

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/57

پراکنده شدن ذرات خاک شده و در نهایت مجاری نفوذ آب در خاک را مسدود نموده و با کاهش هدایت هیدرولیکی خاک مانع رسیدن آب و عناصر غذایی به ریشه می‌شود. واحد سدیم تبادل خاک «درصد» می‌باشد.

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

خاک شور: به خاکی اطلاق می‌گردد که میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) آن به اندازه‌ای باشد که رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر 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 25 درجه سانتیگراد و درصد سدیم تبادل (ESP) آن کمتر از 15 باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاکها معمولاً از 8/5 کمتر است.

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

خاک شور و سدیمی: به خاکی گفته می‌شود که در آن میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) و درصد سدیم تبادل (ESP) آن بیشتر از 15 باشد. خلاصه مطالب بیان شده در جدول (24) ارائه شده است.

جدول 24- طبقه‌بندی کیفی خاکها از نظر شوری و سدیمی بودن در کشاورزی

ویژگیهای عصاره اشباع خاک	غیر شور	شور	شور و سدیمی	سدیمی
شوری ( $\text{ECe}(\text{dS.m}^{-1})$ )	<4	>4	>4	<4
درصد سدیم تبادل ESP	<15	<15	>15	>15
اسیدیته یا واکنش pH	<8/5	<8/5	<8/5	>8/5

#### 4-1-2- اصلاح خاک‌های شور

به طور خلاصه اصلاح و بهسازی خاک و اراضی با محدودیت شوری و سدیمی شامل زهکشی اراضی، شستشوی 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 ویژه‌های خاک و تعیین شاخص‌های مندرج در جدول (25) 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 شرایط زهکشی (طبیعی) خاکها نامناسب باشد. به طور طبیعی در بیشتر خاکهای شور مقادیر کلسیم مورد نیاز برای جایگزینی سدیم کافی می‌باشد، لیکن لازم به ذکر است که برای اصلاح خاکها، آب آبشویی نیز بایستی دارای مقدار کمی املاح محلول بوده و از نسبت سدیم به کلسیم متناسبی نیز برخوردار باشد. در حالتی که آب غیر شور در دسترس نباشد از آب کمی شور نیز با رعایت مدیریت مربوطه می‌توان برای آبشویی خاک استفاده نمود. روش‌های عملی اصلاح خاک‌های شور به طور اختصار عبارتند از:

**الف) شستشوی خاک:** بایستی شستشوی خاک حتی الامکان با آب مناسب به روش متناوب (در چند نوبت) صورت گیرد تا که شوری خاک به کمتر از 6 دسی‌زیمنس بر متر (برای کشت گندم) کاهش یابد. از سوی دیگر بایستی عملیات آبشویی خاک با هدف حفظ شوری خاک در سطح معین و مورد نظر و جلوگیری از تجمع نمکها نیز بایستی به طور مداوم انجام گیرد. در جدول (25) آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت گندم آمده است.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/59

جدول 25- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت گندم

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

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

ب) کشت گیاهان متحمل به شوری در الگوی زراعی حداقل در سال اول پس از آبشویی

خاک مانند جو و کوتاه نمودن فواصل بین دو آبیاری

ج) آبیاری زمستانه

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

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 به حدی 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 مبتنی بر اعمال روشهای فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی 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 خاک‌هایی اعمال روش تلفیقی می‌باشد که بایستی با مشورت متخصصین امر انجام شود.

#### 4-1-3- توصیه کودی گندم در شرایط شور

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

مصرف نیتروژن در اوایل دوره ی رویشی گیاه (پنجه دهی) و در دوره ی رسیدگی دانه گندم 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 می‌گردد.

بطور کلی کودهای نیتروژنه در خاک‌های سبک (شنی) سه یا چهار بار و در خاک‌های سنگین (رسی) دو تا سه بار در مراحل شروع پنجه زنی و یا همزمان با آبیاری دوم، تکمیل پنجه‌زنی، مراحل اولیه ساقه رفتن و ظهور خوشه مصرف می‌شود. در خاک‌های متوسط و سنگین یک نوبت در زمان شروع پنجه زنی، سپس در مرحله تکمیل پنجه زنی و نوبت سوم در مرحله ساقه رفتن مصرف می‌شود. در شرایطی که مصرف کود نیتروژنی با ماشین‌آلات به دلیل بلندی بوته‌های گندم به روش جامد در مزرعه مقدور نباشد مصرف کود اوره از طریق آب آبیاری بسیار مؤثر خواهد بود. با توجه به اینکه معمولاً در شرایط شور آبیاری اول سنگین انجام می‌شود بنابراین توصیه می‌شود در خاک‌های سبک بافت، شروع مصرف کود نیتروژنی قبل از آبیاری نوبت دوم باشد و بقیه کود بطور مساوی در مراحل بعد

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/61

مصرف شوند. در خاک‌های متوسط و سنگین بافت، مصرف 50 تا 70 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی در زمان شروع پنجه زنی و بقیه بطور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند. در شرایط شور، برای تأمین فسفر مورد نیاز گندم، تفاوتی بین کودهای سوپرفسفات تریپل، فسفات آمونیوم و فسفات سولفات آمونیوم وجود ندارد. در شرایط شوری بین 4 تا 8 دسی زیمنس بر متر، مصرف فسفر تا 20 درصد بیشتر و در شوری‌های بیشتر میزان مصرف مطابق با توصیه در شرایط غیر شور خواهد بود.

مصرف پتاسیم در دو قسط همزمان با کاشت و هنگام ساقه رفتن باعث بهبود معنی‌دار عملکرد می‌شود. مصرف پتاسیم تا شوری 7 دسی زیمنس بر متر برابر توصیه مصرف در شرایط غیر شور و در شوری 7 تا 13 دسی زیمنس بر متر مصرف بیشتر پتاسیم به میزان 30 درصد بیشتر پتاسیم توصیه می‌شود.

