



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



دفتر محیط زیست و سلامت غذا

دستورالعمل تولید کاهو گواهی شده



تابستان ۱۳۹۹

فهرست مطالب

۱	۱- مقدمه (پیش گفتار).....
۲	۲- گردش کار دریافت نشان حد مجاز آلاینده‌ها.....
۲	۳- مدیریت تلفیقی محصول (ICM).....
۲	۴- معرفی محصول و شرایط عمومی و اختصاصی تولید آن.....
۶	۵- مدیریت قبل از کاشت.....
۶	۵-۱- ویژگی‌های مهم در انتخاب محل تولید محصول گواهی شده.....
۶	۵-۱-۱- اقلیم مناسب.....
۷	۵-۱-۲- انتخاب زمین.....
۹	۵-۲- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه.....
۱۰	۵-۲-۱- روش نمونه‌برداری خاک.....
۱۲	۵-۲-۲- روش نمونه‌برداری آب.....
۱۳	۵-۳-۲- آنالیزهای خاک، آب و گیاه مورد نیاز در نظام محصولات گواهی شده.....
۱۴	۶- مدیریت آماده‌سازی کاشت کاهو.....
۱۴	۶-۱- تهیه بستر مناسب برای کاشت.....
۱۴	۶-۱-۱- مقدمه.....
۱۴	۶-۱-۲- روش‌های خاکورزی.....
۱۷	۶-۱-۳- دستورالعمل کاربردی تهیه بستر بذر برای کاشت کاهو.....
۱۹	۶-۲- خصوصیات مختلف ارقام در محصول و پیشنهاد ارقام مناسب کاهو.....
۲۱	۶-۳- روش‌های کاشت کاهو.....
۲۶	۶-۴- تراکم کاشت.....
۲۶	۶-۵- تاریخ کاشت.....
۲۶	۷- مدیریت داشت محصول.....
۲۶	۷-۱- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه.....
۲۶	۷-۱-۱- نمونه‌برداری گیاه و تجزیه آن.....
۲۸	۷-۱-۲- علائم بیش بود و کمبود عناصر غذایی در محصول و راهکارهای مدیریت.....
۴۵	۸- مدیریت کاهش آلاینده‌ها (نیترات و عناصر سنگین) در محصولات گواهی شده.....
۵۲	۹- مدیریت آب و آبیاری برای تولید کاهو.....
۵۳	۹-۱- سیستم آبیاری.....
۵۵	۹-۲- برنامه‌ریزی آبیاری.....
۵۵	۱۰- معرفی عوامل محیطی و تنش‌های غیر زنده موثر بر محصول و چگونگی مقابله با آنها.....
۵۵	۱۰-۱- شوری.....
۶۰	۱۱- معرفی عوامل زنده خسارتزا و مدیریت آنها به منظور تولید محصول گواهی شده.....
۷۳	۱۲- مدیریت برداشت و پس از برداشت.....
۷۳	۱۲-۱- شاخص‌های مرتبط با زمان رسیدگی فیزیولوژیک.....

۷۴	۱۲-۲- روش‌های برداشت کاهو.....
۷۶	۱۲-۳- وضعیت آلاینده‌ها در محصول.....
۷۶	۱۳- مدیریت پس از برداشت (بسته‌بندی، انبارداری، برچسب‌گذاری) کاهو.....
۸۱	۱۴- توصیه‌ها و ملاحظات محیط‌زیستی
۸۴	منابع علمی مورد استفاده
۸۶	پیوست‌ها
۸۶	پیوست ۱- برخی تعاریف مورد نیاز.....
۸۹	پیوست ۲- گردش کار دریافت نشان حد مجاز آلاینده‌ها.....
۹۲	پیوست ۳- روش‌های مدیریت تلفیقی محصولات (ICM) با تأکید بر تولید محصولات گواهی شده.....
۹۵	پیوست ۴- فهرست مواد و نهاده‌های مجاز (کود، بذر و سم) برای استفاده در محصولات گواهی شده.....
۹۶	پیوست ۵- روش‌های تجزیه خاک، آب، گیاه، کود و آفت‌کش‌ها

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

جدول ۱- میزان تولید کاهو در ۱۰ کشور مهم دنیا در سال ۲۰۱۶	۳
جدول ۲- سطح زیر کشت، عملکرد و میزان تولید جهانی کاهو در سال ۲۰۱۷	۴
جدول ۳- نیازهای اقلیمی کاهو	۷
جدول ۴- نیازهای خاکی و زمین‌نما برای کاهو	۹
جدول ۵- آنالیزهای موردنیاز خاک برای اراضی تحت کشت محصولات گواهی شده	۱۳
جدول ۶- پارامترهای مورد نیاز در تجزیه آب آبیاری برای تولید محصولات گواهی شده	۱۳
جدول ۷- مشخصات مهم‌ترین ارقام تجاری کاهوی آیسبرگ	۲۱
جدول ۸- مشخصات فنی سینی تولید نشا	۲۳
جدول ۹ - مدت زمان نگهداری نشای کاهو در خزانه	۲۵
جدول ۱۰- تفسیر تجزیه بافت گیاه کاهو	۲۷
جدول ۱۱- طبقه بندی، ویژگی‌ها و علائم کمبود عناصر غذایی در کاهو	۲۸
جدول ۱۲- تفسیر آزمون نیتрат خاک برای کاهو	۳۰
جدول ۱۳- توصیه کودی فسفر برای کاهو	۳۵
جدول ۱۴- توصیه کودی پتاسیم برای کاهو	۳۶
جدول ۱۵- مقادیر توصیه منگنز بر اساس میزان منگنز قابل جذب خاک و pH	۴۲
جدول ۱۶ - حداکثر مجاز فلزات سنگین در خاک‌ها بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست	۴۵
جدول ۱۷- استاندارد کیفیت آب برای کاربری کشاورزی	۴۸
جدول ۱۸- برخی بهسازی‌های شیمیایی معدنی که به صورت مؤثر برای کاهش فراهمی فلزات سنگین	۵۱
جدول ۱۹- گروه‌بندی خاک‌های متأثر از شوری	۵۸
جدول ۲۰- نیاز آبشویی برای رسیدن به شوری مطلوب خاک (ECe) در ناحیه ریشه‌ها با آب آبیاری با EC مختلف	۵۹
جدول ۲۱- آنالیزهای مورد نیاز کاهو برای محصولات گواهی شده	۷۶
جدول ۲۲- آنالیزهای مورد نیاز گیاه برای اراضی تحت کشت محصولات گواهی شده	۹۶

شکل ۱- نمونه برداری منظم	۱۰
شکل ۲- نمونه برداری نامنظم به صورت W و X	۱۰
شکل ۳- نمونه برداری تصادفی	۱۱
شکل ۴- نمونه برداری تصادفی طبقه‌ای	۱۱
شکل ۵- گاواهن برگردان دار	۱۵
شکل ۶- خاکورزهای تهیه بستر بذر	۱۵
شکل ۷- زیرشکن	۱۶
شکل ۸- گاواهن قلمی	۱۷
شکل ۹- خاکورز حفاظتی	۱۷
شکل ۱۰- روتیواتور	۱۸
شکل ۱۱- تیپ‌ها و واریته‌های مختلف کاهو	۲۱
شکل ۱۲- کیفیت نشای تولیدی در سینی	۲۳
شکل ۱۳- انواع سینی‌های تولید نشای ۶۰ و ۷۲ سلولی	۲۳
شکل ۱۴- تولید نشا در گلخانه	۲۵
شکل ۱۵- تولید نشا در تونل‌های پلاستیکی	۲۵
شکل ۱۶- نشانه کمبود نیتروژن در کاهو	۲۹
شکل ۱۷- نشانه کمبود فسفر در کاهو (رنگ سبز تیره)	۳۵
شکل ۱۸- نشانه کمبود پتاسیم در برگ کاهو	۳۶
شکل ۱۹- علائم کمبود گوگرد	۳۷
شکل ۲۰- علائم کمبود کلسیم	۳۸
شکل ۲۱- علائم کمبود منیزیم	۳۹
شکل ۲۲- علائم کمبود آهن	۳۹
شکل ۲۳- کمبود بور در کاهو (کاهش اندازه)	۴۰
شکل ۲۴- کمبود بور در کاهو	۴۱
شکل ۲۵- علائم کمبود منگنز	۴۲
شکل ۲۶- علائم کمبود روی	۴۳
شکل ۲۷- کمبود مس در کاهو	۴۴
شکل ۲۸- علائم کمبود مولیبدن	۴۴
شکل ۲۹- شته‌های برگ کاهو	۶۱
شکل ۳۰- لاروهای قهوه‌ای رنگ کاهو	۶۲
شکل ۳۱- کرم برگ‌خوار کاهو	۶۲
شکل ۳۲- خسارت حشرات برگ کاهو	۶۳
شکل ۳۳- حلزون‌های برگ کاهو	۶۳
شکل ۳۴- پوشش سفید رنگ دروغی کاهو	۶۴
شکل ۳۵- سفیدک سطحی کاهو	۶۵

شکل ۳۶- لکه برگ‌های کاهو.....	۶۵
شکل ۳۷- بوته میری کاهو.....	۶۶
شکل ۳۸- پوسیدگی خاکستری کاهو.....	۶۷
شکل ۳۹- ویروس زردی کاهو.....	۶۷
شکل ۴۰- ویروس لکه پژمردگی گوجه فرنگی در کاهو.....	۶۸
شکل ۴۱- سوختگی انتهایی کاهو.....	۶۹
شکل ۴۲- لکه زنگاری کاهو.....	۷۰
شکل ۴۳- قهوه‌ای شدن برگ کاهو.....	۷۱
شکل ۴۴- بولتینگ کاهو.....	۷۱
شکل ۴۵- صورتی شدن رگبرگ‌های کاهو.....	۷۱
شکل ۴۶- ارتباط بین مدیریت تلفیقی محصول (ICM) و اصطلاحات مرتبط.....	۹۳

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 بازار رسانی 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» با برعرصه 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 تفاهم نامه همکاری فیما بین سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و دفتر محیط زیست 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 کاهو 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 تضمین‌کننده 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 زیست‌محیطی به تعادل می‌رساند. این نوع مدیریت بر مبنای درک تعادل پیچیده بین محیط‌زیست 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

کاهو یکی از مهم‌ترین سبزی‌های برگ‌ی است که عمدتاً برای مصارف تازه‌خوری و سالادی استفاده می‌شود. گرچه برخی از تیپ‌های آن بصورت پخته هم قابل استفاده می‌باشند. سابقه کشت و کار این محصول به ۴۵۰۰ سال قبل بر می‌گردد. این سبزی از لحاظ مصرف تازه‌خوری در ایالات متحده آمریکا در جایگاه دوم قرار دارد. در کشور ما نیز، کاهو یکی از معروف‌ترین و متداول‌ترین سبزی‌های برگ‌ی به شمار می‌رود که تقریباً در تمامی مناطق مستعد در

^۱ Certified Crops

^۲ Integrated Crop Management

^۳ Best Management Practice

شهرها و روستاهای ایران تولید می‌شود. کاهو به تنهایی به صورت تازه در تهیه سالاد یا همراه با سایر سبزی‌های سالادی بصورت خام مورد استفاده قرار می‌گیرد. در برخی از کشورها ساقه کاهو را بصورت پخته مصرف می‌کنند.

