



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



دفتر محیط زیست و سلامت غذا

دستورالعمل تولید گندم گواهی شده



تابستان ۱۳۹۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه (پیش گفتار).....	۱
۲- گردش کار دریافت نشان حد مجاز آلاینده ها.....	۲
۳- مدیریت تلفیقی محصول (ICM).....	۲
۴- معرفی محصول و شرایط عمومی و اختصاصی تولید آن.....	۲
۵- مدیریت قبل از کاشت.....	۳
۵-۱- ویژگی های مهم در انتخاب محل تولید گندم گواهی شده.....	۳
۵-۱-۱- نیازهای اقلیمی گندم.....	۴
۵-۱-۲- نیازهای خاکی گندم.....	۵
۵-۲- مدیریت حاصلخیزی خاک قبل از کشت.....	۸
۵-۲-۱- روش نمونه برداری خاک.....	۸
۵-۲-۲- روش نمونه برداری آب.....	۱۰
۶- مدیریت آماده سازی و کاشت گندم.....	۱۲
۶-۱- تهیه بستر مناسب برای کاشت بذر.....	۱۲
۶-۲- انتخاب بذر و رقم مناسب گندم.....	۲۰
۶-۳- روش های معمول کاشت بذر گندم در ایران.....	۲۶
۶-۴- تراکم کاشت.....	۲۸
۶-۵- تاریخ کاشت.....	۲۸
۶-۶- آبیاری هنگام کاشت.....	۲۹
۷- مدیریت داشت محصول.....	۳۰
۷-۱- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه.....	۳۰
۷-۱-۱- نمونه برداری گیاه و تجزیه آن.....	۳۰
۷-۱-۲- علائم بیش بود و کمبود عناصر غذایی در گندم و راهکارهای مدیریت.....	۳۱
۷-۱-۳- تفسیر نتایج و توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و گیاه برای محصول گندم.....	۳۴
۸- مدیریت کاهش آلاینده ها (عناصر سنگین) در گندم.....	۶۲
۹- مدیریت آب و آبیاری برای تولید گندم گواهی شده.....	۶۸
۹-۱- سیستم آبیاری.....	۶۹
۹-۲- برنامه ریزی آبیاری.....	۷۱
۱۰- معرفی عوامل محیطی و تنش های غیرزنده محیطی مؤثر بر محصول و چگونگی مقابله با آنها.....	۸۱
۱۰-۱- شوری.....	۸۱
۱۰-۲- تنش خشکی.....	۸۹
۱۰-۳- تنش سرما.....	۹۲
۱۰-۴- تنش گرما.....	۹۵
۱۱- معرفی عوامل زنده خسارتزا زنده محیطی و مدیریت آنها به منظور تولید محصول.....	۹۶

۱۲۳	۱۲- مدیریت برداشت و پس از برداشت
۱۲۳	۱۲-۱- شاخص‌های رسیدگی فیزیولوژیکی محصول
۱۲۵	۱۲-۲- نکات و عوامل حین برداشت (مربوط به کمباین)
۱۲۶	۱۲-۳- وضعیت آلاینده‌ها در محصول
۱۲۷	۱۳- مدیریت پس از برداشت (بسته‌بندی، انبارداری، برچسب‌گذاری و...) گندم
۱۳۹	۱۴- ادوات و سم‌پاشی مزرعه
۱۴۵	۱۵- توصیه‌ها و ملاحظات محیط زیستی
۱۴۸	منابع مورد استفاده
۱۵۳	پیوست‌ها
۱۵۳	پیوست ۱- برخی تعاریف مورد نیاز
۱۵۶	پیوست ۲- گردش کار دریافت نشان حد مجاز آلاینده‌ها
۱۵۹	پیوست ۳- روش‌های مدیریت تلفیقی محصولات (ICM) با تأکید بر تولید محصولات گواهی شده
۱۶۲	پیوست ۴- فهرست مواد و نهاده‌های مجاز (کود، بذر و سم) برای استفاده در محصولات گواهی شده
۱۶۳	پیوست ۵- روش‌های تجزیه خاک، آب، گیاه، کود و آفت‌کش‌ها

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱- نیازهای اقلیمی گندم.....	۶
جدول ۲- نیازهای خاکی و زمین‌نما برای گندم.....	۷
جدول ۳- آنالیزهای مورد نیاز خاک برای اراضی تحت کشت محصولات گواهی شده.....	۱۱
جدول ۴- پارامترهای مورد نیاز در تجزیه آب آبیاری برای تولید محصولات گواهی شده.....	۱۲
جدول ۵- مهم‌ترین ارقام توصیه شده گندم نان و دوروم برای اقلیم‌های اصلی تولید گندم در کشور در سال‌های اخیر.....	۲۵
جدول ۶- مهم‌ترین ارقام توصیه شده گندم نان مناسب مناطق شور در کشور در سال‌های اخیر.....	۲۵
جدول ۷- ارقام مقاوم یا متحمل به بیماری معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.....	۲۵
جدول ۸- ارقام گندم دیم.....	۲۶
جدول ۹- توصیه‌های تحقیقاتی برای کاشت گندم در اقلیم‌های مختلف کشور.....	۲۷
جدول ۱۰- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های کمتر از ۰/۵ درصد کربن آلی.....	۳۵
جدول ۱۱- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های حاوی ۰/۷۵-۰/۵ درصد کربن آلی.....	۳۵
جدول ۱۲- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های حاوی ۱-۰/۷۵ درصد کربن آلی.....	۳۵
جدول ۱۳- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید گندم آبی.....	۳۵
جدول ۱۴- توصیه عمومی مصرف نیتروژن برای گندم دیم بر حسب بارندگی در سال زراعی.....	۳۶
جدول ۱۵- گروه‌بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت گندم.....	۳۹
جدول ۱۶- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل برای خاک‌های کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....	۴۰
جدول ۱۷- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل برای خاک‌های حاوی ۱۰-۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....	۴۰
جدول ۱۸- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل برای خاک‌های حاوی ۱۲-۱۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....	۴۰
جدول ۱۹- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل برای خاک‌های حاوی ۱۵-۱۲ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....	۴۱
جدول ۲۰- متوسط نیاز به مصرف فسفر در کشت گندم دیم بر اساس آزمون خاک.....	۴۱
جدول ۲۱- گروه‌بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت گندم.....	۴۳
جدول ۲۲- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاک‌های حاوی ۱۰۰-۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده.....	۴۴
جدول ۲۳- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاک‌های حاوی ۱۵۰-۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده.....	۴۴
جدول ۲۴- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاک‌های حاوی ۲۰۰-۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده.....	۴۴
جدول ۲۵- گروه‌بندی غلظت عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک برای کشت گندم.....	۴۷
جدول ۲۶- تقویم کوددهی گندم منطبق بر مراحل فنولوژیکی.....	۶۱
جدول ۲۷- حداکثر مجاز فلزات سنگین در خاک‌ها براساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست.....	۶۲

جدول ۲۸- استاندارد کیفیت آب برای کاربری کشاورزی	۶۵
جدول ۲۹- برخی به‌سازهای شیمیایی معدنی که به صورت مؤثر برای کاهش فراهمی فلزات سنگین	۶۷
جدول ۳۰- اثر تنش کم آبی در مراحل مختلف نموی گندم	۷۱
جدول ۳۱- آب قابل استفاده برای بافت‌های مختلف خاک	۷۲
جدول ۳۲- راهنمای تخمین رطوبت قابل استفاده و مقدار کمبود رطوبت خاک به روش لمسی	۷۵
جدول ۳۳- قرائت تانسیومتر و وضعیت آب خاک	۷۷
جدول ۳۴- خلاصه نتایج آرایش کاشت و فاصله نوار آبیاری پیشنهاد شده برای قطره‌ای مناطق اجرا	۸۱
جدول ۳۵- گروه‌بندی خاک‌های متأثر از شوری	۸۴
جدول ۳۶- نیاز آبتجویی برای رسیدن به شوری مطلوب خاک (ECe) در ناحیه ریشه‌ها با آب آبیاری با EC مختلف	۸۵
جدول ۳۷- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت گندم	۸۷
جدول ۳۸- اثرات تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو گندم	۸۹
جدول ۳۹- مرحله رشد گندم و میزان خسارت سرمازدگی	۹۳
جدول ۴۰- تاریخ مناسب کشت گندم و جو (تاریخ اولین آبیاری) در برخی اقلیم‌های ایران بر اساس نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای در استان چهارمحال و بختیاری	۱۰۱
جدول ۴۱- فهرست علف‌های هرز مزارع گندم در کشور	۱۱۶
جدول ۴۲- علف‌کش‌های ثبت شده به منظور کنترل علف‌های هرز در مزارع گندم	۱۲۲
جدول ۴۳- آنالیزهای مورد نیاز گیاه برای محصولات گواهی شده	۱۲۶
جدول ۴۴- راهنمای انتخاب نوع نازل برای قارچ‌کش‌ها	۱۴۲
جدول ۴۵- راهنمای انتخاب نوع نازل برای قارچ‌کش‌ها	۱۴۲
جدول ۴۶- راهنمای انتخاب نوع نازل برای حشره‌کش	۱۴۲
جدول ۴۷- آنالیزهای مورد نیاز گیاه برای اراضی تحت کشت محصولات گواهی شده	۱۶۳

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱- نمونه‌برداری منظم	۸
شکل ۲- نمونه‌برداری نامنظم به صورت W و X	۹
شکل ۳- نمونه‌برداری تصادفی	۹
شکل ۴- نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌ای	۹
شکل ۵- بذرکار کشت مستقیم	۱۶
شکل ۶- خاکورزهای حفاظتی	۱۶
شکل ۷- خاکورزی نواری	۲۰
شکل ۸- کمبود نیتروژن	۳۳
شکل ۹- کمبود فسفر	۳۳
شکل ۱۰- کمبود پتاسیم	۳۳
شکل ۱۱- کمبود گوگرد	۳۳
شکل ۱۲- کمبود منیزیم	۳۳
شکل ۱۳- کمبود روی	۳۳
شکل ۱۴- کمبود آهن	۳۳
شکل ۱۵- کمبود منگنز	۳۳
شکل ۱۶- کمبود بور	۳۳
شکل ۱۷- کمبود مس	۳۳
شکل ۱۸- تعیین زمان آبیاری با استفاده از درجه پژمردگی	۷۸
شکل ۱۹- خسارت خشکی در مزرعه گندم	۹۲
شکل ۲۰- عوارض خسارت سرمازدگی در گندم	۹۴
شکل ۲۱- خوشه سرمازده در گندم- یخبندان	۹۴
شکل ۲۲- خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه گندم	۹۴
شکل ۲۳- سن گندم	۹۷
شکل ۲۴- شته‌های زیان آور مزارع گندم	۹۸
شکل ۲۵- حشره کامل سوسک سیاه گندم	۹۹
شکل ۲۶- لارو سوسک سیاه گندم	۹۹
شکل ۲۷- سوسک برگ‌خوار غلات	۱۰۰
شکل ۲۸- سوسک قهوه‌ای گندم	۱۰۱
شکل ۲۹- تریپس گندم	۱۰۲
شکل ۳۰- زنبور ساقه‌خوار گندم	۱۰۲
شکل ۳۱- مزرعه گندم آلوده به بیماری‌های ویروسی	۱۰۵

- شکل ۳۲- علائم آلودگی به ویروس کوتولگی گندم..... ۱۰۶
- شکل ۳۳- نشانه‌های بیماری زنگ زرد روی برگ‌های گندم..... ۱۰۷
- شکل ۳۴- علائم بیماری سپتوریایی برگ گندم در مزرعه..... ۱۱۰
- شکل ۳۵- اندام‌های باردهی جنسی و غیرجنسی قارچ و نشانه‌های بیماری لکه‌خرمایی حاصل از این قارچ..... ۱۱۱
- شکل ۳۶- خشک شدن سنبله از علائم بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم..... ۱۱۴
- شکل ۳۷- سفید شدن قسمت میانی سنبله گندم آلوده به بیماری بادزدگی فوزاریومی..... ۱۱۴
- شکل ۳۸- مهم‌ترین علف‌های هرز باریک برگ گندم..... ۱۲۰
- شکل ۳۹- روش غیر اصولی سم پاشی مزرعه با سم پاش..... ۱۳۹
- شکل ۴۰- نمایی از بوم دستی جایگزین لانس..... ۱۴۰
- شکل ۴۱- نمونه‌ای از خطوط تراموایی در مزرعه گندم..... ۱۴۰
- شکل ۴۲- ارتفاع پاشش نوک نازل بادبزنی مسطح تا هدف..... ۱۴۱
- شکل ۴۳- الگوی پاشش نازل‌های مختلف..... ۱۴۲
- شکل ۴۴- سم‌پاش بوم‌دار پشت تراکتوری هواکمک..... ۱۴۳
- شکل ۴۵- سم‌پاش میکرونر پشت تراکتوری..... ۱۴۴
- شکل ۴۶- روش سم‌پاشی مزرعه با در نظر گرفتن جهت باد..... ۱۴۴
- شکل ۴۷- ارتباط بین مدیریت تلفیقی محصول (ICM) و اصطلاحات مرتبط..... ۱۶۰

۱- مقدمه (پیش گفتار)

بشر از ابتدای خلقت تاکنون دوره‌های مختلفی را برای تأمین غذای خود سپری نموده و متناسب با جمعیت، شیوه زندگی و تکنولوژی‌های روز از شیوه‌های گوناگون شکار تا کشت‌های متمرکز امروزی را تجربه نموده است.

اما آنچه در حال حاضر مهم جلوه نموده است دیدگاه و نگرش انسان به امنیت غذایی با مفهوم امروزی آن است. بررسی سوابق نشان می‌دهد در چند دهه گذشته با افزایش شدید جمعیت و نیاز به غذای بیشتر دیدگاه انسان از کشاورزی سنتی به کشاورزی صنعتی تغییر یافت؛ بدین معنی که کشاورزی هم، مانند یک کارخانه بایستی با مصرف نهاده‌های بیشتر حداکثر خروجی (محصول) را تولید کند تا بیشترین سود حاصل گردد. اینچنین دیدگاهی در چند دهه گذشته، باورها و تجربیات خردمندانه بشر از طبیعت و کشاورزی را تحت تأثیر خود قرار داد و منجر به بروز ناپایداری‌های متعددی گردید. نشانه‌های ناپایداری اکوسیستم‌ها به حدی بود که علی‌رغم توسعه، امنیت غذایی انسان در معرض تهدید جدی قرار گرفت. امنیت غذایی با مفهوم تأمین غذای کافی، سالم و مغذی برای همه افراد جامعه در همه زمان‌ها بر اساس ترجیحات غذایی از جمله مفاهیمی است که در زمان‌های مختلف مورد تأکید بوده است. در موارد بسیاری مشاهده می‌شود مواد غذایی کشاورزی بسیاری به دلیل مصرف نادرست نهاده‌ها همانند کود و سم، آلودگی هوا، آلوده بودن منابع خاک و آب و مدیریت نادرست دچار آلودگی‌های شیمیایی همانند نیترات، نیتريت، فلزات سنگین، باقیمانده سموم و آلودگی میکروبی می‌گردد تا جایی که هم اکنون نگرانی از کیفیت محصولات کشاورزی به یکی از دغدغه‌های اصلی مردم تبدیل شده است. در چنین شرایطی در کشورهای مختلف سامانه‌های متنوعی برای گواهی محصولات کشاورزی تعریف گردید. از جمله آنها می‌توان به عملیات کشاورزی خوب^۱ (GAP) و ارگانیک اشاره نمود. در کشور ایران نیز تولید محصولات گواهی شده در قالب دو استاندارد پیگیری گردید. اول تولید محصولات ارگانیک که با استاندارد «الزامات تولید، فراوری، بازرسی و صدور گواهی، برچسب‌گذاری و بازررسانی مواد غذایی ارگانیک (۱۱۰۰۰)» شکل گرفت و دوم تولید محصولات با نشان حد مجاز آلاینده‌ها که با استاندارد «صدور، تجدید، تعلیق، رفع تعلیق، و ابطال پروانه کاربرد نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی»^۱ پا بر عرصه گذاشت.

در سال ۱۳۹۷ استاندارد نشان حد مجاز آلاینده‌ها با هدف تسهیل و تسریع در مراحل اداری و تشویق تولیدکنندگان مورد بازنگری قرار گرفت و در مورخ ۹۷/۳/۷ تصویب گردید. در همین راستا و برای عملیاتی نمودن آن پایگاه اطلاع رسانی محصولات ارگانیک و گواهی شده موسوم به سرگانیک (cerganic) راه‌اندازی گردید.

برای اجرایی و عملیاتی نمودن گواهی حد مجاز آلاینده‌ها نیاز به در اختیار داشتن دستورالعمل‌های فنی تولید محصولات گواهی شده متناسب با استاندارد آن کاملاً مشهود بود. به همین دلیل تفاهم‌نامه همکاری فیما بین سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و دفتر محیط‌زیست و سلامت غذا منعقد گردید که بر اساس قراردادی تهیه و تدوین و دستورالعمل محصولات گواهی شده به سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی واگذار گردید تا در قالب کمیته اجرایی مشترکی مورد بررسی و تأیید نهایی قرارگیرد. این دستورالعمل‌ها با مشارکت مؤسسات تحقیقاتی تابعه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ویژه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مؤسسه تحقیقات باغبانی، مؤسسه تحقیقات فنی و

^۱ Good Agriculture Practice (GAP)

مهندسی کشاورزی و به درخواست دفتر محیط زیست و سلامت غذا تهیه و تدوین شد که نسخه‌ای از دستورالعمل تولید گندم گواهی شده ارائه می‌گردد.

۲- گردش کار دریافت نشان حد مجاز آلاینده‌ها

کیفیت و سلامت محصولات کشاورزی به عنوان برآیندی از کیفیت خاک، آب، نهاده‌ها و عملیات زراعی مناسب و مدیریت صحیح و علمی قابل دستیابی می‌باشد. این مهم می‌تواند با تولید محصولات گواهی شده^۱ به عنوان گامی مهم در این عرصه محقق شود. «دستورالعمل صدور، تجدید، تعلیق و ابطال پروانه کاربرد نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی» به عنوان راهنمایی برای اخذ استاندارد تشویقی و راهکاری برای تولید محصولات گواهی شده، در سال ۱۳۹۷ مورد بازنگری مجدد قرار گرفت. این دستورالعمل با بهره‌مندی از سامانه‌های نوین، ساده‌سازی فرآیندها و استفاده از خدمات‌رسان‌ها و شرکت‌های تخصصی، فرایند دریافت نشان حد مجاز را تسهیل و تسریع نموده است. برای اطلاعات بیشتر به پیوست ۲ و یا پایگاه اطلاع‌رسانی محصولات گواهی شده و ارگانیک به آدرس corganic.maj.ir می‌توان مراجعه نمود.

۳- مدیریت تلفیقی محصول (ICM)^۲

مدیریت تلفیقی محصول (ICM) روشی مناسب برای تولید محصولات کشاورزی است که اجرای آن تضمین کننده توسعه پایدار و تولید محصول سالم بوده و با کاهش مصرف نهاده‌ها و انرژی مصرفی می‌تواند درآمد واقعی کشاورز را بهبود دهد. در این نوع مدیریت، بهترین روش‌های سنتی با فناوری‌های نوین و مناسب تلفیق شده و تولید اقتصادی محصولات زراعی را با مدیریت زیست محیطی به تعادل می‌رساند. این نوع مدیریت بر مبنای درک تعادل پیچیده بین محیط زیست و کشاورزی است و دارای رویکرد کل مزرعه در دستیابی به تعادل و توسعه پایدار می‌باشد. اجزای اصلی مدیریت تلفیقی محصول (ICM) عبارتند از مدیریت اراضی، مدیریت محصول، مدیریت عناصر غذایی، مدیریت آفات و بیماری‌ها و مدیریت مالی می‌باشد. هر یک از این مؤلفه‌ها با بهترین روش‌های مدیریت (BMP)^۳ کشاورزی مرتبط بوده و در نهایت منجر به دستیابی به استراتژی بلندمدت و پایدار برای کل مزرعه خواهد شد. برای اطلاعات کامل و بیشتر به پیوست ۳ مراجعه نمایید.

۴- معرفی محصول و شرایط عمومی و اختصاصی تولید آن

گندم با نام علمی *Triticum.aestivum* L سازگارترین گونه غلات بوده که در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی در سراسر جهان و کشور ایران کشت می‌شود. گندم حاوی مقادیر قابل توجهی هیدرات کربن و ترکیبات پروتئینی با نسبت مناسبی از این دو برای تغذیه انسان می‌باشد. آرد حاصل از گندم به خاطر داشتن گلوتن و خاصیت نانوائی دارای ارزش بسیار بالایی است. کیفیت گلوتن گندم بستگی به ژنوتیپ آن دارد و همین صفت است

^۱ Certified Crops

^۲ Integrated Crop Management

^۳ Best Management Practice

که آرد گندم را ممتاز می‌نماید. گلوتن گندم از طریق تشکیل حباب‌های کوچک گاز و نگهداشتن گاز کربنیک حاصل از تخمیر، سبب ورم آمدن و رسیدگی خمیر و افزایش خاصیت نانوائی آن می‌شود. مصرف نان‌هایی که خمیرشان تخمیر یافته از قرن‌ها پیش مورد استفاده قرار می‌گرفته است. بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهان (FAO) سطح زیر کشت گندم در دنیا بیش از ۲۵۰ میلیون هکتار و متوسط سالانه تولید کل در جهان بیش از ۵۰۰ میلیون تن گزارش شده است. متوسط عملکرد گندم در جهان در هر هکتار بیش از ۲۰۰۰ کیلوگرم است. عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده گندم جهان، چین، هندوستان، کانادا و آمریکا، عمده‌ترین صادرکنندگان گندم را کشورهای آمریکا، اتحادیه اروپا، استرالیا و آرژانتین و عمده‌ترین وارد کننده گندم نیز چین و روسیه هستند. سه کشور آمریکا، هندوستان و کانادا بر روی هم ۲۵ درصد گندم دنیا را تولید می‌کنند. با توجه به نیاز به این ماده غذایی با ارزش، کشت گندم در سیاست‌گذاری‌های کشاورزی کشور محوری اصلی هست. کشور ایران سیزدهمین تولیدکننده گندم در جهان بوده که سطح زیرکشت گندم آن تقریباً ۶/۵ میلیون هکتار که ۴/۲ میلیون هکتار آن به کشت دیم و ۲/۳ میلیون هکتار آن با کشت آبی اختصاص دارد. بطور متوسط سالانه ۱۳ تا ۱۴ میلیون تن گندم در کشور تولید می‌شود. گندم اساسی‌ترین محصول در الگوی غذایی ایرانیان و نقش عمده‌ای در تأمین انرژی و پروتئین مورد نیاز آنها دارد. متوسط سهم مصرف نان در کل انرژی مورد احتیاج در کشور ایران حدود ۴۰ درصد می‌باشد. مهم‌ترین مراحل رشد گندم که باید به آن توجه داشت شامل جوانه‌زدن، پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه رفتن و رسیدگی در مراحل شیری، خمیری، نیمه سخت و سخت می‌باشد.

در ایران زراعت گندم به دلیل سهمی که در تأمین غذای مردم و نیز کمک به تناوب زراعت‌های دیگر دارد نقش مهمی را در زراعت محصولات کشاورزی داشته چندان که به تنهایی بیش از ۵۰٪ اراضی کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است.

طی سال‌های گذشته تلاش شده است تا با استفاده از خصوصیات ژنتیکی گیاه و توان فنی به نژادگران، با در نظر گرفتن عوامل محیطی، ارقام مناسب معرفی و با ارائه توصیه‌های به زراعی و مدیریت بهینه مزارع متوسط تولید افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته باشد.

۵- مدیریت قبل از کاشت

۵-۱- ویژگی‌های مهم در انتخاب محل تولید گندم گواهی شده

در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی برای انتخاب مکان مناسب کشت محصولات کشاورزی، نیازهای رویشی هر محصول با ویژگی‌های اقلیمی، خاکی و زمین نمای آن منطقه تطبیق داده شده و محدودیت‌های موجود شناسایی می‌شود. مطالعات تناسب اراضی برای گیاهان بر پایه سه رکن اصلی داده‌ها و اطلاعات مربوط به خاک و زمین‌نما، اقلیم و گیاه استوار است. جداول نیازمندی‌های رویشی که مه‌ترین بخش از اطلاعات موردنیاز برای انجام مطالعات مذکور محسوب می‌گردد با توجه به مشخصه‌ها و نیازهای هر محصول منحصر به خود همان گیاه می‌باشد. در ساختار این جداول از سه روش محدودیت ساده یا حداکثر محدودیت (S_1, S_2, S_3, N_1, N_2) تعداد و شدت محدودیت (0-4) و روش پارامتریک (0-100) استفاده گردیده است. ضمناً برای هر ویژگی، چهار سطح محدودیت به شرح ذیل در نظر گرفته شده است:

بدون محدودیت: مشخصه‌ها و کیفیت‌های اراضی برای رشد گیاه مطلوب است (S1, 0).
 محدودیت کم: مشخصه‌ها برای رشد گیاه تقریباً مطلوب است. محدودیت‌ها تأثیر کمی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بیش از ۸۰ درصد عملکرد مطلوب است (S1, 1).
 محدودیت متوسط: مشخصه‌ها برای رشد گیاه نسبتاً مطلوب است. محدودیت‌ها تأثیر متوسطی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بین ۴۰ تا ۸۰ درصد عملکرد مطلوب است و سودآوری محصول نیز نسبتاً قابل قبول است (S2, 2).

محدودیت شدید: مطلوبیت مشخصه‌ها برای رشد گیاه کم است. محدودیت‌ها تأثیر زیادی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بین ۲۰ تا ۴۰ درصد عملکرد مطلوب است و سودآوری محصول خیلی کم است (S3, 3).

محدودیت خیلی شدید: مشخصه‌ها برای رشد گیاه نامطلوب است. محدودیت‌ها تأثیر خیلی زیادی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بین ۰ تا ۲۰ درصد عملکرد مطلوب است و هیچگونه سودآوری برای محصول وجود ندارد و برای نوع کاربری اراضی مورد نظر توصیه نمی‌گردد (N1 & N2, 4).

جداول نیازهای رویشی محصولات زراعی و باغی که مبنای مطالعات تناسب اراضی است. برای ۴۰ محصول زراعی و ۳۰ محصول باغی در مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردیده است. پس از تعیین نیازهای رویشی هر محصول، این اطلاعات با مشخصه‌ها و یا کیفیت‌های اراضی در هر منطقه (مشخصه‌های خاک، زمین‌نما و اقلیم) مقایسه و در نهایت تناسب اراضی برای هر محصول مشخص می‌گردد.

نظر به اینکه مهمترین لایه اطلاعاتی در برنامه‌ریزی الگوی کشت نقشه‌های تناسب اراضی است. لذا مطالعات ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات زراعی و باغی در اراضی آبی کشور توسط موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شده و نقشه‌های مربوطه برای حوضه‌های آبخیز و استان‌ها با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ نیز تهیه گردیده و در اختیار برنامه‌ریزان قرار گرفته است.

۵-۱-۱- نیازهای اقلیمی گندم

دامنه دما برای رشد گندم ۱۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. شرایط مطلوب رشد در دمای ۱۲ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد به‌دست می‌آید. دمای هوای منطقه‌ای که قصد کشت گندم در آن وجود دارد، با توجه به وارسته اهمیت خاصی دارد. دمای پایین، جوانه‌زنی را تقویت می‌کند. طول سیکل رشد برای گندم بهاره ۱۰۰ تا ۱۳۰ روز و برای گندم زمستانه ۱۸۰ تا ۲۵۰ روز می‌باشد. یک دوره سرد برای گلدهی مورد نیاز است. گندم زمستانه در مراحل اولیه می‌تواند در ۲۰- درجه سانتی‌گراد باقی بماند اما دمای کمتر از ۱- درجه سانتی‌گراد در زمان ظهور گوسوارک و گلدهی می‌تواند به‌طور جدی عملکرد محصول را کاهش دهد. گندم بهاره حساس به یخبندان است. در گندم‌زارهای دیم متوسط بارندگی سالانه در سیکل رشد باید حدود ۳۵۰ تا ۱۲۵۰ میلی‌متر باشد. یک دوره خشک در مرحله بلوغ مورد نیاز است.

موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بر اساس تجارب حاصل از اجرای آزمایشات مختلف بر روی ارقام با تیپ‌های رشد متفاوت زمستانه و بهاره، در طی سال‌های متمادی در ۳۳ ایستگاه‌های تحقیقاتی کشور، مناطق

کشت گندم کشور از نظر آب و هوایی و عادت رشدی واریته‌ها و ارقام زراعی، به چهار اقلیم اصلی بزرگ تقسیم کرده است:

- ۱- اقلیم گرم و مرطوب (شامل اراضی جلگه‌ای در سواحل خزر)
- ۲- اقلیم گرم و خشک (شامل مناطق جنوب و جنوب غربی کشور)
- ۳- اقلیم معتدل (شامل مناطق مرکزی و مناطقی پراکنده در غرب و شرق کشور)
- ۴- اقلیم سرد (شامل مناطقی در شمال غرب، شمال شرق و مرکز کشور)

هر کدام از اقالیم اصلی فوق دارای عوامل محدود کننده مختلف در زراعت گندم هستند. بنابراین، در هر اقلیم شیوه‌های کشت و کار و ارقام متفاوتی قابل توصیه می‌باشند.

۵-۱-۲- نیازهای خاکی گندم

گندم می‌تواند در خاک‌های با بافت لوم شنی تا رسی رشد کند. حداقل عمق خاک برای رشد گندم ۰/۱ متر است. ولی شرایط مطلوب برای رشد در خاک‌های با عمق بیشتر از ۰/۹ متر ایجاد می‌شود. حداکثر عمق ریشه دوانی گندم بهاره ۱/۲ تا ۱/۵ متر و برای گندم زمستانه ۱/۵ تا ۲ متر است. گندم بهترین شرایط را در خاک‌های با زهکشی متوسط تا خوب دارد. این محصول به آب‌ماندگی حساس است، تحمل کمی نسبت به سطح ایستابی بالا نشان می‌دهد. دامنه pH از ۵/۲ تا ۸/۵ و pH مطلوب ۶ تا ۸/۲ می‌باشد. گندم در زمان جوانه‌زنی، کمترین تحمل به شوری را دارد. در هدایت الکتریکی (EC) کمتر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد مطلوبی دارد. کاهش محصول ۱۰ درصد در ۷/۴، ۲۵ درصد در ۱۱، ۵۰ درصد در ۱۵ و ۱۰۰ درصد در ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر است. ۵۰ درصد کاهش محصول در ESP (درصد سدیم قابل تبادل) ۲۰ مشاهده می‌گردد. نیازهای اقلیمی و خاکی، زمین‌نما گندم به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. برای استفاده از این جداول دانستن نکات ارائه شده در ذیل لازم است: در ارزیابی تناسب اراضی برای نباتات گوناگون، نیازهای آن گیاهان از نظر شرایط اقلیمی و مشخصه‌های خاک و زمین‌نما مورد نیاز می‌باشد. این نیازها غالباً به‌صورت جداولی به‌طور جداگانه برای اقلیم، خاک و زمین‌نما ارائه شده‌اند و در هر یک از این جداول برای هر گیاه، حالات زیر تعریف گردید.

برای هر ویژگی، چهار سطح محدودیت در نظر گرفته شده است.

بدون محدودیت: مشخصه‌ها و کیفیت‌های اراضی برای رشد گیاه مطلوب است (S1, 0, 95-100)

محدودیت کم: مشخصه‌ها برای رشد گیاه تقریباً مطلوب است. محدودیت‌ها تأثیر کمی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بیش از ۸۰ درصد عملکرد مطلوب است (S1, 1, 85-95).

محدودیت متوسط: مشخصه‌ها برای رشد گیاه نسبتاً مطلوب است. محدودیت‌ها تأثیر متوسطی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بین ۴۰ تا ۸۰ درصد عملکرد مطلوب است و سودآوری محصول نیز نسبتاً قابل قبول است (S2, 2, 60-85).

محدودیت شدید: مطلوبیت مشخصه‌ها برای رشد گیاه کم است. محدودیت‌ها تأثیر زیادی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بین ۲۰ تا ۴۰ درصد عملکرد مطلوب است و سودآوری محصول خیلی کم است (S3, 3, 40-60).

محدودیت خیلی شدید: مشخصه‌ها برای رشد گیاه نامطلوب است. محدودیت‌ها تأثیر خیلی زیادی بر کاهش عملکرد محصول دارند و عملکرد محصول بین ۰ تا ۲۰ درصد عملکرد مطلوب است و هیچگونه سودآوری برای محصول وجود ندارد و برای نوع کاربری اراضی مورد نظر توصیه نمی‌گردد (N1& N2, 4, 0-40).

جدول ۱- نیازهای اقلیمی گندم

Climatic characteristics	Class, degree of limitation and rating scale					
	S1		S2	S3	N1	N2
	0 100	1 95	2 85	3 60	4 40	0 24
Precipitation of growing cycle (mm)	700-450 700-1000	450-350 1000-1250	350-250 1250-1500	250-200 1500-1750	-	<200 >1750
Monthly rainfall of vegetative stage(mm)	65-45 65-90	45-20 90-120	20-12 >120	12-8	-	<8
Monthly rainfall of flowering stage(mm)	75-60 75-90	60-30 90-120	30-15 >120	15-10	-	<10
Monthly rainfall of ripening stage(mm)	60-50 60-70	50-30 70-100	30-10 100-120	<10 >120	-	
Mean temp. of growing cycle (°C)	18-20 18-15	20-23 15-12	23-25 12-10	25-30 10-8	-	>30 <8
Mean temp. of vegetative cycle (°C)	10-8 10-12	8-4.9 12-18	4.9-4 18-24	4-2 24-28	-	<2 >28
Mean temp. of flowering stage cycle (°C)	18-14 18-22	14-12 22-26	12-10 26-32	10-8 32-36	-	<8 >36
Mean temp. of ripening stage cycle (°C)	20-16 20-24	16-14 24-30	14-12 30-36	12-10 36-42	-	<10 >42
Average daily min. temp. of coldest month combined with average daily max. temp. of coldest month	If <8 and <21	-	If >8 and <21	If 8-19 and >21	-	-

جدول ۲- نیازهای خاکی و زمین نما برای گندم

Land characteristics	Class, degree of limitation and rating scale						
		S1		S2	S3	N1	N2
	0	1	2	3	4		
	100	95	85	60	40	25	0
Topography (t)							
Slope (%) (1)	0-1	1-2	2-5	5-8	>8		
(2)	0-2	2-4	4-8	8-16			>16
(3)	0-4	4-8	8-16	16-30			>30
Wetness (w)							
Flooding	F0	-	F1	F2			F3+
Drainage (4)	Good	Moderate	imperfect	poor and	poor but		poor not
(5)	imperfect	Moderate	good	aeric	drainable		drainable
Physical soil characteristics(s)							
Texture/structure	C<60s, SiC, Co, Si, SiL, CL, SiCL, SiCs	C<60v, SC, C>60s, L	C>60v, SCL	SL, LfS, LS			Cm, SiCm, LcS, fS, cS, S
Coarse fragment (vol %)	0-3	3-15	15-35	35-75			>75
Soil depth(cm)	>90	90-50	50-20	20-10			<10
CaCO ₃ .(%) Primary	3-20	20-40	40-60	60-70			>70
Secondary	3-20	20-30	30-40	40-60			>60
Gypsum (%)	0-10	10-25	25-40	40-50			>50
Soil fertility characteristics (f)							
Apparent CEC	>24	24-16	<16(-)	<16(+)			
(cmol (+) /kg clay)							
Base saturation (%)	>80	80-50	50-35	<35			
Sum of basic cation (cmol(+)/kg soil)	>8	8-5	5-3.5	3.5-2	<2		
pH(H ₂ O)	7.0-6.5	6.5-6.0	6.0-5.6	5.6-5.2	<5.2		
Organic carbon (%)	7.0-7.5	7.5-8.2	8.2-8.3	8.3-8.5			>8.5
(6)	>1.5	1.5-0.8	<0.8				
(7)	>2.5	2.5-1.5	1.5-1	<1			
(8)	>1.5	1.5-1	1-0.5	<0.5			
	>0.6	0.6-0.4	<0.4				
Salinity and Alkalinity(n)							
EC (dS/m)	0-6	6-9	9-13	13-18	>18		
ESP (%)	0-15	15-20	20-35	35-45	>45		

علاوه بر موارد عمومی که در بالا برای انتخاب زمین پیشنهاد گردید لازم است. موارد زیر نیز مورد توجه قرار گرفته و عملیاتی شود.

۱- با توجه به سوابق کشت و کار در آن حداقل در سه سال گذشته از فاضلاب استفاده نشده باشد.

۲- در مجاورت جاده‌های اصلی قرار نگرفته باشد و یا حداقل ۵۰-۱۰۰ متر از آن فاصله داشته باشد.

۳- در کشت‌های قبلی از نهاده‌های سم و کود غیرمعتبر و به مقادیر زیاد استفاده نشده باشد.

۴- خاک مورد استفاده حاوی غلظت‌های غیرمجاز فلزات سنگین و سموم نباشد.

۵- در اراضی با شیب بالا و با مدیریت ضعیف حفاظت خاک کشت نگردد زیرا باعث افزایش فرسایش خاک می‌گردد. شیب عمومی مناسب کمتر از ۱۲-۸ درصد بوده در شیب‌های بالاتر بایستی مدیریت حفاظت خاک به نحوی باشد که فرسایش خاک مشاهده نشود.

۵-۲- مدیریت حاصلخیزی خاک قبل از کشت

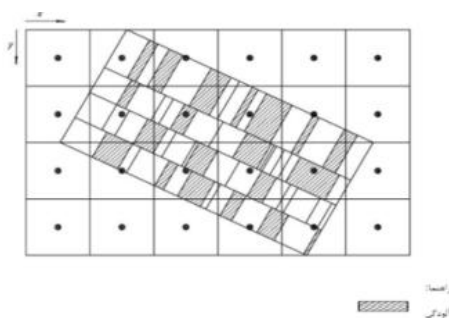
قبل از کشت محصول گندم لازم است ضمن انجام نمونه‌برداری و تجزیه خاک و آب نسبت به توصیه کودی برای مصرف کودهای پایه اقدام نمود. بدین منظور نسبت به تهیه نمونه خاک و آب به صورت زیر اقدام نموده و سپس نمونه‌ها برای تجزیه به آزمایشگاه‌های مورد تأیید ارسال گردد تا بر اساس نتایج تجزیه خاک و آب نسبت به توصیه کودهای موردنیاز به صورت پایه و سرک اقدام گردد. علاوه بر تجزیه خاک و آب برای اندازه‌گیری عناصر غذایی موردنیاز گیاه و توصیه کودی، فلزات سنگین آلاینده نیز مورد اندازه‌گیری واقع می‌شوند که در جدول ۲ فهرست و دوره‌های اندازه‌گیری آن آمده است.

۵-۲-۱- روش نمونه‌برداری خاک

هنگامی که بخواهیم ویژگی‌های خاکی را تعیین کنیم معمولاً آزمایش همه خاک امکان‌پذیر نبوده و لازم است نمونه برداری انجام گیرد. نمونه‌های خاک بایستی معرف و نماینده خاک منطقه موردنظر باشند و در فاصله زمانی بین نمونه برداری تا اندازه‌گیری دست خوش تغییرات نشوند. نمونه‌برداری از خاک بایستی بر اساس استانداردهای نمونه برداری از خاک^۱ انجام گرفته و موارد آن رعایت شود که در زیر به برخی موارد مهم آن اشاره شده است. در صورت نیاز به اطلاعات کامل‌تر به استانداردهای مربوط مراجعه شود.

الگوی نمونه برداری: ویژگی‌های خاک از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر می‌کند. اما مناطق نزدیک‌تر، شبیه‌تر از مناطقی هستند که فاصله آنها از همدیگر دورتر است. این نوع وابستگی به وابستگی مکانی موسوم می‌باشد که در علم زمین آمار اهمیت بسیاری دارد. الگوهای مختلفی برای نمونه‌برداری وجود دارد.

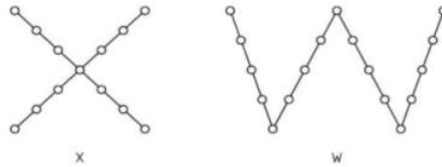
۱- الگوی شبکه منظم: که بر اساس شبکه مربع یا مستطیلی منظم، نمونه‌برداری انجام می‌شود. از جمله مزایای شبکه منظم آن است که به سادگی پیاده شده و ابعاد شبکه نیز قابل تغییر می‌باشند.



شکل ۱- نمونه برداری منظم

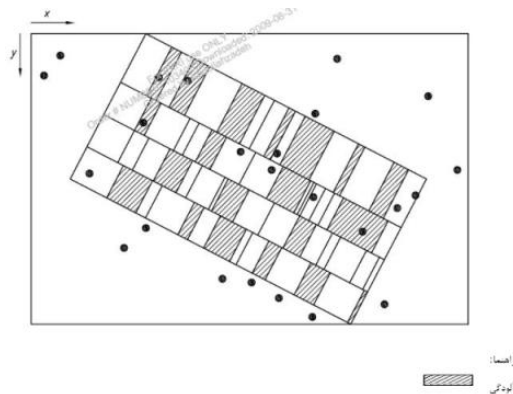
^۱ کیفیت خاک، قسمت اول: راهنمای طراحی، برنامه‌های نمونه‌برداری استاندارد ۱-۱۰۹۶۲ سازمان ملی استاندارد ایران، قسمت دوم: راهنمای روش‌های نمونه‌برداری (استاندارد ۲-۱۰۹۶۲) و قسمت سوم: راهنمای ایمنی (استاندارد ۳-۱۰۹۶۲).

۲- الگوی نامنظم: که به صورت X، S، W، N در منطقه موردنظر انجام می گیرد. این روش و الگو در کشاورزی (زراعت و باغبانی) کاربرد وسیعی دارد.



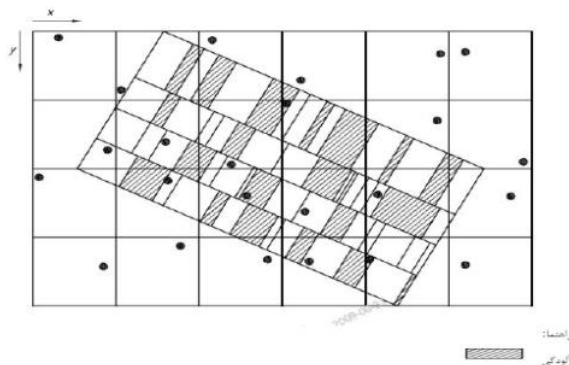
شکل ۲- نمونه برداری نامنظم به صورت W و X

۳- روش الگوی تصادفی: که نمونه های خاک از نقاط تعیین شده به صورت تصادفی برداشته می شود. بدین منظور نقاط نمونه برداری با استفاده از اعداد تصادفی که از جداول آماری یا برنامه های رایانه ای استخراج می شوند تعیین می شوند.



شکل ۳- نمونه برداری تصادفی

۴- نمونه برداری تصادفی طبقه ای: در این روش منطقه به تعدادی سلول های شبکه ای تقسیم شده و تعداد مشخصی از نقاط نمونه برداری بطور تصادفی انتخاب می شوند.



شکل ۴- نمونه برداری تصادفی طبقه ای

عمق نمونه برداری: معمولاً این عمق با توجه به اهداف موردنظر تعیین می‌شود. برای اراضی کشاورزی زراعی ۳۰-۶۰، ۶۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری در نظر گرفته می‌شود.

مقدار نمونه: حداقل مقدار نمونه ۵۰۰ گرم بوده و در صورت نیاز به ذخیره و نگهداری آن حداقل ۲۰۰۰ گرم وزن دارد.

ترکیب نمونه‌ها: در مواردی که لازم است تا متوسط غلظت یک ماده یا یک پارامتر در یک لایه را تعیین کنند. در این حالت حداقل ۲۵ نمونه انفرادی را با یکدیگر مخلوط کرده و یک نمونه مرکب تهیه می‌نمایند.

وسایل و ابزار نمونه برداری: برای نمونه برداری خاک از مته نمونه برداری (اوگر) استوانه‌ای یا مارپیچی استفاده می‌شود که نوع استوانه‌ای بسته، برای خاک‌های شنی و خشک و نوع مارپیچی باز برای خاک‌های مرطوب مناسب می‌باشد. در صورت عدم دسترسی به مته نمونه برداری می‌توان از بیلچه و یا بیل استفاده کرد. بایستی دقت نمود که وسیله نمونه برداری فاقد هر گونه آلودگی و زنگ زدگی باشد.

حمل و نقل و نگهداری نمونه‌ها: ظروف نگهداری نمونه‌های خاک بایستی ضمن استحکام کافی احتمال آلودگی و تغییر را به حداقل برساند. بدین منظور استفاده از ظروف پلی اتیلنی دهانه گشاد مناسب می‌باشد. همچنین بایستی توجه داشت که خود ظرف نمونه برداری نیز عاری از هر گونه آلودگی باشد. نمونه‌های خاک بایستی بلافاصله پس از نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل شوند.

برچسب‌زنی: بر روی نمونه‌های خاک بایستی مشخصات محل نمونه برداری، زمان، عمق، نام نمونه‌بردار و... درج گردیده و بر روی ظرف و یا داخل آن قرار داده شود به نحوی که امکان از بین رفتن یا پاک شدن آنها وجود نداشته باشد. پس از انتقال نمونه نسبت به خشک کردن آن و سپس الک نمودن آن اقدام و در اختیار آزمایشگاه قرار می‌گیرد.

زمان نمونه برداری: بهترین زمان نمونه برداری از مزارع یک ماه قبل از کشت است. بهترین شرایط نمونه برداری خاک زمانی است که خاک به اصطلاح گاورو شده باشد که معمولاً ۵-۳ روز پس از گذشت آبیاری می‌باشد. زمین خیلی مرطوب به دلیل بروز مشکل در نمونه برداری و رفت و آمد در مزرعه و زمین خیلی خشک به علت مشکل در وارد نمودن مته در زمین سخت است. همچنین خاک داخل مته قبل از بالا آمدن از داخل چاله بیرون می‌ریزد. لذا زمان مناسبی برای نمونه برداری نیست.

۵-۲-۲- روش نمونه برداری آب

هدف از نمونه‌گیری آب بدست آوردن قسمت کوچکی از آب است که نمایان‌گر خصوصیات واقعی منبع اصلی باشد. مهم‌ترین عوامل برای رسیدن به این مقصود عبارتند از نقاط نمونه‌گیری بخصوص در نمونه‌گیری از نه‌رها و یا رودخانه، زمان نمونه‌گیری بخصوص در نمونه‌گیری از چاه‌های دایر و راکد، تناوب نمونه‌گیری و حفظ ترکیب نمونه تا زمان اجرای آزمایش. این موارد در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۴۷ ذکر شده که برای دسترسی به اطلاعات کامل بایستی به آن مراجعه نمود. اما بطور خلاصه برخی موارد کلی و عمومی‌تر در زیر اشاره می‌شود.

- ظرف نمونه‌گیری را از قبل با آب مقطر تمیز شسته و خشک نمایید. در صورت عدم دسترسی به ظروف شیشه‌ای می‌توانید از ظروف پلاستیکی سفید که از مواد درجه یک ساخته شده‌اند، استفاده کنید.

- حجم دو لیتری برای ظرف کفایت می‌کند. اما قبل از نمونه‌برداری ظرف را چندین بار با آب موردنظر شستشو دهید.

- نمونه آب در ظرف نمونه‌برداری می‌بایست بصورت لب پر برداشته گردد.

درب ظروف را کاملاً بسته و با ذکر تاریخ و محل و نوع منبع مورد نمونه‌برداری روی آنها برچسب زده و بلافاصله در یک محیط خنک به آزمایشگاه ارسال کنید در صورت عدم امکان ارسال بموقع نمونه‌ها به آزمایشگاه، فقط می‌توان به مدت ۲۴ ساعت به شرط نگهداری نمونه‌ها در یخچال، در تحویل نمونه به آزمایشگاه تاخیر نمود.

۵-۲-۳- آنالیزهای خاک، آب و گیاه مورد نیاز در نظام محصولات گواهی شده

برای مدیریت صحیح منابع خاک و آب و نهاده‌ها در تولید محصولات گواهی شده لازم است تا بر اساس مدیریت تلفیقی عمل نمود. انجام آزمون خاک و گیاه از جمله مواردی است که هم برای مدیریت گیاهان به ویژه عناصر غذایی و شوری و هم برای جلوگیری از بالابودن احتمالی عناصر آلاینده موردنیاز و ضروری می‌باشد (جدول ۳ تا ۴).

جدول ۳- آنالیزهای مورد نیاز خاک برای اراضی تحت کشت محصولات گواهی شده

ردیف	نوع آنالیز	زمان نمونه برداری	تواتر	عمق	توضیحات
۱	بافت	قبل از کشت	۵ سال یکبار	۰-۳۰	
۲	EC	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	در صورت تغییر شوری منابع آب و خاک هر ساله اندازه گیری شود
	pH	قبل از کشت	۳ سال یکبار	و	
	SAR	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۳۰-۶۰	
۳	OC	قبل از کشت	۲ سال یکبار	۰-۳۰	در صورت تغییر بایستی پس از آن اندازه گیری انجام شود.
	P	قبل از کشت	۲ سال یکبار	۰-۳۰	
	K	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Fe	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Zn	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Mn	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Cu*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	B	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Mo	قبل از کشت	۵ سال یکبار	۰-۳۰	
۴	Cd*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	- اندازه گیری در سال اول ضروری است. - در صورت وجود منبع آلودگی هر ساله بایستی انجام گیرد.
	Pb*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Ni*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Hg*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	

*ضروری برای اندازه گیری در سال اول قبل از کشت

جدول ۴- پارامترهای مورد نیاز در تجزیه آب آبیاری برای تولید محصولات گواهی شده

ردیف	نوع آنالیز	زمان نمونه برداری	تواتر	توضیحات
۱	هدایت الکتریکی	قبل از کشت	سالانه	در صورت بالا بودن pH
	اسیدیته	قبل از کشت	سالانه	
	نسبت جذب سدیم	قبل از کشت	سالانه	
۲	غلظت فلزات سنگین	قبل از کشت	۳ سال یکبار	اندازه گیری در سال اول ضروری است
	Ni	قبل از کشت	۳ سال یکبار	
	Cd	قبل از کشت	۳ سال یکبار	
	Pb	قبل از کشت	۳ سال یکبار	
	Cr	قبل از کشت	۳ سال یکبار	

۶- مدیریت آماده سازی و کاشت گندم

هدف از آماده سازی زمین، فراهم کردن شرایط مطلوب برای رشد و نمو گیاه است. از جمله این شرایط مطلوب می توان به بهبود نفوذ آب و هوا در خاک، خرد کردن و آمیختن بقایای گیاهی، ایجاد شرایط مناسب برای حفظ رطوبت خاک، از بین رفتن علف های هرز و کاهش آفات و بیماری های گیاهی و جلوگیری از فرسایش خاک اشاره نمود. خاک ورزی با مفهوم عمل مکانیکی بر روی خاک است و سیستم خاک ورزی توالی عملیات خاک ورزی است که برای تولید محصول مورد نظر بکار گرفته می شود. عملیات خاک ورزی به دو بخش خاک ورزی اولیه و خاک ورزی ثانویه تقسیم می شوند. در خاک ورزی اولیه از گاواهن (برگردان دار، بشقابی، چیزل (قلمی) زیرشکن، روتیواتور، پشته ساز و نه رکن استفاده می شود که معمولاً نسبت به خاک ورزی ثانویه عمیق تر بوده و سطح خاک را ناهموارتر می کند.

۶-۱- تهیه بستر مناسب برای کاشت بذر

عملیات مکانیکی که به منظور آماده کردن زمین برای کاشت روی آن انجام می شود خاک ورزی نامیده می شود. اجرای شخم، یکی از مهم ترین و اصلی ترین مراحل آماده سازی زمین است که به آن «خاک ورزی اولیه» نیز می گویند. هدف اصلی از اجرای شخم، شکستن مقاومت یا سختی خاک است. با اجرای شخم و عملیات تکمیلی بعدی (خاک ورزی ثانویه)، خاک به بستری مناسب برای کاشت گندم تبدیل می شود. هر چند هدف اصلی در شخم، شکستن سختی یا مقاومت فیزیکی خاک در مقابل بذر و خروج جوانه است، لیکن با اجرای آن اهداف دیگری مانند پوک کردن خاک زراعی، دفن کردن بقایای محصول قبلی و کودهای آلی، بالا آوردن مواد معدنی و آلی موجود در عمق خاک و مهار علف های هرز و پیشگیری از آفات و امراض گیاهی تامین می شود.

۱- گاواهن: گاواهن ها وظیفه شخم زدن یعنی بریدن، شکستن و برگرداندن خاک را بر عهده دارند. انواع

مختلفی از گاواهن ها وجود دارد که عبارتند از:

الف - گاوآهن برگرداندار: این نوع گاوآهن‌ها ۹۵-۹۰ درصد بقایای گیاهی را در هر سری عملیات دفن می‌کنند و تنها ۱۰-۵ درصد از بقایای خاک سطحی زیرورو نمی‌گردد.

ب - گاوآهن دیسکی یا بشقابی: در خاک‌هایی که گاوآهن برگرداندار نتواند نفوذ کند و در خاک‌هایی با ساینده‌گی و یا چسبندگی زیاد و با حجم بقایای گیاهی زیاد از گاوآهن بشقابی بجای گاوآهن برگرداندار استفاده می‌شود.

ج - گاوآهن قلمی (اسکنه‌ای چیزل): گاوآهن قلمی برخلاف گاوآهن برگرداندار خاک را بر نمی‌گرداند بلکه با نفوذ تیغه‌های آن در خاک آن را شکافته و ست می‌کند.

د - گاوآهن دوار (روتیواتور)^۱: دستگاهی است شامل تعدادی تیغه که معمولاً به شکل L روی یک محور نصب شده‌اند. محور روتیواتور توسط شافت نیرو دهنده عقب تراکتور با سرعت دورانی زیادی می‌چرخد. تیغه به خاک برخورد کرده و کلوخه‌ها را بطور سطحی خرد می‌کند. در استفاده از روتیواتورها خاک برگردانده نمی‌شوند و تنها خاک تا عمق معینی بریده و مخلوط می‌شود.

ه - زیرشکن: با افزایش رفت و آمد ماشین آلات کشاورزی فشردگی و تراکم خاک می‌گردد. یکی از راه‌های کاهش تراکم خاک استفاده از انواع زیرشکن‌ها می‌باشد. زیرشکن از جمله ادوات خاک ورزی اولیه است که جهت شکستن لایه‌های سخت و متراکم در عمق خاک استفاده می‌شود. بسته به قدرت تراکتور و عمق مورد نظر تعداد شاخه‌های متفاوتی در زیرشکن تعبیه می‌شود. در ایران یک تا پنج شاخه و معمولاً سه شاخه می‌باشند.

و - پشته ساز: ادواتی است که برای ایجاد پشته یا مرز از آنها استفاده می‌شود.

ی - نه‌رکن: ترکیبی از دو خیش متصل به هم است که خاک را همزمان به چپ و راست برگردانده و ایجاد نه‌ر می‌کند.

عملیات خاک‌ورزی ثانویه شامل هر گونه عملیات خاک‌ورزی تکمیلی است که در مقایسه با خاک ورزی اولیه در عمق‌های کمتری از خاک انجام می‌پذیرد. ادوات مورد استفاده برای خاک‌ورزی ثانویه شامل انواع خاک ورز دوار افقی عمودی ساده و مرکب، کولتیواتور، دیسک، دندان و گاوآهن‌های بشقابی سبک می‌باشند، این عملیات در هر فصل زراعی انجام پذیرفته تا از طریق آن بتوان ضمن ایجاد یکنواختی فیزیکی در خاک زراعی به عنوان بستر بذر امکان تماس بهتر بذر با خاک را فراهم نموده تا شاهد افزایش درصد سبز مزرعه و یکنواختی آن در سطح مزرعه بود. به طور کلی دو نوع خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی انجام می‌گیرد.

۱- خاک‌ورزی مرسوم عبارتست از یک سری عملیات متداول که معمولاً با شخم و بهم زدن شدید خاک همراه است. در این نوع خاک‌ورزی تمام سطح خاک بهم می‌خورد. برای اجرای آن اغلب از گاوآهن برگرداندار و دیسک و یا گاوآهن بشقابی و دیسک سنگین استفاده می‌شود. معمولاً تسطیح نیز با ماله انجام می‌گیرد. در این روش کنترل علف‌های هرز با استفاده از روش مکانیکی به وسیله کولتیواتورها انجام می‌شود که در این روش به دلیل بهم‌خوردگی خاک به وسیله ادوات مکانیکی حفظ آب و خاک و مصرف انرژی دچار مشکل می‌شود.

^۱ Rotary tiller

در صورت استفاده از روش مرسوم در تهیه زمین گندم (شخم اولیه، دیسک و لولر) تا حد امکان از گاواهن- های قلمی استفاده شود و استفاده از گاواهن برگردان دار به حداقل ممکن برسد. رطوبت مناسب خاک برای شخم اولیه (۱۴ تا ۱۶ درصد) برای کاهش شدت و تعداد دفعات خاک‌ورزی ثانویه ضروری است. همچنین رعایت زمان مناسب انجام خاک‌ورزی ثانویه (دیسک بعد از شخم) نیز در کاهش تعداد دفعات دیسک‌زنی در عملیات خاک‌ورزی مؤثر است (حداکثر یک روز بعد از شخم‌زنی انجام شود). در صورت تهیه زمین به روش مرسوم، کاشت گندم با استفاده از خطی کار یا کمبینات انجام می‌شود.

- خاک‌ورزی حفاظتی هر گونه تلاش در کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی، کاهش عمق شخم و یا سست و لق کردن خاک بدون زیر رو (برگرداندن) کردن آن، خاک‌ورزی حفاظتی محسوب می‌شود. در این سیستم تمامی یا قسمتی از بقایای محصول قبلی (حداقل ۳۰ درصد) در سطح یا نزدیک سطح خاک نگهداری می‌شود. حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی باعث حفظ رطوبت خاک، جلوگیری از شستشوی ذرات خاک بر اثر ضربات باران در اراضی شیب‌دار و کاهش فرسایش آبی می‌شود، همچنین کاهش شدت برهم زدن خاک در سیستم خاک‌ورزی از خرد شدن و جابجایی زیاد ذرات خاک و پودر شدن آن جلوگیری می‌کند و باعث کاهش فرسایش بادی می‌شود. علاوه بر موارد فوق در خاک‌ورزی مرسوم شش تا هفت نوبت تردد در مزرعه برای کشت، هزینه بسیاری دارد و این در حالی است که در خاک‌ورزی حفاظتی ادوات خاک‌ورزی فقط یک تا دو نوبت به سطح مزرعه می‌روند، که کاهش هزینه کاشت و انرژی مصرفی را در پی دارد. برای اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی از گاواهن‌های چیزل، چیزل غلتک‌دار (چیزل پکر)، انواع دیسک‌ها، خاک‌ورزهای مرکب و بذرکارهای کشت مستقیم (بی خاک‌ورزی) استفاده می‌شود.

از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌توان به بی خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) و کم خاک‌ورزی اشاره کرد.

کشت مستقیم گندم

در روش کشت مستقیم (بی خاک‌ورزی)، خاک از زمان برداشت محصول قبلی تا کاشت محصول بعدی، دست نخورده باقی می‌ماند مگر جهت قراردادن بذر و کود در داخل خاک. در این روش کارنده مستقیماً وارد زمین شده و با ایجاد شکافی در داخل خاک، بذر و کود را در داخل خاک قرار می‌دهد.

در ماشین‌هایی که به منظور کار در شرایط بی خاک‌ورزی و در زمین‌های پوشیده از بقایای گیاهی ساخته شده است شیار بازکن‌های بشقابی (دیسکی) و یا کاردی استفاده می‌شود. در شیار بازکن‌های بشقابی با اعمال نیروی نسبتاً زیادی که از طریق وزن سنگین دستگاه به آنها وارد می‌شود بقایای گیاهی را بریده و شیار باریکی در خاک ایجاد و کود و بذر به نحو مطلوبی در دو عمق مختلف جایگذاری می‌گردد. به منظور کاشت محصولات ردیفی به روش بی خاک‌ورزی در بقایای ایستاده غلات، پیش‌برهای دیسکی کنگره‌ای (مواج) می‌تواند در جلوی واحدهای کاشت ردیف کارهای مرسوم تعبیه گردد. این پیش‌برهای قادر به برش بقایای گیاهی و سست کردن یک نوار باریک خاک جهت حرکت شیار بازکن‌های اصلی دستگاه در عمق مطلوب می‌باشد.

با توجه به تناوب محصولات مختلف با گندم، روش‌های کشت مستقیم متفاوتی وجود دارد که بعضی از آنها بشرح زیر اجرا می‌شود:

الف - تناوب گندم با محصولات صیفی کم بقایا: اگر کشت گندم در تناوب با محصولات صیفی با حجم بقایای کم (مثل لوبیا و کنجد) صورت می‌گیرد، به دلیل حجم کم بقایا و رطوبت مناسب زمین، کشت مستقیم براحتی قابل اجراست به شرطی که تاریخ کاشت مناسب رعایت شود (بهتر است کشت مستقیم گندم زودتر از تاریخ کاشت توصیه شده در روش مرسوم انجام شود).

ب - تناوب گندم-گندم: کاشت دوباره گندم پس از گندم توصیه نمی‌شود، اما در صورت انجام این کار، به دلیل زیاد بودن بقایا، کشت مستقیم باید با احتیاط بیشتری انجام شود. در این حالت، حجم بقایا باید مدیریت شود تا برای سیستم کارنده ایجاد مشکل نکند. توصیه می‌شود فقط بقایای ایستاده گندم در مزرعه حفظ شوند و بقایای خارج شده از انتهای کمباین به بیرون از مزرعه منتقل شوند. حجم بقایا در مناطق سردسیر باید کمتر از مناطق گرمسیر باشد، چون حجم زیاد بقایا در مناطق سرد باعث کاهش دمای خاک می‌شود و جوانه زنی بذر و رشد گیاه را با مشکل مواجه می‌کند. در این صورت، رعایت تاریخ کاشت مناسب همراه با کاهش حجم بقایا به حداقل ممکن (تنظیم ارتفاع برش در حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و انتقال بقایای خارج شده از انتهای کمباین به بیرون مزرعه) بسیار اهمیت دارد. اگر تاریخ کاشت رعایت نشود و حجم بقایا بخصوص در مناطق سردسیر زیاد باشد، جوانه زنی بذر و رشد گیاه در اثر کاهش دمای خاک مختل می‌شود برای کشت مستقیم گندم در بقایای گندم باید سعی شود این بقایا در مزرعه بیشتر به صورت ایستاده باشند تا اینکه روی زمین ریخته شوند. در زمان استفاده از دستگاه کشت مستقیم رطوبت خاک نباید بیش از ۱۶ درصد باشد و ترجیحاً دستگاه کشت مستقیم دارای شیار بازکن دیسکی باشد.

ج - تناوب گندم - ذرت: بهترین روش مدیریت بقایای گیاهی در سیستم ادوکشتی گندم و ذرت، برداشت ذرت به صورت علوفه‌ای و جبران کمبود میزان بقایا در مزرعه با حفظ بقایای بیشتر گندم است. البته رطوبت خاک در زمان برداشت ذرت علوفه‌ای باید طوری انتخاب شود که فشردگی خاک مشکلی برای کشت حفاظتی بعدی (خصوصاً کشت مستقیم) ایجاد نکند. بقایای ذرت دانه‌ای در مقایسه با بقایای گندم چهار تفاوت عمده دارد:

- ۱- معمولاً حجم بقایای ذرت در مقایسه با گندم بیشتر است (به دلیل عملکرد بیشتر)
- ۲- بقایای ذرت ضخیم‌تر و خشبی‌تر از بقایای گندم است (البته در مقایسه با بقایای گندم راحت‌تر پوسیده می‌شود)
- ۳- در برداشتن ذرت دانه‌ای فقط بلال و برگ‌های اطراف آن وارد کمباین می‌شود. بنابر این پس از برداشت ذرت، بقایای خرد شده به صورت ردیف شده در مزرعه ریخته نمی‌شود تا براحتی بسته‌بندی و از مزرعه خارج شود.
- ۴- از بقایای ذرت دانه‌ای برای علوفه دام استفاده نمی‌شود و در نتیجه بازار مصرف ندارد.

با توجه به تفاوت‌های فوق، مدیریت میزان بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه بسیار سخت‌تر از مدیریت میزان بقایای گندم است. کشت مستقیم گندم را می‌توان در بقایای ایستاده ذرت (بدون استفاده از ساقه خردکن) انجام داد. اما بهتر است برداشت ذرت با هد مجهز به ساقه خردکن صورت گیرد. در این صورت، چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف کرد و پس از بسته‌بندی از مزرعه خارج کرد. البته این کار پرزحمت و زمان‌بر نیز هست. اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد و بقایای خرد شده بخوبی در سطح مزرعه پخش شوند، نیازی به بیرون بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. در صورت

دسترسی نداشتن به هد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس بقایای ذرت را با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری خرد کرد.

د- تناوب گندم-پنبه: به دلیل خشبی بودن بقایای پنبه بهتر است این بقایا قبل از اقدام به کشت مستقیم خرد شوند هرچند کشت مستقیم گندم در بقایای ایستاده پنبه هم امکان‌پذیر است. برای خرد کردن بقایای پنبه که با دست برداشت می‌شود، بهترین انتخاب و شاید تنها گزینه استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری است که اتفاقاً کارایی بسیار خوبی هم دارد. توصیه می‌شود که طول بقایای گیاهی مانده در سطح مزرعه در محدوده ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد.



شکل ۵- بذرکار کشت مستقیم



شکل ۶- خاک‌ورزهای حفاظتی

کم خاکورزی

در این سیستم خاک‌ورزی به منظور کاهش انرژی مصرفی، حفظ ساختمان خاک و رطوبت خاک تعداد عملیات و یا شدت انجام عملیات کاهش می‌یابد. در این روش پس از کاشت، ۱۵ تا ۳۰ درصد سطح خاک با بقایای گیاهی پوشیده می‌شود. بسته به شرایط موجود، نوع محصول و تناوب مرسوم در هر منطقه اجرای کم خاک‌ورزی مطابق زیر انجام می‌شود:

الف - تناوب گندم با محصولات صیفی کم بقایا: در این وضعیت، با استفاده از خاک‌ورز مرکب ماشین کاشت مناسب یا کمبینات مناسب، کشت گندم به صورت کم خاک‌ورزی قابل اجراست. در اینجا به دلیل حجم کم بقایا

نیازی به مدیریت بقایای گیاهی نیست؛ ضمن اینکه معمولاً فاصله زمانی بین برداشت محصول صیفی و کشت گندم کم است و در نتیجه رطوبت خاک برای استفاده از خاک‌ورز مرکب و کمبینات مناسب است.