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

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

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

ماههای خشک و گرم برداشت می‌گردد، از این طریق از خشکی فرار می‌کند. با این حال، رطوبت کم و درجه حرارت بالا، به عنوان عوامل محدود کننده تولید گندم محسوب می‌گردند. سیستم ریشه گسترده گندم، این گیاه را قادر می‌سازد تا رطوبت مورد نیاز خود را از بخشهای مختلف خاک به دست آورد. اگر نقطه رشد گیاه سالم مانده باشد، با بهبود شرایط رطوبتی خاک، گیاه مجدداً رشد خود را از سر خواهد گرفت، اما با کاهش عملکرد مواجه خواهد شد. در جدول (26) علایم و نشانه های خسارت خشکی در مراحل مختلف رشد در گیاه گندم نشان داده شده است.

جدول 26- اثرات تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو گندم

مرحله نموی 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
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 مدیریت‌های مختلف به نژادی و به زراعی می‌توان بهره جست. استفاده از ارقام مقاوم به شرایط تنش خشکی و کشت به موقع برای عبور از تنش خشکی آخر فصل از جمله راهکارهای عملی برای مقابله با این شرایط محسوب می‌شود. مدیریت تغذیه گیاه گندم نیز تأثیر به‌سزایی در کاهش اثرات نامطلوب خشکی می‌تواند داشته باشد. در اثر تنش خشکی میزان فتوسنتز گیاه کاهش می‌یابد که دلایل آن عبارتند از: 1) بسته بودن روزنه‌ها و 2) آسیب دیدن کلروفیل و سایر اجزای

دخیل در فرایند فتوسنتز. همچنین در اثر این تنش، تعادل میان تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)<sup>1</sup> و آنتی اکسیدانهای دفاعی در گیاه از بین می‌رود که نتیجه آن تجمع ROS در سلولها و آسیب دیدن پروتئین‌ها، چربیهای غشاء و دیگر اجزای سلول می‌باشد.

در این بین، عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم، از طریق افزایش غلظت آنتی اکسیدانهایی نظیر سوپراکسید دسموتاز (SOD)<sup>2</sup>، کاتالاز (CAT)<sup>3</sup> و پراکسیداز (POD)<sup>4</sup>، اثرات سمی ROS را در سلولهای گیاه کاهش می‌دهند. این آنتی اکسیدانها، ROS را بیرون رانده و اکسیداسیون نوری<sup>5</sup> را کاهش می‌دهند، غشاء کلروپلاست‌ها را استحکام بخشیده و میزان فتوسنتز را افزایش می‌دهند. همچنین برخی عناصر غذایی میکرو مانند روی و سیلیسیم (Si) و منیزیم نیز از طریق افزایش غلظت آنتی اکسیدانها، مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی را افزایش می‌دهند.

افزون بر این، 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 روزه‌ها 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 روزه 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 روزه 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 به‌طور کامل بسته نشوند. کمبود پتاسیم در گیاه باعث کاهش فتوسنتز و مواجهه گیاه و سلولهای ریشه با

---

1-Reactive Oxygen Species

2-Superoxide Dismutase

3-Catalase

4-Peroxidase

5-Photo-oxidation

کمبود انرژی گردیده و بنابراین مقاومت گیاه به کم آبی کاهش می‌یابد. لذا می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که مصرف تجملی پتاسیم و افزایش غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک تا حدی که منجر به ایجاد اثرات متقابل منفی (Antagonistic) برای سایر عناصر غذایی نظیر کلسیم و منیزیم در خاک نگردد، وضعیتی مفید برای مقابله با تنش خشکی به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، عناصر کم مصرف مانند مس (Cu) و بور (B) از طریق فعال‌سازی فرایندهای فیزیولوژیکی، بیولوژیکی و متابولیسمی در گیاه در کاهش اثرات مضر تنش خشکی مؤثر می‌باشند.

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

اسیدهای هیومیک از طریق اتصال به ذرات خاک و ایجاد خاکدانه به افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی کمک می‌نمایند. اسیدهای هیومیک برای مناطق نسبتاً خشک و زمین‌های زراعی وسیع مهم می‌باشند چون به فعال کردن میکروارگانیسم‌های موجود در خاک کمک زیادی می‌کنند. میکروهمومات‌ها در مناطق کم آب و نسبتاً خشک به گیاه کمک می‌کنند تا طول دوران

1 - Available water Capacity



دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/65

رشد زیادتری را داشته باشد. به علاوه مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حد زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردد. گذشته از این 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.