کاهو سرشار از ویتامین‌ها و مواد ضروری برای سلامتی انسان است. وجود مقادیر فراوانی از آهن، منگنز، فسفر، پتاسیم، بتا کاروتن (پیش ماده سنتز ویتامین A)، ویتامین های C و B9 (فولات) در برگ‌های کاهو، ارزش غذایی این سبزی را ارتقاء بخشیده است. در جدول ۱ ارزش غذایی کاهو آورده شده است. کاهو یک منبع غنی از آنتی اکسیدان‌ها در بین سبزی‌ها می‌باشد. این گیاه به دلیل داشتن سلولز زیاد حرکات دودی روده را آسان می‌کند و به دلیل تولید کالری اندک در رژیم‌های لاغری اهمیت زیادی دارد. کاهو تصفیه‌کننده خون، ضد تورم، خواب‌آور، آرام بخش، ملین، اشتهاآور و ضد تشنج است. همچنین کاهو به دلیل داشتن روی و منگنز از سفید شدن مو جلوگیری می‌کند. ماده خواب آور لاکتوکاریوم^۱ موجود در کاهو برای درمان بیماری‌های آسم و برونشیت تجویز می‌شود.

بزرگترین تولیدکننده کاهو در دنیا چین با سهمی معادل ۶۴ درصد تولید جهانی کاهو، محسوب می‌شود. پس از آن کشورهای آمریکا، اسپانیا، ایتالیا، هند، ژاپن، فرانسه، ترکیه، مکزیک و آلمان در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

جدول ۱- میزان تولید کاهو در ۱۰ کشور مهم دنیا در سال ۲۰۱۶

ردیف	کشور	تولید (هزار تن)
۱	چین	۱۲/۰۰۰
۲	آمریکا	۵/۲۰۰
۳	اسپانیا	۱/۰۰۰
۴	ایتالیا	۸۷۰
۵	هند	۸۰۰
۶	ژاپن	۵۵۵
۷	فرانسه	۵۴۰
۸	ترکیه	۵۱۰
۹	مکزیک	۴۵۵
۱۰	آلمان	۴۳۵

سطح زیر کشت، میزان عملکرد و حجم تولید جهانی کاهو به تفکیک قاره های مختلف و ایران در سال ۲۰۱۶ در جدول ۲ نشان داده شده است.

^۱ Lactucarium

جدول ۲- سطح زیر کشت، عملکرد و میزان تولید جهانی کاهو در سال ۲۰۱۷

مکان	سطح (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم / هکتار)	تولید (هزار تن)
جهان	۱/۰۶۲/۹۵۷	۲۲/۲۳۲	۲۳/۶۲۲
آسیا	۷۵۲/۵۷۰	۲۰/۶۶۵	۱۵/۳۲۷
امریکا	۱۵۲/۴۱۱	۳۰/۲۳۰	۴/۷۱۳
اروپا	۱۳۴/۳۰۶	۲۳/۷۰۹	۳/۱۲۵
آفریقا	۱۴/۴۳۰	۱۷/۶۵۳	۲۵۷
اقیانوسیه	۹۲۴۰	۲۱/۱۸۳	۱۹۸
ایران	۱۹۶۰۰	۲۸/۹۶۸	۵۶۷

مطابق مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته، طی دو دهه اخیر سطح زیر کشت کاهو در دنیا حدود ۱۱۸ درصدی افزایش داشته و از این نظر کاهو، پس از ذرت، سیب زمینی، برنج و گوجه فرنگی، در رتبه پنجم قرار دارد. از مهمترین دلایل افزایش چشمگیر سطح زیر کشت کاهو در دنیا می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- توسعه منابع ژنتیکی آن
- تولید رقم‌های مقاوم به انواع عوامل بیماری زای شایع
- ارزش تغذیه‌ای، داشتن انواع ویتامین‌ها نظیر A, B, C, E و املاح معدنی مانند: آهن، کلسیم، منیزیم، ید، روی، منگنز و سدیم.
- نقش موثر کارتنوئیدها، توکوفرولها و فلاونوئیدهای موجود در آن، در مطالعات اپیدمولوژی
- اهمیت فعالیت آنتی اکسیدانی کارتنوئیدهای کاهو در سلامتی
- مزیت خام‌خوری کاهو در افزایش تحرک حرکات دودی روده، بکارگیری در رژیم‌های لاغری
- تهیه ترکیبات شیمیایی نظیر: لاکتوکاروم (ماده‌ای مخدر، خواب‌آور و مسکن)، موم، رزین، مالیک اسید سوکسینیک اسید و تریداس
- کاهو تصفیه‌کننده خون، ضد تورم، خواب آور، آرام بخش، اشتهاآور و مناسب آفتاب سوختگی و تقویت ریشه مو بدلیل داشتن روی و منگنز است.

خواص و ارزش غذایی کاهو

خواص کاهو آرام‌بخشی و خون‌سازی، در درمان رماتیسم، برونشیت، تشنج، تپش قلب، انسداد مجاری طحال، زخم مجاری ادرار و مثانه، تقویت معده، رفع یبوست، افزایش شیر در بانوان شیرده، را داراست.

وجود مواد معدنی آهن، کلسیم، پتاسیم، فسفر، پروتئین و ویتامین C و ویتامین‌های گروه B و اهمیت کاهو در طب اسلامی، همواره توجه مراکز علمی را به این گیاه معطوف داشته است. بسته به نوع کاهو، این گیاه دارای

ویتامین آ و پتاسیم است. ویتامین آ در کاهوهای سبز تیره‌تر غلظت بیشتر دارد و هم‌چنین دارای فیبر، کربوهیدرات، پروتئین و چربی است. کاهوهای آیس‌برگ نیز در برگ‌های خود دارای ویتامین ث، کلسیم، آهن، مس و مواد معدنی هستند. کاهو به طور طبیعی لیتیم را جذب می‌کند. کاهو تمیزکننده خون است، امروزه کشت کاهو با دو هدف استخراج روغن از بذر آن و مصرف تازه خوری صورت می‌گیرد. بذر کاهو مخدر و خواب‌آور است، خوردن بذر کاهو زکام را برطرف می‌کند، بذر کاهو برای درد سینه مفید است، خوردن بذر کاهو برای دستگاه ادراری نافع است.

مشخصات گیاه شناسی کاهو

کاهو با نام علمی (*Lactuca sativa* L.)، یک سبزی برگ‌ی یکساله، خودگشن، دیپلوئید ($2n=2x=18$)، محصول فصل خنک، از تیره کلپرک‌ها یا *Asteraceae*، از زیر تیره شیکوریده *Chicorideae* و از دولپه‌ای‌ها بوده که عمدتاً در مناطق معتدله بخاطر برگ‌های خوراکی مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. مرکز اصلی و مبدأ اولیه کاهو در نواحی مدیترانه و جنوب غرب آسیا است. منشا آن از کاهوی وحشی *L. serriola* است.

این جنس دارای بیش از ۱۰۰ گونه و از نظر مورفولوژی دارای شش تیپ است. تیپ‌های مختلف کاهو *Oilseed* و *Leaf (cutting)*, *Stem (Asparagus)*, *Butterhead*, *Crisphead (Iceberg)*, *Romaine (Cos)* می‌باشند. آمریکای شمالی و مرکزی، اروپا، چین، اسپانیا، ایتالیا، هند و ژاپن از مهم‌ترین مراکز تولید کاهو در دنیا به شمار می‌روند. بر اساس مطالعات لیدا و همکاران (۲۰۰۴) تعداد گونه‌های مختلف کاهو *Lactuca.spp* در دنیا ۹۸ گونه بوده که ۱۷ گونه اروپایی، ۴۳ گونه آفریقایی، ۱۲ گونه آمریکایی، ۳ گونه از استرالیا و ۵۱ گونه آن آسیایی هستند. از این ۵۱ گونه آسیایی بیشترین تنوع گونه‌ای آن در ایران ۱۵ گونه، هند ۱۸ گونه و پاکستان با ۲۳ گونه می‌باشد. کاهو پس از کاشت بذر، ریشه عمودی عمیقی تولید می‌کند و سپس ریشه‌های فرعی بر روی این ریشه تشکیل و توسعه می‌یابند که وظیفه اصلی آنها جذب آب و مواد غذایی است. با گذر سریع از مرحله نونهالی، گیاهان عادت رشد روزت پیدا کرده که در آن تعدادی برگ گوشتی به ساقه کوتاه متصل شده‌اند. شرایط محیطی، تاریخ کاشت و فواصل کشت، بر روی تعداد و اندازه برگ‌ها تاثیر گذار است. برگ‌های کاهو معمولاً بصورت صاف و بدون کرک و در کناره‌ها دارای بریدگی‌های ریزی است. گرچه در برخی از رقم‌ها ممکن است برگ‌ها چروکیده و کرکدار باشند.

پهنک برگ به شکل‌های مختلف بیضوی کشیده، بیضوی پهن، گرد، تخم‌مرغی، قاشقی و مثلثی است. عادت رشد برگ‌ها از خوابیده تا ایستاده متغیر، روی هم افتادگی برگ‌ها، به حالت کاملاً روی هم افتاده تا کاملاً ایستاده، فشردگی هد از حالت، کم تا کاملاً فشرده، برگ‌ها به رنگ سبز زرد، سبز، سبز خاکستری، سبزی، قرمز و قهوه‌ای می‌باشند. حضور یا عدم حضور آنتوسیانین در بروز رنگ‌های مختلف برگ کاهو بسیار موثر است. همچنین اندازه هد، شکل هد، طول ساقه در رقم‌های مختلف متفاوت است. گل آذین از نوع کلپرک، گل‌ها اکثراً خودگشن و به رنگ سفید یا زرد می‌باشند. بذر کاهو به رنگ‌های سفید خاکستری، خاکستری، خرمایی، قهوه‌ای تا سیاه، متغیر و وزن هزاردانه آن از ۰/۹ تا ۱/۲ گرم متغیر است.

۵- مدیریت قبل از کاشت

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

۵-۱-۱- اقلیم مناسب

نیاز اکولوژیکی کاهو: کاهو از گیاهان فصل خنک است. بنابراین در نواحی معتدل سرد و تا اندازه مرطوب بهترین نتیجه از کاشت این محصول بدست می‌آید. با این وجود کاشت بذر در فصولی که رشد گیاه به گرمای شدید برنخورد در کلیه نواحی می‌توان از آن استفاده نمود. کاهو جزء سبزیهای است که در تمام طول سال به شرط دارا بودن آب و هوای مناسب قابل کشت است. چنانچه برداشت کاهو با هوای گرم مصادف شود قبل از رشد کافی، شاخه گل دهنده ظاهر شده و بوته کاهو بذر می‌دهد در این موقع برگ‌ها طعم تلخ و زننده پیدا کرده غیرقابل استفاده می‌شوند بهترین مناطق برای کشت کاهو نواحی سرد سیر و مرطوب می‌باشد. در کشت‌های زمستانی در اثر بارندگی‌های پی‌درپی کاهوی پیچی تولید می‌شود که برگ‌های آن از لطافت و نازکی بی‌نظیر برخوردار است. کاهوها از نظر حساسیت به نور متفاوتند امروز با استفاده از روش‌های به نژادی کاهوهایی تولید می‌شوند که روز خنثی هستند. آب و هوای معتدل و مرطوب برای انواع بهاره نیز مناسب نیست. در حالیکه انواع تابستانه در این نوع آب و هوا نتیجه می‌دهد. کاهو را در مناطقی که یخبندان زمستانه دارند در فصل بهار و در مناطقی که دارای تابستان خنک است به عنوان کشت تابستانه و در نواحی گرمسیری در پائیز و زمستان می‌کارند.