ب- تناوب گندم- گندم: کشت گندم در بقایای گندم توصیه نمی‌شود اما به دو صورت خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب و کاشت با استفاده از کارنده‌های مناسب یا کمبینات و انجام همزمان کم خاک‌ورزی و کاشت قابل انجام است در این حالت نیز علاوه بر بیرون بردن بقایای خارج شده از انتهای کمباین، استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری در صورت زیاد بودن ارتفاع بقایای ایستاده ضروری است.

ج- تناوب ذرت- گندم: برای کاشت گندم در بقایای ذرت دانه‌ای با استفاده از کم خاک‌ورزی باید برداشت ذرت با هد هد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت صورت گیرد. اگر اگر به هد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت دسترسی ندارید برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری بقایای ذرت را خرد کرد. در این صورت، چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از یک بقایای خرد شده ذرت را ردیف کرد و پس از بسته‌بندی از مزرعه خارج کرد. اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد و بقایای خرد شده بخوبی در سطح مزرعه پخش شوند، نیازی به بیرون بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. بعد از مدیریت بقایای گیاهی، خاک‌ورزی با استفاده از خاک‌ورز مرکب انجام می‌شود و کشت نیز با کارنده مناسب صورت می‌گیرد. در این حالت نیز می‌توان کم خاک‌ورزی و کاشت را همزمان و با استفاده از کمبینات مناسب انجام داد.

د- تناوب گندم- پنبه: برای کشت گندم در بقایای پنبه با استفاده از سیستم کم خاک‌ورزی حتماً باید بقایای پنبه با استفاده از ساقه خرد کن پشت تراکتوری خرد شود و سپس مزرعه با استفاده از خاک‌ورز مرکب خاک‌ورزی شود و گندم با استفاده از کارنده مناسب کاشت در زمین کم خاک‌ورزی شده کشت شود.

در اجرای موفق خاک‌ورزی حفاظتی (کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی) سه عامل رعایت رطوبت مناسب، تسطیح زمین و مدیریت بقایای گیاهی نقش اساسی دارند که ذیلاً جزئیات بیشتری در مورد این سه عامل ارائه می‌گردد:

رطوبت مناسب تهیه زمین و کاشت

رطوبت خاک نقش تعیین کننده‌ای در کیفیت عملیات انجام شده بر روی خاک دارد. همچنان که در کشاورزی مرسوم، انجام عملیات شخم باید در رطوبت مناسب صورت گیرد (۱۴ تا ۱۶ درصد) تا بهترین نتیجه حاصل گردد و نیاز به عملیات ثانویه کمتری باشد، در کشاورزی حفاظتی نیز رطوبت خاک اهمیت فراوانی دارد. جهت انجام عملیات کم خاک‌ورزی معمولاً از خاک‌ورز مرکب و یا کمبینات مخصوص استفاده می‌شود. چون درصد ماده آلی خاک‌های ما کم است، بنابراین خاک در رطوبت‌های کم (خشک) سخت است و خاک ورز مرکب به خوبی در آن نفوذ نمی‌کند. از طرف دیگر اگر رطوبت خاک بالا باشد، چیزل‌های خاک ورز فقط شکافی در خاک ایجاد کرده و با حرکت غلتک انتهایی خاک‌ورز بر روی خاک شکافته شده، شکاف‌ها به هم آمده و به دلیل رطوبت بالا مقداری هم فشرده می‌شوند و عملیات سست شدن خاک به خوبی صورت نمی‌گیرد. همچنین در رطوبت بالا حرکت چرخ‌های تراکتور (معمولاً تراکتور سنگین) بر روی زمین باعث ایجاد فشردگی در خاک می‌شود. بنابراین مناسب‌ترین رطوبت خاک برای انجام کم خاک‌ورزی با استفاده از خاک ورز مرکب و انجام همزمان کم خاک‌ورزی و کاشت با استفاده از

کمبینات، ۱۴-۱۶ درصد می باشد. در بی خاک ورزی (کاشت مستقیم) نیز رطوبت خاک اهمیت زیادی دارد. در رطوبت بالای خاک، علاوه بر مشکل فشردگی که ممکن است در خاک ایجاد شود، معمولاً خاک به دلیل چسبندگی (رسی بودن) به شیار بازکن های دستگاه کشت مستقیم می چسبد و مانع کشت دقیق بذر می شود. از طرف دیگر، مرطوب بودن خاک باعث افزایش رطوبت بقایای موجود بر روی سطح خاک شده و بریدن بقایا توسط شیار بازکن را مشکل می سازد. بنابراین دستگاه های کشت مستقیم در رطوبت پایین خاک بهتر کار می کنند. این دستگاه ها معمولاً به دلیل وزن زیاد و فشارهای مستقلى که روی هر کدام از شیار بازکن های آنها وجود دارد، از نظر نفوذ در خاک خشک مشکلى ندارند بخصوص اگر شیار بازکن ها از نوع دیسكى کنگره ای باشند. همچنین در رطوبت های پایین، بقایا نیز خشک تر بوده و راحت تر بریده می شوند. بنابراین توصیه می شود که جهت کشت مستقیم رطوبت خاک زیر ۱۶ درصد باشد تا دستگاه کشت مستقیم بهترین کارائی را داشته باشد.

تسطیح زمین

تسطیح اراضی و کشاورزی حفاظتی لازم و ملزوم هم هستند، بنابراین برای حداکثر استفاده از مزایای کشاورزی حفاظتی باید زمین تسطیح گردد و برای حفظ تسطیح زمین برای مدت طولانی، باید کشاورزی حفاظتی در آن اجرا گردد. یکی از مزایای عمده کشاورزی حفاظتی (کم خاک ورزی و کشت مستقیم) سرعت کار بالای ماشین های این سیستم کشاورزی (تا ۱۲ کیلومتر در ساعت) و در نتیجه ظرفیت مزرعه ای زیاد آنها است و سرعت بالای خاک ورز مرکب و دستگاه کشت مستقیم فقط در زمین های تسطیح شده قابل حصول می باشد. همچنین سیستم آبیاری غالب در کشور ما، آبیاری سطحی است و تسطیح زمین نیاز اولیه این سیستم آبیاری است. بخصوص در کشاورزی حفاظتی که سطح خاک پوشیده از بقایای گیاهی است و در صورت مناسب نبودن شیب زمین، وجود این بقایا حرکت آب را کند کرده، راندمان آبیاری را کاهش داده و مصرف آب را افزایش می دهد. لذا جهت استفاده از مزیت سرعت ماشین های مورد استفاده در کشاورزی حفاظتی و افزایش راندمان آبیاری سطحی در این سیستم کشاورزی، حتماً باید مزارع تسطیح گردند. از طرف دیگر، جهت حفظ تسطیح زمین و جلوگیری از بهم خوردن شیب زمین چاره ای جز استفاده از کشاورزی حفاظتی نیست و در صورت استفاده از کشاورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان دار)، مزرعه تسطیح شده بعد از مدت کوتاهی نیاز به تسطیح مجدد پیدا می کند. امروزه تسطیح و شیب دهی مناسب زمین وسط تکنولوژی جدید تسطیح لیزری، تسطیح ماهواره ای و ادوات دقیق آن صورت می گیرد که در مقایسه با روش های مرسوم تسطیح اراضی دارای دقت بیشتر و کارائی بهتری است. در کشاورزی حفاظتی به دلیل وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، شیب های بیشتر از ۰/۶ درصد توصیه می شود.

مدیریت بقایای گیاهی

مدیریت بقایای گیاهی یکی از کلیدی ترین فاکتورهای مؤثر بر کیفیت انجام کشاورزی حفاظتی است. چنانچه میزان بقایای گندم موجود در مزرعه حدود دو تن در هکتار و یا کمتر باشد (معمولاً در دیمزارها)، نیازی به خارج کردن بخشی از بقایا از مزرعه وجود ندارد و امکان کم خاک ورزی (استفاده از خاک ورز مرکب) و کشت مستقیم در چنین مزرعه ای وجود دارد و در صورتی که بقایای خارج شده از انتهای کمباین به خوبی در مزرعه پخش گردد، بقایا مزاحمتی برای کار ادوات و ماشین های کشاورزی حفاظتی ایجاد نمی کنند. اما اگر بقایای گندم در مزرعه بیش از دو

تن در هکتار باشد، باید تمام یا قسمتی (بسته به حجم بقایا) از بقایای خارج شده از انتهای کمباین با استفاده از بیلر بسته بندی شده و از مزرعه خارج گردد. بخصوص اگر قرار باشد کم خاک‌ورزی (استفاده از خاک ورز مرکب) در مزرعه صورت گیرد بهتر است ارتفاع برش در هنگام برداشت گندم پایین‌تر تنظیم شود (کاهش ارتفاع بقایای ایستاده) و قسمتی از بقایای بریده شده از مزرعه خارج گردد. اما اگر قرار باشد کشت مستقیم در مزرعه انجام شود، می‌توان ارتفاع برش را هنگام برداشت گندم بالاتر تنظیم نمود (افزایش ارتفاع بقایای ایستاده) و پس از خارج کردن بقایای بریده شده از مزرعه، عمل کشت را انجام داد. البته چنانچه کمباین برداشت مجهز به ساقه خردکن و پخش‌کننده بقایای خرد شده در سطح مزرعه باشد و حجم بقایا نیز بیش از ۳/۵ تن در هکتار نباشد، می‌توان کاشت مستقیم را بدون خارج نمودن بقایای بریده شده از مزرعه انجام داد. معمولاً بوته‌های ذرت ارتفاع بیشری نسبت به بوته‌های گندم دارند و ارتفاع آنها به بیش از دو متر می‌رسد. از طرف دیگر، ساقه‌های ذرت قطورتر و خشبی‌تر بوده و در هنگام برداشت مزرعه ذرت دانه‌ای با هد بدون ساقه خردکن، فقط بلال‌ها از ساقه جدا می‌شوند ولی ساقه‌ها بریده نمی‌شوند. بنابراین ساقه‌های بلند و خشبی که اکثراً به حالت ایستاده قرار دارند، اجرای کشاورزی حفاظتی و به ویژه استفاده از خاک‌ورز مرکب را با مشکل مواجه می‌سازند. لذا بهترین روش برای راحت شدن از مزاحمت بقایای ذرت، استفاده از هد مجهز به ساقه خردکن در هنگام برداشت ذرت دانه‌ای می‌باشد. از آنجایی که بقایای ایستاده ذرت مزاحمت کمتری برای دستگاه کشت مستقیم در مقایسه با خاک‌ورز مرکب ایجاد می‌کنند، می‌توان ارتفاع برش ساقه‌ها را برای کشت مستقیم بیشتر گرفت اما برای استفاده از خاک‌ورز مرکب هرچه ارتفاع ساقه‌های ایستاده کمتر باشد، مناسب‌تر است.

شکستن لایه سخت

توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و افزایش تردد ماشین‌های سنگین کشاورزی، انجام خاک‌ورزی در خاک با طوبت بالا و انجام عملیات شخم با گاوآن برگردان‌دار در عمق ثابت منجر به فشردگی خاک و ایجاد سخت لایه می‌گردد. یکی از روش‌های مکانیکی پیشنهاد شده برای حل مسئله فشردگی و تراکم خاک استفاده از زیرشکن می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که عملیات زیرشکنی خاک سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک، افزایش نفوذپذیری آب در خاک و به تبع آن افزایش عملکرد محصول می‌گردد.

قبل از کاشت گندم (در هر دو روش مرسوم و حفاظتی) باید وضعیت تراکم خاک را بررسی کرد. این امر معمولاً با اندازه‌گیری شاخص مخروطی خاک عملی می‌شود. در صورت وجود سخت لایه در خاک، این لایه باید با استفاده از زیرشکن شکسته شود. در این صورت می‌توان یک ماه قبل از انجام خاک‌ورزی اولیه از زیرشکن‌های سه شاخه‌ای با فاصله ساق ۵۰ سانتی‌متری یا دو شاخه‌ای با فاصله ساق ۸۰ سانتی‌متری در عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متری خاک استفاده کرد. رطوبت خاک در زمان استفاده از زیرشکن باید کمتر از ۱۴ درصد باشد تا نتیجه مطلوب به دست آید. در زمین‌هایی که خاک آنها کمی شور است، اگر آب آبیاری می‌تواند آبشویی را در خاک انجام دهد و نمک را از عمق خاک توسط زهکش‌های نزدیک بهم و کم عمق خارج کند زیرشکنی مفید است در غیر این صورت عملیات زیرشکنی توصیه نمی‌شود.

برخی توصیه‌های مهم در خاکورزی حفاظتی

- برای کنترل بهتر علف‌های هرز، قبل از کاشت محصول زراعی به روش بی خاک‌ورزی، مزرعه را با استفاده از علف‌کش سم‌پاشی کنید.
- برای اطمینان از کاشت، کارنده‌های بی خاک‌ورزا به ابزار ردیف تمیز کن در جلوی شیار بازکن مجهز کنید.
- کشت با روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به کود ازته بیش‌تری طی دوره رشد نیاز دارد.
- در خاک‌ورزی با ادوات خاک‌ورز مرکب حداقل سرعت حرکت باید ۱۰ کیلومتر باشد.
- نوع روش خاک‌ورزی را براساس میزان بقایای گیاهی موجود، شدت گسترش علف‌های هرز و میزان بارندگی سالیانه انتخاب کنید.
- از پوشش خاک روی بذر توسط ابزارهای پوشاننده کارنده در هنگام کاشت اطمینان حاصل کنید.
- برای محصولات زراعی ردیفی، کشت به روش خاک‌ورزی نواری توصیه می‌شود (شکل ۷).
- خاک‌ورزهای مرکب رابه تیغه‌های بالدار مجهز کنید.



شکل ۷- خاک‌ورزی نواری

۶-۲- انتخاب بذر و رقم مناسب گندم

عواملی که در انتخاب نوع بذر دارای اهمیت زیادی بوده و باید در موقع انتخاب بذر در نظر گرفت، شامل بالا بودن قوه نامیه بذر، خلوص فیزیکی بذر و مخلوط نبودن با بذر سایر محصولات می‌باشد. همچنین گیاه و محصول این بذر باید دارای خواص مطلوبی مانند تطابق منطقه‌ای و پرمحصولی و مقاومت نسبت به امراض و نیز کیفیت نانوائی مطلوب بوده و بذر باید با سموم قارچ کش ضدعفونی شده باشد. البته توصیه عمومی بر این است که تا حد ممکن از بذرهایی با وزن هزاردانه بالا و درشت برای کاشت در مزرعه بویژه در مزارع تولید بذر استفاده شود.

– خصوصیات مختلف ارقام در محصول و پیشنهاد ارقام سازگار: آنچه که به طور خلاصه در خصوص گیاه و خصوصیات ژنتیکی آن و عوامل محیطی می‌توان ذکر کرد آن است که نتایج حاصل از اجرای طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی گندم در نقاط و اقالیم مختلف کشور که قدمتی در حدود ۶۰ سال دارد، منجر به معرفی ۱۲۰ رقم اصلاح شده گندم نان و ۹ رقم اصلاح شده گندم دوروم طی سال‌های گذشته شده است. هر

اقلیم اصلی دارای عوامل محدودکننده و تنش‌های مختلف زنده شامل بیماری‌های قارچی مثل زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای، زنگ سیاه، سپتوریوز، سفیدک سطحی، فوزاریوم سنبله و نیز تنش‌های غیرزنده همانند شوری خاک و آب، گرما، خشکی آخر فصل، سرمای دیررس بهاره، عارضه جوانه زنی قبل از برداشت، انواع کمبودهای عناصر کم مصرف مانند کمبود روی در خاک، محدودیت آب و غیره می‌باشد. معرفی ارقام جدید با توجه به شرایط خاص هر اقلیم بوده، لذا ارقام اصلاح شده بر مبنای دامنه رسیدگی متفاوت، مقاومت بیشتر به نژادهای فیزیولوژیک جدید عوامل بیماریزای گیاهی، پتانسیل بالاتر عملکرد با نیاز آبی کمتر از طریق کاهش دوره رسیدگی و شرایط دیگر مستقر در هر اقلیم معرفی شده‌اند. از طرف دیگر در سال‌های اخیر وقوع تذبذبا که بعضاً با رگبارهای شدید همراه بوده است موجب بروز خوابیدگی شدید در برخی از مزارع گندم به ویژه در مناطق شمالی استان خوزستان گردیده است. این مشکل از طریق کاهش ارتفاع بوته در برنامه‌های به نژادی بطور ویژه مورد توجه قرار گرفته است. دستیابی به عملکردهای بیش از ۱۲ تن در هکتار در مزارع زارعین نمونه در سال‌های اخیر می‌توان ادعا نمود که نقش معرفی ارقام پرتانسیل و سازگار با شرایط محیطی مختلف (اقلیم‌های اصلی) عامل بسیار مهمی در تولید گندم کشور بوده و غیرقابل اغماض است. در این راستا اراضی و مناطق تحت کشت گندم بر اساس آب و هوا و تیپ رشدی گندم‌های مورد کشت به چهار اقلیم بزرگ تقسیم‌بندی شده است.

الف - اقلیم گرم و مرطوب سواحل دریای خزر

این اقلیم دارای آب و هوای مدیترانه‌ای گرم و معتدل مرطوب و دارای خصوصیات اکولوژیکی نسبتاً یکنواخت بوده و شامل استان‌های مازندران، گیلان گلستان و قسمت‌هایی از استان خراسان (شمال غربی بجنورد) و دشت مغان می‌باشد میانگین حداکثر دما در این اقلیم ۳۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دما ۷- درجه سانتی‌گراد است. تعداد روزهای یخبندان حدود یکماه و متغیر است. سطح زیرکشت گندم آبی در این اقلیم حدود ۱۶۴ هزار هکتار می‌باشد که حدود ۸٪ سطح زیر کشت گندم آبی کشور را شامل می‌شود. تیپ زراعی گندم‌هایی که در این اقلیم کشت می‌شوند از نوع بهاره می‌باشد و گندم تولید شده در مناطق این اقلیم از نظر کیفیت جزء گندم ممتاز محسوب می‌شود.

ب - اقلیم گرم و خشک جنوب (zone II)

این اقلیم دارای آب و هوای گرمسیری با زمستان‌های ملایم، بهار کوتاه و گرم و فصل گرما طولانی بوده و شامل استان‌های خوزستان، هرمزگان، بوشهر و قسمت‌های جنوبی استان‌های فارس، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، کرمان، سیستان و بلوچستان، ایلام، کرمانشاه و خراسان جنوبی است. میانگین حداکثر دمای سالیانه در این اقلیم ۵۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل آن ۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حداقل تعداد روزهای یخبندان کمتر از یک ماه بوده و سطح زیرکشت گندم آبی در این اقلیم حدود ۶۱۰ هزار هکتار می‌باشد که حدود ۲۷٪ سطح زیرکشت گندم آبی کشور را شامل می‌شود. تیپ زراعی گندم‌هایی که در این اقلیم کشت می‌شود از نوع بهاره زودرس می‌باشد.

ج - اقلیم معتدل (zone III)

این اقلیم شامل استان‌های تهران، اصفهان، یزد و قسمت‌هایی از استان‌های فارس، لرستان، کرمانشاه، کرمان خراسان رضوی، سیستان و بلوچستان، مرکزی قم، قزوین، چهارمحال بختیاری، و ایلام است. این نواحی دارای شرایط آب و هوایی، با توجه به دوری و نزدیکی به کویر و ارتفاعات، بسیار متفاوت و متغیر می‌باشند. ولی عموماً دارای آب هوای معتدل با زمستان سرد و ملایم و تابستان‌های نسبتاً گرم هستند. طول دوره رشد گندم در این اقلیم نسبت به zone I و zone II طولانی‌تر است. میانگین حداقل دما در این اقلیم از ۷- تا ۱۴- درجه سانتی‌گراد تغییر می‌نماید. تعداد روزهای یخبندان بین یک تا دو ماه متغیر است. سطح زیرکشت گندم آبی در این اقلیم حدود ۶۸۲ هزار هکتار که حدود ۳۰٪ سطح زیرکشت گندم آبی کشور را شامل می‌شود. تیپ زراعی گندم‌هایی که در این اقلیم کشت می‌شوند از نوع بهاره متحمل به سرما و بینا بین می‌باشد. با توجه به مناسبت شرایط اقلیمی و طول دوره رشد پتانسیل‌های بالای تولید گندم در این اقلیم بدست می‌آید.

د - اقلیم سرد (zone IV)

شامل استان‌های آذربایجان شرقی، غربی، کردستان، همدان و قسمت‌هایی از استان‌های خراسان شمالی، اردبیل، مرکزی، کرمانشاه، زنجان، قزوین، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، کرمان فارس، ایلام، سمنان، و قم است. در این اقلیم تنوع آب و هوایی نسبت به سایر اقلیم‌ها بیشتر است ولی عموماً دارای فصل سرمای طولانی همراه با توقف رشد گیاه و تابستان‌های نسبتاً ملایم می‌باشند. طول دوره رشد گندم در این اقلیم نسبت به سایر اقلیم‌ها طولانی‌تر است. میانگین حداقل دما کمتر از ۱۴- درجه سانتی‌گراد و تعداد روزهای یخبندان آن بیش از سه ماه در سال است. سطح زیر کشت گندم آبی در این اقلیم بیش از ۸۰۰ هزار هکتار می‌باشد که حدود ۳۵٪ سطح زیرکشت گندم آبی کشور را شامل می‌شود. تیپ زراعی گندم‌هایی که در این اقلیم کشت می‌شوند از نوع زمستانه زودرس و بینابین متحمل به سرما می‌باشند.

امکانات بالقوه افزایش عملکرد گندم در اقلیم‌های مختلف

بررسی وضعیت تولید گندم در دیم‌زارهای کشور نشان می‌دهد که حدود سه میلیون هکتار از دیم‌زارها، در مناطق با بارندگی سالیانه کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر (و گاهی ۲۰۰ میلی‌متر) قرار دارند که در این مناطق میانگین عملکرد در واحد سطح کمتر از میانگین تولید کشور بوده و بشدت تحت تاثیر تغییرات بارندگی می‌باشد و تنها کمتر از ۱/۲ میلیون هکتار از دیم‌زارهای کشور در مناطقی با بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر قرار دارد که عمدتاً دارای عملکرد قابل قبول و حدود ۲۲۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

بررسی تغییرات عملکرد گندم دیم بویژه در مناطقی با بارندگی های کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر حاکی از آن است که عملکرد در واحد سطح در این مناطق بسیار متغیر و بشدت از میزان و توزیع ریزش‌های جوی تاثیرپذیری دارد و مقایسه آن نیز با کشورهای پیشرفته نمایانگر وضعیت نامطلوب تولید در دیم‌زارهای کشور بویژه در مناطق با بارش زیر ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد. بعلاوه دیم‌زارهای این مناطق را محدودیت‌های شدیدی نظیر تنش‌های خشکی، سرما و گرم شدن ناگهانی هوا در فصل بهار تهدید می‌نماید.

مناطق کشت گندم دیم کشور را می‌توان از نظر بارندگی، درجه حرارت و تیپ رشد گندم‌های مختلف می‌توان به اقلیم‌های ذیل تقسیم‌بندی کرد.

الف - اقلیم خیلی سرد

اقلیم خیلی سرد با بارندگی متوسط

این اقلیم شامل استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کردستان، زنجان، اردبیل، (مناطق سردسیری) و قسمت‌هایی از استان‌های قزوین، چهارمحال و بختیاری، فارس، کرمانشاه و کهگیلویه و بویراحمد است. در این اقلیم میانگین میزان بارندگی سالیانه بین ۳۰۰-۴۸۰ میلی‌متر متغیر می‌باشد و تعداد روزهای یخبندان بیشتر از ۱۰۰ روز و همچنین میانگین حداقل دما در سردترین ماه‌های زمستان کمتر از ۱۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سطح زیر کشت گندم دیم در این اقلیم در حدود ۱۶۱۴ هزار هکتار است که حدود ۳۸ درصد از کل سطح زیر کشت گندم دیم را شامل می‌شود. در این مناطق بخاطر سرمای طولانی و یخبندان بیش از ۳ ماه از سال توقف رشد وجود دارد. تیپ زراعی گندم‌هایی که در این اقلیم کشت می‌شوند از نوع زمستانه زودرس و بینابین متحمل به سرما و خشکی می‌باشد.

اقلیم خیلی سرد با بارندگی کم

شامل استان‌های همدان، سمنان، مرکزی و قسننتی از شمال خراسان است. میانگین میزان بارندگی دراز مدت در این اقلیم کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر بوده و تعداد روزهای یخبندان بیشتر از ۱۰۰ روز و میانگین حداقل دما در سردترین ماه‌های سال کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سطح زیر کشت گندم دیم در این اقلیم حدود ۷۱۰ هزار هکتار است که حدود ۱۶ درصد از کل سطح زیر کشت گندم دیم را شامل می‌شود. در این اقلیم نیز بخاطر سرمای زمستانه و یخبندان بیش از سه ماه از سال توقف رشد گیاه گندم وجود دارد. تیپ رشد مناسب گندم که در این مناطق کشت می‌شوند از نوع زمستانه زودرس و بینابین متحمل به سرما و خشکی می‌باشد.

ب - اقلیم سرد - معتدل

اقلیم سرد - معتدل با بارندگی متوسط

شامل استان‌های کرمانشاه و قسمت‌هایی از استان‌های لرستان، ایلام، قزوین، چهارمحال و بختیاری، و فارس است. سطح زیر کشت گندم دیم در این اقلیم حدود ۴۰۰ هزار هکتار است که حدود ۹ درصد از کل سطح زیر کشت گندم دیم را شامل می‌شود. متوسط میزان بارندگی در این مناطق بین ۳۰۰ تا ۴۸۰ میلی‌متر متغیر بوده و تعداد روزهای یخبندان نیز بین ۱۰۰ تا ۶۰ روز در سال متغیر است. میانگین حداقل دما در سردترین ماه‌های سال بین صفر تا ۱۵ متغیر است. تیپ رشدی مناسب گندم‌هایی که در این مناطق کشت می‌شوند شامل تیپ‌های رشد زمستانه زودرس، بینابینی مقاوم به سرما و خشکی می‌باشد.

اقلیم سرد – معتدل با بارندگی کم

این اقلیم شامل: قسمت‌هایی از استان‌های خراسان، مرکزی، اصفهان و فارس است. در این اقلیم میانگین بارندگی سالانه کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر بوده و تعداد روزهای یخبندان بین ۱۰۰ تا ۶۰ روز متغیر است. میانگین حداقل دما در سردترین ماه‌های سال نیز بین صفر تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد در نوسان است. سطح زیر کشت گندم در این اقلیم در حدود ۳۴۰ هزار هکتار است که حدود ۸ درصد از کل سطح زیر کشت گندم در این اقلیم را شامل می‌شود. تیپ زراعی گندم که در این اقلیم کشت می‌شود از نوع بینابینی و بهار متحمل به سرما می‌باشد.

ج – اقلیم گرم

اقلیم گرم با بارندگی متوسط تا زیاد

این اقلیم شامل استان‌های گلستان، مازندران، ایلام، گیلان، خوزستان، و قسمتی از استان‌های لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، فارس، و کرمانشاه می‌باشد. در این اقلیم به استثنای استان خوزستان که دارای متوسط بارندگی ۳۳۰ میلی‌متر می‌باشد، بقیه مناطق اکثراً دارای متوسط بارندگی دراز مدت بیشتر از ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشند. سطح زیر کشت گندم در این اقلیم در حدود ۹۶۳ هزار هکتار است. در حدود ۲۲ درصد از کل سطح زیر کشت گندم در این اقلیم کشت می‌شود. این مناطق دارای آب و هوای گرمسیری با زمستان‌های ملایم، بهار کوتاه و گرم و فصل گرمای طولانی می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان در این اقلیم کمتر از یک ماه در سال است. تیپ رشد گندم‌هایی که در این اقلیم کشت می‌شود از نوع بهار زودرس می‌باشد. این اقلیم به علت دارا بودن ویژگی‌های مناسب آب و هوایی می‌تواند با بکارگیری توصیه‌های فنی نقش مهمی در افزایش عملکرد گندم در این کشور ایفا نماید. در این اقلیم گندم‌های دوروم نیز قابل کشت می‌باشند.

اقلیم گرم با بارندگی کم

شامل قسمتی از استان‌های اردبیل (مغان) و بوشهر است. این مناطق دارای آب و هوای گرمسیری با زمستان‌های ملایم و بهار کوتاه و گرم و فصل گرمای طولانی می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان در این اقلیم کمتر از یک ماه در سال است. در این اقلیم متوسط میزان بارندگی سالانه کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر است. سطح زیر کشت گندم در این اقلیم در حدود ۲۶۳ هزار هکتار است که حدود ۷ درصد از کل سطح زیر کشت گندم در این کشور را شامل می‌شود. تیپ رشد مناسب گندم‌هایی که در این اقلیم کشت می‌شوند از نوع بهار زودرس و مقاوم به خشکی است.

مهم‌ترین و جدیدترین ارقام معرفی شده برای اقلیم‌های مختلف در جدول ۵ درج شده است. همچنین در جدول ۶ ارقام متحمل یا مقاوم در بیماری‌های معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر آمده است.

جدول ۵- مهم ترین ارقام توصیه شده گندم نان و دوروم برای اقلیم های اصلی تولید گندم در کشور در سال های اخیر

ردیف	اقلیم های اصلی تولید گندم در کشور			سرد
	گرم و مرطوب	گرم و خشک	معتدل	
گندم نان	تیرگان	ارقام چمران ۲ مهرگان	پارسی	حیدری
	مروارید	برات	سیوند	زرینه
	احسان	افلاک	پیشناز	میهن
	کلاته	خلیل	سیروان	پیشگام
	معراج	سارنگ	رخشان	اروم
		ستاره	بهاران	زارع
گندم دوروم		شاوور	طلایی	
		شوش	ترابی	
		شبرنگ	هانا	
		بهرنگ		
		آران		

جدول ۶- مهمترین ارقام توصیه شده گندم نان مناسب مناطق شور در کشور در سال های اخیر

رقم	اقلیم
ارگ	معتدل
افق	معتدل
بم	معتدل
سیستان	گرم
برزگر	معتدل - گرم
نارین	معتدل - گرم

* قابل ذکر است ارقام گندم نان متحمل به شوری برای اقلیم های معتدل و معتدل گرم اصلاح شده اند.

جدول ۷- ارقام مقاوم یا متحمل به بیماری معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

ارقام	مشخصات
پارسی، سیوند	ارقام گندم نان آبی مقاوم به زنگ سیاه و زنگ زرد، مناسب مناطق معتدل کشور
بهار	رقم گندم نان آبی مقاوم به زنگ زرد و متحمل به زنگ قهوه ای، مناسب مناطق معتدل کشور
سیروان، گنبد	ارقام گندم نان آبی نیمه مقاوم به زنگ زرد، سیاه و قهوه ای، مناسب مناطق معتدل کشور
پیشگام، اروم، زارع، میهن	ارقام گندم نان آبی مقاوم به زنگ زرد و نیمه مقاوم به زنگ سیاه و قهوه ای، مناسب مناطق سرد کشور
مروارید	رقم گندم نان مقاوم به زنگ زرد و نیمه متحمل به زنگ سیاه و قهوه ای، مناسب مناطق گرم و مرطوب شمال کشور
افلاک	رقم گندم نان آبی مقاوم به زنگ زرد و نیمه مقاوم به زنگ قهوه ای، مناسب مناطق گرم و خشک جنوب کشور
دنا، بهرنک	ارقام گندم دوروم بترتیب مقاوم و نیمه مقاوم به زنگ زرد و سیاه، مناسب مناطق گرم و خشک جنوب کشور
تک آب	رقم گندم نان دیم نیمه مقاوم به زنگ زرد، مناسب مناطقی از اقلیم سردسیر کشور که امکان یک و یا دو آب، برای آبیاری را دارند
کریم	رقم گندم نان دیم نیمه مقاوم به زنگ زرد و قهوه ای، مناسب کشت در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر
مروارید، کوه دشت و لاین A (URWYT-8211)	نیمه مقاوم به بیماری فوزاریوز سنبله گندم
دریا، مغان، آرتا، لاین ۱۷ (URWYT-8217)، زاگرس، کریم، N-87-20 (ERWYTN-8720)	نیمه حساس به بیماری فوزاریوز سنبله گندم

جدول ۸- ارقام گندم دیم

رقم	تیپ رشد	منطقه کشت
سرداری	زمستانه	سرد - معتدل
رصد	زمستانه	سرد
آذر ۲	زمستانه	سرد - معتدل
زاگرس	بهاره	گرم - نیمه گرم
ساجی	بینابین	معتدل سرد - معتدل گرم
هما	زمستانه	سرد
کوهدشت	بهاره	گرم - نیمه گرم
دهدشت	بهاره	گرم - نیمه گرم
اوحدی	زمستانه	سرد - معتدل سرد
کریم	بهاره	گرم - معتدل
ریژاو	بینابین	معتدل
تک-آب	زمستانه	سرد
باران	زمستانه	سرد - معتدل
قابوس	بهاره	گرم - نیمه گرم
آفتاب	بهاره	گرم
سایین	زمستانه	سرد

۳-۶- روش‌های معمول کاشت بذر گندم در ایران

مناسب‌ترین عمق کاشت گندم ۴-۶ سانتی‌متر می‌باشد و در خاک‌های سبک عمیق‌تر و خاک‌های رسی و سنگین در عمق کمتر کشت می‌شود. همچنین در مناطق مرطوب کم عمق‌تر و در مناطق خشک‌تر عمیق‌تر کشت می‌گردد.

هم اکنون در ایران کشت گندم به سه روش بذرپاشی بوسیله دست، بذرپاشی با دستگاه کودپاش و کاشت با خطی کار انجام می‌شود. بذرپاشی با دست بطور معمول در زمین‌های کوچک و یا شیبدار انجام پذیرفته و کارایی تولید آن به دلایلی مانند مصرف بالای بذر، عدم یکنواختی در سبز مزرعه، (کمی بوته‌های گیاه در برخی نقاط و نسبی بوته‌ها در نقاط دیگر) بسیار پایین بوده لذا توصیه نمی‌گردد. در روش دوم بذرپاشی بوسیله دستگاه کودپاش انجام می‌شود. این روش نیز از جمله ناکارآمدترین روش‌های کاشت بذر گندم بوده زیرا عمق کاشت بذر در آن به هیچ عنوان یکسان نمی‌باشد. بنابراین رقابت غیرضروری بین بوته‌های گندم و به تبع آن کاهش عملکرد دانه گندم واقع می‌گردد و به دلیل اینکه پس از پخش سطحی بذر توسط دستگاه کودپاش عملیات زیر خاک بردن بذر و ایجاد شیارهای آبیاری بطور همزمان انجام می‌پذیرد، بنابراین توزیع یکنواخت افقی فاصله یکنواخت بذر با دیگر بذرهای عمق کاشت بذر رعایت نمی‌شود. کاشت با دستگاه‌های خطی کار گندم و همچنین خطی کارهای مجهز به فاروئر که مناسب‌ترین روش برای زراعت آبی گندم می‌باشد، از کارآمدترین روش‌های کاشت گندم بوده مشروط بر اینکه خطی کار مجهز به فاروئر، قایقی و غلطک باشد، به نحوی که کار بسترسازی، کاشت بذر و تکمیل بستر بذر در سه مرحله پشت سر هم انجام پذیرد. در مرحله اول، پشته‌های کاشت بذر ایجاد شده بایستی به شکلی ایجاد گردند تا هیچ‌گونه کلوخ یا قطعات درشت خاک در سطح مزرعه مشاهده نشود. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که

پیوستگی بوجود آمده در قطعات خاک موجب ایجاد محیط رشد یکنواخت شده و سرعت جوانه‌زنی و تکمیل مراحل بعدی رشد گیاه را افزایش می‌دهد به طوری که سرعت جوانه زنی به کمتر از پنج روز کاهش می‌رسد. در حالی که سرعت جوانه زنی در برخی موارد ممکن است تا ۱۴ روز نیز به طول بیانجامد. در حالی که روزهای مربوط به جوانه زنی بذر گندم در پاییز بحرانی و بسیار مهم بوده به طوری که به ازای هر روز تأخیر در کاشت بذر یا جوانه‌زنی گیاه بین ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از عملکرد پتانسیل گیاه کاسته می‌شود. مرحله دوم این است که دستگاه بذرکار پس از انجام عملیات کالیبراسیون، توانایی توزیع یکنواخت عمودی و افقی بذر در سطح مزرعه را داشته باشد. در مرحله سوم بذرکار طوری بستر بذر را شکل دهد که ضمن افزایش نفوذ جانبی آب، از نفوذ عمقی آب تا حد زیادی جلوگیری بعمل آمده در عین حال تماس لازم بین بذر و خاک اطراف آن برقرار شود. افزایش نفوذ جانبی و کاهش نفوذ عمقی از آن جهت اهمیت دارد که مدت زمان و حجم آب مصرفی آبیاری را کاهش و در نتیجه آن بهره‌وری آب افزایش می‌یابد. در این خصوص هرگاه قرار است در مصرف آب صرفه جویی بعمل آید، بهتر است از افزایش عرض پشته‌ها یعنی بیش از ۶۵ سانتی‌متر خودداری گردیده و بجای آن آبیاری یک در میان پشته‌ها مدنظر قرار داده شود. بر اساس تحقیقات انجام گرفته در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی توصیه‌های کاشت گندم در اقلیم‌های مختلف کشور بر اساس جدول زیر می‌باشد.

جدول ۹- توصیه های تحقیقاتی برای کاشت گندم در اقلیم های مختلف کشور

ردیف	اقلیم	مناطق	روش کاشت پیشنهادی به ترتیب اولویت
۱	سرد	آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، کردستان، همدان، مرکزی، قزوین، زنجان، خراسان شمالی، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، اصفهان، کرمان، شمال فارس	الف- کاشت بایذر کارهای خطی کار متداول (برای مثال وبه ترتیب اولویت: خطی کارهای تاکا، همدانی وهاسیا) ب- کاشت با کمبینات راتو مجهز به سیکلوتیلر (برای مثال کمبینات راتو)
۲	گرم و خشک	خراسان جنوبی، شمال سیستان بلوچستان، شمال خوزستان، مرکز فارس، جنوب کرمان، ایلام، سمنان، جنوب و جنوب غربی خراسان رضوی	الف- کاشت با بذر کارهای بی خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) (برای مثال بذر کار گاسپاردو) ب- کاشت با خطی کارهای متداول (برای مثال وبه ترتیب اولویت: خطی کارهای تاکا وهاسیا) ج- کاشت با کمبینات مجهز به سیکلوتیلر (برای مثال کمبینات راتو)
۳	گرم و مرطوب	جنوب خوزستان، جنوب کرمان، جنوب سیستان و بلوچستان، بوشهر، هرمزگان، جنوب فارس	الف- کاشت با بذر کارهای خطی کار متداول (برای مثال و به ترتیب اولویت: خطی کارهای تاکا، همدانی وهاسیا) ب- کاشت روی پشته (سه یا چهار ردیفه) (برای مثال خطی کار همدانی) ج- کاشت با بذر کارهای بی خاک ورزی (کاشت مستقیم)
۴	بارانی	گلستان، مازندران، گیلان	الف- کاشت بایذر کارهای خطی کار متداول (برای مثال وبه ترتیب اولویت: خطی کارهای تاکا، همدانی وهاسیا) ب- کاشت با بذر کارهای بی خاک ورزی (کاشت مستقیم) (برای مثال بذر کار بالدان)

۴-۶- تراکم کاشت

توصیه بر این است که بجای در نظر گرفتن واژه میزان بذر به واژه فنی تراکم بذر توجه و برای هر اقلیم با در نظر گرفتن وزن هزاردانه رقم مورد کشت و نیز قوه نامیه و خلوص فیزیکی آن بذر اقدام به تعیین میزان بذر مورد کشت نمود. برای دستیابی به محصول بالا و مطمئن، داشتن تراکم مناسب بذر در زراعت گندم در اقلیم مختلف کشور از بین ۳۵۰ تا ۵۰۰ بذر در متر مربع متغیر می‌باشد. میزان بذر مناسب عموماً بسته به نوع خاک، بستر بذر، تاریخ کاشت، روش کاشت و اقلیم مربوطه و خصوصیات رقم (کم پنجه بودن و کودپذیری و وزن هزاردانه و ...) متفاوت می‌باشد. میزان بذر در یک بستر بذر مناسب، کشت در تاریخ توصیه شده و آبیاری بهنگام با توجه به رقم بذر مصرفی در کشور با روش خطی کاری بین ۱۲۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر می‌باشد. در اراضی کم بازده در تراکم‌های بالا میزان بذر زیاد موجب رقابت شدید بین بوته‌ها شده، رشد و توسعه ریشه‌ها را محدود کرده و عدم استقرار مطلوب بوته‌ها را موجب می‌گردد. در صورت بروز تنش خشکی خصوصاً در اول فصل زراعی چنین زراعت‌هایی خسارت بیشتری می‌بینند. همچنین در تراکم بیش از حد بوته، ارتفاع گیاه در مرحله‌ای از رشد افزایش می‌یابد و از طرفی کاهش تابش نور به برگ‌های وسطی و پائین باعث افزایش خوابیدگی در مزرعه می‌گردد. تراکم بیش از حد بوته‌ها در واحد سطح موجب توسعه بیماری‌های قارچی مثل سفیدک و انواع زنگ‌ها بخصوص زنگ‌های زرد و قهوه‌ای می‌گردد. همچنین در تراکم‌های بالا، دوره رسیدن دیرتر اتفاق می‌افتد. بنابراین، در محیط‌هایی که تنش گرمای آخر فصل دارند چنین زراعت‌هایی دچار کاهش محصول می‌شوند. بطور کلی تراکم بذر ۴۵۰ دانه در مترمربع برای مناطق سرد، ۴۰۰ دانه در مترمربع برای مناطق معتدل و ۳۵۰ دانه در مترمربع برای مناطق گرم کشور توصیه می‌شود.

۵-۶- تاریخ کاشت

کشت گندم در ایران صرف نظر از عادت رشد زمستانه، بهاره و بینابین عموماً در فصل پائیز انجام می‌گیرد. آنچه که زمان مناسب کشت گندم در اقلیم بزرگ اصلی را تعیین می‌کند، دما می‌باشد. یعنی زمان کاشت گندم صرفنظر از واکنش فتوپریودی ارقام جدید گندم بهاره، غیرحساس به تغییرات طول روز می‌باشند. خصوصیات ژنتیکی رقم در اقلیم مختلف بایستی با توجه به منحنی‌های دمایی آن اقلیم تعیین گردد، بطوری که فرصت زمانی لازم برای رشد اولیه گیاهچه‌ها در پائیز برای ورود به فصل زمستان و تأمین نیاز سرمایی در ارقام گندم با عادت رشدی بینابین و زمستانه و رنالی‌اسیون (تأمین نیاز سرمایی) وجود داشته باشد. تغییرات دما در مزرعه بر میانگین تعداد بذرهای جوانه زده، سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن یکنواخت تأثیر می‌گذارد. گندم در دمای بین ۴ تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه زدن می‌باشد ولی دمای مطلوب برای آن حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بدیهی است هر چه کشت گندم با تأخیر انجام پذیرد، مرحله جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه‌ها در شرایط دمایی مطلوب صورت نمی‌گیرد و به علت کاهش دمای خاک، بذور جوانه نزده بیشتر در معرض مواجهه با امراض قارچی قرار خواهند گرفت که سبب کاهش تراکم بوته‌ها در مزرعه می‌شود. تأخیر در کشت باعث عدم رشد کافی گیاهچه‌ها در مرحله اولیه می‌شود که نتیجه آن عدم ایجاد فرصت لازم برای رشد ریشه و استقرار اولیه بوته‌ها بوده که تحمل به تنش در چنین بوته‌هایی بسیار کاهش می‌یابد. از نتایج زراعت‌های کرپه (دیر کشت) می‌توان به کاهش درصد سبز بدلیل مواجهه با دوره یخبندان و نیز کاهش تعداد سنبله‌ها (تنش اول فصل) و همچنین در برخی شرایط بادزدگی گندم و کاهش تعداد دانه و وزن

هزاردانه بدلیل مواجهه با گرمای آخر فصل اشاره کرد. البته کشت زود هنگام گندم‌های بهاره نیز موجب می‌شود تا ارقام زودرس در فصل پائیز به ساقه رفته و یا در اوایل فصل بهار و در مرحله ظهور سنبله رفتن در معرض خسارت سرما قرار گیرند.

بر اساس نتایج تحقیقات به زراعی مناسب‌ترین تاریخ کاشت گندم برای مناطق سرد کشور اول تا ۲۰ مهر ماه، برای مناطق معتدل اول تا ۲۰ آبان ماه (برای ارقام بینابین) و ۱۰ تا ۲۵ آبان ماه (برای ارقام بهاره) و برای مناطق گرم ۲۰ آبان تا ۱۰ آذر می‌باشد.

رعایت دقیق زمان کشت توصیه شده در گندم دیم به منظور بهره‌وری از اولین بارندگی موثر در جوانه‌زنی و بدنبال آن سبز اولیه پاییز در مناطق دیم جهت افزایش تولید بسیار موثر می‌باشد. زمانی که بارندگی موثر پاییز برای جوانه زنی با تاخیر صورت می‌گیرد، در این صورت بعد از اولین بارش، جوانه‌زنی و سبز اولیه بعلت سرد شدن دمای هوا به کندی صورت گرفته و در اغلب موارد سبز زیر برفی (در مناطق سردسیر بعلت بارش برف) خواهد بود این شرایط باعث می‌شود که ارقام با تیپ رشد زمستانه نتوانند قبل از وقوع مرحله سرما به مرحله روزت بروند، چون این ارقام برای مقاوم شدن نسبت به سرما و یخبندان نیاز دارند که قبل از وقوع تنش برودتی سبز شده و به پنجه رفته تا حداکثر مقاومت نسبت به سرما و یخبندان را داشته باشند. سبز اولیه و پنجه‌زنی خوب در پائیز باعث افزایش طول دوره رشد و همچنین افزایش تعداد خوشه در متر مربع و نهایتاً عملکرد بیشتر دانه خواهد شد. تاریخ کشت در شرایط دیم از زمان اولین بارش موثر برای جوانه‌زنی محسوب می‌شود. تاریخ کشت مناسب برای گندم دیم در مناطق مختلف بشرح زیر می‌باشد.

۱. در مناطق خیلی سرد کوهستانی از اواخر شهریور لغایت نیمه اول مهرماه
۲. در مناطق سردسیر از اول مهر لغایت ۲۰ مهرماه
۳. در مناطق معتدل از نیمه مهر لغایت ۲۰ آبانماه
۴. در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر از نیمه آبانماه تا ۱۵ آذرماه باتوجه به بارش اولین بارندگی

۶-۶- آبیاری هنگام کاشت

تأمین رطوبت مناسب برای گندم در زمان کاشت (یا بلافاصله پس از کاشت) یکی از عوامل مهم در تعیین عملکرد نسبی گیاه به دلیل وضعیت سبز بذر می‌باشد. معمولاً در زراعت‌های آبی زمان کاشت را زمان اولین آبیاری در نظر می‌گیرند. آبیاری اول برای جوانه‌زنی به دلیل نقش آن در جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار گیاه زراعت گندم از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. تأخیر در آبیاری اول به دلیل تأخیر در جوانه زنی (وضعیت به نوعی تأخیر در زمان کشت) و نیز غیریکنواخت باعث کاهش نسبی عملکرد می‌گردد. معمولاً کشت گندم به دو صورت هیرم‌کاری (نم کاری) و خشکه کاری انجام می‌شود. در روش هیرم‌کاری قبل از کشت آبیاری انجام گرفته و پس از گاو رو شدن زمین نسبت به آماده‌سازی و کشت بذر اقدام می‌شود. نکته قابل توجه در این روش آن است که هر گونه تأخیر در بذرکاری باعث تبخیر آب خاک شده و رطوبت کافی برای انجام فرآیند جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار اولیه گیاه وجود نخواهد داشت. معمولاً روش هیرم‌کاری برای اراضی سنگین‌تر که خاک سله می‌زند مناسب‌تر می‌باشد. در روش خشکه کاری بعد از کاشت بذر زمین آبیاری می‌شود.

آبیاری قبل از کشت گندم یا بلافاصله پس از کشت باعث می‌شود که بذر گندم با کمبود آب مواجه شده، رشد بهتری کرده و بتواند در مراحل بعدی از عملکرد بیشتری برخوردار باشد. مناطقی که بطور کلی در این مرحله، خصوصاً در مراحل بعدی، با کمبود آب مواجه هستند، نیاز است تا عمق حدود ۵۰ تا ۸۰ سانتی‌متری خاک با آبیاری (یا باران) مرطوب شود. این مقدار آب، رطوبت مناسبی را در فصل زمستان در خاک ذخیره می‌کند و خصوصاً در مناطق کم‌آب احتمالاً تا مرحله بوتینگ (متورم شدن) به آب اضافی نیاز نخواهد بود. آبیاری در مرحله سبزینه‌ای در صورتیکه شرایط اقلیمی منطقه دارای زمستان گرم و خشک، بدون باران و یا خاک سبک باشد، مورد نیاز است. بطور متوسط برای مرطوب ساختن هر متر خاک برای خاک سبک (شنی)، متوسط و سنگین به ترتیب در حدود ۶۰ میلی‌متر (۶۰۰ متر مکعب در هر هکتار)، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر باران یا آبیاری مورد نیاز است. به عبارت دیگر، برای یک خاک متوسط در صورتی که در زمان کاشت در حدود ۶۰ میلی‌متر باران ببارد، رطوبت مناسبی در عمق خاک ذخیره می‌شود.

لذا توصیه بر این است که در صورت کاشت گندم در تاریخ مناسب در پاییز، مزرعه گندم در دو نوبت با فاصله ۱۰ روز تا دو هفته آبیاری شود، زیرا به دلیل فشردگی مشاهده شده در خاک خشک مزارع، معمولاً گیاهچه اولیه از منطقه یقه تحت فشار قرار داشته که می‌تواند از سرعت رشد اولیه و ویگور گیاه کاسته شود، آبیاری غرقابی یا کرتی در زراعت گندم نامطلوب است خصوصاً پس از آبیاری نوبت اول (خاک آب) که سخت شدن سطح خاک در خاک‌های رسی باعث فشردگی کلتوپتیل گردیده و باعث خفگی و کاهش درصد سبز و یا ضعیف شدن گیاهچه‌ها می‌شود و تحمل بوته‌ها را در مقابل شرایط نامطلوب احتمالی کاهش می‌دهد، در چنین شرایطی هیرم‌کاری گندم اولویت دارد. آبیاری نوبت دوم در اقالیم مختلف با توجه به خشکسالی‌ها و افزایش میانگین دمای فصل برای دستیابی به پتانسیل عملکرد لازم می‌باشد. این نوبت آبیاری جهت جلوگیری از تنش خشکی اول فصل (پائیز) در زراعت گندم ضروری است، در غیر این صورت میزان تنش وارده به زراعت با توجه به سن فیزیولوژیک گیاهچه‌ها، مرحله تشکیل سلول‌های بنیادی سنبله (معمولاً بسته به شرایط در مرحله ۳ تا ۵ برگی گیاه) اتفاق می‌افتد. از آنجایی که تعداد سنبله‌ها در هر سنبله یک ساقه یا پنجه، در این مرحله تعیین و تشکیل می‌گردد، نقش دسترسی به رطوبت کافی بسیار تعیین‌کننده می‌باشد. در زراعت‌های آبی گندم معمولاً از ۶ تا ۱۰ نوبت آبیاری بسته به بافت خاک اراضی و شرایط آب و هوایی معمول می‌باشد. در طول زمان داشت، انجام آبیاری با توجه به شرایط مزرعه در زمان مناسب و با توجه به نوبت‌های آبیاری لازم بوده و در صورت احتمال وزش بادهای گرم و افزایش دما در زمان دانه بندی اقدام به آبیاری جهت جلوگیری از کاهش محصول ضروری است.

۷- مدیریت داشت محصول

۷-۱- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

۷-۱-۱- نمونه‌برداری گیاه و تجزیه آن

نمونه‌برداری گیاه

آزمون خاک ابزار مفیدی در تشخیص وضعیت عناصر غذایی در گیاه کمک در شناخت کمبود بیش بود و یا عدم تعادل عناصر غذایی می‌باشد. در مقایسه بین آزمون خاک و گیاه بایستی گفت که آزمون خاک غالباً قبل از کشت

انجام گرفته و در حالی که آزمون گیاه در حین رشد گیاه انجام شده تا وضعیت تغذیه‌ای گیاه رصد گردد. در بسیاری از موارد هنگام بروز مسائل و مشکلات در رشد و نمو گیاه نیاز به انجام هر دو آزمون خاک و گیاه می‌باشد. نمونه برداری از گیاه معمولاً در دو حالت انجام می‌شود. یکی برای ارزیابی معمول و روتین انجام می‌شود که در آن در زمان خاصی از اندام‌های خاصی از گیاه نمونه‌برداری شده و پس از خشک کردن و آماده‌سازی آنالیز آنها انجام می‌گیرد. حالت دیگر وقتی است که علائم و شواهد حاکی از وجود مسائل و مشکلات تغذیه‌ای و یا ناهنجاری‌هایی است که نیاز به اندازه‌گیری نمونه‌ها در حالت مقایسه می‌باشد. بدین معنی که یکی از نمونه‌ها بدون وجود شواهد و علائم و دیگری نمونه دارای علائم و نمونه‌های مشکل تغذیه‌ای می‌باشد که پس از تهیه و آماده‌سازی به آزمایشگاه منتقل می‌گردد. نمونه‌برداری از گندم رعایت موارد زیر ضروری است:

- بهترین زمان نمونه‌برداری اواسط صبح و یا اواسط بعدازظهر در روزهای غیربارانی می‌باشد.
 - مواد خارجی متصل به برگ‌ها جمع‌آوری شده و از جمع‌آوری نمونه برگ‌های آسیب دیده توسط آفت و بیماری‌ها خودداری کنید.
 - برای نمونه‌برداری از پاکت‌های تمیز کاغذی یا پارچه‌ای دارای تهویه استفاده شود.
 - برای نمونه‌برداری از گندم بهترین زمان در زمان قبل و گلدهی از برگ پرچم می‌باشد.
- معمولاً تعداد حدود ۴۰-۵۰ نمونه برگ گندم به صورت تصادفی از مناطق مختلف مزرعه یا بخش موردنظر مورد نیاز است.

۷-۱-۲- علائم بیش بود و کمبود عناصر غذایی در گندم و راهکارهای مدیریت

کمبود نیتروژن: کمبود نیتروژن معمول‌ترین کمبود عناصر غذایی در گندم است (شکل ۸). گیاهان مبتلا به کمبود نیتروژن رنگ پریده و زرد هستند. علائم اختصاصی کمبود نیتروژن ابتدا در مسن‌ترین برگ‌ها ظاهر می‌شود، در حالی که برگ‌های جوان نسبتاً سبز باقی می‌مانند. برگ‌های مسن‌تر نسبت به برگ‌های جوان‌تر کم‌رنگ‌تر شده و کلروز (زرد شدن برگ) ایجاد می‌گردد، که این کلروز به تدریج در قاعده برگ به رنگ سبز روشن تبدیل خواهد شد. در مزرعه علائم، همیشه به صورت قطعاتی به رنگ سبز روشن یا زرد ظاهر می‌گردند که در ادامه رشد گیاه کاهش یافته و ساقه‌ها نازک می‌شوند.

کمبود فسفر: مشخص‌ترین 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 برگ‌های مسن در نوک و لبه‌ها به رنگ ارغوانی مایل به قرمز تغییر رنگ می‌یابند (شکل ۹). کلروز از نوک برگ پیر شروع شده و به طرف قاعده برگ گسترش می‌یابد، ولی قاعده برگ مانند سایر قسمت‌های گیاه سبز تیره باقی می‌ماند. برگ‌های گندم مبتلا به کمبود فسفر دچار پیچیدگی شده و بعضی اوقات برگ‌های پیر، به دور برگ‌های جوان‌تر پیچ می‌خورند. گیاهان کوتاه مانده و ارتفاع بوته‌ها کاهش می‌یابند. کمبود فسفر، سبب تأخیر و نامنظمی در رسیدگی دانه و تولید خوشه‌های کوچک می‌شود.

کمبود پتاسیم: علائم اختصاصی کمبود پتاسیم در گندم همیشه در برگ‌های پیر ظاهر می‌گردد. تحت شرایط کمبود پتاسیم، زرد شدن و نکروزه شدن نوک و حاشیه برگ‌های پیر مشاهده می‌شود (شکل ۱۰). در نتیجه گسترش این بافت نکروزه، بافت سبزرنگی به شکل پیکان در قاعده تا مرکز برگ باقی می‌ماند. در شرایط کمبود

شدید پتاسیم این علایم به برگ‌های جوان نیز منتقل می‌گردد. گیاهانی که به کمبود شدید پتاسیم مبتلا می‌شوند، ظاهری مشابه گیاهان دچار تنش خشکی را پیدا می‌کنند.

کمبود گوگرد: از آنجایی که گوگرد در تشکیل کلروفیل گیاهان دخالت دارد، لذا علایم کمبود آن در گندم شبیه کلروز ناشی از کمبود نیتروژن (زردی عمومی برگ) است (شکل ۱۱). با این حال کمبود گوگرد برخلاف کمبود نیتروژن بیشتر در برگ‌های جوان دیده می‌شود. کمبود شدید گوگرد موجب عدم تشکیل خوشه می‌گردد.

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 ۱۲). برخلاف کمبود پتاسیم، در کمبود منیزیم، برگ‌های جوان در مقایسه با برگ‌های پیر رنگ روشن‌تری دارند و این حالت شبیه کمبود آهن است. در ابتدا لکه‌های رنگ‌پریده به شکل دانه‌های تسبیح بین رگبرگ‌ها و لکه‌های نکروزه در نوک برگ ظاهر می‌شود. در ادامه، برگ‌ها زرد شده و کوچک می‌شوند. کمبود منیزیم در مزرعه گندم عمومیت نداشته و بیشتر در خاک‌های سبک شنی مشاهده می‌شود.

کمبود روی: علایم کمبود روی در گندم بطور معمول ابتدا در برگ‌های میانی مشاهده می‌شود گرچه ممکن است در بعضی از بوته‌ها علایم به طور همزمان در برگ‌های پیر و میانی ظاهر گردند (شکل ۱۳). علایم اولیه شامل تغییر رنگ از سبز طبیعی و سالم به سبز برنزی کدر می‌باشد که بیشتر در وسط برگ‌ها ظاهر می‌شوند. در این قسمت برگ، لکه‌هایی به صورت سوختگی و علایم تنش خشکی ظاهر شده که از یک نقطه کوچک نکروزه سریعاً گسترش می‌یابد و تدریجاً به حاشیه برگ کشیده می‌شود. کمبود شدید روی در مزرعه موجب کوتاه ماندن گیاه و زردی شده و برگ‌ها به خاطر سوختگی در مرکزشان چین‌خورده می‌شوند. علایم کمبود روی در خاک‌های سبک و در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.

کمبود آهن: علایم کمبود آهن و منیزیم در اکثر گیاهان شبیه هم هستند. در کمبود منیزیم و آهن، برگ‌های جوان ابتدا تحت تأثیر کمبود قرار گرفته و زرد می‌شوند (شکل ۱۴). در کمبود آهن تفاوت بین رنگ سبز برگ‌های پیر و زردی برگ‌های جوان مشخص‌تر از سایر عناصر نسبتاً غیر متحرک است. حالت زردی ناشی از کمبود آهن به صورت کلروز نواری و مشاهده نواری سبز و زرد متناوب در امتداد رگبرگ اصلی ایجاد می‌شود. این نوارها نسبت به کمبود منیزیم و منگنز منظم‌تر هستند. در حالت کمبود شدید آهن، برگ‌های جوان زرد کم‌رنگ و سفید می‌شوند. در شرایط کمبود آهن، گیاهان کاملاً ایستاده هستند در حالی که در کمبود منگنز گیاهان حالت افتاده و تاخوردگی دارند. در مزرعه کمبود آهن بیشتر در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.

کمبود منگنز: علایم کمبود منگنز در گندم ابتدا در برگ‌های جوان آشکار می‌شوند که در مقایسه با برگ‌های پیر ظاهری زرد و پژمرده پیدا می‌کنند (شکل ۱۵). سپس لکه و نوارهای برنزی کم‌رنگی در قاعده جوان‌ترین برگ‌ها که به طور کامل باز شده است ظاهر می‌گردد و در ادامه تمام طول برگ را می‌گیرد. کمبود شدید در مزرعه علاوه بر علایم مزبور، خشکی برگ‌های جوان را نیز نشان می‌دهد. کمبود منگنز را مانند کمبود آهن می‌توان در خاک‌های آهکی مشاهده نمود. در مقایسه با سرسبزی گندم سالم، گندم مبتلا به کمبود منگنز ظاهری رنگ‌پریده و افتاده‌تری دارد.

کمبود بور: اولین نشانه کمبود بور، ترک‌خوردگی 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 ترک‌خورده

در طول برگ ایجاد می‌شوند (شکل ۱۶). عقیم شدن گل‌ها نیز از علایم مشخص کمبود بور است. در مواردی کل خوشه عقیم می‌شود، پرچم‌ها باز شده و تخمدان رشد نمی‌کند. در ضمن کمبود بور به کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی و خشک شدن دانه‌ها منجر می‌شود. عدم موازی بودن و پراکندگی و خمیده بودن ریشک‌ها نیز از علایم کمبود بور در خوشه می‌باشد.

کمبود مس: اولین نشانه ظاهری کمبود مس در گندم پژمردگی گیاه است که در اوایل پنجه‌دهی، حتی اگر رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه باشد، پیش می‌آید (شکل ۱۷). اگر کمبود شدید باشد تأثیر 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 پیچ‌خوردگی انتهای پهنک برگ شده و در مواقعی تا نصف طول برگ را فرا می‌گیرد، ولی قسمت پایین برگ تا زمان پیری طبیعی آن به رنگ سبز باقی می‌ماند. عدم پر کردن نوک خوشه مشابه با سن زدگی و پیچش برگ حول محور طولی برگ نیز از علایم کمبود مس می‌باشد.



شکل ۱۰- کمبود پتاسیم



شکل ۹- کمبود فسفر



شکل ۸- کمبود نیتروژن



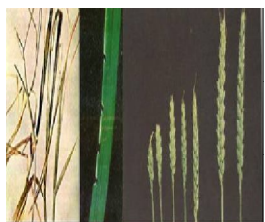
شکل ۱۳- کمبود روی



شکل ۱۲- کمبود منیزیم



شکل ۱۱- کمبود گوگرد



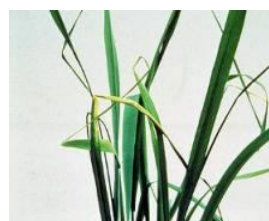
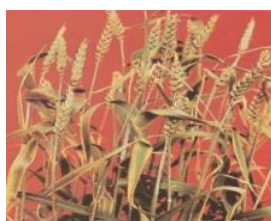
شکل ۱۶- کمبود بور



شکل ۱۵- کمبود منگنز



شکل ۱۴- کمبود آهن



شکل ۱۷- کمبود مس

۷-۱-۳- تفسیر نتایج و توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و گیاه برای محصول گندم

توصیه مصرف نیتروژن

نوع کود نیتروژنی: رایج ترین کود نیتروژنی موجود برای کشت گندم، کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص می باشد. به دلیل پویایی کود اوره، مصرف یک باره آن قبل از کشت در هیچ شرایطی توصیه نمی شود لکن مصرف چندباره آن به صورت پایه و سرک مورد تأکید است.

کود سولفات آمونیوم (حاوی ۲۱ درصد نیتروژن و ۲۴ درصد سولفات) نیز یکی دیگر از کودهای حاوی نیتروژن می باشد که در خاک های آهکی (بخش عمده خاک های تحت کشت گندم کشور) کود مناسبی است اما به علت گرانی نسبی واحد نیتروژن موجود در آن در مقایسه با کود اوره تأکید بر مصرف آن نمی باشد. افزون بر این در شرایط اعمال مدیریت تقسیط اوره، کود سولفات آمونیوم از مزیت نسبی بالاتری برخوردار نیست. البته این کود به دلیل داشتن سولفات می تواند بخشی از نیاز گیاه به گوگرد را نیز برطرف نماید.

از کود نیترات آمونیوم (حاوی ۳۴ درصد نیتروژن) به عنوان یکی دیگر از منابع کودی نیتروژنی در مناطق سرد و به ویژه در دیمزارها و نیز در شرایط شوری کم تا متوسط (شوری خاک، ۶ تا ۹ دسی زیمنس بر متر) و به عنوان کود سرک بجای کود اوره می توان استفاده کرد. رابطه تبدیل مقدار کود اوره به دیگر کودهای نیتروژنی به صورت زیر می باشد:

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

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

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

مقدار مصرف کودهای نیتروژنی

نیتروژن عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. گندم در دوره رشد خود احتیاج زیادی به نیتروژن قابل جذب دارد. انجام آزمون خاک در تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز توصیه می شود. بر اساس آزمون خاک و تعیین مقدار کربن آلی، مقدار کود اوره مورد نیاز در گروه های عملکردی کم (سه تن و کمتر)، متوسط (سه تا هفت تن) و زیاد (هفت تن و بیشتر) در جدول های ۱۰ تا ۱۲ آمده است. در خاک های با مقدار کربن آلی کمتر میزان نیاز به مصرف نیتروژن افزایش می یابد.

جدول ۱۰- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های کمتر از ۰/۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۴۰	۲۹۰	۳۴۰	۳۸۰	۴۲۰
گرم و خشک	۲۶۰	۳۱۰	۳۶۰	۴۰۰	۴۳۰
معتدل	۲۴۰	۲۹۰	۳۴۰	۳۸۰	۴۲۰
سرد	۲۱۰	۲۶۰	۳۱۰	۳۵۰	۳۹۰

جدول ۱۱- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های حاوی ۰/۷۵-۰/۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

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

جدول ۱۲- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های حاوی ۱-۰/۷۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

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

در صورت عدم امکان انجام آزمون خاک و تعیین میزان کود نیتروژنی مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک با توجه به شرایط اقلیمی، سابقه کشت قبلی، میزان آب قابل دسترس تراکم کشت و پتانسیل عملکرد مورد انتظار می‌توان میزان مصرف کودهای نیتروژنی را تعیین نمود. در جدول ۱۳ توصیه عمومی مقدار مصرف کودها اوره برای دستیابی به عملکرد مورد انتظار در اقلیم‌های مختلف ارائه شده است. بدیهی است در مواردی که از ارقام پرمحصول استفاده می‌شود مشروط به در دسترس بودن آب کافی، برای برداشت حداکثر محصول باید نیاز غذایی رقم پرمحصول را با افزایش مقدار کود مصرفی تأمین کرد.