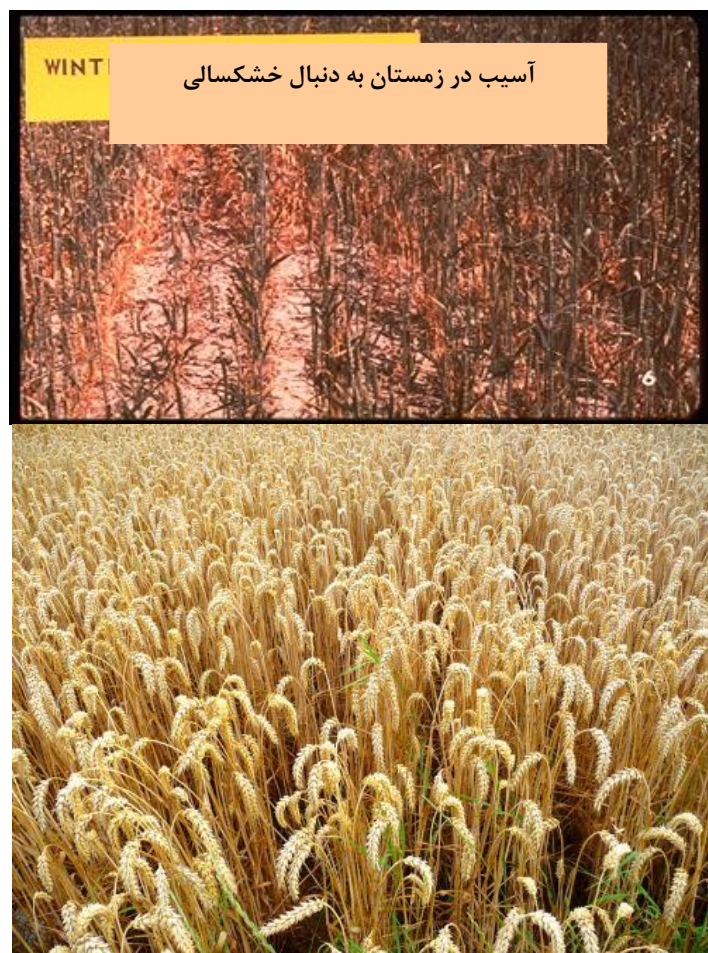
برای به حداقل رساندن تأثیر خشکسالی، لازم است خاک، آب باران را به همان اندازه که ممکن است برای استفاده گیاه در آینده مورد نیاز باشد، جذب نماید تا ریشه‌های گیاه اجازه نفوذ و تکثیر یابند. لذا رطوبت خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی محدود کننده برای رشد محصول است. ظرفیت خاک برای حفظ و انتشار آب به طیف گسترده‌ای 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 طبقه‌بندی کرد: 1- روش‌هایی که نفوذ آب در خاک را افزایش می‌دهند، 2- روش‌هایی که مربوط به مدیریت تبخیر از سطح خاک است و 3- روش‌هایی که ظرفیت ذخیره‌سازی رطوبت خاک را افزایش می‌دهند. هر سه روش مربوط به ماده آلی خاک می‌شود. به منظور ایجاد یک خاک مقاوم در برابر خشکسالی، درک مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رطوبت خاک ضرورت دارد.

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

نفوذ سطحی آب در خاک به عواملی مانند دانه‌بندی، نحوه اتصال و ثبات خاکدانه‌ها، افزایش منافذ و ترکها و شرایط سطح خاک بستگی دارد. افزایش ماده آلی به افزایش تخلخل خاک کمک غیر مستقیم می‌نماید. مواد آلی تازه فعالیت جانوران خاک مانند کرمهای خاکی را تحریک نموده و این جانوران تونلهایی را در خاک ایجاد می‌نمایند که انباشته از ترشحات چسب مانند و پوسته بدن این جانوران می‌باشد. ایجاد این منافذ بزرگ به نفوذ آسان‌تر و نگهداری بهتر آب در خاک کمک فراوان می‌نماید. علاوه بر این ماده آلی خاک تأثیر قابل توجهی در افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک دارد. به ویژه در سطح خاک که میزان مواد آلی بیشتر است، آب بیشتری در خاک ذخیره می‌گردد. نشان داده شده است که هر یک درصد افزایش ماده آلی خاک، منجر به افزایش 3/7 درصدی ظرفیت نگهداری آب خاک می‌گردد.

حفظ پوشش گیاهی آیش در سطح خاک منجر به کاهش تبخیر و افزایش 4 درصدی آب خاک می‌گردد. این مقدار معادل تقریباً 8 میلی‌متر باران است. این مقدار آب اضافی می‌تواند از پژمردگی محصول در دوره‌های خشک (تنش خشکی طی فصل رشد) جلوگیری نموده و به بقای گیاه بیانجامد. سطوح بالای بقایای گیاهی (12-8 تن در هکتار) منجر به ذخیره 80-90 میلی‌متر آب ذخیره بیشتر در خاک می‌گردد.



شکل 16- خسارت خشکی در مزرعه گندم

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

شدت خسارت یخبندان یا سرمای زیر صفر درجه در محصولاتی مانند گندم 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 گندم زمستانه در ماههای سرد زمستان می باشد. با افزایش دما در بهار، گندم این مقاومت را از دست داده و با خروج از مرحله زمستان گذرانی شروع به رشد می نماید. با پیشرفت مراحل رشد گیاه (به ویژه در مرحله به گل رفتن)، میزان آسیب پذیری گیاه افزایش می یابد. بسته به شدت خسارت یخبندان و مراحل مختلف رشد گیاه، تأثیر آن بر عملکرد محصول متفاوت می باشد.

علائم و نشانه های خسارت سرما می تواند در اغلب مراحل مهم رشد گندم زمستانه مشاهده شود. تواتر شبهای بسیار سرد پس از روزهای گرم منجر به ایجاد یک نوار رنگی زرد تا سفید یا ارغوانی بر روی برگ های جوان و نوظهور می گردد. به مرور که گیاه با شرایط سرما خو می گیرد، علائم سرمازدگی کاهش می یابد. 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 گندم می گردد. گندم در خاک های خشک نسبت به خاک های مرطوب بیشتر در برابر خسارت سرما آسیب می بیند، زیرا در این شرایط، سرما سریع تر در گیاه نفوذ نموده و آن را تحت تأثیر قرار خواهد داد. همچنین خسارت سرما در مناطق شیب دار و مرتفع و شیبهای رو به شمال شدیدتر می باشد. در مجموع می توان گفت دماهای پایین می تواند به بخشهای مختلف گیاه اعم از برگ ها، گره ها و ساقه ها صدمه وارد نماید. در ابتدای خسارت سرمازدگی، برگ ها تیره رنگ می شوند و به نظر می رسد که در اثر جذب آب خیس شده اند. ساقه های 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 می گردند. اگر ساقه در اثر سرمازدگی کاملاً واژگون نگردد و فقط از ناحیه گره های ساقه خمیده شود، می تواند بعد از گذر از سرما مجدداً رشد نموده و ایستادگی خود را بازیابد.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/69

