

## **فصل هفتم**

### **دستورالعمل تغذیه گندم آبی و دیم**

**تهیه و تدوین:**

**موسسه تحقیقات خاک و آب**

**دفتر محصولات اساسی، غلات، حبوبات، و نباتات علوفه ای**

در راستای افزایش تولید در واحد سطح، در کنار استفاده از ارقام پرمحصول، اعمال سایر عملیات به‌زرایی به ویژه مدیریت بهینه مصرف کود و آب از ضروریات می باشد تا بتوان به اهداف برنامه نائل آمد. بدیهی است تولیدکنندگان موفق گندم بایستی مدیریت کودهای مزرعه خود را طوری تنظیم نمایند تا گیاه دچار کمبود و یا سمیت نشده و علاوه بر آن، درصد پروتئین و غلظت عناصر ریزمغذی در دانه و کاه افزایش یابد تا علاوه بر تأمین کالری مورد نیاز، قدمی نیز در جهت سلامتی جامعه برداشته شود.

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.

در همین راستا دستورالعمل حاضر برای نیل به اهداف کمی برنامه پنجم توسعه در تولید گندم در کنار حفظ پایداری در تولید و ارتقای سطح سلامت جامعه تنظیم شده است.

## 1- آبیاری گندم

با توجه به قرار گرفتن قسمت اعظم کشور ایران در ناحیه خشک و نیمه خشک و همچنین طولانی بودن دوره رشد گندم، تامین به موقع و کافی آب در طول دوره رشد، اهمیت بسزایی دارد. در راستای سیاست های تولید پایدار، نقش تامین آب کافی و همچنین مدیریت و برنامه ریزی آبیاری و به دنبال آن افزایش بهره وری آب یکی از استراتژیهای مهم به شمار می رود. اولین قدم در این زراعت برقراری تناسب بین سطح زیر کشت با مقدار آب قابل دسترس می باشد. از این رو شناخت از وضعیت کمی و کیفی منابع آب و بدنبال آن تعیین سطح زیر کشت با حفظ تولید اقتصادی و افزایش بهره وری آب ضروری می باشد.

با عنایت به یافته های تحقیقاتی و همچنین تحلیل اطلاعات منابع آب، اقلیم، خاک و گیاه، محصولات رقیب، سیستم آبیاری و سناریوهای برنامه ریزی آبیاری و نظرات کارشناسی میزان هیدرومدول مناسب آبیاری (لیتر در ثانیه در هکتار) انتخاب و متعاقبا سطح زیر کشت تعیین گردد. برای این منظور نیاز است اطلاعات مربوط به نیاز آبی واقعی گیاه در طول دوره رشد، راندمان آبیاری، برنامه ریزی دور و مقدار آب آبیاری برای هر منطقه بدست آید. در شرایط حاضر با استفاده از داده های اقلیمی و منابع علمی

موجود (نتایج تحقیقات - کتاب برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور- سند ملی آب کشور) نیاز آبی گندم و برنامه ریزی آبیاری قابل برآورد می باشد.

### جدول 1- اثرات تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو گندم

مرحله نمو گندم	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
گلدھی	عدم تلقیح گلها و کاهش تعداد دانه در سنبله
شیری شدن دانه	چروک و لاغر بودن دانه‌ها و کاهش وزن هزار دانه

### 2- تغذیه متعادل گندم

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، تولید مداوم یک محصول سبب کاهش مقدار عناصر غذایی در خاک می‌گردد. باید در نظر داشت که تولید 4/5 تن دانه و 7/5 تن کلش گندم در هر هکتار باعث برداشت 144 کیلوگرم نیتروژن (N)، 25 کیلوگرم فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) و 137 کیلوگرم پتاسیم (K<sub>2</sub>O) می‌گردد. در طول زمان، کاهش تجمعی این عناصر سبب کاهش تولید و عملکرد گندم، کاهش حاصلخیزی خاک 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 انسان می‌گردد. از این رو برقراری تعادل در میزان مطلق و نسبی مصرف عناصر غذایی برای پایداری در تولید و حفظ حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست و در نهایت حرکت در راستای کشاورزی پایدار الزامی است. تغذیه متعادل گندم علاوه بر افزایش مقاومت گیاه نسبت به آفات و بیماریها، به دلیل افزایش غلظت عناصر مفید در دانه گندم سبب کاهش بخشی از بیماریها و نارساییهای بهداشتی و ارتقای سلامت جامعه خواهد شد.

در ارتباط با برنامه بهینه سازی مصرف کودها، اقدامات متعددی از قبیل ایجاد تعادل بین مقادیر مصرف انواع کودهای اصلی (نیتروژنه، فسفاتنه و پتاسیمی) از طریق تغییر نحوه مصرف کودهای نیتروژنه،

کاهش مصرف کودهای فسفاته و توصیه افزایش مصرف کودهای پتاسیمی براساس نتایج تحقیقاتی صورت گرفته است. ضمناً با توجه به ضرورت ارتقاء و بهبود سلامتی جامعه مصرف انواعی دیگر از کودها تحت عنوان ریزمغذی‌ها که رفع کمبود آنها ارتباط تنگاتنگی با سلامتی انسان دارد، مرسوم شده است. ریزمغذی‌ها شامل کودهای میان مصرف (مانند انواع کودهای گوگردی، سولفات منیزیم) و کودهای میکرو (نظیر سولفات روی، سولفات آهن، سولفات مس، سولفات منگنز و اسیدبوریک) هستند، که هر کدام از آنها نقش بسزایی را در تولید محصول از نظر کمی و کیفی و یا برقراری ایجاد تعادل در میزان مصرف سایر کودها دارند.

## 1-2- شناخت کمبود عناصر غذایی

شناخت کمبود عناصر غذایی برای کشت گندم 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 گندم نیز یکی دیگر از این روش ها می باشد. گندم 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 گندم همت گمارد.

گروهی از عناصر شیمیایی تحت عنوان عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر کم مصرف یا ریزمغذی‌ها مانند آهن، روی، مس، منگنز، بر و مولیبدن مورد نیاز گیاه می باشند. گونه‌های مختلف گیاهان نیازمندی‌های غذایی متفاوتی دارند. همچنین قابلیت جذب عناصر غذایی در بین واریته‌های مختلف یک گیاه نیز متفاوت است. با این حال کمبود برخی از عناصر مانند پتاسیم در شرایطی بدون بروز علائم می‌تواند سبب کاهش قابل توجهی در عملکرد و تولید محصول گردند که به این پدیده گرسنگی پنهان گفته می‌شود. کمبود و یا مسمومیت بعضی از عناصر هم ممکن است 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 پرچم‌ها) تحت شرایط انجماد یا خشکی بوده‌اند.

به طور کلی آزمایش‌های بعدی و یا تجزیه خاک و برگ برای تشخیص این تنش ها از یکدیگر ضروری است. اگر تشخیص کمبود یا مسمومیت عنصر غذایی از طریق 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 می شود که می‌تواند به عنوان یکی از روش های کلی تعیین عناصر مورد نظر در رفع کمبودها به کار رود.

## 1-1-2- علایم کمبود عناصر پرمصرف

**کمبود نیتروژن:** کمبود نیتروژن معمول ترین و گسترده ترین کمبود عناصر غذایی در غلات دانه ریز است (شکل 2). گیاهان مبتلا به کمبود نیتروژن رنگ پریده و زرد هستند. علایم اختصاصی کمبود نیتروژن ابتدا در مسن ترین برگ ها ظاهر می شود، در حالی که برگ های جوان نسبتاً سبز باقی می ماند. برگ های مسن تر نسبت به برگ های جوانتر کم رنگ تر شده و کلروز (زرد شدن برگ) ایجاد می گردد، که این کلروز تدریجاً در قاعده برگ به رنگ سبز روشن تبدیل خواهد شد. در مزرعه علایم، تقریباً همیشه به صورت قطعاتی به رنگ سبز روشن یا زرد ظاهر می گردند که در ادامه رشد گیاه کاهش یافته و ساقه ها نازک می شوند.