جدول ۱۳- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید گندم آبی (کیلوگرم در هکتار)

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

در زراعت گندم دیم مقدار مصرف کود نیتروژن بسته به میزان نیتروژن اولیه خاک، میزان رشد و عملکرد مورد انتظار و میزان و توزیع بارندگی پاییزه و بهاره دارد. در این بین میزان بارندگی‌های بهاره که بتواند رطوبت خاک و نیاز رشد گیاه را تا پایان دوره رشد تأمین نماید از اهمیت خاصی برخوردار است. اگرچه نیاز اقتصادی مصرف نیتروژن برای ارقام مختلف گندم دیم بر حسب میزان و توزیع بارندگی در سال زراعی متفاوت می‌باشد، اما با متوسط مصرف ۵۰ الی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به ترتیب معادل ۱۱۰ الی ۱۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار) می‌توان به عملکردهای مطلوب در بارندگی‌های ۳۰۰ الی ۳۷۵ میلی‌متر دست یافت. برای بارندگی‌های خارج از این محدوده نیز می‌توان از جدول ۱۰ استفاده نمود. این مقادیر برای سیستم تناوبی آیش-گندم توصیه شده است. چنانچه سیستم تناوبی به علوفه (لگوم)-گندم تغییر کند، مصرف نیتروژن برای گندم بطور متوسط ۱۰ الی ۲۰ کیلوگرم در هکتار کمتر خواهد بود.

جدول ۱۴- توصیه عمومی مصرف نیتروژن برای گندم دیم بر حسب بارندگی در سال زراعی		
بارندگی سال زراعی (میلی‌متر)	نیتروژن مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	اوره (کیلوگرم در هکتار)
۲۵۰-۲۷۵	۴۰	۸۷
۲۷۵-۳۰۰	۴۵	۹۸
۳۰۰-۳۲۵	۵۰	۱۰۹
۳۲۵-۳۵۰	۵۵	۱۲۰
۳۵۰-۳۷۵	۶۰	۱۳۰
۳۷۵-۴۰۰	۶۵	۱۴۱
بیش از ۴۰۰	۷۰	۱۵۲

زمان و نحوه مصرف کودهای نیتروژنی

تنظیم و تطبیق برنامه کودپاشی نیتروژن (سرک‌دهی) بر اساس مراحل رشد گندم، اهمیت علمی و عملی زیادی دارد. جذب نیتروژن از مرحله نشایی آغاز شده و در مرحله گلدهی به حداکثر می‌رسد. چهار مرحله اساسی رشد گندم شامل ۱- پنجه‌زنی، ۲- ساقه‌دهی، ۳- خوشه‌دهی، و ۴- پر شدن دانه می‌باشد که تأمین نیتروژن مورد نیاز در این مراحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

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

۱- مقدار نیتروژن به اندازه نیاز، موجب تشکیل یک سیستم ریشه‌ای توسعه یافته می‌شود که گیاه را در مقابل خسارت ناشی از سرمای زمستان مقاوم می‌کند. در شرایط مصرف پایه کود نیتروژنی، میزان رشد سیستم ریشه‌ای نسبت به بخش هوایی بیشتر شده و گیاه را قادر می‌سازد که آب و مواد غذایی بیشتری جذب نماید.

۲- اگر گیاه گندم در تاریخ کاشت مناسب کاشته شود به طور معمول قبل از خواب زمستانه، جوانه‌زده و تولید پنجه می‌کند. اگرچه در این شرایط مقدار ماده خشک تولید شده کم بوده و نیاز نیتروژن آن نیز کم است، اما نیاز به مصرف نیتروژن برای استقرار خوب و تولید پنجه‌های قوی ضروری است. در صورتی که تاریخ کاشت به گونه‌ای باشد که با انجام آبیاری اول گیاه سبز و استقرار یافته باشد و شرایط برای انجام آبیاری نوبت دوم قبل از فصل یخبندان فراهم

گردد، اولین نوبت مصرف نیتروژن به قبل از آبیاری دوم و به میزان ۴۰ درصد کل کود نیتروژنی برآورد شده برای کل فصل رشد ماکول شود. بدیهی است در این شرایط تا حد زیادی عمل پنجه‌زنی گندم قبل از شروع فصل سرما و یخبندان صورت می‌گیرد. در شرایطی که امکان آبیاری نوبت دوم قبل از شروع فصل سرما وجود نداشته باشد (دیر کاشت یا کاشت کرپه) مصرف کود نیتروژنی به بعد از فصل سرما و در زمان تکمیل پنجه‌زنی ماکول می‌گردد.

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

دوره رشد و فعالیت مجدد گندم زمستانه بعد از دوره سرما شروع می‌شود. در این دوره پنجه‌های جدید ظاهر و پنجه‌های قدیم رشد می‌یابند و بسته به رشد اولیه گندم تا اواسط فروردین ادامه دارد. از نیمه دوم فروردین مرحله جدید و بسیار حساس ظهور ساقه آغاز می‌شود. شروع ساقه با ظهور اولین گره در دو سانتی‌متری سطح خاک آشکار است. بیشترین نیاز نیتروژنه گندم در این مرحله است.

در مرحله طولیل شدن ساقه که دو تا سه هفته به طول می‌انجامد، میان گره‌ها در ساقه گندم ظاهر می‌شوند در انتهای این مرحله خوشه در غلاف ساقه پنهان شده است که به آن مرحله خوشه در شکم یا شکم خوش نیز می‌گویند. پیشنهاد شده است با توجه به شرایط خاک و مدیریت آبیاری و مزرعه حداقل یک‌سوم از کل کود نیتروژنی مورد نیاز در طول دوره رشد در این مرحله مصرف شود.

در خاک‌های با بافت ریز و سنگین (رسی و لوم رسی) و متوسط (لوم)، یک سوم (۳۰ درصد) تا ۴۰ درصد نیتروژن در مرحله آب دوم (شروع پنجه زنی قبل از شروع سرمای زمستانی)، یک‌سوم در مرحله تکمیل پنجه‌زنی و پس از گذراندن سرمای زمستانی و یک‌سوم در مرحله ساقه‌دهی (ظهور اولین گره در ساقه) و یا تشکیل خوشه (متورم شدن ساقه و یا شکم خوش) مصرف می‌شود. در خاک‌های با بافت درشت و سبک (شنی) بهتر است نیتروژن در چهار مرحله، همزمان با آب دوم و شروع پنجه زنی، تکمیل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و گلدهی مصرف شود. در صورت امکان و به ویژه در خاک‌های نسبتاً سبک بهتر آن است که ۲۵ درصد نیتروژن کل در مرحله شکم خوش (متورم شدن ساقه) و ۱۵ درصد بعد از گلدهی و شروع پرشدن دانه‌ها مصرف گردد.

در زراعت گندم دیم، دوسوم مقدار کود نیتروژنی توصیه شده می‌بایست در پاییز (ترجیحاً از منبع نیترات آمونیوم) همزمان با کشت به صورت جایگذاری زیر بستر بذر در فاصله ۷ تا ۹ سانتی‌متری بذر مصرف شود. یک‌سوم باقیمانده نیز در صورت وجود بارندگی‌های بهاره به‌صورت سرک در فاصله زمانی نیمه دوم اسفند تا نیمه اول فروردین ماه به‌صورت سرک توصیه می‌شود. در مناطقی که دوسوم کود نیتروژنی در پاییز مصرف شده، در صورت عدم وجود بارندگی بهاره از مصرف کود سرک خودداری شود. به دلیل اینکه در روش جایگذاری بیش از ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در زیر بذر از منبع آمونیومی نیتروژن مانند اوره رشد ریشه محدود می‌گردد توصیه می‌شود برای بیش از ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرف کود به روش تقسیم صورت گیرد. به علاوه هرگز نباید کود نیتروژنی آمونیومی را با بذر در نوار کشت با عمق یکسان مصرف کرد چون این عمل باعث سوزش بذر و عدم جوانه‌زنی آن خواهد شد. بر این اساس نمی‌توان بیش از ۱۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را به همراه بذر مصرف نمود.

به منظور افزایش کیفیت دانه 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. محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل ظهور خوشه‌ها و شیری شدن دانه به افزایش پروتئین دانه منجر خواهد شد. بدین منظور در طول ۷ روز پس از ۵۰ درصد گلدهی گندم، محلول‌پاشی کود سولفات آمونیوم و یا اوره به میزان ۴ تا ۸ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد. محلول‌پاشی کود نیتروژنی در این مرحله را می‌توان به صورت توأم با مصرف سم (در صورت توصیه کارشناسان) برای مبارزه با سن گندم انجام داد. غلظت محلول نیتروژن برای محلول‌پاشی از ۷ در هزار بیشتر نشود. برای غنی‌سازی دانه گندم از لحاظ پروتئین می‌توان از کودهای با محتوای نیتروژنی بالا در مرحله شیری شدن دانه همراه با آب آبیاری (کودآبیاری) استفاده نمود. در زراعت گندم دیم به منظور افزایش پروتئین دانه و عملکرد گندم دیم می‌توان در اوایل ساقه‌دهی به همراه علف‌کش (در صورت نیاز) جهت کنترل علف‌های هرز از محلول‌پاشی اوره به غلظت ۳ الی ۵ درصد استفاده نمود.

توصیه مصرف فسفر

کمبود فسفر در گندم می‌تواند به علت پایین بودن فسفر بومی خاک و یا کوددهی کم فسفر باشد. pH پائین (در خاک‌های اسیدی) و یا pH بالا (در خاک‌های قلیائی و آهکی)، خاک سرد و خاک خشک جذب فسفر را کاهش می‌دهد. کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد گندم پتانسیل عملکرد را به شدت کم می‌کند. مراحل اولیه رشد حدود ۵ تا ۶ هفته اول می‌باشد و توصیه بر این است که فسفر کافی در این مرحله در اختیار ریشه گیاه قرار گیرد. حدود ۱۵٪ از کل فسفر جذب شده توسط گندم در دو هفته اول رشد گندم جذب می‌شود. این مقدار کم است ولی تأثیر زیادی در دستیابی به عملکرد مطلوب دارد. میزان فسفر ذخیره شده در خاک بیشتر در مراحل بعدی رشد گندم مورد استفاده قرار می‌گیرند و کمبود فسفر در انتهای رشد تأثیر 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 بازی می‌کند.

حرکت فسفر در خاک کند می‌باشد. قسمت زیادی از کود فسفوری مصرفی در سطح خاک باقی‌مانده و ممکن است در خاک تثبیت شود. این امر، کارایی کود فسفوری را کاهش می‌دهد. کارایی نسبی کود فسفوری بستگی 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 فسفوری نکات زیر می‌باید مدنظر قرار گیرد:

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

ب: استفاده از ارقام کارآمد

ج: مصرف سایر عناصر غذایی به مقدار کافی

د: کنترل علف‌های هرز

ه: مصرف کافی آب

و: کنترل فرسایش داخل مزرعه

حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد فسفر مصرف شده، جذب گیاه گندم می‌شود و باقیمانده آن به صورت غیرقابل جذب درمی‌آید. بنابراین کودهای فسفوری دارای اثرات باقیمانده برای کشت محصول بعدی می‌باشند. در سیستم‌های تناوب زراعی گندم-ذرت-گندم، در صورتی که برای کشت اول گندم و کشت دوم ذرت کود فسفوری به مقدار کافی بر اساس آزمون خاک مصرف شده باشد، کشت سوم گندم به کود فسفوری کمتری نیازمند بوده به عبارت دیگر کاربرد کود فسفوری در کشت‌های قبلی نیاز فسفر گندم را تأمین می‌نماید.

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

نوع کود فسفوری

از انواع مهم کودهای فسفوری مصرفی متداول در کشور، دی آمونیوم فسفات (با ۴۶ درصد P_2O_5) و سوپر فسفات تریپل (با ۴۶ درصد P_2O_5) می‌باشد. کود سوپر فسفات ساده (۲۰-۱۶ درصد P_2O_5) نیز از جمله کودهای فسفوری است که ظرفیت مناسبی برای تولید آن در کشور وجود دارد. کودهای فسفوری با حلالیت بالا وجود دارد که برای کاربرد به صورت کودآبیاری مناسب می‌باشند. مزیت استفاده از این کودها، کاربرد آسان آنها در مرحله تشکیل پنجه همزمان با حداکثر نیاز گیاه به فسفر می‌باشد. کاربرد کودهای میکروگرانول فسفوری نیز در حال گسترش می‌باشد و برای زراعت گندم قابل توصیه است. همچنین بجای سوپر فسفات تریپل برای تأمین فسفر مورد نیاز گندم می‌توان از کود میکروبی فسفات گرانوله به مقدار معادل استفاده کرد.

مقدار مصرف کود فسفوری

مقدار کاربرد کودهای فسفوری بسته به نوع، زمان و روش مصرف متفاوت است. آزمون خاک برای توصیه مصرف کودهای فسفوری توصیه می‌شود. حد بحرانی فسفر در خاک ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر احتمال پاسخ گندم به مصرف کودهای فسفوری هنگامی که در خاک مقدار فسفر قابل استفاده کمتر از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد افزایش می‌یابد. در جدول ۱۵ دسته‌بندی مقدار فسفر قابل استفاده خاک بر اساس آزمون خاک ارائه شده است.

جدول ۱۵- گروه‌بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت گندم

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

در جدول‌های ۱۶ تا ۱۹ مقدار کود سوپر فسفات تریپل برای دستیابی به عملکردهای مورد انتظار آورده شده است. مقدار کود توصیه شده برای کاربرد به روش پخش سطحی می‌باشد. در صورتی که کود با دستگاه کودکار-بذرکار و به صورت نواری مصرف گردد مقدار توصیه به یک‌دوم تا دوسوم مقادیر ارائه شده در جدول‌های ۱۴ تا ۱۷

کاهش می‌یابد. مقدار مصرف کودهای میکروگرانول فسفوری که همراه با کاشت بذر درست در کنار بذر مصرف می‌شوند مقدار ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد.

مبنای توصیه مصرف خاکی فسفر، آزمون خاک می‌باشد. در مواردی که این امکان فراهم نباشد برای توصیه مقدار کاربرد کودهای فسفوری با توجه به سابقه کاشت، عملکرد مورد انتظار، میزان برداشت فسفر توسط گندم از خاک می‌بایست به کارشناس تغذیه گیاهی آشنا با شرایط خاکی منطقه مراجعه شود. در جدول ۲۰ نیز تقویم مصرف کود بر اساس مراحل رشد گندم آورده شده است که برای توصیه مقدار مصرف فسفر می‌توان به آن مراجعه نمود.

جدول ۱۶- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل برای خاک‌های کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۰۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۹۰	۳۱۰
گرم و خشک	۱۸۵	۲۱۵	۲۴۵	۲۷۵	۲۹۵
معتدل	۲۰۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۹۰	۳۱۰
سرد	۲۲۰	۲۵۰	۲۸۰	۳۱۰	۳۳۰

جدول ۱۷- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل برای خاک‌های حاوی ۵-۱۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۱۶۰	۱۹۰	۲۲۰	۲۵۰	۲۷۰
گرم و خشک	۱۴۵	۱۷۵	۲۰۵	۲۳۵	۲۵۵
معتدل	۱۶۰	۱۹۰	۲۲۰	۲۵۰	۲۷۰
سرد	۱۸۰	۲۱۰	۲۴۰	۲۷۰	۲۹۰

جدول ۱۸- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل برای خاک‌های حاوی ۱۰-۱۲ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۷۰	۱۰۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۸۰
گرم و خشک	۵۵	۸۵	۱۱۵	۱۴۵	۱۶۵
معتدل	۷۰	۱۰۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۸۰
سرد	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰

جدول ۱۹- توصیه مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل برای خاک‌های حاوی ۱۵-۱۲ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۰	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۳۰
گرم و خشک	۲۰	۴۰	۷۰	۱۰۰	۱۲۰
معتدل	۲۰	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۳۰
سرد	۴۰	۷۰	۱۰۰	۱۳۰	۱۶۰

در زراعت گندم دیم حد بحرانی فسفر ۹ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است که بر این اساس می‌توان متوسط نیاز به فسفر مزرعه را بر اساس آزمون خاک از طریق جدول ۲۰ محاسبه نمود.

جدول ۲۰- متوسط نیاز به مصرف فسفر در کشت گندم دیم بر اساس آزمون خاک		
فسفر اولیه خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	میزان پنتاکسید فسفر مورد نیاز (P ₂ O ₅) (کیلوگرم در هکتار)	دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل مورد نیاز
۹	۷	۱۵
۸	۱۴	۳۰
۷	۲۱	۴۵
۶	۲۸	۶۰
۵	۳۵	۷۵
۴	۴۲	۹۰

زمان و نحوه مصرف کودهای فسفوری

مقادیر توصیه شده در جداول ۱۵ تا ۱۷ برای کاربرد خاکی به روش پخش سطحی پیشنهاد شده است. توصیه بر این است که تمام کود فسفوری قبل از کاشت گندم و یا همزمان با کاشت بذر مصرف گردد. مصرف فسفر در این دوره تأثیر زیادی بر روی تعداد پنجه و توسعه سیستم ریشه‌ای دارد. به دلیل تثبیت فسفر در خاک و عدم تحرک آن در مقایسه با کودهای نیتروژنی بهتر است کود فسفوری با دستگاه بذرکار-کودکار، در زیر بذر به فاصله ۵ تا ۱۰ سانتی متر قرار گیرد. در کل مصرف کودهای فسفوری به صورت نواری نسبت به روش دست پاش و یا پخش سطحی از اولویت بیشتری برخوردار است، ضمن اینکه مقدار کود مصرف شده به ۷۵ تا ۵۰ درصد مقدار محاسبه شده برای پخش سطحی کاهش می‌یابد. این میزان بستگی به مقدار فسفر قابل استفاده خاک دارد. در مقادیر خیلی کم تا کم فسفر (جدول ۱۴) در خاک کاربرد نواری نسبت به پخش سطحی ارجحیت دارد و سبب کاهش ۵۰ درصدی مقدار توصیه کود به روش پخش سطحی می‌گردد. در مقادیر متوسط تا بالای فسفر (جدول ۱۷) تفاوت چندانی بین دو روش در کاربرد کود توصیه شده وجود ندارد. چنانچه این روش به دلیل عدم وجود تجهیزات کافی عملی نباشد می-

توان کود فسفوری را در سطح خاک پخش کرده و با دیسک یا دندان در عمق خاک قرار داد. در صورت کاربرد کود همزمان با بذر (روش جایگذاری) می‌بایست دقت شود که میزان مصرف از ۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر نباشد.

در زمان داشت گندم می‌توان از منابع دیگری از کودهای فسفوری محلول در آب استفاده نمود. این منابع می‌توانند همراه با آب آبیاری (کودآبیاری) و یا محلول‌پاشی استفاده شوند. بهترین مراحل کودآبیاری گندم در دو مرحله ابتدای رشد رویشی گندم (آب سوم) و یا اواخر پنجه‌زنی و اواسط ساقه‌دهی می‌باشد. در این مراحل در مجموع ۵ تا ۱۰ کیلوگرم از کودهای محلول در آب حاوی فسفر زیاد به صورت کودآبیاری و همچنین در همین مراحل رشد استفاده از منابع کودی که حاوی مقادیر زیادی فسفر می‌باشند به صورت محلول‌پاشی ۵-۲/۵ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد.

از کودهای میکروگرانول فسفوری می‌توان در ردیف کاشت بذر استفاده کرد. این روش کاربرد به نام پاپ-آپ^۱ مشهور است. به این صورت که دستگاه بذرکار همزمان با کاشت بذر در ردیف کشت، کود را نیز در همان ردیف درست کنار بذر جایگذاری می‌کند. این روش با روش کاربرد نواری که کود با فاصله از بذر (در زیر و کنار بذر) قرار می‌گیرد متفاوت است. مقدار مصرف کود در این روش به دلیل احتمال سوختگی برای گیاهچه کمتر از روش‌های دیگر مصرف کودهای فسفوری در خاک است.

توصیه مصرف پتاسیم

برای به دست آوردن یک عملکرد مطلوب تأمین عنصر پتاسیم برای گندم ضروری است. با توجه به مصرف بی-رویه کودهای نیتروژنی و فسفوری و مصرف اندک کودهای پتاسیمی، در بسیاری از موارد مقدار برداشت پتاسیم از خاک بیش از سرعت آزادسازی این عنصر از کانی‌ها می‌باشد. کمبود پتاسیم در خاک‌های با بافت سبک و شنی بیشتر متداول است. گیاه گندم در مرحله ساقه رفتن بیشتر از سایر مراحل به پتاسیم احتیاج دارد. در این مرحله روزانه ۳/۵ تا ۸ کیلوگرم در هر هکتار پتاسیم جذب می‌نماید. مصرف کودهای پتاسیمی این نیاز را جبران می‌کند. به علاوه، کاه گندم منبع با ارزشی است که حدود ۸۵ درصد از پتاسیم جذب شده توسط گیاه در ترکیب آن قرار می‌گیرد. پتاسیم مقاومت گیاه را در برابر آفات و بیماری‌ها و صدمات ناشی از تنش‌های سرمایی افزایش می‌دهد. این عنصر سبب افزایش بازدهی استفاده از کودهای نیتروژنی نیز می‌شود.

نوع کود پتاسیمی

از انواع متداول کودهای پتاسیمی می‌توان به سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم به ترتیب با مقادیر ۵۰ و ۶۰ درصد اکسید پتاسیم (K_2O) اشاره نمود. در بسیاری از موارد بین سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم تفاوتی از لحاظ اثربخشی وجود ندارد. ملاحظات مربوط به کاربرد کودهای پتاسیمی در شرایط شور در بخش مربوطه در این راهنما ارائه شده است. کودهای پتاسیمی با بنیان سولفات نیز وجود دارند که به راحتی در آب قابل حل بوده و برای کاربرد در آب آبیاری در مراحل از رشد گندم که به کمبود پتاسیم حساس می‌باشد قابل توصیه است. به علاوه کودهای پتاسیمی مرکب که حاوی عناصر دیگر از جمله نیتروژن و فسفر می‌باشند نیز برای کاربرد در آب آبیاری توصیه می‌گردد.

^۱ Pop-up

مقدار مصرف کودهای پتاسیمی

توصیه مصرف کود پتاسیمی می‌بایست بر اساس آزمون خاک صورت گیرد. حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده در خاک ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است. به عبارت دیگر در صورتی که مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک کمتر از ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد احتمال پاسخ به کاربرد کود افزایش می‌یابد و در مقادیر بالاتر از ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به احتمال زیاد پاسخی از مصرف کود پتاسیمی در خاک مشاهده نمی‌شود. با این حال کاربرد پتاسیم به صورت کودآبیاری به ویژه برای دستیابی به عملکردهای بالا حتی در شرایطی که پتاسیم در خاک کافی به نظر می‌رسد توصیه می‌گردد. در جدول ۲۱ گروه‌بندی آزمون خاک برای پتاسیم قابل استفاده آورده شده است.

جدول ۲۱- گروه‌بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت گندم

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

علاوه بر آن توجه به سیستم کشت و تناوب زراعی در توصیه کاربرد کود پتاسیمی مؤثر 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 صورتی که میزان پتاسیم قابل جذب خاک در محدوده ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد دو راه‌کار برای کوددهی وجود دارد.

الف: اگر سیستم زراعی فشرده وجود داشته و زارع علاقمند باشد میزان پتاسیم خاک از کمترین حد یعنی ۱۵۰ میلی‌گرم 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 راه‌کار، استراتژی نگهداشت می‌گویند.

ب: در صورتی که زارع از توان اقتصادی خوبی برخوردار است می‌توان از محدوده ۱۵۰ میلی‌گرم تا ۲۰۰ میلی‌گرم پتاسیم قابل استفاده در هر کیلوگرم خاک، کود پتاسیمی را تا ۱۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار (۲۰۰ 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.

میزان کاربرد کودهای پتاسیمی بسته به نوع و زمان مصرف متفاوت است. در جدول‌های ۲۲ تا ۲۴ مقدار مصرف کود سولفات پتاسیم در خاک به روش پخش سطحی برای دستیابی به عملکردهای مورد انتظار در سطوح مختلف پتاسیم قابل استفاده خاک آورده شده است. در صورت کاربرد کود به صورت نواری در کنار بذر مقادیر توصیه شده به نصف کاهش می‌یابد. در زراعت دیم به دلیل اینکه اغلب مزارع دارای پتاسیم بالا می‌باشند مصرف خاکی پتاسیم توصیه نمی‌شود.

جدول ۲۲- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاک‌های حاوی ۱۰۰-۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۲۰	۲۴۰	۲۶۰	۲۸۰	۳۰۰
گرم و خشک	۲۱۰	۲۳۰	۲۵۰	۲۷۰	۲۹۰
معتدل	۲۲۰	۲۴۰	۲۶۰	۲۸۰	۳۰۰
سرد	۲۳۰	۲۵۰	۲۷۰	۲۹۰	۳۱۰

جدول ۲۳- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاک‌های حاوی ۱۵۰-۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	گروه‌های عملکرد پتانسیل (تن)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۱۵۰	۱۷۰	۱۹۰	۲۱۰	۲۳۰
گرم و خشک	۱۴۰	۱۶۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۲۰
معتدل	۱۵۰	۱۷۰	۱۹۰	۲۱۰	۲۳۰
سرد	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۴۰

جدول ۲۴- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاک‌های حاوی ۲۰۰-۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

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

مبنای توصیه مصرف خاکی پتاسیم، آزمون خاک است. در مواردی که این امکان فراهم نباشد برای توصیه مقدار کاربرد کودهای پتاسیمی با توجه به سابقه کاشت، عملکرد مورد انتظار، میزان برداشت پتاسیم توسط گندم از خاک می‌بایست به کارشناس تغذیه گیاهی آشنا با شرایط خاکی منطقه مراجعه شود.

زمان و نحوه مصرف کودهای پتاسیمی

تمام کود پتاسیمی قبل از کاشت مصرف و با دیسک یا داندانه 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 نیز مصرف شود. در مراحل انتهایی پنبه‌زنی و اواسط ساقه‌دهی استفاده از کودهای قابل حل در آب که حاوی مقادیر مناسبی پتاسیم باشند به مقدار ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. همچنین محلول‌پاشی کودهای حاوی این عنصر در همین مراحل رشد به مقدار ۲-۳ کیلوگرم در هکتار نقش مؤثری در افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم دارد. برای دستیابی به عملکردهای زیاد مصرف سرک کودهای حاوی پتاسیم بالا به صورت کودآبیاری و یا محلول‌پاشی در مراحل گلدهی (قبل از ظهور خوشه) و شیری شدن دانه کمک بسزایی در پر شدن دانه‌ها و افزایش عملکرد گندم دارد.

کاربرد گوگرد

گوگرد به صورت یون سولفات جذب گیاه گندم می‌گردد. کمبود گوگرد در خاک‌های معدنی با زهکشی مناسب، بافت درشت و ماده آلی کم وجود دارد. در سال‌های گذشته به دلیل افزایش آلودگی هوا مقدار بیشتری گوگرد از طریق اتمسفر، باران‌های اسیدی و همچنین قارچ‌کش‌های حاوی گوگرد و کودهای شیمیایی وارد خاک می‌گردید و کمبود آن کمتر دیده می‌شد. ولی در سال‌های اخیر، استفاده از محصولات پرنیاز به عناصر غذایی، مصرف کودها با درجه خلوص بالا و کشاورزی متمرکز، کمبود این عنصر در مناطقی از جهان تشدید شده است. در مطالعات صورت گرفته نشان داده شده است که میزان گوگرد قابل استفاده ۳۷ درصد از خاک‌های تحت کشت گندم در کشور کمتر از حد بحرانی (۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشد. به عبارت دیگر حدود ۳۷ درصد از اراضی تحت کشت گندم به کاربرد گوگرد نیازمندند. نسبت نیتروژن به گوگرد (N/S) در بافت گیاهی برای تشخیص کمبود گوگرد بسیار مهم است و حد بحرانی آن در بافت گیاهی گندم ۱۳/۷ تعیین گردیده است. حد بحرانی گوگرد (به صورت سولفات) در خاک ۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد.

یون سولفات از طریق ترکیبات موجود در خاک از جمله گچ و یا از طریق آب آبیاری به خاک اضافه می‌شود. به علاوه کاربرد کودها با بنیان سولفات نظیر سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم نیز می‌تواند در رفع کمبود گوگرد در گیاه گندم مؤثر واقع شود. با این حال کاربرد گوگرد به صورت پودری، گوگرد پاستیل و یا کودهای آلی گرانوله گوگردی نیز به عنوان منابع مهم تأمین گوگرد مورد نیاز گندم شناخته شده‌اند. به دلیل اینکه گوگرد در خاک ابتدا می‌بایست به کمک فرایندهای زیستی به سولفات تبدیل و سپس توسط گیاه جذب گردد کاربرد مستقیم گوگرد می‌بایست همراه با باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد (تیوباسیلوس‌ها) مصرف گردد. نحوه مصرف کودهای زیستی اکسیدکننده گوگرد در بخش «کاربرد کودهای زیستی در زراعت گندم» به تفصیل بیان شده است. کشاورزان باید دقت زیادی به نیاز کودی گوگرد گیاهان زمستانه داشته باشند. زیرا وقتی درجه حرارت پایین و رطوبت خاک زیاد باشد باکتری‌هایی که گوگرد طبیعی را به سولفات تبدیل می‌کنند خیلی کم هستند. زمان مصرف گوگرد به دلیل زمان‌بر بودن فرایند تبدیل آن به سولفات توسط فرایندهای زیستی در اثربخشی آن بسیار مؤثر است. کاربرد گوگرد در خاک به همراه باکتری‌های تیوباسیلوس ۲ تا ۴ ماه قبل از کشت توصیه می‌شود.

مقدار مصرف گوگرد بسته به نوع آن متفاوت است. گوگرد پودری و پاستیل به میزان ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. به دلیل سهولت در مصرف گوگرد پاستیل کاربرد آن نسبت به گوگرد پودری ارجحیت دارد. گوگرد همراه با مواد آلی نیز قابل مصرف می‌باشد. به ویژه در شرایطی که استفاده از باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد امکان‌پذیر نیست مصرف گوگرد به همراه مواد آلی به ویژه کودهای حیوانی توصیه می‌شود. گوگرد آلی گرانوله از دیگر انواع کودهای آلی است که حاوی گوگرد می‌باشد.

علاوه بر نقش گوگرد در تغذیه گندم، کاربرد آن در کاهش pH خاک‌ها به ویژه در ناحیه فعالیت ریشه گندم مؤثر می‌باشد. این امر در خاک‌های آهکی ایران سبب افزایش فراهمی عناصری چون فسفر، روی و آهن می‌گردد. لذا افزایش جذب این عناصر توسط گندم با کاربرد گوگرد مشاهده شده است. گوگرد علاوه بر نقش تغذیه‌ای در گندم و بهبود خصوصیات خاک برای رشد گیاه، در خصوصیات کیفی دانه گندم و به دنبال آن در خصوصیات نان تولیدی نیز نقش دارد.

توصیه کاربرد عناصر کم مصرف

کمبود عناصر غذایی کم مصرف بطور معمول در خاک‌های سبک و درشت بافت (شنی)، خاک‌های آهکی و خاک‌های با ماده آلی کم اتفاق می‌افتد. مشخص شده است که از اراضی تحت کشت گندم ۳۷ درصد دچار کمبود شدید آهن، ۴۰ درصد دچار کمبود شدید روی، ۲۵ درصد دچار کمبود منگنز و ۲۴ درصد نیز دچار کمبود مس می‌باشند. در صورتی که نتایج تجزیه نمونه خاک، غلظت این عناصر را پایین‌تر از حد بحرانی نشان دهد بایستی از کودهای محتوی این عناصر استفاده شود. میزان مصرف این کودها کم است با این حال اثرات فراوانی بر عملکرد به ویژه بر کیفیت گندم تولیدی بر جای می‌گذارد. کاربرد این عناصر به ویژه روی و آهن سبب افزایش غلظت آن‌ها در دانه شده که به دنبال آن آرد تولیدی از ارزش غذایی بالاتری برخوردار خواهد بود. با مصرف بهینه کود به ویژه سولفات روی، ضمن کاهش اسید فیتیک و افزایش غلظت عناصر غذایی، نسبت مولی اسید فیتیک به روی که معیاری برای قابلیت جذب عناصر غذایی مهم در بدن انسان می‌باشد نیز کاهش می‌یابد.

انواع کودهای حاوی عناصر کم مصرف

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

مقدار، زمان و نحوه کاربرد کودهای حاوی عناصر کم مصرف

در جدول ۲۵ گروه‌بندی غلظت عناصر غذایی کم مصرف 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 ۲۵- گروه بندی غلظت عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک برای کشت گندم

گروه	عملکرد نسبی با مصرف عنصر غذایی (درصد)*	عنصر غذایی قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)		
		روی	آهن	منگنز
خیلی کم	کمتر از ۵۰	<۰/۲۵	<۲/۵	<۳
کم	۵۰-۷۵	۰/۲۵-۰/۵	۲/۵-۵	۳-۶
متوسط	۷۵-۱۰۰	۰/۵-۱/۰	۵-۷/۵	۶-۱۰
زیاد	بدون پاسخ	>۱/۰	>۷/۵	>۱۰

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

کودهای حاوی عناصر کم مصرف در صورت کاربرد در خاک بایستی قبل از کاشت مصرف شده و با شخم زیر خاک شوند و یا با غلظت ۳ تا ۴ در هزار در مراحل پنجه زنی، اوایل ساقه دهی و حتی در مرحله گلدهی محلول پاشی شوند. مصرف بور در مناطقی که دارای خاک شور می باشند توصیه نمی گردد. محلول پاشی این عناصر از منابع کودی سولفات مانند سولفات آهن و روی با غلظت ۵ تا ۷ در هزار امکان پذیر است. در خاک های آهنی، کارایی سولفات آهن کاهش می یابد که در این صورت از محلول پاشی سولفات آهن و یا مصرف خاکی کلات آهن (Fe-EDDHA) به میزان ۲-۳ کیلوگرم در هکتار استفاده می شود. با این حال مصرف خاکی سولفات آهن همراه با کود اوره به صورت کودآبیاری در رفع کمبود آهن می تواند مؤثر باشد. در شرایط کمبود شدید عناصر کم مصرف در خاک مصرف خاکی کودهای حاوی عناصر کم مصرف به ویژه سولفات روی و منگنز به میزان ۲۵-۴۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می شود. در رفع کمبود روی مصرف توأم خاکی به همراه محلول پاشی سولفات روی ارجحیت دارد. کودهای حاوی عناصر کم مصرف بایستی قبل از کاشت مصرف شوند یا آنکه در مراحل پنجه زنی کامل، اوایل ساقه رفتن و حتی در مرحله گلدهی به صورت محلول پاشی مصرف شوند. برای محلول پاشی یا برگ پاشی رعایت کلیه نکات فنی زیر ضروری است:

- محلول پاشی باید صبح زود یا عصر هنگامی که اشعه آفتاب مایل است انجام گیرد.
- به محلول کودی تهیه شده، ماده سیئووت یا مایع ظرف شوئی به غلظت ۰/۲ در هزار (۲۰۰ میلی لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب) اضافه گردد. این کار باعث کاهش نیروی کشش سطحی آب شده و در نتیجه قطرات آب حالت پخشیده به خود گرفته و سطح تماس برگ با ذرات کودی افزایش یافته و در نتیجه میزان جذب 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 برگ پاشی انجام گیرد. در صورت عدم ظهور علائم برگ سوزی پس از سه روز در گیاه در تمام سطح مزرعه برگ پاشی انجام شود.
- در اراضی شور از کود میکروی کامل بدون بور استفاده شود.

- برای غنی سازی بذر کودهای حاوی عناصر کم مصرف در مراحل مختلف پنجه زنی، ساقه دهی و حتی شیری شدن دانه را می توان محلول پاشی نمود.
- در محلول پاشی باید از آب با کیفیت مناسب (شوری و pH مناسب) استفاده شود.

کاربرد مواد آلی در تولید گندم

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است و میزان کربن آلی در بیش از ۶۰ درصد از اراضی زیر کشت کمتر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از آن کمتر از ۰/۵ درصد می باشد. چنین وضعیتی در خاک های کشور بی تردید توان تولید خاک ها را محدود کرده و دستیابی به اهداف افزایش تولید و پایداری آن را دشوار می نماید. بررسی ها نشان داده است که به ازای افزایش هر گرم کربن آلی در کیلوگرم خاک (معادل ۰/۱ درصد یا ۳ تن در هکتار)، عملکرد دانه گندم به طور میانگین ۲۸۶ کیلوگرم در هکتار افزایش می یابد. افزون بر این با افزایش کربن آلی از محدودیت خاک های شور (قابلیت هدایت الکتریکی حداکثر تا ۱۰/۵ دسی زیمنس بر متر) و سبک (میزان رس کمتر از ۱۵ درصد) بر عملکرد دانه گندم کاسته خواهد شد.

مواد آلی ترکیبات کربنی هستند که بوسیله گیاهان، ریزجانداران و جانوران در خاک تولید می شوند. وجود مواد آلی علاوه بر اینکه نشان دهنده سلامت و کیفیت خاک است، شاخص مناسبی برای باروری آن به شمار می آید که حاصل برهمکنش فرایندهای فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی خاک است. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانه سازی و وضعیت تخلخل، نفوذپذیری آب را در خاک بهبود بخشیده و قدرت نگهداری آب را نیز در خاک افزایش می دهد. از طرف دیگر مواد آلی در اثر معدنی شدن، مقدار قابل توجهی از عناصر غذائی پرمصرف و کم مصرف را در خاک آزاد نموده و به تغذیه متعادل گیاه کمک زیادی می نماید.

منابع تأمین مواد آلی دارای تنوع زیادی هستند و شامل انواع کودهای حیوانی، کمپوست حاصل از بقایای محصولات کشاورزی نظیر شاخه و برگ گیاهان، سبوس برنج و کلش گندم، ضایعات نیشکر و پسته، ضایعات کارخانه های قند، چای خشک کنی، چوب و کاغذ و کشت و صنعت های تولید قارچ خوراکی، کمپوست حاصل از تخمیر زباله ها و لجن فاضلاب شهری، پودر استخوان و سایر مواد قابل تجزیه گیاهی و حیوانی است که علاوه بر اصلاح نسبت کربن به نیتروژن، غلظت عناصر غذایی مورد استفاده گیاهان زراعی را در خاک افزایش می دهند. به علاوه مدیریت صحیح زراعی و اعمال کشاورزی حفاظتی از جمله انتخاب تناوب زراعی مناسب، استفاده از کود سبز، استفاده از بقایای کاه و کلش محصولات و انجام خاک ورزی حفاظتی کمک شایانی در حفظ و ارتقای کربن آلی خاک می نماید. در زیر واژه هایی که در ارتباط با مواد آلی خاک قرار دارند تعریف شده اند.

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

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

کودهای آلی: مواد تهیه شده از فرآوری ترکیبات با منشأ زیستی و یا ترکیبات فرآوری نشده گیاهی و حیوانی و یا پسماندهای آلی واحدهای فرآوری صنعتی که توسط تجزیه میکروبی یکنواخت شده را کود آلی می‌نامند. کودهای آلی باید از نظر مواد اولیه و محتوای کربن آلی، خصوصیت آلی بودن را دارا باشند (کربن آلی بیش از ۱۰ درصد و ماده آلی بیش از ۲۵ درصد). کودهای آلی می‌بایست حاوی مقادیر کافی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باشند تا به عنوان کود شناخته شوند (میزان عناصر غذایی N ، P_2O_5 و K_2O به صورت مجموع یا منفرد بیشتر از پنج درصد در ماده خشک). این مواد ممکن است عناصر غذایی را فوراً در دسترس گیاه قرار ندهند ولی موجب افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند.

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

کمپوست: کمپوست به ترکیبی از ماده آلی که حاصل تجزیه تدریجی باقیمانده‌های گیاهی یا حیوانی، پسماندهای فضولات حیوانی، ضایعات گیاهی، ضایعات کشتارگاهی و رسوبات لجن واحدهای تصفیه فاضلاب می‌باشد گفته می‌شود.

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

محرك‌های رشد آلی: به ترکیباتی گفته می‌شود که از طرقی غیر از تأمین عناصر غذایی و یا کاهش آفات و عوامل بیماری‌زا موجب بهبود رشد گیاه می‌گردند این مواد می‌تواند شامل اسیدهای هیومیک و فولویک، اسیدهای آمینه و مواد محرك استخراج شده از بافت‌های مختلف گیاهی و غیره باشد.

هوموس: ماده سیاه‌رنگ، بی‌شکل، کلونیدی، تا حدودی پایدار به تجزیه میکروبی با ترکیب مولکولی پیچیده‌ای است که محصول نهایی تجزیه میکروبی ماده آلی در خاک است. این ماده نسبت به تجزیه میکروبی تا حدودی مقاوم بوده و وزن مخصوص ظاهری کمی ۰/۴۵-۲ گرم بر سانتی متر مکعب دارد.

اسید هیومیک: اسید هیومیک از تجزیه جزئی ترکیبات آلی آروماتیک با منشأ گیاهان خشکی تشکیل شده و از مواد تیره‌رنگ بی‌شکل که محصول نهایی فعالیت باکتری‌ها و برخی آنزیم‌هاست بوجود می‌آید. این اسید در محیط‌های قلیایی محلول بوده و در محیط‌های خیلی اسیدی رسوب می‌نماید.

اسید فولویک: اسید فولویک مولکول‌های طبیعی هستند که از فعالیت میکروب‌های مفید بر روی بقایای گیاهی ایجاد می‌شود. این اسید هم در محیط‌های اسیدی و هم در محیط‌های بازی محلول می‌باشد و وزن مولکولی آن کمتر از اسیدهای هیومیک است.

اسیدهای آمینه: اسیدهای آمینه اسیدهای کربوکسیلی هستند که حاوی گروه‌های عامل آمینی نیز می‌باشد. تاکنون حدود ۲۰ نوع اسید آمینه به عنوان واحدهای سازنده مولکولی بسیاری از گیاهان و حیوانات شناخته شده است.

مصرف کودهای آلی در زراعت گندم

میزان مصرف کود آلی بستگی به درجه پوسیدگی، نسبت کربن به نیتروژن و نوع آن دارد. به عنوان مثال میزان کود آلی قابل توصیه از منابع کود گاوی کمپوست شده (پوسیده) با درجه رسیدگی بالا در خاکی با میزان کربن آلی کمتر از یک درصد به مقدار ۲۰-۱۵ تن در هکتار، کود گاوی تازه ۱۵-۱۰ تن در هکتار و کود مرغی ۱۰-۵ تن در هکتار می‌باشد. استفاده از کودهای مرغی در مزارع ممکن است خطر بروز نماتد را افزایش دهد لذا بهتر است از کودهای مرغی فرآوری شده استفاده نمود. از کودهای کمپوست زباله شهری نیز می‌توان استفاده کرد. مهم‌ترین مسئله در انتخاب نوع و مقدار کود آلی قیمت این نهاده می‌باشد که در هنگام مصرف مدنظر قرار می‌گیرد.

اگر کود آلی نپوسیده باشد، بهتر است چند ماه قبل از مصرف با خاک مخلوط و با اعمال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کافی داشته باشد می‌توان همزمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق مؤثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود. کودهای آلی گرانوله به طور معمول به علت داشتن عناصر غذایی بیشتر به واسطه انجام عمل غنی‌سازی و حالت گرانوله بودن به میزان ۶۰۰-۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف می‌شوند. مطالعات متعدد نشان داده است که با مصرف کودهای آلی می‌توان از میزان مصرف کودهای شیمیایی کاست. میزان جایگزینی کودهای شیمیایی در اثر مصرف کودهای آلی بسته به نوع عنصر غذایی و میزان مصرف آن در خاک بین ۲۵ تا ۳۵ درصد گزارش شده است.

تناوب زراعی و کود سبز

انتخاب یک تناوب مناسب با تأکید بر جنبه‌های حفاظت محیط‌زیست برای هر منطقه شرط اصلی افزایش بهره‌وری و پایداری تولید در درازمدت خواهد بود. تناوب، کشت گیاهان مختلف با ویژگی‌های متفاوت در توالی با یکدیگر می‌باشد. در میان سیستم‌های زراعی، تناوب نقش بسیار مهمی را در کشاورزی پایدار ایفا می‌کند. انتخاب تناوب زراعی صحیح، به دلیل بهبود حاصلخیزی و کیفیت خاک، افزایش مواد آلی خاک، کاهش بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز و کاهش فرسایش باعث افزایش تولید می‌شود.

یکی از راه‌های افزایش ماده آلی خاک استفاده از کود سبز در تناوب زراعی می‌باشد. منظور از کود سبز، برگرداندن شاخ و برگ گیاهان به خاک پس از رشد کافی و بدون برداشت محصول است. اثر کود سبز بر خصوصیات فیزیکی خاک همانند کود حیوانی می‌باشد. در صورتی که از گیاهان تیره بقولات به عنوان کود سبز استفاده شود، تمام نیتروژن تثبیت شده به خاک بر می‌گردد. از طرف دیگر کود سبز با جذب و ذخیره مواد غذایی در خود از شسته شدن آن‌ها جلوگیری می‌نماید. نشان داده شده است که کشت شبدر شیرین به عنوان کود سبز به دلیل ریشه‌های توسعه یافته و عمیق خود سبب انتقال فسفر از اعماق خاک به سطح خاک شده و در افزایش حاصلخیزی خاک سطحی مؤثر است. گیاه مورد استفاده به عنوان کود سبز می‌بایستی اثرات منفی (آللوپاتی) بر رشد محصول بعدی نداشته باشد، فصل رشد کوتاهی داشته، تراکم بوته بالا و رشد سبزینه‌ای زیادی داشته باشد تا علاوه بر این که مقدار زیادی ماده آلی به خاک اضافه می‌کند، پوشش کامل خاک را نیز تأمین نماید. 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 نیتروژن خاک)، جلوگیری از فرسایش خاک، ازدیاد فعالیت‌های زیستی و مبارزه با علف‌های هرز خلاصه نمود.

کود سبز در سیکل تناوبی فقط می‌تواند جایگزین آیش فصلی گردد. چنانچه طول آیش فصلی موجود برای تولید یک محصول کفایت 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 می‌شوند و آیش زمستانه می‌تواند 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 می‌تواند محصولی تابستانه یا پائیزه (عکس دوران رشد محصول اصلی) باشد.

کودهای سبز در بیشتر مواقع از گیاهان خانواده بقولات هستند. گیاهانی از جمله خمر، لوبیا روغنی، انواع لوبیا، چاودار، شبدر، جو و گندم سیاه به عنوان کود سبز در کشت آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یونجه به عنوان کود سبز کاشته نمی‌شود، اما در صورتی که پس از حصول رشد کافی سبزینه‌ای به خاک برگردانده شود، بعضی از هدف-های کود سبز را تأمین می‌کند. گیاهانی مثل گندم سیاه، چاودار و شبدر ایرانی به خوبی در خاک‌های فقیر رشد می‌کنند و در بهبود باروری و ساختمان خاک‌ها مؤثر می‌باشند.

کود سبز را حداقل دو هفته قبل از کاشت گندم به خاک بر می‌گردانند. هر چه درصد مواد خشبی کود سبز بیشتر و نیتروژن آن کمتر باشد، می‌بایستی با فاصله زمانی طولانی‌تری از کاشت گندم به خاک برگردانده شود. در صورتی که از گیاهانی مثل یونجه یا شبدر به عنوان کود سبز استفاده می‌شود می‌بایستی ابتدا آنها را با ماشین‌آلاتی مانند کولتیواتور پنجه‌غازی از پائین طوقه قطع نمود تا خشک گردند و یا آنها را با علف‌کش مناسب خشک کرد و ۳ تا ۴ هفته بعد در وضعیت گاو رو بودن خاک، شخم زده شوند. در غیر این صورت این گیاهان مجدداً رشد کرده و به صورت علف هرز در خواهند آمد. هیچ‌گاه نبایستی کود سبز را به عنوان علوفه برداشت و یا مورد چرای دام قرار داد. این عمل باعث خروج مواد غذایی از خاک شده و ممکن است رشد و عملکرد محصول بعدی را کاهش دهد. چرای دام یا یک برداشت مختصر علوفه از کود سبز هنگامی امکان‌پذیر است که کود شیمیائی کافی به خاک داده شود و آیش فصلی موجود اجازه رشد مجدد و کافی را به کود سبز بدهد.

ماش نیز می‌تواند به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار گیرد. این گیاه، گرمسیری و تابستانه بوده و دارای نیاز حرارتی زیادی است. ماش پس از سبز شدن به خشکی مقاوم بوده و در اراضی سبک و غنی از مواد آلی یا خاک‌های شنی رسی تولید بیشتری دارد. از آنجایی که ماش حاصلخیزی خاک را بهبود می‌بخشد از جایگاه ویژه‌ای در تناوب زراعی با گندم برخوردار است. در مواردی که از بقولات به عنوان کود سبز استفاده شود به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن توسط این گیاهان می‌توان تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از میزان کود نیتروژنی مصرفی کاست.

کاربرد اسیدهای هیومیک و محرک‌های رشد گیاه

اسیدهای هیومیک تأثیر بسزایی در بهبود شرایط شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک برای رشد گندم ایفا می‌نماید. به علاوه کاربرد اسید هیومیک کارایی استفاده از عناصر غذایی از جمله فسفر را افزایش می‌دهد. نوع مایع اسید هیومیک را می‌توان به صورت بذرمال در زمان کشت گندم مصرف نمود. این عمل شرایط سبز شدن و جوانه زدن دانه را بهبود می‌بخشد. به علاوه اسید هیومیک را می‌توان در زمان پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و یا قبل از ظهور خوشه همراه با آبیاری مصرف نمود. کاربرد محلول‌های اسید هیومیک از طریق سیستم آبیاری و محلول-پاشی و یا مصرف بذر مال امکان‌پذیر می‌باشد.

تاکنون محرک‌های رشد مختلفی معرفی شده‌اند. در این بین، کاربرد اسیدهای آمینه و عصاره جلبک‌های دریایی تأثیر به سزایی در رشد گیاه گندم دارد. کاربرد اسیدهای آمینه در شرایط تنش سرمایی در زمان پنجه‌زنی به میزان یک تا دو لیتر در هکتار به صورت محلول‌پاشی برای کاهش خسارت سرما توصیه می‌شود. این ترکیبات در مقابله با شرایط تنش‌های خشکی و یا شوری نیز قابل مصرف می‌باشند.

کاربرد کودهای زیستی در زراعت گندم

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

کودهای زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه

کودهای زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه از مهم‌ترین انواع کودهای زیستی قابل استفاده در کشت گندم می‌باشند. باکتری‌هایی مانند سودوموناس، فلاوباکتریوم، باسیلوس، ازتوباکتر و آزوسپیریوم از انواع شناخته شده باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند. باکتری‌های محرک رشد گیاه بوسیله مکانیسم‌های مختلف، به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم رشد گیاهان را افزایش می‌دهند.

مکانیسم‌های مستقیم شامل تثبیت زیستی نیتروژن، حلالیت فسفات‌های نامحلول، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد و ویتامین‌ها می‌باشند که با اثرات مستقیم بر رشد گیاه سبب افزایش عملکرد گیاهان می‌باشند. از مکانیسم‌های غیرمستقیم می‌توان به خصوصیات مانند تولید سیانید هیدروژن، آنتی‌بیوتیک‌ها و سیدروفورها اشاره کرد. مکانیسم‌های غیرمستقیم با تعدیل اثرات منفی تنش‌های زنده و غیر زنده سبب بهبود رشد گیاهان می‌شوند.

نحوه مصرف کودهای زیستی محرک رشد گیاه در گندم

مقدار و نحوه مصرف کودهای زیستی محرک رشد گیاه بستگی زیادی به نوع فرمولاسیون آن‌ها دارد. این کودها بیشتر به شکل مایع و یا پودری و به ندرت به صورت گرانول تولید می‌شوند. حسب نوع فرمولاسیون هر کود نحوه

مصرف آن به شرح زیر می باشد.

الف - کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون مایع

۱- **بذر مال:** ابتدا مقدار معینی از بذر داخل ظرف مناسب تمیزی می شود. سپس متناسب با مقدار بذر مصرفی، کود زیستی مایع به آن اضافه شده و برای چند دقیقه محتویات ظرف به خوبی تکان داده می شود تا از آغشته شدن کلیه بذور به کود زیستی اطمینان حاصل گردد. در این شرایط بذرها برای کاشت آماده هستند. در صورت آماده نبودن شرایط کاشت، بذرها در مکان مناسب تمیزی (دور از نور مستقیم خورشید و ترجیحاً هوای سرد و خشک) نگهداری می شوند. نگهداری بذور در این شرایط بیش از ۲۴ ساعت توصیه نمی شود.

مقدار کود زیستی مایع مصرفی بستگی به میزان و نوع بذر دارد. در مورد گندم به ازای هر یک کیلوگرم بذر کاربرد ۳۰-۲۰ میلی لیتر از مایه تلقیح مایع توصیه می گردد. نتایج آزمایش های اخیر انجام شده در مؤسسه تحقیقات خاک و آب نشان داده است کاربرد کود زیستی ویژه گندم (فلاویت) به مقدار یک لیتر در هکتار می تواند بطور متوسط سبب افزایش عملکرد گندم تا ۱۰ درصد گردد.

۲- **محلول پاشی:** نتایج آزمایش های سال های اخیر نشان داده است کاربرد باکتری های محرک رشد گیاه به صورت محلول پاشی دارای اثرات مثبتی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی و از جمله گندم شده است. برای این کار ابتدا با استفاده از یک سمپاش مقدار آب مصرفی برای محلول پاشی مزرعه کالیبره می شود. محلول پاشی بطور معمول در دو تا سه مرحله توصیه می شود. بنابراین با توجه به سطح سبز مزرعه، مقدار کود زیستی مصرفی متفاوت خواهد بود. در روش محلول پاشی، به لحاظ اقتصادی قطعاً می بایستی کود مورد نظر رقیق گردد. بر اساس جمعیت ریزجانداران مؤثر موجود در کود رقیق سازی تا صد بار نیز مجاز می باشد. بهتر است از کودهای بیولوژیک با جمعیت پایه 10^7 و انواعی که بیش از دو ماه از تاریخ تولید آنها گذشته باشد استفاده نشود. محلول پاشی بهتر است در هنگام غروب آفتاب صورت گیرد تا ضمن جلوگیری از اثرات منفی امواج ماوراءبنفش نور خورشید، از فرصت کافی برای نفوذ به بافت گیاهی برخوردار باشد.

کود آبیاری

در این روش در صورت وجود تاسیسات آبیاری اعم از هرگونه آبیاری مانند قطره ای و یا بارانی، مقدار معینی از کود در مخازن و یا ورودی های اولیه آب تزریق و در کل مزرعه پخش خواهد شد. در سایر آبیاری ها نیز قبل از ورود آب به زمین مقدار معینی از آن در حوضچه ای با آب مخلوط و به زمین منتقل خواهد شد. مقدار کود مصرفی بستگی زیادی به، سطح زمین، قیمت و جمعیت میکروارگانیسم مؤثر موجود در کود دارد.

ب - کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون پودری

میزان مصرف کودهای زیستی پودری نیز بستگی به میزان و نوع بذر دارد. همچنین این کودها برای استقرار بهتر بر روی بذر، نیازمند به استفاده از یک ماده چسباننده می باشند. بعضی از کمپانی های معتبر در فرمولاسیون خود از مواد چسباننده استفاده کرده اند و در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجود ندارد؛ ولی بیشتر

تولیدکننده‌ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرار داده و یا مصرف‌کننده را به استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می‌کنند.

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

برای چسبناک کردن بذور از مواد مختلفی استفاده می‌شود. محلول ۴۰ درصد صمغ عربی، ۲۰ درصد شکر، چهار درصد متیل اتیل سلولز نمونه‌ای از این مواد می‌باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسیار مهم می‌باشد چرا که اگر ماده چسباننده بیش از نیاز اضافه گردد موجب چسبیدن بذرها به یکدیگر شده و در حالتی که کمتر از نیاز اضافه گردد مقدار کود اندکی را بر روی خود جای خواهد داد. در مورد گندم کاربرد ۲۰-۳۰ میلی‌لیتر محلول چسباننده و حدود ۳۰ گرم مایه تلقیح پودری توصیه می‌گردد.

کودهای زیستی حاوی باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد

گوگرد از عناصری است که در خاک وجود داشته ولی فرم قابل جذب آن به‌صورت سولفات می‌باشد. گوگرد در کمیت و کیفیت محصول اثر داشته و همچنین در اصلاح خاک‌های شور و قلیایی کاربرد دارد. افزودن گوگرد به خاک‌ها در بیشتر موارد به دلیل اکسیداسیون کند این عنصر چاره‌ساز نبوده و لازم است با کاربرد باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد به‌ویژه تیوباسیلوس سرعت بیشتری یابد. این باکتری‌ها قادرند با اکسید کردن گوگرد عنصری افزوده شده به خاک، سبب قابل جذب شدن آن برای گیاه شوند. از طرف دیگر این اکسیداسیون سبب کاهش موضعی اسیدیته خاک شده و قابلیت جذب عناصری مانند فسفر، روی، آهن و مس را افزایش می‌دهد. مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بیشتر به شکل پودری تهیه می‌شود و به ازای ۵۰ کیلوگرم گوگرد باید یک کیلوگرم مایه تلقیح تیوباسیلوس قبل از کشت مصرف نمود. در حال حاضر پالایشگاه گاز خانگیران اقدام به تولید گوگرد بنتونیتی پاستیلی به فرم عدس نموده است که به سرعت در خاک پخشیده می‌شود و از کارایی بالاتری نسبت به سایر فرم‌های گوگرد برخوردار است.

کودهای زیستی حاوی قارچ‌های میکوریزی

گروه دیگری از کودهای زیستی با قابلیت کاربرد در کشت گندم، انواع حاوی قارچ‌های میکوریزی می‌باشند. این میکروارگانیسم‌های همزیست با گیاه میزبان از طریق افزایش سطح جذب ریشه کارایی مصرف آب و کود را افزایش داده باعث ارتقاء مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده (بیمارگرهای ریشه) و تنش‌های غیر زنده (خشکی، شوری، تراکم خاک و ...) می‌شوند. از آنجائیکه با مصرف این نوع از نهاده‌های زیستی میتوان مصرف کودهای شیمیایی و بویژه انواع فسفره را کاهش داد، لذا این نوع از کودهای زیستی بسیار مناسب برای تولید محصول سالم می‌باشند. کودهای زیستی میکوریزی به صورت پودری و با قابلیت استفاده به صورت بذر مال در کشور تولید شده

و توصیه مصرف آنها به میزان دو درصد وزن بذر برای گندم می‌باشد. روش مصرف این نوع از کودهای زیستی دقیقاً مشابه انواع حاوی باکتری‌های محرک رشد پودری است. این امکان وجود دارد که کودهای زیستی حاوی میکروارگانیزم‌های محرک رشد و انواع حاوی قارچ‌های میکوریزی را به صورت همزمان و به شیوه بذر مال مورد استفاده قرار داد.

مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گندم در کشاورزی حفاظتی

کشاورزی حفاظتی مبتنی بر الف) کاهش مقدار خاک‌ورزی و بهم زدن سطح خاک، 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.

بطور کلی وجود شرایط زیر در مزرعه برای موفقیت جایگزینی کشاورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن 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 (به طور معمول دشت‌های رسوبی)
- عدم وجود سخت لایه در خاک
- وجود زهکشی طبیعی خاک (نفوذپذیری مناسب)
- عدم محدودیت شوری خاک و آب
- پوشش حداقل ۳۰ 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 لکه‌های زرد ناشی از کمبود نیتروژن در سطح مزرعه طی دوره رشد گیاه می‌شود.

کاربرد نیتروژن

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

۱- مصرف نیتروژن برای بقایای گیاهی: کاربرد کلش و برگرداندن آن به خاک سبب افزایش مواد آلی خاک، ریزجانداران مفید خاک، افزایش راندمان مصرف کودهای شیمیایی، عملکرد کمی و کیفی محصول و

رطوبت خاک می‌گردد. در حالی که سوزاندن کلش در مزرعه موجب کاهش مواد آلی، کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش جمعیت ریزجانداران مفید خاک، سفت شدن خاک، شور شدن تدریجی خاک و در نهایت تولید محصول گندم در بلندمدت می‌شود. میزان نیتروژن مورد نیاز با توجه به نسبت کربن به نیتروژن (C/N) بقایا، نسبت کربن به نیتروژن ریزجانداران تجزیه‌کننده، درصدی از بقایا که در مدت زمان مشخص توسط ریزجانداران تجزیه می‌شوند و درصدی از کربن موجود در بقایا که توسط ریزجانداران قابل تجزیه است، صورت می‌گیرد. از آنجا که نسبت کربن به نیتروژن در بقایای کلش برخی گیاهان زراعی (به جز کلش برنج که حدود ۱۲۰ بوده و در شرایط معمول و به دلیل ترکیب خاص خود نسبت به تجزیه میکروبی مقاوم‌تر است) نظیر گندم و ذرت دانه‌ای حدود ۶۰ تا ۸۰ می‌باشد، 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 ۳۵ کیلوگرم در هکتار اوره، و برای بقایای ذرت، مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره، بقایای پنبه و آفتابگردان مقدار ۲۵ کیلوگرم اوره و برای بقایای گیاهی سبزی و صیفی نظیر سیب‌زمینی، پیاز، گوجه، خیار و سایر بقایای گیاهی غیر خشبی و عمدتاً برگی مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره مازاد بر نیتروژن مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد، مصرف گردد. تعیین میزان بقایای گیاهی (کاه و کلش) از طریق جمع‌آوری و توزین کلش در سطح یک تا دو متر مربع در دو یا سه تکرار و تبدیل آن به سطح یک هکتار صورت می‌گیرد. به عنوان مثال در صورتی که میانگین مقدار کاه و کلش جمع‌آوری‌شده از سطح یک مترمربع از مزرعه‌ای ۰/۲ کیلوگرم باشد (با فرض ۳۰ درصد پوشش سطح)، میزان کاه و کلش موجود در سطح یک هکتار، دو تن خواهد بود. در این شرایط، میزان اوره مورد نیاز جهت پوسیدن بقایا و جلوگیری از بروز مشکل برای گیاه از نظر تغذیه نیتروژن، ۷۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود. نحوه مصرف نیز به این‌گونه است که ۴۰ تا ۵۰ درصد نیتروژن محاسبه شده همزمان با کشت در سطح مزرعه توزیع و آبیاری صورت می‌گیرد و مابقی در دو نوبت به همراه مصرف سرک نیتروژن به سرجمع کود مورد نیاز در هر نوبت سرک اضافه می‌شود.

با توجه به اینکه نسبت کربن به نیتروژن در کلش غلات زیاد است، بهتر است به ازای هر تن کلش که به خاک اضافه می‌شود، ۲۰-۳۰ کیلوگرم کود اوره به همراه آن مصرف شود. مقدار نیتروژن اضافی بایستی بیش از ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (معادل حدود ۹۰ کیلوگرم در هکتار اوره) به توصیه در شرایط معمول اضافه نمود. اگر نیتروژن به صورت نواری در زیر بذر استفاده شود، بایستی مصرف نیتروژن مقدار کمتری افزایش یابد (حدود ۵۰ درصد کمتر). در خاک‌های با بافت سبک و مصرف نواری نیتروژن بایستی به همان مقدار مصرف در خاک‌ورزی معمول استفاده شود. البته بعد از ۵ تا ۱۰ سال مقدار نیتروژن مصرفی کاهش خواهد یافت.

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

الف- بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم)

در این روش، ۲۰ درصد کل نیتروژن برآورد شده برای طول دوره رشد به صورت پایه و همزمان با کاشت توسط دستگاه کارنده در زیر و کنار بذر همراه با سایر کودهای مورد نیاز جایگذاری گردد. به عنوان مثال اگر نیتروژن کل

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

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

مصرف ۲۵ درصد نیتروژن یا اوره کل برآورد شده برای دوره رشد در زمان پنجه‌زنی گندم یا مرحله رشد رویشی گیاه. به عنوان مثال در صورتی که نیتروژن کل برآورد شده بر حسب اوره ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد، در این صورت ۲۵ درصد آن معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود که لازم است در این مرحله مصرف گردد.

مصرف مابقی نیتروژن (۳۰ درصد) در مرحله قبل از گلدهی گیاه به طور مثال برای گندم در مرحله متورم شدن ساقه و یا همزمان با ظهور خوشه (تقسیت سوم).

نکته: بهترین روش مصرف کودهای نیتروژنی از جمله اوره با توجه به حلالیت زیاد آن‌ها به همراه آب آبیاری می‌باشد. به این ترتیب که کود مورد نیاز برای مصرف در بشکه آب حل گردد و در زمان دوم آبیاری با آب مخلوط و استفاده شود. به طور مثال اگر زمان لازم برای آبیاری قطعه زمینی ۴ ساعت باشد، ۲ ساعت آبیاری بدون کود انجام شود و در زمان باقی‌مانده (۲ 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 به طور معمول میزان مواد آلی در بیشتر خاک‌های زراعی کمتر از یک درصد بوده و از طرفی حد فاصل زمانی بین آبیاری نوبت دوم و سوم مصادف با مرحله پنجه‌زنی گندم می‌باشد، لذا ۳۵ درصد کل نیتروژن برآورد شده برای تمام دوره رشد با آبیاری نوبت دوم به عنوان اولین سرک نیتروژن مصرف گردد.

در آبیاری پس از دوران سرما و یخبندان (در اسفندماه و یا اوایل فروردین ماه) در شرایطی که گندم در اواخر مرحله پنجه‌زنی و یا تکمیل آن است، ۳۰ درصد نیتروژن (اوره) برآورد شده برای کل دوره رشد به عنوان سرک دوم بایستی در این مرحله مصرف گردد. به عنوان مثال اگر مقدار نیتروژن (خالص) مورد نیاز برای کل فصل رشد با توجه به شرایط منطقه و عملکرد مورد انتظار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد، ۳۰ درصد این مقدار یعنی ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باید در این مرحله مصرف گردد که این مقدار در قالب کود اوره و با توجه به درصد خلوص نیتروژن در کود اوره (۴۶ درصد) مقدار ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود. برای سایر زراعت‌ها در مرحله رشد رویشی گیاه نوبت سرک دوم بر اساس درصد فوق مصرف می‌شود.

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

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

نیتروژن مورد نیاز برای پوسیدن کاه و کلش: در این حالت مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره یا ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیم به ازای هر تن کلش مورد نیاز می‌باشد که ۵۰ درصد آن پس از انجام کشت بایستی به‌صورت دستی یا دستگاه سانتریفوژ پشت تراکتوری، در سطح مزرعه توزیع و مابقی به سرجمع کود مورد استفاده در مرحله سرک (هنگام بهار) اضافه و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع می‌گردد.