یخ زدن در ابتدای بهار، موجب از بین رفتن نقطه رشد<sup>1</sup> گیاه و در اواخر آن، منجر به عقیم شدن خوشه‌ها می‌گردد. اگر نقطه رشد از بین برود، یک برگ رنگ پریده به‌طور حلقه‌وار 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 قهوه‌ای 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. 24 ساعت بعد از سرمازدگی، این نشانه‌ها با یک ذره بین دستی قابل مشاهده است. در چنین شرایطی مقدار دانه‌ها کم، دانه‌ها چروکیده، دارای وزن و ظرفیت پروتئین پایین می‌باشند. علاوه بر این یخبندان به پنجه‌ها و ساقه‌های اولیه گندم صدمه وارد نموده و موجب تحریک رشد پنجه‌های دوم و سوم در گیاه می‌شود که در نهایت به تأخیر در برداشت می‌انجامد.

جدول (27) میزان خسارت سرمازدگی را هنگامی که گیاه بیش از 2 ساعت در معرض دمای پایین قرار گرفته است را نشان می‌دهد.

---

1 - Growing point

جدول 27- مرحله رشد گندم و میزان خسارت سرمازدگی

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



شکل 17- عوارض خسارت سرمازدگی در ساقه اصلی گندم

ساقه اصلی گیاه گندم در اثر سرما از بین رفته است. دو پنجه دیگر نیز رشد نکرده و زنده نخواهند ماند.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/71



**شکل 18-** خوشه سرمازده در گندم- یخبندان موجب رنگ زرد و ظاهر نمناک پوسته دانه‌ها در خوشه شده است.



**شکل 19-** خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه گندم- ممکن است همه گلچه‌ها همزمان دچار سرمازدگی نشوند.

توجه به تاریخ کاشت، انتخاب صحیح ارقام و تهیه بستر مناسب بذر از طریق کاشت بذر در بستری از گاه و کله از جمله راههای مدیریت خسارت‌های ناشی از تنش سرما در گندم 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 خوسه رفتن تفاوتی با گیاهانی که نیتروژن کافی دریافت داشته‌اند، ندارند، اما ظاهر گیاه کوچک‌تر و عملکرد آن پایین‌تر می‌باشد. مصرف کود نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی و شادابی گیاه گردیده، ساقه‌ها آبدار و مستعد سرمازدگی می‌شوند. مصرف کود نیتروژن باید قبل از مرحله ساقه رفتن به منظور دستیابی به عملکرد حداکثر انجام گردد. از مصرف بیش از حد کود نیتروژن در پاییز باید اجتناب نمود، اما مقادیر کافی فسفر جهت رشد قوی ریشه توصیه می‌شود. گیاهانی که به اندازه کافی پتاسیم دریافت نکرده‌اند، اغلب به سرمازدگی حساس‌تر هستند که این به کمبود آب در سلول مربوط می‌شود. بنابراین، کافی نبودن میزان پتاسیم، عاملی است که به افزایش خطر سرمازدگی منجر می‌گردد.

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

هیومیک اسید نیز با سازوکارهایی می‌تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود. مکانیسم نخست مربوط می‌شود به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک که خودبخود سبب گرم شدن خاک در اطراف ریشه می‌شود. اگرچه چرخش شیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند و بطئی است، اما همین چرخش کند هم می‌تواند تا حدودی گرمای ریشه را به



دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/73

قسمتهای هوایی منتقل کند. دومین سازوکار مربوط می‌شود به حفظ بیشتر رطوبت خاک که بدلیل بالا بودن گرمای ویژه آب مقدار کالری بیشتری در درون خاک ذخیره می‌شود. در طول روز آفتاب به سطح زمین می‌تابد و آن را گرم می‌کند و در شب خاک خشک به سرعت گرما را از دست می‌دهد. اما خاک مرطوب که مقدار بیشتری کالری ذخیره کرده است آهسته‌تر خنک می‌شود، در نتیجه احتمال سرمازدگی کاهش می‌یابد. سومین ساز و کار هیومیک اسید برای مقابله با سرمازدگی این است که رنگ تیره‌ای به خاک می‌دهد و در نتیجه انرژی خورشیدی بیشتر به خاک جذب می‌شود. از همه اینها گذشته هیومیک اسید و فولیک اسید متابولیسم درون سلولی را افزایش داده و با این مکانیسم هم به مقابله با سرما کمک می‌کنند.

#### 4-4- مدیریت زراعی در شرایط تنش گرما

خسارت ناشی از درجه حرارت بالا بسته به مرحله رشد گیاه گندم می‌تواند متفاوت باشد. در طول پاییز، درجه حرارت بالا سبب کاهش تعداد پنجه می‌شود و در زمستان باعث رشد زودهنگام گندم شده و در نتیجه منجر به صدمه زدن به گیاه در حرارت پایین بعدی می‌گردد. در ارقامی که زود به مرحله بلوغ می‌رسند، معمولاً درجه حرارت بالا و تنش رطوبتی با هم رخ می‌دهد. گندم گیاهی است که به افزایش دما به ویژه هنگام کشت، در طول دوره جوانه زدن و تولید پنجه حساس می‌باشد. همچنین با افزایش دما در ادامه مراحل رشد (ورود به مرحله زایشی، ساقه رفتن، خوشه رفتن و گل دهی) نیز گندم دچار تنش و خسارت خواهد. هنگامی که دما به 32-35 درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد، رشد گیاه گندم متوقف شده و کاهش وزن می‌تواند اتفاق افتد.