**کمبود فسفر:** مشخص ترین نشانه کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد رویشی گندم، کاهش توانایی رشد و تعداد پنجه است. گیاهان مبتلا به کمبود فسفر به رنگ سبز تیره و برگ های مسن در نوک و لبه ها به رنگ ارغوانی مایل به قرمز تغییر رنگ می یابند (شکل 3). کلروز از نوک برگ پیر شروع شده و به طرف قاعده برگ گسترش می یابد، ولی قاعده برگ مانند سایر قسمت های گیاه سبز تیره باقی می ماند. برگ های گندم مبتلا به کمبود فسفر دچار پیچیدگی شده و بعضی اوقات برگ های پیر، به دور برگ های جوانتر پیچ می خورند. گیاهان کوتاه مانده و ارتفاع بوته ها کاهش می یابند. کمبود فسفر، سبب تأخیر و نامنظمی در رسیدگی دانه و تولید خوشه های کوچک می شود.

**کمبود پتاسیم:** علایم اختصاصی کمبود پتاسیم در گندم همیشه در برگ های پیر ظاهر می گردد. تحت شرایط کمبود پتاسیم، زرد شدن و نکروزه شدن نوک و حاشیه برگ های پیر مشاهده می شود (شکل 4). در نتیجه گسترش این بافت نکروزه، بافت سبزرنگی به شکل پیکان در قاعده تا مرکز برگ باقی می ماند. در شرایط کمبود شدید پتاسیم این علائم به برگ های جوان نیز منتقل می گردد. **گیاهانی که شدیداً مبتلا به کمبود پتاسیم می شوند، ظاهری مشابه گیاهان دچار تنش خشکی را پیدا می کنند.**

**کمبود گوگرد:** از آنجایی که گوگرد در تشکیل کلروفیل گیاهان نیز دخالت دارد، لذا علایم کمبود آن در گندم شبیه کلروز ناشی از کمبود نیتروژن (زردی عمومی برگ) است (شکل 5). با این حال کمبود گوگرد بر خلاف کمبود نیتروژن بیشتر در برگ های جوان دیده می شود. کمبود شدید گوگرد موجب عدم تشکیل خوشه می گردد.

**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 6). 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، برگ‌ها زرد شده و کوچک می شوند. کمبود منیزیم در مزرعه گندم عمومیت نداشته و بیشتر در خاک‌های سبک شنی مشاهده می شود.

## 2-1-2- علائم کمبود عناصر کم مصرف

**کمبود روی:** علائم کمبود روی در گندم به طور معمول ابتدا در برگ‌های میانی مشاهده می شود. گرچه ممکن است در بعضی از بوته‌ها علائم به طور همزمان در برگ‌های پیر و میانی ظاهر گردند (شکل 7). علائم اولیه. تغییر رنگ از سبز طبیعی و سالم به سبز برنزی کدر بوده که عموماً در وسط برگ‌ها ظاهر می‌شوند. در این قسمت برگ، لکه‌هایی به صورت سوختگی و علائم تنش خشکی ظاهر شده که از یک نقطه کوچک نکروزه سریعاً گسترش می‌یابد، 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 می شوند. علائم کمبود روی در خاک‌های سبک و در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.

**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 می شوند (شکل 8). در کمبود آهن تفاوت بین رنگ سبز برگ‌های پیر و زردی برگ‌های جوان مشخص تر از سایر عناصر نسبتاً غیرمتحرک است. حالت زردی ناشی از کمبود آهن به صورت کلروز نواری و مشاهده نوارهای سبز و زرد متناوب در امتداد رگبرگ اصلی ایجاد می‌شود. این نوارها نسبت به کمبود منیزیم و منگنز منظم تر هستند. در حالت کمبود شدید آهن، برگ‌های جوان زرد کم رنگ و سفید می‌شوند. در شرایط کمبود آهن، گیاهان کاملاً ایستاده هستند در حالی که در کمبود منگنز گیاهان حالت افتاده و تاخوردگی دارند. در مزرعه کمبود آهن غالباً در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.

**کمبود منگنز:** علائم کمبود منگنز در گندم ابتدا در برگ‌های جوان آشکار می شوند که در مقایسه با برگ‌های پیر ظاهری زرد و پژمرده پیدا می‌کنند (شکل 9). سپس لکه و نوارهای برنزی کم رنگی در قاعده جوان ترین برگ‌ها که کاملاً باز شده است ظاهر می گردد 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 می توان در خاک‌های آهکی مشاهده نمود. در مقایسه با سرسبزی گندم سالم، گندم مبتلا به کمبود منگنز ظاهری رنگ پریده و افتاده‌تر دارد.

**کمبود مس:** اولین نشانه ظاهری کمبود مس در گندم پژمردگی گیاه است که در اوایل پنجه دهی، حتی اگر رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه باشد، پیش می‌آید (شکل 10). اگر کمبود شدید باشد تاثیر آن روی میزان رشد پنجه‌ها تعیین کننده است. گیاهان در اثر کمبود مس رنگ روشن‌تری دارند. سوختگی نوک برگ‌های جوان اولین نشانه مشخص کمبود مس است. این حالت به طور ناگهانی باعث خشک شدن

و پیچ خوردگی انتهای پهنک برگ شده و در مواقعی تا نصف طول برگ را فرا می‌گیرد، ولی قسمت پایین برگ تا زمان پیری طبیعی آن به رنگ سبز باقی می‌ماند.

**کمبود بر:** اولین نشانه کمبود بر، ترک خوردگی برگ‌های 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 می‌شوند (شکل 11). عقیم شدن گل‌ها نیز از علائم مشخص کمبود بر است. در مواردی کل خوشه عقیم می‌شود، پرچم‌ها باز شده و تخمدان رشد نمی‌کند. ضمناً کمبود بر به کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی و خشک شدن دانه‌ها منجر می‌شود.



شکل 3- کمبود فسفر



شکل 2- کمبود نیتروژن



شکل 4- کمبود پتاسیم



شکل 5- کمبود گوگرد



شکل 6- کمبود منیزیم





شکل 8- کمبود آهن



شکل 7- کمبود روی



شکل 9- کمبود منگنز



شکل 11- کمبود بر



شکل 10- کمبود مس

### 3-1-2- آزمون خاک

با آزمون خاک قبل از کشت مشخص خواهد شد که چه عناصری برای رشد کافی گندم در طول فصل زراعی مورد نیاز خواهد بود. به عبارت دیگر، آزمون خاک به منظور تعیین مقدار عناصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک انجام می‌گیرد. از این طریق و بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان توصیه کودی



مناسب را انجام داد. آزمون خاک روشی سریع، کم خرج و دقیق بوده که با انجام آن می‌توان توصیه کودی صحیح را اریه کرد. برنامه آزمون خاک شامل:

- نمونه‌برداری صحیح از خاک که بیشتر توسط زارعین انجام 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 10 تا 15 هکتار مزرعه با خاک یکنواخت، یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی تهیه می‌کنند. بدین منظور یک مسیر مارپیچ در مزرعه در نظر می‌گیرند. در طی مسیر، حدود 7 الی 10 نمونه برداشت می‌کنند و پس از مخلوط کردن، یک کیلوگرم از آن را به آزمایشگاه می‌فرستند. عمق نمونه‌برداری در حدود 30 سانتیمتری خاک سطحی است که غالباً عمق منطقه گسترش ریشه گندم در خاک می‌باشد.

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

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

- قبل از نمونه‌برداری باید کاملاً اطمینان حاصل شود که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی و یا شیمیایی و یا بقایای گیاهی نباشد.