شرایط محیطی برای کشت کاهو

بذر انواع دیررس و مقاوم به گرما را می‌توان تا اواخر فروردین کاشته و از محصول آن تا اواخر خرداد و اوایل تیرماه استفاده نمود. بدین ترتیب در تمام فصول سال می‌توان کاهوی تازه کاشت. در کلیه مناطقی که میانگین حرارت ماهانه ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد است بخوبی پرورش می‌یابد کاهو به حرارت زیاد بسیار حساس می‌باشد وقتی که حرارت بالا باشد برگ‌های آن شروع به نوک سوختگی می‌کند. در حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد بذر به خواب می‌رود و جوانه نمی‌زند. مزرعه کاهو به آبیاری زیاد احتیاج دارد. لذا هیچ موقع نباید مزرعه کاهو کاملاً خشک شود. دمای محیط پرورش باید روزها بین ۱۶ تا ۱۸ و شب‌ها بین ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شود. علاوه بر موارد گفته شده خصوصیات کلی اقلیمی مناطقی که تحت کشت کاهو قرار می‌گیرند بر اساس محدودیت‌های آن به صورت جدول ۳ طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول ۳- نیازهای اقلیمی کاهو

Climatic characteristics	Class, degree of limitation and rating scale					
	S1		S2	S3	N1	N2
	0 100	1 95	2 85	3 60	4 40	5 25
Precipitation of the growing cycle (mm)	450-500 450-400	500-600 400-350	600-1200 350-300	1200-1600 300-250	-	>1600 <250
Mean temp. of the growing cycle (°C)	15-16 18-20	16-13 20-22	13-10 22-27	10-9 27-29	-	<9 >29
Mean temp. at germination (°C)	20-15 18-20	15-10 20-22	10-5 22-30	5-2 30-32	-	<2 >32
Mean temp. of flowering stage (°C)	21-23	23-25	25-27	27-29		>29
Day length (h) during yield formation period	13-12 13-14	12-11 14-15	11-10 15-16	10-9 16-17	-	<9 >17
Relative humidity of the growing cycle (%)	0-30	30-80	80-85	85-90		>90

۵-۱-۲- انتخاب زمین

جایی که کاهو کشت می‌شود، باید بسیار هموار باشد. بطور کلی کاهو را می‌توان در انواع خاک‌ها کشت کرد. کاهوی بهاره در زمین‌های سبک که زود گرم می‌شود بهتر رشد می‌کند. انواع تابستانه در زمین‌های با آب کافی نتیجه خوبی می‌دهد. مناسب‌ترین زمین برای کاهو، خاک لومی (لیمونی) سبک است که مقدار زیادی مواد آلی دارد. خاک‌های نیمه سنگین همراه با مواد هوموسی که دارای نفوذپذیری مناسب و ظرفیت نگهداری بالای آب است (خاک‌های لومی شنی و یا لومی رسی) برای این گیاه نیز مناسبند. PH مناسب برای کاهو بین ۵/۵ تا ۶/۵ است.

کاهو در خاک‌هایی که اسیدی هستند خوب رشد نمی‌کند. ناگفته نماند که در خاک‌هایی که PH خنثی دارند نیز محصول خوبی نخواهد داشت چون آهن و منگنز خوب جذب نمی‌شوند. آزمایش‌های مختلف نشان داده است که وقتی PH خاک از ۵/۵ به ۶/۵ می‌رسد میزان محصول کاهو به نحو چشم‌گیر افزایش می‌یابد. اضافه کردن آهک به خاک‌های اسیدی (PH کمتر از ۵/۲) ضروری به سد. زمین کاهو باید از زهکشی خوبی برخوردار باشد، در عین حال که رطوبت را هم حفظ کند. خاک باید غنی از مواد آلی باشد. سطح خاک باید کاملاً صاف و نرم و عاری از علف‌های هرز باشد.

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.
- علاوه بر موارد گفته شده خصوصیات کلی خاک‌هایی که تحت کشت کاهو قرار می‌گیرند بر اساس محدودیت‌های آن به صورت جدول ۴ طبقه‌بندی می‌شوند. 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 ۲۰ تا ۴۰ 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 ۴- نیازهای خاکی و زمین‌نما برای کاهو

Land characteristics	Class, degree of limitation and rating scale					
	S1	S2	S3	N1	N2	
	0 100	1 95	2 85	3 60	4 40	5 25
Topography (t)						
Slope (%) (1)	0-1	1-2	2-4	4-6		>6
(2)	0-2	2-4	4-8	8-16		>16
(3)	0-4	4-8	8-16	16-30	30-50	>50
Wetness (w)						
Flooding	Fo	-	-	F1	-	F2+
Drainage (4)	Good	moderate	Imperfect	poor and	poor but	poor not
(5)	imperfect	moderate	Good	Aeric	Drainable	Drainable
Physical soil characteristics (s)						
Texture/structure	L, SC, SCL, CL, SiL	SiCs, Si, SL, SiCL, C<60s, Co	C<60v, C>60s, fS, LS, LfS	C>60v, S, LcS		Cm, SiCm, cS
Coarse fragment(vol%)	0-3	3-15	15-35	35-55		>55
Soil depth(cm)	>75	75-50	50-30	30-20		<20
CaCO ₃ (%)						
Primary	0-20	20-40	40-60	60-70		>70
Secondary	0-6	6-15	15-25	25-35		>35
Gypsum(%)	0-20	20-30	30-40	40-50		>50
Soil fertility characteristics (f)						
Apparent CEC (cmol(+)/kg clay)	>24	24-16	<16(-)	<16(+)		
Base saturation(%)	>50	50-35	35-20	<20		
Sum of basic cations (cmol(+)/kg soil)	>2	2-1.2	1.2-0.8	<0.8		
pH(H ₂ O)	7.0-6.2	6.2-6.0	6.0-5.8	5.8-5.5	<5.5	
	7.0-7.2	7.2-7.5	7.5-8.2	8.2-8.5		>8.5
Organic carbon (%) (8)	>2	2-1.2	1.2-0.8	<0.8		
Salinity and Alkalinity(n)						
EC(dS/m)	0-1.3	1.3-2.5	2.5-4.5	4.5-6	>6	
ESP(%)	0-10	10-20	20-35	35-50	>50	

۵-۲- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

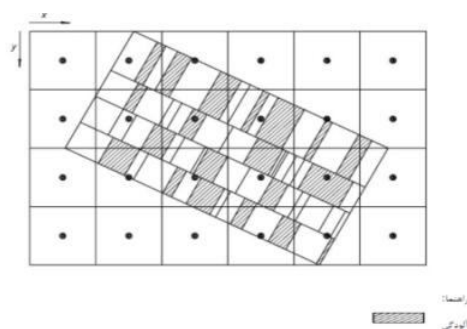
قبل از کشت محصول کاهو لازم است ضمن انجام نمونه‌برداری و تجزیه خاک و آب نسبت به توصیه کودی برای مصرف کودهای پایه اقدام نمود. بدین منظور نسبت به تهیه نمونه خاک و آب به صورت زیر اقدام نموده و سپس نمونه‌ها برای تجزیه به آزمایشگاه‌های مورد تأیید ارسال گردد تا بر اساس نتایج تجزیه خاک و آب نسبت به توصیه کودهای مورد نیاز به صورت پایه و سرک اقدام گردد. علاوه بر تجزیه خاک و آب برای عناصر غذایی گیاه و توصیه کودی، فلزات سنگین آلاینده نیز مورد اندازه‌گیری واقع می‌شوند که در جدول ۵ فهرست و دوره-های اندازه‌گیری آن آمده است.

۵-۲-۱- روش نمونه برداری خاک

هنگامی که بخواهیم ویژگی خاکی را تعیین کنیم معمولاً آزمایش همه خاک امکان پذیر نبوده و لازم است نمونه برداری انجام گیرد. نمونه های خاک بایستی معرف و نماینده خاک منطقه مورد نظر باشند و در فاصله زمانی بین نمونه برداری تا اندازه گیری دست خوش تغییرات نشوند. نمونه برداری 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 کامل تر به استانداردهای مربوط مراجعه شود.

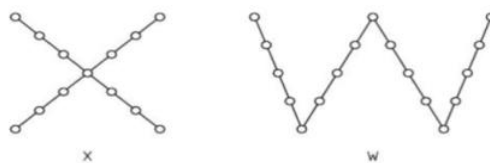
الگوی نمونه برداری: ویژگی های خاک از نقطه ای به نقطه دیگر تغییر می کند. اما مناطق نزدیک تر، شبیه تر از مناطقی هستند که فاصله آنها از همدیگر دورتر است. این نوع وابستگی به وابستگی مکانی موسوم می باشد که در علم زمین آمار اهمیت بسیاری دارد. الگوهای مختلفی برای نمونه برداری وجود دارد.

۱- الگوی شبکه منظم: که بر اساس شبکه مربع یا مستطیلی منظم، نمونه برداری انجام می شود. از جمله مزایای شبکه منظم آن است که به سادگی پیاده شده و ابعاد شبکه نیز قابل تغییر می باشند.



شکل ۱- نمونه برداری منظم

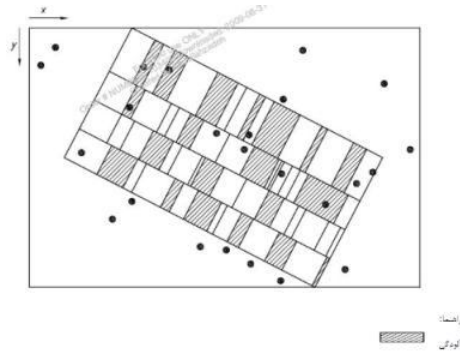
۲- الگوی نامنظم: که به صورت X, S, W, N در منطقه مورد نظر انجام می گیرد. این روش و الگو در کشاورزی (زراعت و باغبانی) کاربرد وسیعی دارد.



شکل ۲- نمونه برداری نامنظم به صورت W و X

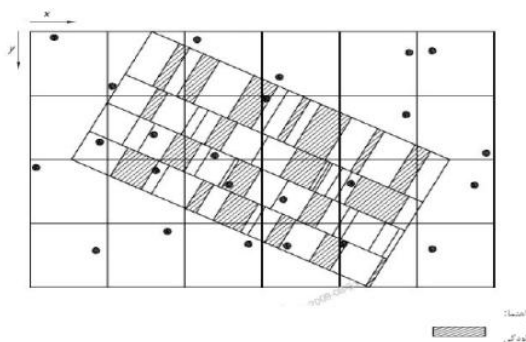
^۱ کیفیت خاک، قسمت اول: راهنمای طراحی، برنامه های نمونه برداری استاندارد ۱-۱۰۹۶۲ سازمان ملی استاندارد ایران، قسمت دوم: راهنمای روش های نمونه برداری (استاندارد ۲-۱۰۹۶۲) و قسمت سوم: راهنمای اِیمنی (استاندارد ۳-۱۰۹۶۲).

۳- **روش الگوی تصادفی:** که نمونه‌های خاک از نقاط تعیین شده به صورت تصادفی برداشته می‌شود. بدین منظور نقاط نمونه برداری با استفاده از اعداد تصادفی که از جداول آماری یا برنامه‌های رایانه‌ای استخراج می‌شوند تعیین می‌شوند.



شکل ۳- نمونه برداری تصادفی

۴- **نمونه برداری تصادفی طبقه‌ای:** در این روش منطقه به تعدادی سلول‌های شبکه‌ای تقسیم شده و تعداد مشخصی از نقاط نمونه برداری بطور تصادفی انتخاب می‌شوند.