کاربرد فسفر

الف - کشت مستقیم (بی خاکورزی)

در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از ۱۵ 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 (۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار و در خاک‌های با بافت سبک مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم توسط دستگاه کارنده در زیر و کنار بذر جایگذاری می‌شود. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در این صورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز ۷۵ کیلوگرم در هکتار خواهد بود.

ب - کم خاکورزی

در صورتی که فسفر قابل جذب خاک کمتر از ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد. در خاک‌های با بافت متوسط (لومی) به ازای هر یک میلی‌گرم کمتر از حد فوق (۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار و در خاک‌های نسبتاً سبک بافت مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیم مورد نیاز است. به عنوان مثال در صورتی که فسفر قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر، ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد و بافت خاک نیز متوسط (لوم) باشد در این صورت مقدار کود فسفاتی مورد نیاز ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود که بایستی به روش دستی و یا دستگاه کودپاش سانتریفوژی قبل از هر گونه عملیات خاکورزی در سطح مزرعه توزیع و سپس توسط ادوات خاص خاکورزی با خاک مخلوط گردد.

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

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

کاربرد پتاسیم

الف - کشت مستقیم (بی خاک ورزی)

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

ب - کم خاک ورزی

در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، به ازای هر واحد کمتر از مقدار فوق در خاک‌های با بافت متوسط، میزان سه کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلور پتاسیم) مصرف گردد. به عنوان مثال در صورتی که پتاسیم قابل جذب خاک در مزرعه مورد نظر ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت لازم است مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (کلور پتاسیم) به روش دستی و یا توسط دستگاه کودپاش سانتریفوژی قبل از هر گونه عملیات خاک ورزی در سطح مزرعه توزیع گردد.

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

کاربرد عناصر کم مصرف

عناصر کم مصرف بر اساس آزمون خاک مطابق با جداول توصیه کودی در شرایط خاک ورزی مرسوم می بایست مصرف شوند. با توجه به توسعه محدود سیستم ریشه ای گیاه در بعضی از خاک‌ها و مشکلات جذب عناصر کم مصرف از خاک توسط گیاه، عناصر کم مصرف به همراه اوره در دو نوبت یکی در اواسط دوران پنجه زنی و دیگری حد فاصل بین مرحله ساقه دهی و ظهور خوشه با غلظت پنج در هزار عناصر کم مصرف و پنج در هزار اوره در هکتار (مجموعاً ۱۰ در هزار یا یک درصد) توصیه می شود. مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف به صورت بذرمال نیز در این شرایط قابل توصیه می باشد.

کاربرد کودهای بیولوژیک

بذر مال و یا تلقیح بذر با ترکیبات حامل نیتروژنوباکتر (تثبیت کننده های آزادزی نیتروژن) و یا محرک های رشد آغشته کردن بذر هنگام کشت با ترکیبات فوق به میزان یک تا دو لیتر (برای ترکیبات مایع) نظیر نیتروکسین و یک تا دو کیلوگرم (برای ترکیبات جامد) در هکتار می تواند اثرات مثبتی بر رشد گیاه بر جای گذارد.

با توجه به مطالب ذکر شده در بالا، خلاصه تقویم مصرف انواع کودها بر اساس مراحل رشد گندم در جدول ۲۶ آورده شده است که برای توصیه کودی می توان به آنها مراجعه نمود.

جدول ۲۶ - تقویم کوددهی گندم منطبق بر مراحل فنولوژیکی

مراحل رشد فنولوژیک							
نوع کود	قبل از کشت	دومین آبیاری	شروع پنجه زنی	تکمیل پنجه - زنی	ساقه دهی	قبل از ظهور خوشه	دانه بندی
کود نیتروژنی		۳۰ درصد توصیه شده		۴۰ درصد توصیه شده	۳۰ درصد توصیه شده		محلول پاشی
کود فسفری	۱۰۰ درصد توصیه ترجیحاً به صورت نواری						
کود پتاسیمی	۱۰۰ درصد توصیه ترجیحاً به صورت نواری						
کودهای حاوی عناصر ریزمغذی	بذر مال - مصرف خاکی			محلول پاشی	محلول پاشی		
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا				کود آبیاری		محلول پاشی - کود آبیاری	محلول پاشی
کودهای قابل حل با فسفر بالا		کود آبیاری			محلول پاشی		
کودهای آلی	توسط دیسک با خاک مخلوط شود						
کودهای زیستی	بذر مال						
اسیدهای هیومیک	بذر مال	کود آبیاری			محلول پاشی		
محرك‌های رشد گیاهی			محلول پاشی	محلول پاشی			

۸- مدیریت کاهش آلاینده‌ها (عناصر سنگین) در گندم

فلزات سنگین در خاک‌ها بطور طبیعی در غلظت‌های متفاوتی وجود دارند. اما بالا بودن آنها بیش از حدود مجاز یا ناشی از فعالیت‌های انسانی است و یا ناشی از ویژگی‌ها و ساختار زمین‌شناسی و ژئوشیمی کانی‌ها می‌باشد. بالا بودن غلظت فلزات سنگین از حد مجاز بدلیل استنشاق، تماس پوستی، بلع مستقیم و جذب توسط گیاهان و استفاده از آنها برای انسان خطرآفرین می‌باشد. لذا مقدار حد مجاز (استاندارد) آلودگی خاک برای کاربری کشاورزی توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست تهیه و ارائه گردیده است که در جدول ۲۷ آمده است. ذکر این نکته شایان توجه است که مقدار فلزات سنگین ذکر شده بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم به صورت کل (و نه بخش قابل استفاده) می‌باشد. فعالیت‌های مختلفی باعث تغییر غلظت فلزات سنگین در خاک می‌گردد.

جدول ۲۷ - حداکثر مجاز فلزات سنگین در خاک‌ها براساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست
(میلی گرم بر کیلوگرم)

عنصر	پیشنهادی سازمان محیط زیست ایران
آرسنیک	۴۰
بور	-
برلیوم	۵
کادمیم	۵
کیالت	۵۰
کروم	۱۱۰
مس	۲۰۰
فلوئور	۳۰۰
جیوه	۷
مولیبدن	۴۰
نیکل	۱۱۰
سرب	۷۵
آنتیمون	۱۰
سلنیوم	۴
وانادیوم	۲۰۰
روی	۵۰۰

بطور کلی توازن جرمی فلزات سنگین در خاک را می‌توان در عبارت ساده زیر بیان نمود:

$$M_{\text{total}} = (M_p + M_A + M_F + M_{ag} + M_{ow} + M_{ip}) - (M_{cr} - M_l)$$

در این عبارت M فلز سنگین و اندیس‌های p مواد مادری، a نشست‌های اتمسفری، f منابع کودی، ag نهاده‌های شیمیایی کشاورزی، ow پسماندهای آلی، ip آلاینده‌های معدنی، cr برداشت توسط گیاه، l آبشویی می‌باشد.

فلزات سنگین حاصل از هواپدگی مواد مادری، غلظت‌های بسیار کمی دارند. چندان که به آنها عناصر کمیاب^۱ (غلظت کمتر از ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) گفته شده و معمولاً در مقادیر سمی نیستند. البته در برخی مناطق به دلیل ساختار زمین‌شناسی و ویژگی لیتولوژی آنها دارای غلظت بالایی هستند.

البته در اثر فعالیت‌های انسان و به هم زدن تعادل موجود در چرخه عناصر و فلزات، غلظت فلزات سنگین در برخی خاک‌ها به مقداری افزایش یافته که مشکلات متعددی را برای سلامتی انسان، گیاهان و جانوران، اکوسیستم و دیگر محیط‌ها ایجاد می‌نماید.

علاوه بر آن که معمولاً افزایش غلظت و انباشتگی فلزات سنگین ناشی از فعالیت‌های بشری بیشتر از جریان‌های طبیعی می‌باشد. منابع فلزات سنگین ناشی از فعالیت‌های انسان دارای تحرک و فراهمی زیستی بیشتری نسبت به منابع لیتیوژنیک و پدوژنیک دارد. در زیر تعدادی از مهم‌ترین منابع افزایش فلزات سنگین به خاک بیان می‌شود.

۱- کودها: از نظر تاریخ کشاورزی اولین تأثیر مهم انسان بر روی خاک به شمار می‌رود. گیاهان برای رشد و نمو و تکمیل چرخه زندگی نیازمندند تا عناصر پرمصرف (نیترژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد) و کم مصرف (روی، بور، منگنز، آهن، مس، مولبیدن، نیکل و کلر) هستند که برخی از آنها همانند روی، منگنز، آهن، نیکل، مس، مولبیدن) جزء فلزات سنگین محسوب می‌گردند. عناصر ضروری بایستی به خاک و یا برگ‌ها از طریق مصرف برگپاشی برای گیاه تأمین شوند تا بتواند گیاه سالمی را تولید نماید. هر ساله مقادیر قابل توجهی از انواع کودهای حاوی عناصر مورد نیاز گیاهان از طریق خاکی یا برگپاشی در اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کودها حاوی مقادیر کمی از فلزات سنگین هم می‌باشند. به عنوان مثال استفاده از کودهای فسفاتی مقادیری از کادمیم و سرب را به خاک اضافه می‌نمایند. برای آن که خاک‌ها از نظر این عوامل آلاینده آلوده نشوند بایستی از منابع کودی مناسبی استفاده نمود برای این منظور استانداردهای انواع مواد کودی تهیه و تدوین شده است. با شکل گیری دفتر ثبت و کنترل کیفی مواد کودی در مؤسسه تحقیقات خاک و آب انواع مواد کودی از دو جهت عمده مورد بررسی قرار می‌گیرند. اول تطابق محتوی با برچسب روی بسته‌های کودها و دوم رعایت غلظت مجاز فلزات سنگین در انواع مواد کودی است. لذا برای تولید محصولات گواهی شده الزاماً بایستی کودهای مورد استفاده دارای شماره ثبت مواد کودی باشند. این امر از طریق مراجعه به پایگاه www.kswir.ir و یا ارسال شماره ثبت به شماره پیامک ۳۰۰۶۴۶۴۲۴ قابل حصول می‌باشد. مجدداً یادآوری می‌گردد که استفاده از مواد کودی فاقد شماره ثبت باعث عدم تأیید و دریافت نشان حد مجاز آلاینده‌ها خواهد شد. در پیوست ۴ مقدار مجاز فلزات سنگین در مواد کودی بر اساس شیوه نامه ثبت مواد کودی آمده است.

۲- آفت کش‌ها: در گذشته آفت کش‌های مختلفی که حاوی غلظت‌های قابل توجه فلزات سنگین بودند استفاده می‌شدند. از جمله می‌توان به قارچ‌کش‌های حاوی مس، جیوه، منگنز، سرب و روی در گذشته را ذکر نمود. در حال حاضر نیز سمومی همانند اکسی کلرور مس و محلول برود و (سولفات مس+آهک) به عنوان قارچ‌کش استفاده می‌شوند. البته در گذشته سمومی همانند ارسنات سرب نیز استفاده می‌شد که هم اکنون استفاده نمی‌شود. بهر حال در استفاده از آفت‌کش‌ها بایستی مطابق با دستورالعمل‌های مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهی عمل نموده و از مصرف

^۱ Trace elements

سموم ممنوع و استفاده بی‌رویه و بی‌تجویز متخصصان خودداری نمود. در پیوست ۴ فهرست سموم مجاز برای استفاده در محصول گندم آمده است.

۳- کودهای آلی و لجن فاضلاب: مصرف مواد آلی غیراستانداردی همانند انواع لجن فاضلاب، کودهای دامی، کمپوست زباله شهری و ... می‌تواند سبب افزایش تجمع فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها در خاک گردد. اگرچه که استفاده از کودهای دام و طیور در افزایش حاصلخیزی خاک نقش مهمی را دارند. اما در مواردی که به دلیل استفاده نامناسب مکمل‌های غذایی دام و طیور حاوی روی، مس و نیز به دلیل استفاده از ترکیبات حاوی آرسنیک در کنترل بهداشتی آنها می‌تواند سبب تجمع در خاک شود. البته این امر در صورتی اتفاق می‌افتد که مقادیر زیادی از کودهای نامناسب در سطح کوچکی استفاده شده و کودهای مورد استفاده فاقد معیارها و استانداردهای مناسب باشند.

لجن فاضلاب^۱ محصولات فرآیند تصفیه فاضلاب می‌باشد که می‌توان آن را بازیافت نمود. در برخی مناطق و به صورت محدود لجن فاضلاب تصفیه خانه‌های شهری را در اراضی کشاورزی استفاده می‌نمایند. در برخی موارد لجن فاضلاب را با خاک اره، کلش و ضایعات باغی کمپوست و مورد استفاده قرار می‌دهند. لجن فاضلاب با توجه به کیفیت فاضلاب و فرآیندهای تصفیه فاضلاب می‌تواند حاوی مقادیری فلزات سنگین بویژه سرب، نیکل، کروم، مس و ... باشد. علاوه بر فلزات سنگین لجن فاضلاب می‌تواند حاوی آلودگی‌های میکروبی و انگلی نیز باشد. استفاده از لجن فاضلاب صرفاً در شرایطی قابل استفاده و توصیه می‌باشد که دارای بسته‌بندی و شماره ثبت دفتر ثبت و کنترل کیفی مواد کودی باشد.

۴- فاضلاب و آب آبیاری: استفاده از فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی سابقه‌ای طولانی در دنیا دارد و هم اکنون نیز در بسیاری از کشورهای دنیا و حتی ایران استفاده می‌شود. این موضوع به ویژه در مراکز و مناطق کشت و کار در حاشیه و داخل شهرها بیشتر به چشم می‌خورد. این فاضلاب‌ها علاوه بر آلودگی میکروبی و انگلی می‌توانند بسته به منشاء آن حاوی مقادیری از فلزات سنگین باشد که در صورت استفاده مستمر و بلند مدت انباشتگی فلزات سنگین آن بحدی برسد که کیفیت خاک از استاندارد فلزات سنگین را نداشته باشد. اما بهر حال بر اساس مقررات موجود استفاده از فاضلاب خام برای کشاورزی و تولید محصولات کشاورزی ممنوع می‌باشد. لذا در صورت استفاده از فاضلاب خام برای تولید گندم نمی‌توان به آن نشان حد مجاز آلاینده اختصاص داده شود. علاوه بر فاضلاب مورد استفاده برای آبیاری، منابع آب سطحی و یا زیرزمینی نیز بدلیل شرایط هیدرو ژئوشیمیایی می‌توانند حاوی مقادیری از آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین باشند. چرا که گاهی ساختار زمین شناسی آنها حاوی غلظت‌های بالای فلزات سنگین هستند. در این راستا لازم است تا به کیفیت آب نیز توجه نمود. در حال حاضر برای آب مورد استفاده برای آبیاری استاندارد زیر وجود دارد.

^۱ Sewage Sludge

جدول ۲۸- استاندارد کیفیت آب برای کاربری کشاورزی

ردیف	پارامتر	یکا	مقدار	توضیحات
۱	آلومینیم	میکروگرم بر لیتر	۵۰۰۰	فقط برای خاک‌های اسیدی
۲	آرسنیک	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	
۳	بریلیم	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	
۴	کادمیم	میکروگرم بر لیتر	۱۰	
۵	کیالت	میکروگرم بر لیتر	۵۰	
۶	کروم	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	
۷	مس	میکروگرم بر لیتر	۲۰۰	
۸	آهن	میکروگرم بر لیتر	۵۰۰۰	فقط برای خاک‌های اسیدی
۹	لیتیم	میکروگرم بر لیتر	۲۵۰۰	
۱۰	منگنز	میکروگرم بر لیتر	۲۰۰	
۱۱	مولیبدن	میکروگرم بر لیتر	۱۰	
۱۲	نیکل	میکروگرم بر لیتر	۲۰۰	
۱۳	پالادیم	میکروگرم بر لیتر	۵۰۰۰	
۱۴	سلنیم	میکروگرم بر لیتر	۲۰	فقط برای خاک‌های اسیدی
۱۵	وانادیم	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	
۱۶	روی	میکروگرم بر لیتر	۲۰۰۰	
۱۷	فلوئور	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰۰	
۱۸	بر	میلی گرم بر لیتر	۳	
۱۹	هدایت الکتریکی	میکروزیمنس بر سانتیمتر	۳۰۰۰	
۲۰	نیتروژن نیتراتی	میلی گرم بر لیتر	۳۰	فقط برای خاک‌های اسیدی
۲۱	نماتدهای روده‌ای	≤ ۱		
۲۲	پ‌هش	-	۴/۸-۵/۶	

توضیح ۱: مقادیر ارائه شده برای پارامترهای آلومینیم، منگنز و فلوئور فقط برای آبیاری گیاهان در خاک‌های اسیدی محدودیت ایجاد می‌کنند. این نوع خاک‌ها اغلب در محدوده حوضه آبریز دریای خزر قرار دارند.

توضیح ۲: برای پارامترهای غلظت سدیم، کلراید و نسبت جذب سدیم (SAR) با توجه به وابستگی حداکثر مقدار مجاز آنها به روش آبیاری و سایر پارامترهای کیفیت آب، در اینجا حدودی برای آنها تعیین نشده است. با این وجود توصیه می‌شود در این موارد به مرجع اصلی (توصیه‌های سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی) به عنوان راهنما رجوع شود.

(۱) گونه‌های Ascaris و Trichuris و hookworms.

(۲) در طی دوره آبیاری

تبصره: حداقل تناوب نمونه‌برداری برای منابع تأمین آب کشاورزی برای پارامترهای متداول و باکتریولوژیک ماهانه و مواد سمی فصلی می‌باشد.

۵- معدن کاری و پسماندهای صنعتی: استخراج معدن، آسیا کردن سنگ معادن فلزی و صنایع وابسته آن

عامل پراکنش و تجمع فلزات سنگین در خاک‌های بسیاری از مناطق به شمار می‌رود. طی استخراج معدن باطله‌ها (قطعات سنگین‌تر و یا بزرگ‌تر رسوب کرده طی فرآیند شناورسازی) به گودال‌های طبیعی همانند تالاب‌ها و تخلیه شده و غلظت آنها افزایش می‌یابد. در بسیاری موارد باعث افزایش غلظت عناصری همانند روی و سرب می‌گردد که باعث ایجاد ریسک برای سلامتی انسان، محصولات کاشته شده در آن و مخاطرات زیست محیطی می‌گردد. فلزات سنگین موجود در خاک از طریق خوردن گیاهان روئیده در خاک‌های حاوی مقادیر بالای فلزات سنگین و یا بلع مستقیم آن بر سلامتی انسان تأثیر می‌گذارد.

علاوه بر معادن، صنایع دیگر همانند نساجی، دباغی، پتروشیمی، تولید آفت کش ها و مواد دارویی نیز می توانند به صورت معمولی، حوادث، نشت و ... موادی را به محیط وارد نمایند. برخی از این مواد برای خاک و گیاه مناسب نبوده (همانند فلزات سنگین) و ایجاد مشکل در سلامتی محصولات می کنند. در انتخاب مزارع و باغات بایستی توجه نمود که منابع خاک و آب آنها تحت تأثیر مجاورت با چنین صنایعی قرار نگیرند.

۶- منابع هوایی آلاینده ها: منابع هوایی آلاینده ها شامل انتشار گرد و غبار یا دودها، گازها و بخارات در اتمسفر می باشد. فلزات معمولاً همراه با ذرات موجود در جریان خروجی گازها منتشر می شوند. برخی فلزات همانند آرسنیک، کادمیم و سرب در فرآیندهای دمای بالا تصعید می شوند و به صورت ذرات ریز متراکم درمی آید. پس از انتشار آلاینده ها از طریق دودکش ها به مناطق وسیعی پراکنده می شوند تا به صورت فرونشست های مرطوب و خشک بر روی زمین می نشینند. فرونشست ها معمولاً به دلیل تشکیل در نزدیک زمین در منطقه محدودتری پراکنده می شوند. بهر حال دودها چه از طریق دودکش ها و چه از طریق فرونشستی که وارد اتمسفر می شوند از طریق فرونشست مرطوب و خشک بر زمین وارد می شوند. کیفیت این آلودگی بستگی به کیفیت منشاء آن داشته و موضوعی مکان ویژه می باشد. به همین دلیل در مجاورت کارخانجات ذوب فلزات مقدار کادمیم، سرب و روی در خاک ها و گیاهان مجاور آن با غلظت های بیشتری مواجه می شود. یکی دیگر از منابع اصلی انتشار سرب در انتشارات گازی حاصل از احتراق سوخت های فسیلی به دلیل تتراتیل سرب می باشد که باعث افزایش غلظت سرب در خاک های اطراف جاده های اصلی می گردد. همچنین به دلیل سائیدگی و روغن های روان سازی نیز غلظت کادمیم در خاک های مجاور جاده ها افزایش پیدا می کند. البته این آلودگی ها گاهی تا چندین کیلومتر هم انتقال می یابد لذا در انتخاب مزرعه / باغ بایستی به این نکته توجه نمود و با توجه به میزان ترافیک و نوع جاده (اصلی / فرعی) فاصله مناسب را رعایت نمود تا آلودگی پیش نیاید. فاصله ۱۰۰ متری در جاده ها نه به عنوان یک استاندارد بلکه به عنوان یک راهنما می تواند استفاده شود. زیرا نتایج مطالعات در ایران نشان می دهد که آلودگی خاک ناشی از ترافیک در فاصله ۱۰۰ متر کنار جاده به حداقل خود می رسد (پرداختی و زاهد ۱۳۹۷). در هر صورت اندازه گیری مقدار فلزات سنگین در خاک و گیاه بایستی از حدود مجاز آن عبور کند.

گزینه هایی برای کاهش فلزات سنگین در محصولات کشاورزی

انتخاب رقم مناسب: تحقیقات بسیاری در دنیا در مورد جذب فلزات سنگین در ارقام مختلف گندم انجام گرفته است. البته ظاهراً تاکنون در ایران رقم مناسب برای چنین شرایطی هنوز معرفی نگردیده است. اما بطور کلی در شرایط مشابه غلظت کادمیم در ارقام دوروم بیشتر از ارقام نان می باشد.

تناوب گیاهی: اثرات ریزوسفر گیاهان بر فراهمی زیستی گیاهان بعدی تناوب تأثیر می گذارد به عنوان مثال لوپن اسید سیتریک تراوش می کند که فراهمی کادمیم را افزایش می دهد. استفاده از گیاهان صنعتی یکی از گزینه های مناسب برای کشت در اراضی با غلظت بالای فلزات سنگین می باشد. به عنوان مثال در نعلنا فلزات سنگین در روغن های ضروری (عصاره نعلنا) آنها مشاهده نشد، هرچند کاهش ۱۴٪ عملکرد را در اثر سمیت فلزات سنگین تجربه کرده بود. گیاهان لیفی همانند پنبه، کتان، کنف، گیاهان مورد استفاده برای تولید انرژی زیستی همانند بید (Salix) و علف قناری (reed Canary grass) گزینه های خوبی برای اراضی آلوده به فلزات سنگین هستند.

کوددهی: گزارشات متعددی حاکی از آن است که غلظت کادمیم در گیاهان با مصرف کودهای روی کاهش می‌یابد. البته برخی گزارشات هم در خصوص عدم تأثیر کودهای روی بوده است. به احتمال زیاد پاسخ به مصرف روی در کاهش جذب کادمیم به وضعیت روی در خاک بستگی دارد و در صورتی که خاک پائین باشد مصرف آن جذب کادمیم را کاهش خواهد داد. هم‌چنین مس با کادمیم برای جذب توسط گیاه رقابت می‌کند. البته این اثرات غالباً در محلول‌های کشت بدست آمده است و در شرایط گلخانه و خاکی در مزرعه شواهد محدودی وجود داشته است. در مزارع با احتمال غلظت بالای آرسنیک مصرف کودهای فسفاتی مورد توجه قرار گیرد. فسفر نقش مهمی در کاهش جذب و انتقال آرسنیک و تعدیل اثرات نامطلوب آن در گیاه دارد. در حضور مقادیر کافی فسفر در گیاه بخش اعظم آرسنیک در ریشه انباشته شده و به سایر بخش‌ها منتقل نمی‌شود.

مواد بهسازهای آلی: مواد بهسازهای آلی همانند زیست جامدها، کمپوست لجن فاضلاب، کودهای دامی فراهمی ریستی فلزات سنگین در خاک را به دلیل محتوی مواد آلی خود و غلظت بالای مواد آلی و فسفر و آهن کاهش می‌دهند. وارد نمودن مواد آلی به خاک به دلیل نگهداری کادمیم و جلوگیری از جذب توسط گیاه و آبشویی مناسب می‌باشد. به عنوان مثال در برخی تحقیقات نشان داده است که مصرف ۲٪ کود دامی غلظت نیکل در هویج (۳۰٪) اسفناج (۴۵٪) و گندم (۳۵٪) را کاهش داد. تحقیقات دیگری که بر روی اثربخشی افزودن بقایای گندم بر روی خاک آلوده انجام شد نشان داد که غلظت کادمیم در گندم ۴۰ درصد کاهش یافت.

بهبودهای شیمیایی: مواد بهساز شیمیایی بر روی کاهش فراهمی ریستی فلزات سنگین بدلیل ایجاد سایت‌های اتصال اضافی برای فلزات سنگین و نیز اثرات pH بسیار مؤثر هستند. بسیاری از این مواد محصولات جانبی صنایع بوده بنابراین کم هزینه و به مقادیر زیادی در دسترس هستند. در جدول ۲۹ برخی مواد بهساز شیمیایی و آثار آن بر روی جذب فلزات سنگین آمده است. استفاده از آهک در خاک‌های اسیدی قابلیت استفاده فلزات سنگین راه کاهش می‌دهد اما به دلیل کاهش قابلیت استفاده عناصر ضروری، استفاده از آنها در اراضی کشاورزی کشور ما که آهکی می‌باشند چندان قابلیت اجرایی ندارد. زئولیت‌ها که آلومینو سیلیکات‌های هیدراته هستند که ظرفیت انتخابی بالایی برای جذب سطحی فلزات دارند. بنابراین زئولیت‌ها یکی از مؤثرترین مواد بهساز شیمیایی هستند که انتقال فلزات سنگین به گیاهان را کاهش می‌دهند. به عنوان مثال در مطالعه‌ای مصرف زئولیت تجمع کادمیم، سرب و روی را ۷۲، ۸۱ و ۴۱ درصد کاهش داده است. استفاده از ترکیبات فسفاتی (همانند آپاتیت یا هیدروکسی آپاتیت) برای غیر متحرک کردن فلزات در مطالعات بسیاری مورد توجه بوده است.

جدول ۲۹- برخی بهسازهای شیمیایی معدنی که به صورت مؤثر برای کاهش فراهمی فلزات سنگین (Puschenreiter et al., 2002)

مواد بهساز	مؤثر برای
مونتموریلونیت	Cd, Ni, Zn
کلینوپتولایت	Cd, Pb, Zn
دی آمونیوم فسفات	Cd, Pb, Zn
سولفات آهن (II)	As, Cr
هیدروکسی آپاتیت	Cd, Cu, Ni, Zn
آهک	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn
اکسیدهای منگنز	Cd, pb
زئولیت مصنوعی	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn

چند نکته در خصوص فلزات سنگین

- سوخت‌های حاوی سرب نقش مهمی را در سرب همراه دارند. مسئولان ملی بایستی در تداوم عدم استفاده از سوخت‌های سرب دار اصرار ورزند.
- اراضی کشاورزی نزدیک صنایع، جاده‌ها، انبار مهمات، میدان‌های نظامی می‌توانند دارای سرب بیشتری نسبت به اراضی طبیعی معمولی باشند. همچنین اراضی کوچک نزدیک ساختمان‌های رنگ آمیزی شده دارای سرب بیشتری باشند. در صورتی که به هر دلیلی مشکوک به آلودگی بالای سرب هستید حتماً نسبت به آزمون سرب در خاک اقدام نمایند.
- در صورتی که در گذشته سوابقی از مصرف سموم آرسنات سرب وجود داشت در استفاده از اراضی دقت شود.
- از کشت گیاهان بر روی اراضی که در آنها لجن فاضلاب خام اضافه شده، خودداری شود.
- سبزیجات برگی نسبت به سبزیجات غیر برگی یا سبزیجات ریشه‌ای نسبت به فرونشست‌های حاوی سرب در هوا آسیب پذیر تر هستند. دانه‌های غلات سرب هوا را به مقدار معنی دار جذب می‌نمایند. بنابراین بایستی در انتخاب گیاهان در مناطق حاوی فرونشست‌های هوا توجه کافی نمایید.
- از مصرف ترکیبات و نهاده‌های حاوی سرب (همانند سموم آرسنات سرب) یا آلوده به سرب (همانند کودهای فسفاتی و قارچ کش‌های حاوی مس غیرمعتبر) در مناطق کشاورزی خودداری شود.
- در صورت استفاده از خشک کن، حتماً از سوخت‌های بدون سرب استفاده شود.
- در هنگام انتقال محصولات تا محل فرآوری بایستی از آلودگی‌های احتمالی آنها (تماس با سرب هوا، خاک و گرد و غبار) خودداری نمود.
- در مزارع کوچک مقیاس بایستی از کشت در نزدیک جاده‌ها و یا ساختمان‌های رنگ شده با رنگ‌های حاوی سرب خودداری شود.
- در خاک‌های حاوی مقادیر متوسط سرب، اقدامات کشاورزی همانند استفاده از مواد آلی در خاک، تنظیم pH خاک برای کاهش قابلیت استفاده، انتخاب گیاهان با حساسیت کمتر نسبت به آلودگی سرب و استفاده از عایق‌ها و ممانعت برای تماس فرونشست‌ها بر روی گیاهان از جمله آنهاست.
- آب‌های آبیاری بایستی از منبع آلاینده فلزات سنگین دور نگهداشته شوند و به صورت منظم پایش شوند.

۹- مدیریت آب و آبیاری برای تولید گندم گواهی شده

آبیاری به معنای تأمین کسری آب مورد نیاز گیاه است، هر گیاه در محل استقرار خود از محیط اطراف رطوبت مورد نیاز را جذب می‌کند چنانچه تأمین رطوبت بوسیله انسان و یا بکارگیری روش‌های خاص صورت گیرد این فعالیت را آبیاری می‌گویند. برنامه صحیح و دقیق برای آبیاری بطوری که از یک طرف گیاهان دچار تنش رطوبتی نشوند و از طرف دیگر مصرف بی‌رویه آب موجبات هدررفت آن را پدید نیاورد، از اولویت خاصی برخوردار است.

۹-۱- سیستم آبیاری

سیستم آبیاری درحقیقت سیستمی است که آب را در محل مصرف آن در اختیار گیاه قرار می‌دهد. بسته به نوع آن با استفاده از نهرها، لوله‌ها، آب پاش‌ها و... این کار انجام می‌گیرد. معمولاً از سیستم انتقال، سیستم توزیع، سیستم کاربرد در مزرعه و سیستم زهکشی تشکیل شده است.

روش‌های آبیاری را می‌توان به ۴ دسته‌ی کلی تقسیم نمود: الف) آبیاری سطحی، ب) آبیاری زیر سطحی، ج) آبیاری پاششی یا بارانی و د) آبیاری موضعی (قطره‌ای).

الف- آبیاری سطحی

۱- آبیاری غرقابی یا سیلابی^۱: آبیاری سیلابی به این صورت است که آب بر روی سطح زمین بدون هیچ‌گونه تنظیمی بر یکنواختی توزیع آب در مزرعه جریان پیدا می‌کند. بنابراین برای تنظیم میزان تقاضا و یکنواختی به هیچ تلاشی نمی‌شود. این روش را باید برای محصولاتی که پوشش دائمی (همانند یونجه) دارند استفاده نمود. معمولاً برای اگر بخواهیم این نوع آبیاری را کنترل کنیم باید آن را به یکی از سیستم‌های آبیاری نواری، کرتی یا جویچه‌ای تبدیل کنیم. توزیع آب در این سیستم بسیار غیر یکنواخت می‌باشد

۲- آبیاری کرتی^۲: کرت به قطعات کوچک یا بزرگی گفته می‌شود که اطراف آن را پشته محصور کرده و سطح داخل آن کاملاً مسطح و بدون شیب می‌باشد. در این روش مزرعه به قطعات مختلف تقسیم و به طور جداگانه تسطیح می‌شود. سپس دور تا دور هر قطعه با خاک دیواره‌ی کوتاهی (مرز) ایجاد می‌گردد. برای آبیاری هر قطعه آب را تا ارتفاع معینی وارد کرت می‌کنند. آب موجود در کرت تا نفوذ کامل باقی می‌ماند. گاهی پس از نفوذ مقدار مشخصی آب بقیه‌ی آن را از کرت خارج می‌کنند.

۳- آبیاری نواری^۳: آبیاری نواری مشابه آبیاری کرتی می‌باشد. جز اینکه نوارها در جهت طولی دارای شیب هستند ولی در جهت عرضی مسطحند. انتهای نوارها معمولاً باز است و آب از بالادست وارد نوار شده و بصورت یک قشر آبی روی زمین را پوشانده و ضمن نفوذ به انتهای نوار می‌رسد. در اکثر موارد در انتهای نوارها، زهکش روباز برای جمع‌آوری رواناب احداث می‌گردد. میزان آب ورودی به نوارهای آبیاری متناسب با نوع خاک و ابعاد نوار تنظیم می‌گردد. روش آبیاری نواری برای همه خاک‌ها قابل کاربرد است ولی در خاک‌های با نفوذپذیری متوسط بهترین نتیجه را داشته است.

۴- آبیاری جویچه‌ای (فارو یا شیاری)^۴: رایج‌ترین روش آبیاری برای محصولات زراعی ردیفی می‌باشد. در این روش آب در تمام سطح خاک جریان نمی‌یابد و فقط درون جویچه‌ها جریان دارد لذا در این روش گیاه به صورت نشتی از آب بهره می‌برد. برای این کار ابتدا زمین تسطیح و سپس برای کاشت، جویچه‌هایی با فاصله منظم در سطح خاک و معمولاً در جهت شیب زمین توسط دستگاه ایجاد می‌گردد. برای آبیاری آنها نه‌ری در بالادست عمود بر جویچه‌ها و در جهت شیب عرضی احداث می‌شود. انتهای شیاری می‌تواند باز یا بسته باشد. بطور کلی روش

^۱ flood irrigation

^۲ basin irrigation

^۳ Border irrigation

^۴ Furrow irrigation

آبیاری شیاری برای اکثر محصولات قابل استفاده هست. روش آبیاری شیاری برای خاک‌های متوسط با بافت ریزدانه که قدرت ذخیره‌سازی آب بیشتری دارند مناسب است و در خاک‌های ریزدانه با نفوذپذیری آهسته و در اراضی مسطح بشرطی که ایجاد ماندابی نکند مناسب است.

ب- آبیاری زیرسطحی

آبیاری زیرسطحی روشی است که در آن منطقه ریشه گیاه بدون خیس شدن سطح خاک یا تلفات عمقی مرطوب می‌شود. در آبیاری زیر سطحی محل خروج آب زیر سطح خاک قرار دارد. این روش با به حداقل رسانیدن تبخیر آب، از کارایی بیشتری نسبت به آبیاری سطحی برخوردار است. عمق مورد نظر برای جاگذاری اجزاء در این روش به نوع محصول، جنس خاک و نوع برداشت محصول بستگی دارد. این روش آبیاری پرهزینه بوده و طراحی و نگهداری آن نیز نیاز به تخصص دارد.

ج- آبیاری بارانی^۱

در آبیاری بارانی آب با فشار در داخل یک شبکه لوله‌کشی وارد شده و سپس از خروجی‌های شبکه به نام آبپاش خارج می‌شود. ساختمان آبپاش‌ها طوری است که هنگامی که آب با فشار از آن خارج می‌شود به صورت قطرات ریز و درشت درآمد و مشابه باران طبیعی در سطح مزرعه ریخته می‌شود.

آبیاری بارانی را می‌توان در همه شیب‌های قابل کشت استفاده نمود. بهترین خاک‌ها برای آن، خاک‌های سبک و بدون سله در سطح خاک می‌باشد. در طراحی و استفاده از آبیاری بارانی بایستی دقت نمود که میزان پاشش در واحد سطح خاک از نفوذپذیری کمتر باشد.

د- آبیاری موضعی

در آبیاری قطره‌ای نوعی آبیاری موضعی یا میکرو می‌باشد که در آن، آب را با فشار کم از روزنه یا وسیله‌ای به نام قطره چکان به ریشه گیاهان می‌رساند. برخلاف آبیاری بارانی و سطحی که بخش عمده سطح خاک خیس می‌شوند در این روش آب به آهستگی تنها در پای گیاه ریخته می‌شود. با توجه به اینکه در این روش مساحت و عمق کمی از سطح خاک خیس می‌شود، موجب کاهش میزان تبخیر آب نیز می‌گردد که موجب صرفه‌جویی و افزایش بازدهی آبیاری می‌گردد.

یکی از روش‌های مرسوم آبیاری قطره‌ای استفاده از نوار تیپ است که به آبیاری نواری نیز معروف است. در این سیستم آبیاری برای آن که بتوان آب را به پای گیاه رساند، از نوار تیپ (tape) استفاده می‌شود. این وسیله در واقع یک لوله پلیمری یکسره است که در فواصل مشخص دارای محلی برای خروج قطره‌ای آب می‌باشد. برای کارکرد و آبدهی مناسب و یکنواخت لوله‌های تیپ به فشار ۰/۵ تا ۲ اتمسفر نیاز می‌باشد. با توجه به اینکه آبیاری تیپ به فشار زیادی نیاز ندارد می‌توان آن را در مزارع دارای پستی و بلندی نیز استفاده کرد.

^۱ Sprinkler Irrigation

۹-۲- برنامه ریزی آبیاری

برنامه ریزی آبیاری عبارتست از عملیات مدیریتی برای تعیین زمان آبیاری و مقدار آبی که در هر آبیاری باید بکار برده می شود. به عبارت دیگر هدف برنامه ریزی آبیاری مشخص کردن مقدار دقیق آب مورد استفاده در مزرعه و زمان بندی دقیق کاربرد آن برای به حداکثر رساندن کارایی آبیاری می تواند با اهداف مختلفی انجام گیرد. برای اینکه یک زارع برنامه ریزی آبیاری موفق داشته باشد لازم است که به آب آبیاری و روش های تأمین دسترسی داشته و اطلاعاتی از روابط آب و خاک و گیاه برای تأمین نیاز آبی گندم در اختیار داشته باشد و این که برای آبیاری گندم در هر آبیاری چه مقدار آب مورد نیاز است؟ (عمق آبیاری) و آب مورد نیاز در هر مرحله از رشد گندم با چه فاصله زمانی بکار برده شود؟ (دور آبیاری در هر مرحله رشد).

جدول ۳۰- اثر تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو گندم

ردیف	مرحله نمو گندم	اثر تنش کم آبی
۱	جوانه زدن	تشکیل گیاهچه ضعیف
۲	پنجه زنی	کاهش تعداد پنجه، ضعیف شدن ریشه های ثانویه یا دائمی
۳	ساقه رفتن	کاهش تعداد سنبله و سنبلچه بارور
۴	سنبله رفتن	افزایش گل های غیربارور، کاهش تعداد دانه در سنبله، کاهش سطح برگ، کاهش سطح فتوسنتز کننده و کاهش وزن دانه
۵	گلدهی	عدم تلقیح گل ها و کاهش تعداد دانه در سنبله
۶	مرحله شیری شدن دانه	چروک و لاغر شدن دانه ها و کاهش وزن هزاردانه

دور آبیاری گندم

مراحل مختلف رشد گندم نقش بسزایی در انجام عملیات داشت به ویژه آبیاری، مصرف کودها و سموم شیمیایی دارد. پس از تعیین نیاز آبی گندم، برای برنامه ریزی آبیاری دور آبیاری را باید تعیین نمود. اگر منبع آبی دارای محدودیت باشد مثلاً در شرایطی که زارع دارای حقابه است ناگزیر بایستی تنظیم آبیاری و دور آبیاری براساس حقابه باشد.

۱- زمانی که منابع آب محدودی در دسترس است دور آبیاری تابع زمان دریافت آب و مقدار آن است. مثلاً در شرایطی که زارع دارای حقابه است ناگزیر به تنظیم برنامه آبیاری با آن می باشد. در شرایطی که مقدار آب در دسترس محدود باشد مقدار آب و دور آبیاری متناسب با آن تعیین می گردد. در شرایط فوق بهتر است نحوه توزیع آب در سطح مزرعه به نحوی باشد که تلفات به حداقل برسد و سعی شود که در یک یا چند مرحله از مراحل حساس به رطوبت که شامل زمان اواخر رشد سبزینه، گل دهی، پر شدن دانه است، آبیاری انجام گیرد. برای هر نوبت آبیاری به روش کرتی حدود ۹۰ تا ۱۰۰ میلی متر آب مورد نیاز است (مقدار تلفات آب در کانال های مزرعه بخصوص در کانال های خاکی در نظر گرفته نشده است).

۲- محدودیت منابع آب نداشته و با برنامه ریزی آبیاری بر اساس مقدار آب خالص مورد نیاز گندم و میزان رطوبت ذخیره شده (آب قابل استفاده) در خاک و منطقه ریشه صورت می گیرد.

بنابراین می‌توان مناطق را به دو قسمت کرد ۱- مناطقی که شرایط و شدت تبخیر و تعرق به گونه‌ای است که نیاز است با دور آبیاری بر اساس تقویم روز شمار تنظیم شود ۲- مناطقی که فواصل آبیاری آنقدر طولانی است که می‌توان از مراحل فنولوژیک و علائم وقوع آنها کمک گرفت و دقت نظر آبیاری در مراحل حساس را بیشتر کرد.

برنامه‌ریزی آبیاری: برای برنامه‌ریزی آبیاری نیاز به دانستن پارامترهای رطوبت خاک، عمق ناحیه ریشه‌ها، ظرفیت نگهداشت آب خاک، مصرف روزانه آب، آبیاری موثر می‌باشد. برنامه‌ریزی آبیاری را می‌توان در سه گروه کلی تقسیم نمود. (الف) برنامه‌ریزی بر اساس شاخص‌های گیاهی، (ب) برنامه‌ریزی بر اساس شاخص‌های گیاهی، (ج) برنامه‌ریزی بودجه آبی که در زیر به آنها اشاره می‌شود.

الف- برنامه ریزی بر اساس شاخص‌های خاک: در این رویکرد از شاخص‌های مختلفی برای تعیین زمان آبیاری استفاده می‌شود که مشتمل بر تعیین رطوبت خاک و مقایسه آن با حداقل رطوبتی است که باید خاک قبل از آبیاری داشته باشد. برای این منظور بایستی حداقل رطوبت قبلاً تعیین شده باشد.

برای برنامه‌ریزی آبیاری بر مبنای شاخص‌های خاک در ابتدا بایستی با چند واژه کلیدی آشنا شد.

- ظرفیت زراعی (FC): چنانچه یک خاک را که با آب کاملاً اشباع شده است به حال خود قرار داده تا به صورت آزاد زهکشی شده و آب اضافی آن خارج شود ملاحظه خواهد شد که با گذشت زمان رطوبت آن کاهش پیدا کرده و سرانجام خروج آب آزاد از آن قطع و رطوبت خاک ثابت باقی می‌ماند. رطوبت خاک در این حالت را ظرفیت زراعی می‌گویند.

- نقطه پژمردگی (PWP): چنان چه رطوبت خاک به قدری کاهش یابد که گیاه قادر به جذب آب نبوده و حتی با قرار دادن گیاه در محیطی که رطوبت نسبی آن ۱۰۰ درصد باشد نتواند زنده بمان گفته می‌شود که رطوبت خاک در حد پژمردگی دائم است.

- آب قابل دسترس (AWC): مقدار آبی که می‌تواند برای گیاه قابل دسترس باشد اختلاف بین رطوبت در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم است.

$$AWC=FC-PWP$$

جدول ۳۱- آب قابل استفاده برای بافت‌های مختلف خاک (میلی‌متر آب در یک متر عمق خاک)

متوسط	حدود تغییرات	تیپ خاک
۶۰	۷۰-۵۰	شن درشت
۸۵	۷۵-۹۵	شن نرم
۱۰۰	۹۰-۱۱۰	شنی لومی
۱۱۵	۱۰۵-۱۲۵	لومی شنی
۱۳۰	۱۲۰-۱۴۰	لومی شنی ریز
۱۴۰	۱۳۰-۱۵۰	لومی شنی خیلی ریز
۱۵۰	۱۲۰-۱۸۰	لومی رسی
۱۶۰	۱۴۰-۱۸۰	رسی لومی
۱۸۵	۱۶۰-۲۱۰	رسی
۲۱۰	۱۶۰-۲۵۰	ماک و پیت

آب سهل الوصول (RAW): بخشی از آب قابل دسترس است که گیاه به سهولت آن را جذب می‌کند و برای جذب آب باقی‌مانده گیاه بایستی انرژی زیادی را جذب کند. که مصرف این انرژی تولید را کاهش می‌دهد. حداکثر تخلیه مجاز (MAD): آب سهل الوصول حاصل ضرب آب قابل دسترس (AW) در حداکثر تخلیه مجاز می‌باشد که در واقع برنامه‌ریزی بر اساس آن انجام می‌گیرد. و واحد آن درصد می‌باشد. این مقدار برای گندم در بسیاری منابع حدود ۵۵ درصد ذکر شده است.

$$RAW=AW*MAD$$

در نگاه اول بایستی گفت که وقتی آبیاری بایستی انجام گیرد که آب سهل الوصول تمام می‌شود زیرا تخلیه آب خاک بعد از آن با کاهش تولید همراه خواهد بود. برای آشنایی بیشتر مثالی ذکر می‌گردد:

خاکی با بافت لوم شنی دارای مشخصات زیر می‌باشد. اگر مقدار رطوبت حجمی فعلی آن ۱۳ درصد باشد آیا زمان آبیاری رسیده است یا خیر؟

رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه ۲۱ درصد حجمی

رطوبت خاک در حد پژمردگی دائم: ۹ درصد حجمی

عمق توسعه ریشه‌ها: ۶۰ سانتی‌متر

پاسخ:

$$\text{درصد } ۱۲ = ۲۱ - ۹ = \text{آب قابل دسترس}$$

$$\text{درصد } ۶/۶ = ۱۲ \times ۰/۵۵ = \text{آب سهل الوصول}$$

$$۱۵/۶ = ۹ + ۶/۶ = \text{حداقل رطوبت آب سهل الوصول}$$

در حال حاضر آب سهل الوصول تمام شده و بایستی آبیاری انجام شود که مقدار آن برابر است با

$$\text{درصد } ۹ = ۲۱ - ۱۲ = \text{کسر رطوبت تا رطوبت مزرعه}$$

$$\text{میلی متر } ۵۴ = \text{متر } ۰/۵۴ = ۰/۶ \times ۰/۹ = \text{عمق آب مورد نیاز}$$

سوالی که اکنون پیش می‌آید چند روز بعد بایستی آبیاری کنیم که گیاه دچار تنش نشود. با فرض آن که روزانه تبخیر و تعرق روزانه ۵ میلی‌متر باشد:

$$\text{میلی متر } ۳۹/۶ = \text{متر آب } ۰/۳۹۶ = ۰/۶ \times ۶/۶ =$$

$$\text{روز } ۷/۹۲ = ۳۹/۶ \div ۵ =$$

بعد از ۸ روز آب سهل الوصول تمام می‌شود و بایستی آبیاری انجام شود.

از روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری و تخمین رطوبت استفاده می‌شود که از جمله آنها اندازه‌گیری رطوبت خاک، روش تخمین لمسی، استفاده از تانسیموتر و بلوک‌گچی است که در زیر به برخی آنها پرداخته می‌شود.

روش اندازه‌گیری رطوبت: در این روش با اندازه‌گیری رطوبت خاک و مقایسه آن با مقدار رطوبت مناسب

خاک برای آبیاری، زمان آبیاری تعیین می‌شود. به عنوان مثال اگر در رطوبت حجمی ۱۶ درصد بایستی آبیاری انجام

شود. رطوبت حجمی خاک طی روزهای مختلف اندازه‌گیری شده و زمانی که رطوبت به ۱۶ درصد رسید آبیاری انجام می‌شود.

روش تخمین لمسی و مشاهداتی

روش لمسی و مشاهداتی: یکی از روش‌های برنامه‌ریزی آبیاری است. در این روش با پایش رطوبت خاک زمان آبیاری و مقدار آب آبیاری ارائه می‌شود. استفاده از آب زیادی باعث ایجاد رواناب و یا نفوذ عمقی می‌شود.

ویژگی های لمسی ظاهری خاک با توجه به بافت و میزان رطوبت آن متفاوت است. با این روش در صورت وجود تجربه خوب می‌توان رطوبت خاک را با حدود ۵ درصد دقت می‌توان تخمین زد. رطوبت خاک را معمولاً در عمق‌های ۲۵ سانتی‌متری در عمق ریشه‌ها در سه یا چند نقطه در هر مزرعه نمونه‌برداری و تعیین می‌کنند. البته بهتر است تعداد نقاط و عمق نمونه‌برداری را با توجه به محصو، اندازه مزرعه، بافت خاک و طبقه‌بندی خاک متفاوت در نظر گرفت.

برای هر نمونه "روش لمسی و مشاهداتی" موارد زیر انجام می‌گیرد:

- ۱- نمونه خاک در عمق انتخابی را با استفاده از اوگر یا بیل تهیه کنید.
- ۲- چندین بار نمونه خاک را به طور محکم در دست خود فشار دهید تا یک "توپ" به شکل نامنظم تشکیل شود.

۳- نمونه خاک را در دست خود بین انگشتان شست و نشانه به نحوی فشار دهید که تشکیل یک روبان دهد.

۴- با توجه به بافت خاک، توانایی تشکیل روبان، استحکام و زبری سطح توپ، درخشندگی آب، سستی ذرات خاک، اثرات رنگ خاک و آب بر روی انگشتان و رنگ خاک را مشاهده و دقت کنید (توجه: توپ بسیار ضعیف با یک تکان دستی جدا می‌شود. توپ ضعیف با دو تا سه پرتاب از هم جدا می‌شود)

۵- مشاهدات را با عکس‌ها و جداول برای برآورد درصد آب موجود و مقدار آب تخلیه شده از ظرفیت مزرعه مقایسه کنید.

منظور از کمبود آب در جدول، مقدار آبی است که باید بوسیله آبیاری برای کمبود آب خاک استفاده شود. بطور مثال اگر خاک مزرعه حالت اول جدول ۳۲ را داشته باشد که کمبود رطوبت خاک ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر در یک متر عمق خاک مزرعه است، باید ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر به آن خاک آب اضافه شود تا رطوبت کافی تا عمق یک متر فراهم شود و اگر عمق ریشه گیاه ۵۰ سانتی‌متر باشد باید نصف این مقدار یعنی ۲۰ تا ۵۰ میلی‌متر به خاک آب داده شود تا کمبود آب رفع شود و اگر عمق ریشه ۲۵ سانتی‌متر باشد باید ۱۰ تا ۲۵ میلی‌متر به خاک آب داده شود و یا اگر عمق ریشه گیاه ۴۰ سانتی‌متر باشد باید بین ۱۶ تا ۴۰ میلی‌متر آب داده شود.

جدول ۳۲- راهنمای تخمین رطوبت قابل استفاده و مقدار کمبود رطوبت خاک به روش لمسی

الف- خاک‌های با بافت Fine sand, loamy fine sand

تصویر	توصیف	آب قابل استفاده (درصد) کمبود آب آب تخلیه شده (میلیمتر در یک متر عمق خاک)
-	خشک- در صورتی که خراشان نکنیم بهم پیوسته می‌ماند، دانه‌های شن به انگشتان می‌چسبند.	۲۵-۰ درصد ۴۰-۱۰۰ میلیمتر در متر
	نسبتاً مرطوب- تشکیل گلوله شکننده که اثر انگشتان با فشار دادن روی آن می‌ماند و یک لایه از دانه‌های شن که به انگشتان چسبیده روی انگشتان باقی می‌ماند.	۲۵-۵۰ درصد ۷۵-۲۵ میلیمتر در متر
	مرطوب- گلوله‌ای شکننده ساخته می‌شود و دانه‌های شن روی انگشتان می‌چسبند، رنگ خاک تیره شده و لکه متوسط می‌کند تشکیل نوار نمی‌دهد.	۵۰-۷۵ درصد ۱۷-۵۰ میلیمتر در متر
	خیس- گلوله‌ای شکننده ساخته می‌شود و دانه‌های شن روی انگشتان باقی می‌ماند، رنگ خاک تیره است و لایه ضخیم آب دست را لکه می‌کند قابلیت نواری شدن را ندارد.	۷۵-۱۰۰ درصد ۲۵-۰ میلیمتر در متر
-	خیس- گلوله‌ای شکننده ساخته می‌شود، لایه‌ای نازک تا ضخیم از خاک/ آب انگشتان را می‌پوشاند، رطوبت خارج شده از گلوله روی دست باقی می‌ماند.	۱۰۰ درصد (ظرفیت مزرعه) ۰ میلیمتر در متر

ادامه جدول ۳۲- راهنمای تخمین رطوبت قابل استفاده و مقدار کمبود رطوبت خاک به روش لمسی

ب- خاک‌های با بافت Sandy loam, fine sandy loam

تصویر	توصیف	آب قابل استفاده (درصد) کمبود آب آب تخلیه شده (میلیمتر در یک متر عمق خاک)
-	خشک - گلوله‌ای بسیار شکننده ساخته می‌شود، ذرات بهم چسبیده خاک به راحتی از هم جدا می‌شوند.	۲۵-۰ درصد ۸۵-۵۹ میلیمتر در متر
	کمی مرطوب- گلوله‌ای شکننده که اثر انگشتان روی آن می‌ماند، شکل می‌گیرد. رنگ خاک تیره است، لکه به آب روی انگشتان ندارد ذرات از همدیگر جدا می‌شوند.	۵۰-۲۵ درصد ۱۱۰-۵۹ میلیمتر در متر
	مرطوب تشکیل گلوله که اثر انگشتان روی آن می‌ماند لایه‌ای نازک از رنگ خاک / آب روی انگشتان باقی می‌ماند، رنگ تیره دارد و لغزنده نیست.	۵۰-۷۵ درصد ۷۵-۲۵ میلیمتر در متر
	خیس- گلوله‌ای که رطوبت آن روی دست می‌ماند درست می‌شود، لکه ۰-۳۴ میلیمتر در متر خاک / آب به صورت لایه‌ای نازک تا متوسط روی انگشتان می‌ماند، قابلیت نواری شدن ضعیف بین انگشت شست و لبابه دارد.	۷۵-۱۰۰ درصد
-	خیس- گلوله‌ای نرم تشکیل می‌شود، با فشردن یا تکان دادن آن آب ۰ میلیمتر در متر کمی روی سطح خاک ظاهر می‌شود، لایه‌ای متوسط تا ضخیم از خاک/ آب انگشتان را در بر می‌گیرد.	۱۰۰ درصد (ظرفیت مزرعه)

ادامه جدول ۳۲- راهنمای تخمین رطوبت قابل استفاده و مقدار کمبود رطوبت خاک به روش لمسی

ج- خاک‌های با بافت‌های Sandy clay loam, loam, silt loam

تصویر	توصیف	آب قابل استفاده (درصد) کمبود آب آب تخلیه شده (میلی‌متر در یک متر عمق خاک)
	خشک- خاک‌های بهم پیوسته که به راحتی از هم جدا می‌شوند لکه‌ای روی انگشتان نمی‌ماند، کلوخه‌های با فشار متلاشی می‌شوند.	۰-۲۵ درصد ۹۵-۱۸۰ میلی‌متر در متر
	کمی مرطوب- گلوله‌ای شکننده با سطحی صاف تشکیل می‌گردد. لکه آبی روی انگشتان نمی‌ماند، تعداد کمی از ذرات خاک دانه به صورت پراکنده روی انگشتان مشاهده می‌شود.	۲۵-۵۰ درصد ۱۳۵-۷۰ میلی‌متر در متر
	مرطوب- گلوله‌ای می‌توان درست کرد، لکه‌ای رنگ خیلی نازک روی انگشتان باقی می‌ماند، رنگ تیره دارد و انعطاف پذیر است، قابلیت نواری شدن بین انگشت شست و اشاره دارد.	۵۰-۷۵ درصد ۹۵-۳۵ میلی‌متر
	خیس- تشکیل گلوله‌ای که اثر انگشتان بخوبی روی آن می‌ماند ۰-۴۵ میلی‌متر در متر دهد، لکه خاک/ آب به صورت لایه‌ای نازک تا ضخیم روی انگشتان می‌ماند، بین انگشت شست و اشاره می‌توان آن را صاف کرد و به شکل نوار وضعیت درآورد.	۷۵-۱۰۰ درصد
	خیس- گلوله‌ای نرم ساخته می‌شود، با فشردن یا تکان دادن آن کمی آب روی سطح خاک ظاهر می‌شود، لایه‌ای متوسط تا ضخیم از خاک/ آب انگشتان را می‌پوشاند.	۱۰ درصد (ظرفیت مزرعه) ۰ میلی‌متر در متر

ادامه جدول ۳۲- راهنمای تخمین رطوبت قابل استفاده و مقدار کمبود رطوبت خاک به روش لمسی

جدول د- خاک‌های با بافت‌های Clay, clay loam, silty clay loam

تصویر	توصیف	آب قابل استفاده (درصد) کمبود آب (میلی‌متر در یک متر عمق خاک)
	خشک- خاکدانه‌ها به راحتی از هم جدا می‌شوند. لکه‌ای روی انگشتان ۱۰۰-۲۰۰ نمی‌ماند، کلوخه‌های سخت‌تر از آن هستند تا با فشاری متلاشی شوند.	۰-۲۵ درصد
	کمی مرطوب- گلوله‌ای شکننده درست می‌شود، لکه آبی روی انگشتان نمی‌ماند، لکه آبی مشاهده نمی‌شود، با فشردن خاک کلوخه‌های مسطحی می‌توان درست کرد.	۲۵-۵۰ درصد ۱۵۰-۷۰ میلی‌متر در متر
	مرطوب- گلوله‌ای می‌توان درست کرد که اثر انگشتان روی آن مشخص ۴۰-۱۰۰ میلی‌متر در متر است، ایجاد لکه خفیف بروی انگشتان می‌کند بین انگشت شست و اشاره می‌توان آن را صاف کرد و به شکل نوار درآورد.	۵۰-۷۵ درصد
	خیس- گلوله‌ای درست می‌شود، لایه‌ای از خاک/ آب به صورت لایه‌ای متوسط تا ضخیم روی انگشتان را می‌پوشاند، به راحتی می‌توان آن را به شکل نوار درآورد.	۷۵-۱۰۰ درصد ۵۰-۰ میلی‌متر در متر
	خیس- گلوله‌ای نرم می‌توان ساخت، با فشردن یا تکان دادن آن روی سطح ۰ میلی‌متر در متر خاک آب ظاهر می‌شود، لایه‌ای نازک از خاک/ آب روی انگشتان را می‌پوشاند، لغزنده و چسبناک است.	۱۰۰ درصد (ظرفیت مزرعه)

استفاده از تانسئومتر: وسیله ای است که مکش خاک بین صفر تا ۸۰- سانتی بار را نشان می دهد. قرائت صفر آن نشانه اشباع بودن خاک است.

جدول ۳۳- قرائت تانسئومتر و وضعیت آب خاک

قرائت تانسئومتر	وضعیت / توصیه
۰-۱۰	خاک در وضعیت اشباع،
	در صورت ادامه یافتن در مدت طولانی حاکی از وضعیت ماندابی یا خرابی تانسئومتر
۱۰-۳۰	خاک در حالت ظرفیت زراعی و عدم نیاز به آبیاری
۴۰	شروع آبیاری در خاکهای شنی و لوم شنی
۴۰-۵۰	شروع آبیاری در خاکهای لومی، سیلتی لوم
۵۰-۶۰	شروع آبیاری در خاکهای رس سیلتی
۶۰	شروع آبیاری به عنوان توصیه عمومی- حد آب سهل الوصول
۷۰	شروع تنش آبی- عدم آسیب جدی به گیاهان غیر حساس
۸۰	حد دامنه دستگاه، عدم دقت دستگاه

بلوک گچی

بلوک های گچی به صورت سنجنده های (Sensors) مکعبی یا استوانه ای شکل هستند که در خاک دفن می- شوند و به علت متخلخل بودن، رطوبت محیط اطراف (خاک) را جذب می کنند. در زمان اندازه گیری، بلوک گچی به وسیله یک رشته سیم به یک دستگاه اهم متر (دستگاه سنجش مقاومت الکتریکی) یا یک دستگاه قرائت گر که توسط کارخانه سازنده ارائه شده، متصل می شود. هرچه رطوبت خاک بیشتر باشد، مقاومت الکتریکی کمتری نشان داده می شود. برای استفاده از بلوک های گچی بایستی آنها را واسنجی و استفاده کرد.

روش شاخص های گیاهی

نشانه های ظاهری گیاه: در این روش از نشانه های ظاهری گیاه در شرایط تنش خشکی به عنوان زمان آبیاری استفاده می شود. از جمله این نشانه ها می توان به شادابی برگ ها و شاخه ها، رنگ برگ ها، پیچیدگی برگ ها، پژمردگی گیاه، تغییر زاویه برگ ها و... را می توان ذکر نمود. یکی از روش های مورد استفاده از روش فیشر است. بدین منظور بین ساعت ۱۱ صبح تا ۳ بعد از ظهر پایین ترین برگ سبز موجود در ساقه را جدا کنید و با حذف بخش مرده انتهای برگ، سه مرحله نشان داده شده در شکل ۱۸ را انجام دهید. در نتیجه انجام این مراحل با ارزیابی برگ گیاه، درجه نیاز آبیاری مزرعه توصیف شدنی است. هنگامی که برگ در حالت ارتجاعی بالای سطح افق قرار می گیرد در حال آماس کامل قرار دارد (درجه صفر) و نشان می دهد که در آن روز آبیاری ضروری نیست. درجه ۱ (در روز آبیاری) نشان که آبیاری دقیقاً به موقع است. درجه ۲ یا بیشتر نشان می دهد که خاک بیش از حد خشک شده و رشد و عملکردش تحت تاثیر قرار گرفته است، بنابراین می بایست فاصله بین آبیاری ها کاهش یابد. درجه ۴ هنگامی است که برگ خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده و در همان حالت عمودی آویزان باقی می ماند و بدترین درجه پژمردگی است که در شکل ۱۶ نشان داده شده است.

اگر برگ به اندازه‌ای پیچ خورده باشد که عرضش به نصف عرض برگ در حالت معمول رسیده باشد در این حالت درجه پژمردگی ۵ است که شاخصی است برای گیاهی که تحت تنش شدید واقع شده است. چنین برگ‌ها احتمالا برگ بالایی خواهد بود زیرا در این حالت سایر برگ‌ها بر اثر خشکی از بین رفته‌اند. همواره قبل از هر آبیاری این درجه‌ها را بررسی کنید زیرا کمک شایانی می‌کند که تنش کم آبی به مزرعه وارد نشود.



شکل ۱۸- تعیین زمان آبیاری با استفاده از درجه پژمردگی

- **دمای برگ‌ها:** با شدت تشنگی گیاه و به دلیل بسته شدن روزنه‌ها با هدف کاهش تعرق دمای برگ‌ها افزایش می‌یابد. از این عامل با استفاده از دماسنج‌های فروسرخ (INFRARED) و سنجش از دور برای آبیاری استفاده می‌شود. برای اینکار دمای برگ را ۱-۱/۵ ساعت بعد از ظهر خورشیدی از روزی که آبیاری انجام شده اختلاف دمای هوا و برگ را اندازه‌گیری می‌کنند و مقدار تجمعی آن را طی روزهای مختلف محاسبه کرده وقتی به حد معین رسید آبیاری انجام می‌شود.

- اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ (با دستگاه محفظه فشاری)، اندازه‌گیری مقاومت روزنه ای توسط پرموتر از دیگر شاخص‌های گیاهی هستند.

- روش بودجه آبی: برخی از کشاورزان برای تعیین زمان آبیاری از بیلان آب استفاده می‌نمایند. در این روش اگر درصد رطوبت حجمی در یک روز مشخص (i) θ_i و روز ماقبل θ_{i+1} باشد با توجه به نیاز آبی ET و باران موثر Pe در همان روز رابطه زیر برقرار خواهد بود.

$$\theta_i = \theta_{i+1} - 100 \left(\frac{ET - Pe}{Drz} \right)$$

که در آن Drz عمق توسعه ریشه‌ها می‌باشد.

برای تعیین مقدار آبی که در هر نوبت بایستی به زمین داده شود بسته به رطوبت خاک قبل از آبیاری و عمق توسعه ریشه‌ها داشته و از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$IRRI = \frac{Drz(Fc - \theta)}{E_i}$$

که در آن θ درصد حجمی رطوبت قبل از آبیاری، F_c درصد حجمی رطوبت در حد ظرفیت زراعی، Dr_z عمق توسعه ریشه‌ها (سانتی‌متر) E_i راندمان آبیاری و $IRRI$ مقدار آبی است که در هر آبیاری باید به زمین داده شود (سانتی‌متر).

در بسیاری از مناطق با تجربیات بومی و محلی دوره‌های آبیاری را انجام می‌دهند که در مناطق مختلف با اسامی متفاوتی آنها ذکر می‌شود. که در زیر به آنها اشاره شده است:

۱ - خاکاب: اولین آبیاری پس از کشت گندم به روش خشک‌کاری

۲ - ساقاب: آبیاری در مرحله ساقه روی گندم

۳ - خوشاب: آبیاری هنگام به غلاف رفتن گندم

۴ - گلاب: زمان به گل رفتن گندم

۵ - داناب: زمان دانه‌بندی گندم

البته در بعضی مواقع بعد از خاکاب به دلیل سله بستن خاک، مزرعه را آبیاری ضعیف انجام می‌دهند. که به آن پیاب گویند.

زمان آخرین آبیاری گندم: معمولاً گفته می‌شود که آخرین آبیاری گندم زمانی است که آخرین میانگه زیر خوشه گندم که به آن پدانکل (peduncle) گفته می‌شود حداقل تا ۳۰ درصدش زرد شده باشد و این اتفاق باید حداقل در نیمی از خوشه‌های مزرعه اتفاق افتاده باشد.

بر اساس بافت‌های مختلف می‌توان گفت که آخرین آبیاری در آغاز خمیری در خاک‌های لومی، قبل از خمیری در خاک‌های سنگین‌تر و بعد از آن در خاک‌های سبک‌تر است.

توصیه در شرایط کم آبیاری

کم آبیاری به مجموعه روش‌هایی گفته می‌شود که در آن، گیاه کمتر از نیاز کامل خود آب دریافت می‌کند. در کم آبیاری فرض بر این است که درصد کاهش عملکرد محصول، به اندازه درصد کاهش میزان مصرف آب آبیاری نیست. مثلاً چنانکه ۳۰ درصد از آب آبیاری را صرفه‌جویی بکنیم و در محل دیگری به مصرف برسانیم، تنها ۱۰ درصد از میزان عملکرد محصول کاسته می‌شود.