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

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

- به طور کلی بهترین موقع نمونه‌برداری از خاک در مورد نباتات زراعی، قبل از کشت نبات است.

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

در جدول 2 دسته‌بندی غلظت عناصر غذایی در خاک برای دستیابی به تولید مطلوب گندم آورده شده است. این جدول نشان می‌دهد که هر چه غلظت عنصر غذایی در خاک پایین‌تر باشد احتمال اینکه با مصرف کود عملکرد گندم افزایش یابد بیشتر خواهد بود.

#### جدول 2- دسته بندی غلظت عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک برای کشت گندم

عنصر غذایی قابل استفاده						عملکرد نسبی با	دسته
مس	منگنز	آهن	روی	پتاسیم	فسفر	مصرف عنصر غذایی (درصد)*	
-	<3	<2/5	<0/25	<100	<5	کمتر از 50	خیلی کم
<0/25	3-6	2/5-5	0/25-0/5	100-150	5-10	50-75	کم
0/25-0/5	6-10	5-7/5	0/5-1/0	150-200	10-15	75-100	متوسط
>0/5	>10	>7/5	>1/0	>200	>15	بدون پاسخ	زیاد

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

#### 4-1-2- تجزیه گیاه

تجزیه گیاه یکی از راه‌های شناخت کمبود و توصیه مصرف عناصر غذایی محسوب می‌شود. اگر کمبود عناصر غذایی در ابتدای رشد تشخیص داده شود امکان اصلاح وجود داشته و عملکرد و کیفیت محصول از دست نخواهد رفت. تجزیه گیاه تنها کمبود و یا بیش بود عناصر غذایی را نشان 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 جانشین آزمون خاک شود ولی هنگامی که در کنار آزمون خاک انجام گیرد می‌تواند در جهت تکمیل توصیه کودی مؤثر واقع شود. تجزیه گیاه پس از توصیه و مصرف کود می‌تواند نشان دهد که تا چه حد مصرف کود مؤثر واقع شده است. غلظت عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گندم متفاوت است. در ادامه محدوده مقدار مطلوب عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گندم آورده شده است.

## 2-2- نیاز غذایی گندم

### 2-2-1- نیتروژن

نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. گندم معمولاً در دوره رشد خود احتیاج زیادی به نیتروژن قابل جذب دارد. تنظیم و تطبیق برنامه کود پاشی نیتروژن (سرک دهی) براساس مراحل رشد گندم، اهمیت علمی و عملی زیادی دارد. جذب نیتروژن از مرحله نشایی آغاز شده و در مراحل گلدهی به حداکثر می‌رسد. چهار مرحله اساسی در رشد گندم شامل 1- پنجه دهی، 2- طول شدن ساقه، 3- خوشه دهی، و 4- رسیدگی می باشد که تأمین نیتروژن مورد نیاز در این مراحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

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

1- گیاه گندم اگر در تاریخ کاشت مناسب کاشته شود بطور معمول قبل از خواب زمستانه، جوانه زده و تولید پنجه می کند. مقدار ماده خشک تولید شده کم بوده و نیاز نیتروژنه آن نیز کم می باشد. اما نیاز به مصرف نیتروژن برای استقرار خوب و تولید پنجه‌های قوی ضروری است.

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

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

4- بطور متوسط بسته به وضعیت حاصلخیزی خاک در این مرحله حدود 25 تا 50 کیلوگرم ازت خالص توصیه می‌شود.

### مصرف کود نیتروژنی

معمولترین کود نیتروژنه موجود برای کشت گندم، کود اوره حاوی 46 درصد نیتروژن خالص می‌باشد. به دلیل پویایی کود اوره، مصرف آن قبل از کشت و یا در زمان‌های رشد به صورت سرک و یا در آب آبیاری توصیه می‌گردد. با توجه به حلالیت فراوان اوره بایستی مصرف آن به صورت تقسیم صورت گیرد. در خاک‌های با بافت ریز (سنگین)، یک سوم نیتروژن در مرحله کشت، یک سوم در مرحله

پنجه‌زنی و یک سوم در مرحله ساقه روی مصرف می‌شود. در خاکهای با بافت شنی و درشت (سبک) بهتر است نیتروژن در چهار مرحله قبل از کشت، پنجه‌زنی، تشکیل ساقه و گلدهی مصرف شود. کود سولفات آمونیوم (حاوی 20 درصد ازت و 24 درصد سولفات) نیز یکی دیگر از کودهای حاوی نیتروژن می‌باشد که به ویژه در مناطق سرد در بهار می‌تواند به عنوان کود سرک برای گندم استفاده شود. این کود به دلیل داشتن سولفات می‌تواند بخشی از نیاز گیاه به گوگرد را نیز برطرف نماید.

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

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

$$\text{مقدار کود سولفات آمونیوم} = 2/2 \times \text{مقدار کود اوره}$$

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

به منظور افزایش کیفیت دانه گندم به ویژه افزایش پروتئین آن، مدیریت مصرف نیتروژن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. جذب نیتروژن توسط گندم در اواخر دوره رشد می‌تواند به افزایش پروتئین دانه گندم منجر شود. مصرف خاکی کودهای نیتروژنی در اواخر فصل رشد گندم با مشکلاتی همراه است. با این حال بهترین روش برای کاربرد کودهای نیتروژنی در این زمان محلولپاشی می‌باشد. بدین منظور در طول 7 روز پس از 50 درصد گلدهی گندم، محلولپاشی کود سولفات آمونیوم و یا اوره به میزان 4 تا 8 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد. محلولپاشی کود نیتروژنی در این مرحله را می‌توان به صورت توأم با مصرف سم برای مبارزه با سن گندم انجام داد.

## 2-2-2- فسفر

کمبود فسفر می‌تواند به علت کمی فسفر بومی خاک و یا کوددهی کم فسفر باشد. pH پائین (در خاکهای اسیدی) و یا pH بالا (در خاکهای قلیائی و آهکی) و خاک سرد جذب فسفر را کاهش می‌دهد. کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد گندم پتانسیل عملکرد را کم می‌کند. مراحل اولیه رشد حدود 5 تا 6 هفته اول می‌باشد و توصیه بر این است که فسفر کافی در این مرحله در اختیار ریشه گیاه قرار گیرد. حدود 15٪ از کل فسفر جذب شده توسط گندم در دو هفته اول رشد گندم صورت می‌گیرد. این مقدار کم است ولی تاثیر زیادی در دستیابی به عملکرد مطلوب دارد. میزان فسفر ذخیره شده در خاک بیشتر در مراحل بعدی رشد گندم مورد استفاده قرار می‌گیرند و کمبود فسفر در انتهای رشد تاثیر کمی

روی تولید محصول گندم دارد. پنجه‌های کافی و قوی نقش اساسی در افزایش تولید گندم دارند و فسفر نقش بارزی در تولید پنجه‌های قوی دارد.

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 گندم دارد. pH خاک از مهمترین عوامل حلالیت و فراهمی فسفر در خاک می‌باشد. برای افزایش کارایی مصرف کود فسفردار نکات زیر می‌باید مدنظر قرار گیرد

الف: مصرف کود فسفوری 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 10 تا 30 درصد فسفر مصرف شده، جذب گیاه گندم می‌شود و باقیمانده آن به صورت غیرقابل جذب در می‌آید. بنابراین کودهای فسفردار دارای اثرات باقیمانده برای کشت محصول بعدی می‌باشند. نتایج تحقیقات نشان داده است که در سیستم‌های تناوب زراعی گندم-ذرت-گندم، در صورتی که برای کشت اول گندم و کشت دوم ذرت کود فسفردار به مقدار کافی بر اساس آزمون خاک مصرف شده باشد، کشت سوم گندم به کود فسفردار کمتری نیازمند بوده به عبارت دیگر کاربرد کود فسفردار در کشت‌های قبلی نیاز فسفر گندم را تأمین می‌نماید.