شکل ۴- نمونه برداری تصادفی طبقه‌ای

عمق نمونه برداری: معمولاً این عمق با توجه به اهداف موردنظر تعیین می‌شود. برای اراضی کشاورزی زراعی ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری 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 نمونه‌برداری می‌توان از بیلچه و یا بیل استفاده کرد. بایستی دقت نمود که وسیله نمونه‌برداری فاقد هر گونه آلودگی و زنگ‌زدگی 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 پلی‌اتیلنی دهانه گشاد مناسب می‌باشد. همچنین بایستی توجه داشت که خود ظرف نمونه‌برداری نیز عاری از هر گونه آلودگی باشد. نمونه‌های خاک بایستی بلافاصله پس از نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل شوند.

برچسب‌زنی: بر روی نمونه‌های خاک بایستی مشخصات محل نمونه‌برداری، زمان، عمق، نام نمونه بردار 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 نمونه‌برداری: بهترین زمان نمونه‌برداری از مزارع یک ماه قبل از کشت است. بهترین شرایط نمونه‌برداری 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 نمونه‌برداری 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 نمونه‌برداری نیست.

۵-۲-۲- روش نمونه‌برداری 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، زمان نمونه‌گیری، 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 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.

- درب ظروف را کاملاً بسته و با ذکر تاریخ نمونه‌برداری آنها برچسب زده و بلافاصله به آزمایشگاه ارسال کنید.

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 مورد نیاز و ضروری می‌باشد (جدول ۵ تا ۶)

جدول ۵- 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.
	Pb*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	
	Ni*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	- در صورت وجود منبع آلودگی هر ساله بایستی انجام گیرد.
	Hg*	قبل از کشت	۳ سال یکبار	۰-۳۰	

*ضروری برای اندازه گیری در سال اول قبل از کشت

جدول ۶- 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	
غلظت فلزات سنگین				
۲	Ni	قبل از کشت	۳ سال یکبار	اندازه گیری در سال اول ضروری است
	Cd	قبل از کشت	۳ سال یکبار	
	Pb	قبل از کشت	۳ سال یکبار	
	Cr	قبل از کشت	۳ سال یکبار	

۶- مدیریت آماده‌سازی کاشت کاهو

۶-۱- تهیه بستر مناسب برای کاشت

۶-۱-۱- مقدمه

آماده‌سازی مناسب بستر بذر اولین قدم در عملیات مزرعه‌ای می‌باشد که می‌تواند عملکرد کمی و کیفی محصول تولیدی را تحت تاثیر خود قرار دهد. انجام خاک‌ورزی اولیه یا شخم در شرایط رطوبتی مناسب ضمن تهیه بستری یکنواخت و بدون کلوخه و جلوگیری از فشردن خاک، موجب کاهش حجم و هزینه عملیات خاک‌ورزی ثانویه می‌شود. تهیه بستر مناسب در شرایط رطوبتی مطلوب می‌تواند در مدیریت بهتر آبیاری، عمق کاشت یکنواخت و مناسب، فراهم آوردن شرایط جهت رشد هماهنگ بوته‌ها و خروج همزمان و یکنواخت جوانه‌ها از خاک بسیار موثر باشد.

کاهو به خاک نرم و زهکشی مناسب نیاز دارد. بذر کاهو به دلیل ریز بودن نیاز به بستر مناسب (فاقد کلوخه، سنگ و خاک پودر شده) دارد. اگر بستر بذر دارای کلوخه و سنگ باشد جوانه‌زنی بذر با مشکل مواجه می‌شود. همچنین کاهو نمی‌تواند بخوبی با علف‌های هرز مبارزه نماید بنابراین در هنگام تهیه زمین می‌بایست از ادواتی استفاده شود که بخوبی علف‌های هرز را کنترل نماید.

۶-۱-۲- روش‌های خاک‌ورزی

به طور کلی روش‌های تهیه زمین، جهت کاشت کاهو بر اساس ادوات مورد استفاده را می‌توان به دو دسته ۱- خاک‌ورزی مرسوم و ۲- خاک‌ورزی حفاظتی، تقسیم‌بندی کرد (اما در صورتی که تقسیم‌بندی بر اساس زمان و حجم عملیات خاک‌ورزی باشد این تقسیم‌بندی به صورت خاک‌ورزی اولیه و خاک‌ورزی ثانویه می‌باشد). خاک‌ورزی اولیه یا شخم به منظور از هم گسیختن خاک، مخلوط‌سازی بقایا با خاک، کنترل علف‌های هرز و ... انجام می‌شود. خاک‌ورزی ثانویه به منظور خردکردن کلوخه‌ها و تسطیح زمین انجام می‌شود.

الف- خاک‌ورزی مرسوم

در این روش، جهت خاک‌ورزی اولیه (شخم) از گاواهن برگرداندار (شکل ۵) استفاده شده و به دنبال آن جهت تهیه بستر بذر از ادوات مختلف شامل دیسک‌ها، پنجه‌غازی، روتیواتور، کلوخه خردکن دوار (سیکلوتیلر) و ... استفاده می‌شود (شکل ۶). استفاده از این ادوات باعث می‌شود خاک سطحی پودر شود و ساختمان آن ضعیف شود. در این شرایط این نوع خاک‌ها مستعد فرسایش آبی و بادی خواهند بود. در برخی موارد (در خاک‌های سبک و خیلی سبک در زمان گاورویی) برای تهیه زمین تنها از گاواهن برگرداندار و ماله استفاده می‌شود. عملیات خاک‌ورزی می‌بایست در رطوبت مناسب خاک (گاورو بودن) انجام شود و از انجام آن در شرایطی که خاک خیلی خشک یا مرطوب است اجتناب شود. عمق مناسب شخم با توجه به عمق خاک زراعی می‌تواند در محدوده ۲۵-۳۰ سانتی‌متر باشد.



پ

ب

الف

شکل ۵- گاوآهن برگرداندار

(الف- گاوآهن برگرداندار ب- شخم با گاوآهن برگرداندار پ- وضعیت سطح خاک بعد از شخم)



ت

پ

ب

الف

شکل ۶- خاک‌ورزهای تهیه بستر بذر

(الف- دیسک، ب- پنجه‌غازی، پ- روتیواتور و ت- کلوخه خردکن دوار)

خاک‌ورزی می‌تواند باعث تراکم خاک یا کاهش آن شود. انجام مداوم خاک‌ورزی شدید (مرسوم) باعث کاهش بهم پیوستگی خاک شده و در دراز مدت فشردگی خاک را به دنبال خواهد داشت. استفاده مداوم از گاوآهن برگرداندار برای شخم در یک عمق مشخص باعث تشکیل لایه متراکم به نام لایه شخم^۱ می‌شود. همچنین تردد تراکتور و ادوات کشاورزی به خصوص در شرایطی که خاک دارای رطوبت زیادی باشد باعث متراکم شدن آن و در درازمدت موجب تشکیل سخت لایه^۲ در خاک می‌شود. فشردگی خاک، رشد گیاه و نفوذ ریشه در خاک را کاهش می‌دهد و همچنین حرکت آب و هوا را محدود ساخته و در نتیجه باعث تنش‌های غذایی برای گیاه و خروج گند جوانه از خاک شده و در نهایت باعث کاهش عملکرد محصول شود. جهت شکستن لایه‌های متراکم عمقی (بیش از ۳۰ سانتی‌متر) می‌توان از زیرشکن (شکل ۷) استفاده نمود. زیرشکن به طور عمده برای شکستن لایه‌های غیر قابل نفوذ خاک، پایین‌تر از عمق کار ادوات معمول خاک‌ورزی به کار می‌روند. این وسیله به منظور بهتر شدن

^۱ Plow Pan^۲ Hard Pan

نفوذ آب در خاک، زهکشی و نفوذ ریشه به اعماق خاک به کار می‌روند. بکارگیری زیرشکن باید با آگاهی از وجود لایه متراکم در خاک مزرعه انجام شود.



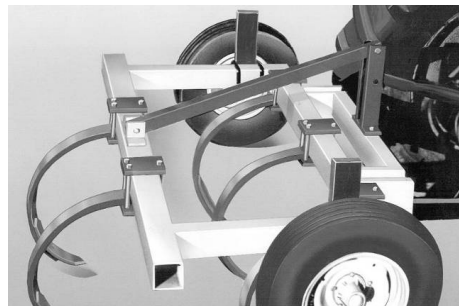
شکل ۷- زیرشکن

ب- خاک‌ورزی حفاظتی

خاک‌ورزی حفاظتی عملیاتی است برای کم کردن گسیختگی خاک و اجازه به حفظ و نگهداری بقایای روی سطح خاک به جای مخلوط شدن کامل آن با خاک. خاک‌ورزی حفاظتی از این نظر مهم است که پوشش بقایای گیاهی موجب کاهش فرسایش آبی و بادی خاک شده و در نتیجه خاک رویی^۱ ارزشمند حفظ می‌شود. ساختمان خاک به دلیل استفاده نکردن از ماشین‌های سنگین که سبب تراکم خاک می‌شوند، بهبود می‌یابد. اثر مهم محیطی استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی، استفاده کمتر از سوخت‌های فسیلی در مزرعه است. خاک‌ورزی حفاظتی ممکن است شامل کم کردن تعداد عملیات خاک‌ورزی یا متوقف کردن خاک‌ورزی کامل باشد. بنابراین خاک‌ورزی حفاظتی را می‌توان به کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی تقسیم نمود.

کم خاک‌ورزی روشی مابین خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی است که نسبت به خاک‌ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگرداندار)، گسیختگی کمتری در خاک ایجاد کرده و شدت عمل و عمق کاری کمتری دارد. بکارگیری کم خاک‌ورزی بستگی به جغرافیای محل، ادوات و نوع خاک دارد. از جمله ادوات کم خاک‌ورزی می‌توان به دیسک‌ها (شکل ۹- الف) و گاوآهن قلمی (شکل ۸) اشاره نمود. گاوآهن قلمی خاک را شکافته و کلوخه‌ها را شکسته و یک سطح ناهموار برای به تله انداختن رطوبت پس از برداشت ایجاد می‌کند. همچنین با یک بار عبور گاوآهن قلمی لایه‌های سخت به وجود آمده با گاوآهن برگرداندار، هرس‌های بشقابی و نیز تردد تراکتور و ماشین‌های سنگین از بین می‌رود. خاک‌ورزهای حفاظتی مرکب از جمله ادواتی هستند که با یکبار عبور عملیات تهیه زمین و بستر بذر را انجام می‌دهند. این خاک‌ورزها شامل بازوهای مجهز به تیغه‌های قلمی یا پنجه‌غازی برای شکافتن خاک و غلطک برای شکستن کلوخه‌ها و تسطیح خاک می‌باشند (شکل ۱۰).

^۱ Top soil



شکل ۸- گاو آهن قلمی



ب



الف

شکل ۹- خاک‌ورز حفاظتی (الف - تیغه قلمی ب - تیغه پنج‌غازی)

بی‌خاک‌ورزی، روش جدید خاک‌ورزی بدون گسیختن خاک است. از مزایای این روش می‌توان به کاهش فرسایش خاک، نیاز به ادوات کمتر و عدم خاک‌ورزی اشاره نمود. کشاورز می‌بایست یک کارنده بی‌خاک‌ورز (کشت مستقیم) داشته باشد. دو نوع بی‌خاک‌ورزی وجود دارد: مرسوم و ارگانیک. در بی‌خاک‌ورزی مرسوم از سموم شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز قبل از کاشت استفاده می‌شود. در بی‌خاک‌ورزی ارگانیک از گیاهی پوششی^۱ برای خفه کردن علف‌های هرز استفاده می‌شود. سپس علف چیده و غلطک زده می‌شود و کاهو در بقایای گیاهی کشت می‌شود. استفاده از روش بی‌خاک‌ورزی در محصول کاهو نیاز به تحقیقات دارد.