کم آبیاری به صورت‌های مختلف از جمله کاهش میزان مصرف آب در برخی مراحل و یا حذف آبیاری در برخی مراحل و یا آبیاری قسمتی از ریشه و یا ... می‌تواند انجام گیرد.

مطابق نتایج حاصله از تحقیقات انجام شده در کشور حذف مرحله خوشه رفتن و مخصوصاً گل دادن اثر بسیار زیادی در کاهش عملکرد دانه و درصد پروتئین و کارایی مصرف آب دارد تا جایی که آب فراوان داده شده در مرحله دانه بستن این کاهش را جبران نکرده و برعکس حداقل عملکرد نیز حاصل می‌شود.

ملاحظات برنامه‌ریزی آبیاری

الف: درمورد روش آبیاری در مناطق مختلف بطور معمول از روش آبیاری کرتی (سطحی) و شیاری برای گندم استفاده می‌شود. در این روش سطح مزرعه را بر اساس شکل کلی و شیب و آب موجود به تعدادی کرت با ابعاد مختلف تقسیم و آب را تا ارتفاع معین و یا مدت زمان موردنظر درون کرت‌ها هدایت می‌کنند. تسطیح موضعی هر

کرت راندمان توزیع آب را افزایش می‌دهد. آبیاری کرتی در مزارع با شکل نامنظم و مساحت کم روش مناسبی به شمار می‌رود.

ب: در مورد آبیاری تکمیلی، در زراعت دیم چون آبیاری صورت نمی‌گیرد مقدار بارندگی اولین عامل مهم موفقیت در این زراعت می‌باشد. با توجه به سطح وسیع دیمکاری در ایران و اینکه عملکرد این اراضی عمدتاً کم می‌باشد لذا آبیاری تکمیلی به منظور افزایش عملکرد دیمزارها حائز اهمیت می‌باشد. منظور از آبیاری تکمیلی اختصاص دادن یک یا دو نوبت آبیاری در زراعت است. در حقیقت آبیاری تکمیلی نوعی کم آبیاری با هدف استفاده از حداکثر راندمان مصرف آب است. نظر به اینکه توزیع بارندگی و هماهنگی آن با دوره رشد خصوصاً دوران بحرانی رشد اغلب نامناسب می‌باشد لذا می‌توان با یک یا دوبار آبیاری در مراحل بحرانی و حساس میزان عملکرد را بطور قابل ملاحظه‌ای بالا برد. بطور کلی در مناطق مختلف کشور برطبق تحقیقات صورت گرفته، آبیاری تکمیلی به منظور افزایش عملکرد گندم از اهمیت خاصی برخوردار بوده لذا ضرورت انجام آبیاری تکمیلی توصیه شده است.

ج: درمورد مدیریت مصرف آب و کود، با عنایت به اینکه رطوبت کافی در ناحیه ریشه عامل مهمی برای استفاده کارآمد از عناصر غذائی موجود بشمار می‌آید. در کشاورزی فاریاب مدیریت مصرف کود بخصوص ازت به گونه‌ای اجتناب ناپذیر به مدیریت آبیاری وابسته است. مدیریت آب و کود باید هر دو به دقت هماهنگ گردد تا بدینوسیله اطمینان حاصل شود که عناصر غذائی از محوطه ریشه هدر نرفته و وضعیت عناصر غذایی در خاک، جذب سریع توسط ریشه‌های گیاهی را تسهیل نماید. توزیع بارندگی در طول فصل از نظر بازده بیشتر مصرف عناصر غذایی مهم‌تر از مجموع بارندگی است.

آبیاری از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید غلات در اقلیم گرم و خشک است. در حال حاضر روش آبیاری مورد استفاده برای زراعت گندم عمدتاً انواع روش‌های سطحی (کرتی، نواری، شیاری و جویچه‌ای) می‌باشد. در دهه‌های اخیر با وجود تسهیلات و یارانه‌های دولتی ابتدا سطح استفاده از آبیاری‌های بارانی گسترش پیدا کرد ولی بنا به دلایلی مانند استهلاک زیاد، هزینه انرژی زیاد برای تأمین فشار، گرمی و سرعت باد بالا که منجر به تلفات زیاد آب می‌شود، در تعدادی از مناطق کشور استفاده از سیستم‌هایی که با انرژی کم کار می‌کنند و یا ارتفاع آبپاش‌ها قابل تغییر بودند، جایگزین شدند. در سال‌های اخیر که نوارهای آبیاری قطره‌ای وارد بازار مصرف شده‌اند، آبیاری قطره‌ای نواری نیز در آبیاری گندم ورود پیدا کرده است. اما هر کدام از کشاورزان بر اساس نظر خود یا شرکت‌های طراح و مجری سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، فاصله قطره‌چکان و یا فاصله نوارها را انتخاب می‌کنند. اما بر اساس تحقیقات انجام شده، در مطالعه‌ای در مزارع کشاورزان در ۵ استان کشور مشخص گردیده میانگین بهره‌وری آب (با احتساب آب آبیاری، بارش مؤثر و آب آبشویی خاک) در تولید گندم با سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۷۹ کیلوگرم در هکتار بوده و آبیاری قطره‌ای بهتر از آبیاری سطحی ظاهر شده است. اما از نظر اقتصادی با شرایط فعلی، مقرون به صرفه نمی‌باشد. در پژوهش دیگری که در همان استان‌ها انجام شده است، استفاده از آبیاری نواری قطره‌ای در مناطقی از کشور مانند جنوب استان کرمان، میناب، جاسک و نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان که بافت خاک کشاورزی آنها عمدتاً بسیار سبک بوده و امکان آبیاری سطحی وجود ندارد، قابل توجه هست. در مناطقی مانند آذربایجان که مقدار بارش سالانه آنها بیش از حدود ۳۰۰ میلی‌متر است و کیفیت آب نیز در این مناطق خوب بوده و مشکل شوری خاک نخواهند داشت، بدون در نظر گرفتن

مسائل اقتصادی قابل توصیه است. در سایر مناطق کشور انجام آبیاری قطره‌ای نواری فقط مشروط به آبیاری خاک مزرعه قبل از کاشت و یا انتهای فصل برداشت، از نظر فنی مشکلی ندارد. در مجموع فاصله نوارهای آبیاری قطره‌ای در مناطقی که آزمایش انجام شده است در جدول زیر آورده شده است. برای سایر مناطق نیز می‌توان از تشابه اقلیمی استفاده کرد.

جدول ۳۴- خلاصه نتایج آرایش کاشت و فاصله نوار آبیاری پیشنهاد شده برای قطره‌ای مناطق اجرا

منطقه	بافت خاک	شوری آب	فاصله ردیف کاشت (cm)	فواصل نوار
خراسان رضوی	متوسط	۱/۷۵	۱۵	۶۰-۷۵
فارس	متوسط	۳/۱۹	۱۵	۶۰-۷۵
همدان	متوسط	۰/۸	۱۵	۶۰-۷۵
آذربایجان غربی	متوسط	۰/۹۴	۲۰	۶۰-۷۵
چیرفت	سبک	۳ و ۰/۹۵	۲۰ و ۳۰	۶۰

در مجموع همانطور که در بالا گفته شد، در برخی مناطق کشور چاره‌ای جز استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری وجود ندارد. اما در سایر مناطق بحث اقتصادی مهم‌ترین عامل تصمیم‌گیری و بعد از آن شورشیدن اراضی در صورت عدم رعایت آبیاری خاک‌ها با استفاده از روش آبیاری سطحی و یا بارانی، برجسته‌ترین عوامل بازدارنده هستند.

۱۰- معرفی عوامل محیطی و تنش‌های غیرزنده محیطی مؤثر بر محصول و چگونگی مقابله با آنها

۱۰-۱- شوری

با توجه به واقع شدن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک، منابع آب و خاک شور در کشور گسترش بالایی دارد. چندان که بر اساس مطالعات انجام شده بالغ بر ۶/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی با درجات مختلف شوری مواجه می‌باشند. کیفیت آب آبیاری یکی از چالش‌های اصلی اجرایی و اقتصادی برای هر تولیدکننده بخش کشاورزی به شمار می‌رود. زیرا بالابودن شوری آب آبیاری هم بر کیفیت خاک و هم بر تولید محصول تأثیر می‌گذارد. پارامترهای مهم کیفیت آب را می‌توان به سه گروه اصلی خطر شوری، سدیمی شدن و سمیت یون‌های ویژه گروه بندی نمود که در زیر به آن پرداخته شده است.

خطر شوری: مهم‌ترین معیار برای ارزیابی آب، غلظت کل نمک‌ها در آن می‌باشد. مقدار نمک محلول در آب را معمولاً با واحد هدایت الکتریکی یا EC^1 ، میلی‌گرم در لیتر (ppm) یا میلی‌اکی والان در لیتر (me/l) بیان می‌نمایند. برای اندازه‌گیری EC مقاومت محلول با دستگاه مقاومت سنج الکتریکی و مقایسه آن با یک محلول شناخته شده در بین دو الکتروود انجام می‌گیرد. عکس مقاومت، هدایت را نشان می‌دهد و معمولاً بر حسب

¹ Electrical conductivity

mmhos/cm یا در واحد SI به صورت dS/m در ۲۵°C برای آب‌های آبیاری و محلول خاک می‌باشد. برای آب‌های باران و یا با غلظت پایین نمک می‌توان از واحد $\mu\text{S/cm}$ استفاده نمود.

خطر سدیمی (قلیائیت): سدیم یکی از کاتیون‌های مهم تشکیل‌دهنده شوری آب آبیاری می‌باشد. اما به دلیل آثاری که بر تخریب ساختمان خاک دارد مورد توجه ویژه‌ای قرار می‌گیرد. مصرف آب آبیاری با سدیم بالا نسبت به دیگر کاتیون‌ها سبب بالا رفتن مقدار سدیم تبادلی می‌گردد که تخریب ساختمان خاک و ایجاد مشکل نفوذ پذیری و تهویه را به بار می‌آورد. نسبت سدیم به کلسیم و منیزیم از شاخص‌های مهم آب آبیاری است که با نسبت جذب سدیم^۱ (SAR) بیان می‌شود. میزان SAR با استفاده از رابطه زیر بیان شده است که در آن همه غلظت‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر (me/l) می‌باشد:

$$\text{SAR} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{(\text{Ca} + \text{Mg})}{2}}}$$

خطر سمیت یون‌های ویژه: آب‌های سطحی دارای میزان بیشتری یون‌های سمی چون سدیم، بور، کلر و ... هستند که برای آبیاری گیاهان زراعی و باغی و بالتبع آن ورود در چرخه غذایی حائز اهمیت می‌باشد.

سدیم: شناخت و بحث در خصوص سمیت سدیم بسیار مشکل است. زیرا در اغلب موارد همراه با کلر به صورت کلرید سدیم وجود دارد. همچنین سدیم آثاری بر کیفیت خاک و دیسپرس شدن آن هم دارد که جدا کردن آنها از سمیت یون سدیم به آسانی مقدور نیست. علائم بیش بود و سمیت سدیم در گیاهان به صورت سوختگی، بافت مردگی در لبه‌های بیرونی برگ اتفاق می‌افتد. در حالی که علائم سمیت کلر ابتدا در نوک برگ‌ها ظاهر می‌شود. تجمع سدیم در برگ‌های پیر اتفاق افتاده و از قسمت بیرونی برگ به سمت داخلی آن گسترش پیدا می‌کند.

کلر: هرچند کلر یکی از عناصر ضروری گیاهان به شمار می‌رود اما بیش بود آن باعث بروز سمیت و کاهش رشد گیاهان می‌گردد. کلر به فرم یون Cl^- از محلول خاک توسط گیاه جذب می‌گردد. از جمله علائم سمیت کلر می‌توان به سوختگی نوک و حاشیه برگ‌ها اشاره نمود که نخست در برگ‌های پیر مشاهده می‌شود. غلظت بسیار بالای کلر می‌تواند منجر به ریزش برگ‌ها هم منجر شود. در صورتی که آب آبیاری حاوی مقادیر بالای کلر باشد، می‌تواند پاشش آب توسط آبیاری بارانی سبب سوختگی برگ‌ها گردد. مقدار کلر برای آبیاری سطحی کمتر از ۴ میلی‌اکی‌والان در لیتر بدون خطر، ۱۰-۴ میلی‌اکی‌والان تا حدودی محدودیت دارد و بالاتر از ۱۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر محدودیت‌های زیادی برای استفاده آن وجود دارد. در صورتی که از آبیاری بارانی استفاده شود چنانچه بیش از ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر کلر داشته باشد محدودیت ایجاد می‌نماید.

بور (B): یکی از عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه بور (B) می‌باشد. فاصله بین مقدار ضروری و بیش بود آن در خاک بسیار کوچک می‌باشد. مقدار بور بالاتر از یک میلی‌گرم در لیتر آب آبیاری می‌تواند به محصولات حساس همانند درختان میوه آسیب بزند. البته برخی دیگر که متحمل تر هستند براساس تقسیم بندی انجام شده برای بور در آب آبیاری مقادیر کمتر از ۰/۷ بدون هیچگونه محدودیت بوده اما غلظت‌های ۰/۷-۳ میلی‌گرم در لیتر محدودیت‌های کم تا متوسط و بالاتر از ۳ میلی‌گرم در لیتر در آب آبیاری محدودیت‌های شدید ایجاد می‌نماید.

^۱ Sodium Adsorption Ratio

علائم بیش بور ابتدا در برگ‌های پیر با زرد شدن، لکه لکه شدن و خشک شدن برگ از نوک و حاشیه برگ‌ها بروز می‌کند خشک شدن و کلروز معمولاً با افزایش تجمع بور به سمت مرکز برگ و بین و رگبرگ‌ها گسترش می‌یابد. در برخی مواقع با شدت بسیار سمیت بور به ویژه درختان بادام، گیاه علائم برگ‌ری را نشان نمی‌دهد اما وجود گوم یا شیره در تنه درختان مشاهده می‌شود.

شوری خاک

جدا کردن شوری خاک و آب و نگاه جداگانه به آنها شدنی نیست در بخش‌های قبلی آب را از جهت شوری مورد بحث و بررسی قرار داده شد اما در این جا بیشتر شوری خاک مورد توجه می‌باشد. در ابتدا بایستی خاک‌های شور را شناخت.

تنش شوری: مجموع نمک‌های محلول در عصاره اشباع خاک را شوری خاک گویند. شوری خاک را با هدایت الکتریکی (EC) بیان کرده و واحد آن دسی زیمنس بر متر (dS.m^{-1}) است که معادل واحد قدیمی آن یعنی میلی-موس بر سانتی متر (mmhos.cm^{-1}) می‌باشد.

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

خاک‌های شور تنوع بسیار وسیعی داشته و ترکیبی از آثار ناشی کل مقدار مواد محلول و ویژگی‌های سدیم تبادلی (Na^+) گروه‌بندی می‌شوند. خاک‌های متأثر از شوری به سه گروه شور، سدیمی، شور-سدیمی تقسیم بندی می‌شوند. خاک‌های شور حاوی غلظت‌های بالای نمک‌های محلول می‌باشد اما میزان سدیم قابل تبادل کمی در خاک وجود دارد. خاک‌های سدیمی دارای سدیم تبادلی بالایی بر روی سایت‌های تبادلی می‌باشد. اما مقدار نمک-های محلول آن کم می‌باشد. خاک‌های شور سدیمی خاک‌ها با مقدار نمک محلول و سدیم تبادلی بالایی می‌باشند. در جدول ۲۷ خلاصه‌ای از تقسیم بندی خاک‌های متأثر از شوری آمده است.

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 ECe عصاره اشباع خاک بیشتر از چهار دسی زیمنس بر متر (dS.m^{-1}) در ۲۵ درجه سانتی‌گراد و درصد سدیم تبادلی (ESP) آن کمتر از ۱۵ باشد به آن خاک شور می‌گویند. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاک‌ها به طور معمول از ۸/۵ کمتر است. شوری خاک بعد از آبیاری ملاک اندازه‌گیری شوری خاک می‌باشد.

خاک سدیمی: خاکی است که در آن شوری عصاره اشباع خاک (ECe) کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر (dS.m⁻¹) و درصد سدیم تبدالی آن بیشتر از ۱۵ باشد. اسیدیته یا واکنش (pH) این قبیل خاک‌ها از ۸/۵ بیشتر است.

خاک شور و سدیمی: به خاکی گفته می‌شود که در آن میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر (dS.m⁻¹) و درصد سدیم تبدالی (ESP) آن بیشتر از ۱۵ باشد. خلاصه مطالب بیان شده در جدول ۳۵ ارائه شده است.

جدول ۳۵- گروه بندی خاکهای متأثر از شوری (USSL, 1954)

خطر نفوذپذیری ناشی از سدیم		درصد سدیم تبدالی (ESP)	مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe, dS/m)	گروه بندی قدیم	گروه خاک متأثر از شوری
واکنش خاک (pH)	نسبت جذب سدیم (SAR)				
<۸/۵	<۱۲	<۱۵	>۴	قلیایی سفید	شور
>۸/۵	≥۱۲	≥۱۵	<۴	قلیایی سیاه	سدیمی
<۸/۵	≥۱۲	≤۱۵	>۴	---	شور سدیمی

در بین معیاری که در جدول ۳۳ برای بیان میزان سدیمی شدن خاک وجود دارد درصد سدیم تبدالی (ESP) می‌باشد که با مقدار تخریب ساختمان خاک حاصل از سدیم تبدالی مرتبط می‌باشد. درصد سدیم تبدالی (ESP) درصد سدیم بر روی ظرفیت تبدالی کاتیونی (CEC) می‌باشد که بر حسب سانتی‌مول بر کیلوگرم (Cmol/kg) یا میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک (mel 100g) بیان می‌شود.

$$ESP = \frac{(Na. ex)}{CEC} \times 100$$

مدیریت خاک‌های شور و سدیمی

مدیریت آبیاری برای مزرعه در شرایط شور: تحت شرایط شوری، آبیاری بایستی هم نیاز آبی گیاه را تأمین نماید و هم آب مورد نیاز برای آبیاری را برای حفظ تعادل نمک‌ها در ناحیه ریشه‌ها تأمین کند. با تبخیر و تعرق صورت گرفته میزان قدر مطلق پتانسیل مکش افزایش می‌یابد و علاوه بر آن غلظت نمک در محلول خاک و به تبع آن پتانسیل اسمزی افزایش می‌یابد. بنابراین برای آبیاری در شرایط شور، دور آبیاری به دلیل تجمع پتانسیل ماتریک و پتانسیل اسمزی بایستی بیشتر باشد. اما اگر دور آبیاری زیاد باشد، جذب آب توسط گیاه از لایه‌های کم عمق اتفاق می‌افتد و میزان هدررفت از طریق تبخیر افزایش می‌یابد و به دلیل افزایش آبیاری میزان بیشتری نمک وارد خاک می‌شود. با استفاده از نیاز آبیاری می‌توان از تجمع نمک در ناحیه ریشه‌ها جلوگیری نمود. مقدار آب آبیاری بستگی به گیاه موردنظر و شوری آب آبیاری دارد. هنگام بالا بودن حساسیت گیاه به شوری و بالا بودن شوری آب آبیاری نیاز آبیاری بالاتری نیاز است. برای تعیین نیاز آبیاری مراحل زیر را بایستی انجام داد.

۱- تعیین حد آستانه شوری (ECe) که باعث کاهش عملکرد گیاه می‌شود این حدود آستانه در منابع علمی مختلفی آمده است.

۲- تعیین متوسط شوری آب آبیاری مورد استفاده برای گیاه مورد نظر

۳- محاسبه نیاز آبتیوی با استفاده از فرمول زیر:

$$LR = (ECW \times 100) \div (ECe \times 5) - ECW$$

که در این معادله ECW شوری آب آبیاری و ECe حد آستانه تحمل به شوری خاک در ناحیه ریشه ها می باشد. در جدول ۳۶ این اعداد محاسبه شده است.

جدول ۳۶- نیاز آبتیوی (بر حسب درصد) برای رسیدن به شوری مطلوب خاک (ECe) در ناحیه ریشه ها با آب آبیاری با

EC مختلف

شوری آب آبیاری (dS/m)								شوری خاک ECe (dS/m)
۷	۶	۵	۴	۳	۲/۵	۲	۰/۵	
-	-	۱۰۰	۶۷	۴۳	۳۳	۲۵	۲	
۸۸	۶۷	۵۰	۳۶	۲۵	۲۰	۱۵	۳	
۵۴	۴۳	۳۳	۲۵	۱۸	۱۴	۱۱	۴	
۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۱	۹	۷	۶	
۲۵	۲۱	۱۷	۱۳	۹	۸	۶	۷	

کسر آبتیوی درصدی از کل آب مصرفی است که بایستی از داخل منطقه ریشه در خاک عبور کرده و به زیر منطقه ریشه نفوذ کند تا از کاهش محصول به دلیل تجمع بیش از حد نمک جلوگیری شود. شوری خاک توسط شوری آب آبیاری و کسر آبتیوی تحت تأثیر قرار می گیرد. ترکیب این دو عامل میانگین شوری خاک در منطقه ریشه و توزیع نمکها در سرتاسر ناحیه ریشه را معین می کند. شوری خاک در نزدیکی قسمت فوقانی ناحیه ریشه منعکس کننده شوری آب آبیاری می باشد اما در اعماق پایین تر تحت تأثیر کسر آبتیوی قرار می گیرد. در کسر آبتیوی کم، شوری خاک در قسمت تحتانی ناحیه ریشه ممکن است خیلی بیشتر از قسمت های فوقانی باشد؛ اما به محض افزایش کسر آبتیوی، شوری خاک در قسمت تحتانی کمتر می شود. بنابراین، در زمان استفاده از آب آبیاری با شوری بالا، میانگین ناحیه ریشه در شرایط پایین بودن کسر آبتیوی نسبتاً بالا خواهد بود ولی به- محض افزایش کسر آبتیوی شوری ناحیه ریشه کاهش می یابد.

کسر آبتیوی در واقع همان درصد آب آبیاری است که به طور واقعی از منطقه ریشه عبور کرده و به صورت آب زهکشی شده خارج می شود. با فرض ماندگار بودن شرایط و اینکه یون های موجود در آب نه جذب سطحی شوند، نه ترسیب و انحلال شوند و نه به وسیله گیاه جذب شوند کسر آبتیوی (LF) را می توان با معادله زیر بدست آورد:

$$LF = \frac{EC_I}{EC_D}$$

که در آن EC_I شوری آب آبیاری و EC_D شوری آب زهکش است.

به هر بهر حال برای خارج کردن نمک های انباشته شده در ناحیه ریشه ها در درختان میوه و گیاهان زراعی بایستی آبتیوی انجام گرفته تا نمکها به اعماق پایین تر و یا خارج از ناحیه ریشه ها منتقل شوند. برای این کار آبیاری سنگین قبل از کشت گندم انجام می گیرد. به دلیل آبیاری سنگین و فعال نبودن ریشه ها آسیبی به گیاه

نرسد. البته مزیت دیگر این امر کمتر بودن تبخیر آب می باشد. البته در صورت نیاز به استفاده مواد بهساز نیز بایستی با آبیاری در دوره خواب اقدام شود. زیرا آبیاری سنگین در زمان گلدهی در خاک های سنگین باعث کاهش تولید و آسیب به گیاه می شود. ذکر این نکته ضروری است که استفاده از آب معمولی برای آبیاری قبل از کشت به منظور خارج نمودن نمک ها از ناحیه ریشه ها به ما اجازه استفاده از آب های با شوری بالاتر در مراحل بعدی رشد را می دهد.

مدیریت زراعی

یکی از مهم ترین نکات در مدیریت شوری خاک برای کشت و کار انتخاب ناحیه قرار گرفتن بذر نسبت به آب آبیاری می باشد. با توجه به آنکه شوری در نوک پشته ها به دلیل صعود موئینه نمک ها تجمع می نماید بایستی از کشت گیاهان در این ناحیه خودداری نموده و حتی الامکان در کف جویچه ها کشت انجام گیرد تا آسیب کمتری از شوری دریافت کند.

استفاده از ارقام متحمل به شوری

گیاهان دارای تحمل به شوری متفاوتی در بین گونه های مختلف و نیز بین ارقام مختلف می باشند. برای بیان تحمل به شوری گونه ها و ارقام مختلف معمولاً از منحنی ماس- هافمن استفاده می شود که به صورت زیر بیان می شود.

$$Y=100-B(ECe-A)$$

که در آن Y تولید نسبی بر حسب درصد، A حد آستانه شوری (dS/m) که در حقیقت شوری ناحیه ریشه است که صد درصد تولید صورت می پذیرد. شیب خط (درصد کاهش نسبی تولید به ازای افزایش شوری خاک و ECe متوسط شوری خاک در ناحیه ریشه ها می باشد. بر اساس منابع علمی بین المللی حد آستانه تحمل به شوری گیاه گندم معادل شش دسی زیمنس بر متر و شیب کاهش آن $7/1$ درصد می باشد. این گیاه جزء گیاهان متحمل می باشد. در جدول شماره ۵ فهرست ارقام متحمل به شوری گندم ارائه شده است.

مدیریت حاصلخیزی خاک و کود در شرایط شور

استفاده از بهسازها: حضور سدیم بالا در مقایسه با کلسیم در خاک ها، pH و ESP آن را افزایش داده و سبب کاهش نفوذپذیری آب و در نهایت سبب عدم توازن تغذیه ای در گیاه می گردد. اثرات مضر سدیم بالا در فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی خاک ها را می توان با استفاده از مواد بهساز که حاوی کلسیم (همانند گچ) کاهش داد. اسیدها و یا مواد تولیدکننده اسید همانند اسید سولفوریک که با واکنش با $CaCO_3$ خاک Ca^{2+} در محلول خاک اضافه می نمایند.

اصلاح خاک های شور

بطور خلاصه اصلاح و بهسازی خاک و اراضی با محدودیت شوری و سدیمی شامل زهکشی اراضی، شستشوی نمک های منطقه رشد ریشه ها (آبشویی) و انجام عملیاتی که همواره مقدار یون های کلسیم و منیزیم موجود در خاک بیش از یون سدیم باشد، است. برای عملیات اصلاح خاک، ابتدا بایستی از طریق اندازه گیری های ویژگی های خاک و تعیین شاخص های مندرج در جدول ۳۷ نوع خاک و عملیات اصلاحی را تعیین و سپس برای

اصلاح آن اقدام نمود.

اصلاح این قبیل خاک‌ها در شرایط معمولی اغلب امکان‌پذیر 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 عبارت‌اند از:

الف) شستشوی خاک: شستشوی خاک بایستی حتی‌الامکان با آب مناسب به روش متناوب (در چند نوبت) صورت گیرد تا شوری خاک به کمتر از شش دسی زیمنس 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 ۳۷ آب موردنیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت گندم آمده است.

جدول ۳۷- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت گندم

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

*یک نوبت آبیاری سنگین معادل ۱۰۰۰ 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 یا کف 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، شیمیایی و بیولوژیکی است که انتخاب نوع روش و یا تلفیقی از چند روش بستگی به امکانات تخصصی و تکنیکی منطقه مورد اجرا دارد. مؤثرترین شیوه در اصلاح و بهسازی چنین خاک‌هایی اعمال روش تلفیقی می‌باشد که بایستی با مشورت متخصصین امر انجام شود.

توصیه کودی گندم در شرایط شور

مصرف کودهای نیتروژنه در شرایط شور با غیر شور متفاوت است. بر اساس نتایج تحقیقات صورت گرفته در خاک‌های با هدایت الکتریکی (ECe) کمتر از ۷ دسی زیمنس بر متر مقدار نیتروژن معادل مصرف در شرایط غیر شور می‌باشد. در خاک‌های با شوری بین ۷-۱۲ دسی زیمنس بر متر، مقدار ۳۰ درصد به میزان توصیه کود نیتروژنی مصرفی بر اساس مقادیر کربن آلی افزوده می‌شود. ولی در شوری‌های خاک بالاتر از ۱۲ دسی زیمنس بر متر خاک از مقدار توصیه کود نیتروژنی ۳۰ درصد کاسته می‌گردد.

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

به‌طور کلی کودهای نیتروژنی در خاک‌های سبک (شنی) سه یا چهار بار و در خاک‌های سنگین (رسی) دو تا سه بار در مراحل شروع پنجه‌زنی 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 پنجه‌زنی، سپس در مرحله تکمیل پنجه‌زنی 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 به طور معمول در شرایط شور آبیاری اول سنگین انجام می‌شود، بنابراین توصیه می‌شود در خاک‌های سبک بافت، شروع مصرف کود نیتروژنی قبل از آبیاری نوبت دوم باشد و بقیه کود بطور مساوی در مراحل بعد مصرف شوند. در خاک‌های متوسط و سنگین بافت، مصرف ۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی در زمان شروع پنجه‌زنی و بقیه به‌طور 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 چهار تا هشت دسی زیمنس بر متر، مصرف فسفر تا ۲۰ درصد بیشتر و در شوری‌های بیشتر میزان مصرف مطابق با توصیه در شرایط غیر شور خواهد بود.

در شرایط شور محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم به ویژه در مراحل میانی و انتهایی رشد سبب افزایش کارایی استفاده این عناصر می‌شود. مصرف پتاسیم در دو قسط همزمان با کاشت و هنگام ساقه رفتن باعث بهبود معنی دار عملکرد می‌شود. مصرف پتاسیم تا شوری هفت دسی زیمنس بر متر برابر توصیه مصرف در شرایط غیر شور و در شوری ۷ تا ۱۳ دسی زیمنس بر متر مصرف به میزان ۳۰ درصد بیشتر پتاسیم توصیه می‌شود.

مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف به صورت محلول‌پاشی همانند شرایط غیرشور توصیه می‌گردد. ولی مصرف خاکی کود سولفات روی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار برای شرایط شور بسیار مطلوب خواهد بود.

۱۰-۲- 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 ۵۵ درصد آب سهل-الوصول 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 محدودکننده 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 ۳۸ علایم و نشانه‌های خسارت خشکی در مراحل مختلف رشد در گیاه گندم نشان داده شده است.

جدول ۳۸- اثرات تنش کم‌آبی در مراحل مختلف نمو گندم

مرحله نمو گندم	اثر تنش کم‌آبی
جوانه زدن	تشکیل گیاهچه ضعیف
پنجه‌زنی	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
ساقه‌دهی	کاهش تعداد سنبله و سنبله‌چه
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 به سزایی در کاهش اثرات نامطلوب خشکی می‌تواند داشته باشد. در اثر تنش خشکی میزان فتوسنتز گیاه کاهش می‌یابد که دلایل آن عبارت‌اند از (۱) بسته بودن روزنه‌ها و (۲) آسیب دیدن کلروفیل و سایر اجزای دخیل در فرایند فتوسنتز. همچنین در اثر این تنش،

تعادل میان تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)^۱ 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 سوپر اکسید دسموتاز (SOD)^۲، کاتالاز (CAT)^۳ و پراکسیداز (POD)^۴، اثرات سمی ROS را در سلول‌های گیاه کاهش می‌دهند. این آنتی اکسیدان‌ها، ROS را بیرون رانده و اکسیداسیون نوری^۵ 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 کم‌آبی، 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 کم‌آبی نیز به‌طور کامل بسته نشوند. کمبود پتاسیم در گیاه باعث کاهش فتوسنتز و مواجهه گیاه و سلول‌های ریشه با کمبود انرژی گردیده و بنابراین مقاومت گیاه به کم‌آبی کاهش می‌یابد. لذا می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که مصرف تجملی پتاسیم و افزایش غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک تا حدی که منجر به ایجاد اثرات متقابل منفی (Antagonistic) برای سایر عناصر غذایی نظیر کلسیم و منیزیم در خاک نگردد، وضعیتی مفید برای مقابله با تنش خشکی به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، عناصر کم‌مصرف مانند مس (Cu) و بور (B) از طریق فعال‌سازی فرایندهای فیزیولوژیکی، بیولوژیکی و متابولیسمی در گیاه در کاهش اثرات مضر تنش خشکی مؤثر می‌باشند.

یکی دیگر از راه‌های افزایش ظرفیت آب قابل دسترس خاک (AWC)^۶، افزایش مواد آلی خاک می‌باشد. در همه گروه‌های بافت خاک، هنگامی که میزان ماده آلی خاک، ۳-۱ درصد افزایش می‌یابد، ظرفیت آب قابل دسترس خاک تقریباً دو برابر می‌شود و هنگامی که مقدار افزایش آن به چهار درصد می‌رسد، بیش از ۶۰ درصد ظرفیت نگهداری آب خاک را به خود اختصاص می‌دهد. ماده آلی حجم خاک را نیز افزایش می‌دهد، بطوری‌که ظرفیت آب قابل دسترس خاک در واحد عمق خاک افزایش می‌یابد. همچنین افزایش ماده آلی، نفوذپذیری، زه کشی و تهویه خاک را نیز بهبود می‌بخشد. نشان داده شده است که در منطقه ایران مرکزی (اصفهان) که یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور می‌باشد، افزودن ۵۰-۱۰۰ 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 نماید.

^۱ Reactive Oxygen Species

^۲ Superoxide Dismutase

^۳ Catalase

^۴ Peroxidase

^۵ Photo-oxidation

^۶ Available water Capacity

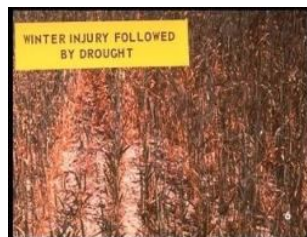
اسیدهای هیومیک از طریق اتصال به ذرات خاک و ایجاد خاکدانه به افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی کمک می‌نمایند. اسیدهای هیومیک برای مناطق نسبتاً خشک و زمین‌های زراعی وسیع مهم می‌باشند چون به فعال کردن ریزجانداران موجود در خاک کمک زیادی می‌کنند. میکروهمومات‌ها در مناطق کم آب و نسبتاً خشک به گیاه کمک می‌کنند تا طول دوران رشد زیادتری را داشته باشد. به‌علاوه 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 محدودکننده برای رشد محصول است. ظرفیت خاک برای حفظ و انتشار آب به طیف گسترده‌ای از عوامل مانند بافت خاک، عمق خاک، معماری خاک (ساختار فیزیکی از جمله منافذ)، مقدار ماده آلی و فعالیت‌های بیولوژیکی بستگی دارد. با این حال، مدیریت مناسب خاک می‌تواند این ظرفیت را بهبود بخشد. روش‌های افزایش رطوبت خاک را می‌توان در سه گروه طبقه‌بندی کرد: ۱- روش‌هایی که نفوذ آب در خاک را افزایش می‌دهند، ۲- روش‌هایی که مربوط به مدیریت تبخیر از سطح خاک است و ۳- روش‌هایی که ظرفیت 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 پوسته‌پوسته 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 غیرمستقیم 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 ۳/۷ درصدی ظرفیت نگهداری آب خاک می‌گردد.

حفظ پوشش گیاهی آیش در سطح خاک منجر به کاهش تبخیر و افزایش چهار درصدی آب خاک می گردد. این مقدار معادل تقریباً هشت میلی متر باران است. این مقدار آب اضافی می تواند از پژمردگی محصول در دوره های خشک (تنش خشکی طی فصل رشد) جلوگیری نموده و به بقای گیاه بیانجامد. سطوح بالای بقایای گیاهی (۸-۱۲ تن در هکتار) منجر به ذخیره ۹۰-۸۰ میلی متر آب ذخیره بیشتر در خاک می گردد.



آسیب در زمستان به دنبال خشک سالی

شکل ۱۹- خسارت خشکی در مزرعه گندم

۱۰-۳- 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 می باشند. مقاومت در برابر خسارت یخبندان یکی از ویژگی های گندم زمستانه در ماه های 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 شب های 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 ماه های خیلی سرد نیز با حداقل اثرات زیان بار پایدار بماند. هرچند حتی گیاهان مقاوم شده در برابر سرما نیز هنگامی که دمای خاک به حدود 12°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 شیب های رو به شمال شدیدتر می باشد. در مجموع می توان گفت دماهای پایین می تواند به بخش های 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 گره‌های ساقه خمیده شود، می‌تواند بعد از گذر از سرما مجدداً رشد نموده و ایستادگی خود را بازیابد.

یخ زدن در ابتدای بهار، موجب از بین رفتن نقطه رشد^۱ گیاه و در اواخر آن، منجر به عقیم شدن خوشه‌ها می‌گردد. اگر نقطه رشد از بین برود، یک برگ رنگ‌پریده 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 بطور طبیعی رشد نمایند، برگ‌های آنها رنگ‌پریده شده و مزرعه ظاهر زرد و خشبی پیدا می‌کند.

هنگامی که یخبندان در مرحله به گل رفتن رخ دهد، چند نوع خسارت ممکن است اتفاق بیفتد. دمای صفر درجه یا زیر صفر درجه سانتی‌گراد به بساک‌ها که بسیار حساس‌تر از کلاله هستند، صدمه وارد می‌نماید و موجب عقیمی گلچه‌ها می‌گردد. بساک‌ها چروکیده و در هم پیچیده می‌شوند، در حالی که رنگ آنها هنوز زرد مایل به سبز است. ۲۴ ساعت بعد از سرمازدگی، این نشانه‌ها با یک‌دوره بین دستی قابل مشاهده است. در چنین شرایطی مقدار دانه‌ها کم، دانه‌ها چروکیده، دارای وزن و ظرفیت پروتیین 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 ۳۹ میزان خسارت سرمازدگی را هنگامی که گیاه بیش از دو ساعت در معرض دمای پایین قرار گرفته است را نشان می‌دهد.

جدول ۳۹- مرحله رشد گندم و میزان خسارت سرمازدگی

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

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

^۱ Growing point

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



شکل ۲۰- عوارض خسارت سرمازدگی در گندم



شکل ۲۱- خوشه سرمازده در گندم- یخبندان موجب رنگ زرد و ظاهر نمناک پوسته دانه‌ها در خوشه شده است.



شکل ۲۲- خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه گندم- ممکن است همه گلچه‌ها همزمان دچار سرمازدگی نشوند.

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

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

۱۰-۴- 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، به طور معمول 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 گل‌دهی) نیز گندم دچار تنش و خسارت خواهد. هنگامی که دما به ۳۵-۳۲ 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 ۳۰ روز قبل از گلدهی تا اندکی پس از گل‌دهی و اندازه دانه‌ها طی مدت زمان پر شدن آنها تعیین می‌گردد. نزدیک به انتهای فصل، هنگامی که 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 بوجود می‌آید که دما اندکی از ۲۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر باشد. هرچند این مسئله برای جبران مدت زمان کم پر شدن دانه کافی نمی‌باشد و در نهایت اندازه دانه‌ها کوچک خواهد ماند. در دماهای بیشتر از ۳۰ 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 زودرس 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 دو درجه سانتی‌گراد افزایش دما، تا ۵۰ درصد برآورد می‌نمایند.

علائم و نشانه‌های خسارت گرما در مزرعه

- ۱- ساقه گیاه ظاهر فشرده و ناسالم می‌یابد.
- ۲- پهنک برگ دارای یک نوار سوختگی قهوه‌ای یا سیاه‌رنگ می‌باشد.
- ۳- برگ‌ها کوچک‌تر و اندازه خوشه‌ها بسیار کوچک می‌باشد.
- ۴- بسته به درجه سوختگی، برگ‌ها آویزان شده و فرو می‌افتند.
- ۵- قهوه‌ای شدن سریع و ناگهانی برگ پرچم
- ۶- چروکیدگی و پژمرده شدن دانه‌ها قبل از بلوغ (هنگامی که درجه حرارت بالا در طول پر شدن دانه‌ها اتفاق افتد)
- ۷- از بین رفتن گیاه در دمای بسیار بالا

مدیریت مقابله با تنش گرما

- ۱- با اقدامات مدیریتی مانند حفظ رطوبت خاک و آبیاری به موقع می‌توان این خسارت را کاهش داد.
- ۲- در مناطقی که احتمال بروز تنش گرما و خشکی آخر فصل وجود دارد، بهتر است از ارقامی استفاده گردد که زودتر به گل می‌روند.
- ۳- کاربرد کودهای پتاسیمی محلول در مرحله ظهور خوشه‌ها و شیری شدن دانه نیز می‌تواند منجر به کاهش اثرات تنش گرمایی در کاهش وزن هزاردانه گندم در گرمای آخر فصل رشد گردد.

۱۱- معرفی عوامل زنده خسارت‌زا زنده محیطی و مدیریت آنها به منظور تولید محصول

فون آفات گندم در ایران و شیوه‌های کنترل آنها

مزارع گندم دارای طیف وسیعی از آفات از راسته‌های گوناگون حشرات می‌باشند. مهم‌ترین آفات این مزارع عبارتند از سن گندم، شته‌ها، تریپس گندم، سوسک سیاه گندم، سوسک برگ‌خوار غلات، سوسک‌های قهوه‌ای گندم و زنبور ساقه‌خوار غلات که علائم خسارت و روش کنترل آنها به شرح زیر است:

سن معمولی گندم

سن گندم با نام علمی *Eurygaster integriceps* Put. مهم‌ترین آفت مزارع گندم کشور بوده و در حال حاضر با بیشترین سطح سمپاشی نسبت به سایر آفات، بزرگترین معضل گیاهپزشکی کشور است. سطح کنترل شیمیایی سن گندم در مزارع گندم کشور در سال‌های گذشته روند فزاینده‌ای داشته و به گزارش سازمان حفظ نباتات در حال حاضر به بیش از دو میلیون هکتار رسیده است. سن گندم به دو روش کمی و کیفی خسارت وارد می‌کند. خسارت کمی (کاهش عملکرد در واحد سطح) توسط حشرات کامل زمستان‌گذرانی که به مزرعه مهاجرت

می کنند (سن مادر) اتفاق می افتد. سن مادر در بیشتر مواقع در زمان پنجه زنی وارد مزرعه می شود و با تغذیه از شیر ساقه و برگ ها و گندمانه های مرکزی باعث ضعف بوته، پیچش، زردی و خشک شدن برگ و پژمردگی بوته می شود. همچنین تغذیه سن از خوشه های نارس باعث سفید شدن خوشه از محل نیش حشره تا انتهای آن می گردد. خسارت کیفی (سن زدگی دانه ها) عمدتاً توسط پوره های سنین مختلف (به غیر از پوره سن یک) و حشرات کامل نسل جدید ایجاد شده و باعث لاغری و چروکیدگی و کاهش میزان گلوتن دانه ها می شود. در محل نیش حشره روی دانه یک نقطه کوچک سیاه باهاله ای روشن به دور آن دیده می شود (شکل ۲۳).



خسارت کیفی سن گندم



خسارت سن گندم به بوته ها



سن معمولی گندم

شکل ۲۳ - سن گندم

کنترل سن گندم

عدم کشت ارقام حساس گندم: یکی از علل طغیان سن گندم کشت ارقام حساس گندم در سطح وسیع است. اکثر ارقام گندم دیم خصوصاً رقم سرداری که در سطوح وسیعی از دیمزارهای غرب کشور کشت می شود، نسبت به سن گندم حساس بوده که باعث افزایش جمعیت این آفت می شوند.

کنترل شیمیایی: بهترین واحد نمونه برداری از سن گندم برای کادر و تور به ترتیب کادر ۱×۱ متر و پنج بار تور زدن است. استفاده از کادر برای نمونه برداری در مرحله سن مادر الزامی است. هر پنج بار تور زدن با تور به قطر دهانه ۳۵ سانتیمتر معادل یک متر کادر و ۵۰ بار تور زدن معادل ۱۰ متر مربع کادر می باشد. زمان صحیح استفاده از تور حشره گیری صبح ها تا ساعت ۱۰ صبح و بعد از ظهرها از ساعت پنج تا نزدیک غروب آفتاب است. در صورتی که تعداد سن مادر در مزارع گندم آبی با پیش بینی عملکرد بیش از سه تن و کمتر از سه تن در هکتار به ترتیب چهار و سه عدد در متر مربع و در مزارع گندم دیم با پیش بینی عملکرد بیش از سه تن و کمتر از سه تن در هکتار به ترتیب دو و یک عدد در متر مربع است. همچنین نرم مبارزه علیه پوره ها در مزارع گندم آبی با پیش بینی عملکرد بیش از سه تن و کمتر از سه تن در هکتار به ترتیب شش و پنج عدد در متر مربع و در مزارع گندم دیم با پیش بینی عملکرد بیش از سه تن و کمتر از سه تن در هکتار به ترتیب پنج و چهار عدد در متر مربع گزارش شده است. زمان مناسب برای کنترل شیمیایی سن گندم، مصادف با فعالیت حداکثر تعداد پوره های سنین دوم و سوم است. در صورت رسیدن تراکم پوره ها به نرم مبارزه می توان از حشره کش فسفره فنیترتوین ۵۰٪ EC به میزان ۰/۸ تا یک لیتر در هکتار، حشره کش پایروتریودی دلتامترین ۲.۵٪ EC و ۲.۵٪ SC به میزان ۱۸۰ میلی لیتر در هکتار و حشره کش پایروتریودی لامبدا سای هالوترین با نام های تجاری هف- لامبدا (۵٪ SC) به میزان ۱۵۰ میلی لیتر در

هکتار، کاراته زئون (CS 10%) به میزان ۷۵ میلی لیتر در هکتار، جایام پلاس (CS 10%) ۷۵ میلی لیتر در هکتار و لامترین (SC 4.9%) به میزان ۱۵۰ میلی لیتر در هکتار استفاده کرد.

شته‌های زیان‌آور مزارع گندم

در ایران شته‌ها پس از سن گندم از آفات مهم مزارع گندم هستند. خسارت مستقیم شته‌های غلات باعث توقف رشد، ایجاد لکه‌های رنگ پریده یا سرخ، لوله شدن لبه برگ‌ها و کم‌شدن میزان محصول می‌شود. خسارت غیرمستقیم شته‌ها نیز مربوط به انتقال بیماری‌های ویروسی موزائیک گندم، نوار زرد گندم و گندم، ویروس کوتولگی ذرت و ویروس موزائیک برنج است. مهم‌ترین گونه‌های شته‌های مزارع گندم ایران عبارتند از شته روسی گندم، شته معمولی گندم، شته برگ برنج، شته برگ ذرت، شته سبز یولاف - گندم و شته گندم-گل سرخ (شکل ۲۴).



شته برگ برنج



شته معمولی گندم



شته برگ ذرت



شته گندم-گل سرخ



شته گندم-یولاف



شته روسی گندم

شکل ۲۴ - شته‌های زیان‌آور مزارع گندم

کنترل شته‌های غلات

کنترل زراعی: علف‌های هرز تیره Poaceae محل زمستان‌گذرانی شته‌های غلات بوده و از بین بردن آنها در کاهش جمعیت شته‌ها مؤثر است. همچنین شته‌های غلات به بوته‌های کوچک که در مراحل رشدی اولیه قرار دارند خسارت بیشتری وارد می‌کنند. بنابراین کاشت به موقع و اجتناب از کشت کرپه توصیه می‌شود. اثر استفاده بیش از حد از کودهای نیتروژنی در افزایش باروری شته‌های غلات ثابت شده و به همین دلیل توصیه می‌شود از کودهای نیتروژن مانند اوره و سولفات آمونیوم فقط در حد نیاز و بر اساس نتایج آزمون خاک استفاده شود.

کنترل شیمیایی: سینی‌های زرد پر از آب و تله‌های مکنده برای اطلاع از زمان مهاجرت و شروع فعالیت شته‌ها در مزرعه استفاده می‌شود، زیرا زمان مهاجرت شته‌های غلات به مزرعه در پاییز و بهار از نظر خسارت بیماری‌های ویروسی و از جمله خسارت ویروس کوتولگی زرد گندم بسیار مهم است. با توجه به این که آلودگی مزارع غلات به شته‌های غلات از حاشیه مزارع شروع می‌شود، در صورت مشاهده آلودگی شدید توصیه می‌شود فقط حاشیه مزارع بصورت نواری سمپاشی شود و با این کار میزان مصرف سموم تا ۸۰-۷۵ درصد کاهش یافته، مبارزه شیمیایی اقتصادی‌تر شده و دشمنان طبیعی حفظ می‌شوند.

برای جلوگیری از مقاوم شدن شته‌های غلات نسبت به حشره‌کش‌ها لازم است در صورت تکرار سمپاشی، از حشره‌کش‌هایی با مکانیسم عمل متفاوت استفاده شود. آفت‌کش‌های توصیه شده برای کنترل شته‌های غلات شامل اکسی‌دیمتون‌متیل EC/۲۵ به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، دی‌متوات EC/۴۰ به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، پیریمیکارب WP/۵۰ به میزان ۱-۰/۵ کیلوگرم در هکتار و مالاتیون EC/۷۵ به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار می‌باشد. همچنین می‌توان از ایمیداکلوپراید SC/۳۵ به میزان ۰/۲۵ لیتر در هکتار و پی‌متروزین WP/۲۵ به مقدار یک کیلوگرم در هکتار در اوایل ظهور سنبله‌ها استفاده کرد. در مزرعه بهتر است سمپاشی زمانی انجام شود که بیشتر جمعیت پارازیتوئیدها در مرحله شفیرگی هستند. همچنین می‌توان با استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی مانند پی‌متروزین زنبورهای پارازیتوئید شته‌ها را حفاظت نمود.

سوسک سیاه گندم

بیش‌ترین خسارت سوسک سیاه گندم مربوط به لارو این آفت است که با سبز شدن مزارع گندم در پاییز به جوانه‌ها خسارت می‌زند و در برخی موارد حتی دانه‌های گندم قبل از سبز شدن مورد حمله لارو این آفت قرار می‌گیرند. تغذیه لاروها از جوانه‌ها و برگ‌های گندمان غلات سبب خشک شدن برگ‌ها شده و خسارت بصورت لکه‌ای در مزرعه دیده می‌شود. هر لارو می‌تواند ۳۰-۲۰ عدد بوته را از بین ببرد. حشرات کامل سوسک سیاه گندم از اوایل تا اواخر خرداد از شفیره خارج شده و روی سنبله‌ها از دانه‌های خمیری تغذیه می‌کنند (شکل ۲۵ و ۲۶).



شکل ۲۶ - لارو سوسک سیاه گندم



شکل ۲۵ - حشره کامل سوسک سیاه گندم

کنترل سوسک سیاه گندم

انجام تناوب زراعی با گیاهان غیر میزبان مانند عدس یا کلزا، رعایت آیش، جمع‌آوری کاه و کلش و بقایای محصول در اراضی آلوده و انجام شخم و دیسک پس از برداشت، از روش‌های مناسب کنترل سوسک سیاه گندم است. این آفت با این روش‌های زراعی قابل کنترل است.

برای تعیین ضرورت یا عدم ضرورت کنترل شیمیایی این آفت لازم است قبل از کاشت پنج منطقه از مزرعه بصورت تصادفی انتخاب و از خاک در محدوده‌ای به طول ۶۰، به عرض ۳۰ و به عمق ۱۵ سانتی‌متر نمونه‌برداری شود. وجود دو عدد لارو سوسک سیاه غلات یا بیشتر از آن در هر ۳۰ سانتی‌متر مکعب خاک قبل از کاشت نشان دهنده احتمال ایجاد خسارت است. به عبارت دیگر، در صورتی که در مزارع آلوده تراکم لاروها بیش از دو عدد در متر مربع باشد، برای کنترل شیمیایی می‌توان به محض مشاهده اولین خسارت از گرانول دپازینون ۵٪ به میزان ۳۰-۴۰ کیلوگرم در هکتار استفاده کرد.

سوسک برگ خوار غلات

حشرات کامل و لاروهای این حشره برگ‌خوارند، ولی خسارت اصلی مربوط به لاروهای این آفت است. لاروها و حشرات کامل از برگ‌ها به موازات رگبرگ‌های اصلی تغذیه کرده، ولی آن را سوراخ نمی‌کنند و محل خسارت آنها روی برگ به صورت نوارهای طولی سفید رنگی دیده می‌شود. این حشره با تغذیه از اپیدرم و پارانشیم سطح رویی برگ‌های گندم و گندم باعث کاهش سطح فتوسنتز شده و محصول را کاهش می‌دهد. تغذیه این آفت از برگ‌ها تا گلدهی و ظهور سنبله ادامه می‌یابد. در صورت شدت حمله، بوته‌ها قبل از خوشه بستن، زرد و خشک می‌شوند (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- سوسک برگ‌خوار غلات

کنترل سوسک برگ خوار غلات

برای ردیابی حشرات کامل سوسک برگ‌خوار غلات در اوایل فصل می‌توان از تور حشره‌گیری استفاده کرد. در صورت جمع‌آوری بیش از ۱۰ عدد حشره کامل در ۱۰ بار تور (بیش از یک عدد حشره کامل در هر تور) ضروری است جمعیت لاروها ردیابی شود. نرم مبارزه سه عدد تخم یا لارو در هر بوته در مرحله رشدی ابتدای ساقه‌دهی و یک عدد لارو روی هر برگ پرچم پیشنهاد شده است. سمپاشی بر علیه پوره‌های سن گندم، روی این آفت نیز مؤثر است. در صورت طغیان آفت می‌توان از حشره‌کش‌های مالاتیون و یا دیپترکس به نسبت یک در هزار استفاده کرد.

سوسک‌های قهوه‌ای گندم

حشرات کامل سوسک قهوه‌ای گندم از خوشه‌ها در مرحله خمیری تغذیه می‌کنند. خسارت حشره کامل به دانه‌های نارس باعث پوک شدن خوشه کاهش محصول می‌گردد. هر سوسک هفت الی هشت گرم دانه را در طی زندگی خود به مصرف می‌رساند، اما بسیاری از دانه‌های روی خوشه غلات را از بین می‌برد و بطور کلی حدود ۱۰ عدد خوشه غلات را از بین می‌برد. با این وجود خسارت اصلی این آفت مربوط به لاروهای آن است که به دانه‌های غلات پائیزه تازه جوانه زده حمله می‌کنند و باعث قطع شدن ریشه و طوقه آنها می‌شوند (شکل ۲۸).



شکل ۲۸ - سوسک قهوه‌ای گندم

کنترل سوسک‌های قهوه‌ای غلات

این حشرات به خوبی با روش‌های زراعی کنترل می‌شوند. تناوب زراعی گندم با نخود، عدس و چغندر قند یکی از روش‌های مناسب کنترل این آفات است. لاروها در برابر ضربه خوردن بسیار حساس هستند و به هنگام انجام شخم آسیب می‌بینند و پس از مدت کوتاهی سیاه شده و از بین می‌روند. بنابراین شخم عمیق در پائیز و بهار در کاهش جمعیت آنها بسیار مؤثر است. همچنین شخم عمیق پس از برداشت گندم باعث می‌شود لاروها به سطح خاک آمده و کلاغ و سایر پرندگان تعداد زیادی از آنها را مورد تغذیه قرار دهند. کاشت ارقام زودرس گندم و گندم و برداشت زود به محض قابل برداشت بودن مزرعه از شدت خسارت آفت می‌کاهد.

کنترل شیمیایی علیه پوره‌های سن گندم روی حشرات کامل سوسک‌های قهوه‌ای نیز مؤثر است. در صورت شدت خسارت، می‌توان لاروهای سوسک‌های قهوه‌ای را با انجام شخم عمیق پس از برداشت محصول همراه با استفاده از گرانول دیازینون به میزان ۲۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار کنترل کرد.

تریپس گندم

پوره‌ها و حشرات کامل تریپس شیره برگ‌ها، گل‌ها و خوشه‌ها را می‌مکند و در محل تغذیه این آفت روی برگ‌ها، لکه‌های نقره‌ای یا زرد روشن به وجود می‌آید. تریپس پس از تشکیل خوشه جمعیت خود را افزایش داده و با تغذیه از دانه‌های نرم موجب چروکیدگی و توقف رشد آنها می‌شود. علایم خسارت این آفت روی برگ به صورت پیچش و ایجاد لکه‌های نقره‌ای است. تغذیه تریپس همچنین باعث کوتاه ماندن و کج و معوج شدن سنبله‌ها شده و نوک خوشه یا قسمتی از آن سفید می‌شود که تا حدودی شبیه علایم سرمازدگی است (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- تریپس گندم (<http://shop.agrimag.it>)

کنترل تریپس گندم

شخم عمیق زمستانه تا ۹۰٪ تریپس‌ها را که در داخل خاک و مزرعه زمستان‌گذرانی می‌کنند از بین می‌برد و تناوب زراعی از روش‌های مناسب کنترل این آفت است. با توجه به این که ظهور حشرات کامل و پوره‌های تریپس گندم با برنامه کنترل شیمیایی سن گندم مصادف است، سمپاشی با سن گندم در کاهش جمعیت تریپس گندم نیز مؤثر است. در مناطقی که مبارزه با سن گندم انجام نمی‌شود، می‌توان از حشره‌کش دلتامترین برای کنترل تریپس استفاده کرد.

زنبور ساقه‌خوار غلات

زنبور ساقه‌خوار غلات از آفات درجه دو غلات محسوب می‌شود. لارو این زنبور پس از خروج از تخم، وارد ساقه شده و بافت داخلی ساقه را از بالا به پایین مورد تغذیه قرار می‌دهد. لاروها مانع رسیدن شیر گیاه به خوشه شده و باعث خشک شدن ساقه و خوشه می‌شوند. خوشه‌های صدمه دیده گاهی سفید و دانه‌ها پوک یا سبک می‌گردند به دلیل پوک شدن ساقه، بوته گندم با وزش ملایم‌ترین باد ورس می‌کند (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- زنبور ساقه‌خوار گندم

کنترل زنبور ساقه‌خوار غلات

کنترل زراعی بهترین روش برای کاهش جمعیت این حشره می‌باشد. در این میان انجام شخم با عمقی در حدود ۲۰ سانتی‌متر پس از برداشت محصول در کاهش تراکم جمعیت زنبور ساقه‌خوار غلات مؤثر است، زیرا کلش‌های حاوی لارو آفت به زیر خاک رفته و لاروها از بین می‌روند. همچنین برداشت سریع گندم، تناوب زراعی، آیش و عدم کاشت گندم و گندم به مدت دو سال نقش مهمی در کاهش جمعیت آفت دارد. کف بر کردن گیاه آلوده در مزرعه

باعث نابودی لارو در درون ساقه می‌شود. با توجه به این که این آفت ارقام زمستانه و زودرس را بیشتر مورد حمله قرار می‌دهد، با تغییر تاریخ کشت (کشت کَرپه) و یا کشت ارقام دیررس می‌توان تا حدودی میزان خسارت آن را کاهش داد. رقم گندم آزادی و رقم گندم والفجر نسبت به این آفت تا حدودی مقاوم بوده و کشت آنها در مناطقی که این زنبور جمعیت بیشتری دارد توصیه می‌شود. استفاده کافی از کودهای پتاسیم ضمن تقویت گندم باعث دوام و ایستادگی ساقه شده و خسارت آفت را کاهش می‌دهد. سمپاشی علیه سن مادر تراکم حشرات کامل زنبور ساقه-خوار گندم را نیز کاهش می‌دهد.

بیماری‌های مهم گندم و شیوه‌های کنترل آنها در ایران

بیماری‌های گیاهی متنوعی بر روی رشد و نمو گندم تأثیر می‌گذارد. برای تولید محصولات گواهی شده بایستی توجه جدی به مبارزه تلفیقی نمود. از جمله مهم‌ترین بیماری‌ها می‌توان به کوتولگی زرد جو و غلات، موزائیک رگه‌ای گندم، کوتولگی گندم، موزائیک ایرانی ذرت، موزائیک زرد نواری جو، بیماری رنگ زرد یا خطی گندم، بیماری سپتوریز برگ گندم، لکه خرمایی گندم، بادزدگی فوزاریوم سنبله گندم و ... در این دستورالعمل مورد بحث قرار گرفته است.

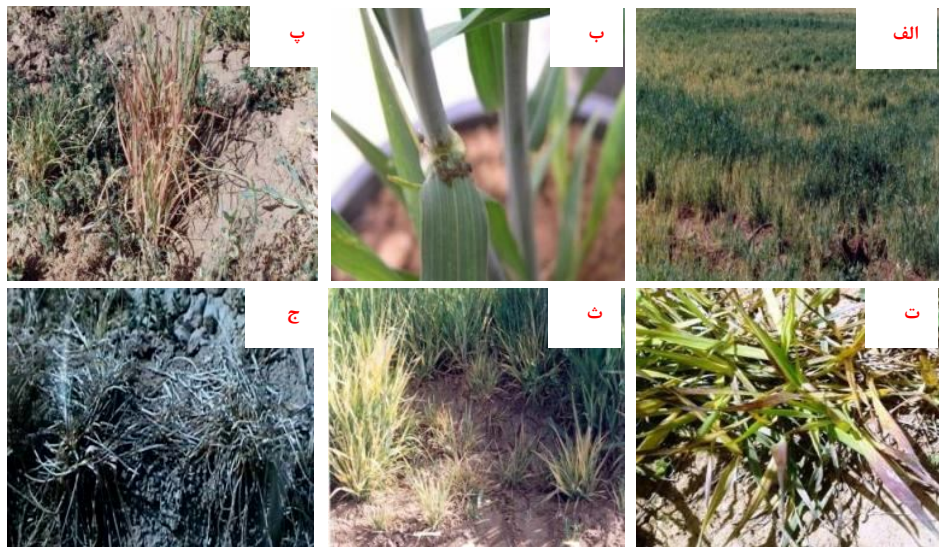
کوتولگی زرد جو و غلات: بیماری کوتولگی زرد مهم‌ترین و عمومی‌ترین بیماری ویروسی غلات است. عوامل متعددی در میزان خسارت و اهمیت اقتصادی بیماری نقش دارند که می‌توان به رقم، زمان آلودگی، سروتیپ‌های ویروس، تعداد حشره ناقل و شرایط محیطی اشاره کرد. بین وقوع بیماری کوتولگی زرد و کاهش عملکرد در گندم رابطه‌ای خطی وجود دارد. بطوری که ۱٪ افزایش در میزان وقوع بیماری منجر به کاهش عملکرد به میزان ۵۰-۲۰ کیلوگرم در هکتار در گندم است. بیماری کوتولگی زرد تقریباً در همه جای ایران پراکنده است. اما در مناطق سردسیر اهمیت ویژه‌ای دارد و خسارت آن بالاست، میزان آلودگی از کمتر از یک درصد تا ۱۰۰٪ بسته به تاریخ کشت در مزارع مشاهده می‌شود. میزبان‌های زراعی این ویروس‌ها شامل جو، ذرت، یولاف، برنج، چاودار، گندم نان، گندم دوروم، تربیتکاله و قیاق است. علائم بیماری بسته به زمان آلودگی و میزبان متفاوت است. اگر بوته در مرحله گیاهچه آلوده شود کم رشد و کوتوله باقی می‌ماند (شکل ۳۱- ت و ۳۱- ث). کاهش پنجه دهی، کاهش رشد ریشه و تغییر رنگ برگ از علائم بیماری است. در گندم زردی همراه با بنفش شدن برگ و در جو زردی برگ مشاهده می‌شود. در مناطق سردسیر اگر بوته گندم در پاییز آلوده شود مرگ زمستانه بوته (winterkilling) (شکل ۳۱- ج) به خاطر برهمکنش ویروس‌های عامل بیماری با یخبندان زمستانه رخ می‌دهد. بیماری کوتولگی زرد توسط دو گونه *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) و *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV) با چند سویه بویژه BYDV-PAV و CYDV-RPV ایجاد می‌شود. تاکنون از ایران سروتیپ‌های BYDV-PAV، BYDV-MAV، BYDV-RMV، BYDV-SGV و CYDV-RPV گزارش شده‌اند. ویروس‌های عامل کوتولگی زرد با بیش از ۲۵ گونه شته منتقل می‌شوند که مهم‌ترین آنها *Rhopalosiphum padi*، *Sitobion avenae*، *Schizaphis graminum* و *Metopolophium dirhodum* می‌باشند.

مهم‌ترین گونه ناقل این ویروس‌ها در دنیا *R. padi* است، در ایران نیز این گونه به عنوان ناقل اصلی این ویروس‌ها شناخته شد. هر سویه BYDV و CYDV با حداقل هفت گونه شته با کارایی مختلف منتقل می‌شود و کارایی گونه‌های شته در انتقال سروتیپ‌ها متفاوت است. سروتیپ‌های BYDV و CYDV به صورت پایا و چرخشی با شته‌ها منتقل می‌شوند. جمعیت شته‌ها از اواخر شهریور افزایش نشان می‌دهد و در اواسط مهر به حداکثر می‌رسد، با شروع یخبندان برخی گونه‌ها به طوقه و ریشه گندم و جو پناه برده و در بهار نیز تا اواسط خرداد در مزارع گندم و جو فعال‌اند.

کوتولگی گندم: ویروس کوتولگی گندم (*Wheat dwarf virus, WDV*) علاوه بر گندم و جو، یولاف و چاودار را نیز آلوده می‌کند. علائم بیماری کوتولگی همراه با زردی است (شکل ۳۱-الف). تفکیک علائم این بیماری با کوتولگی زرد جو مشکل است. در گندم تولید لکه‌های سبزرده تا قهوه‌ای در برگ‌ها است که ممکن است به هم پیوسته و تمام برگ را فراگیرند. این ویروس از تیره Geminiviridae و جنس *Mastrevirus* بوده و با زنجبرک سیکادالید *Psammotettix alienus* انتقال می‌یابد. دو سویه از WDV شامل سویه گندم (WDV-W) و سویه جو (WDV-B) گزارش شده است. این ویروس از استان‌های چهارمحال و بختیاری، فارس، گرگان، کرمان، ایلام، البرز، یزد، کرمانشاه، خراسان رضوی، تهران و اصفهان گزارش شده است. در استان چهارمحال و بختیاری بعد از ویروس‌های کوتولگی زرد جو و غلات مهم‌ترین ویروس گندم و جو است.

موزاییک رگه‌ای گندم: از میان ویروس‌هایی که در گندم تولید موزاییک می‌کنند، ویروس موزاییک رگه‌ای گندم (*Wheat streak mosaic virus, WSMV*) در سطح جهانی گسترده‌ترین و شایع‌ترین است. این ویروس از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، مازندران، گیلان، زنجان، اصفهان، کردستان، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، کرمان، فارس و کهگیلویه و بویراحمد گزارش شده است. علائم بیماری شامل کاهش رشد، ظهور لکه‌های موزاییک به صورت رگه‌ای، خطوط و نوارهای کلروتیک از خفیف تا شدید (شکل ۳۱-ب)، زردی و نکروز، ضعیف شدن و پوک شدن خوشه‌ها، چروک شدن بذر از علائم بیماری است. علاوه بر این ممکن است لوله شدن برگ‌ها، به دام افتادن خوشه و برگ‌های جوان در برگ قبلی نیز که از علائم کنه‌زدگی است مشاهده گردد. اگر گیاه در اوایل رشد (مرحله پنجه‌زنی) آلوده شود تقریباً هیچ رشدی نخواهد داشت و حالت چمنی پیدا خواهد کرد. ویروس موزاییک رگه‌ای گندم در طبیعت با کنه *Aceria tulipae* Keifer بطور گردشی (پایا) منتقل می‌شود. در ایران قیاق، ذرت، یولاف و جو و برخی علف‌های هرز به عنوان میزبان طبیعی ویروس گزارش شده‌اند. این ویروس تنها روی گندم خسارت اقتصادی وارد می‌کند. گندم میزبان ترجیحی کنه و نیز تکثیر ویروس است.