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

### مصرف کود فسفردار

استفاده از آزمون خاک برای توصیه کود فسفر بسیار کمک کننده است. از انواع مهم کودهای فسفردار مصرفی متداول در کشور، دی آمونیوم فسفات (با 46 درصد فسفر) و سوپر فسفات تریپل (با 45 درصد فسفر) می‌باشد که تفاوت عمده‌ای بین آنها وجود ندارد. باید اطمینان به خاطر داشت که فسفر به اندازه کافی مصرف شده است. تمام کود فسفردار بایستی قبل از کاشت گندم 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 نیتروژنه بهتر است کود فسفردار با دستگاه بذرکار-کودکار، در زیر بذر به فاصله 5 تا 10 سانتی متر قرار گیرد. مصرف کودهای فسفردار به صورت نواری نسبت به روش دستپاش و یا پخش سطحی کود از اولویت بیشتری برخوردار است، ضمن اینکه مقدار کود مصرف شده به دوسوم مقدار محاسبه شده برای پخش سطحی کاهش می‌یابد. چنانچه این روش به دلیل عدم وجود تجهیزات کافی عملی نباشد می‌توان کود فسفردار را با دیسک در عمق خاک قرار داد.

### 3-2-2- پتاسیم

برای بدست آوردن یک عملکرد مطلوب تأمین عنصر پتاسیم برای گندم ضروری است. با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنه و فسفردار و مصرف اندک کودهای پتاسیمی، در بسیاری از موارد مقدار برداشت پتاسیم از خاک بیش از سرعت آزادسازی این عنصر از کانی‌ها بوده است. کمبود پتاسیم در خاک‌های با بافت سبک و شنی بیشتر متداول است. گیاه گندم در مرحله ساقه رفتن بیشتر از سایر مراحل به پتاسیم احتیاج دارد. در این مرحله روزانه  $3/5$  تا 8 کیلوگرم در هر هکتار پتاسیم جذب می‌نماید. مصرف کودهای پتاسیمی این نیاز را جبران می‌کند. به علاوه، گاه گندم منبع با ارزشی است که حدود 85 درصد از پتاسیم جذب شده توسط گیاه در ترکیب آن قرار می‌گیرد. کمبود پتاسیم مقاومت گیاه را در برابر آفات و بیماری‌ها کاهش می‌دهد. این عنصر سبب افزایش بازدهی کودهای نیتروژنه نیز می‌شود.

### مصرف کود پتاسیمی

از انواع کودهای پتاسیمی متداول سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم به ترتیب با 50 و 60 درصد پتاسیم ( $K_2O$ ) هستند. توصیه مصرف کود پتاسیمی می‌بایست بر اساس آزمون خاک صورت گیرد. علاوه بر آن توجه به سیستم کشت و تناوب زراعی در توصیه کاربرد کود پتاسیمی موثر است. در مواردی مانند کشت متوالی گندم و ذرت به دلیل تخلیه شدید پتاسیم از خاک بهتر است پس از آزمون خاک، کود پتاسیمی مصرف شود. در صورتیکه میزان پتاسیم قابل جذب خاک متوسط و در محدوده 150 تا 200 میلی گرم در کیلوگرم باشد دو راه کار برای کوددهی وجود دارد

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

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

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

#### 4-2-2- عناصر کم مصرف

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

کودهای سولفات روی، سولفات آهن، سولفات مس، سولفات منگنز، اسیدبوریک و کود میکروی کامل و کودهای کلاته (در این کودها از بنیان‌های آلی از جمله EDTA و EDDHA استفاده می‌شود) از جمله کودهای حاوی عناصر کم مصرف می‌باشند که هر یک از آنها نقش خاص و بسزایی در زراعت گندم دارند. این کودها بایستی قبل از کاشت مصرف شده و با شخم زیر خاک شوند و یا با غلظت 2 تا 4 در هزار در مراحل پنجه زنی، اوایل ساقه رفتن و حتی در مرحله گلدهی محلول پاشی شوند. مصرف بر در مناطقی که دارای خاک شور می‌باشند توصیه نمی‌گردد. در خاک‌های آهکی، کارایی

سولفات آهن کاهش می یابد که در این صورت از محلولپاشی سولفات آهن و یا مصرف حاکی سبکترین آهن استفاده 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 0/2 در هزار (200 میلی لیتر در 1000 لیتر آب) اضافه گردد. این کار باعث کاهش نیروی کشش سطحی آب شده و در نتیجه قطرات آب حالت پخشیده به خود گرفته و سطح تماس برگ با ذرات کودی افزایش یافته و در نتیجه میزان جذب برگی افزایش می یابد.
- هنگام محلول پاشی سرعت وزش باد باید حداقل باشد.
- پس از انجام محلول پاشی با حداقل فاصله زمانی آبیاری مزرعه انجام گیرد.
- برای اطمینان از صحت انجام عملیات فوق پیشنهاد می گردد کود مورد نظر را با غلظت مربوطه تهیه و در قطعه کوچکی از مزرعه 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 میکروبی کامل بدون بر استفاده شود.

## 5-2-2- توصیه عمومی مصرف کودهای شیمیایی

میزان مصرف کودهای شیمیایی بسته به نوع خاک، آب و هوا، زراعت قبلی، میزان و کیفیت آب و وارسته گندم متفاوت است. توصیه فنی برای هر مزرعه پس از انجام تجزیه خاک و تعیین عناصر غذایی موجود و میزان قابل دسترس بودن آن توسط آزمایشگاه خاک و آب ارائه می گردد. 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 پر محصول را با افزایش مقدار کود مصرفی تامین کرد.

بدیهی است مقدار مصرف کود بستگی به تفاوت مقدار عنصر اندازه گیری شده از حد بحران آن در خاک دارد. در جدول شماره 3 توصیه کودی براساس آزمون خاک، برای تولید 6 تا 8 تن محصول گندم در هکتار در زراعت آبی (بدون محدودیت آب) ارائه شده است.

جدول 3- توصیه کودی براساس آزمون خاک برای تولید 6 تا 8 تن محصول آبی (بدون محدودیت آب)

پتاسیم (K)		فسفر (P)		نیترژن (N)	
سولفات پتاسیم** kg/ha	پتاسیم قابل جذب خاک mg/kg	سوپر فسفات تریپل** kg/ha	فسفر قابل جذب خاک mg/kg	کود اوره* kg/ha	میزان کربن خاک % %
150	< 100	150	< 5	400	< 0/5
100	100-150	100	5-10	350	0/5-1
50	150-200	50	10-15	250	1-1/5
0	> 200	0	> 15	200	> 1/5

در صورت عدم امکان آزمون خاک برای عناصر پرمصرف و کم مصرف مقادیر کودی زیر برای گندم آبی توصیه می‌شود:

- 250-300 کیلوگرم در هکتار اوره یا معادل آن نیترات آمونیوم به صورت تقسیط (هنگام کشت، پنجه زنی، ساقه رفتن، تشکیل سنبله)

- 100-150 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم یا کلرور پتاسیم هنگام کشت. بهتر است از کود کلرور پتاسیم در کنار سرک ازت استفاده شود.

- مصرف کودهای فسفاته با آزمون خاک صورت گیرد.

برای تأمین عناصر کم مصرف (ریزمغذیها) می‌توان از کودهای زیر استفاده نمود. لازم به ذکر است به ازای یک بار مصرف حداقل تا سه سال استفاده نشود.