۶-۱-۳- دستورالعمل کاربردی تهیه بستر بذری برای کاشت کاهو

با توجه به اینکه کاهو به خاک نرم و عاری از علف‌های هرز نیاز دارد با استفاده از خاک‌ورزی رایج می‌توان به این هدف رسید ولیکن با توجه به اینکه استفاده مداوم از این روش باعث می‌شود خاک مستعد فرسایش آبی و بادی شده و در دراز مدت حاصلخیزی خاک کاهش پیدا کند. همچنین تردد بیش از حد تراکتور و ادوات باعث فشردگی

^۱ گیاه پوششی گیاهی ویژه است که بیشتر برای خاک مفید است تا عملکرد. گیاهان پوششی اکثراً شامل علف‌ها و بقولات هستند یا از گیاهان سبز دیگر تشکیل می‌شوند. گیاه پوششی در تناوب با محصول اصلی در خارج از فصل زراعی کشت می‌شود. بعضی از گیاهان پوششی مهم عبارتند از: چاودار، گندم سیاه، شبدر و سورگوم.

خاک و افزایش هزینه‌ها (افزایش مصرف سوخت و استهلاک) می‌شوند. بنابراین توصیه می‌شود برای تهیه زمین کاهو از خاک‌ورزهای حفاظتی برای عملیات خاک‌ورزی اولیه (شخم) استفاده شود و برای عملیات خاک‌ورزی ثانویه از کلوخه‌خردکن دوار (سیکلوتیلر) استفاده شود. به دلیل اینکه سیکلوتیلر بخوبی کلوخه‌ها را خرد و علف‌های هرز را کنترل می‌نماید. همچنین اگر سیکلوتیلر در دسترس نبود می‌توان از روتیواتور در شرایط رطوبتی مناسب استفاده کرد (شکل ۱۰). اگر قطعات کوچک بود بهتر است از روتیواتورهای تیلری و باغی استفاده شوند.



شکل ۱۰- روتیواتور الف- تیلری، ب- باغی و ج- پشت ترک‌توری زراعی

هم کردن شرایط مطلوب برای رشد و نمو گیاه است. از جمله این شرایط مطلوب می‌توان به بهبود نفوذ آب و هوا در

هدف از آماده‌سازی زمین، فرا خاک، خرد کردن و آمیختن بقایای گیاهی، ایجاد شرایط مناسب برای حفظ رطوبت خاک، از بین رفتن علف‌های هرز و کاهش آفات و بیماری‌های گیاهی و جلوگیری از فرسایش خاک اشاره نمود. خاک‌ورزی با مفهوم عمل مکانیکی بر روی خاک است و سیستم خاک‌ورزی توالی عملیات خاک‌ورزی است که برای تولید محصول موردنظر بکار گرفته می‌شود. عملیات خاک‌ورزی به دو بخش خاک‌ورزی اولیه و خاک‌ورزی ثانویه تقسیم می‌شوند. در خاک‌ورزی اولیه از گاواهن (برگردان‌دار، بشقابی، چیزل (قلمی) زیرشکن، روتیواتور، پشته‌ساز و نه‌رکن استفاده می‌شود که معمولاً نسبت به خاک ورزی ثانویه عمیق‌تر بوده و سطح خاک را ناهموارتر می‌کند.

۱- گاواهن: گاواهن‌ها وظیفه شخم زدن یعنی بریدن، شکستن و برگرداندن خاک را بر عهده دارند. انواع مختلفی از گاواهن‌ها وجود دارد که عبارتند از:

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

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

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

د- **گاواهن 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.

۲- **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.

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

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

عملیات خاک ورزی ثانویه شامل هر گونه عملیات خاک ورزی تکمیلی است که در مقایسه با خاک ورزی اولیه در عمق‌های کمتری از خاک انجام می‌پذیرد. ادوات مورد استفاده برای خاک ورزی ثانویه شامل انواع خاک ورز دوار افقی عمودی ساده و مرکب، کولتیواتور، دیسک، دندان و گاواهن‌های 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.

مناسب ترین زمین برای کاهو خاک لومی سبک است که مقدار زیادی مواد آلی دارد. بستر بذر کاهو باید صاف و نرم و یکنواخت باشد. زیرا این امری برای استقرار و رشد گیاهان جوان بسیار ضروری است. بسترهای پشته ای که حدود ۲۵-۱۵ سانتی متر ارتفاع دارند نیز زهکش و محل تهویه مناسبی را ایجاد می‌کنند که این امر خود خطر ابتلا به عوامل بیماریزا را کاهش می‌دهد.

بذر کاهو کوچک است و به همین دلیل به خاک‌هایی نیاز دارد که مستعد سله نباشد. خاک باید به خوبی خاک-ورزی شده و بدون کلوخ باشد. هم چنین بایستی تا حد ممکن تسطیح باشد تا از ظهور یکنواخت تر اطمینان حاصل شود.

۲-۶- خصوصیات مختلف ارقام در محصول وپیشنهاد ارقام مناسب کاهو

کاهو دارای وارسته‌های گیاه‌شناسی متعددی است که این وارسته‌ها در دسته‌های مشخص ذیل تقسیم‌بندی می‌شوند.

- **کاهو پیچ‌گرد یا کاهو کلمی (Head lettuce)**: هد در این نوع کاهو نسبتاً فشرده، برگ‌های داخلی سفید و یا زرد رنگ و برگ‌های بیرونی سبز تیره می‌باشند. این وارسته خود دارای دو تیپ است. یک نوع که به آن باترهد^۲ گفته می‌شود دارای برگ‌های نرم و آسیب‌پذیر می‌باشد. این نوع کاهو مناسب کشت‌های گلخانه‌ای بوده و از قابلیت انبارداری

^۱ Rotary tiller

^۲ Butter head

کمی برخوردار است. نوع دیگر آن کریسپ هد یا آیسبرگ^۱ است که دارای برگ‌های بسیار تردد و شکننده بوده، برگ‌ها یک هد فشرده و سخت را تولید می‌کنند که نسبت به فشار و ضربه مقاوم و برای حمل به نقاط دور مناسب می‌باشند.

– **کاهو پیچ معمولی** (Romaine or Cos lettuce): این نوع کاهو ایستاده و ارتفاع بوته در آن به ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. برگ‌های داخلی سبز، کاهوهای ایران از این نوع می‌باشند. این نوع کاهو از قدیمی‌ترین کاهوی پرورشی محسوب می‌شود.

– **کاهو پرک یا کاهو برگ** (Leaf lettuce): هد در این نوع کاهو کاملاً باز و برگ‌ها جدا از هم و هرگز روی هم قرار نمی‌گیرند. برگ‌ها سفت و فاقد شکنندگی و لبه‌های آنها دندانه‌دار است. رنگ برگ‌ها سبز روشن و یا قرمز می‌باشد.

– **کاهوی ساقه‌ای** (Stem lettuce): به این نوع کاهو، کاهوی مارچوبه‌ای^۲ نیز می‌گویند. تنها ساقه آن قابل استفاده است. دارای برگ‌های ظریف کوچکی است. ساقه آن بصورت پخته هم قابل استفاده است. ساقه در آن به رنگ‌های مختلف سفید، سبز روشن، صورتی و قرمز دیده می‌شود.

– **کاهوی بذری** (Oil seed lettuce): این نوع از کاهو حاصل تلاقی کاهوی اهلی (*L. sativa*) با کاهوی وحشی (*L. seriola*) است. از مشخصات مهم این نوع کاهو سریع‌الرشد بودن بوته و عبور سریع از مرحله روزت به مرحله زایشی است. بذر این نوع از کاهو در صنایع روغن‌کشی استفاده می‌شود و حدود ۳۳ درصد روغن دارد.



1. Romaine 2. Arugula 3. Radicchio 4. Watercress
5. Butter 6. Leaf lettuce 7,8. Mizuna 9. Iceberg

شکل ۱۱ – تیپ‌ها و واریته‌های مختلف کاهو

^۱ Crisp head or Iceburg

^۲ Asparagus lettuce

جدول ۷- مشخصات مهمترین ارقام تجاری کاهوی آیسبرگ

رقم/صفت	رنگ برگ	فشردگی هد	شکاف برگ	تردی برگ	آنتوسیانین	رسیدگی
سahارا	سبز روشن	زیاد	کم	ترد	ندارد	نسبتاً زودرس
موهاگ	سبز	زیاد	کم	نسبتاً ترد	ندارد	نسبتاً زودرس
رینو	سبز روشن	کم	کم	نسبتاً ترد	ندارد	نسبتاً زودرس
کارتاگونوا	سبز روشن	متوسط	کم	چرمی	ندارد	نسبتاً زودرس
رایدر پلاس	سبز روشن	زیاد	زیاد	نسبتاً ترد	ندارد	نسبتاً زودرس
بومبولا	سبز	کم	کم	ترد	ندارد	زودرس
گریزلی	سبز تیره	زیاد	زیاد	ترد	ندارد	دیررس
هونچو	سبز	زیاد	زیاد	نسبتاً ترد	ندارد	دیررس
پی ایکس	سبز تیره	کم	زیاد	چرمی	ندارد	نسبتاً زودرس
باجر	سبز تیره	زیاد	کم	نسبتاً ترد	ندارد	دیررس
رایدر	سبز روشن	زیاد	کم	ترد	ندارد	نسبتاً زودرس

۳-۶- روش‌های کاشت کاهو

کاهو به دو روش کشت می‌شود:

۱- **کاشت مستقیم بذر در مزرعه:** کاشت کاهو با کشت مستقیم بذر در مزرعه به معمولاً به صورت کرتی است. بدین منظور معمولاً بذرهای کاهو به صورت سطحی کشت می‌شوند. بذر کاهو دارای شکل منظمی نیست و کاشت آن با ماشین آلات بذر کار مشکل است. بنابراین به منظور یکنواختی اندازه و شکل باید دور بذر را پوشش‌دار کرد. البته در ایران معمولاً بذر به صورت دست پاش یا با بذر پاش در کرت‌های بزرگ کشت می‌شود. پس از رشد کافی گیاهان نسبت به به تنک کردن بوته‌ها اقدام می‌کنند. البته بهترین روش کاشت در زمین اصلی روش خطی یا ردیفی است.

۲- **روش نشاء کاری:** در این روش برای کشت کاهو از خزانه استفاده می‌شود. بذرهای بصورت دستپاش در خزانه می‌کارند و روی آن را با ماسه و خاک می‌پوشانند و سپس آنرا آبیاری می‌کنند. بذرهای ۳-۵ روز سبز می‌شوند و در مرحله ۴ برگ‌گی به زمین اصلی منتقل می‌کنند. کاشت نشاءها در زمین اصلی به روش خطی می‌باشد که فواصل خطوط را ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها را ۳۰ سانتی‌متر در نظر می‌گیرند. در بخش زیر به تهیه نشاء به تفصیل بیشتر پرداخته شده است.