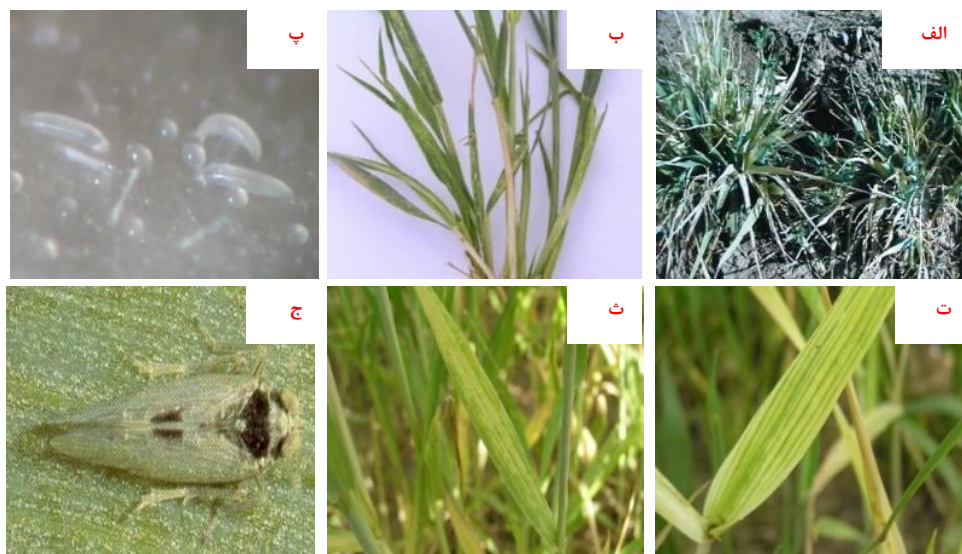
مهم‌ترین منبع برای بقاء و تکثیر ویروس گندم‌های خودرو است. ذرت و ارزن نیز از میزبانان اهلی حساس هستند و در تکمیل چرخه بیماری و بقای ویروس به عنوان میزبان تابستانی ویروس و کنه است. ویروس موزاییک رگه‌ای گندم بعد از ویروس کوتولگی زرد جو و کوتولگی گندم مهم‌ترین بیماری ویروسی گندم در مناطق خنک و معتدل ایران است (شکل ۳۱).



شکل ۳۱- الف- مزرعه گندم آلوده به بیماری‌های ویروسی، ب- کلنی شته *R. padi* ناقل غالب کوتولگی زرد، پ- علف‌های هرز میزبان و منبع پایداری ویروس‌های غلات، ت- علائم کوتولگی زرد در گندم ث- علائم کوتولگی زرد در جو و ج- مرگ زمستانه بوته‌های گندم ناشی از برهمکنش ویروس‌های کوتولگی زرد و سرمای زمستانه

موزاییک ایرانی ذرت: ویروس موزاییک ایرانی ذرت (*Maize Iranian mosaic virus, MIMV*) در استان‌های فارس، اصفهان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، کرمانشاه کردستان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، همدان، قزوین و کرمان وجود دارد. در برخی از مناطق ایران خسارت اقتصادی می‌زند و علاوه بر ذرت غلات دیگر نیز مانند گندم، جو، برنج، سودان گراس، دژگال و برخی علف‌های هرز گرامینه را آلوده می‌کند. علائم آن در گندم نیز به صورت خطوط و نوارهای سبزرده و زرد در برگ‌ها است. کاهش شدید رشد یکی از علائم بیماری است (شکل ۳۲- ت). در طبیعت این ویروس توسط زنجبرک‌های *Unkanodes tanasijevicei* و *Laodelphax striatellus* انتقال می‌یابد و رابطه ویروس و ناقلین آن از نوع پایای تکثیری است (شکل ۳۲).

موزاییک زرد نواری جو: ویروس موزاییک زرد نواری جو (*Barley yellow striate mosaic virus, BYSMV*) در برخی مناطق ایران از جمله استان فارس اهمیت دارد. در گندم در شرایط خنک، اولین علائم آلودگی در اوایل اردیبهشت و زمان شروع رشد ساقه هوائی به صورت روشن شدن برگ انتهائی ظاهر می‌شود. در معاینه نزدیک‌تر ممکن است خطوط یا نوارهای کوتاه سبزرده در برگ دیده شود (شکل ۳۲- ث). به تدریج علائم موزاییکی تشدید شده و برگ‌های جدید نیز این علائم را نشان خواهند داد. برگ پرچم ممکن است کاملاً زرد شود یا نوارهای زرد در آن به وجود آید. خوشه‌ها کوچک مانده و ممکن است به طور کامل یا بخشی عقیم شوند و به رنگ سفید درمی‌آیند (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- الف- علائم آلودگی به ویروس کوتولگی گندم، ب-علائم موزاییک رگه‌ای گندم، پ-پوره‌های کنه
A. tulipae، ت-علائم موزاییک ایرانی ذرت در گندم، ث-علائم موزاییک زرد نواری جو در گندم و ج- زنجبرک
L. striatellus ناقل اصلی موزاییک ایرانی ذرت و موزاییک زرد نواری جو

غیر از گندم و ارزن دمروباهی برخی گیاهان دیگر تیره غلات نیز به این ویروس مبتلا می‌شوند که از میان آنها می‌توان چاودار، ارزن خوشه‌ای، قیاق و جو را نام برد. ناقل این ویروس زنجبرک *Laodelphax striatellus* است. رابطه ویروس با ناقل از نوع تکثیری است و انتقال عمودی ویروس (از طریق تخم حشره به نسل‌های بعد) نیز امکان‌پذیر است. پراکنش این ویروس در اغلب مناطق ایران از جمله فارس، اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد، زنجان، خراسان رضوی، چهارمحال و بختیاری و کرمان به اثبات رسیده است.

از جمله روش‌های مدیریت این بیماری می‌توان موارد زیر را ذکر نمود.

۱- اقتصادی‌ترین روش کنترل بیماری‌های غلات استفاده از ارقام مقاوم است. تاکنون هیچ رقم از گندم و جو به عنوان مقاوم به همه بیماری‌های ویروسی بویژه به گروه ویروس‌های کوتولگی زرد جو و غلات گزارش نشده است، اما رقم کراس عدل به عنوان رقم کاملاً مقاوم به ویروس موزاییک رگه‌ای گندم است.

۲- ضدعفونی بذر با حشره‌کش‌های جذبی مانند ایمیداکلوپرید (گاچو) و تیمتوکسام (کروزیر) با نسبت یک در هزار، در کاهش بیماری‌های ویروسی گندم و جو و افزایش عملکرد دانه بسیار مؤثر است. میزان ۱۰۰ گرم (میلی لیتر) از یکی از سموم مذکور در ۱۰ لیتر آب حل شود و ۱۰۰ کیلوگرم بذر گندم یا جو را با این محلول تیمار گردد و پس از خشک شدن بذر کشت شود.

۳- تاریخ‌های مناسب کشت گندم و جو زمستانه به منظور پرهیز از آلودگی گیاه در مرحله گیاهچه به بیمارگرهای ویروسی دارای ناقل طبیعی برای این سه اقلیم به شرح جدول ۴۰ می‌توان توصیه کرد، بطوری که قابل استفاده مناطق هم اقلیم (بر اساس اقلیم‌بندی ایران با روش دکتر کریمی) در ایران باشد.

جدول ۴۰- تاریخ مناسب کشت گندم و جو (تاریخ اولین آبیاری) در برخی اقلیم‌های ایران بر اساس نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای در استان چهارمحال و بختیاری

اقلیم نیمه مرطوب معتدل سرد			اقلیم مرطوب معتدل سرد			اقلیم مرطوب کمی سرد		
میانگین دمای سالیانه (°C)	مجموع بارندگی سالیانه	تعداد روزهای یخبندان	میانگین دمای سالیانه (°C)	مجموع بارندگی سالیانه	تعداد روزهای یخبندان	میانگین دمای سالیانه (°C)	مجموع بارندگی سالیانه	تعداد روزهای یخبندان
۱۰-۱۲	۲۵۰-۵۰۰	۱۲۰-۱۴۰	۱۲-۱۵	۴۰۰-۶۰۰	۶۰-۸۰	۱۴-۱۸	۴۵۰-۶۰۰	۵۵-۷۰
تاریخ کشت مناسب			تاریخ کشت مناسب			تاریخ کشت مناسب		
گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم
۲۰ تا ۳۰ مهر	۱۵ تا ۲۵ مهر	۱۰ تا ۱۰ آبان	۲۰ مهر تا ۵ آبان	۵ تا ۱۵ آبان	۲۵ مهر تا ۱۰ آبان			

بیماری زنگ زرد یا خطی گندم

بیماری زنگ زرد یا خطی گندم با عامل *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در ایران است. به دلیل ظهور نژادهای جدید، این بیماری هرچند سال یکبار به صورت همه‌گیر (اپیدمی) در آمده و خسارت زیادی را به محصول گندم وارد می‌کند (شکل ۳۳). بر اساس آمارنامه کشاورزی طغیان زنگ زرد در سال ۱۳۷۲ باعث کاهش ۱/۵ میلیون تن از کل محصول تولیدی گندم (معادل ۱۲/۳ درصد خسارت) در سطح کشور شد. در سال ۱۳۸۵ نیز این بیماری در برخی مناطق غرب و شمال غرب کشور به صورت همه‌گیر ظاهر شده و خسارت قابل توجهی به محصول گندم آن مناطق وارد نمود. در مدیریت این بیماری استفاده از ارقام مقاوم و قارچ کش‌های مناسب جدید بیشترین اهمیت را دارند. بدین منظور قارچ کش‌های جدید آمیستاراکسترا 280 SC به مقدار ۰/۷۵ لیتر در هکتار و فالکن 460 EC به مقدار ۰/۶ لیتر در هکتار و ارقام مقاوم مانند پارسی، سیوند، بهار، میهن، مروارید، افلاک، دنا و بهرنگ قابل استفاده می‌باشند.



شکل ۳۳- نشانه‌های بیماری زنگ زرد روی برگ‌های گندم

برای مدیریت بیماری زنگ زرد از دستورات زیر بایستی پیروی نمود.

۱- کاشت ارقام مقاوم یا متحمل به بیماری، شامل ارقام زیر (معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر).

- پارسى و سیوند: ارقام گندم نان آبی مقاوم به زنگ سیاه و زنگ زرد، مناسب برای کشت در مناطق معتدل کشور

- بهار: رقم گندم نان آبی مقاوم به زنگ زرد و متحمل به زنگ قهوه‌ای، مناسب برای کشت در مناطق معتدل کشور

- سیروان و گنبد: ارقام گندم نان آبی نیمه مقاوم به زنگ زرد، سیاه و قهوه‌ای، مناسب برای کشت در مناطق معتدل کشور

- پیشگام، اروم، زارع و میهن: ارقام گندم نان آبی مقاوم به زنگ زرد و نیمه مقاوم به زنگ سیاه و قهوه‌ای، مناسب برای کشت در مناطق سرد کشور

- مروارید: رقم گندم نان مقاوم به زنگ زرد و نیمه متحمل به زنگ سیاه و قهوه‌ای، مناسب برای کشت در مناطق گرم و مرطوب شمال کشور

- افلاک: رقم گندم نان آبی مقاوم به زنگ زرد و نیمه مقاوم به زنگ قهوه‌ای، مناسب برای کشت در مناطق گرم و خشک جنوب کشور

- دنا و بهرنگ: ارقام گندم دوروم بترتیب مقاوم و نیمه مقاوم به زنگ زرد و سیاه، مناسب برای کشت در مناطق گرم و خشک جنوب کشور

- تک آب: رقم گندم نان دیم نیمه مقاوم به زنگ زرد، مناسب کشت در مناطقی از اقلیم سردسیر کشور که امکان یک و یا دو آب، برای آبیاری را دارند.

- کریم: رقم گندم نان دیم نیمه مقاوم به زنگ زرد و قهوه‌ای، مناسب کشت در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر

۲- رعایت تراکم مناسب کاشت و خودداری از کشت متراکم

۳- استفاده مناسب از کودهای شیمیایی

۴- کنترل علف‌های هرز میزبان بیماری

۵- در صورت لزوم سم‌پاشی مزارع (در وحله اول بصورت کانون کوبی) با استفاده از قارچ‌کش‌های زیر:

- آمیستار اکسترا (آزوکسی‌استروبین + سیپروکونازول) SC 28%، ۰/۷۵ لیتر در هکتار

- فالکن (تبوکونازول + تریادیمنول + اسپیروکسامین) EC 46%، ۰/۶ لیتر در هکتار

- آلتو (سیپروکونازول) SL 10%، ۰/۵ لیتر در هکتار

- فولیکور (تبوکونازول) EW 25%، ۱ لیتر در هکتار

- تیلت (پروپیکونازول) EC 25%، ۰/۵ تا ۱ لیتر در هکتار

- ایمپکت (فلوتریافول) SC 12.5%، ۱ لیتر در هکتار

- آرتنا (پروپیکونازول + سیپروکونازول) EC 33%، ۰/۳ لیتر در هکتار

به محض مشاهده آلودگی زنگ (شدت آلودگی حدود ۱۰ درصد روی برگ‌های پایینی و حدود ۵ درصد روی برگ پرچم) کانون کوبی یا سمپاشی مزرعه انجام شود.

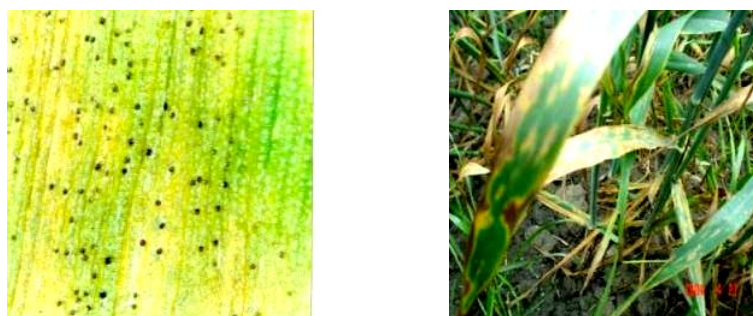
بیماری سپتوریوز برگ گندم

بیماری سپتوریوز برگ گندم که توسط قارچ *Zymoseptoria tritici* ایجاد می‌شود یکی از مهم‌ترین بیماری‌های لکه برگی گندم در دنیا است. این بیماری از بسیاری از مناطق کشت گندم با آب و هوای معتدل و دارای بارندگی در طول فصل رشد مثل سواحل مدیترانه، شرق و مرکز آفریقا، آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، مکزیک، بسیاری از کشورهای اروپایی، نیوزلند و استرالیا گزارش شده است. میزان خسارت این بیماری روی محصول گندم در صورت بروز اپیدمی و در شرایط مساعد محیطی ۵۰-۲۵ درصد در ارقام حساس گندم گزارش شده است. این بیماری در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۲۰ توسط پتراک (Petrak, 1941) از مناطق غله خیز کشور گزارش شد ولی چندان بیماری مهمی نبود. اما در سال‌های اخیر به دلیل استفاده از ارقام پاکوتاه و پرمحصول مکزیکی میزان خسارت این بیماری در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر گسترش یافته است. این بیماری در بعضی از مناطق کشور از جمله استان‌های فارس، خوزستان، گلستان و اردبیل (مغان) پس از زنگ زرد مهم‌ترین بیماری گندم محسوب می‌شود و در بعضی از سال‌ها که بارندگی‌های بهاره زیاد باشد و دمای محیط بین ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد به صورت اپیدمی شدید ظاهر می‌شود.

علائم بیماری به صورت لکه‌های قهوه‌ای آب‌سوخته که بعداً به رنگ قهوه‌ای متمایل به نقره‌ای تغییر رنگ می‌دهند و با هاله زرد رنگی احاطه می‌شوند دیده می‌شوند و معمولاً در طول رگبرگ‌ها امتداد می‌یابند. در داخل لکه‌های برگ اندام‌های سیاه رنگی که اصلاً پیکنید گفته می‌شوند تشکیل شده و شاخص مهمی برای تشخیص ظاهری بیماری سپتوریایی برگ گندم است (شکل ۳۴).

فرم جنسی این قارچ *Mycosphaerella graminicola* است که از رده آسکومیست‌هاست و تولید آسک و آسکوسپور می‌کند. اگرچه هر دو تیپ آمیزشی قارچ با استفاده از مارکرهای مولکولی در ایران شناسایی گردیده‌اند ولی تاکنون آسکوکارپ آن از ایران در طبیعت گزارش نشده است. در کشورهایی که فرم جنسی قارچ تشکیل می‌شود آسکوسپورهای زمستان‌گذران زادمایه اولیه قارچ محسوب می‌شوند و ایجاد بیماری می‌کنند. آسکوسپورها می‌توانند توسط باد در فواصل دور منتشر شوند. آلودگی‌های بعدی توسط پیکنیدیوسپورهای سوزنی شکلی که در داخل پیکنیدها قرار دارند انجام می‌گیرد. در هنگام بارندگی یا در صورت وجود شبنم در سطح برگ‌های آلوده از داخل پیکنیدها توده سفید متمایل به کرمی رنگی که اصطلاحاً اوز گفته می‌شوند و حاوی هزاران اسپور سوزنی شکل قارچ عامل بیماری است در سطح برگ تشکیل می‌شود. اسپورهای سوزنی شکل توسط قطرات باران و یا تماس برگ‌های آلوده باعث توسعه و انتشار بیماری می‌شوند. جمعیت‌های این قارچ در ایران دارای تنوع ژنتیکی زیادی هستند و این امر باعث شکسته شدن سریع مقاومت ارقام می‌گردد. نتایج تحقیقات اخیر در ایران نشان داد که گونه‌های مختلف *Zymoseptoria* در گرامینه‌ها، دارای دامنه میزبانی محدودی بوده و فقط روی میزبان‌های خود بیماریزا می‌باشند. گونه *Z. tritici* فقط روی میزبان‌های *Triticum aestivum*، *T. durum*، *T. compactum* و *T.*

dicoccum بیماری‌زا بود و باعث آلودگی سایر گرامینه‌های مورد آزمایش نشد. لذا فقط گونه‌های مختلف *Triticum* می‌تواند از نظر انتقال و شیوع بیماری مؤثر باشند. بنابراین در مناطق آلوده نبایستی گونه‌های فوق در تناوب با گندم معمولی قرار گیرند و همچنین از کشت متوالی ارقام حساس در مناطق آلوده بیماری بایستی اجتناب نمود.



شکل ۳۴- علائم بیماری سپتوریایی برگ گندم در مزرعه (راست)، تشکیل پیکنیدهای سیاه رنگ قارچ عامل بیماری در روی برگ (چپ)

- رعایت تناوب زراعی با گیاهان غیر گندمیان: با توجه به اینکه قارچ عامل بیماری روی بقایای گیاهی گندم زمستان‌گذرانی می‌کند، حفظ بقایای گیاهی در سیستم‌های کشاورزی حفاظتی ممکن است منجر به شیوع و گسترش بیماری گردد لذا رعایت تناوب با گیاهان غیرمیزبان و خودداری از کشت متوالی گندم برای کنترل بیماری توصیه می‌گردد.

- جمع‌آوری بقایای گیاهی در مناطق آلوده و معدوم نمودن آنها

- استفاده از قارچ کش‌هایی نظیر فلوزیلزول ۱۲/۵٪+ کاربندازیم ۲۵٪ (آلرت) SC ۳۷/۵٪ به میزان ۱/۲۵ لیتر در هکتار و ساپیروکونازول ۲۵٪+ پروپیکونازول (آرتنا) EC ۳۳٪ به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار. در صورتی که بیماری در آستانه خسارت اقتصادی (به محض ظهور بیماری در برگ پرچم) باشد و شرایط محیطی نظیر بارندگی‌های مکرر یا تشکیل طولانی مدت شبنم در سطح برگ‌ها و توأم با دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد فراهم باشد توصیه می‌گردد.

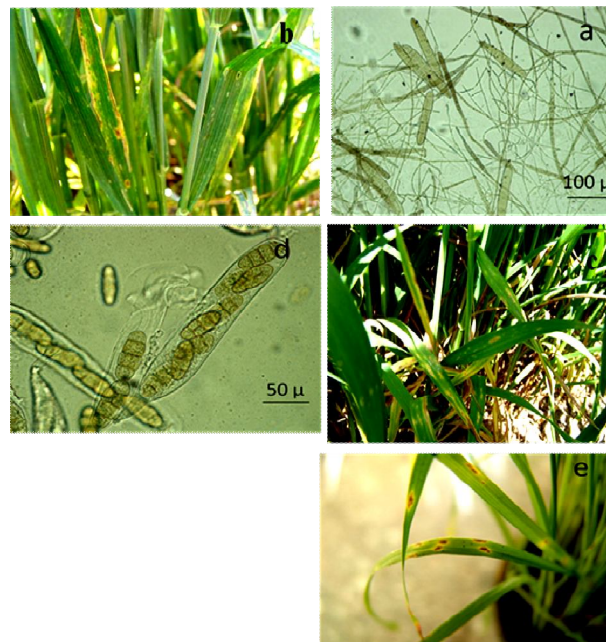
- استفاده از ارقام متحمل به بیماری نظیر مروارید، چمران، فرونتانا

- خودداری از مصرف بی رویه کودهای ازته .

بیماری لکه خرمایی گندم

عامل بیماری لکه خرمایی برگ گندم *Drechslera tritici-repentis* نخستین بار از مازندران گزارش گردید. عمده مناطق انتشار بیماری دو استان شمالی کشور گلستان و مازندران می‌باشند. متأسفانه ارقامی که در این مناطق کشت می‌شوند هرچند به بیماری‌هایی چون زنگ مقاومت دارند ولی تقریباً تمامی آنها نسبت به این بیماری حساس هستند. همه‌گیری بیماری در برخی مناطق به حدی است که گاهی یافتن مزرعه گندم فاقد علائم بیماری سخت است. لکه خرمایی گندم در استرالیا خسارتی برابر با ۲۱۲ میلیون دلار در سال وارد می‌کند. بطور میانگین این بیماری موجب کاهش عملکرد به میزان ۱۰-۵٪ می‌گردد، هرچند تحت شرایط مساعد، کاهش عملکرد به ۵۰٪ نیز

می‌رسد. کاهش عملکرد به دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده برگ می‌باشد که نهایتاً مانع پرشدن دانه و موجب کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد. این بیماری همچنین چروکیدگی بذر و کاهش تعداد دانه در سنبله را موجب می‌گردد. تغییر رنگ بذر عمدتاً به صورت لکه‌های قرمز تیره و نیز سیاه شدن نوک بذر از عوارض دیگر بیماری است که موجب افت کیفیت می‌گردد. مشخصه اصلی این جنس قارچ، داشتن اسپوره‌های سیلندری چندسلولی است که قادر به جوانه‌زدن از تمام سلول‌ها می‌باشد و ویژگی اصلی گونه *D. tritici-repentis* داشتن یک سلول انتهایی مخروطی شکل (شبیه سرمار) در قسمت پایه می‌باشد (شکل ۳۵a). قارچ در مرحله زادآوری جنسی تولید سودوتسیوم‌هایی می‌کند که با پاره شدن آنها تعداد زیادی آسک و آسکوسپور (شکل ۳۵d) آزاد می‌شوند. علائم بیماری‌های لکه برگ‌گی گندم در مزرعه بصورت کمپلکس هستند (شکل ۳۵b و ۳۵c) و گاهی این علائم شبیه به هم بوده و کار تشخیص دقیق عامل بیماری در مزرعه را مشکل می‌سازد. آلودگی و علائم بیماری در تمامی مراحل رشد و نمو گندم مشاهده می‌شود. علائم بیماری بسته به نژاد عامل، ژنوتیپ میزبان و شرایط محیطی فرق می‌کند. علائم بیماری عموماً شامل لکه‌های کوچک قهوه‌ای می‌باشند که بتدریج توسعه یافته و بصورت زخم‌های بیضی شکل خرمایی رنگ با هاله‌ای زرد رنگ در اطراف آن ظاهر می‌شود (شکل ۳۵e). بذور گندم آلوده به عامل بیماری به رنگ صورتی مایل به قرمز و در نوک سیاه رنگ دیده می‌شوند. قوه نامیه بذور آلوده پایین و چروکیده هستند. گیاهان آلوده به عامل بیماری کوتاه‌تر بوده و وزن آنها هم کمتر از گیاهان سالم است. در موارد شدت بیماری تعداد پنجه، تعداد بذر و اندازه بذر کاهش می‌یابد. در ارقام مقاوم زخم توسعه نمی‌یابد ولی در ارقام حساس زخم‌های کلروتیک و یا نکروتیک وسیع روی برگ قابل مشاهده است.



شکل ۳۵- اندام‌های باردهی جنسی و غیرجنسی قارچ *Pyrenophora tritici-repentis* و نشانه‌های بیماری لکه‌خرمایی حاصل از این قارچ. (a) کنیدیوم و کنیدیوفور. (b و c) مزارع آلوده به بیماری. (d) آسک‌ها و آسکوسپورها. (e) نشانه بیماری روی برگ گندم رقم بولانی بعد از مایه زنی گیاه با آسکوسپورها

چرخه زندگی قارچ عامل بیماری لکه‌خرمایی شامل مرحله جنسی و غیرجنسی می‌باشد. بقای قارچ بصورت پوده‌زی روی بقایای گیاهان آلوده و علف‌های هرز مزارع گندم و نیز بذور آلوده است. سودوتسیوم‌ها بقای قارچ را فراهم می‌کند. آسکوسپورها به عنوان زادمایه (اینوکولوم) اولیه عمل می‌کنند و می‌توانند به گیاهچه‌های گندم نفوذ و زخم‌هایی روی گیاه تولید نمایند. انتشار آسکوسپورها عموماً تحت شرایط رطوبتی زیاد و در شب اتفاق می‌افتد. انتشار آسکوسپورها با باد فقط در فاصله‌های کوتاه صورت می‌گیرد و بنابراین موجب همه‌گیری‌های ناحیه‌ای می‌شود. به دنبال آلودگی اولیه روی گیاه حساس، زخم‌ها توسعه پیدا کرده و تولید کنیدیوفور و کنیدیوم می‌کنند که به عنوان زادمایه ثانویه عمل می‌کنند. تولید کنیدیوم با بارندگی و رطوبت شبانه تشدید می‌شود. عامل بیماری برای اسپورزایی نیازمند سیکل‌های روشنایی و تاریکی است. کنیدیوفورها در طول روز و کنیدیوم‌ها در شب تولید می‌شوند. هرچند بهترین دما برای تولید کنیدیوفور و کنیدیوم 21°C است ولی این پدیده در دامنه $10-31^{\circ}\text{C}$ نیز اتفاق می‌افتد. تحت شرایط بارندگی و رطوبت زیاد محیط، چرخه‌های متعددی از تولید کنیدیوم و رها شدن آن اتفاق می‌افتد و منجر به همه‌گیری سریع بیماری می‌شود. باد مهم‌ترین عامل برای پراکنش کنیدیوم است. چرخه‌های تولید کنیدیوم در شرایط بهینه اسپورزایی قارچ هشت روز یک بار است.

بیماری لکه‌خرمایی گندم بذرزاد نیز می‌باشد و بذور آلوده مشخصاً صورتی به نظر می‌رسند و قارچ عامل عمدتاً بصورت میسلیم با دیواره ضخیم درون پریکارپ بذر قابل ردیابی است.

جهت مدیریت بیماری مجموعه‌ای از روش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد، که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- کاربرد ارقام مقاوم که اقتصادی‌ترین، ایمن‌ترین، مؤثرترین و پایدارترین روش کنترل آفات و بیماری‌های گندم است. ولی تاکنون رقم مقاومی به این بیماری در کشورمان معرفی نشده است. طبق بررسی‌های صورت گرفته ارقام گندم نان که هگزاپلوئید بوده و در شمال کشور بصورت غالب کشت می‌شود، جزو ارقامی هستند که غالباً توسط مؤسسات تحقیقاتی بین‌المللی و به خصوص سیمیت ارائه می‌شود. این ارقام هر چند مقاومت‌های قابل توجهی نسبت به سایر بیماری‌ها از جمله زنگ‌ها دارند ولی نسبت به این بیماری حساس می‌باشند و لذا بیماری در مناطق زیر کشت این ارقام بصورت اپیدمی درآمده است. طبق بررسی‌های انجام شده نژاد غالب عامل بیماری در کشور نژاد یک می‌باشد؛ لذا این نژاد در اولویت بررسی مقاومت ارقام نسبت به آن قرار می‌گیرد. در بررسی‌های اولیه نژاد دو نیز بصورت محدود در برخی مناطق مورد بررسی شناسایی شده که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد نظر قرار گیرد.

۲- تناوب زراعی با گیاهان غیرمیزبان؛ طبق بررسی‌های صورت گرفته تناوب با سورگوم به مدت یک سال می‌تواند به اندازه یک شخم در کاهش بیماری مؤثر باشد. هرچند ذرت میزبان این قارچ نیست ولی کاشت این گیاه در تناوب با گندم می‌تواند باعث شیوع بیماری اسکب گندم گردد که در مناطق شمالی کشور ما نیز شیوع بالایی دارد. کلزا، یونجه و سیب‌زمینی نیز از جمله گیاهان غیرمیزبان قارچ به حساب می‌آیند. آیش یک ساله نیز به طور معنی‌داری در کاهش بیماری مؤثر است.

۳- شدت بیماری لکه خرمایی گندم با میزان بقایای آلوده گندم در مزرعه ارتباط دارد. در گذشته کشاورزان بقایا را پس از برداشت می‌سوزاندند، بنابراین بیماری همواره تحت کنترل بود. شخم عمیق موجب کاهش بیشتر

بیماری می‌شود، هرچند از بین بردن بقایا موجب فرسایش خاک و از دست رفتن رطوبت زمین می‌شود که با اصول کشاورزی حفاظتی مغایرت دارد. کشاورزی حفاظتی علی‌رغم محاسن زیادی که داشته طی سال‌های اخیر موجب افزایش شدت بیماری لکه خرمایی گندم در بسیاری از مناطق دنیا شده است. در حال حاضر کشاورزی حفاظتی در مناطق شمالی کشور اجرا نمی‌شود ولی با توجه به استقبال روزافزون از این نوع شیوه کشت و کار باید مراقب کاربرد آن در مناطق آلوده به بیماری لکه خرمایی بود.

۴- کنترل شیمیایی بیماری زمانی که قیمت گندم ارزان باشد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست ولی مانع از گسترش بیماری به مناطق جدید خواهد شد. طبق بررسی‌های صورت گرفته در کشور کاربرد قارچ کش‌های فالکن (Falcon) با فرمولاسیون EC 460 به میزان ۰/۷۵ لیتر در هکتار و ناتئو (Nativo) با فرمولاسیون WG 750 به میزان ۱/۲۵ لیتر در هکتار در مرحله برگ پرچم و در شرایط همه‌گیری تأثیر معنی‌داری در کاهش آلودگی داشته است. همراه بودن بیماری لکه‌خرمایی گندم با سایر بیماری‌های لکه برگ با عواملی از قبیل استاگنوسپورا، زایموسپتوریا و بایپولاریس و نیز با برخی قارچ‌های بیوتروف از قبیل زنگ‌ها و سفیدک‌ها موجب شده مدیریت بیماری قدری پیچیده و سخت باشد. بهتر است در صورت امکان مبارزه شیمیایی بصورت همزمان و با قارچ کش‌های مناسب صورت گیرد.

۵- هرچند بیماری هرساله در دو استان شمالی کشور مشاهده می‌شود ولی طبق بررسی‌های صورت گرفته تاکنون بیماری در سایر استان‌های کشور مشاهده نشده است که این می‌تواند به دلیل فراهم نبودن شرایط اقلیمی در سایر مناطق کشور باشد. لذا با توجه به شیوع بیماری در استان‌های گلستان و مازندران، انتقال بذور باید با رعایت اصول و قوانین قرنطینه و با دقت و حساسیت زیادی از این مناطق به سایر مناطق انجام گیرد. بخصوص که بدلیل مرغوب بودن گندم گلستان جابجایی و انتقال بذر از این استان رایج است. عامل بیماری لکه‌خرمایی گندم بذرزاد نیز است و می‌تواند به راحتی به سایر مناطق کشور منتقل شود و در صورت بروز شرایط اقلیمی مساعد موجب بروز و گسترش بیماری گردد. ضد عفونی بذور صرفاً برای این بیماری توصیه نمی‌گردد ولی برای حفاظت در کنار سایر بیماری‌های بذرزاد گندم، تیمار بذور قبل از کشت با قارچ‌کش‌های مناسب از جمله دیفنوکونازول FS3% (یک در هزار)، کربوکسین-تیرام FL40% (دو در هزار) و تری تیکونازول FS20% (۰/۲ در هزار) قابل توصیه می‌باشد.

۶- از آنجایی که علف‌های هرز و گندم‌های خودرو می‌توانند به عنوان منابعی برای نگهداری و ذخیره قارچ باشند، لذا جمع آوری و مدیریت آنها در کاهش جمعیت عامل بیماری بسیار تأثیرگذار است.

۷- مصرف متعادل کود و پرهیز از کشت متراکم گیاه؛ مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و تراکم زیاد کاشت، موجب افزایش رطوبت و شیوع بیشتر بیماری است.

بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم

بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله (بلایت یا اسکب) یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم و جو در دنیا است که در مناطق مرطوب کشور ما (نظیر مازندران، گلستان و مغان) نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. شیوع گسترده‌ی بیماری در مزارع گندم استان‌های شمالی کشور در اوایل دهه ۷۰، خسارت زیادی را به محصول وارد نمود. یکی از جنبه‌های اهمیت این بیماری این است که دانه‌های مبتلا به بادزدگی می‌توانند حاوی مایکوتوکسین (نظیر DON یا

دی اکسی نیوالنول، فوزاریک اسید و ...) باشند و بیماری‌هایی را در انسان و دام بوجود آورند. این بیماری بوسیله چندین گونه از قارچ فوزاریوم به‌وجود می‌آید و مهم‌ترین گونه شناخته شده در دنیا و ایران، *Fusarium graminearum* می‌باشد. این بیمارگر از دامنه‌ی میزبانی وسیعی برخوردار بوده، یکی از میزبان‌های مهم زراعی آن در کشور، ذرت می‌باشد که به‌صورت کشت بهاره (یا تابستانه) در تناوب با گندم قرار می‌گیرد.

در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۵۶ این بیماری توسط ارشاد از مزارع دشت ناز ساری گزارش شد و در سال زراعی ۷۲-۱۳۷۱ میزان خسارت این بیماری در بعضی مزارع استان گلستان بیش از ۸۰ درصد محصول گزارش شد و در سال ۱۳۷۵ استان‌های جنوبی کشور شامل استان‌های هرمزگان و جنوب فارس نیز به این بیماری آلوده شدند که میزان خسارت وارده به محصول بسیار زیاد و قابل توجه بوده است (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۲). علائم بیماری شامل سوختگی (بادزدگی) تمام یا قسمتی از سنبله‌ی گندم است که از مرحله‌ی گلدهی تا رسیدگی ظاهر می‌شود (شکل ۳۶). در هوای مرطوب ناشی از بارندگی، سفید یا نارنجی شدن بخش‌های آلوده (در اثر تولید اسپورهای قارچ) اتفاق می‌افتد (شکل ۳۷). دانه‌های حاصل از سنبله‌های آلوده، سبک، چروکیده و غالباً خاکستری تا صورتی رنگ بوده، کاهش عملکرد و وزن دانه‌ها نیز مشاهده می‌شود. در صورت کشت بذر آلوده به بیمارگر، مرگ و زردی گیاهچه‌ها در مزرعه نیز می‌تواند ایجاد شود.



شکل ۳۶- خشک شدن سنبله از علائم بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم



شکل ۳۷- سفید شدن قسمت میانی سنبله گندم آلوده به بیماری بادزدگی فوزاریومی

قارچ بیمارگر در دانه‌های آلوده (سطح و درون بذر) و بقایای محصول (در خاک) باقی می‌ماند و ماندگاری قابل توجهی در بقایای ذرت دارد. انتشار بیمارگر نیز از طریق اسپورهای هوازا با جریان‌های هوا (تا فاصله‌های دور)،

جابه‌جایی خاک و بقایای گیاهی و بذور آلوده انجام می‌شود. این بیماری از جمله بیماری‌هایی است که آغاز آن بستگی به مرحله‌ی رشد گیاه میزبان دارد، بدین معنی که قارچ بیمارگر جهت ورود به بافت‌های داخلی گل گندم، نیازمند وجود یک بستر و منبع غذایی بنام بساک پرچم‌ها است. آسکوسپوره‌های قارچ بر روی بساک‌های خارج شده از سنبله (در دوره گل‌دهی گندم) فرود می‌آیند و آنها را کلنیزه کرده، از مواد غذایی موجود در بساک‌ها برای رشد و توسعه خود استفاده می‌کنند. سپس قارچ از طریق میله‌ی پرچم، خود را به داخل گل می‌رساند و دانه‌ی در حال تشکیل را مورد حمله قرار می‌دهد. این وابستگی شدید فعالیت بیمارگر به دوره‌ی خاصی از رشد و نمو گیاه، در مورد بیماری‌های دیگری نظیر پوسیدگی اسکروتینیایی ساقه‌ی کلزا نیز دیده می‌شود. بر اساس این اطلاعات، پنجره‌ی آلودگی بیماری از ابتدای گل‌دهی گندم (مرحله رشدی ۶۱ زادوکس) که همراه ظاهر شدن بساک پرچم‌ها بر روی سنبله‌هاست، آغاز می‌شود و تا پایان دوره‌ی گل‌دهی (مرحله رشدی ۶۹ زادوکس) ادامه پیدا می‌کند.

قارچ عامل بیماری، علاوه بر گندم به سایر گندمیان نظیر جو، ذرت، گندمیان هرز، یولاف زراعی و چاودار حمله کرده، آنها را آلوده می‌سازد.

برای مدیریت بیماری فوزاریوز سنبله گندم از روش‌های زیر می‌توان استفاده نمود:

– **استفاده از ارقام مقاوم:** از ارقام و لاین‌های موجود در مناطق مختلف کشور، N-80-19 (ERWYTN-8019) نیمه حساس تا حساس؛ دریا، مغان، آرتا، لاین ۱۷ (URWYT-8217)، زاگرس، کریم و N-87-20 (ERWYTN-) 8720 نیمه حساس؛ مروارید، کوه‌دشت و لاین A (URWYT-8211) نیمه مقاوم هستند.

تمیز و بوجاری کردن بذور: دانه‌های بیمار به صورت چروکیده در آمده و وزن آنها نسبت به دانه‌های سالم کاهش پیدا می‌کند. این نکته می‌تواند در تفکیک دانه‌های سالم از بیمار با استفاده از بوجاری به کار آید.

ضد عفونی بذر با قارچکش: نظیر راکسیل (۱/۵ کیلوگرم برای ۱۰۰۰ کیلوگرم بذر) برای جلوگیری از بادرزگی گیاهچه

مدیریت بقایای گیاهی: از آنجایی که بقای قارچ بیمارگر در بقایای گیاهی آلوده، به‌خوبی حفظ می‌شود، سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی، نظیر عدم خاک‌ورزی یا خاک‌ورزی کمینه برای مزارع دارای مشکل بیماری فوزاریوز سنبله مناسب نبوده و لازم است یکی از روش‌های مدیریت بقایا نظیر شخم و دیسک جهت دفن کردن بقایای آلوده در نظر گرفته شود.

تناوب محصول: از کاشت گیاهان خانواده غلات بعد از گندم، باید به شدت اجتناب شود. در مناطقی که گیاه ذرت به عنوان کشت تابستانه در نظر گرفته می‌شود، خطر بروز طغیان بیماری در زراعت گندم وجود دارد. تناوب گندم با گیاهان غیرمیزبان نظیر کلزا و باقلا، توصیه می‌شود.

کنترل شیمیایی: سم پاشی مزرعه در مرحله گلدهی با قارچ کش‌هایی نظیر آلتوکمبی (SC 42%) با دوز نیم لیتر در هکتار، رکس دو (SC 41.8%) با دوز نیم لیتر در هکتار و فالکن (EC 460) با دوز ۰/۶ لیتر در هکتار.

مناسب‌ترین زمان سم‌پاشی از ابتدای گل‌دهی گندم (مرحله‌ی رشدی ۶۱ زادوکس) که همراه با ظاهر شدن بساک پرچم‌ها بر روی سنبله‌هاست، تا پایان دوره‌ی گل‌دهی (مرحله‌ی رشدی ۶۹ زادوکس) است.

توصیه‌هایی برای افزایش کارایی سمپاشی: زمان مناسب سم پاشی در طول روز، صبح یا عصر می‌باشد. سم پاشی در این موقع، باعث بهره‌گیری از شب‌نم موجود در روی گیاه به عنوان آب اضافی شده، احتمال بادبردگی سم را کاهش می‌دهد و خطر گیاه سوزی ناشی از تابش مستقیم آفتاب نیز کاهش می‌یابد.

- در مورد گندم دوروم و جو، جهت ایجاد پوشش یکنواخت بر روی سنبله و کنترل بهتر بیماری، حجم محلول سمی را بیشتر در نظر بگیرید.

- مناسب‌ترین زمان مبارزه در گیاه جو، مرحله رشدی ۵۵ تا ۵۷ زادوکس (زمان خروج ۵۰ تا ۷۰ درصد سنبله‌ها) است.

- از یک مویان مناسب نظیر سیتوگیت (با دوز نیم در هزار) به همراه قارچ‌کش توصیه شده، استفاده نمایید.

- سم‌پاشی گندم در زمان یادشده، در مزارعی که تا آن موقع سم‌پاشی نشده‌اند، برای کنترل بیماری‌های برگ‌گی نیز مؤثر خواهد بود.

کنترل شیمیایی مبتنی بر مدل‌های پیش آگاهی: از آنجایی که علایم بیماری در زمانی ظاهر می‌شود که امکان کنترل بیماری تقریباً وجود ندارد، و لذا تنها راه کنترل بیماری، سم‌پاشی مزرعه در زمان گلدهی، یعنی حداقل ۷-۱۰ روز قبل از ظهور علایم است، بنابراین مدل‌های متعددی در کشورهای مختلف دنیا برای پیش‌آگاهی بیماری و تعیین نیاز (یا عدم نیاز) به سم پاشی ارائه شده است.

شیوه‌های کنترل علف‌های هرز (مالچ، سموم بیولوژیک، مبارزه زراعی و مکانیکی)

علف‌های هرز از مهم‌ترین عوامل اثرگذار در کمیت و کیفیت گندم هستند که در صورت عدم کنترل، محصول گندم را به شدت کاهش می‌دهند. در مزارع گندم کشور متجاوز از ۴۰۰ گونه علف هرز متعلق به ۴۴ خانواده گیاهی وجود دارد که ۷۴ درصد این گونه‌ها در شش خانواده گیاهی قرار دارند (جدول ۴۱ و شکل ۳۸).

جدول ۴۱- فهرست علف‌های هرز مزارع گندم در کشور

نام فارسی	نام علمی	پراکندگی	اهمیت
علف‌های هرز پهن برگ یکساله			
گل آتشین	<i>Adonis aestivalis</i> L.	سردسیری و معتدل مرکزی	**
وایه	<i>Ammi majus</i> L.	گرمسیری	**
آناگالیس	<i>Anagalis arvensis</i> L.	سراسری	***
گاوزبان کوچک	<i>Anchusa ovata</i> Lehm.	سراسری	**
قدومه	<i>Alyssum hirsutum</i> M.B.	سردسیری و معتدل مرکزی (اراضی دیم)	*
بابونه	<i>Anthemis altissima</i> L.	غرب - فارس	***
بابونه	<i>Anthemis pseudocotula</i> Boiss.	غرب - فارس	***
پیازی	<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav.	سیستان و بلوچستان	**
چسبوندک، بادرنجیویه، برگ‌زیر	<i>Asperugo procumbens</i> L.	مرکزی و خراسان	**
اسفناج وحشی	<i>Atriplex hastata</i> L.	مناطق کویری	***

ادامه جدول ۴۱- فهرست علف‌های هرز مزارع گندم در کشور

نام فارسی	نام علمی	پراکندگی	اهمیت
اسفناج وحشی	<i>Atriplex tataricum</i> L.	سراسری	**
کلم وحشی، کلم واژگون	<i>Brassica deflexa</i> L.	سراسری	****
خردل سیاه	<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch	سراسری	***
چتر گندمی	<i>Bupleurum croceum</i> Fenzl.	غرب کشور	***
گوش خرگوشی	<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	سردسیر و معتدل مرکزی (غرب کشور)	**
کیسه کشیش	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	سردسیر معتدل مرکزی و گرمسیری (غرب و مرکز)	****
تاتاری	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	سراسری	***
سرشکافته	<i>Cephalaria syriaca</i> (L.) Roemer&Schults	سردسیری و معتدل مرکزی (غرب کشور)	***
دانه مرغ	<i>Cerastium dichotomum</i> L.	اغلب مناطق، کم تراکم	****
سلمک	<i>Chenopodium album</i> L.	اغلب مناطق به جز معتدل شمال	****
سلمک مورال-گوراگو	<i>Chenopodium murale</i> L.	سراسری	****
جلنگو، خردل آبی فام	<i>Chorispora tenella</i> (Pall.) DC.	اغلب مناطق	***
گوش فیلی	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dum./Andr.	تهران، البرز، خراسان، آذربایجان	**
زبان در قفا	<i>Consolida orientalis</i> Shorod.	سردسیر و معتدل مرکزی	**
خاکشیر معمولی	<i>Descurainia sophia</i> (L.)	سردسیر و معتدل مرکزی (فارس، تهران)	****
خار ترشک	<i>Emex spinosa</i> (L.) Campd.	اغلب مناطق	***
سوزن چوپان	<i>Erodium cicutarium</i> (L.)	هرمزگان، فارس	***
منداب	<i>Eruca sativa</i> Miller.	معتدل مرکزی و گرمسیری	**
خاکشیر بدل	<i>Erysimum repandum</i> L.	آذربایجان	***
کله گنجشکی	<i>Euclidium syriacum</i> (L.) R. Br.	مناطق مرکزی و سردسیر	**
فرفیون (شیرسگ)	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	اغلب مناطق	***
شاه تره ایرانی	<i>Fumaria vaillantii</i> Loisel.	بسیاری مناطق	****
بی تی راخ	<i>Galium tricornutum</i> Dandy.	اغلب مناطق	****
شمعدانی وحشی	<i>Geranium tuberosum</i> L.	مناطق سردسیر	***
شقاییق	<i>Glaucium</i> spp.	اردبیل، مرکز	**
ناخنک	<i>Goldbachia leavigata</i> DC.	اغلب نقاط کم آب	****
خردلی (خردل کاذب)	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lag	فارس، مغان	*
شاه تره ای	<i>Hypecum pendulum</i> L.	اغلب نقاط	**
گاو چاق کن (یک و دو ساله)	<i>Lactuca serriola</i> L.	سراسری	**
غربیلک سفید	<i>Lamium album</i> L.	برخی مناطق	*
غربیلک	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	اغلب نقاط	****
خلر	<i>Lathyrus aphaca</i> L.	سردسیر و معتدل مرکزی	***
خلر	<i>Lathyrus inconspicuus</i>	غرب، کهکلیویه	**
ارشته خطایی گل عروس	<i>Lepyrodichlis holosteoides</i> (C.A.Mey) Fenzl.	آذربایجان، تهران	***
سگ دندان	<i>Lisaea heterocarpa</i> (DC.) (Boiss)	سردسیری (غرب کشور)	***
سگ دانه وحشی	<i>Lithospermum arvense</i> L.	غیر از مناطق جنوبی در سایر مناطق	***
شبوی صحرایی ماهوشاه	<i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.	معتدل مرکزی (مناطق کم آب)	****
پنیرک	<i>Malva parviflora</i> L.	اغلب مناطق به جز سردسیر (خوزستان، جیرفت، ایلام)	****
کمند	<i>Myagrum perfoliatum</i> L.	معتدل مرکزی (اصفهان، مغان و غیره)	**
آجیل مزرعه	<i>Neslia apiculata</i> Fisch. C.A.Mey&Ave-Lall.	معتدل مرکزی	**
نوناً	<i>Nonnea caspica</i> (Willd) G.Don.	اغلب نقاط	*
شقاییق	<i>Papaver Dubium</i> L.	سردسیری و معتدل مرکزی	***

ادامه جدول ۴۱- فهرست علف‌های هرز مزارع گندم در کشور

نام فارسی	نام علمی	پراکندگی	اهمیت
هفت بند	<i>Polygonum aviculare</i> L.	اغلب نقاط	*****
آلاله	<i>Ranunculus arvensis</i>	اغلب نقاط	**
تربچه وحشی	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	اغلب نقاط به جز سردسیری	**
شلمی	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	معتدل مرکزی و معتدل شمالی	*****
گل عروسک	<i>Roemeria refracta</i> D.C.	منطقه کوهستانی	***
سوزن چوپان	<i>Scandix pecten</i> L.	تهران، البرز، کرمانشاه، آذربایجان	***
شور	<i>Salsola kali</i> L.	اغلب مناطق به جز سردسیری (اراضی شور و کم آب)	***
دم عقربی	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	خوزستان، هرمزگان، ایلام	**
پیر گیاه	<i>Senecio vulgaris</i> L.	مرکز	***
کوزه قلیانی	<i>Silene conoidea</i> L.	سردسیری و معتدل مرکزی	*****
خردل وحشی	<i>Sinapis arvensis</i> L.	اغلب مناطق (میان‌دواب، گنبد، مغان)	*****
خاکشیر تلخ	<i>Sisymbrium irio</i> L.	معتدل مرکزی	***
نوعی خاکشیر	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	مناطق پرآب	***
شیر تیغک	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	سراسری	**
افتانی	<i>Spergula</i> sp.	خوزستان، ایران‌شهر	*
گندمک	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	معتدل مرکزی و معتدل شمالی	***
شورکاکلی (سیاه شور کمانی)	<i>Suaeda altissima</i> L.	معتدل شمالی (فارس، مغان)	***
شورکاکلی	<i>Suaeda arcuate</i> Bge.	اراضی شور کم آب	*****
قدومه	<i>Thlaspi arvensis</i> L.	مناطق دیم سردسیر	**
ماستونک، گیس چسبک	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	سردسیری و معتدل مرکزی	*****
جغجغک	<i>Vaccaria grandiflora</i> (Fisch.ex DC.) Jaub&Spach.	اغلب نقاط بجز معتدل شمالی	***
سبزاب پایتالی	<i>Veronica hederifolia</i> L.	نقاط مرطوب	***
سبزاب ایرانی	<i>Veronica persica</i> Poir.	نقاط مرطوب	***
ماشک پهن برگ	<i>Vicia narbonensis</i> L.	پراکنده غرب	***
ماشک	<i>Vicia villosa</i> Roth.	پراکنده	*****
علف‌های هرز باریک برگ یکساله			
گندم نیا	<i>Aegilops cylindrica</i> Host.	مازندران، فارس	**
دم روباهی کشیده	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	اغلب مناطق	*****
یولاف وحشی بهاره	<i>Avena fatua</i> L.	مناطق معتدل و گرم	*****
یولاف وحشی زمستانه	<i>Avena ludoviciana</i> Dur.	اغلب مناطق به جز گرمسیری	*****
گیامستک	<i>Bromus commutatus</i> Schrad.	سیستان و بلوچستان	***
جوهمیش	<i>Bromus tectorum</i> L.	مناطق مرکزی و جنوبی	***
بروموس	<i>Bromus danthoniae</i> Thrin.	مناطق مختلف	**
علف پشمکی (جوموشی)	<i>Bromus japonicus</i> Thunb.	بلوچستان، اصفهان، یزد	***
چمن غاز	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	فارس	**
علف نرمو، علف عشق چمنی	<i>Eragrostis poaeoides</i> P.Beauv.	پراکنده	*
جو وحشی	<i>Hordeum murinum</i> Am.	اغلب نقاط	**
جودره	<i>Hordeum spontaneum</i> C. Koch.	فارس، خراسان	*****
چچم سخت	<i>Lolium rigidum</i> Gaud.	مناطق مختلف	*****
چچم، گیج دانه، مسکر	<i>Lolium temulentum</i> L.	مناطق مختلف	***
پارافولیس - دم ماری	<i>Parapholis incurve</i> (L.) C.E.Hubb	گنبد کاووس	**
دانه قناری کوتاه سنبل	<i>Phalaris canariensis</i>	مناطق مختلف	*****

ادامه جدول ۴۱- فهرست علف‌های هرز مزارع گندم در کشور

نام فارسی	نام علمی	پراکندگی	اهمیت
خونی واش دانه درشت	<i>Phalaris brachystachys</i> Link.	مناطق خزری، خوزستان، ایلام	****
دانه قناری (خونی واش، بذرك)	<i>Phalaris minor</i> Retz.	اغلب نقاط	*****
دانه قناری غیر عادی	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	مازندران	***
چمن هرز	<i>Poa</i> spp.	گرگان، شمال	*
چاودار	<i>Secale cereal</i> L.	اغلب مناطق	***
علف‌های هرز دائمی			
بومادران	<i>Achillea</i> spp.	سراسری	**
تلخه	<i>Acroptilon repens</i> (L.) DC.	سراسری	**
بید گیاه	<i>Agropyron repens</i> Beauv.	تصادفی	*
خارشتر	<i>Alhagi persarum</i> Bossi & Bushe	معتدل مرکزی و گرمسیری (مناطق خشک)	****
خارشتر	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (M.B.) Desf.	مناطق خشک	***
پیاز منگوله	<i>Allium atroviolaceum</i> Boiss	قزوین، اردبیل، فارس، ایلام، آذربایجان، همدان	**
گاوزبان بدل	<i>Anchusa italica</i> Retz.	سراسری	**
اسفناج وحشی (دوساله)	<i>Atriplex patula</i> L.	سراسری	*
چغندر وحشی (دوساله)	<i>Beta maritima</i> L.	خوزستان، بوشهر، هرمزگان، سمنان	**
ازمک	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	اغلب مناطق به جز معتدل شمالی	***
گلرنگ وحشی	<i>Carthamus oxyacantha</i> MB.	معتدل مرکزی	****
گل گندم	<i>Centaurea depressa</i> L.	سردسیری و معتدل مرکزی (مناطق کوهستانی)	*****
قندرونک	<i>Chondrilla juncea</i> L.	کمیاب	*
کنگر وحشی	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop	اغلب مناطق	***
پیچک صحرایی	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	سراسری	****
کاتوس	<i>Cynanchum acutum</i> L.	مغان، تهران	***
غاز ایاقی	<i>Faalcaria vulgaris</i> Bernh.	شمال، غرب، فارس	***
گلایول وحشی	<i>Gladiolus segetum</i> Ker-Gawl.	اردبیل	**
شیرین بیان	<i>Glycyrrhiza aspera</i> pall.	پراکنده	**
شیرین بیان	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	سردسیری و معتدل مرکزی (غرب، فارس)	*****
خیارک	<i>Ixilliron tataricum</i> (Pall.) Herb.	مناطق سردسیر	*
چچم دائمی (چمن)	<i>Lolium perenne</i> L.	مناطق مختلف	***
پنیرک (دوساله)	<i>Malva silvestris</i> L.	خوزستان، جیرفت، مناطق گرمسیر	****
پنیرک	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	خوزستان، جیرفت، مناطق گرمسیر	****
شاه افسر، یونجه بخارا (دوساله)	<i>Melilotus alba</i> Desr.	فارس، مغان	***
یونجه زرد، شاه افسر (دوساله)	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	معتدل مرکزی و گرمسیری (مازندران، هرمزگان)	***
کلاغک	<i>Muscari neglectum</i> Guss.	پراکنده	*
کهورک	<i>Prosopis stephaniana</i> Will.	مناطق خشک	**
ترشک	<i>Runmex</i> spp.	اراضی مرطوب	***
کنگر برگ ابلقی	<i>Silybum marianum</i> (L.) Goertn.	سراسری به خصوص خوزستان	****
تلخ بیان	<i>Sophora alopecuroides</i> L.	خراسان، ایلام، زنجان، ارومیه	**
قاصدک	<i>Taraxacum</i> spp.	اراضی مرطوب	**
شنگ	<i>Tragopogon</i> spp.	سراسری و معتدل مرکزی (تصادفی)	**

***-انتشار خیلی زیاد

***-انتشار زیاد

*-انتشار متوسط

*-انتشار کم

مهم‌ترین علف‌های هرز باریک برگ گندم

چچم سخت (*Lolium rigidum* Gaud.)دانه قناری (خونی واش، بذرك) (*Phalaris minor* Retz)دم روباهی کشیده (*Alopecurus myosuroides*)یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*)

شکل ۳۸- مهم‌ترین علف‌های هرز باریک برگ گندم

جومیش (*Bromus tectorum*)چاودار (*Secale cereal* (L.))پنجه مرغی - مرغ (*Cynodon dactylon*)جودره (*Hordeum spontaneum* C. Koch.)

ادامه شکل ۳۸- مهم ترین علف های هرز باریک برگ گندم

کنترل شیمیایی علف های هرز مزارع گندم

جدول ۴۲ علف کش های ثبت شده مزارع گندم کشور را نشان می دهد. تاکنون ۲۵ علف کش برای کنترل علف های هرز در مزارع گندم به ثبت رسیده است که نه عدد آنها باریک برگ کش، ۱۰ عدد پهن برگ کش و شش عدد آنها علف کش های دومنظوره هستند. از آنجا که رایج ترین شیوه در مدیریت علف های هرز گندم استفاده از علف کش ها می باشد، لذا در مصرف این مواد شیمیایی باید دقت لازم صورت گیرد تا از بروز مقاومت به علف کش ها در علف های هرز جلوگیری شود.

جدول ۴۲- علف کش های ثبت شده به منظور کنترل علف های هرز در مزارع گندم

نام عمومی	نام تجاری	محل عمل	فرمولاسیون	مقدار مصرف در هکتار	زمان مصرف
باریک برگ کش					
دیکلوفوپ متیل	ایلوکسان	بازدارنده ACCase	36% EC	۲/۵ لیتر	از اول تا پایان پنجه زنی گندم و ۲-۴ برگ علف های هرز باریک برگ
فنوکساپروپ-پی-اتیل + مفن پاپر دیاتیل	پوماسوپر	بازدارنده ACCase	7.5% EW	۰/۱-۸ لیتر	از اول تا پایان پنجه زنی گندم
کلودینافوپ-پروپازیل	تاپیک	بازدارنده ACCase	8% EC	۰/۶-۰/۸ لیتر	از اول تا پایان پنجه زنی گندم
پینوکسکان + ایمن کننده کلوکینوست-مکسیل	آکسیال (جدید)	بازدارنده ACCase	EC 5%	۱/۲۵ لیتر	از اول تا پایان پنجه زنی گندم
فلم پروپ-ام-ایزوپروپیل *	سافیکس BW	ناشناخته	20% EC	۴ لیتر	۳ برگ تا ساقه رفتن گندم برای کنترل یولاف وحشی ۳-۵
بنزونیل پروپ اتیل	پیرافیکس	ناشناخته	20% EC	۵ لیتر	برگی الی گره دوم یولاف وحشی برای کنترل جودره بین گره اول تا دوم جوده
تریالات *	آوادکس بی دبلیو	بازدارنده سنتز چربی	46%EC	۲/۳-۲/۲ لیتر	قبل از کشت یا بلافاصله بعد از کشت گندم
تری کلرو استات سدیم *	اربیتاکس تی ۹۵ جی	ناشناخته	95% GR	۴-۳۰ کیلوگرم	پیش رویشی برای گندم
پینوکسکان + کلودینافوپ پروپازیل	تراکسوس	بازدارنده ACCase	5%EC	۱/۵ لیتر	از اول تا پایان پنجه زنی گندم
پهن برگ کش					
توفوردی + ام سی پی ۱	بو ۴۶ کمی فلوئید	اکسین مصنوعی	67.5% SL	۱-۱/۵ لیتر	پنجه زنی تا تشکیل ساقه گندم
تری بنورون متیل	گرانستار	بازدارنده ALS	75% DF	۱۵-۲۰ گرم	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم
مکوپروپ پی-دیکلوفوپ پی-ام سی پی ۱	دوپلسان سوپر	اکسین مصنوعی	60% SL	۲/۵ لیتر	از ۵-۶ برگ تا ساقه رفتن گندم
برومو کسینیل + ام سی پی ۱	برومایسید ام آ	بازدارنده PSII و اکسین مصنوعی	40%EC	۱/۵ لیتر	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم
تری سولفورون + تربوترین	لوگران اکسترا	بازدارنده ALS و PSII	(60+4)%WG	۲۵۰-۲۰۰ گرم	قبل از کاشت تا اواسط پنجه زنی گندم
دای کامبا *	بانول ک	اکسین مصنوعی	49%EC	۲/۵ لیتر	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم
توفوردی + دای کامبا	دیالان سوپر	اکسین مصنوعی	SL (34.4 +12)	۰/۸ لیتر	از اوایل تا پایان پنجه زنی گندم
تریاسولفورون + دای کامبا	لنتور	بازدارنده ALS + اکسین مصنوعی	70%WG	۱۶۵ گرم	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم
برومو کسینیل + توفوردی	بوکتریل یونیورسال	بازدارنده PSII و اکسین مصنوعی	56%EC	۱/۱-۲۵/۵ لیتر	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم
بنتازون + دیکلوفوپ	بازاگران دی پی	بازدارنده PSII و اکسین مصنوعی	56.6% SL	۵ لیتر	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم
فلوروکسی پیر	کاوین فلورکس	اکسین مصنوعی	EC20%	۲/۵ لیتر	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم

ادامه جدول ۴۲- علف کش های ثبت شده به منظور کنترل علف های هرز در مزارع گندم

نام عمومی	نام تجاری	محل عمل	فرمولاسیون	مقدار مصرف در هکتار	زمان مصرف
دو منظوره					
سولفوسولفورن	آپروس	بازدارنده ALS	75% WG	۲۶/۶ گرم	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم. (فقط برای کنترل جو دره در مرحله ۲ تا ۳ برگه جوده)
مزوسولفورن متیل + پیدوسولفورن متیل سدیم + ایمن کننده مفن پایر دیاتیل	آلاتتیس	بازدارنده ALS	1.2% OD	۱/۲-۵ لیتر	۲ تا ۳ برگه علف هرز یا ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم (بجز گندم دوروم)
مزوسولفورن متیل + پیدوسولفورن متیل سدیم + دیفلوفنیکان + ایمن کننده مفن پایر دیاتیل	اتللو	بازدارنده ALS	OD (8.25)%	۱/۶ لیتر	مرحله پنجه زنی گندم
ایزوپروترون + دیفلوفنیکان	پنتر	بازدارنده PSII + بازدارنده سنتز کارانتنویید	55% EC	۲-۲/۵ لیتر	پس از کشت و قبل از سبز شدن گندم (بجز گندم دوروم)
مت سولفورن متیل + سولفوسولفورن	توتال	بازدارنده ALS	(75 + 5%) WG	۵۰-۴۰ گرم	ابتدا تا انتهای پنجه زنی گندم (فقط برای کنترل جو دره در مرحله ۲ تا ۳ برگه جو دره و یولاف وحشی مقاوم)
متابنزیلازرون*	تریبونیل	بازدارنده PSII	70% WP	۲-۴ کیلوگرم	قبل از کشت

*قدیمی و در حال حاضر مصرف نمی گردد.

۱۲- مدیریت برداشت و پس از برداشت

۱۲-۱- شاخص های رسیدگی فیزیولوژیکی محصول

زراعت گندم قبل از رسیدگی، در معرض خسارت های متعددی از جمله خسارت های ناشی از پرندگان، آفات، ریزش دانه، عارضه جوانه زنی بر روی سنبله، به علت فقدان و یا کوتاه بودن دوره خواب بذر یا دورمانسی در ارقام جدید گندم قرار می گیرد. همه این عوامل سبب کاهش کمیت و کیفیت محصول می گردند. بنابراین لازم است تا به محض رسیدن محصول نسبت به برداشت آن اقدام شود. مناسب ترین درصد رطوبت برای برداشت دانه گندم رطوبت ۱۴ درصد گزارش شده است، درصد رطوبت بالاتر از این مقدار، گندم را برای حمله حشرات و میکروارگانیسم ها مهیا می کند. در درصد رطوبت کمتر از این مقدار، دانه شکننده شده و در خلال فرآیندهای جابجایی دچار شکستگی می شود. توجه به این نکته لازم است که تفاوت هایی که از نظر عملکرد یک رقم در مزارع زارعین مختلف در یک منطقه به چشم می خورد، ناشی از همان اختلافات جزئی در اصول اعمال شده در مراحل کاشت و داشت و برداشت است.

شاخص هایی برای تشخیص رسیدگی محصول: دو نوع رسیدگی دانه در محصولات وجود دارد که شامل رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی تجاری است. رسیدگی فیزیولوژیک گندم مرحله ای است که رشد گیاه کامل شده و تجمع مواد در دانه متوقف می شود. در این مرحله رطوبت دانه حدود ۳۰ درصد بوده و می توان گندم را زود هنگام و با دست برداشت نمود، برداشت گندم با کمباین در این شرایط امکان پذیر نیست. زیرا در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک دانه ها خمیری بوده و در اثر ضربات و فشار وارده در کمباین خرد و له شده و علاوه بر ایجاد

انسداد در کمباین و اختلال در عملکرد آن، باعث هدر رفتن محصول نیز می‌شود. رسیدگی تجاری گندم به مرحله‌ای گفته می‌شود که رطوبت دانه به قدری کاهش یافته باشد که بتوان محصول را با کمباین و با کمترین میزان تلفات دانه قابل قبول (تلفات کمباینی کمتر از دو درصد) برداشت نمود. مناسب‌ترین رطوبت برای برداشت دانه گندم با کمباین ۱۲-۱۴ درصد گزارش شده است.

از نظر تجربی، در صورتی که تمامی بوته‌ها و سنبله‌ها کاملاً زرد شده، دانه‌ها تنها با فشار دندان نصف شود (با فشار ناخن شکسته و نصف نشوند)، در این حالت مزرعه کاملاً رسیده شده و آماده برداشت با کمباین می‌باشد (احتمالاً رطوبت دانه‌ها در محدوده مناسب برداشت ۱۲ تا ۱۴ درصد قرار دارد). شکنندگی زیاد سنبله‌ها و جدا شدن آنها با کمی فشار نشان دهنده این است که رطوبت دانه کمتر از حد مناسب است.

تلفات مرحله‌ای برداشت شامل آن قسمت از محصول تولید شده است که به دلایل مختلف، از جمله، عوامل مربوط به ویژگی‌های محصول، شرایط اقلیمی، شرایط مزرعه، مدیریت تولید و عملکرد کمباین، برداشت نشده و در مزرعه باقی می‌ماند.