- سولفات روی 40 کیلوگرم در هکتار

- سکسترین آهن 138 به میزان 10-15 کیلوگرم در هکتار

- سولفات مس 25 کیلوگرم در هکتار

- اسیدبوریک 20 کیلوگرم در هکتار

- سولفات منگنز 40 کیلوگرم در هکتار

در صورت استفاده از کود کامل ماکرو توصیه های کودی بصورت ذیل خواهد بود:

- کود کامل ماکرو به میزان 300 کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت

- مصرف 60-75 کیلوگرم ازت خالص در هکتار بصورت سرک در بهار

- کود میکروی کامل بصورت برگپاشی (محلول پاشی) با رعایت کلیه نکات فنی با غلظت 3 در هزار

- سولفات روی به میزان 25 کیلوگرم در هکتار

- سولفات منگنز به میزان 40 کیلوگرم در هکتار

- سولفات مس و اسیدبوریک هر کدام به ترتیب به میزان 25 و 20 کیلوگرم در هکتار

### 3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه گندم

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی میزان عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان می باشد. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و بیولوژیکی عناصر غذایی در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک تعریف می شود. به عبارت دیگر مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با حفظ حاصلخیزی خاک و فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه در سطح بهینه، منجر به تولید پایدار محصول به میزان مورد انتظار می گردد. استفاده مداوم از مقادیر بالای کود شیمیایی اثرات منفی بر تولید پایدار محصول داشته و به آلودگی محیط زیست منجر می 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 کشاورزی امروزی نیستند بنابراین، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک به نظر می رسد راه حل خوبی در این زمان باشد. افزایش قابلیت تولید محصول که در نتیجه استفاده توأم کودهای شیمیایی و آلی حاصل می شود، از طرف دیگر می تواند به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کرده و به دنبال آن سبب افزایش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک گردد.

#### 3-1- نقش ماده آلی در تولید گندم

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است و میزان کربن آلی در بیش از 60 درصد از اراضی زیر کشت کمتر از 1 درصد و در بخش قابل توجهی از آن کمتر از 0/5 درصد می باشد. در حالیکه خاکهای مرغوب می بایست در حدود 2٪ ماده آلی در لایه سطحی خاک داشته باشند. چنین وضعیتی در خاکهای کشور بی تردید توان تولید خاکها را محدود کرده و دستیابی به اهداف افزایش تولید و پایداری آن را بسیار دشوار و حتی دست نیافتنی می نماید.

مواد آلی ترکیبات کربنی می باشند که بوسیله گیاهان، ریز جانداران و جانوران در خاک تولید می شوند. وجود مواد آلی علاوه بر اینکه نشان دهنده سلامت و کیفیت خاک است، شاخص مناسبی برای باروری آن به شمار می آید که حاصل بر همکنش فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانه سازی، وضعیت تخلخل و نفوذ پذیری خاک را بهبود می بخشد. مواد آلی به علت داشتن گروه های عامل مختلف از جمله کربوکسیلی، فنلی، الکلی و هیدروکسیلی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش داده و سبب می گردد عناصر غذایی در خاک بهتر نگهداری شوند و گیاه دسترسی بیشتری به آن داشته باشد. از طرف دیگر مواد آلی در اثر معدنی شدن، مقدار قابل توجهی از



عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف را در خاک آزاد نموده و به تغذیه متعادل گیاه کمک زیادی می‌نمایند. همچنین در بخش رابطه آب و خاک و گیاه، نقش ماده آلی خاک در افزایش راندمان مصرف آب و حاصلخیزی خاک بسیار تعیین کننده است.

خوشبختانه منابع تامین کودهای آلی در ایران دارای تنوع زیادی است و شامل انواع کودهای حیوانی، کمپوست حاصل از بقایای شاخه و برگ گیاهان، کمپوست حاصل از تخمیر سبوس برنج و کلش گندم، کمپوست حاصل از ضایعات کشت و صنعت‌های تولید قارچ خوراکی، کمپوست حاصل از ضایعات کارخانجات دخانیات و چای خشک کنی، کمپوست حاصل از ضایعات کارخانجات قند، کمپوست حاصل از تخمیر زباله‌های شهری، شاخه‌های هرس شده چای، خرما، کمپوست حاصل از تخمیر فاضلاب شهری، کمپوست حاصل از ضایعات نیشکر، کودهای آلی حاصل از ضایعات پسته و پودر استخوان و سایر مواد مشابه است که علاوه بر اصلاح نسبت کربن به نیتروژن، غلظت عناصر غذایی مورد استفاده گیاهان زراعی را افزایش می‌دهد. در زیر واژه‌هایی که در ارتباط با مواد آلی خاک قرار دارند تعریف شده‌اند.

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

**ماده آلی:** ترکیبات کربنی می‌باشند که بوسیله گیاهان، جانوران و ریز جانداران خاک تولید می‌شوند.

**کود آلی:** به بقایای گیاهی و حیوانی گفته می‌شود که فرایند تجزیه فیزیکی و شیمیایی بر روی آنها انجام شده و قادر به آزاد سازی عناصر معدنی موجود در خود می‌باشند.

**کود دامی:** مواد حاصل از فضولات گاو، گوسفند، مرغ و ...

**کمپوست:** ماده سیاه رنگی که پس از فرایند تغذیه ای توسط میکروارگانیسم‌های هوازی گرمادوست خاک، کرم‌های خاکی و حشرات از مواد آلی گیاهی و حیوانی بر جای می‌ماند.

**ورمی کمپوست:** به فضولات دفع شده حاصل از فعالیت تغذیه ای و هضم انواع مواد آلی توسط گونه‌های خاصی از کرم‌های خاکی گفته می‌شود.

**کود آلی غنی شده با عناصر غذایی:** کود آلی است جامد و به شکل گرانوله، با قطر 2-4 میلی متر، حاوی عناصر غذایی مورد نیاز و مواد پرکننده.

**هوموس:** مواد آلی که ابتدا تحت تجزیه جانوران خاکزی ساختمان آنها در هم ریخته و سپس تحت تجزیه میکروبی قرار گرفته و منجر به تولید مواد هومیک (اسید هومیک، اسید فولویک و هومین) گردیده است.

**اسید هومیک و فولویک:** بخشی از مواد هوموسی است که از کانی آلی لئوناردیت و یا از کمپوست مواد آلی استخراج شده است.

### 1-1-3- تناوب زراعی و کود سبز:

از آنجا که عملکرد گیاهان زراعی ناشی از برآیند اثرات فیزیکی، بیولوژیکی و مدیریتی سیستمهای زراعی است، انتخاب یک تناوب مناسب با تأکید بر جنبه‌های حفاظت محیط زیست برای هر منطقه شرط اصلی افزایش بهره‌وری در دراز مدت خواهد بود. **تناوب، کشت گیاهان مختلف با ویژگیهای متفاوت در توالی یکدیگر می‌باشد.** در میان سیستمهای زراعی، تناوب، نقش بسیار مهمی را در کشاورزی پایدار ایفا می‌کند. همچنین از مهمترین شاخصهای حاصلخیزی و کیفیت خاک می‌باشد. از دیر باز اهمیت تناوبهای زراعی توسط زارعین شناخته شده و تحقیقات فراوان و دراز مدتی بر روی انتخاب تناوب مناسب و هماهنگ با منطقه و اقلیم انجام پذیرفته است. 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 عملکرد می‌شوند.

