیل و سعید سعادت. ۱۳۷۸. تغذیه گندم در شرایط شور استان قم. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. مجله علوم خاک و آب. ویژه‌نامه گندم، جلد ۱۲ شماره ۶، صفحه ۱۹۶-۱۸۷. تهران، ایران.
- ۱۶- مهاجر میلانی، پرویز. ۱۳۸۵. مدیریت مصرف بهینه کود در شرایط شور. نشریه فنی شماره ۸۵/۱۲۸۶ مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

**پیوست:**

**جدول پیوست ۱- تقویم کوددهی جو منطبق بر مراحل فنولوژیکی**

شیری یا خمیری شدن دانه ها	دانه بندی	قبل از ظهور خوشه	ساقه دهی	تکمیل پنجه زنی	شروع پنجه زنی	دومین آبیاری	قبل از کاشت	مراحل فنولوژیکی نوع کود
محلولپاشی	محلولپاشی		۳۰ درصد توصیه شده	۳۰ درصد توصیه شده		۳۰ درصد توصیه شده		کوددهی نیتروژن
							۱۰۰ درصد توصیه ترجیحا به صورت نواری	کوددهی فسفره
							۱۰۰ درصد توصیه ترجیحا به صورت نواری	کوددهی پتاسه
	محلول پاشی	محلول پاشی		محلول پاشی	محلول پاشی			۲۰-۲۰-۲۰
								۳۰-۱۰-۱۰
								۱۲-۱۲-۳۶
								۱۲-۳-۴۳
								یا سولفات پتاسیم کامل
			محلول پاشی			همراه با آب آبیاری		محلول در آب
			محلول پاشی	محلول پاشی			بصورت تیمار بذر مال	کودهای حاوی عناصر
							توسط دیسک با خاک مخلوط شود	ریزمغذی
							قبل از کشت با بذر مخلوط شود	کودهای آلی
		همراه با آب آبیاری	محلول پاشی			همراه با آب آبیاری		کودهای زیستی
					محلول پاشی			اسید هیومیک
								اسید آمینه
				محلول پاشی				عصاره جلبکهای دریایی

جدول پیوست ۲- ضرایب تبدیل برای عناصر غذایی در کودهای مختلف

از این فرم	ضرب در این عدد	برای رسیدن به این فرم / یا از این فرم	ضرب در این عدد	برای رسیدن به این فرم
NO <sub>۳</sub>	۰,۲۲۶	N	۴,۴۲۷	NO <sub>۳</sub>
NH <sub>۳</sub>	۰,۸۲۰	N	۱,۲۱۶	NH <sub>۳</sub>
NH <sub>۴</sub>	۰,۷۷۶	N	۱,۲۸۸	NH <sub>۴</sub>
CO(NH <sub>۲</sub> ) <sub>۲</sub> -urea	۰,۴۶۳	N	۲,۱۶۰	CO(NH <sub>۲</sub> ) <sub>۲</sub> -urea
(NH <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub> SO <sub>۴</sub>	۰,۲۱۲	N	۴,۷۱۶	(NH <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub> SO <sub>۴</sub>
NH <sub>۴</sub> NO <sub>۳</sub>	۰,۳۵۰	N	۲,۸۵۷	NH <sub>۴</sub> NO <sub>۳</sub>
P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	۰,۴۳۶	P	۲,۲۹۱	P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>
Ca <sub>۳</sub> (PO <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub>	۰,۴۵۸	P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	۲,۱۸۲	Ca <sub>۳</sub> (PO <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub>
K <sub>۲</sub> O	۰,۸۳۰	K	۱,۲۰۵	K <sub>۲</sub> O
KCl	۰,۶۳۲	K <sub>۲</sub> O	۱,۵۸۰	KCl
KCl	۰,۵۲۵	K	۱,۹۰۵	KCl
ZnSO <sub>۴</sub> · H <sub>۲</sub> O	۰,۳۶۰	Zn	۲,۷۷۸	ZnSO <sub>۴</sub> · H <sub>۲</sub> O
ZnSO <sub>۴</sub> · ۷ H <sub>۲</sub> O	۰,۲۳۰	Zn	۴,۳۴۸	ZnSO <sub>۴</sub> · ۷ H <sub>۲</sub> O
SO <sub>۲</sub>	۰,۵۰۱	S	۱,۹۹۷	SO <sub>۲</sub>
SO <sub>۴</sub>	۰,۳۳۴	S	۲,۹۹۶	SO <sub>۴</sub>
MgSO <sub>۴</sub>	۰,۲۶۷	S	۳,۷۵۰	MgSO <sub>۴</sub>
MgSO <sub>۴</sub> · H <sub>۲</sub> O	۰,۲۳۰	S	۴,۳۱۰	MgSO <sub>۴</sub> · H <sub>۲</sub> O
MgSO <sub>۴</sub> · ۷ H <sub>۲</sub> O	۰,۱۳۰	S	۷,۶۸۰	MgSO <sub>۴</sub> · ۷ H <sub>۲</sub> O
(NH <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub> SO <sub>۴</sub>	۰,۲۵۰	S	۳,۹۹۵	(NH <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub> SO <sub>۴</sub>
SiO <sub>۲</sub>	۰,۴۶۸	Si	۲,۱۳۹	SiO <sub>۲</sub>
CaSiO <sub>۳</sub>	۰,۲۴۲	Si	۴,۱۳۵	CaSiO <sub>۳</sub>
MgSiO <sub>۳</sub>	۰,۲۸۰	Si	۳,۵۷۴	MgSiO <sub>۳</sub>
MgO	۰,۶۰۳	Mg	۱,۶۵۸	MgO
MgO	۲,۹۸۶	MgSO <sub>۴</sub>	۰,۳۳۵	MgO
MgO	۳,۴۳۲	MgSO <sub>۴</sub> · H <sub>۲</sub> O	۰,۲۹۰	MgO

۱۶۲ / راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه جو

MgO	۶,۲۵۰	MgSO <sub>۴</sub> · ۷ H <sub>۲</sub> O	۰,۱۶۰	MgO
MgO	۲,۰۹۱	MgCO <sub>۳</sub>	۰,۴۷۸	MgO
CaO	۰,۷۱۵	Ca	۱,۳۹۹	CaO
CaCO <sub>۳</sub>	۰,۵۶۰	CaO	۱,۷۸۰	CaCO <sub>۳</sub>
CaCl <sub>۲</sub>	۰,۳۵۸	Ca	۲,۷۹۴	CaCl <sub>۲</sub>
CaSO <sub>۴</sub>	۰,۲۹۴	Ca	۳,۳۹۷	CaSO <sub>۴</sub>
Ca <sub>۳</sub> (PO <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub>	۰,۳۸۸	Ca	۲,۵۸۰	Ca <sub>۳</sub> (PO <sub>۴</sub> ) <sub>۲</sub>
FeSO <sub>۴</sub>	۰,۳۶۸	Fe	۲,۷۲۰	FeSO <sub>۴</sub>
MnSO <sub>۴</sub>	۰,۳۶۴	Mn	۲,۷۴۸	MnSO <sub>۴</sub>