در شرایط وقوع تنش گرما، عملکرد دانه در اثر هر دو عامل تغییر تعداد و اندازه دانه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تعداد دانه‌ها طی یک دوره زمانی از 30 روز قبل از گلدهی تا اندکی پس از گل دهی و اندازه دانه‌ها طی مدت زمان پر شدن آنها تعیین می‌گردد. نزدیک

به انتهای فصل، هنگامی که عموماً شرایط گرما در اکثر مناطق حاکم است، بارزترین اثر گرما، کاهش طول زمان پر شدن دانه‌ها می‌باشد. دمای بالا همچنین می‌تواند سرعت پر شدن دانه را افزایش دهد، اما این شرایط تنها هنگامی به وجود می‌آید که دما اندکی از 20 درجه سانتیگراد بالاتر باشد. هر چند این مسئله برای جبران مدت زمان کم پر شدن دانه کافی نمی‌باشد و در نهایت اندازه دانه‌ها کوچک خواهد ماند. در دماهای بیشتر از 30 درجه سانتیگراد، گرما می‌تواند سرعت پر شدن دانه‌ها را نیز کند نماید که دلیل آن تا اندازه‌ای نقصان سازوکار فتوسنتز برگ‌ها در محدوده‌های دمایی بالا می‌باشد که در نهایت به افزایش سرعت روند پیری گیاه می‌انجامد. پیری زود رس گیاه یک محدودیت مهم در روند پر شدن دانه‌ها می‌باشد که به کاهش عملکرد می‌انجامد. مدل‌های گیاهی، میزان کاهش عملکرد گیاه را برای برخی کشتها به ازای هر 2 درجه سانتیگراد افزایش دما، تا 50 درصد برآورد می‌نمایند.

#### علائم و نشانه‌های خسارت گرما در مزرعه

- 1- ساقه گیاه ظاهر فشرده و ناسالم می‌یابد.
- 2- پهنک برگ دارای یک نوار سوختگی قهوه‌ای یا سیاه رنگ می‌باشد.
- 3- برگ‌ها کوچک‌تر و اندازه خوشه‌ها بسیار کوچک می‌باشد.
- 4- بسته به درجه سوختگی، برگ‌ها آویزان شده و فرو می‌افتند.
- 5- قهوه‌ای شدن سریع و ناگهانی برگ پرچم
- 6- چروکیدگی و پژمرده شدن دانه‌ها قبل از بلوغ (هنگامی که درجه حرارت بالا در طول پر شدن دانه‌ها اتفاق افتد)
- 7- از بین رفتن گیاه در دمای بسیار بالا

#### مدیریت مقابله با تنش گرما

- 1- با اقدامات مدیریتی مانند حفظ رطوبت خاک و آبیاری به موقع می‌توان این خسارت را کاهش داد.

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/75

- 2- در مناطقی که احتمال بروز تنش گرما و خشکی آخر فصل وجود دارد، بهتر است از ارقامی استفاده گردد که زودتر به گل می‌روند.
- 3- کاربرد کودهای پتاسیمی محلول در مرحله ظهور خوشه‌ها و شیری شدن دانه نیز می‌تواند منجر به کاهش اثرات تنش گرمایی در کاهش وزن هزار دانه گندم در گرمای آخر فصل رشد گردد.

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

کشاورزی حفاظتی مبتنی بر الف) کاهش مقدار خاکورزی، ب) حفظ مقدار کافی بقایای گیاهی بر روی سطح زمین، ج) رعایت تناوب مناسب، ضمن ملحوظ نمودن جوانب اقتصادی اجتماعی در پذیرش آن می‌باشد. در سالیان گذشته بیشتر توجه به خاکورزی بوده است لیکن به منظور نهادینه شدن کشاورزی حفاظتی، دیگر اصول نیز نیازمند توجهی جدی‌تر می‌باشد. یکی از مهمترین مسائل در سامانه‌های حفاظتی، تأمین عناصر غذایی برای گیاهان به مقدار لازم در زمان مناسب توأم 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 بالاتر از یک درصد
- 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،
- پوشش حداقل 30 درصد سطح توسط 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 بلکه این امر سبب ایجاد لکه های زرد ناشی از کمبود نیتروژن در سطح مزرعه طی دوره رشد گیاه می شود.

### 5-1- کاربرد نیتروژن

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

**1- مصرف نیتروژن برای بقایای گیاهی:** کاربرد کلش و برگرداندن آن به خاک سبب افزایش مواد آلی خاک، ریزجانداران مفید خاک، افزایش راندمان مصرف کودهای شیمیایی، عملکرد کمی و کیفی محصول و رطوبت خاک می گردد. در حالی که سوزاندن کلش در مزرعه موجب کاهش مواد آلی، کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش جمعیت ریزجانداران مفید خاک، سفت شدن خاک، شور شدن تدریجی خاک و در نهایت تولید محصول گندم در بلند مدت می شود. میزان نیتروژن مورد نیاز با توجه به نسبت کربن به نیتروژن (C/N) بقایا، نسبت کربن به نیتروژن ریزجانداران تجزیه کننده، درصدی از بقایا که در مدت زمان مشخص توسط ریزجانداران تجزیه می شوند و درصدی از کربن موجود در بقایا که توسط ریزجانداران قابل تجزیه است، صورت می گیرد. از آنجا که نسبت کربن به نیتروژن در بقایای کلش برخی گیاهان زراعی (به جز کلش برنج که حدود 120 بوده و در شرایط معمول و به دلیل ترکیب خاص خود نسبت به تجزیه میکروبی مقاومتر است) نظیر گندم و ذرت دانه ای حدود 60 تا 80 می باشد، لذا برای تجزیه بقایا و جلوگیری از بروز مشکل کمبود نیتروژن به دلیل وجود بقایا لازم است به ازای هر تن کلش گندم و یا جو، مقدار 35 کیلوگرم در هکتار اوره، و برای بقایای ذرت، مقدار 30 کیلوگرم در هکتار