یکی دیگر از راههای افزایش ماده آلی خاک استفاده از کود سبز در تناوب زراعی می‌باشد. 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 می‌باشد ولی کود سبز عملاً مواد غذایی به خاک اضافه نمی‌کند، بلکه آن چه را که طی رشد خود از خاک جذب کرده و در خود ذخیره نموده است به خاک بر می‌گرداند. در صورتی که از گیاهان تیره بقولات به عنوان کود سبز استفاده شود، تمام ازت تثبیت شده را به خاک بر می‌گرداند. از طرف دیگر کود سبز با جذب و ذخیره مواد غذایی در خود از شسته شدن آنها جلوگیری می‌نماید. گیاه مورد استفاده به عنوان کود سبز می‌بایستی اثرات منفی بر رشد محصول بعدی نداشته باشد، فصل رشد کوتاهی داشته، تراکم بوته بالا و رشد سبزینه‌ای زیادی داشته باشد تا علاوه بر این که مقدار زیادی ماده آلی به خاک اضافه می‌کند، پوشش کامل خاک را نیز تامین نماید. پوشش کامل خاک برای جلوگیری از فرسایش خاک و بازداری از رشد علفهای هرز ضرورت دارد. بنابراین اهداف کود سبز را می‌توان در افزایش ماده آلی خاک، حفظ مواد غذایی خاک (و در صورت استفاده از گیاهان تیره بقولات افزایش ازت خاک)، جلوگیری از فرسایش خاک، ازدیاد فعالیت های زیستی و مبارزه با علفهای هرز خلاصه نمود. توجه به اهداف فوق روشن می‌سازد که کود سبز قبل از گیاهان وجینی در تناوب قرار می‌گیرد.

کود سبز در سیکل تناوبی فقط می‌تواند جایگزین آیش فصلی گردد. چنانچه طول آیش فصلی موجود برای تولید یک محصول کفایت می‌نماید، استفاده از کود سبز طی آن آیش فصلی مجاز نیست. نوع آیش فصلی (زمستانه یا تابستانه) که در شرایط کشت آبی توسط کود سبز جایگزین می‌شود به شرایط اقلیمی بستگی دارد. در نواحی اقلیمی که با زمستان سرد مشخص می‌شوند، 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 گندم سیاه به عنوان کود سبز در کشت آبی ممکن است مورد استفاده قرار گیرند. یونجه به عنوان کود سبز کاشته نمی شود، اما در صورتی پس از حصول رشد کافی سبزینه ای به خاک برگردانده شود، بعضی از هدفهای کود سبز را تامین می کند. گیاهانی مثل گندم 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 گندم به خاک بر می گردانند. هرچه درصد مواد خشبی کود سبز بیشتر و ازت آن کمتر باشد، می بایستی با فاصله زمانی طولانی تری از کاشت گندم 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 رانداپ یا توفوردی خشک کرد و 3 تا 4 هفته بعد در وضعیت گاورو بودن خاک، شخم شوند. در غیر این صورت این گیاهان مجدداً رشد کرده و به صورت علف هرز در خواهند آمد. هیچگاه نیایستی 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 گندم برخوردار است.

## 2-1-3- کاربرد کلس غلات

کاربرد کلس و برگرداندن آن به خاک سبب افزایش مواد آلی خاک، افزایش میکروبهای مفید خاک، افزایش راندمان کودهای شیمیائی، افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول و افزایش رطوبت خاک می گردد. سوزاندن کلس در مزرعه موجب کاهش مواد آلی و نهایتاً حاصلخیزی خاک، کاهش میکروبهای

مفید خاک، سفت شدن خاک، شور شدن تدریجی خاک و در نهایت کاهش تولید محصول گندم در بلند مدت می‌شود. با توجه به اینکه نسبت کربن به ازت در کلش غلات زیاد است برای افزایش سرعت و کیفیت پوسیدگی کلش در خاک بهتر است به ازای هر تن کلش که به خاک اضافه می‌شود 20-30 کیلو گرم کود اوره به همراه آن مصرف شود. مصرف شش تن کلش قابل مقایسه با 25 تن کود حیوانی می‌باشد.

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

میزان مصرف کود آلی بستگی به درجه پوسیدگی، نسبت کربن به ازت و نوع آن دارد. مثلاً کود کمپوست با درجه رسیدگی بالا در خاکی که میزان کربن آلی آن کمتر از یک درصد می‌باشد 15-20 تن در هکتار توصیه می‌شود. کود گاوی تازه 10-15 تن در هکتار و کود مرغی 5-10 تن در هکتار. اگر کود آلی نپوسیده باشد بهتر است چند ماه جلوتر با خاک مخلوط و با اعمال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کافی داشته باشد می‌توان همزمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق موثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود. کودهای آلی مایع مثل اسید هیومیک را میتوان از طریق سیستم آبیاری، محلولپاشی و یا مصرف بذر مال مورد استفاده قرار داد. کود های آلی گرانوله معمولاً به علت داشتن عناصر غذایی بیشتر و حالت گرانوله بودن به میزان 300-600 کیلو گرم در هکتار مصرف می‌شوند.

### **3-1-4- تهیه کمپوست از بقایای گیاهی و دامی در مزرعه**

به علت اینکه بقایای گیاهی و دامی نپوسیده ممکن است عامل بیماری و بذر علف هرز باشند بهتر است توسط کشاورزان در مزرعه پوسانده شوند. برای این کار کلیه مواد آلی اعم از گیاهی یا دامی در یک مکان روی هم تلنبار شده و سپس توسط آب آبیاری به میزان 50-70 درصد مرطوب می‌شود. این مواد در ابعاد با عرض 2 متر و ارتفاع 1/5 متر و طول دلخواه بر روی هم به صورت گنبدی تلنبار شده و به حال خود رها می‌شود و سپس بعد از 20 روز از شروع عملیات با چهار شاخ اقدام به هوادهی از دو طرف پشته می‌نماییم و این عمل را با حفظ رطوبت هر دو هفته یکبار تکرار نموده تا مواد کاملاً پوسیده شوند. این عملیات کلاً 2-3 ماه به طول می‌انجامد.

### **3-2- کاربرد کودهای بیولوژیک در زراعت گندم**

کودهای بیولوژیک به مواد جامد (عمدتاً پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله مانند اطلاق می‌شود که ترکیبی است از یک ماده نگهدارنده که با جمعیت انبوه از یک یا چند نوع ارگانسیم مفید

خاکزی و یا فرآورده متابولیک آنها ترکیب و فرموله شده است و به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و یا افزایش رشد و عملکرد آنها استفاده می‌شوند. انواع متفاوتی از کودهای بیولوژیک امروزه در دنیا معرفی شده است که توسط زارعین برای کشت غلات بویژه گندم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 1-2-3- کودهای بیولوژیک حاوی باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن

باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن که در مورد گندم قابل کاربرد هستند عموماً از انواع آزادزی مانند ازتوباکتر و یا انواع همیار مانند آزوسپریلوم می‌باشند. این باکتریها می‌توانند در منطقه ریزوسفر گیاه رشد و تکثیر یافته و به تثبیت نیتروژن پردازند. میزان تثبیت نیتروژن در گندم توسط این انواع زیاد نبوده و در ازتوباکترها اغلب حداکثر 30 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار می‌باشد. با توجه به اینکه ازتوباکتر یک باکتری هتروتروف و آزادزی می‌باشد، کاربرد مواد آلی مانند کود دامی می‌تواند سبب افزایش جمعیت و میزان تثبیت نیتروژن توسط این انواع گردد. میزان تثبیت نیتروژن توسط گونه‌های آزوسپریلوم متفاوت بوده ولی اغلب در محدوده 30-60 کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

کودهای بیولوژیک حاوی باکتریهای ازتوباکتر و یا آزوسپریلوم اغلب بصورت مایع و یا پودری تولید می‌شوند. در انواع مایع فرمولاسیون به نحوی است که مایه تلقیح بطور مستقیم بر روی بذرها قابل کاربرد است. در انواع پودری لازم است ابتدا بذرها با یک مایع مناسب مانند محلول شکر یا صمغ عربی بصورت چسبناک درآیند و سپس مایه تلقیح بر روی بذرها قابل کاربرد خواهد بود. میزان مصرف بر حسب میزان بذر مصرفی و کیفیت مایه تلقیح متفاوت بوده ولی اغلب حدود 1-2 کیلوگرم در انواع پودری و 1-2 لیتر در انواع مایع متغیر است.