دانه گندم در مزرعه و پیش از برداشت در معرض خسارت‌های متعددی از جمله خسارت‌های ناشی از پرندگان، آفات و ریزش دانه در اثر باد، توفان و تگرگ می‌باشد. همچنین به دلیل فقدان و یا کوتاه بودن دوره خواب بذر یا دورمانسی در ارقام جدید گندم، ممکن است به هنگام بالا بودن رطوبت نسبی هوا و بارش‌های متعدد، دانه‌ها بر روی سنبله جوانه بزنند. همه این عوامل سبب کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌گردند. بنابراین لازم است تا به محض رسیدن محصول و آماده شدن آن برای برداشت مکانیزه، نسبت به برداشت آن اقدام شود. برداشت گندم با کمباین در رطوبت دانه بالاتر از ۱۴ درصد، از یک طرف گندم را برای حمله حشرات و میکروارگانیسم‌ها مهیا می‌کند و از طرف دیگر باعث سختی کوبیدن سنبله‌ها و افزایش تلفات دانه در قسمت فراوری کمباین می‌شود. همچنین چنانچه رطوبت دانه در هنگام برداشت با کمباین از ۱۲ درصد کمتر باشد، سنبله‌ها شکننده شده و ممکن است در اثر برخورد اجزای پلتفرم و شانه برش کمباین بر روی زمین بریزند.

نکات و عوامل مؤثر بر تلفات دانه گندم در مزرعه

تلفات دانه قبل از ورود کمباین به مزرعه

- پستی و بلندی‌های مزرعه یکی از موانع مهم حرکت یکنواخت کمباین در مزرعه و افزایش دهنده افت دماغه کمباین می‌باشند. لذا تسطیح زمین با ماله معمولی (لولر) و یا تسطیح لیزری (در صورت نیاز) قبل از کاشت محصول به منظور کاهش در تعداد و ارتفاع مرزها و یا عمق نهرها در مزرعه و افزایش همواری مزرعه بسیار مهم است.

- مبارزه به موقع با علف‌های هرز (وفور علف‌های هرز در مکانیزم‌های درونی کمباین عملکرد مناسب آن را مختل کرده و افت کمی و کیفی زیادی را برای محصول نهایی ایجاد می‌نمایند).

- کشت ارقام گندم مقاوم به ورس و ریزش

- انتخاب تاریخ مناسب برای برداشت محصول در مزرعه. رطوبت دانه گندم در هنگام برداشت با کمباین باید بین

۱۲ تا ۱۴ درصد باشد. در این زمان، تمامی بوته‌ها و سنبله‌ها کاملاً زرد شده و معمولاً دانه‌ها با فشار ناخن شکسته و نصف نمی‌شوند، اما می‌توان آنها را با دندان نصف کرد.

- شروع و ادامه برداشت محصول در ساعات مناسب از شبانه روز (اجتناب از رطوبت بالای هوا و شب‌نم). بهتر است برداشت با کمباین هنگامی انجام شود که رطوبت نسبی هوا زیاد نباشد. در صورتی که رطوبت نسبی زیاد باشد (صبح زود، غروب و شب و در مناطق مرطوب کشور) ممکن است شب‌نم بر روی محصول نشست و تلفات برداشت را زیاد کند. در صورت بالا بودن رطوبت هوا و نشست شب‌نم بر روی سنبله‌های گندم، علاوه بر جدا نشدن کامل پوسته و پوشش دانه‌ها، گرد و غبار روی محصول بر روی زیر سیلندر خرنکوب چسبیده و باعث بسته شدن روزنه‌های آن شده و لذا مقدار زیادی از گندم به صورت تلفات از عقب کمباین بیرون می‌ریزد.

- انتخاب و بکارگیری کمباین‌های جدید و سالم و راننده کمباین حرفه‌ای

۱۲-۲- نکات و عوامل حین برداشت (مربوط به کمباین)

- سرعت پیشروی کمباین می‌تواند حدود ۱/۵ تا ۴ کیلومتر در ساعت باشد. سرعت پیشروی مناسب برای برداشت محصول به تراکم مزرعه، ظرفیت خوراک‌دهی کمباین و وضعیت ناهمواری زمین بستگی دارد. به طور کلی سرعت کمباین بایستی به اندازه‌ای باشد که تغذیه و ورود محصول به داخل کمباین همواره به صورت یکنواخت و میزان تلفات دانه در حد قابل قبول باشد.

- هرچند حفظ بقایا در مزرعه باعث بهبود حاصلخیزی آن می‌شود، اما در صورت تمایل کشاورزان به برداشت بیشترین مقدار کاه و کلش گندم (به دلیل ارزش اقتصادی آن)، لازم است علاوه بر کاهش سرعت پیشروی کمباین برای جلوگیری از ورود حجم زیادی از محصول و بیش‌باری و خفگی، پلتفرم تا حدی پایین آورده شود که شانه برش با خاک مرزها و پشته‌ها برخورد نکند. بطور کلی بهتر است ارتفاع برداشت تا حد ممکن بالا باشد تا از ورود بیش از حد ساقه‌ها و خفگی کمباین جلوگیری شود (۱۰ سانتی‌متر پایین‌تر از سنبله کوتاه‌ترین بوته‌ها تا باعث برخورد تیغه‌های شانه برش به سنبله‌ها و ریزش دانه نشود). برداشت از ارتفاع خیلی کم علاوه بر ایجاد خفگی در کمباین (در صورت سرعت زیاد و خوراک دهی بیش از حد)، باعث شکستن تیغه‌ها و انگشتی‌های شانه برش و ورود خاک به مخزن در اثر برخورد شانه برش با خاک و سنگ مرزها می‌شود.

- شاخص چرخ فلک (نسبت سرعت محیطی چرخ فلک به سرعت پیشروی کمباین) بین ۱/۱ تا ۱/۵ قرار گیرد. به عبارت دیگر، سرعت چرخ و فلک ۱۰ تا ۵۰ درصد از سرعت پیشروی کمباین بیشتر باشد تا محصول را به آرامی به سمت شانه برش و دورن پلتفرم هل دهد. سرعت زیاد چرخ و فلک باعث زدن ضربه زدن پی‌درپی میله‌ها و انگشتی‌های چرخ و فلک به سنبله‌ها و شکستن آنها و بر زمین ریختن دانه‌ها می‌شود. سرعت دوران چرخ و فلک‌های معمولی برای سرعت پیشروی حدود دو کیلومتر بر ساعت بهتر است بین دو تا ۳/۵ دور در ۱۵ ثانیه (هشت تا ۱۴ دور در دقیقه) باشد و برای سرعت پیشروی حدود سه کیلومتر بر ساعت بهتر است بین ۳/۵ تا ۵/۵ دور در ۱۵ ثانیه (۱۴ تا ۲۲ دور در دقیقه) تنظیم شود.

- سرعت پنکه ۳۵۰ تا ۴۵۰ دور در دقیقه باشد. اگر سرعت بادبزنی زیاد باشد تلفات بذر در اثر بادبردگی زیاد می‌شود و اگر سرعت آن کم باشد باعث ورود کاه و کلش به داخل مخزن می‌شود. برای یافتن سرعت مناسب باد، سرعت دوران پنکه را در چند مرحله و به تدریج زیاد کنید و در هر مرحله، نتیجه را از نظر پرتاب دانه‌ها به بیرون و

همچنین تمیزی دانه‌ها بررسی کنید. سرعت باد پنکه را آنقدر زیاد کنید که اگر بیشتر از آن شود، دانه‌ها از پشت کمباین به بیرون پرتاب شوند.

بهتر است تیغه‌های شانه برش از نوع داندانه‌دار باشند.

- تنظیم تیغه‌های شانه برش به گونه‌ای باشد که دامنه حرکت رفت و برگشتی تیغه‌ها به صورت کامل و از مرکز یک انگشتی تا مرکز انگشتی دیگر صورت گیرد.

- فاصله هلیس تا کف پلاتفرم حدود ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر باشد. توجه شود که فواصل در طرفین کاملاً یکسان باشد.

- فاصله کوبنده و ضد کوبنده در قسمت جلو ۱۱ میلی‌متر و در قسمت عقب ۳/۵ میلی‌متر باشد.

- سرعت کوبنده می‌تواند بین ۷۵۰ تا ۱۳۲۵ دور در دقیقه باشد. سرعت دوران کوبنده بستگی به رطوبت و تراکم محصول دارد. سرعت بیش از حد باعث شکستن دانه‌ها و سرعت کم باعث جدا نشدن کامل دانه‌ها و خفگی کوبنده می‌شود.

- اندازه روزنه‌های الک بالایی حدوداً روی ۱۵/۹ تا ۱۹ میلی‌متر و الک پایینی روی ۳/۲ تا ۶/۴ میلی‌متر تنظیم گردد.

نکته ۱: در صورتی که کمباین مجهز به نمایشگر افت دانه نباشد، بهتر است قبل از شروع برداشت کل مزرعه، عمل برداشت را در سطح کوچکی از مزرعه (طول حدود ۲۰ متر) به صورت آزمایشی انجام داده و مقدار تلفات دانه را در سطوح برداشت شده و قسمت‌های مختلف کمباین (دانه‌ها و سنبله‌های همراه با کاه و کلش عقب کمباین، دانه‌های بر زمین ریخته در زیر پلاتفرم) بررسی کنید. در صورت مشاهده ریزش غیرطبیعی، شکستگی و یا تمیز نبودن دانه‌ها در مخزن، قسمت‌های مورد نیاز را در کمباین دوباره تنظیم کنید. این کار را تا تنظیم کمباین در بهترین حالت ادامه دهید.

نکته ۲: در صورت وجود مشکل در عملکرد کمباین، بالا بودن میزان تلفات دانه و وجود ناخالصی بیش از حد در دانه، لازم است برای ایجاد تنظیمات مورد نیاز و رفع عیب، به دفترچه راهنمای استفاده از کمباین مراجعه شود.

۱۲-۳- وضعیت آلاینده‌ها در محصول

همزمان با برداشت محصول لازم است تا نمونه‌های محصول برای اندازه‌گیری آلاینده‌ها تهیه و مورد تجزیه قرار گیرد. در جدول زیر آنالیزهای مورد نیاز آمده است.

جدول ۴۳- آنالیزهای مورد نیاز گیاه برای محصولات گواهی شده

ردیف	نوع آنالیز	زمان نمونه برداری	اندام	تواتر	توضیحات
۱	فلزات سنگین				
	Ni	هنگام برداشت		هرساله	با هدف کنترل حد مجاز آلاینده‌ها در محصول
	Cd	هنگام برداشت	اندام خوراکی دانه	هرساله	
	Pb	هنگام برداشت		هرساله	
	Cr	هنگام برداشت		هرساله	

۱۳- مدیریت پس از برداشت (بسته بندی، انبارداری، برچسب گذاری و...) گندم

تولید گندم امری فصلی اما مصرف آن در چهار فصل صورت می گیرد. تحت شرایط بحران، کمبود و گرانی، اغلب گندم برداشت شده بلافاصله تبدیل به آرد می شود که مشکلاتی را برای کارخانجات آرد سازی و نانوایان به وجود می آورد. زیرا گندم تازه برداشت شده از کیفیت مناسب برای آسیابانی و نانوایی برخوردار نمی باشد. اما پس از چند هفته نگهداری و اصطلاحاً جا افتادن گندم، سبوس براحتی از اندوسپرم گندم جدا شده و در نتیجه کیفیت استخراج آرد افزایش می یابد، این در حالی است که میزان خاکستر در آرد کاهش می یابد. بهبود کیفیت گندم در مراحل پس از برداشت بستگی به رسیدگی پس از برداشت و تغییرات فیزیکی در دانه گندم دارد. به عنوان یک قاعده کلی آرد تولیدی از گندم تازه برداشت شده در مقایسه با آرد تهیه شده از گندمی که مدتی را در انبار بوده از خواص نانوایی مناسبی برخوردار نمی باشد. بنابراین گندم تولیدی قبل از تبدیل شدن به آرد و آرد تولیدی قبل از تبدیل شدن به نان چند هفته باید نگهداری شده و سپس تبدیل به آرد و یا نان شود. لازم به بیان است در طی مدت نگهداری اجزای تشکیل دهنده آرد دچار تغییرات مثبت گردیده و در نتیجه آرد حاصل از قابلیت جذب حداکثری آب، افزایش کیفیت مخلوط کردن و حفظ گاز دی اکسید کربن برخوردار گردیده و باعث تولید نان از خمیری با کیفیت مناسب خواهد شد.

در بسیاری از موارد برای حفظ ذخایر استراتژیک کشور لازم است گندم برای مدت نسبتاً طولانی در انبار باقی بماند و سپس به کارخانجات آرد سازی تحویل شود که می تواند صدمات جبران ناپذیری بر کمیت و کیفیت محصول وارد نماید، لذا نوع و روش انبارداری نیز حائز اهمیت زیاد می باشد. زیرا گندم در طی مدت انبارداری مورد هجوم آفات از جمله کنه ها، حشرات، جانوران موذی، پرندگان و کپک ها قرار می گیرد. در این راستا پیشگیری از هجوم حشرات در طی مدت انبارداری از نقش بسزایی برخوردار می باشد. زیرا جداسازی گندمی که آلوده به لارو حشرات از جمله شپشه و سوسک و لمبه گندم است در هنگام عملیات آسیابانی امری دشوار می باشد، بدلیل آنکه مراحل رشدی لارو حشرات عمدتاً در داخل دانه انجام می گیرد. از آنجایی که انبارداری گندم در کشور ما با روش باز، یعنی در محل ها یا انبارهایی که از قابلیت لازم برای جلوگیری از تبدلات رطوبتی و گازی برخوردار نمی باشند انجام می گیرد، لذا نگهداری گندم در اینگونه انبارها خصوصاً در مناطق گرم و مرطوب همواره با ضایعات کمی و کیفی زیادی همراه بوده و می تواند تهدیدی جدی برای سلامت مصرف کننده به شمار آید. باید توجه داشت متعاقب آلودگی گندم به حشرات، آلودگی کپکی در انبار آغاز می گردد. زیرا حشرات با تولید گرما و رطوبت شرایط مناسب برای فعالیت کپک های انباری را فراهم می آورند. آلودگی گندم و یا آرد به کپک های مزرعه ای یا کپک های انباری توکسین زا و غیر توکسین زا مانند آسپرژیلوس، پنی سیلیوم، ارگوت و فوزاریوم، عامل تولید توکسین های خطرناک مانند افلاتوکسین، اکرا توکسین، الکالوئیدهای ارگوت، پاتولین و زیرالینون به شمار می آیند و تأثیر مخرب بر سیستم عصبی، مسمومیت سلولی، تخریب کبد، توقف ساخت پروتئین در بدن، جهش سلولی، تغییر شکل سلول، سرطان مری، تومور در ریه، سقط جنین در انسان و دام و به عنوان عامل بروز سرطان شناخته شده اند. سم زدایی از گندم یا آرد آلوده غیرممکن و گندم و یا آرد آلوده باید امحاء گردد. متأسفانه مشاهده گردیده گندم آلوده به مصرف خوراک دام می رسد که تلفات دام و آلودگی فرآورده های دامی را بدنبال دارد.

کیفیت نان صرفنظر از شرایط تهیه خمیر و شرایط فرآیند پخت در درجه اول بستگی به کیفیت گندم و آرد حاصل از آن دارد. از عوامل اساسی کیفیت گندم نیز مقدار و کیفیت پروتئین آن می‌باشد که یکی از معیارهای مهم ارزشیابی گندم در تجارت بین‌المللی می‌باشد. علاوه بر عامل فوق و صرفنظر از فاکتورهای ذاتی مربوط به ژنتیک گندم و عوامل زراعتی (شرایط آب، هوا و خاک، زمان کاشت و غیره)، کیفیت گندم یا آرد تابع عوامل دیگری همچون شرایط حمل و نقل و نگهداری گندم در سیلوها، عوامل مؤثر در فرایند آسیابانی (اندازه ذرات آرد، میزان آسیب فیزیکی وارده به دانه‌های نشاسته، میزان و درجه استحصال آرد از گندم یا درجه استخراج آرد و غیره)، و شرایط نگهداری آرد می‌باشد.

نگهداری گندم: نگهداری و ذخیره‌سازی گندم فرآیندی پیچیده و فعال است، به دلیل اینکه دانه گندم پس از برداشت نیز می‌تواند به عنوان یک ارگانیزم زنده، کلیه اعمال حیاتی ظاهری، مانند تنفس، متابولیسم و رشد را انجام داده و در معرض تغییرات شیمیایی و بیولوژیکی مانند کاهش قوه نامیه، افزایش اسیدیته، تضعیف گلوتن، تجزیه آنزیماتیکی، از دست رفتن مواد مغذی و تغییرات ظاهری مانند شکستگی و سوراخ شدن و جوانه زدن واقع گردد.

از سوی دیگر ضایعات ناشی از جابجایی گندم، کسری ناشی از خشک شدن طبیعی و افت رطوبی گندم و ضایعات مربوط به فعالیت میکروارگانیزم‌ها و یا فعالیت آفات انباری از جمله عواملی است که منجر به افت کمی و کیفی گندم حین ذخیره‌سازی خواهد شد. بطورکلی هدف اصلی در طول انبار کردن و ذخیره‌سازی حفظ کمیت و کیفیت گندم به نحوی است که در زمان ذخیره‌سازی خواص اصلی دانه حفظ شده و از تغییر آن جلوگیری شود. لذا ضروری است تا رطوبت، دما، آلودگی به آفات انباری و فعالیت درونی گندم که یک ساختار زنده است کنترل شود.

روش‌های صحیح ذخیره‌سازی گندم با توجه به نوع سیستم ذخیره سازی

الف - سیلوها

شامل مجموعه ای از کندوها به شکل استوانه یا چند ضلعی از جنس فلز یا بتون، مجهز به سیستم بارگیری و تخلیه، امکان دوران گندم و تجهیزات کنترل رطوبت و حرارت در هر کندو می‌باشد. این نوع سیستم‌های ذخیره سازی دارای ظرفیت استاندارد و قطعی است و بدون هیچ محدودیتی از کل ظرفیت سیلو می‌توان استفاده نمود.

ب - انبارهای افقی (ساده و مکانیزه)

یکی از روشهای ابتدایی نگهداری گندم استفاده از انبارهای ساده است. این انبارها باید غیرقابل نفوذ در مقابل رطوبت، حرارت، حشرات، کنه‌ها و جوندگان باشد. کف انبار باید حداقل یک متر از سطح زمین بالاتر و انبار مجهز به در و پنجره و هواکش جهت تهویه طبیعی باشد. پنجره‌ها باید مجهز به توری سیمی و سایبان به منظور جلوگیری از نفوذ اشعه خورشید و باران بوده و محل آن نزدیک به سقف باشد. شیب کف انبار می‌بایست مناسب باشد به نحوی که آب زیرمحصول جمع نشود. در صورتی که که مصالح ساختمانی از قبیل آجر یا خشت باشد دیواره‌ها و کف بوسیله لایه‌های ضد رطوبت عایق کاری شود. تفاوت انبارهای مکانیزه با انبارهای ساده، در تجهیز آنها به سیستم‌های تخلیه و بارگیری، تهویه و سیستم‌های ثبت دما و رطوبت است ولی نکات کلی در خصوص اقدامات قبل و حین ذخیره‌سازی در آنها مشابه است.

- برای ذخیره سازی گندم در انبارهای افقی توجه به نکات زیر ضروری است:
- ۱- ارتفاع محصول نگهداری شده در انبارها نباید از ۸۰ درصد ارتفاع انبار تجاوز نماید.
 - ۲- هرچه رطوبت گندم بیشتر باشد ارتفاع دپوی گندم کاهش می یابد.
 - ۳- در هنگام انبار کردن، حتی المقدور محموله حداقل ۵۰ سانتی متر از دیوارها فاصله داشته باشد.
 - ۴- حتی المقدور سطوح توده به صورت هرمی یا مربع شکل صاف شود.
 - ۵- به دلیل عدم تجهیز انبارهای ساده به رطوبت سنج و حرارت سنج در فواصل زمانی معین کنترل های دستی انجام شود.

ج- انبارهای روباز

- در مناطق خشک برای ذخیره سازی موقت گندم با رطوبت کمتر از ۱۰٪ استفاده می شود. شامل محوطه ای با زیرسازی و شیب مناسب، غیرقابل نفوذ نسبت به رطوبت با دیوارهای سیمانی یا فلزی به ارتفاع حداقل ۹۰ سانتی - متر که بعد از ذخیره سازی با پوشش مناسب سیل یا عایق بندی می شود. در این انبارها محموله تا ارتفاع ۷ متر با شیب ملایم به سمت پهلوها قابل ذخیره سازی است. در این دسته از انبارها اقدامات زیر ضروری است:
- ۱- کنترل مداوم پوشش ها در مقابل صدمات ناشی از رطوبت، دما، نور، جوندگان و پرندگان
 - ۲- کنترل دما و رطوبت گندم و آلودگی به آفات انباری از طریق نمونه برداری دستی در فواصل زمانی معین
 - در این دسته از انبارها، بهتر است شرایطی فراهم شود تا اولین محموله ورودی، اولین محموله خروجی باشد، یعنی امکان تخلیه از دو سوی انبار فراهم شود.

اقدامات اجرائی قبل از ذخیره سازی

۱- آماده کردن سیلوها و انبارها

الف- موارد بهداشتی و ایمنی

- ۱- تمیز کردن محل های ذخیره سازی از گردوغبار و ضایعات و بقایای محموله های قبلی و تعیین تکلیف سریع ضایعات حاصله سه تا چهار هفته قبل ذخیره سازی
- ۲- تمیز کردن کلیه سطوح، دیوارها، شکاف ها، ماشین آلات، تمامی مجاری و لوله های سیستم هوادهی و هواکش ها از وجود گردوغبار، حشرات و فضولات به روش دستی و یا با استفاده از انواع مکنده ها. گرد و خاک جمع آوری شده می بایست با استفاده از پاکت هایی از انبار ذخیره سازی خارج شود.
- ۳- خارج کردن کلیه ابزار و ادوات اضافی و ضایعاتی نظیر آهن آلات و گونی و غیره
- ۴- کنترل محوطه انبار و سیلو از نظر ایمنی
- ۵- ضد عفونی انبار (جهت پیشگیری از آلودگی به آفات انباری) توسط سموم فسفره آلی به کمک سم پاشی یا مه پاشی به مقدار ۳-۲٪ سم خالص به ازای هر متر مربع

مالاتیون، اکتلیک، پرمترین، فن والریت و دی کلرووس از جمله مهم‌ترین سموم فسفره آلی می‌باشند. سم گردی سوین یا کارباریل نیز به نسبت ۴ گرم سم خالص در متر مربع از سطح انبار قابل استفاده است. باید توجه نمود، در صورتی که آفات پیش از ورود به انبار کنترل نشود، می‌تواند منجر به آسیب و از دست رفتن محصول گردد.

ب- موارد فنی (ساختمان، نور، تهویه)

- ۱- شناسایی و رفع تمام نقایص فنی اهم از سوراخ بودن سقف، شکستگی شیشه‌ها، خرابی درب‌ها، حفاظ‌ها، ترک خوردگی کف و وجود هر نوع شکاف یا درز در دیوارها
- ۲- نصب حفاظ مناسب جهت پنجره‌ها بمنظور جلوگیری از ورود پرندگان
- ۳- شناخت راه‌های احتمالی نفوذ رطوبت و غیرقابل نفوذ کردن کف، سقف یا دیوارها نسبت به رطوبت
- ۴- کنترل دستگاه‌های رطوبت سنج و حرارت سنج و اطمینان از عملکرد صحیح آنها
- ۵- کنترل سیستم‌های نوری و تهویه

مراقبت‌های لازم در زمان نگهداری گندم

۱- کنترل عوامل محیطی

رطوبت نسبی هوا، دمای هوا و رطوبت موجود در دانه مهم‌ترین عوامل مؤثر در فساد گندم هستند و با کنترل آنها سایر عوامل مانند آفات انباری و میکروارگانیسم‌ها قادر به فعالیت چندانی نیستند، بنابراین لازم است رطوبت و درجه حرارت گندم‌های ذخیره شده و محیط در طول مدت نگهداری غله، بطور مرتب اندازه‌گیری و کنترل شود. شرایط مناسب برای نگهداری درازمدت گندم عبارت است از:

– حداکثر رطوبت دانه: ۱۲٪

– حداکثر رطوبت نسبی هوا: ۶۵٪

– حداکثر درجه حرارت محیط: ۲۰ درجه سانتی‌گراد

بدیهی است که در صورت افزایش هر یک از پارامترهای فوق، از عمر ذخیره سازی کاسته خواهد شد. درصد رطوبت دانه و درصد رطوبت نسبی هوا جهت شروع مرحله بحرانی نگهداری گندم، به ترتیب ۱۵ درصد و ۷۵ درصد می‌باشد. در صورتی که سیستم ذخیره سازی فاقد امکانات هوادهی بوده و رطوبت گندم بیشتر از ۱۲٪ باشد، بهتر است گندم بیشتر از شش ماه نگهداری نشود. دمای کندوها در سیلوهای فلزی و بتونی، بوسیله حرارت سنج‌های کابلی که داخل کندوها نصب شده ثبت می‌شود. سیستم‌های تشخیص دما در سیلوهای فلزی برای گندم بسیار مهم است زیرا دیواره‌های این سیلوها رسانای خوبی برای گرما بوده و تغییرات دمای بیرون را به دانه منتقل می‌کنند.

در انبارهای افقی نیز دما را با استفاده پروب‌های ویژه‌ای که دارای حسگرهای الکتریکی هستند، می‌توان سنجید. در صورت عدم دسترسی به این تجهیزات، با نمونه برداری از عمق توده غلات و اندازه گیری دمای آن به صورت دستی می‌توان دما را ثبت نمود.

برای کنترل دما و کاهش رطوبت در سیستم‌های ذخیره‌سازی استفاده از فن‌های تهویه و خنک‌کننده و عملیات دوران توصیه می‌گردد. چنانچه درجه حرارت گندم از ۳۲ درجه سانتی‌گراد تجاوز نماید، باید نسبت به دوران غله اقدام نمود. اصول عمل دوران بر پایه جابجائی گندم از کندوئی به کندوی دیگر با نوار نقاله و تجهیزات مربوط به منظور کاهش دما می‌باشد. به منظور کاهش دما و جلوگیری از عمل کندانس رطوبت در سیلوهای فلزی نیز عمل هوادهی از پائین سیلو انجام می‌شود و ضمن این که هوا از پائین به بالا حرکت می‌کند تمام دانه‌ها هوا را به طور مناسب دریافت می‌کنند.

در انبارهای افقی، برای پیشگیری از افزایش رطوبت و دما، عملیات تهویه می‌تواند مؤثر باشد. در مناطقی که اختلاف دمای روز و شب زیاد است می‌توان از تهویه طبیعی استفاده کرد، یعنی در هنگام شب درب‌ها و پنجره‌ها را باز نمود تا هوای تازه جای هوای گرم و مرطوب انبار را بگیرد. بطور کلی در صورت افزایش دما و رطوبت غله در انبارهای روباز یا انبارهای ساده به دلیل عدم دسترسی به امکانات دوران یا سرد کردن بهتر است نسبت به تخلیه انبار اقدام شود. از جمله عواملی که بر روی کندو اثر می‌گذارد درجه حرارت بیرون کندوهاست. چنانچه گندم‌ها دچار کپک زدگی شوند، خنک کردن، مشکل را حل نمی‌کند و می‌بایست در اسرع وقت گندم را از انبار خارج و تعیین تکلیف نمود. استفاده از رنگبرها یا برخی مواد شیمیایی دیگر برای پوشاندن بوی کپک زدگی، غیرمجاز می‌باشد. همچنین تنفس اسپورهای کپک می‌تواند عوارض کوتاه مدت و بلند مدتی بروی سلامتی انسان داشته باشد.

۲- کنترل آلودگی به آفات انباری

آفات انباری آفاتی هستند که از غلات و فرآورده‌های آنها، طی دوره نگهداری تا زمان مصرف نهایی، تغذیه و به آن متداول‌ترین و شایع‌ترین انواع آفات انباری گندم که به شرح زیر است، خسارت وارد می‌کنند.

Cryptolestes spp

Ephestia spp

Oryzaephilus spp

Rhyzopertha dominica

Sitophilus spp

Tribolium spp

Trogoderma spp

مهم‌ترین عوامل پیشگیرانه که در مبارزه با آفات باید مورد توجه قرار گیرد، به شرح زیر است:

- کنترل مستمر محیط انبار و سیلوها

- بررسی و بازدید مواد اولیه، قبل و در هنگام ورود به طور دقیق

- در نظر داشتن عوامل مهار کننده رشد و تکثیر آفات. به عنوان مثال توری، در و پنجره، الک‌ها، دستگاه‌های بوجاری می‌بایست بطور مرتب کنترل گردند.

- مانیتورینگ مستمر برای بررسی وجود و تخمین جمعیت آفات به منظور پیش‌گیری و شناسایی نقاط بحرانی و مداخله به موقع برای کنترل آفات انباری

دو عامل اصلی برای محدود کردن رشد آفات، دما و رطوبت است. به کنترل این دو عامل به عنوان روش پیشگیری از آلودگی‌های انباری می‌بایست توجه نمود. بطور کلی کنترل آفات انباری شامل اقدامات زیر می‌باشد:

الف - نمونه‌برداری‌های منظم جهت تشخیص آلودگی

رایج‌ترین و سریع‌ترین تشخیص آلودگی، نمونه‌برداری و الک کردن نمونه به منظور یافتن آفات است، روش‌های دیگری مثل تله‌های لوله‌ای و لیوانی، یا میکروفن‌های حساس و تله‌های آغشته به مواد شیمیایی است که مسلماً دقت بیشتری دارند.

یکی از روش‌های غیرمستقیم اما مؤثر در شناسایی آفات اندازه‌گیری دمای محموله است، زیرا رابطه مستقیمی بین فعالیت آفات و افزایش دمای محموله وجود دارد. مرتباً کندوهای ذخیره سازی گندم را سرکشی کنید و به دنبال رطوبت انباشته، حشرات و بوی نامطبوع باشید. از تمام حواس پنجگانه خود استفاده کنید. با نحوه تشخیص آفات گندم آشنا شوید. برای بازرسی صحیح گندم، یک بمبوی ویژه گندم، الک برای جدا کردن حشرات از نمونه‌های گندم و وسیله‌های برای اندازه‌گیری دمای دانه‌ها مورد نیاز است. حرارت سنج‌ها در کندوهای ذخیره سازی روشی عالی برای کنترل دما هستند. راه دیگری برای اندازه‌گیری دما بستن یک دماسنج به یک میله و فرو کردن آن داخل دانه‌ها می‌باشد.

در طول مدت ذخیره گندم، بازدید ماهانه را بصورت مرتب انجام دهید تا بتوانید تغییرات احتمالی از جمله علائم زودرس آلودگی به حشره، مرطوب بودن یا گرم شدن گندم را شناسایی نمایید. بازدیدها مخصوصاً در فصل تابستان و اوایل پاییز وقتی که دمای گندم برای رشد حشره مساعد شده بسیار مهم می‌باشد. در این فصل از سال باید دوبار در یک ماه از گندم بازدید بعمل آید.

ب - ضد عفونی و سم‌پاشی محموله آلوده بر اساس روش‌های صحیح

پس از مشاهده آلودگی، عملیات ضد عفونی به صورت گازدهی با فسفین انجام می‌شود.

احتیاطات کلی: احتیاطاتی که قبل از شروع فومیگاسیون و در طول مدت آن صرف‌نظر از نوع سموم گازی که مصرف می‌شود بایستی رعایت گردد به شرح زیر می‌باشد:

- نگهداری سموم در محل خنک خشک، دارای تهویه مناسب و دور از دسترس افراد غیرمسئول
- کنترل عدم حضور و تردد انسان در محل فومیگاسیون و اطراف محل فومیگاسیون در طول مدت عمل تا پایان عمل تهویه

- کنترل عدم حضور حیوانات اهلی در محل فومیگاسیون و در صورت وجود انتقال آنها به محل امن
نصب علائم اعلام خطر برای جلوگیری از ورود اشخاص به محوطه فومیگاسیون در محل فومیگاسیون و بر روی تمام در و پنجره‌های ورود و خروج قبل از شروع عمل و حفظ آن تا پایان عمل تهویه.
- در دسترس داشتن جعبه وسایل کمک‌های اولیه برحسب نوع سموم مورد مصرف

احتیاطات خاص فسفین

- فسفین گازی است بسیار سمی که نباید توسط نیروی غیرمتخصص استفاده شود.
- حین عملیات ضدعفونی از دستکش و لباس کار و ماسک مخصوص گاز فسفین استفاده شود.
- در موقع کار باید از خوردن، آشامیدن و استعمال دخانیات پرهیز شود.
- از تمامی راهنمایی‌های شرکت سازنده و توصیه‌های ایمنی که روی محصول درج شده است، پیروی شود.

جوانب ایمنی کار با گاز فسفین

این گاز روی سیستم اعصاب مرکزی اثر می‌گذارد و مشکلات ریوی و تنفسی ایجاد می‌کند. علائم ظهور اثر گاز فسفین به شرح زیر است:

PPM 2000 - مرگ در عرض مدت کوتاه

PPM500 - مرگ در عرض ۴۵ دقیقه

PPM150 - عوارض جدی بعد از یک ساعت

لازم به ذکر است حداکثر غلظتی از فسفین در هوا که برای انسان ایجاد مسمومیت نکند، در کشورهای مختلف بین ۰/۱۸-۰/۵۴ میلی گرم در مترمکعب هوا تعیین شده است و خوشبختانه این گاز در غلظت‌های بیشتر از PPM 0/02 با بوی تند شبیه سیر یا کاربید، آگاهی دهنده از وجود گاز می‌باشد.

نحوه عمل ضدعفونی با فسفین

حداقل شرایط لازم برای ضدعفونی با فسفین عبارت است از:

- انجام عملیات توسط افراد آموزش دیده و متخصص

- غیرقابل نفوذ بودن محدوده تحت ضدعفونی

- استفاده از دوز مناسب گاز و توزیع مناسب آن در کل سطوح ضد عفونی

گاز فسفین گازی است سبک و بی‌رنگ که به سهولت گسترش می‌یابد. چنانچه محیط و محفظه ضدعفونی کاملاً مسدود نباشد، گاز فسفین قبل از آنکه حشرات را از پای درآورد در اتمسفر هوا پراکنده می‌گردد. بنابراین محفظه ضدعفونی باید کاملاً بسته باشد. اهمیت غیر قابل نفوذ کردن در فومیگاسیون با فسفین اهمیت بسزایی دارد.

میزان دوز لازم برای عملیات فومیگاسیون نیز، بستگی به گونه آفت و دوره زندگی آن دارد. بطور کلی زمانی که درجه حرارت محموله بیشتر از ۱۵ درجه باشد و انبارها و سیلوها نیز کاملاً بسته باشند، می‌توان فرمول عمومی ۱/۵ گرم گاز فسفین در هر متر مکعب را به کار برد. اگرچه این مقدار در صورت لزوم به دو تا سه برابر افزایش می‌یابد. برای مثال این مقدار برای لاروها و حشره *Tragoderma granarium* در مرحله خواب زمستانی و سایر حشرات مقاوم تا ۳-۶ گرم به ازای هر متر مربع افزایش می‌یابد.

میزان گاز فسفین مصرفی بستگی به حجم محفظه ضدعفونی نیز دارد و پر یا خالی بودن و یا نیمه پر بودن محفظه ضد عفونی حائز اهمیت است.

- کافی بودن زمان ضد عفونی: بطور کلی فسفین گازی است که به کندی عمل می کند. حداقل مدت زمان ضدعفونی با گاز فسفین در درجه حرارت ۳۰ درجه، حداقل چهار روز و در درجه حرارت ۲۰ درجه، ۵-۷ روز است. رعایت مدت زمان ضدعفونی فوق العاده مهم است. هر چه طول مدت ضدعفونی بیشتر باشد، ضدعفونی مؤثرتر است. بطور کلی حشرات دارای چهار مرحله دوره زندگی هستند که عبارت است از تخم، لارو، شفیره و حشره بالغ و حشرات در دوره لاروی و بالغ، نسبت به گاز فسفین بسیار حساس بوده و به راحتی تلف می شوند، ولی سایر دوره ها بخصوص دوره شفیرگی دارای حساسیت کمتری بوده و به راحتی از بین نمی روند.

در طول مدت زمان ضدعفونی، حشره از دوره زندگی که حساسیت کمتری نسبت به گاز فسفین دارد. به دوره های که بیشتر حساس می باشد، تبدیل شده و سپس از بین می رود (بطور مثال از مرحله تخم به مرحله لاروی و یا از حالت شفیرگی به حشره بالغ تبدیل می گردد) و اما در یک ضدعفونی ناموفق، تنها حشرات در مراحل حساس از بین رفته و مراحل غیرحساس مانند تخم و شفیره سالم باقیمانده و دوباره محموله را آلوده می نماید.

این سرعت دگرگونی در حشرات، بستگی مستقیم به درجه حرارت محیط دارد. مدت ضدعفونی در درجه حرارت های بالا، کوتاه تر و در درجه حرارت های پایین، طولانی تر می گردد. بنابراین رعایت مدت زمان ضدعفونی بسیار مهم است. ولی در هر صورت یک دوره زمانی حداقل وجود دارد که نمی توان طول دوره ضدعفونی را از آن کوتاه تر نمود (حتی اگر میزان دز مصرفی را بالاتر ببریم).

انجام عملیات مطلوب هوادهی در خاتمه کار

محدوده ضدعفونی شده پس از پایان عملیات می بایست به ترتیبی هوادهی گردد که غلظت گاز فسفین باقیمانده در هنگام تخلیه انبار یا سیلو، از حد مجاز تجاوز ننماید. در پایان عملیات ضدعفونی باید تا آنجا که امکان دارد هواکش ها، درب ها و پنجره های ساختمان را باز کرده و در مورد کیسه های تحت فومینگاسیون، پوشش ها برداشته شود. در هنگام برداشتن پوشش و عملیات هوادهی، می بایست از ماسک استفاده شود. سپس ساختمان را برای مدتی مناسب (دو یا سه ساعت با توجه به شرایط) ترک کرده تا غلظت گاز فسفین به حد استاندارد برسد. پس از پایان هوادهی، بقایای فسفین را امحاء کرده و گواهی نظافت را که نشان دهنده بی خطر بودن ساختمان برای کار مجدد است، صادر می شود.

تمیز کردن و آماده سازی گندم

قبل از نگهداری گندم در انبارها ابتدا باید از عدم آلودگی دانه و محل نگهداری به آفات انباری اطمینان حاصل نمود. سپس دانه ها را بوجاری کرد و در صورت لزوم رطوبت آن را کاهش داد.

خشک کردن گندم

برای نگهداری طولانی گندم لازم است رطوبت آن کمتر از ۱۵ درصد باشد. بنابراین در صورت بالاتر بودن رطوبت باید نسبت به خشک کردن اقدام نمود.

کنترل عوامل محیطی

در طول مدت نگهداری گندم لازم است درجه حرارت و رطوبت آن بطور مرتب اندازه گیری و کنترل شود.

دوران دادن غله

چنانچه درجه حرارت گندم از ۳۲ درجه سانتیگراد تجاوز نماید، باید نسبت به دوران گندم با توجه به عوامل زیر اقدام نمود:

- دمای هوای بیرون

- دمای گندم

- رطوبت نسبی هوا

- رطوبت گندم

اصول عمل دوران بر پایه جابجایی گندم از کندوئی به کندوی دیگر با نوار نقاله و تجهیزات مربوط به منظور کاهش دما می باشد.

تعیین آلودگی به آفات انباری در گندم

برای تشخیص آلودگی در گندم روش های مختلفی به شرح زیر وجود دارد:

غربال و الک متناسب با نوع گندم، مقوا با سطح موج دار، تله های نوری، تله های مکانیکی، تله های شیشه ای رنگی، تله های آغشته به مواد شیمیایی، نگهداری نمونه گندم در ظرف و شرایط خاص، آلودگی های پنهان در گندم. برای تشخیص آلودگی های پنهان گندم به حشرات می توان از روش های گوناگون مانند شناور ساختن، خرد کردن، له کردن، استفاده از معرف های شیمیایی مثل نین هیدرین، تعیین دی اکسید کربن و بکارگیری اشعه X استفاده نمود.

آفات انباری گندم

آفات انباری یکی از بزرگ ترین مشکلات و چالش ها در ذخیره سازی بلند مدت گندم هستند. طی ذخیره سازی، آفات مختلفی منجر به خسارت کمی، کیفی و بهداشتی غلات انبار شده می شوند. از جمله از مهم ترین آفات انباری گندم می توان به موارد زیر اشاره کرد:



راسته: Coleoptera

خانواده: Curculionidae

نام علمی آفت (*Sitophilus granaries*) (Linnaeus, 1758)

نام عمومی آفت: شپشه گندم



نام علمی آفت: *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763)

نام عمومی آفت: شپشه برنج



نام علمی آفت: *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855)

نام عمومی آفت: شپشه ذرت

خانواده سرخرطومی‌ها تمام دانه‌های غلات، محصولات غله‌ای سخت و بعضی حبوبات رو مورد حمله خود قرار می‌دهند. خسارت وارده توسط گونه‌های این خانواده از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. حشرات کامل تخم‌های خود را به صورت تک تک داخل دانه‌ها می‌گذارد و لاروهای این خانواده غیر متحرک بوده و در داخل دانه‌ها به صورت مخفی تغذیه و فعالیت می‌کنند. حشرات کامل دارای عمر طولانی و قدرت تغذیه و پرواز هستند اما گونه *S. granaries* قادر به پرواز نیست. خسارت: خسارت ایجاد شده توسط این خانواده کاملاً مشخص است. تغذیه توسط لاروها در دانه‌ها حفره‌هایی رادر دانه غلات ایجاد می‌کند و ظاهر شدن بالغین و خروج آنها از دانه‌ها باعث باقی ماندن حفره‌های بزرگ در دانه‌ها می‌شود. آلودگی توسط این گونه‌ها مقدار زیادی حرارت و رطوبت ایجاد می‌کنند که این امر موجی تشدید خسارت کمی و همچنین رشد کپک و همچنین زیاد شدن جمعیت سایر گونه‌های آفت می‌شود.



راسته: Coleoptera

خانواده: Bostrichidae

نام علمی آفت: *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792)

نام عمومی آفت: سوسک دانه غلات (سوسک کشیش)

این آفت از تمام دانه‌های غلات، ریشه‌های خشک، بامبو را مورد تغذیه قرار می‌دهند و یک آفت اختصاصی تمام غلات بخصوص گندم، جو، سورگوم و برنج است و از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد. این آفت تخم‌های خود را درون دانه‌ها و یا سوراخ‌های که توسط بالغین در دانه‌ها ایجاد می‌شود، قرار می‌دهند. لاروهای سن بالا غیرمتحرک و درون دانه‌ها فعالیت خود را انجام می‌دهند. حشرات کاما روی مواد انباری تغذیه می‌کنند و دارای عمر طولانی و قدرت پرواز هستند.

خسارت: خسارت توسط این حشره روی محصولات انباری مشخص و زیاد است. بالغین تونل‌های حفره‌ای شکل غیرمنظم در دانه‌ها ایجاد کرده و مقدار زیادی آرد تولید می‌کنند. وزن دانه‌ها در اثر تغذیه مستقیم و تولید آرد کاملاً کاهش می‌یابد. آلودگی شدید توسط این حشرات می‌تواند باعث نابودی فیزیکی دانه‌ها گردد و همچنین تولید بوعی

نامطبوع در محصول می‌شود. افرادی که در انبارهای آلوده فعالیت می‌کنند دچار آلرژی شدید و ناراحتی ریوی می‌شوند.



راسته: Coleoptera

خانواده: Dermestidae

نام علمی آفت: *Trogoderma granarium* (Everts, 1898)

نام عمومی آفت: لمبه گندم

این آفت مواد خشک با منشاء گیاهی و حیوانی را مورد حمله قرار می‌دهند و همچنین از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد. تخم‌های خود را در مواد انباری می‌گذارند و لاروهای آنها متحرک و در میان محصولات انباری فعالین می‌کنند. حشرات کامل عمر کوتاه داشته و قادر به تغذیه روی مواد انباری نیستند.

خسارت: اینگونه بر خلاف دیگر گونه‌های این خانواده تمایلی به تغذیه از محصولات با مناء حیوانی ندارند و تنها مرحله لاروی خسارت‌زا می‌باشد. لاروهای جوان‌تر تنها قادر هستند از دانه‌های شکسته یا خسارت دیده از قبل تغذیه کنند اما هر چه سن لاروی بالا می‌رود قادر هستند که از تمام محتویات دانه‌های کامل تغذیه کنند. لاروها معمولاً تمایل دارند در سطح توده محصولات فعالیت کنند. محصولات خسارت دیده بدلیل اغشته شدن به پوسته‌های لاروی، موهای بدن لاروها، مدفوع آفت از مرغوبیت بسیار پایینی برخوردار است. در صورت استفاده از این محصولات مشکلات گوارشی در انسان ایجاد می‌شود.



راسته: Lepidoptera

خانواده: Gelechiidae

نام علمی آفت: *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789)

نام عمومی آفت: بید غلات

بید غلات، یکی از آفات مهم دانه‌های کامل غلات بخصوص جو، ذرت، ارزن، برنج، سورگوم و گندم می‌باشد و از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد. این آفت تخم‌های خود را میان غلات قرار می‌دهند و لاروهای کامل غیرمتحرک هستند و تغذیه‌کننده داخلی هستند. حشرات کامل عمر کوتاه دارند و قادر به تغذیه نیستند.

خسارت: تغذیه توسط لاروها، حفره‌های بزرگی درون غلات آلوده بوجود می‌آورد. وقتی که حشرات کامل از حالت شفیرگی خارج می‌شود یک سوراخ گرد از محل خروجشان باقی می‌ماند. این شب پره برخلاف آفات پروانه‌ای دیگر هیچ تار ابریشمی نمی‌تند و در اثر فعالیت آنها مقدار زیادی حرارت و رطوبت در غله خشک ایجاد می‌شود که این موجب افزایش رشد کپک‌ها و جلب حشرات دیگر می‌شود.



راسته: Coleoptera

خانواده: Silvanidae

نام علمی آفت: *Oryzaephilus surinamensis* (L.)

نام عمومی آفت: سوسک دندانه دار غلات

این دو گونه غلات، محصولات غله‌ای، دانه‌های روغنی، آجیل، ادویه، گیاهان دارویی خشک، میوه خشک، نان و بیسکویت مورد حمله قرار می‌دهند. این گونه‌ها تخم‌های خود را به صورت آزاد در میان شکاف و درزهای غلات قرار می‌دهد. این دو گونه از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار هستند. لاروها فعال و در بین محصولات انباری تغذیه و فعالیت می‌کنند و همچنین حشرات کامل دارای عمر طولانی، قادر به پرواز و تغذیه هستند.

خسارت: مواد مورد تغذیه این گونه و لارو آن در درجه اول دانه‌ها و آرد غلات و خشکبار مثل میوه خشک، گردو، بادام و کشمش مورد حمله قرار می‌دهند. این آفت به دلیل جثه کوچک به راحتی به داخل کیسه‌های آرد و خشکبار نفوذ کرده و ایجاد آلودگی می‌کنند. همچنین این دو گونه قادر هستند به دانه‌های کامل غلات با رطوبت بالا را نیز مورد حمله خود قرار دهند.

کنترل: فسفید آلومینیوم 56% Blanket (فستوکسین) ۳ تا ۵ گرم فسفین در هر متر مکعب در فضای مسدود، پودر سلیس (درای ساید 80% P) (درای ساید ۲-۱ در هزار مخلوط با بذر یا در انبارهای خالی، پریمی‌فوس متیل EC50% (آکتلیک) ۲ گرم ماده خالص در هر متر مربع، مالاتیون 57% EC (مالاتیون) ۲ گرم ماده خالص در هر متر مربع، اسپینوساد 24% SC اگر ماده مؤثر در متر مربع.

نکات

- در فضای بسته با ایزولاسیون کامل ۳-۵ گرم فسفین برای هر متر مکعب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت سه روز، در فضای نیمه بسته با چادر پلی اتیلن ۳-۶ گرم فسفین در هر متر مکعب بر حسب حرارت با نظارت کامل کارشناس، در فضای باز با پوشش پلاستیک ۵-۸ گرم فسفین در هر متر مکعب با توجه به دمای محیط حداقل برای ۷۲ ساعت با نظارت کارشناس استفاده شود.
- درای ساید در مواردی که دانه‌ها مصرف خوراکی انسانی دارد توصیه نمی‌شود. فقط در مواردی که به عنوان بذر و یا خوراک دام استفاده شود کاربرد دارد.
- پریمی‌فوس متیل، مالاتیون، اسپینوساد فقط برای سمپاشی انبار خالی با دز توصیه شده مصرف شود (حداقل ۱۰-۱۵ روز قبل از وارد کردن محصول به انبار استفاده شود) در مورد لمبه گندم هم با توجه به مقاومت آفت می‌توان دز و مدت زمان ضد عفونی را افزایش داد.
- آزمایش‌ها لازم برای ضد عفونی کشتی‌ها و انبارهای خالی و محصولات انباری با سموم کم خطر به ویژه مایع و گازهای کم خطر و تعیین فرم مبارزه با همکاری سازمان‌های زیربط توصیه می‌شود.

روش‌های مبارزه با آفات انباری: منظور از مبارزه با آفات انباری در درجه اول از بین بردن آفات و در درجات بعد جلوگیری از رشد آفات و محدود ساختن فعالیت آنها در طول نگهداری گندم می‌باشد.

برای این منظور از روش‌های مبارزه فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی استفاده می‌شود.

روش‌های فیزیکی و مکانیکی: شامل تغییر دما (سرما و گرما) تله‌های مکانیکی، تله‌های آغشته به چسب، دستگاه‌های مکش، الک کردن، هوادهی، چرخ دادن و استفاده از باد شدید می‌باشد.

یادآوری: روش پرتودهی در برخی از کشورها کاربرد داشته، لکن با توجه به اثرات سوئی که ممکن است ایجاد نماید، توصیه نمی‌گردد.

روش‌های شیمیایی: سموم شیمیایی مجاز می‌تواند به صورت‌های مختلف در سیلو و انبارها طبق آخرین دستورالعمل‌های سازمان حفظ نباتات مورد استفاده قرار گیرد. در صورت استفاده از سموم گازی شکل (فومیکاسیون) می‌توان از استاندارد شماره ۲۴۹۳ (آئین کار ضد عفونی غلات) بهره گرفت.

۱۴- ادوات و سم‌پاشی مزرعه

عملیات سم‌پاشی یکی از مهم‌ترین بخش‌های عملیات کشاورزی در محصول گندم است که رابطه‌ای مستقیم با مدیریت نهاده‌های شیمیایی به منظور جلوگیری از آلودگی منابع پایه (آب و خاک) و حفاظت از محیط‌زیست، افزایش کمیت و کیفیت عملکرد در واحد سطح و تولید اقتصادی دارد. در حال حاضر در کشور از ۲۰ نوع سم‌پاش استفاده می‌شود. کاربرد انواع سم‌پاش لاتس‌دار، بوم‌دار و میکرونر در سطح مزارع گندم بیش‌تر متداول است که موارد فنی و مهم در کاربرد این سم‌پاش‌ها در زیر بیان می‌شود.

الف - سم‌پاش لاتس‌دار

در حالت کلی سم‌پاش‌های لاتس‌دار و شیلنگ‌دار (پشت تراکتوری، فرغونی، زنبه‌ای و.....) برای سم‌پاشی باغ‌ها ساخته شده‌اند و استفاده از آنها برای سم‌پاشی مزارع به دلیل زیر از نظر علمی صحیح نیست: غیر یکنواختی پاشش، افزایش مصرف محلول، افت بازده، بادبردگی شدید قطرات سم، استهلاک موتور و پمپ در اثر کار در فشار بالا (بیش از ۲۰ بار) نیاز به تعداد زیادی نیروی کار، مسمومیت کاربران و ... (شکل ۳۹).



شکل ۳۹- روش غیر اصولی سم‌پاشی مزرعه با سم‌پاش

باتوجه به اینکه تعداد، سم‌پاش‌های لاتس‌دار در کشور زیاد است و استفاده از آنها به دلیل نا آگاهی در بین کشاورزان توسعه یافته است به عنوان راهکار اصلاحی می‌توان راه حل زیر را ارائه کرد:

- استفاده از بوم دومتری با چهار عدد افشانک بادبزی نوع ۱۱۰۰۱ به جای لاتس در سر شیلنگ ها در این حالت، همانند سم پاش بوم دار پشت تراکتوری، یکنواختی پاشش در عرض بوم حاصل می شود و میزان مصرف به ۳۰۰ تا ۴۰۰ لیتر در هکتار کاهش می یابد.

به علاوه به دلیل کاهش فشار سم پاش به ۱ تا ۴ بار، استهلاک قطعات کاهش و بازده سم پاشی افزایش می یابد (شکل ۴۰) همچنین در زمین هایی که حرکت تراکتور مقدور نیست، می توان از این روش براحتی استفاده کرد. در صورت ساخت بوم از فلز سبک مانند آلومینیوم می توان عرض کار بوم را تا شش متر نیز افزایش داد.



شکل ۴۰- نمایی از بوم دستی جایگزین لاتس

ب- سم پاش پشت تراکتوری بوم دار

یکی از مناسب ترین روش های سم پاشی در مزارع گندم کشور هستند که با تنظیم نازل ها برای پاشش روی خطوط کاشت، تمام گیاهان موجود در مزرعه به طور کامل سم پاشی می شوند. در کشت گندم، در ردیف هایی به فاصله ۱۰ تا ۱۸ سانتی متر و فاصله هایی به نام خطوط تراموایی، مسیرهایی برای حرکت تراکتور و ادوات داشت در مزرعه در نظر گرفته می شود تا تراکتور بتواند در تمام فصل رشد گندم به آسانی در مزرعه حرکت کند (شکل ۴۱) کالیبراسیون سم پاش یکی از عوامل اصلی موفقیت در مبارزه شیمیایی و تاثیر سموم و جلوگیری از سم پاش های بی رویه است.



شکل ۴۱- نمونه ای از خطوط تراموایی در مزرعه گندم

کالیبراسیون عبارت است از تنظیم سم پاش یا وسیله پاشش برای اینکه مقدار معینی سم خالص روغنی، محلول سمی و.... را به طور یکنواخت در واحد سطح مصرف کند.

۱- مراحل مختلف کالیبراسیون

- انتخاب سم پاش مناسب براساس محصول و روش های سم پاشی
- انتخاب نوع نازل براساس روش سم پاشی و نوع معضل گیاه پزشکی
- انتخاب شماره نازل براساس روش سم پاشی و حجم محصول
- اندازه گیری عرض کار مؤثر سم پاش (در ایران اکثراً هشت متر)
- محاسبه سرعت پیشروی
- اندازه گیری دبی نازل ها
- محاسبه مقدار محلول مصرفی در هکتار
- تهیه محلول سمی با نسبت مناسب (آب + سم)

مقدار محلول مصرفی در هکتار با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود :

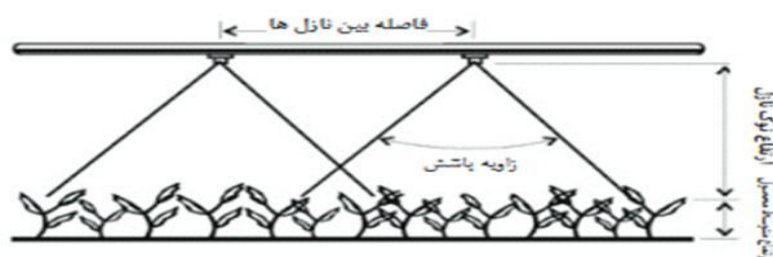
۶۰۰*دبی (لیتر در دقیقه)	میزان مصرفی (لیتر در هکتار)
سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت) * عرض پاشش (متر)	

اولین قدم در کالیبراسیون سم پاش، تعیین «نوع و اندازه صحیح نازل» است. نازل ها اساسی ترین بخش سم پاش هستند.

سه کار مهم نازل ها در سم پاش

۱. تنظیم حجم مایع پاشش
۲. ذره سازی محلول به قطره
۳. ایجاد پاشش طبق الگویی مطلوب

در نازل های بادبزی مسطح برای اینکه به پوشش یکنواختی از پخش مواد شیمیایی برسیم، ۳۰ تا ۵۰ درصد از کناره های نازل باید همپوشانی شود. این همپوشانی توسط چرخش هر نازل در زاویه ۱۲ تا ۱۵ درجه بروی بوم صورت می گیرد تا کناره های پخش بادبزی مجاور با همدیگر برخورد نکنند. برای همپوشانی صحیح نازل ها، عرض پاشش هر نازل در زراعت باید دو برابر فاصله نازل ها در روی بوم باشد. بنابراین اگر فاصله نازل ها روی بوم ۵۰ سانتی متر باشد، عرض پاشش باید ۱۰۰ سانتی متر در نظر گرفته شود که این عرض در نازل های ۶۵ درجه در ارتفاع زیاد و در نازل های ۱۱۰ درجه در ارتفاع کم حاصل می شود (شکل ۴۲).



شکل ۴۲- ارتفاع پاشش نوک نازل بادبزی مسطح تا هدف

کاربرد غیر دقیق محلول سم ممکن است ناشی از فرسودگی نازل باشد، بنابراین باید نازل ها از جنس مرغوب تهیه شوند. نازل هایی که از جنس هایی با مقاومت کمتر (پلاستیک و برنج) ساخته می شوند، بعد از مدت کوتاهی سوراخشان تعریض می شود و مقدار جریانشان افزایش می یابد، از جدول ۴۴، ۴۵ و ۴۶ می توان در انتخاب نازل مناسب کمک گرفت. الگوی پاشش نازل های مختلف در شکل ۴۳ ارائه شده است.

جدول ۴۴- راهنمای انتخاب نوع نازل برای قارچ کش ها (الگوی پاشش نازل ها در شکل ۴۳ ارائه شده است)

نوع نازل								
نحوه استفاده	مخروط توخالی قطره بارانی	سیلابی زاویه باز	مخروط توپر زاویه باز	سیلابی توپر زاویه باز	بابزنی دوقلو	بابزنی با مهار بادبردگی	بابزنی استاندارد	بابزنی دامنه گسترده
اختلاط با خاک	خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	-	خیلی خوب	-	خوب
پیش رویشی	خوب	-	خیلی خوب	خیلی خوب	-	خیلی خوب	خوب	خیلی خوب (در فشار پایین)
پس رویشی تماسی	-	-	-	-	خیلی خوب	-	خوب	خوب
پس رویشی نفوذی	خوب	-	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب	خوب	خیلی خوب (در فشار پایین)

جدول ۴۵- راهنمای انتخاب نوع نازل برای قارچ کش ها (الگوی پاشش نازل ها در شکل ۴۳ ارائه شده است)

نوع نازل								
نحوه استفاده	مخروط توخالی قطره بارانی	سیلابی زاویه باز	مخروط توپر زاویه باز	سیلابی توپر زاویه باز	بابزنی دوقلو	بابزنی با مهار بادبردگی	بابزنی استاندارد	بابزنی دامنه گسترده
تماسی	-	-	-	-	-	-	خوب	خیلی خوب
نفوذی	-	-	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب (در فشار پایین)

جدول ۴۶- راهنمای انتخاب نوع نازل برای حشره کش (الگوی پاشش نازل ها در شکل ۴۳ ارائه شده است)

نوع نازل								
نحوه استفاده	مخروط توخالی قطره بارانی	سیلابی زاویه باز	مخروط توپر زاویه باز	سیلابی توپر زاویه باز	بابزنی دوقلو	بابزنی با مهار بادبردگی	بابزنی استاندارد	بابزنی دامنه گسترده
تماسی	-	-	-	-	خیلی خوب	-	خوب	خوب
نفوذی	-	-	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب	-	خیلی خوب (در فشار پایین)



شکل ۴۳- الگوی پاشش نازل های مختلف

دومین عامل موثر در میزان محلول مصرفی در هکتار فشار سمپاشی است. فشار در اندازه قطرات تولید شده، مقدار جریان محلول سم و زاویه پاشش تاثیر می‌گذارد. فشار لازم برای نازل‌های تی جت در سمپاش پشت تراکتوری (شکل ۴۳) معمولاً بین یک تا پنج بار است. برای مبارزه با علف‌های هرز فشار بین ۲ تا ۳ بارو برای مبارزه با آفات و بیماری‌ها بین ۳ تا ۴ بار مناسب است. تغییرات فشار بوسیله شیر تنظیم فشار یا رگولاتور انجام می‌شود که پس از پمپ (بین خروجی پمپ و لوله برگشت محلول مخزن) قرار می‌گیرد.

سومین عامل میزان مصرف محلول سمی در هکتار هم سرعت حرکت وسیله سمپاشی است. هرچه وسیله سمپاشی سریعتر حرکت کند، میزان محلول مصرفی کمتر می‌شود و با کاهش سرعت نیز میزان محلول مصرفی در هکتار افزایش می‌یابد و بازدهی سمپاشی کاهش می‌یابد. سرعت پیشروی تراکتور با توجه به شرایط مزرعه بین ۳ تا ۱۴ کیلومتر در ساعت باشد، ولی در شرایط ایران ۴ تا ۶ کیلومتر در ساعت است.

۲- استفاده از صافی (توری)

سوراخ کوچک در نوک نازل به آسانی ممکن است توسط ذرات ریز مسدود شود، بنابراین باید پاشش محلول سم در مراحل مختلف فیلتر شود. برای مثال در داخل بدنه نازل باید فیلتر جاکذاری شود. اندازه مش این فیلتر باید کوچکتر از اندازه سوراخ نازل باشد. معمولاً استفاده از فیلتر ۵۰ مشی با سوراخ ۰/۴ میلی‌متری برای اکثر سمپاش‌ها توصیه می‌شود.

۳- سم پاش هوا کمک

در مواقعی که ضرورت دارد قطرات ریزتر محلول سم به داخل کانوپی گندم نفوذ پیدا کنند، بدین منظور و برای کاهش بادبردگی می‌توان از جریان هوای کمکی استفاده کرد. به منظور مبارزه مؤثر سن توصیه می‌شود از سم پاش‌های بوم‌دار پشت تراکتوری هوا کمک استفاده کنید (شکل ۴۴).



شکل ۴۴- سم پاش بوم دار پشت تراکتوری هوا کمک

ج - سمپاش‌های میکرونر

سمپاش‌های مرسوم مشکلاتی از جمله ایجاد ذرات غیریکنواخت، مصرف زیاد محلول و قیمت خرید گران دارند. در حال حاضر در دنیا روش‌های نوین و کم مصرفی در سطح مزارع متداول شده که در این میان سمپاش‌های میکرونر معرفی می‌شود (شکل ۴۵) در این سمپاش با استفاده از یکنواختی قطر ذرات و ریز بودن آنها می‌توان میزان محلول

مصرفی در هکتار را تا ده ها برابر کاهش داد و در عین حال از ایجاد ذرات خیلی ریز یا خیلی درشت ناخواسته که موجب تلفات شدید محلول سم می شود، جلوگیری کرد.



شکل ۴۵- سم پاش میکرونر پشت تراکتوری

میکرونرها را می توان روی انواع سم پاش های پشتی و تراکتوری نصب کرد. در سم پاش های میکرونرها تقزیه همواره یکسان و بدون تغییر است. به همین سبب نکته اساسی در تنظیم این سم پاش ها سرعت پیشروی کارگر سم- پاش است که هرچه سرعت بیش تر باشد، حجم محلول سمی در هکتار و زمان سم پاشی در هکتار کم تر خواهد بود. مقدار محلول سمی مصرف شده در واحد سطح در این سم پاش ها باتوجه به تعبیه نازل های مختلف برای آفات، بیماری ها یا علف های هرز متغیر است که برای هر نازل باید سم پاش تنظیم شود. با مراجعه به دفترچه راهنمای سازنده می توان این سم پاش را تنظیم کرد.

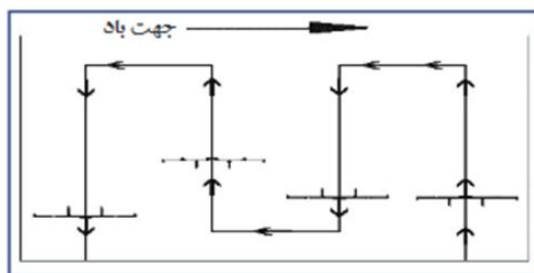
شرایط آب و هوایی برای عملیات سم پاشی

عموماً کاربران درباره عوامل آب و هوایی مؤثر در حین عملیات سم پاشی اطلاع چندانی ندارند که این امر باعث افزایش مصرف و هدررفت سموم و نیز آلودگی محیط زیست و آسیب کاربران می شود.

عوامل مؤثر آب و هوایی در هنگام سم پاشی

۱- سرعت و جهت باد

سرعت باد معمولاً حیاتی ترین عاملی است که نقشی عمده در بادبردگی قطرات سم به خارج از هدف مورد نظر دارد. حداکثر سرعت مجاز باد برای عملیات سم پاشی ۳ کیلومتر در ساعت است. عملیات سم پاشی باید مطابق با شکل ۴۶، عمود بر جهت باد توسط کاربر یا تراکتور انجام شود.



شکل ۴۶- روش سم پاشی مزرعه با در نظر گرفتن جهت باد

۲- درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا

درجه حرارت زیاد و رطوبت نسبی کم باعث تبخیر آب قطرات محلول سم و کوچکتر شدن آنها و در نهایت باعث بادبردگی آنها می شود. درموقع عملیات سم پاشی، رطوبت نسبی محیط باید بیش از ۷۰ درصد و درجه حرارت محیط کم تر از ۲۵ درجه سانتی گراد باشد؛ لذا معمولاً صبح زود و عصر بهترین زمان است.

اصول زیست محیطی و ایمنی

آفت گندم ممکن است حشره، قارچ، علف هرز یا عوامل بیماری زا باشد. بنابراین بر اهمیت بررسی و اجرای توصیه های مندرج روی ظروف آفت کش ها، زمان سم پاشی و انتخاب سم پاش متناسب قبل از شروع سم پاشی تاکید می شود. در طول سم پاشی شلوار بلند، پیراهن آستین بلند، دستکش، جوراب و کفش بپوشند و در صورت نیاز از لوازم حفاظتی خاص شامل ماسک و کفش های نفوذ ناپذیر استفاده کنید. پس از سم پاشی هم دست های خود را سریعاً با آب تمیز و صابون بشویید و در کوتاه ترین زمان ممکن دوش بگیرید. ظروف خالی آفت کش ها را براساس توصیه روی برچسب و نیز توصیه های کارشناسان جهاد کشاورزی محل نابود کنید.