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/77

اوره، بقایای پنبه و آفتابگردان مقدار 25 کیلوگرم اوره و برای بقایای گیاهی سبزی و صیفی نظیر سیب زمینی، پیاز، گوجه، خیار و سایر بقایای گیاهی غیر خشبی و عمدتاً برگی مقدار 20 کیلوگرم در هکتار اوره مازاد بر نیتروژن مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد، مصرف گردد. تعیین میزان بقایای گیاهی (کاه و کلش) از طریق جمع آوری و توزین کلش در سطح یک تا دو متر مربع در دو یا سه تکرار و تبدیل آن به سطح یک هکتار صورت می‌گیرد. به عنوان مثال در صورتی که میانگین مقدار کاه و کلش جمع آوری شده از سطح (با فرض 30 درصد پوشش سطح) یک متر مربع از مزرعه ای 0/2 کیلوگرم باشد، در این صورت میزان کاه و کلش موجود در سطح یک هکتار 2 تن خواهد بود. در این شرایط میزان اوره مورد نیاز جهت پوشیدن بقایا و جلوگیری از بروز مشکل برای گیاه از نظر تغذیه نیتروژن، 70 کیلوگرم در هکتار خواهد بود. نحوه مصرف نیز به اینگونه است که 40 تا 50 درصد نیتروژن محاسبه شده همزمان با کشت در سطح مزرعه توزیع و آبیاری صورت می‌گیرد و مابقی در دو نوبت به همراه مصرف سرک نیتروژن به سرجمع کود مورد نیاز در هر نوبت سرک اضافه 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 30-20 کیلوگرم کود اوره به همراه آن مصرف شود. مقدار نیتروژن اضافی نبایستی بیش از 40 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (معادل حدود 90 کیلوگرم در هکتار اوره) به توصیه در شرایط معمول اضافه نمود. اگر نیتروژن به صورت نواری در زیر بذر استفاده شود بایستی مصرف نیتروژن مقدار کمتری افزایش یابد (حدود 50 درصد کمتر). در خاکهای با بافت سبک و مصرف نواری نیتروژن بایستی به همان مقدار مصرف در خاکورزی معمول استفاده شود. البته بعد از 5 تا 10 سال مقدار نیتروژن مصرفی کاهش خواهد یافت.

**2-** مصرف نیتروژن به منظور فراهم نمودن رشد مطلوب گیاه: با توجه به اینکه انتظار بر آن است تا در سیستم بی‌خاکورزی و خاکورزی حداقل، میزان عملکرد حداقل به اندازه عملکرد

حاصل در سیستم خاکورزی مرسوم باشد، نحوه و میزان مصرف نیتروژن در هر روش خاکورزی به شرح زیر است.

#### الف - بی خاکورزی (کشت مستقیم):

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

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

مصرف 25 درصد نیتروژن یا اوره کل برآورد شده برای دوره رشد در زمان پنجه زنی گندم یا مرحله رشد رویشی گیاه. به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده بر حسب اوره 400 کیلوگرم در هکتار باشد، در این صورت 25 درصد آن معادل 100 کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله مصرف گردد.

مصرف مابقی نیتروژن (30 درصد) در مرحله قبل از گلدهی گیاه به طور مثال برای گندم 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

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/79

لازم برای آبیاری قطعه زمینی 4 ساعت باشد، 2 ساعت آبیاری بدون کود انجام شود و در زمان باقی مانده (2 ساعت) شیر بشکه در مسیر آب باز شود تا مخلوط آب و کود به طور یکنواخت در سطح کرت و تا عمق مؤثر توسعه ریشه توزیع گردد.

### ب- کم خاکورزی:

در شرایطی که از سامانه کم خاکورزی برای کشت استفاده گردد، مصرف کود نیتروژن (اوره) به صورت پایه (همزمان با کشت) یا قبل از آبیاری نوبت اول (خاک آب) اضافه بر آنچه که جهت پوسیدن بقایا (اشاره شده در بالا) به آن اشاره گردید، توصیه نمی‌شود. از آنجا که 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 زنی گندم می‌باشد، لذا 35 درصد کل نیتروژن برآورد شده برای تمام دوره رشد با آبیاری نوبت دوم به عنوان اولین سرک نیتروژن مصرف گردد.

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

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

مناسبترین نوع کود نیتروژنه برای مناطق دیم نیترات آمونیم است. در شرایط کشت با سیستم بی خاکورزی، مصرف مقدار 80 کیلوگرم نیترات آمونیم یا در صورت عدم دسترسی به نیترات آمونیم مقدار 65 کیلوگرم اوره بصورت جایگذاری در زیر و کنار بذر همزمان با کشت توصیه می‌شود. در بهار و هنگام انتظار بارندگی نیز مقدار 80 کیلوگرم نیترات آمونیم و یا 65 کیلوگرم اوره بصورت سرک در سطح مزرعه توزیع گردد.

نیتروژن مورد نیاز برای پوسیدن کاه و کلش: در این حالت مقدار 30 کیلوگرم در هکتار اوره یا 40 کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیم به ازای هر تن کلش مورد نیاز می‌باشد که 50 درصد آن پس از انجام کشت بایستی بصورت دستی یا دستگاه سانتریفوژ پشت تراکتوری، در سطح مزرعه توزیع و مابقی به سر جمع کود مورد استفاده در مرحله سرک (هنگام بهار) اضافه و بطور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع می‌گردد.