فناوری تولید نشاء کاهو

مزایای نشاءکاری

الف- کاهش دفعات آبیاری: با توجه به طی دوره مهم رشد ابتدایی در گلخانه که تقریباً دو ماه به طول می‌انجامد این مدت از دفعات آبیاری و نیز هزینه کارگری و همچنین طول مدت داشت و هزینه های آن می‌کاهد.

ب - زود رس کردن محصول: با این روش با توجه به کاشت زود هنگام بذر در شرایط گلخانه‌ای در زمانی که عملاً کشت آن در فضای باز بدلیل شرایط نامساعد جوی میسر نمی‌باشد محصول حداقل ۴۰ روز زودتر به بازار مصرف می‌رسد.

ج - حداقل توقف رشد در مرحله انتقال: در نشاهای معمولی بدلیل ایجاد تنش در انتقال نشا از خزانه به مزرعه پس از انتقال حداقل ۲۰ روز شاهد توقف رشد جهت ترمیم ریشه‌های آسیب دیده و تعادل اندام‌ها می‌باشیم که در روش کشت نشای مکانیزه با توجه به تفکیک نشا در حفرات مجزا نشا بدون پارگی ریشه و سایر تنش‌ها به مزرعه منتقل می‌گردد.

د - افزایش عملکرد محصول پاییز: با این روش به علت عدم تداخل آبیاری‌های ابتدایی دوره با کاشت بهاره افزایش عملکرد در مناطق کم آب را شاهد می‌باشیم.

ه - تراکم مناسب بوته: به دلیل خطای بسیار جزئی و عدم احتیاج به واکاری نشا در این روش شاهد تراکم مناسب بوته و در نهایت افزایش عملکرد و حداکثر استفاده از زمین می‌باشیم.

و - رسیدن به حد اعلای یکنواختی کشت: در این روش شاهد مزرعه‌ای یکنواخت و یکدست هستیم که ضمن بیمه شدن در برابر آفات و بیماری‌ها و تنش‌های محیطی هزینه‌های عملیات داشت را کاهش خواهد داد.

ز - کاهش هزینه بذر: میزان مصرف بذر در کشت نشا در برخی موارد تا ۳۰ برابر کمتر از کشت مستقیم می‌باشد.

ح - کاهش نیروی انسانی: به دلیل حذف عملیات تنک کردن و خاکدهی بوته و واکاری بسیاری از هزینه‌های نیروی انسانی حذف می‌گردد.

ط - کاهش هزینه‌های جاری و کاهش استهلاک سیستم‌های آبرسانی و آبیاری: بدلیل حذف دوره کاشت و کاهش طول دوره داشت هزینه‌های جاری و استهلاک سیستم‌های ذکر شده به حداقل می‌رسد.

ی - حذف هزینه پلاستیک: اخیراً کشاورزان با هزینه‌های بالای پلاستیک و نیروی انسانی و مفتول‌کشی در سطوح وسیع اقدام به پیش رس نمودن محصول می‌نمایند که این روش با کارایی بهتر و ریسک کمتر تمامی هزینه‌های ذکر شده را حذف می‌نماید.

ک - عدم انتقال بیماری‌های خاک‌زاد: در روش نشاکاری سنتی معمولاً بستر نشا ضد عفونی نشده و یا بر اثر نقص‌های پیش آمده در این کار انواع پاتوژن‌های خاکزی در مزرعه پخش می‌شود. اما در این روش بخاطر استفاده از بسترهای استریل کوکوپیت و پیت ماس و پرلیت این مساله کاملاً منتفی می‌باشد.

ظروف مناسب تولید نشای کاهو

در گذشته، نشاها در گلدان‌های سفالی، یا گلدان‌های توری تولید می‌شدند. امروزه اغلب نشاها در سینی‌های polystyrene یا پلاستیکی پرورش می‌یابند. اغلب این سینی‌ها دارای حجره‌هایی به شکل مخروط یا هرم معکوس هستند که به سمت کف باریک می‌شود. حجره‌های کوچکتر، هزینه‌های تولید و اندازه نشا را کاهش می‌دهند؛ اما از آنجا که نشای حاصل از حجره کوچک، ترتیب ریشه‌ای بسیار کوچکتری دارد، بخش اعظمی از ارتباط ریشه و خاک در موقع کشیدن بهم می‌ریزد. حجره‌های کوچک همچنین زود رسی و کیفیت نشا را کاهش می‌دهند. از آنجا که

سینی‌های نشا، مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌باید پس از هر بار مصرف، تمیز شده تا از شیوع امراض جلوگیری شود. ظروف را می‌توان با بخار یا محلول‌های بهداشتی ضد عفونی کرد. تعبیه پلاستیک‌های یکبار مصرف موجود برای بعضی سینی‌های polystyrene درز های ناشی از تمیز کردن با بخار را پوشش می‌دهند، عمر سینی را افزایش داده و برداشتن گیاهان را راحت تر می‌کنند.



شکل ۱۲- کیفیت نشای تولیدی در سینی
(راست: نشا در مرحله ۲ برگه - چپ: کیفیت ریشه‌ی نشا)

جدول ۸- مشخصات فنی سینی تولید نشا

مشخصات فنی سین	
تعداد حفره	۷۰
حجم هر سلول	۵۰ سی سی
ابعاد سلول	۱۰*۷ سانتی‌متر
ابعاد سینی	۳۰*۳۴ سانتی‌متر
عمق سلول	۵۰ میلی‌متر
قطر دهانه سلول	۴۰*۴۰ میلی‌متر
قطر کف سلول	۳۰*۳۰ میلی‌متر
قطر سوراخ سلول	۹ میلی‌متر



شکل ۱۳ - انواع سینی‌های تولید نشای ۶۰ و ۷۲ سلولی

بسترهای کشت

لازم است که مخلوط کشت گلخانه‌ای از هر گونه تخم حشرات، عوامل بیماری‌زا، نماتدها و علف‌های هرز شود. اغلب مخلوط‌های تجاری نشا از پیش ضد عفونی شده‌اند. اجزای اصلی مخلوط‌های پرورش، معمولاً پیت موس

اسفناگوم، پرلیت، ورمیکولیت و یک عامل مرطوب کننده هستند. دیگر اجزایی که ممکن است وجود داشته باشند؛ شن شسته، پوست فراوری شده درخت، کود گیاهی و دیگر ذرات جامد زنده را در بر می گیرد. اغلب مخلوط های تجاری نشا بصورت دانه های ریزی درآمده اند تا پر کردن حجره های کوچک را تسهیل بخشیده و جوانه زنی بذر مناسب باشد. مخلوط های مورد استفاده برای بسترسازی گیاهان یا خاک گلدانی، معمولاً درشت بافت هستند. مخلوطی را انتخاب کنید که به خوبی زهکشی شود و تهویه کافی برای رشد موفق ریشه را فراهم آورد.

ویژگی های بستر کشت مطلوب

- ۱- داشتن ظرفیت خوب نگهداری آب و عناصر
 - ۲- برخورداری از تهویه مناسب
 - ۳- دسترسی آسان (در دسترس بودن)
 - ۴- استریل بودن (عاری از هر گونه عوامل بیماری زا، آفات و بذور علف های هرز)
 - ۵- خنثی بودن
 - ۶- داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا
- نکته:** محیط کشت مناسب معمولاً شامل مخلوطی از مواد پیت ماس، پرلیت و ورمی کولیت می باشد.

کشت بذر در سینی های کشت

- ۱- در هر سلول (خانه/ حجره) سینی کشت باید فقط یک عدد بذر کاهو در وسط سلول کشت شود.
 - ۲- روی بذرها باید با لایه نازکی از محیط کشت (به ضخامت ۲ سانتی متر) و به طور یکنواخت پوشانده شود.
 - ۳- پس از پوشاندن روی بذرها باید سینی های کشت آبیاری شوند.
 - ۴- لازم است تا زمان جوانه زنی بذر، رطوبت بستر کشت به میزان مناسب حفظ شود.
- توصیه:** به منظور حفظ رطوبت تا زمان ظهور جوانه ها روی سینی های کشت با پوشش پلاستیکی پوشانده شود.

روش های تولید نشای کاهو

الف: گلخانه ای: تولید نشاهای گلخانه ای متداول ترین و موفق ترین روش نشا کاری مورد استفاده می باشد. این روش معمولاً شامل استفاده از ریل های T آلومینیومی است (شکل آنها در برش عرضی، بصورت T معکوس است). این ریل ها به دقت فاصله داده شده اند تا لبه های سینی های نشا را در گلخانه، نگه دارند. سینی ها بطور دستی یا ماشینی با مخلوط کشت، پر می شوند. بذور بطور دستی یا توسط ماشین های بذر کار خلایی که یک عدد بذر را در هر حجره سینی قرار می دهند. در تمیزی دست و ابزارآلات مورد استفاده در تولید نشا و کشت باید دقت نمود.



شکل ۱۴- تولید نشا در گلخانه

ب: زمینی: از تونل های پلاستیکی برای پوشاندن بسترها استفاده می شود. زمین معمولی برای تولید نشاهای ریشه لخت در تولید سبزیجات توصیه نمی شود. گرچه نشاهای ریشه لخت تولید شده در زمین کم هزینه تر از نشاهای پرورش داده شده در ظرف هستند. اما این نشاها به خوبی تثبیت نمی شوند. تولید نشاهای ریشه لخت نیازمند محلی است که از بادهای زیاد در امان باشد و خاک بخوبی زهکشی شود و عاری از بیماری، نماتد و علف هرز باشد.



شکل ۱۵- تولید نشا در تونل های پلاستیکی

سن نشا

جدول زیر بهترین زمان انتقال نشا در کاهو را نشان می دهد. توجه به طول دوره مورد نیاز برای رشد نشا در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول تولیدی نقش به سزایی دارد.

جدول ۹- مدت زمان نگهداری نشای کاهو در خزانه

ردیف	نوع سبزی	مدت زمان (هفته)
۱	انواع کاهو (رومن- آیسبرگ)	۶-۸

اقدامات مورد نیاز در مرحله تولید نشا

الف- برس زنی نشاها

تراکم زیاد نشاها در سینی ها باعث طویل شدن سریع ساقه گیاهان می شود. این مورد سبب تولید گیاهانی با ساقه های بلند و ضعیف که مستعد شکستگی در طول نشا کاری هستند؛ می شود. برس زنی (تحریک مکانیکی گیاهچه ها) باعث کاهش طول ساقه در طول رشد گیاه می شود.

ب- تغذیه نشا

رژیم‌های مختلف تغذیه ای در طول پرورش نشا در گلخانه، بر رشد و نمو قبل و پس از انتقال نشاها و همچنین بر عملکرد بعدی آنها تاثیرگذار است. این امر در محصولاتی مثل کاهو که حدود ۳۰٪ از کل دوره رشد خود را در مرحله نشا می‌گذرانند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بهبود رژیم‌های کودی به کار برده شده، تاثیر بسیار مهمی در تولید نشاهایی با کیفیت عالی دارد. انتخاب رژیم غذایی مناسب برای نشای سبزیجات، به خواست پرورش‌دهنده نشا و خریدار آن بستگی دارد.

پرورش‌دهنده نشا باید گیاهی را تولید کند که از نظر مشتری جذاب و با کیفیت قابل قبول باشد و از طرف دیگر، باید رشد نشا را به نحوی کنترل نماید تا گیاهان در اندازه و سن مشخصی برای کشت در مزرعه و یا برای حمل به بازار عرضه شوند. به همین منظور در تولید تجاری نشا از رژیم‌های غذایی خاصی استفاده می‌شود. ویژگی‌های خاص تعیین شده‌ای برای ارتفاع، رنگ و اندازه نشاها مورد تقاضا است. نشاهای تولیدی باید کوچک باشند تا بتوان صدها عدد از آن را در جعبه‌های حمل و نقل بسته‌بندی نمود. این نشاها باید قابلیت کشیده شدن از بستر را داشته و دارای سیستم ریشه ای خوبی باشند تا در زمان کشیده شدن از بستر آسیب نبینند. تولید نشا باید حتماً طبق برنامه‌ریزی صورت پذیرد.