### 2-2-3- کودهای بیولوژیک حاوی باکتری های محرک رشد گیاه (PGPR)

باکتری های ریزوسفری محرک رشد گیاه طیف نسبتاً وسیعی از باکتری های خاکزی را شامل می‌شوند که می‌توانند از طریق مکانیسم های متعددی مانند ترشح هورمونهای تنظیم کننده رشد گیاه، افزایش حلالیت فسفاتهای معدنی، تولید سیدروفور، تولید آنزیم Acc-deaminase و تولید ویتامین ها باعث افزایش رشد و در نهایت عملکرد گیاه شوند. باکتری‌های زیادی در لیست انواع محرک رشد دیده می‌شود که می‌توان به جنس های *Bacillus*, *Burkholderia*, *Acetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Acinetobacter* و *Flavobacterium* اشاره کرد. امروزه باکتری های آزادزی و همیار تثبیت کننده نیتروژن را در گروه باکتری های محرک رشد گیاه محسوب می‌کنند و لذا انواعی مانند ازتوباکتر و آزوسپریلوم نیز در این گروه قرار می‌گیرند. مهمترین و شناخته شده ترین جنس در این بین باکتری سودوموناس می‌باشد و دو گونه فلورسنس و



پوتیدا امروزه بطور وسیعی به عنوان کود بیولوژیک در ایران و سایر کشورها استفاده می گردد. فرمولاسیون مایه تلقیح و روش مصرف این گونه مایه تلقیح ها مشابه انواع تثبیت کننده نیتروژن می باشد.

امروزه انواع دیگری از کودهای بیولوژیک که خصوصاً حاوی باکتریهای حل کننده فسفر می باشند معرفی شده اند. در این کودها، باکتریهای حل کننده فسفر با مواد دیگری مانند خاک فسفات، گوگرد و ماده آلی فرموله شده و مشابه کودهای شیمیایی فسفوری و بر اساس آزمون خاک مصرف می شوند. مقدار مصرف این کودها بر اساس آزمون خاک بین 150 تا 300 کیلوگرم متغیر بوده و زمان مصرف آنها قبل از کشت می باشد.

### **3-2-3- کودهای بیولوژیک حاوی باکتری های اکسید کننده گوگرد**

گوگرد از عناصری است که در خاک وجود داشته ولی فرم قابل جذب آن بصورت سولفات می باشد. گوگرد در کمیت و کیفیت محصول اثر داشته و همچنین در اصلاح خاکهای شور و قلیایی کاربرد دارد. افزودن گوگرد به خاکها غالباً بدلیل اکسیداسیون کند این عنصر چاره ساز نبوده و لازم است با کاربرد باکتریهای اکسید کننده گوگرد بویژه تیوباسیلوس سرعت بیشتری یابد. این باکتریها قادرند با اکسید کردن گوگرد عنصری افزوده شده به خاک، سبب قابل جذب شدن آن برای گیاه شوند. از طرف دیگر این اکسیداسیون سبب کاهش موضعی اسیدیته خاک شده و قابلیت جذب عناصری مانند فسفر، روی، آهن و مس را افزایش می دهد. مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس عموماً به شکل پودری تهیه می شود و به ازای 50 کیلوگرم گوگرد باید 1-5 کیلوگرم مایه تلقیح تیوباسیلوس و قبل از کشت مصرف نمود.

### **3-2-4- کودهای بیولوژیک حاوی قارچهای میکوریز اربسکولار**

این قارچها از جمله مهمترین میکروارگانیسمهای تأمین کننده فسفر مورد نیاز گیاه بوده و بوجود آوردنده گسترده ترین نوع رابطه همزیستی در جهان طبیعت می باشند. مهمترین و معتبرترین تاثیر رابطه همزیستی میکوریز اربسکولار افزایش جذب عناصر معدنی و بویژه فسفر در گیاه میزبان می باشد. این تاثیر بخصوص در اراضی که فسفر محلول در خاک کم بوده و یا در اثر خشکی ضریب پخشیدگی عنصر فسفر بسیار کاهش یافته است مشهودتر می باشد. این قارچها از طریق گسترده کردن هیفهای خود در خاک و افزایش سطح جذب ریشه و همچنین توانایی استفاده از منابع فسفردار موجود در خاک که در حالت معمول غیر قابل استفاده برای گیاه می باشد موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه میزبان از جمله گندم می شوند. این قارچهای میکروسکوپی به غیر از بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه از طریق افزایش هدایت

هیدرولیکی ریشه و اصلاح روابط آبی گیاه نیز منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه در شرایط تنش رطوبتی می گردند. استفاده عملی از قارچهای میکوریز اربسکولار در اراضی زراعی از طریق تلقیح بذری امکان پذیر می باشد. در این روش مقدار مایه تلقیح مصرفی به گونه ای تنظیم می گردد که به ازای هر بذر مصرفی تعداد 250 تا 300 اندام فعال قارچی مورد استفاده قرار گیرد.

#### 4- اصلاح خاک های متأثر از شوری

##### 4-1- تعاریف:

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

**سدیم تبادلی خاک (ESP):** سدیم تبادلی خاک سدیمی است که بر روی 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 مانع رسیدن آب و مواد غذایی به ریشه می شود. واحد سدیم تبادلی خاک «درصد» می باشد.

**واکنش خاک (pH):** واکنش خاک پارامتری است که میزان اسیدی یا قلیایی بودن خاک را نشان می دهد. این پارامتر در خاک اشباع شده (گل اشباع) اندازه گیری می شود و بدون واحد می باشد. **خاک شور:** به خاکی اطلاق می گردد که میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) آن بیشتر از چهار دسی زیمنس بر متر ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) در 25 درجه سانتیگراد، و درصد سدیم تبادلی (ESP) آن کمتر از 15 باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاکها معمولاً از 8/5 کمتر است.

**خاک سدیمی:** خاکی است که در آن شوری عصاره اشباع خاک (ECe) از چهار دسی زیمنس بر متر ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) کمتر و درصد سدیم تبادلی آن از 15 بیشتر باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاکها از 8/5 بیشتر و گاه به 10 نیز می رسد.

**خاک شور و سدیمی:** به خاکی گفته می شود که در آن میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) بیشتر از چهار دسی زیمنس بر متر ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) و درصد سدیم تبادلی (ESP) آن بیشتر از 15 باشد. خلاصه مطالب بیان شده در جدول 4 ارائه شده است.

#### جدول 4- طبقه‌بندی کیفی خاکها از نظر کشاورزی

سدیمی	شور و سدیمی	شور	غیرشور	ویژگیهای عصاره اشباع خاک
<4	>4	>4	<4	شوری (E <sub>Ce</sub> (dS.m-1)
>15	>15	<15	<15	درصد سدیم تبادلی ESP
>8/5	<8/5	<8/5	<8/5	اسیدیته یا واکنش pH

#### 4-2- اصول اصلاح و بهسازی خاک‌های متأثر از شوری

بطور خلاصه اصول اصلاح و بهسازی خاک و اراضی با محدودیت شوری و سدیمی شامل: زهکشی اراضی جهت تعمیق سطح سفره آب زیرزمینی کم عمق، شستشوی املاح تراکم یافته در منطقه رشد ریشه‌ها (آبشویی)، و انجام عملیاتی که همواره میزان یونهای کلسیم و منیزیم موجود در خاک بیش از یون سدیم باشد. بطور کلی ابتدا بایستی نوع خاک را از طریق آزمایش خاک تعیین نمود و سپس با توجه به نوع خاک برای اصلاح آن اقدام نمود.