## 2-5- کاربرد فسفر

### الف - کشت مستقیم (بی خاکورزی):

در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از 15 میلی‌گرم بر کیلوگرم و مصرف کود به روش جایگذاری باشد، در خاکهای با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی‌گرم فسفر قابل جذب کمتر از حد فوق (15 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار 15 کیلوگرم در هکتار و در خاکهای با بافت سبک مقدار 10 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم توسط دستگاه کارنده در زیر و کنار بذرجایگذاری می‌شود. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، 10 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در این صورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز 75 کیلوگرم در هکتار خواهد بود.



### ب- کم خاکورزی:

در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از 15 میلی گرم بر کیلوگرم باشد. در خاکهای با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی گرم کمتر از حد فوق (15 میلی گرم بر کیلوگرم) مقدار 30 کیلوگرم در هکتار و در خاکهای نسبتاً سبک بافت مقدار 20 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم مورد نیاز است. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، 10 میلی گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در اینصورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز 150 کیلوگرم در هکتار خواهد بود که بایستی به روش دستی و یا دستگاه کودپاش سانتریفوژی قبل از هر گونه عملیات خاکورزی در سطح مزرعه توزیع و سپس توسط ادوات خاص خاکورزی با خاک مخلوط گردد.

**نکته:** در صورتی که پس از آماده سازی زمین با 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 یعنی معادل نصف مقادیر فوق (بند الف) مصرف گردد.

با توجه به حد بحرانی فسفر خاک در مناطق دیم (حدود 9 میلی گرم بر کیلوگرم)، به ازای هر یک میلی گرم فسفر قابل جذب کمتر از مقدار فوق، میزان 20 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و یا فسفات آمونیم به روش جایگذاری مصرف گردد. در صورتی که آزمایش خاک انجام نشده باشد مقدار 50 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و یا فسفات آمونیم به صورت جایگذاری مصرف گردد.

### 3-5- کاربرد پتاسیم

#### الف- کشت مستقیم (بی خاکورزی):

در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از 280 میلی گرم بر کیلوگرم باشد، به ازای هر واحد کمتر از مقدار فوق در خاکهای با بافت متوسط، میزان 1/5 کیلوگرم در هکتار

سولفات پتاسیم مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار 120 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم توسط دستگاه کارنده، زیر و کنار بذر جایگذاری گردد.

#### ب- کم خاکورزی:

در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از 280 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، به ازای هر واحد کمتر از مقدار فوق در خاکهای با بافت متوسط، میزان سه کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلرور پتاسیم) مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار 240 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلرور پتاسیم) به روش دستی و یا توسط دستگاه کودپاش سانتی‌فوژی 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 کود پتاسیمی مورد نیاز به جای مقادیر فوق همان مقادیر اشاره شده در روش بی‌خاک‌ورزی (بند الف) مصرف گردد.

#### 5-4- 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 ریشه‌ای 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 ساقه‌دهی و ظهور خوشه با غلظت 5 در هزار عناصر کم مصرف و 5 در هزار اوره در هکتار (مجموعاً 10 در هزار یا یک درصد) توصیه می‌شود. مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف به صورت بذر مال نیز در این شرایط قابل توصیه می‌باشد.

#### 5-5- 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

- 1- اسدی، فاطمه و زهرا خادمی. 1391. تنش ها و راهکارهای مدیریتی در گندم. نشریه فنی شماره 522. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- 2- پیمانی، ناصر. 1380. راهنمای تشخیص علائم کمبود و مسمومیت عناصر غذایی در گندم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
- 3- حسینی، ماشاله، محمد پاسبان، محمود شریعتمداری، مهناز فیض اله زاده اردبیلی، زهرا خادمی. 1389. گزارش نهایی پروژه "تعیین بهترین زمان کاربرد کودهای گوگردی در خاکهای زیر کشت گندم". موسسه تحقیقات خاک و آب
- 4- خادمی، زهرا و فاطمه اسدی. 1390. مدیریت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مراحل مختلف رشد گندم. نشریه شماره 503. موسسه تحقیقات خاک و آب
- 5- خادمی، زهرا، پرویز مهاجر میلانی، محمد رضا بلالی، محمد سعید درودی و محمدجعفر ملکوتی. 1382. بهینه‌سازی توصیه کود برای تعدادی از محصولات استراتژیک با استفاده از مدل کامپیوتری - گندم، جو، ذرت، چغندر قند، سیب‌زمینی، سویا، کلزا، پنبه، آفتابگردان، هلو، سیب و مرکبات - (دو جلد). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 386 صفحه. شماره 84/1036. تهران، ایران.
- 6- سماوات، سعید، محمد مهدی طهرانی، کامبیز بازرگان و مجید بصیرت. 1392. دستورالعمل نحوه بررسی مواد آلی. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- 7- شهابی، علی اصغر. 1389. دستورالعمل کاربردی مدیریت تغذیه گندم در سیستمهای کشت مستقیم (بی خاکورزی) و خاکورزی حداقل. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- 8- شهابی، علی اصغر. 1390. دستورالعمل کاربردی چگونگی استفاده از کودهای پر مصرف و کم مصرف در زراعت گندم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- 9- فیض اله زاده اردبیلی، مهناز، غلامرضا معافپوریان، جلال قادری، سعید رضائیان، محمد