۱۵- توصیه ها و ملاحظات محیط زیستی

دستورالعمل خرید، مصرف، ذخیره سم توسط کشاورزان

- پیش از خرید سم، نوع آفت محصول خود را شناسایی نمایید.
- سموم را فقط به میزان مورد نیاز خریداری نمایید.
- در زمان خرید سم به تاریخ مصرف سموم که بر روی برچسب قوطی های سم درج شده است، توجه نمایید.
- برای کاهش مصرف سم از روش های مبارزه تلفیقی آفات استفاده نمایید.
- آفت کش هایی که در ظروف اصلی پلمپ شده اند را خریداری نمایید و از انتقال آن ها به بطری های خالی نوشابه، کیسه های پلاستیکی کوچک، قوطی ها و بویژه ظروف خالی دیگر آفت کش ها اجتناب شود.
- از تکان دادن بشکه های سم در زمان خریداری خودداری نمایید.
- سموم را به میزانی خریداری نمایید که حداکثر در عرض چند هفته مصرف شده تا از انبار نمودن مقادیر قابل ملاحظه آن خودداری شود.
- از سم پاشی در هوای طوفانی و باد خودداری نمایید.
- از سم پاشی هوایی برای نابودی آفات محصولات خودداری نمایید.
- از چکمه های لاستیکی تا ساق پا برای محافظت پاها در زمان سم پاشی استفاده کنید و شلوار باید بیرون از چکمه ها و روی آنها باشد.
- برای محافظت از چشم ها در مقابل ترشحات و ذرات حاصل از انتقال آفت کش ها از یک ظرف به ظرف دیگر باید از عینک ایمنی و یا محافظ صورت استفاده نمود.
- پس از استفاده از سم چشم ها باید کاملاً شسته شده و همچنین یک سری از شوینده های چشم نیز باید در دسترس باشد.

- دهان و بینی در زمان کارکردن با آفت کش‌های پودری باید توسط ماسک‌های سبک یک بار مصرف پوشانده شود و ماسک‌ها پس از استفاده دور انداخته شوند. همچنین ماسک‌های مخصوص که نیمی از صورت را می‌پوشانند و دارای صافی بخارات مواد آلی می‌باشند نیز باید در دسترس باشد.
- پیشبند یکی دیگر از لباس‌های محافظتی مفید می‌باشد. پیشبندها از جنس PVC لاستیک نیتریل یا نیوپرن ساخته می‌شوند و نوع قابل دفع آن از جنس پلی اتیلن می‌باشد. پیشبند باید قسمت جلوی بدن از گردن تا زانو را بپوشاند. پیشبند نیز باید پس از استفاده کاملاً شسته شده و بطور مستمر پارگی یا سوراخ بودن آن بازرسی گردد.
- در هنگام تخلیه یا انتقال ماده از یک ظرف به ظرف دیگر باید از دستکش مقاوم در برابر مواد شیمیایی استفاده کرد. دستکش‌ها باید کاملاً اندازه دست و راحت باشد و همچنین از انعطاف خوبی برای برداشتن ظروف برخوردار باشد. آن‌ها باید به اندازه کافی بلند بوده تا حداقل مچ دست را بپوشاند.
- بعد از پایان کار، ابتدا بیرون دستکش را با آب شسته و آنرا از دست‌ها خارج و سپس داخل و بیرون دستکش شسته و خشک می‌گردد. نفوذ آب و پارگی آن‌ها بخصوص در بین انگشتان باید کاملاً مورد توجه قرار گیرد.
- لباس محافظ نباید دارای پارگی باشند زیرا موجب ورود آفت کش از قسمت پارگی و آلوده نمودن پوست بدن می‌شوند.
- پس از پایان روز کاری، لباس‌ها و چکمه‌ها باید بطور جداگانه از سایر لباس‌ها در محلول آب و صابون و یا هر شوینده دیگری شسته شوند.
- از ریختن مواد غذایی، آب و سوخت در ظروف و قوطی‌های سم خودداری نمایید.
- سموم را پیش از پایان عمر مفید آن استفاده نمایید.
- از شستشوی لباس‌های آلوده به سم به همراه سایر البسه منزل خودداری نموده و از مواد شوینده، دستکش و آب گرم برای شستشوی آنها استفاده نمایید.
- در صورت مسمومیت با سم بلافاصله به پزشک مراجعه نمایید.
- از تماس مستقیم با سم خودداری کنید.
- در زمان سم‌پاشی از خوردن، آشامیدن و استعمال دخانیات بپرهیزید.
- از مصرف سموم موجود در انبار که احتمال دارد قبل از تاریخ انقضاء غیر قابل استفاده و کهنه شوند، جلوگیری نمایید.
- در صورت مسمومیت با سم بلافاصله به پزشک مراجعه نمایید.
- پس از مصرف سم بدن خود را با مقدار زیادی آب و صابون شستشو دهید.
- شستشو باید دقیق انجام گیرد.
- لباس‌های آلوده به سم نباید به همراه لباس‌های دیگر شسته شود.
- در هنگام شستشو حتماً از دستکش و آبگرم استفاده شود.
- لباس‌های شسته شده باید در مقابل نور آفتاب خشک شوند.
- اگر مقدار زیادی از لباس‌ها، آلوده به آفت کش‌های غلیظ است و امکان رفع آلودگی آن به سادگی وجود ندارد، مناسب‌ترین شیوه سوزاندن لباس‌های آلوده می‌باشد.
- از قرار دان بشکه‌های حاوی سم در مقابل نور آفتاب خودداری نمایید.
- آفت کش‌ها را باید در محل امن و دور از دسترس کودکان و حیوانات قرار داد.

- آفت کش‌ها بایستی به دور از مواد غذایی نگهداری شود.
- آفت کش‌ها بایستی دور از آتش و لامپ نگهداری شوند.
- آفت کش‌ها را نباید در محوطه اتاقهای نشیمن و خواب قرار داد.
- در انبارهای نگهداری سم محصولات قدیمی‌تر که می‌توانند قابل استفاده باشند را نسبت به محصولات جدید اولویت‌بندی نمایید.
- حداقل جابجایی ظروف به منظور جلوگیری از نشت و یا ریخت و پاش احتمالی
- نگهداری در محوطه سرپوشیده جهت جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید.

امحاء ظروف سم و کود

- از دفن کردن قوطی‌های خالی سم و کود خودداری نمایید.
- از آتش زدن قوطی‌های خالی سموم و کود خودداری نمایید.
- پس از تمام شدن آفت کش و کود ظرف آن می‌بایستی کاملاً شستشو گردد.
- ظروف آفت کش‌های و کود خشک را باید در حدامکان کاملاً خالی نمود.
- تمامی مواد باقیمانده و ظروف خالی سموم و کود جمع‌آوری شده و در جای امن نگهداری نمایید تا در دسترس افراد غیرمجاز و حیوانات قرار نگیرند.
- ظروف خالی سم و کود را پس از شستشو به توزیع کنندگان و یا فروشندگان سم و کود تحویل دهید.
- از خالی کردن باقیمانده‌های سموم و کود، ظروف خالی و اشیای آلوده به آفت کش‌ها در محل‌های دفن زباله و سایر مکان‌های جمع‌آوری ضایعات خودداری شود.
- ظروف حاوی آفت کش مایع و کود باید با نفت، پارافین یا گازوئیل شسته، جمع‌آوری و به فروشگاه‌ها و یا عرضه کنندگان سم و کود تحویل داده شود.
- از سوزاندن جعبه‌های کاغذی حاوی علف‌کش فنوکسی اسید خودداری نمایید، زیرا مواد حاصل از احتراق آن در دراز مدت بر روی محصولات کشاورزی اثرات سوئی خواهد داشت.
- ظروف شیشه‌ای، فلزی و پلاستیکی ابتدا باید خرد و سوراخ شوند و سپس ارسال شوند.

منابع مورد استفاده

- ارشاد، ج. ۱۳۸۸. قارچ‌های ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ص ۴۱۱-۴۰۷.
- اسدی، ف. و خادمی، ز. ۱۳۹۱. تنش‌ها و راهکارهای مدیریتی در گندم. نشریه فنی شماره ۵۲۲. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- افشار، ه.، اسلامی، ا. و دهقانیان، س. ا. ۱۳۸۹. آبیاری جویچه ای یک درمیان در زراعت گندم. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- افضلی نیا، ص.، الموتی، ی و صادق نژاد، ح. ر. ۱۳۹۷. خلاصه دستورالعمل های فنی مکانیزاسیون گندم آبی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی. نشر آموزش کشاورزی.
- آقاجانی، م. ع. و فروتن، ع. ۱۳۹۵. دستورالعمل مدیریت بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم. فروست: ۴۹۸۵۶
- بابایی، ت. ۱۳۸۹. مقایسه عملکرد لاین امیدبخش گندم C-85-3 با ارقام رایج بک کراس روشن زمستانه و C-78-14 در استان مرکزی. پروژه تحقیقی- ترویجی.
- بهرامی کمانگر، س.، بستانی، ک.، کاظمی، ه. و مرادی، م. ۱۳۸۵. سبب‌شناسی پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در مزارع استان کردستان. خلاصه مقالات هفدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه تهران، جلد دوم، ۲۳ ص.
- پیمانی، ن. ۱۳۸۰. راهنمای تشخیص علایم کمبود و مسمومیت عناصر غذایی در گندم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- ترابی، م.، نظری، ک.، افشاری، ف. و مردوخ، و. ۱۳۷۴. نژادهای فیزیولوژیک زنگ زرد گندم (*Puccinia striiformis* sp. *trititici*) تعیین شده طی سال‌های ۷۳-۱۳۷۲ در مناطق مختلف ایران، دوازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، آموزشکده کشاورزی کرج، ۳۴ ص.
- جمالی، م. ۱۳۹۱. شناسایی علف‌های هرز تیره گندمیان در مزارع، باغات و مراتع استان فارس. موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور. ۱۷۰ ص.
- حسینی، م.، پاسبان، م.، شریعتمداری، م.، فیض‌اله‌زاده اردبیلی، م. و خادمی، ز. ۱۳۸۹. گزارش نهایی پروژه تعیین بهترین زمان کاربرد کودهای گوگردی در خاک‌های زیر کشت گندم. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- خادمی، ز. و اسدی، ف. ۱۳۹۰. مدیریت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مراحل مختلف رشد گندم. نشریه شماره ۵۰۳. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- خادمی، ز.، مهاجر میلانی، پ.، بلالی، م. ر.، درودی، م. س. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۲. 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، ۳۸۶ ص. شماره ۸۴/۱۰۳۶. تهران، ایران.
- خلیلی، ق.، محمدی، ر.، محتشمی، ر.، صداقتی نسب، م.، آقاشیری، ا.، عزیزی، ض. و محمدزاده، ر. ۱۳۹۰. بررسی ارقام و لاین های امیدبخش گندم در شرایط زارع در مناطق سردسیر یاسوج. پروژه مصوب ۰۳۵۳-۹۰۰۸۵-۳-۰۵۶.
- دهقانی، ع.، کاظمی، ه. و زاده دباغ، غ. ۱۳۸۵. وقوع بیماری سپتوریای سنبله گندم نان در خوزستان. بیماری‌های گیاهی، جلد ۴۲، شماره ۳، ص ۵۶۱-۵۶۲.

- رحیمیان، م.ح. و میرجلیلی، م. ۱۳۹۵. معرفی روش آبیاری تیپ (نواری). سازمان جهاد کشاورزی استان یزد.
- رضوانی، م.، فیروز آبادی، ا.، قدمی، ع. و بهراملو، و. ۱۳۸۷. برنامه ریزی آبیاری. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی.
- رضوی، م. ۱۳۹۴. دستورالعمل مدیریت بیماری سپتوریوز برگ گندم. فروست: ۴۸۷۳۱.
- رضوی، م.، کاظمی، ه.، دهقان، م.ع.، صفوی، ص.ع. و براری، ح. ۱۳۹۴. دستورالعمل مدیریت بیماری سفیدک پودری گندم. فروست: ۴۸۵۵۸.
- رضوی، م.، ترابی، م.، کریمی جشنی، م. و کاظمی، ه. ۱۳۸۷. نژادهای فیزیولوژیکی قارچ *Blumeriagraminisf.sp. tritici* عامل سفیدک سطحی گندم در ایران. خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه بوعلی سینا همدان، جلد ۲، ۴۸ ص.
- رضوی، م.، دهقان، م.ع.، صفوی، ص.ع.، براری، ح.، ترابی، م.، کریمی جشنی، م. و کاظمی، ه. ۱۳۸۸. ارزیابی مقاومت مزرعه‌ای و گیاهچه‌ای تعدادی از لاین‌های پیشرفته و امیدبخش گندم نسبت به قارچ *Blumeriagraminisf.sp. tritici* عامل بیماری سفیدک پودری گندم در ایران. آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۷۷، شماره ۱، ص ۱۳۳-۱۵۰.
- زند، ا.، نظام‌آبادی، ن.، باغستانی، م.ع.، شیمی، پ. و موسوی، س.ک. ۱۳۹۸. راهنمای کنترل شیمیایی علف‌های هرز (ویراست ششم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۱۶ ص.
- زین‌الدینی، ع.، تومانیان، ن.، نویدی، م.ن.، فرج‌نی، ا. و سیدجلالی، س.ع.ر. ۱۳۹۸. کتاب نیازهای رویشی گیاهان باغی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۳۱۰ ص.
- سماوات، س.، طهرانی، م.م.، بازرگان، ک. و بصیرت، م. ۱۳۹۲. دستورالعمل نحوه بررسی مواد آلی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- سیدجلالی، س.ع.ر.، نویدی، م.ن.، زین‌الدینی، ع. و محمد اسماعیل، ز. ۱۳۹۸. کتاب نیازهای رویشی گیاهان زراعی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۲۵۰ ص.
- شاهرخ‌نیا، م.ع. ۱۳۹۵. استفاده از بلوک گچی در برنامه‌ریزی آبیاری. معاونت ترویج و مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی.
- شهبابی، ع.ا. ۱۳۸۹. دستورالعمل کاربردی مدیریت تغذیه گندم در سیستم‌های کشت مستقیم (بی خاک‌ورزی) و خاک‌ورزی حداقل. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- شهبابی، ع.ا. ۱۳۹۰. دستورالعمل کاربردی چگونگی استفاده از کودهای پرمصرف و کم‌مصرف در زراعت گندم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- شیرنیا، فرد، ع.، زارعی، ا. و رضایی زاد، ع. ۱۳۹۲. مقایسه عملکرد لاین‌های امیدبخش گندم C-85-6 و C-85-3 با شاهد‌های پیشگام، زارع و اروم در مزارع زارعیان استان کرمانشاه. پروژه مصوب ۹۰/۰۳۰ و گزارش نهایی با شماره ثبت ۴۴۰۳۰ مورخ ۱۳۹۲/۹/۱۲.

- صالحی، پ. و نیازمندیانس، ح. ۱۳۹۱. بررسی و مقایسه عملکرد دانه ارقام جدید گندم و لاین امید بخش C-85-3 در شرایط تنش خشکی در اقلید فارس. پروژه تحقیقی-ترویجی با شماره مصوب ۹۱/۰۰۵.
- عاشوری، ش.، عبدالعظیم زاده، ر.، رضایی، م.، شهانقی، ب.، مهدی خانی، ع.، سیدایی، ب.، یوسفی، م.، حضرتی، ا.، خلیل زاده، غ.، شیر علی زاده، ش. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه عملکرد لاین های گندم زمستانه و بینابین با رقم شاهد در شرایط زارعیناستان آذربایجان غربی. گزارش نهایی پروژه مصوب ۸۷۰۸۵-۸۳۰۴-۳۵۳-۳۶-۱۳۴ با شماره ثبت ۸۹/۳۵۸ مورخ ۱۳۸۹/۳/۱.
- عسکری، ح. ۱۳۹۳. دستورالعمل کنترل زیستی سن گندم در مکان های زمستان گذران. فروست: ۴۶۷۵۹.
- علیزاده، ع.، کاظمی، ه. و قاسمی، ا. ۱۳۹۸. دستورالعمل مدیریت بیماری نواری باکتریایی گندم. موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، ۵ ص.
- فیض اله زاده اردبیلی، م. و خادمی، ز. ۱۳۸۹. گزارش نهایی طرح ارزیابی و مدیریت وضعیت گوگرد در خاک های تحت کشت گندم در راستای عملکرد کمی و کیفی گندم آبی. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- فیض اله زاده اردبیلی، م.، معافپوریان، غ.، قادری، ج.، رضائیان، س.، طهرانی، م.م. و خادمی، ز. ۱۳۸۹. گزارش نهایی پروژه ارزیابی و بررسی روش های مصرف توأم کودهای نیتروژن و گوگرد در کشت گندم. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- فیضی، م. و مهاجر میلانی، پ. ۱۳۸۳. بهینه سازی مصرف کودهای نیتروژنی، فسفاتی و پتاسیمی در شرایط شور برای گندم. در: روش های نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات). ویراستار: م.ج. ملکوتی، زهرا خادمی و زهرا خوگر. صفحه ۴۸۵-۴۶۵. دفتر طرح خودکفایی گندم، وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.
- کار گروه ملی مدیریت پسماند کشور ۱۳۹۱. ضوابط و روش های اجرایی مدیریت پسماندهای کشاورزی.
- کشاورز، پ.، زنگی آبادی، م. و عباس زاده، م. ۱۳۹۲. تأثیر میزان رس و شوری خاک بر رابطه کربن آلی خاک با عملکرد گندم. مجله پژوهش های خاک. جلد ۲۷، شماره ۳، ص ۳۷۱-۳۵۹.
- کوهستانی ب. و ناظری، م. ۱۳۸۸. مقایسه لاین های امیدبخش گندم C-85-3 و C-85-6 با رقم رایج در مناطق سرد استان خراسان رضوی (کوه سرخ کاشمر و فریمان). پروژه تحقیقی-ترویجی.
- کاظمی، ه. و مومنی، ح. ۱۳۹۴. دستورالعمل مدیریت بیماری زنگ زرد یا زنگ خطی گندم. فروست: ۴۶۸۶۹.
- کاظمی، ه.، آزادبخت، ن. و مبارکی، د. ۱۳۸۶. میزبان ها و مناطق انتشار جدید در ایران: بیماری پاخوره گندم (Take-all) از استان لرستان. بیماری های گیاهی. جلد ۴۳. شماره ۱. ۱۱۹.
- کاظمی، ه.، رجایی، س. و سرکاری، ص. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر قارچ کش های جدید آمیستار اکسترا و فالکن در کنترل بیماری زنگ زرد گندم. گزارش نهایی. موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور. ۲۹ ص.
- کاظمی، ه.، علوی، و. و سرکاری، ص. ۱۳۹۲. بررسی مدیریت بیماری فوزاریوم سنبله گندم با استفاده از تناوب زراعی. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، ۳۱ ص.
- کشاورز، پ. ۱۳۷۸. راهنمای مزرعه ای برای تشخیص علایم کمبود عناصر غذایی در گندم. نشریه فنی شماره ۵۶، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- لطف الهی، م. ۱۳۷۹. چگونه کیفیت گندم را بالا ببریم. معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی.

معافپوریان، غ.، پسندیده، ح.، قادری، ج.، جواهری، ا.، صفرپور، ش.، فیض اله زاده اردبیلی، م. و خادمی، ز. ۱۳۸۶. گزارش نهایی پروژه بررسی وضعیت گوگرد در اراضی عمده تحت کشت گندم در کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.

معیری، منصور. ۱۳۹۷. مدیریت آب و آبیاری مزارع گندم در استان خوزستان. نشر آموزش کشاورزی.

ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. تغذیه متعادل گندم. نشر آموزش کشاورزی.

ملکوتی، م.ج. و طهرانی، م.م. ۱۳۸۴. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. چاپ سوم، دانشگاه تربیت مدرس.

ملکوتی، م.ج.، مشیری، ف. و غیبی، م.ن. ۱۳۸۴. حد مطلوب عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش اول: محصولات زراعی). نشریه فنی شماره ۴۰۵. موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا، تهران، ایران.

مومنی، ح.، رضوی، م.، کاظمی، ه. و رعیت‌پناه، س. ۱۳۹۴. دستورالعمل مدیریت بیماری لکه‌خرمایی گندم. فروست: ۴۷۶۳۰.

مهاجر میلانی، پ. و جواهری، پ. ۱۳۷۹. برآورد آب مورد نیاز خاک‌های شور ایران. نشر آموزش کشاورزی، ۱۰۳. ص. کرج، ایران.

مهاجر میلانی، پ.، وکیل، ر. و سعادت، س. ۱۳۷۸. تغذیه گندم در شرایط شور استان قم. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. مجله علوم خاک و آب. ویژه‌نامه گندم، جلد ۱۲ شماره ۶، ص ۱۹۶ - ۱۸۷.

مهاجر میلانی، پ. ۱۳۸۵. مدیریت مصرف بهینه کود در شرایط شور. نشریه فنی شماره ۸۵/۱۲۸۶. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

مین‌باشی، م. ۱۳۹۱. تهیه نقشه پراکنش علف‌های مزارع گندم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). گزارش نهایی موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور. ۲۹۸ ص.

ناظری، م.، کوهستانی، ب. ۱۳۸۸. مقایسه لاین امیدبخش گندم C-85-3 با رقم رایج در منطقه فریمان در شرایط قطع آبیاری انتهایی. پروژه تحقیقی - ترویجی.

نوربخش، س. ۱۳۹۷. فهرست آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم محصولات کشاورزی و روش‌های توصیه شده جهت کنترل آن‌ها. سازمان حفظ نباتات.

نوربخش، سعیده. ۱۳۹۷. فهرست آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم محصولات عمده کشاورزی، سموم و روش‌های توصیه شده جهت کنترل آن‌ها. معاونت کنترل آفات، سازمان حفظ نباتات.

هیات مولفان، ۱۳۹۷. دستورالعمل فنی کشت گندم آبی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات غلات، ۳۷ ص.

یزدان سپاس، ا.، رضایی، م.، چای چی، م.، بابایی، ت.، سلطانی، ر.، امین زاده، غ.ر.، عابدی، م.س.، ناظری، م.، عزت احمدی، م.، صالحی، پ.، حسینی بای، س.ک.، عاشوری، ش. ۱۳۸۸. بررسی صفات مرفو فیزیولوژیک و پایداری عملکرد دانه در ژنوتیپ های امیدبخش گندم نان زمستانه و بینابین در مناطق سرد (ERWYT-C85). گزارش نهایی با شماره ثبت ۸۸/۲۷۴ مورخ ۱۳۸۸/۲/۴.

Ahmadi, A. and TanhaMaafi, Z. 2014. Incidence of Cereal Cyst Nematodes (*Heterodera avenae* type B and *H. filipjevi*) in southwestern Iran. *Journal of Crop Protection*, 3 (1): 75-88.

- Austin, R.B. 1982. Crop characteristics and the potential yield of wheat. *J. Agric. Sci. Camb.*, 98:447-453.
- Baker, R.J. 1986. Use of selection indices and related techniques for evaluating parental material. pp. 75-81. In R.J. Baker (ed.) *Selection Indices in Plant Breeding*. CRC Press, Inc.
- Brouwer, C., Prins, K., Kay, M. and Heibloem, M. 1988. *Irrigation water management: irrigation methods. Training manual*, 9(5), FAO, Rome. Italy.
- Hajjhasani, A., TanhaMaafi, Z., Nicol, J.M. and Rezaee, S. 2010. Effect of the Cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi*, on wheat in microplot trials. *Nematology*, 12: 357-363.
- Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: consequences for growers. *Agronomy Journal*, 85:754-757.
- Kang, M.S. and Gauch, H.G. 1996. *Genotype by Environment Interaction*. CRC Press, New York.
- Knott, D.R. 1987. The application of breeding procedures to wheat. pp. 419-427. In E.G. Heyne (ed.) *Wheat and Wheat Improvement*. American Society of Agronomy.
- Masumi, M., Yassaie, M., Zare, A. and Izadpanah, K. 2005. Fertile Crescent is the Epicenter of wheat streak mosaic virus. *Parasitica* 61: 73-78.
- Masumi, M., Rastegar, M., Zare, A., Lesemann, D.E., Ebrahim-Nesbat, F. and Izadpanah, K. 2005. Wheat Eqlid mosaic virus, a novel virus in potyviridae in Iran. *Parasitica* 61: 101-104.
- McIntosh, R.A., Wellings, C.R. and Park, R.F. 1995. *Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes*. CSIRO, Australia, pp. 200.
- McNeal, F.H., Konzak, C.F., Smith E.P., Tate, W.S. and Russell T.S. 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. U. S. Dept. Agric. Res. Serv., ARS 34-121. 42pp.
- Mohammadi, M. and Kazemi, H. 2002. Changes in peroxidase and polyphenol oxidase activities in susceptible and resistant wheat heads inoculated with *Fusarium graminearum* and induced resistance. *Plant Science*, 162: 491-498.
- Peterson, R.F., Campbell, A.B. and Hannah, A.E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. *Can. J. Res. Sect.*, 26:496-500.
- Rastegar, M., Izadpanah, K., Masumi, M., Siampour, M., Zare, A. and Afsharifar, R. 2008. Analyses of the complete sequence of the genome of wheat Eqlid mosaic virus, a novel species in the genus *Tritimovirus*. *Virus Genes* 37: 212- 217.
- Razavi, M., Torabi, M., Karimi Jashni, M. and Kazemi, H. 2006. Virulence variability among isolates of *Blumeriagraminis f. sp. tritici* from wheat in Iran. *Phytopathology*, 96: S96.
- Roelfs, A.P., Singh, R.P. and Saari, E.E. 1992. *Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*. Mexico, D.F. CIMMYT. 81 pp.
- Sahhaf, S.R., Bagheri, F., Assad, M.T., Masumi, M. and Talebi, M. 2012. Evaluation of some Biochemical Responses in Resistance of Fifteen Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes to Wheat streak mosaic virus. *Journal of Agricultural Science*. 4: 75-82.
- Stoskopf, N.C., Tomes, D.T. and Christie, B.R. 1993. Statistical applications and field plot technique in plant breeding. pp. 153- 173 In N.C. Stoskopf, D.T. Tomes, and B.R. Christie (eds.) *Plant Breeding Theory and Practice*. Westview Press.
- Tanha Maafi, Z., Nicol, J.M., Kazemi, H., Ebrahimi, M., Gitty, M., Ghalandar, M., Mohammadi Pour, M. and Khoshkhabar, Z. 2009. Cereal cyst nematodes, root rot pathogens and root lesion nematodes affecting cereal production in Iran. In: *Cereal cyst nematodes: status, research and outlook*. Riley, I. T., Nicol, J. M. and Dababat, A. A. (Eds.), CIMMYT, 51- 55.
- Wiese, M.V. 1987. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press. 112 pp
- Yazdanehpas, A. 1997. Studies of the stability, heritability, components and sub-components of harvest index in wheat. Ph.D. thesis, University of Guelph, Canada.

پیوست‌ها

پیوست ۱- برخی تعاریف مورد نیاز

محصول کشاورزی: ماحصل فرایندهایی است که در اثر گذشت زمان معین بر حسب نوع محصول در باغ، مزرعه، گلخانه و یا مکان خاص تولید بدست می‌آید که شامل انواع محصولات زراعی، محصولات باغی، محصولات گلخانه‌ای و قارچ خوراکی می‌باشد. محصولات باغی شامل انواع سبزیجات و صیفی‌جات گلخانه‌ای، میوه‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری، میوه‌های معتدله، سردسیری و خشک، دانه‌ریزها، گیاهان دارویی، گلخانه‌ای و قارچ خوراکی می‌باشد. محصولات زراعی شامل گیاهانی در گروه‌های غلات، حبوبات، دانه‌های روغنی، گیاهان علوفه‌ای، گیاهان ریشه‌ای، گیاهان لیفی، گیاهان غده‌ای، گیاهان قندی می‌باشد.

نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی: به نشانی گفته می‌شود که اجازه استفاده از آن، توسط سازمان استاندارد ملی ایران بر اساس فرایندهای تعریف شده در دستورالعمل و استانداردهای ملی دستورالعمل صدور، تجدید، تعلیق و ابطال پروانه کاربرد نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی به متقاضی داده می‌شود.

آلاینده‌ها: به دسته‌ای از مواد گفته می‌شود که عدم مطابقت آنها با حدود مجاز تعیین شده در استاندارد(های) ملی مربوط، برای مصرف کننده مضر است. این مواد شامل: باقیمانده آفت کش‌ها، نیترات، فلزات سنگین، مایکوتوکسین‌ها (سموم و زهرآبه‌های قارچی) و موادی که برای مقابله با تنش‌های محیطی استفاده می‌شود و برخی تنظیم کننده می‌باشند.

آفت کش‌ها: به ترکیبات شیمیایی و بیوشیمیایی گفته می‌شود که برای کنترل جمعیت و کاهش زیان ناشی از عوامل خسارت‌زای زنده استفاده می‌شود، (مانند: قارچ‌کش، علف‌کش، حشره‌کش و غیره).

کود شیمیایی: به ترکیبات شیمیایی گفته می‌شود که برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و افزایش راندمان تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح به کار می‌رود، (مانند کودهای ازته، فسفات و پتاسه).

فلزات سنگین: به عناصری گفته می‌شود که برای سلامتی انسان و دام زیان بار بوده و اکثراً دارای جرم اتمی بالایی می‌باشند و حد مجاز آنها در استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۶۸ ذکر شده است (مانند سرب، قلع، کادمیوم، آرسنیک و جیوه).

مایکوتوکسین‌ها: به سمومی گفته می‌شود که حاصل فعالیت بیولوژیکی برخی از قارچ‌ها است و در شرایط ویژه ایجاد شده و برای سلامت انسان و دام زیان بار می‌باشد، (مانند آفلاتوکسین‌ها، اکراتوکسین، زیرالنون، داکسی نی والنول و...).

کلینیک گیاهپزشکی: به آزمایشگاه‌های تشخیص آفات و بیماری‌های گیاهی که بر اساس دستورالعمل‌های صادره از سوی سازمان حفظ نباتات، توسط سازمان جهاد کشاورزی استان تأیید صلاحیت شده و از سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، پروانه دریافت کرده باشند، گفته می‌شود.

آزمایشگاه خاکشناسی و تجزیه خاک و گیاه: به آزمایشگاهی گفته می‌شود که مطابق با قانون اجازه تأسیس آزمایشگاه‌های تجزیه خاک و گیاه در سال ۱۳۷۱ ایجاد شده و وظیفه تجزیه خاک، آب و گیاه و تعیین مقدار کود مورد نیاز بر اساس دستورالعمل‌های وزارت جهاد کشاورزی را بر عهده دارد.

شرکت خدمات مشاوره فنی و مهندسی کشاورزی: واحدی است مورد تأیید وزارت جهاد کشاورزی که بر اساس نتایج آزمایش‌ها و یا بررسی‌های میدانی و یا با استفاده از تجارب کارشناسی، توصیه‌های لازم در زمینه مدیریت و نحوه بهره برداری از خاک و آب و مواد کودی را ارائه دهد. فهرست کلینیک‌های گیاهپزشکی، آزمایشگاه‌های خاکشناسی و تجزیه خاک و گیاه و شرکت‌های خدمات مشاوره فنی و مهندسی کشاورزی مورد تأیید وزارت جهاد کشاورزی، همه ساله به نحو مقتضی، توسط وزارتخانه مذکور، اعلام می‌شود.

مدیر کنترل کیفیت: شخصیت حقیقی است که از طرف متقاضی معرفی و مسئولیت کنترل کیفیت فرآیند و محصول کشاورزی را عهده‌دار می‌باشد و طبق آیین نامه تأیید صلاحیت علمی و فنی مدیران کنترل کیفیت مصوب سازمان ملی استاندارد ایران، تأیید صلاحیت شده و دارای پروانه فعالیت می‌باشد. مدیر کنترل کیفیت می‌تواند شخص متقاضی باشد و یا توسط او معرفی شود. فرد معرفی شده باید تأییدیه صلاحیت فنی در حوزه محصولات کشاورزی دارای حد مجاز آلاینده‌ها را از سازمان جهاد کشاورزی استان اخذ و به اداره کل ارائه نماید. ضمناً نحوه احراز صلاحیت فنی ذیربط، توسط دفتر محیط زیست و سلامت غذا وزارت جهاد کشاورزی، ابلاغ خواهد شد.

مدیر کنترل کیفیت می‌تواند، مدیر کلینیک گیاهپزشکی / مدیر آزمایشگاه خاکشناسی و تجزیه خاک و گیاه / مدیر شرکت خدمات مشاوره فنی، باشد.

شرکت بازرسی کننده: شخصیت حقوقی است که دارای گواهی نامه بازرسی از سازمان و یا مرکز ملی تأیید صلاحیت، باشد.

آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده: آزمایشگاهی است که دارای تأییدیه از سازمان و یا گواهی نامه تأیید صلاحیت از مرکز ملی تأیید صلاحیت، باشد.

پروانه فعالیت: به پروانه صادره از سوی سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی استان و سایر مراجع ذیصلاح مورد تأیید وزارت جهاد کشاورزی برای فعالیت متقاضی، گفته می‌شود.

مدیریت تلفیقی محصول (ICM):^۱ رویکردی جامع نگر در کشاورزی با هدف توازن و تعادل تولید با جنبه‌های اقتصادی و محیط زیستی، توسط ترکیبی از اقدامات از جمله تناوب گیاهی، کشت و کار، ارقام مناسب، استفاده درست از نهاده‌ها (سموم، کود و سوخت و ...) می‌باشد.

کد شناسایی محصول: کد شناسایی واحد تولیدی و محصول کشاورزی است که توسط سازمان جهاد کشاورزی استان صادر می‌شود و بر اساس آن مشخصات تولید کننده، محصول، کلینیک، آزمایشگاه، شرکت، مبدأ تولید در سطح دهستان، بخش، شهرستان و استان قابل ردیابی است و به منزله تأییدیه سازمان جهاد کشاورزی استان می‌باشد.

^۱ Integrated Crop Management (ICM)

متقاضی: شامل بهره بردار/ واحد تولیدی/کشاورز می باشد.

حد مجاز آلاینده ها: حداکثر مجاز غلظت آلاینده ها در محصولات کشاورزی طبق استانداردهای ملی ایران ذیربط می باشد. منظور از حد مجاز آلاینده ها در محصولات کشاورزی، فقط باقیمانده خود آن آلاینده بوده و متابولیت های آن را شامل نمی شود.

بسته بندی: طبق تعریف مؤسسه بین المللی بسته بندی، پوشش محصول تلقی می شود و این حصار قادر است تا مطلوبیت ها به شرح ذیل را ایجاد نماید: ظرف باشد، از کالا محافظت و نگهداری نماید، با خریدار ارتباط برقرار کند و اطلاعات را به او منتقل نماید، کالا را نمایش و سودمندی آن را نشان دهد.

محصول خام کشاورزی: کلیه محصولات کشاورزی، قبل از مرحله فرآوری در صنایع وابسته می باشد.

تولید محصول: تولید عبارت از یک جریان یا فرآیند است، این عبارت به نحوی در کلیه تعاریف تولید، دیده می شود. بطور کلی می توان گفت تولید، عمل تبدیل نهاده های تولید به کالاها و خدماتی است که برای مصرف یا سرمایه گذاری، مورد نیاز است. به عبارت دیگر تولید محصول به جریانی اطلاق می شود که عوامل تولید یا نهاده ها به کالاهای دیگری به نام محصولات یا ستاده ها، تبدیل می شوند. به تعبیر کلی تر به هر فعالیتی که باعث ایجاد مطلوبیت در زمان حال یا آینده شود، تولید گفته می شود. بنابراین عمل تبدیل نهاده هایی مثل زمین، کود، آب و سرمایه به محصولاتی مانند گندم یا جو را، تولید محصول گویند.

پیوست ۲- گردش کار دریافت نشان حد مجاز آلاینده‌ها

کشاورزی به عنوان تأمین کننده اصلی غذای مورد نیاز انسان در دهه‌های اخیر شاهد پیشرفت‌های شگرفی بوده و توانسته است با افزایش کمیت تولیدات، سهم بسزایی را در افزایش امنیت غذایی ایفا نماید. اطمینان از کیفیت و سلامت محصولات بویژه با توجه به مصرف نهاده‌های مختلف در سال‌های اخیر به جد مورد توجه مسئولین و برنامه ریزان بخش کشاورزی و مصرف کنندگان این محصولات قرار گرفته است. کیفیت و سلامت محصولات کشاورزی به عنوان برآیندی از کیفیت خاک، آب، نهاده‌ها و عملیات زراعی مناسب و مدیریت صحیح و علمی قابل دستیابی می‌باشد و این مهم می‌تواند با تولید محصولات گواهی شده (crops certified) به عنوان گامی مهم در این عرصه محقق شود. «دستورالعمل صدور، تجدید، تعلیق و ابطال پروانه کاربرد نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی» به عنوان راهنمایی برای اخذ استاندارد تشویقی و راهکاری برای تولید محصولات گواهی شده، در سال ۱۳۹۷ با اخذ نظرات معاونت‌های تخصصی، سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها و تشکیل جلسات متعدد کارشناسی و با هدف تسریع و بهره‌مندی از سامانه‌های نوین، ساده‌سازی فرآیندها و استفاده از خدمات رسانی‌ها و شرکت‌های تخصصی موضوع ماده ۲ قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی مورد بازنگری مجدد قرار گرفت. در بخش زیر گردش کار اخذ نشان حد مجاز آلاینده‌ها ذکر شده است.

۱) متقاضی اخذ نشان حدمجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی می‌بایست برای ثبت نام از طریق لینک «درخواست تولید محصولات گواهی شده» واقع در پایگاه اطلاع‌رسانی محصولات گواهی شده و ارگانیک به آدرس cerganic.maj.ir مراجعه نموده و شناسه و رمز عبور خود را از سامانه پنجره واحد خدمات الکترونیکی وزارت جهاد کشاورزی دریافت نماید.

۲) پس از دریافت شناسه و رمز عبور از سامانه توسط متقاضی مراحل زیر می‌بایست انجام گیرد.

۳) متقاضی، درخواست صدور پروانه کاربرد و مدارک مورد نیاز (تصویر پروانه فعالیت، تصویر آگهی ثبت نام یا علامت تجاری (در صورت دارا بودن)، شناسنامه واحد تولیدی و فرم‌های مربوطه) را در سامانه تکمیل و بارگذاری نماید.

۴) پس از ثبت مدارک، متقاضی نسبت به انتخاب مدیر کنترل کیفیت از بین اسامی مندرج در سامانه اقدام می‌نماید.

۵) رئیس مرکز خدمات جهاد کشاورزی، ضمن بررسی مدارک و مستندات دریافت شده، نسبت به تأیید و یا عدم تأیید مدارک، اقدام و نتیجه را به متقاضی برای طی مراحل بعدی ارسال می‌نماید.

۶) در صورت تأیید مدارک توسط مرکز خدمات جهاد کشاورزی، متقاضی نسبت به عقد قرارداد با مدیر کنترل کیفیت معرفی شده در سامانه اقدام می‌نماید.

۷) مدیر کنترل کیفیت می‌بایست نسبت به ثبت اطلاعات و بارگذاری مدارک مورد نیاز اقدام نماید.

۸) متقاضی نسبت به عقد قرارداد با یکی از شرکت‌های بازرسی ذیصلاح معرفی شده در سامانه اقدام می‌نماید.

۹) شرکت بازرسی کننده پس از عقد قرارداد می‌بایست نسبت به بارگذاری قرارداد، جمع‌آوری و تکمیل مدارک زیر در سامانه اقدام نماید. الف- فرم گزارش بازرسی و نمونه برداری از محصول ب- مشخصات بسته بندی، انبارش،

ترابری و عرضه نهایی محصول ج- فرم‌های تکمیل شده پایش و کنترل آفات و مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه توسط مدیر کنترل کیفیت د- فرم تاییدیه روند تولید محصول ه- ارائه حداقل یک سری نتایج آزمون قبولی آلاینده‌ها (شامل باقیمانده آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین، نیترات و مایکوتوکسین‌ها).

۱۰) شرکت بازرسی کننده پس از دریافت حداقل یک سری نتایج آزمون قبولی آلاینده‌ها (شامل باقیمانده آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین، نیترات و مایکوتوکسین‌ها) در صورت انطباق آنها با استانداردهای ملی به همراه مستندات مربوطه نسبت به درخواست کد شناسایی از سازمان جهاد کشاورزی استان اقدام می‌نماید.

۱۱) مسئول محیط زیست و سلامت غذای استان می‌بایست نسبت به بررسی مدارک و مستندات اقدام و در صورت تأیید، جهت تخصیص کد شناسایی به رئیس سازمان جهاد کشاورزی استان ارسال نماید.

۱۲) کد شناسایی تخصیصی، توسط مسئول محیط زیست و سلامت غذا با امضای رئیس سازمان جهاد کشاورزی استان به شرکت بازرسی و متقاضی جهت ارائه به کمیته صدور عالیم استاندارد اعلام می‌گردد.

۱۳) شرکت بازرسی کننده پس از اخذ کد شناسایی محصول از سازمان جهاد کشاورزی استان، مدارک و مستندات مرتبط را جهت طرح در کمیته علائم، به اداره کل استاندارد استان ارسال می‌نماید.

۱۴) بررسی مقدماتی مدارک توسط اداره کل استاندارد استان انجام و در صورت وجود نقص، موارد به شرکت بازرسی کننده و سازمان جهاد کشاورزی استان اعلام خواهد شد. شرکت بازرسی کننده موظف است پس از دریافت نظرات اداره کل استاندارد استان، نسبت به بررسی و پیگیری رفع نقص(ها)، اقدام و پس از تکمیل آن، برای طرح در کمیته علائم، به اداره کل استاندارد و سازمان جهاد کشاورزی استان ارسال نماید.

۱۵) در صورت عدم تأیید مکتوب رفع نقص‌ها توسط نماینده مطلع و تام‌الاختیار سازمان جهاد کشاورزی استان در جلسه کمیته علائم، پروانه کاربرد نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی، توسط اداره کل استاندارد، صادر نخواهد شد.

۱۶) در صورت کامل بودن مدارک، اداره کل استاندارد استان نسبت به تشکیل کمیته علائم و طرح موضوع در کمیته اقدام می‌نماید.

۱۷) در صورت تأیید مستندات و موافقت با اعطای پروانه کاربرد، متقاضی می‌بایست نسبت به عقد قرارداد صدور پروانه کاربرد نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی با اداره کل استاندارد استان اقدام نماید.

۱۸) در صورت تأیید مستندات و موافقت با اعطای پروانه کاربرد در کمیته امور علائم، اداره کل استاندارد، پروانه کاربرد را به متقاضی تحویل و نسخه‌ای از آن را برای سازمان جهاد کشاورزی استان ارسال می‌نماید.

۱۹) در هر مرحله از فرآیند نتیجه از طریق ارسال پیام تلفن همراه به ذینفع اطلاع رسانی می‌شود.

۲۰) دارنده پروانه کاربرد مکلف است شماره پروانه ۱۰ رقمی را در ذیل «نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی» و نیز کد شناسایی اخذ شده از سازمان جهاد کشاورزی استان را بر روی بسته‌بندی محصول درج نماید.

۲۱) متقاضی دارای پروانه کاربرد موظف است در صورت ایجاد هرگونه تغییرات در اطلاعات فرم‌ها و یا تغییر کشت، مراتب را به سازمان جهاد کشاورزی و اداره کل استاندارد استان اعلام نماید.

۲۲) حداقل دو ماه قبل از پایان اعتبار پروانه کاربرد، متقاضی باید درخواست تجدید پروانه را به همراه مدارک به اداره کل استاندارد و سازمان جهاد کشاورزی استان ارائه نماید.

۲۳) در صورت انقضای مدت اعتبار پروانه کاربرد، متقاضی مجاز به استفاده از نشان حد مجاز آلاینده‌ها در زمینه مرتبط با دامنه کاربرد نمی‌باشد.

۲۴) متقاضی پس از وصول ابلاغ اداره کل، مبنی بر ابطال پروانه کاربرد، موظف است حداکثر ظرف مدت ۴۸ ساعت نسبت به توقف تبلیغات و عدم استفاده از نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصول کشاورزی برای همان محصول و تحویل پروانه ابطال شده به اداره کل استاندارد اقدام نماید. اداره کل استاندارد استان مراتب را جهت درج در سامانه به سازمان جهاد کشاورزی استان اعلام می‌نماید.

۲۵) در صورت بروز اختلاف بین متقاضی و شرکت بازرسی‌کننده) در خصوص نتایج آزمون و یا گزارش بازرسی (موضوع در کمیته مشترک حل اختلاف) متشکل از رئیس سازمان جهاد کشاورزی استان و یا معاون ذیربط ایشان و مدیر کل اداره استاندارد استان و یا معاون ارزیابی انطباق ایشان و نیز کارشناسان مطلع از آن سازمان و آن اداره کل (مطرح و مورد بررسی و اتخاذ تصمیم، قرار می‌گیرد. ضمناً این کمیته موظف است حداکثر ظرف مدت پنج روز کاری نسبت به تعیین تکلیف موضوع، اقدام و نتیجه را به متقاضی و شرکت بازرسی، اعلام نماید. مسئولیت تشکیل کمیته مشترک حل اختلاف، بر عهده اداره کل استاندارد استان بوده و نظر کمیته مشترک حل اختلاف، قطعی و لازم‌الاجراست.

۲۶) با توجه به دستورالعمل مذکور نحوه احراز صلاحیت فنی مدیران کنترل کیفیت بشرح زیر می‌باشد: فارغ التحصیلان رشته‌های کشاورزی واجد شرایط با مدرک کارشناسی و بالاتر می‌توانند در دوره‌های آموزش فنی و تخصصی که توسط دفتر محیط زیست و سلامت غذا وزارت متبوع اعلام می‌شود شرکت نمایند. این افراد پس از طی دوره‌های آموزشی و احراز صلاحیت فنی به عنوان افراد منتخب جهت معرفی به اداره کل استاندارد استان برای اخذ پروانه مدیر کنترل کیفیت معرفی می‌شوند. زمان، مکان و نحوه برگزاری دوره‌ها از طریق سازمان جهاد کشاورزی هر استان اعلام خواهد شد.

۲۷) افراد دارای پروانه مدیریت کنترل کیفیت که قبال موفق به اخذ پروانه شده‌اند، می‌بایست نسبت به گذراندن دوره‌های فنی که توسط دفتر محیط زیست و سلامت غذا وزارت متبوع اعلام می‌شود شرکت نمایند.

۲۸) مدیران کلینیک‌های گیاهپزشکی، آزمایشگاه‌های تجزیه خاک و آب و گیاه در صورت احراز شرایط و گذراندن دوره‌های فنی اعلامی از طرف دفتر محیط زیست و سلامت غذا وزارت متبوع، می‌توانند به عنوان مدیر کنترل کیفیت به سازمان ملی استاندارد معرفی شوند.

پیوست ۳- روش‌های مدیریت تلفیقی محصولات (ICM) با تأکید بر تولید محصولات گواهی

شده

در شرایط کنونی تولید محصولات کشاورزی و با در نظر گرفتن تغییرات آب و هوایی، کاهش منابع، امنیت و سلامت غذا علاوه بر سه مرحله کاشت، داشت و برداشت در عملیات مرسوم کشاورزی باید به دو مرحله مهم و تأثیرگذار قبل از کاشت و پس از برداشت نیز توجه داشت، طرح مدیریت تلفیقی محصول (ICM^۱) در این پنج مرحله خلاصه می‌شود. مجموع نیازهای محصول شامل آب و هوا، خاک، تغذیه و آبیاری مناسب، کنترل آفات، نحوه کاشت و برداشت، زمان درست شروع عملیات، میزان دقیق نیازها، مکانیزاسیون، نوع محصول مورد نیاز در بازارهای داخلی و خارجی، نحوه حمل و نقل، نگهداری و انبارداری، توزیع محصول در سطح شهر، کشور و خارج از کشور، نحوه عرضه و مصرف آن مدیریت جامع (تلفیقی) محصول خوانده می‌شود.

کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی به مدت چند دهه به‌عنوان تنها روش قابل اطمینان برای افزایش حاصل‌خیزی خاک و کنترل آفات و در نهایت افزایش عملکرد مورد توجه بودند، زیرا هزینه‌ی کاربرد این مواد نسبت به درآمد حاصل از فروش محصولات کشاورزی بسیار کم بود. اما با گذشت زمان و به دلیل افزایش هزینه‌های تولید و تقاضای روزافزون مصرف‌کنندگان برای مواد غذایی سالم و با کیفیت، توسعه پایدار و کاهش آلودگی منابع خاک و آب، مدیریت تلفیقی محصول (ICM) به عنوان یک روش مدیریتی تأثیرگذار مدنظر قرار گرفت. اجرای مدیریت تلفیقی محصول (ICM) علاوه بر آن‌که تضمین‌کننده توسعه پایدار و تولید محصول سالم می‌باشد، با کاهش مصرف کود و سم منجر به افزایش درآمد کشاورز و با توجه به سایر ابعاد کاهش مصرف نهاده‌ها و انرژی مصرفی نیز می‌تواند درآمد واقعی کشاورز را بهبود دهد.

مفاهیم و تعاریف

مدیریت تلفیقی محصول (ICM) روشی مناسب برای تولید محصولات کشاورزی است. در این نوع مدیریت، بهترین روش‌های سنتی با تکنولوژی‌های مدرن و مناسب ترکیب شده و تولید اقتصادی محصولات زراعی را با مدیریت زیست محیطی مثبت به تعادل می‌رساند. این نوع مدیریت بر مبنای درک تعادل پیچیده بین محیط زیست و کشاورزی است و یک رویکرد کل مزرعه در دستیابی به تعادل و توسعه پایدار می‌باشد.

اجزای اصلی مدیریت تلفیقی محصول (ICM) عبارتند از: مدیریت اراضی، مدیریت محصول، مدیریت مواد مغذی، مدیریت آفات و مدیریت مالی می‌باشد. هر یک از این مولفه‌های مدیریت تلفیقی محصول (ICM) با بهترین روش‌های مدیریت (BMP^۲) کشاورزی مرتبط بوده و بین اجزای آن هم‌پوشانی وجود دارد.

به عنوان مثال، تناوب در کشت می‌تواند برای کاهش فرسایش خاک و تحرک مواد مغذی، جلوگیری از افزایش آفات و متعادل‌تر شدن مواد غذایی از طریق استفاده از گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن استفاده شود.

از طریق مدیریت تلفیقی محصول (ICM)، کشاورزان از منابع موجود در مزرعه استفاده بهتر و مناسب‌تری را خواهند داشت و در نهایت، سپس بهبود استفاده از منابع در مزرعه و کاهش وابستگی به نهاده‌های کشاورزی مانند

^۱ Integrated Crop Management

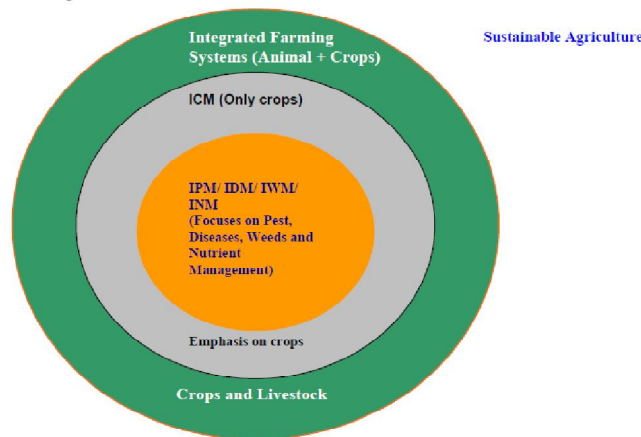
^۲ Best Management Practices

کود، آفت کش‌ها و علف کش‌ها از طریق ادغام اجزای مدیریت مزرعه و اعمال بهترین شیوه‌های مدیریتی به منظور افزایش بهره‌وری و به حداقل رساندن آلودگی است که در نهایت منجر به دستیابی به یک استراتژی بلندمدت و پایدار برای کل مزرعه خواهد شد.

یکی از اهداف اصلی مدیریت تلفیقی محصول (ICM) کاهش یا جایگزینی ورودی‌های مزرعه است. کاهش و یا جایگزینی ورودی مزرعه بدون کاهش قابل ملاحظه در عملکرد امکان پذیر نخواهد بود، اما این امر منجر به کاهش هزینه تولید و کاهش ضایعات زیست محیطی و تنوع زیستی خواهد شد.

مدیریت تلفیقی محصول (ICM) را می‌توان به عنوان روشی برای تولید محصولات کشاورزی در نظر گرفت که واسط بین تولید متعارف و تولید آلی محصولات قرار می‌گیرد. بنابراین، مفهوم مدیریت تلفیقی محصول (ICM) می‌تواند در نهایت به عنوان یک روش سازگار بین دو نوع نگرش متفاوت در تولید محصول قرار گیرد. یک نگرش تولید حداکثری محصولات کشاورزی با استفاده بیشتر از منابع طبیعی و زیست محیطی در مقابل نگرش تولید مقرون به صرفه، اقتصادی و با امنیت کافی برای محصولات کشاورزی خواهد بود.

این تعریف گرچه آسان به نظر می‌رسد ولی تعریف دقیق مدیریت تلفیقی محصول (ICM) را دشوارتر می‌کند و این موضوع در زمان استفاده از اصطلاحاتی مانند تولید یکپارچه (IP^۱)، سیستم‌های یکپارچه کشاورزی (IFS^۲)، مدیریت یکپارچه آفات (IPM^۳)، مدیریت یکپارچه بیماری‌ها (IDM^۴)، مدیریت یکپارچه علف‌های هرز (IWM^۵) مدیریت یکپارچه حاصلخیزی (INM^۶) و مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM^۷) دشوارتر نیز خواهد شد. رابطه بین این اصطلاحات و مدیریت تلفیقی محصول (ICM) در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۴۷- ارتباط بین مدیریت تلفیقی محصول (ICM) و اصطلاحات مرتبط

IPM / IDM / IWM / INM می‌توانند به عنوان مؤلفه‌های مدیریت تلفیقی محصول (ICM) در نظر گرفته شوند که به طور خاص بر روی مدیریت آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز و جنبه‌های مدیریتی مواد مغذی و آبیاری، تمرکز

¹ Integrated Production

² Integrated Farming systems

³ Integrated Pest Management

⁴ Integrated Diseases Management

⁵ Integrated Weeds Management

⁶ Integrated Nutrient Management

⁷ Integrated Water Resource Management

دارند. بنابراین مدیریت تلفیقی محصول (ICM) بسته IPM را پوشش داده و به نوبه خود توسط IFS / IP محصول شده است. با این توضیح، IFS اغلب با ICM اشتباه در نظر گرفته می‌شود. از لحاظ فنی، اگر دام وجود داشته باشد، IFS یا IP باید استفاده شود، ولی بدون در نظر گرفتن وجود دام در مزرعه، مدیریت تلفیقی محصول (ICM) اصطلاح مناسب‌تری خواهد بود.

راهکارهایی اجرایی مدیریت تلفیقی محصول (ICM)

کشت و توسعه محصولات کشاورزی معمولاً به معنای تمرکز یک محصول مشخص و واحد در یک منطقه محدود است. در مدیریت تلفیقی محصول (ICM) به جای آن که عملیات مدیریتی برای یک محصول انجام شود، کلیه عملیات‌های کشاورزی و مدیریتی برای کل مزرعه به عنوان یک جمعیت واحد به کار برده می‌شود مانند عملیات کاشت و برداشت. در نظر گرفتن موارد زیر یک شروع مناسب برای مدیریت یکپارچه تولید محصولات کشاورزی می‌باشد:

- برنامه‌ریزی مناسب شامل بازاریابی، انتخاب نوع محصول و مدیریت پس از برداشت محصول می‌باشد.
- انتخاب مناسب محل‌های تولید با توجه به تمام جنبه‌های تولید و مدیریت آفات، از جمله نوع خاک و زهکشی، مشکلات آفات گذشته، مواد مغذی خاک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.
- شناسایی مشکلات تولید محصول شامل فعالیت آفات، نیازهای آبیاری و مشکلات زهکشی و همچنین سلامت عمومی محصول در هر مرحله از تولید.
- جمع‌آوری آمار و اطلاعات در خصوص تاریخچه زمین مورد نظر از جمله مشخصات زمین، نوع و میزان کاربرد آفت‌کش و کود، و آفات اصلی موجود در منطقه.

تجزیه و تحلیل سود و هزینه: پیگیری و بررسی تصمیمات مدیریتی پس از فصل تولید برای بهبود سودآوری. گزینه‌های مدیریتی برای کاهش ورودی به محل‌های تولید: استراتژی‌های کاهش مصرف مواد شیمیایی می‌تواند موجب تغییر در مدیریت یکپارچه تولید و افزایش بهره‌وری گردد. افزایش بهره‌وری در استفاده از نوع، میزان و زمان مصرف صحیح ورودی‌ها و طراحی مجدد سیستم کاشت و برداشت برای کاهش وابستگی به ورودی‌ها می‌باشد.

کارایی ورودی‌ها: استراتژی‌های مناسب برای به حداکثر رساندن بهره‌وری از ورودی‌ها شامل کاهش شخم؛ کاهش مصرف کود و آفت‌کش‌ها، استفاده مناسب از آستانه‌های تحمل آفات، شناخت آستانه اقتصادی برای هر ورودی، استفاده از مدل‌ها برای پیش‌بینی وقوع آفت و قدرت عرضه مواد مغذی خاک و حداکثرسازی تعاملات بین خاک و مدیریت محصول می‌باشد. کاهش کشت تک محصولی باعث صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌های ورودی می‌شود، آستانه‌های اقتصادی (ET) در ابتدا به عنوان ابزاری برای مدیریت آفات کشاورزی توسعه یافته است و پس از آن به سایر مؤلفه‌های تولید مانند علف‌های هرز و بیماری‌ها، کود و آبیاری نیز اعمال شده است.

پیوست ۴- فهرست مواد و نهاده‌های مجاز (کود، بذر و سم) برای استفاده در محصولات گواهی شده

الف- فهرست کودهای مجاز

برای اطمینان از کیفیت انواع مواد کودی (کودهای شیمیایی، آلی، زیستی، مواد بهساز خاک) از نظر تطابق محتوی با برچسب و نیز از نظر غلظت آلاینده‌ها هر ماده کودی مورد استفاده حتماً بایستی از دارای شماره ثبت باشند و استفاده از مواد کودی بدون شماره ثبت ممنوع می‌باشد. برای اطمینان از اصالت مواد کودی مورد استفاده به دو طریق می‌توان اقدام نمود اول با مراجعه به سایت پایگاه جامع اطلاعات مواد کودی کشو مؤسسه تحقیقات خاک و آب به نشانی www.swri.ir و درج نام یا شماره ثبت اصالت ماده کودی را جستجو نمود. روش دوم استفاده از سامانه پیامکی است که خریداران می‌توانند شماره ثبت مندرج برچسب روی بسته کود مورد نظر را به شماره ۳۰۰۶۴۶۴۲۴ پیامک کنند.

ب- فهرست سموم مجاز

جهت دریافت فهرست آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز و سموم مجاز برای مصرف در مزارع گندم به نشریه "فهرست آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم محصولات عمده کشاورزی، سموم و روش‌های توصیه شده جهت کنترل آنها" مندرج در پایگاه الکترونیکی سازمان حفظ نباتات کشور به نشانی الکترونیکی <https://ppo.ir> مراجعه شود.

پیوست ۵- روش‌های تجزیه خاک، آب، گیاه، کود و آفت کش‌ها

الف- روش‌های تجزیه خاک، آب گیاه و کود

برای تجزیه خاک، آب، گیاه و کود از روش‌های ارائه شده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب در نشریات زیر به پایگاه الکترونیکی به نشانی www.swri.ir مراجعه گردد.

۱- روش‌های تجزیه گیاه

۲- شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک و آب

۳- روش‌های تجزیه کود

ب- روش‌های استخراج و آنالیز باقیمانده آفت‌کش‌ها برای ارزیابی محصولات گواهی شده

استاندارد ملی برای روش‌های اندازه‌گیری باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۲ به شماره ۱۷۰۲۶ با عنوان «مواد غذایی با منشأ گیاهی- اندازه‌گیری میزان باقیمانده آفت‌کش‌ها به روش کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی و/یا کروماتوگرافی مایع- طیف‌سنجی جرمی متوالی پس از استخراج/ جداسازی استونیتریلی و پاکسازی با فاز جامد پخشی (dispersive SPE)- روش کچرز-روش آزمون» تهیه و تدوین شده است. لذا این استاندارد که بر اساس استاندارد معرفی شده اتحادیه اروپا با عنوان " BS- EN15662- 2008-Foods of plant origin: Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partitioning and cleanup by dispersive SPE— QuEChERS-method" ترجمه و تدوین شده است به عنوان بهترین مرجع یکسان‌سازی روش استخراج باقیمانده آفت‌کش‌ها از محصولات کشاورزی محسوب می‌شود. علاوه بر این استاندارد با کمی تغییرات برای نمونه‌های آبی و خاک نیز قابل کاربرد می‌باشد (وحیده مهدوی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور)

لینک دسترسی به این استاندارد عبارت است از: <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=44946>

جدول ۴۷- آنالیزهای مورد نیاز گیاه برای اراضی تحت کشت محصولات گواهی شده

ردیف	نوع آنالیز	زمان نمونه برداری	اندام	تواتر	توضیحات
۱	نیترات	هنگام برداشت	بخش خوراکی	هرساله	با هدف کنترل حد مجاز آلاینده‌ها در محصول
	نیترات	هنگام برداشت	بخش خوراکی	هر ساله	
۲	فلزات سنگین	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	با هدف کنترل حد مجاز آلاینده‌ها در محصول
	Ni	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	
	Cd	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	
	Pb	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	
	Cr	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	
۳	عناصر غذایی ضروری	زمان توصیه شده برای زدن گیاه	برگ	بسته نیاز بر اساس درخواست کارشناس توصیه کودی	با هدف مدیریت تغذیه گیاهی
	N				
	P				
	K				
	Ca				
	Mg				
	Fe				
	Zn				
	Mn				
	Cu				
	B				

فهرست اسامی هماهنگ کنندگان کار گروه اصلی

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی	آقای دکتر کامبیز بازرگان
دفتر محیط زیست و سلامت غذا	آقای دکتر سعید سعادت
دفتر محیط زیست و سلامت غذا	آقای مهندس محمد حسین کریمی

هماهنگ کنندگان و دبیران تخصصی موسسات مادری

موسسه تحقیقات خاک و آب	آقای دکتر حامد رضایی آقای مهندس یوسف رضا باقری
موسسه تحقیقات گیاهپزشکی	خانم مهندس تبسم قطبی
موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر	آقای دکتر عبدالامیر راهنما خانم دکتر سارا سنجانی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی	آقای دکتر عبدالحمید محبی
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی	آقای مهندس رضا فامیل مومن ، آقای دکتر ابوالفضل گلشن تفتی

عنوان	نگارندگان
مقدمه (پیشگفتار)	حامد رضایی
گردش کار دریافت نشان حد مجاز آلاینده ها	سعید سعادت
مدیریت تلفیقی محصول	شهرام امیدواری
معرفی محصول و شرایط عمومی و اختصاصی تولید آن	محسن اسماعیل زاده مقدم، توحید نجفی میرک و حبیب الله قزوین
مدیریت قبل از کاشت	سیدعلیرضا سید جلالی و میر ناصر نویدی
ویژگی های مهم در انتخاب محل تولید محصول گواهی شده	
نیازهای اقلیمی گندم	
نیازهای خاکی گندم	
مدیریت حاصلخیزی خاک قبل از کشت	فرهاد مشیری، حامد رضایی، یوسف رضا باقری
روش نمونه برداری خاک	
روش نمونه برداری آب	
مدیریت آماده سازی و کاشت گندم	محسن اسماعیل زاده مقدم، توحید نجفی میرک و حبیب الله قزوین، عبدالامیر راهنما و سارا سنجانی، سعید ظریف نشاط
تهیه بستر مناسب برای کاشت بذر	
انتخاب بذر و رقم مناسب گندم	
روشهای معمول کاشت بذر گندم در ایران	
تراکم کاشت	
تاریخ کاشت	
آبیاری هنگام کاشت	
مدیریت داشت محصول	فرهاد مشیری، علی اصغر شهبابی، پیمان کشاورز، زهرا خوگر، ولی فیضی اصل، محمد مهدی طهرانی، هادی اسدی رحمانی، سعید سماوات، محمد نبی غیبی، محمد حسین سدری، ناصر رشیدی، سعید سعادت و زهرا خادمی، فرهاد رجالی
مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه	
نمونه برداری گیاه و تجزیه آن	
علائم بیش بود و کمبود عناصر غذایی در گندم و راهکارهای مدیریت آن	
تفسیر نتایج و توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و گیاه با تأکید بر محصولات	

مدیریت کاهش آلاینده‌ها (نیترات و عناصر سنگین) در محصولات گواهی شده	حامد رضایی، یوسف رضا باقری
مدیریت آب و آبیاری برای تولید محصول گواهی شده	رقيه رضوی
سیستم آبیاری	
برنامه ریزی آبیاری	
معرفی عوامل محیطی و تنشهای موثر غیرزنده محیطی بر محصول و چگونگی مقابله با آنها	فرهاد مشیری، علی اصغر شهابی، پیمان کشاورز، زهرا خوگر، ولی فیضی اصل، محمد مهدی طهرانی، هادی اسدی رحمانی، سعید سماوات، محمد نبی غیبی، محمد حسین سدری، ناصر رشیدی، سعید سعادت و زهرا خادمی
شوری	
تنش خشکی	
تنش سرما	
تنش گرما	
معرفی عوامل زنده خسارت‌زا زنده محیطی و مدیریت آنها به منظور تولید محصول گواهی شده	شهرام شاه‌رخ‌خانی خانقاه، همایون کاظمی، مهدی مین‌باشی معینی، اسکندر زند، حمیدرضا ساسان‌فر، تبسم قطبی
مدیریت برداشت و پس از برداشت	نجمه ابراهیمی
شاخص‌های رسیدگی فیزیولوژیکی محصول	
نکات و عوامل حین برداشت (مربوط به کمباین)	
وضعیت آلاینده‌ها در محصول	
۱۳- مدیریت پس از برداشت (بسته بندی، انبارداری، برچسب گذاری و...)	مهدی کریمی
توصیه‌ها و ملاحظات زیست محیطی	محسن مروتی
منابع مورد استفاده	موسسه تحقیقات خاک و آب، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
پیوست‌ها	
پیوست ۱- برخی تعاریف مورد نیاز	سعید سعادت، محمد حسین کریمی
پیوست ۲- گردش کار دریافت نشان خدمجاز	
پیوست ۳- روشهای مدیریت تلفیقی محصولات (ICM) با تاکید بر تولیدات محصولات گواهی شده	شهرام امیدواری
پیوست ۴- فهرست مواد و نهاده‌های مجاز (کود، بذر و سم) برای استفاده در محصولات گواهی شده	موسسه تحقیقات خاک و آب، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی
پیوست ۵- روشهای تجزیه خاک، آب، گیاه، کود و آفت کش	وحیده مهدوی، حامد رضایی



Environment and
Food Safety Office



Agricultural Research
Education and Extension Organization