۴-۶- تراکم کاشت

مقدار ۲ گرم بذر اصلاح شده و مرغوب برای تهیه ۱۰۰۰ نشای کاهو کافی است. کاشت نشا در زمین اصلی در سبزی‌کاری تجاری با ماشین نشا کار با عمق کاشت ۱/۵ تا ۲ سانتی متر و فاصله کاشت ۳۰×۳۰ و یا ۳۰×۴۰ سانتی متر مناسب است.

۵-۶- تاریخ کاشت

کاهو را در مناطقی که یخبندان زمستانه دارند در فصل بهار و مناطقی که دارای تابستان خنک است به عنوان کشت تابستانه و در نواحی گرمسیری در پائیز و زمستان می‌کارند. کاشت نشاء در زمین اصلی انجام می‌گیرد. ولی در انواع تابستانه و پائیزه بذریابی در زمین اصلی انجام می‌گیرد و پس از سبز شدن بذر نشاءهای اضافه را روی ردیف تنک می‌کنند. در نواحی معتدل سرد شمالی بذر کاهو را در اوایل پاییز و یا اواخر شهریور برای تهیه محصول خزان و زمستان می‌کارند و کاشت بذر در اواخر پاییز و یا در ماه اسفند برای مصرف بهاری کاهو تهیه می‌کنند.

۷- مدیریت داشت محصول

۷-۱- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

۷-۱-۱- نمونه‌برداری گیاه و تجزیه آن

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 کاهو 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 آسیب‌دیده توسط آفت و بیماری‌ها خودداری کنید.
- برای نمونه‌برداری از پاکت‌های تمیز کاغذی یا پارچه ای دارای تهویه استفاده شود.
- برای نمونه‌برداری از کاهو بهترین ناحیه شاخص در کاهو جوان‌ترین برگ کامل می‌باشد.

معمولاً تعداد حدود ۲۰-۳۰ نمونه برگ کاهو به صورت تصادفی از مناطق مختلف مزرعه یا بخش موردنظر مورد تجزیه برگ قرار داده که یکی از اقداماتی است که نشانگر وضعیت گیاه از نظر سطح عناصر غذایی در طول دوره رشد می‌باشد و می‌تواند به عنوان یک راهنما در توصیه کود، خصوصاً سال زراعی بعدی مورد استفاده قرار گیرد. جدول ۱۰، حدود مطلوب، کفایت و بیش بود عناصر غذایی را در برگ کاهو نشان می‌دهد.

جدول ۱۰- تفسیر تجزیه بافت گیاه کاهو

ppm (بر اساس وزن خشک)					درصد					وضعیت		زمان نمونه- برداری		بخش نمونه- برداری شده	
۵	۱۵	۲۵	۲۰	۵۰	-	۰/۳	۱	۵	۰/۴	۴	کمبود	مرحله ۸ برگي		برگ بالغ	
۵	۱۵	۲۵	۲۰	۵۰	۰/۳	۰/۳	۱	۵	۰/۴	۴	کفایت	مرحله ۸ برگي			
۱۰	۳۰	۵۰	۴۰	۱۵۰	۰/۸	۰/۵	۲	۷	۰/۶	۵	مرحله ۸ برگي	مرحله ۸ برگي			
۱۰	۳۰	۵۰	۴۰	۱۵۰	-	۰/۵	۲	۷	۰/۶	۵	زیادی	مرحله ۸ برگي			
۵	۱۵	۲۵	۲۰	۵۰	-	۰/۳	۱/۴	۴/۵	۰/۴	۲/۵	کمبود	نیمه اندازه هد		برگ بیرونی	
۵	۱۵	۲۵	۲۰	۵۰	۰/۳	۰/۳	۱/۴	۴/۵	۰/۴	۲/۵	کفایت	نیمه اندازه هد			
۱۰	۳۰	۵۰	۴۰	۱۵۰	۰/۸	۰/۷	۲	۸	۰/۶	۴	نیمه اندازه هد	نیمه اندازه هد			
۱۰	۳۰	۵۰	۴۰	۱۵۰	-	۰/۷	۲	۸	۰/۶	۴	زیادی	نیمه اندازه هد			
۵	۱۵	۲۵	۲۰	۵۰	-	۰/۳	۱/۴	۲/۵	۰/۲۵	۲	کمبود	بالغ		برگ بیرونی	
۵	۱۵	۲۵	۲۰	۵۰	۰/۳	۰/۳	۱/۴	۲/۵	۰/۲۵	۲	کفایت	بالغ			
۱۰	۳۰	۵۰	۴۰	۱۵۰	۰/۸	۰/۷	۲	۵	۰/۵	۳	بالغ	بالغ			
۱۰	۳۰	۵۰	۴۰	۱۵۰	-	۰/۷	۲	۵	۰/۵	۳	زیادی	بالغ			

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

علائم کمبود عناصر غذایی در کاهو در جدول ۱۱ ذکر شده و در بخش‌های بعدی به طور مفصل به آن پرداخته شده است.

جدول ۱۱- طبقه بندی، ویژگی‌ها و علائم کمبود عناصر غذایی در کاهو

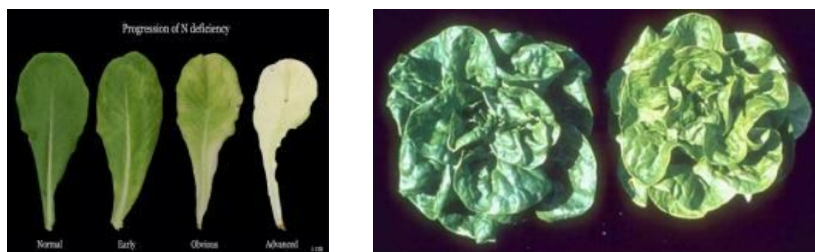
علائم کمبود	ویژگی‌ها	عناصر
رشد کند، کوتولگی رنگ سبز مایل به زرد سوختگی انتهای برگ‌های پیر	تمامی اشکال در نهایت به فرم نیترات تبدیل می‌شوند. نیترات می‌تواند در خاک آبشویی شود ولی آمونیوم در خاک باقی می‌ماند. گیاهان اغلب آن را بصورت نیترات و گاهی به صورت آمونیوم جذب می‌کنند.	نیتروژن
رشد کند و کوتوله برگ‌ها و ساقه‌های ارغوانی رنگ تأخیر در بلوغ برگ‌ها سبز تیره و نوک سوخته	به راحتی توسط خاک جذب شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. فراهمی عنصر برای گیاه در pH های بالا و پایین و دماهای کمتر از ۱۰°C کم می‌شود. نوع کود فسفر برای گیاه بر اساس pH خاک فرق می‌کند.	فسفر
سوختگی حاشیه و نوک برگ‌های پیر بذرها چروکیده	افزایش اندازه و کیفیت	پتاسیم
مرگ جوانه انتهایی و ریشه برگ‌ها به طور غیرطبیعی به رنگ سبز تیره پوسیدگی انتهایی	عنصر اصلی در دیواره سلولی. غیر متحرک در گیاه	کلسیم
زردی بین رگبرگی در برگ‌های پیرتر حاشیه برگ‌ها به سمت بالا می‌پچند زردی حاشیه برگ‌ها همراه با شکل شبیه به درخت کاج در اطراف رگبرگ میانی	علائم کمبود در خاک‌های شنی و اسیدی دیده می‌شود و با دادن سنگ آهک دولومینی قابل برطرف کردن است.	منیزیم
برگ‌های جوان در ابتدا به رنگ زرد یا سبز کمرنگ گیاه کوچک و ضعیف تأخیر در رشد و بلوغ	علائم کمبود در خاک‌های اسیدی دیده می‌شود.	گوگرد
کاهش طول ساقه، گیاه روزت موزاییکی شدن برگ‌ها	ابتدا رشد انتهایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. کمبود می‌تواند ناشی از کاربرد فسفر زیاد باشد.	روی
زردی بین رگبرگی در برگ‌های جوان	علائم کمبود می‌تواند ناشی از منیزیم بالا در pH های پایین باشد ولی معمولاً در اثر قلیایی بودن خاک رخ می‌دهد.	آهن
زردی بین رگبرگی در برگ‌های جوان که تفاوت چندانی با علائم کمبود آهن ندارد	زیادی این عنصر باعث کمبود آهن در pH های پایین می‌شود.	منگنز
گیاه کوتوله کمرنگی گیاه پژمردگی و مرگ نوک برگ‌ها	معمولاً کمبود آن دیده نمی‌شود.	مس
برگ‌های ضخیم، پیچیده، پژمرده و زرد	عنصر غیرمتحرک در گیاه. کمبود این عنصر بیشتر در کلم سانان دیده می‌شود.	بور
گیاهان کوتوله و ضعیف قاشقی شدن برگ‌ها	عنصر ضروری برای عمل تثبیت نیتروژن در بقولات. علائم کمبود بیشتر در اثر قلیایی کردن خاک دیده می‌شود.	مولیبدن

نیتروژن

نیتروژن یک عنصر بسیار مهم برای رشد گیاه است و در بسیاری از ترکیبات گیاه یافت می‌شود. این ترکیبات شامل کلروفیل (رنگ سبز در گیاهان)، آمینواسیدها، پروتئین‌ها، اسید نوکلئیک‌ها و اسیدهای آلی است. نیتروژن در گیاه به دو صورت نیترات یا آمونیوم جذب می‌شود. استفاده از نیترات بیشتر ترجیح داده می‌شود، زیرا میزان نیتروژن بیشتری را برای محصولات گلخانه‌ای فراهم می‌کند. به نظر می‌رسد در محیط‌های سرد (کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد) آمونیوم راحت‌تر از نیترات جذب می‌شود. میزان جذب آمونیوم در محیط‌هایی با pH نزدیک به خنثی بیشتر است و این میزان با کاهش pH کم‌تر می‌شود. مقدار جذب نیترات در محیط‌های اسیدی بیشتر است. بیش‌ترین میزان جذب نیتروژن زمانی است که هر دو فرم نیتروژن آمونیومی و نیتراتی، در محیط فراهم باشد. وجود آمونیوم به همراه نیترات در محیط باعث بیش‌ترین مقدار رشد در برخی آزمایشات گردیده است.

جذب نیتروژن در حالت‌های گوناگون بر روی pH محیط اثر می‌گذارد. اگر نیتروژن به‌صورت آمونیوم جذب شود، گیاه برای حفظ تعادل، بار الکتریکی یون‌های H^+ را آزاد می‌کند و در نتیجه میزان pH کاهش می‌یابد. اگر این جذب به صورت نیترات انجام شود، به دلیل افزایش میزان یون‌های OH^- ، pH افزایش می‌یابد. بنابراین تغییراتی که در pH محیط رشد مشاهده می‌شود، به دلیل جذب نیتروژن است. از آنجائی که این عنصر در گیاه متحرک است، نشانه‌های کمبود آن نخست در برگ‌های پایینی گیاه دیده می‌شود. این نشانه‌ها به‌صورت زرد شدن سراسری برگ‌ها می‌باشد. اگر این مشکل ادامه یابد، برگ‌های این گیاه می‌ریزد.