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/85

- مهدی طهرانی و زهرا خادمی. 1389. گزارش نهایی پروژه "ارزیابی و بررسی روش های مصرف توأم کودهای نیتروژن و گوگرد در کشت گندم". موسسه تحقیقات خاک و آب
- 10- فیض اله زاده اردبیلی، مهناز و زهرا خادمی. 1389. گزارش نهایی طرح "ارزیابی و مدیریت وضعیت گوگرد در خاکهای تحت کشت گندم در راستای عملکرد کمی و کیفی گندم آبی". موسسه تحقیقات خاک و آب
- 11- فیضی محمد و پرویز مهاجر میلانی. 1383. بهینه سازی مصرف کودهای نیتروژنی، فسفاتی و پتاسیمی در شرایط شور برای گندم. در: روشهای نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات). ویراستار: محمدجعفر ملکوتی، زهرا خادمی و زهرا خوگر. صفحه 485-465. دفتر طرح خود کفایی گندم، وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.
- 12- کشاورز، پیمان. 1378. راهنمای مزرعه ای برای تشخیص علائم کمبود عناصر غذایی در گندم. نشریه فنی شماره 56، موسسه تحقیقات خاک و آب
- 13- کشاورز، پیمان، مهدی زنگی آبادی و مهدی عباس زاده. 1392. تأثیر میزان رس و شوری خاک بر رابطه کربن آلی خاک با عملکرد گندم. مجله پژوهش های خاک. جلد 27، شماره 3، ص. 371-359.
- 14- لطف الهی، محمد. 1379. چگونه کیفیت گندم را بالا ببریم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی
- 15- معافپوریان غلامرضا، حسین پسندیده، جلال قادری، ابراهیم جواهری، شهریار صفروپور، مهناز فیض اله زاده اردبیلی، زهرا خادمی. 1386. گزارش نهایی پروژه "بررسی وضعیت گوگرد در اراضی عمده تحت کشت گندم در کشور". موسسه تحقیقات خاک و آب
- 16- ملکوتی، محمد جعفر و محمد مهدی طهرانی. 1384. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. چاپ سوم، دانشگاه تربیت مدرس.
- 17- ملکوتی، محمد جعفر. 1379. تغذیه متعادل گندم. نشر آموزش کشاورزی
- 18- ملکوتی، محمد جعفر، فرهاد مشیری و محمد نبی غیبی. 1384. حد مطلوب عناصر

- غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش اول: محصولات زراعی). نشریه فنی شماره 405. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا، تهران، ایران.
- 19- مهاجر میلانی پرویز، و پرهام جواهری. 1379. برآورد آب مورد نیاز خاک‌های شور ایران. نشر آموزش کشاورزی، 103 صفحه. کرج، ایران.
- 20- مهاجر میلانی، پرویز، رضا و کیل و سعید سعادت. 1378. تغذیه گندم در شرایط شور استان قم. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. مجله علوم خاک و آب. ویژه‌نامه گندم، جلد 12 شماره 6، صفحه 196 – 187. تهران، ایران.
- 21- مهاجر میلانی، پرویز. 1385. مدیریت مصرف بهینه کود در شرایط شور. نشریه فنی شماره 85/1286 مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

پیوست:

جدول پیوست 1- تقویم کوددهی گندم منطبق بر مراحل فنولوژیکی

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

جدول پیوست 2- 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>3</sub>	0.226	N	4.427	NO <sub>3</sub>
NH <sub>3</sub>	0.820	N	1.216	NH <sub>3</sub>
NH <sub>4</sub>	0.776	N	1.288	NH <sub>4</sub>
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -urea	0.463	N	2.160	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -urea
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.212	N	4.716	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0.350	N	2.857	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.436	P	2.291	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0.458	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.182	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
K <sub>2</sub> O	0.830	K	1.205	K <sub>2</sub> O
KCl	0.632	K <sub>2</sub> O	1.580	KCl
KCl	0.525	K	1.905	KCl
ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	0.360	Zn	2.778	ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O
ZnSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0.230	Zn	4.348	ZnSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O
SO <sub>2</sub>	0.501	S	1.997	SO <sub>2</sub>
SO <sub>4</sub>	0.334	S	2.996	SO <sub>4</sub>
MgSO <sub>4</sub>	0.267	S	3.750	MgSO <sub>4</sub>
MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	0.230	S	4.310	MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0.130	S	7.680	MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.250	S	3.995	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
SiO <sub>2</sub>	0.468	Si	2.139	SiO <sub>2</sub>
CaSiO <sub>3</sub>	0.242	Si	4.135	CaSiO <sub>3</sub>
MgSiO <sub>3</sub>	0.280	Si	3.574	MgSiO <sub>3</sub>
MgO	0.603	Mg	1.658	MgO
MgO	2.986	MgSO <sub>4</sub>	0.335	MgO
MgO	3.432	MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	0.290	MgO
MgO	6.250	MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0.160	MgO
MgO	2.091	MgCO <sub>3</sub>	0.478	MgO
CaO	0.715	Ca	1.399	CaO
CaCO <sub>3</sub>	0.560	CaO	1.780	CaCO <sub>3</sub>
CaCl <sub>2</sub>	0.358	Ca	2.794	CaCl <sub>2</sub>
CaSO <sub>4</sub>	0.294	Ca	3.397	CaSO <sub>4</sub>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0.388	Ca	2.580	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
FeSO <sub>4</sub>	0.368	Fe	2.720	FeSO <sub>4</sub>
MnSO <sub>4</sub>	0.364	Mn	2.748	MnSO <sub>4</sub>





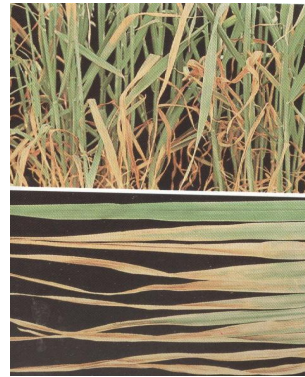
کمبود فسفر



کمبود نیتروژن



کمبود منیزیم



کمبود پتاسیم



کمبود روی



کمبود گوگرد