#### 4-2-1- اصلاح و بهسازی خاک‌های شور

اصلاح این قبیل خاکها در شرایط معمولی اغلب امکان‌پذیر است، مگر آنکه شرایط زهکشی (طبیعی) خاکها بسیار نامناسب باشد. خاک‌های شور در اکثر مواقع دارای مقادیر لازمه گچ بطور طبیعی می‌باشند، لازم به تذکر است که آب آبشویی بایستی حاوی مقادیر کمی (نسبی) املاح محلول بوده و از نسبت سدیم به کلسیم متناسبی نیز برخوردار باشد. در حالاتی که آب غیر شور در دسترس نباشد از آب نسبتاً شور نیز با رعایت مدیریت مربوطه می‌توان برای آبشویی خاک استفاده نمود. روشهای عملی اصلاح خاک‌های شور بطور اختصار عبارتند از:

**الف) شستشوی خاک.** شستشوی خاک حتی الامکان با آب مناسب فوق‌الذکر به مقدار مندرج در جدول 5، ترجیحاً به روش متناوب (در چند نوبت به فاصله حدود یک هفته) به نحوی که شوری خاک به کمتر از 6 دسی‌زیمنس بر متر کاهش یابد.

## جدول 5- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری

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

\* یک نوبت آبیاری سنگین معادل 1000 مترمکعب آب در هکتار می باشد.

ب) شخم عمیق و یا استفاده از زیر شکن، بخصوص در طی فصل مرطوب سال معمولاً موجب تشدید روند شوری زدائی خاک می گردد.

ج) کشت نباتات متحمل به شوری و قلیائیت در الگوی زراعی حداقل در سال اول پس از آبشویی خاک مانند جو و کوتاه نمودن فواصل بین دو آبیاری و بالاخره،

د) آبیاری زمستانه،

ه) مدیریت اراضی شور با تاریخ کشت 10 روز پیش از موعد کشت مرسوم برای اراضی غیر شور و استفاده از بذور ارقام متحمل به شوری و اقلیم هر محل، و کشت بر روی شیب فارو و آبیاری به روش کرتی یا فارویی.

با توجه به خصوصیتی که قبلاً از خاکهای شور و سدیمی بیان شد بایستی اذعان نمود برای آبشویی املاح و اصلاح خاکهای شور، بهتر است که 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، و سپس ادامه عملیات آبشویی تا زمانی که شوری خاک به حد مطلوب برسد را همزمان با آبیاری زراعت به انجام رسانید.

### 2-2-4- اصلاح و بهسازی خاکهای شور و سدیمی

اصلاح و بهسازی این قبیل خاکها مشابه خاک های شور است و بایستی در آزمایش نمونه های خاک پس از اصلاح از عدم افزایش ESP و pH خاک مطمئن شد. در غیر این صورت مشابه خاکهای سدیمی مدیریت گردد.

### 3-2-4- اصلاح و بهسازی خاک‌های سدیمی (غیرشور)

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

### 5- تغذیه گندم در شرایط شور

#### 1-5- مقدار کود:

مقدار کود شیمیایی مورد نیاز محصول گندم آبی در شرایط شور و غیر شور در جدول 6 ارائه شده است. این جدول برای دامنه تغییرات کربن آلی بین 0/5 تا 0/8 در صد، فسفر قابل جذب بین 5 تا 8 میلی گرم در کیلوگرم و پتاسیم قابل جذب بین 200 تا 250 میلی گرم در کیلوگرم تنظیم شده است. برای مقادیر بیشتر و یا کمتر کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب موجود در خاک به زیر نویس جدول 6 مراجعه شود.

#### 2-5- نوع کود

از انواع کودهای نیتروژنه در مرحله قبل از کاشت یا پس از آبیاری اول مصرف اوره به نترات آمونیوم ترجیح داده می‌شود و در مرحله سرک‌دهی مصرف نترات آمونیوم به اوره ارجحیت دارد. مقدار مصرف کود نترات آمونیوم بایستی 1/5 برابر مقدار مصرف کود اوره باشد.

تفاوت عمده‌ای بین کودهای فسفردار متداول در کشور که سوپرفسفات تریپل و دی‌آمونیم فسفات است وجود ندارد. باید توجه داشت که سوپرفسفات تریپل 46 درصد فسفر و سوپرفسفات ساده 16 درصد فسفر دارد.

مصرف کود پتاسیمی در خاک‌های با شوری کمتر از 6 دسی زیمنس بر متر کلرید پتاسیم یا سولفات پتاسیم و در خاک‌های با شوری بیشتر از 6 دسی زیمنس بر متر سولفات پتاسیم یا کلرید پتاسیم توصیه می‌شود. برای محصول گندم مصرف سولفات پتاسیم یا کلرید پتاسیم از نظر نوع کود تفاوت چندانی ندارد و در خاک‌های شور نیز بدون خطر قابل مصرف می‌باشد.

کودهای کم مصرف به صورت سولفات هر عنصر در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که مقادیر روی، آهن، منگنز و مس قابل جذب در خاک به ترتیب از 0/7، 5، 5 و 0/5 کمتر باشد.

جدول 6- توصیه کودهای شیمیایی برای گندم آبی در اقلیم‌ها و شوری مختلف خاک  
بر حسب کیلوگرم در هکتار

کود	شوری (دسی زیمنس بر متر)	اقلیم		
		گرم	معتدل	سرد
		کیلوگرم در هکتار		
اوره *	کمتر از 16	250-370	220-340	190-310
	بیشتر از 16	150-220	130-220	110-185
سوپر فسفات تریپل **	غیر شور و شور	115-175	135-190	145-205
سولفات پتاسیم ***	کمتر از 8	75-150	85-160	95-170
	8-12	110-215	120-230	140-245
	12-16	0-270	150-290	175-310
	بیشتر از 16	صفر	صفر	صفر

\* کود اوره برای دامنه تغییرات کربن آلی 0/5-0/8 درصد توصیه گردیده است. چنانچه آزمون خاک کربن آلی بیشتر و یا کمتر از دامنه فوق الذکر را نشان دهد. به ازاء هر 0/1 درصد کاهش و یا افزایش کربن آلی خاک، مقدار 40 کیلوگرم اوره در هکتار اضافه و یا کم گردد.

\*\* کود سوپرفسفات تریپل یا دی آمونیوم فسفات برای دامنه تغییرات فسفر خاک 5-8 میلی گرم در کیلوگرم در هکتار توصیه گردیده است. چنانچه آزمون خاک فسفر بیشتر و یا کمتر از دامنه فوق الذکر را نشان دهد. به ازاء هر 1 میلی گرم در کیلوگرم کاهش و یا افزایش فسفر قابل جذب خاک، مقدار 20 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا دی آمونیوم فسفات اضافه و یا کم گردد.

\*\*\* سولفات پتاسیم برای دامنه تغییرات پتاسیم قابل جذب خاک 200-250 میلی گرم در کیلوگرم توصیه گردیده است. چنانچه آزمون خاک سولفات پتاسیم بیشتر و یا کمتر از دامنه فوق الذکر را نشان دهد. به ازاء هر 10 میلی گرم در کیلوگرم کاهش و یا افزایش پتاسیم قابل جذب خاک، مقدار 15 کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار اضافه و یا کم گردد.

### 3-5- زمان و نحوه مصرف کود

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

آب آبیاری و نیز محلول پاشی بسیار مؤثر خواهد بود. با توجه به اینکه معمولاً در شرایط شور آبیاری اول سنگین انجام می‌شود بنابراین توصیه می‌شود در خاک‌های سبک بافت، شروع مصرف کود نیتروژنی قبل از آبیاری نوبت دوم باشد و بقیه کود بطور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند. در خاک‌های متوسط و سنگین بافت، مصرف 50 تا 70 کیلو کود نیتروژنی قبل از کاشت و بقیه بطور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند.

مصرف کودهای فسفردار و پتاسیمی قبل از کاشت است و بهتر است با دیسک زیر خاک برده شود و سپس کشت گردد. کودهای کم مصرف روی، آهن، منگنز و مس در مراحل پنجه‌دهی کامل، اوایل ساقه رفتن و حتی در مرحله گلدهی با غلظت سه در هزار مصرف شود.