برگ‌های گیاه سالم دارای حدود ۲ تا ۵٪ از این ماده بر اساس وزن خشک می‌باشند. کمبود نیتروژن بیشتر در صورت کوددهی ناصحیح ایجاد می‌شود که در نتیجه، عنصر مزبور به مقدار کافی به گیاه نمی‌رسد. غالباً در اثر مصرف بی‌رویه نیتروژن نیز مشکلاتی به وجود می‌آید. گیاهانی که دارای مقدار نیتروژن اضافی هستند، بیشتر پرپشت و شکننده بوده و برگ‌های آن‌ها بزرگ‌تر از حد معمول و به رنگ سبز تیره است. افزایش نیتروژن باعث تولید گیاه پرآب و ضخیم و در نتیجه تغییر رنگ شاخ و برگ به رنگ سبز تیره می‌شود. هم‌چنین گیاه نسبت به بیماری‌ها و آفات حساسیت زیادی پیدا می‌کند. افزایش نیتروژن در محصولات میوه‌ای باعث آسیب شکوفه و گل می‌شود و کیفیت محصول را کاهش می‌دهد. علائم کمبود نیتروژن در شکل ۱۶ آورده شده است.



شکل ۱۶- نشانه کمبود نیتروژن در کاهو

نیتروژن به عنوان یک ماده تشکیل‌دهنده کلروفیل و پروتوپلاسم، در تغییرات انرژی و رشد رویشی گیاه نقش بسزائی دارد. علائم کمبود ازت، شاید نخستین نشانه کمبود است که توسط انسان شناخته شده است. در اثر کمبود ازت رشد رویشی گیاه و ریشه‌ها توقف می‌شود. برگ‌ها کوچک می‌مانند و در اوایل فصل رشد به رنگ سبز روشن

مایل به زرد در می آیند. با ادامه کمبود رنگ برگها از زرد روشن به زرد طلایی تبدیل شده و بالاخره قهوه‌ای رنگ شده، خشک می شوند و می ریزند. نیاز کودی سبزیجات از ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص (بر مبنای درصد مواد آلی خاک) تجاوز نمی نماید. لذا از مصرف بیش از این حد، باید جلوگیری به عمل آید. علایم اختصاصی کمبود نیتروژن در کاهو عبارتست از: گیاه کوتاه، کوچک، میان خالی و سبز روشن، برگ‌های پیر زرد، سوخته و خشک می‌شوند.

در ایران کودهای ازته عمدتاً قبل از کشت به خاک داده می‌شود، به دلیل پویایی فراوان کود ازته و رشد محدود ریشه در اوایل فصل رشد، گیاه قادر به استفاده از این مقدار ازت نیست و این عمل باعث هدر رفت، افت راندمان کودی و آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. طبق تکنیک PSNT قبل از کاشت هیچگونه کود ازته‌ای به گیاه داده نمی‌شود و یک ماه پس از کاشت، نیترات خاک پای بوته‌ها تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در مزارع اندازه‌گیری می‌شود و بر اساس نیترات موجود در خاک، کود توصیه شده در دو نوبت به صورت سرک در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (جدول ۱۲).

جدول ۱۲- تفسیر آزمون نیترات خاک برای کاهو

میزان نیترات خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	تفسیر
$\square < 20$	به کمبود ازت می‌انجامد - مصرف ازت توصیه می‌شود.*
۲۰-۲۴	مصرف مقدار کمی ازت برای اطمینان از کفایت ازت توصیه می‌شود.
۲۵-۳۰	کافی است - مصرف ازت توصیه نمی‌شود.
> 30	مصرف ازت توصیه نمی‌شود.
> 50	بیش از اندازه - نشان‌دهنده مصرف زیادی کود دامی - کمپوست یا ازت است.

* به ازای هر ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم نیترات در عمق توسعه ریشه، مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص توصیه می‌شود.

استفاده از مایه تلقیح ازتوباکتر (روش نوین تامین نیتروژن)

در چند دهه اخیر، با توجه به افزایش جمعیت و تقاضای روز افزون برای مواد غذایی، از کودهای شیمیایی به عنوان ابزاری برای نیل به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده بی رویه شده که خسارت‌های جبران ناپذیری بر پیکره محیط‌زیست وارد کرده است. از طرف دیگر امروزه رویکرد جهانی به سمت کشاورزی ارگانیک است. در این سیستم از کشاورزی که شاید برگرفته از کشاورزی سنتی باشد سعی بر این است تا از نهاده‌هایی که منشاء شیمیایی دارند استفاده نشود. در این راستا کودهای بیولوژیک به مرور جای خود را بین نهاده‌های شیمیایی که به عنوان کود مصرف می‌شود به مرور باز می‌کند.

مایه تلقیح ازتوباکتر حاوی تعدادی از باکتری‌های مفید و بسیار کارا از جنس Azospirillum و Azotobacter می‌باشد. مایه تلقیح ازتوباکتر به صورت پودری در بسته‌های یک کیلوگرمی با جمعیت 10^7 از هر یک از باکتری‌ها، تولید و ارائه می‌گردد. این باکتری‌های مفید که از مشهورترین انواع باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند؛ با استفاده

از مکانیسم‌های مختلفی چون تثبیت بیولوژیک ازت، تولید هورمون اکسین و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، قادر به افزایش عملکرد گیاهان باغی و زراعی بالاخص کاهو می‌باشند. این باکتری‌ها از طریق ترشح انواع آنتی بیوتیک‌ها، سیانید نیدروژن، سیدروفور و ... از تهاجم بسیاری از عوامل بیماری‌زا به ریشه نیز جلوگیری می‌نمایند. این ریزجانداران مفید قادرند با استفاده از مکانیسم‌های مذکور تا بیست درصد افزایش عملکرد را باعث گردند.

نحوه مصرف: ابتدا کل بذر مصرفی را در داخل یک محفظه گردان بریزید. آنگاه با استفاده از آب (تقریباً یک لیتر برای کل بذر مصرفی در هکتار) سطح بذر را مرطوب نمایید. پس از آن همزمان با چرخاندن محفظه مایه تلقیح ازتوباکتر را نیز به آن اضافه نمایید. این کار را به مدت ۵ دقیقه تکرار کنید تا مایه تلقیح به خوبی سطح بذر را پوشش دهد. بهتر است برای چسباندن مایه تلقیح به بذر به جای آب، از محلول ۵ درصد سریش، صمغ عربی و یا محلول ۲۰ درصد شکر استفاده نمایید. پس از آن به مدت ده دقیقه بذور را روی یک سطح تمیز و در سایه، هوا خشک نمایید. حال بذور آماده کاشت می‌باشند.

استفاده از کودهای بیولوژیک در کشت کاهو

کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه

میکروارگانیسم‌های محرک رشد گیاه، قادرند نیتروژن اتمسفر را تثبیت و در اختیار گیاه قرار دهند. آنها همچنین با سنتز و ترشح سیدروفور، قابلیت جذب آهن را در خاک‌های آهنی افزایش داده و همچنین با تولید و ترشح مواد تنظیم‌کننده رشد (PGR_s) از جمله اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها قادر به افزایش رشد گیاهان می‌باشند. میکروارگانیسم‌های محرک رشد گیاه از طرف دیگر از طریق افزایش حلالیت مواد معدنی جذب عناصر معدنی از قبیل نیتروژن، پتاسیم و فسفر را افزایش می‌دهند. آنها با تولید آنزیم‌ها، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، اگزوپلی ساکاریدها و کاهش سمیت فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌ها نیز به رشد بهتر گیاه کمک می‌کنند.

اثرات غیر مستقیم باکتری‌های محرک رشد گیاه، شامل کنترل زیستی عوامل مضر و بیماری‌زای گیاهی است. باکتری‌های محرک رشد گیاه از طریق تولید متابولیت‌های باکتریایی قادر به کنترل عوامل مضر و بیماری‌زای گیاهی می‌باشد. این باکتری‌ها با اختلال در رشد قارچ‌ها، نماتدها و باکتری‌های بیماری‌زای گیاهی قادر به حفاظت گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا هستند. در اغلب مطالعات صورت گرفته، تولید آنتی بیوتیک، HCN و سیدروفور به دلیل کاهش فعالیت پاتوژن‌ها یا میکروارگانیسم‌های مضر، به عنوان مکانیسم‌های غیر مستقیم تحریک رشد گیاه توسط این باکتری‌ها شناخته شده‌اند. از جمله مکانیسم‌های مورد استفاده باکتری‌های محرک رشد گیاه برای جلوگیری از تکثیر عوامل بیماری‌زای گیاهی، تولید آنتی بیوتیک می‌باشد. اکثر سویه‌های سودوموناس با تولید آنتی بیوتیک‌هایی از قبیل فنازین (Phenazines)، پیولوتئورین (Pyoluteorin)، پیرول نیترین (Pyrrolnitrin) و ۴۲- دی استیل فلورگلوسینول (DAPG)، توانایی کنترل بیماری‌های قارچی را دارند. طی تحقیقی نشان داده شد که برخی از باکتری‌های محرک رشد از جمله *P. stutzeri* با تولید دو آنزیم کیتیناز و لامینازاز خارج سلولی، هیف‌های قارچ *Fusarium solani* را متلاشی و بدین ترتیب پوسیدگی ریشه گیاه را کنترل کرده‌اند. همچنین این میکروارگانیسم‌ها

از طریق سنتز بتا ۱ و ۳-گلوکاناز، توانایی کنترل تکثیر قارچ‌های *Rhizoctinia solani*، *Sclerotium rolfii* و *Phytophthora ultimum* را از خود نشان داده‌اند.

نحوه مصرف کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه

مقدار و نحوه مصرف کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه بستگی زیادی به نوع فرمولاسیون آنها دارد. این کودهای عموماً به شکل مایع و یا پودری تولید می‌شوند. برحسب نوع فرمولاسیون هر کود نحوه مصرف آن به شرح زیر می‌باشد.

الف - کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه با فرمولاسیون مایع

۱- بذر مال

برای مصرف بذری ابتدا مقدار معینی از بذر گیاه مورد نظر را داخل ظرف مناسب تمیزی بریزید. سپس متناسب با مقدار بذر مصرفی، کود بیولوژیک مایع را به آن اضافه کرده و برای چند دقیقه محتویات ظرف را به خوبی تکان دهید تا از آغشته شدن کلیه بذور به کود بیولوژیک مطمئن شوید. پس از اینکار بذرها برای کاشت آماده هستند. در صورت آماده نبودن شرایط کاشت، بذرها را در مکان مناسب تمیزی (دور از نور مستقیم خورشید و ترجیحاً هوای سرد و خشک) نگهداری نمایید. نگهداری بذور در این شرایط بیش از ۲۴ ساعت توصیه نمی‌شود.

۲- خزانه‌ای

گیاهان خزانه‌ای به دو گروه کلی گیاهان با منشاء بذری و منشاء قلمه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند. در خصوص گیاهان با منشاء بذری پیشنهاد می‌شود که قبل از کاشت در خزانه با روش بذر مال تلقیح گردند. سپس مجدداً با روش خزانه‌ای نیز تلقیح شوند.

در این روش برای گیاهان با منشاء بذری، در هنگام انتقال نشاء به مزرعه، مجموعه‌ای از چندین بوته را از خزانه جدا کرده و ریشه‌های آن را به خوبی بشوید تا اثری از ذرات خاک وجود نداشته باشد. سپس ظرف تمیز مناسبی را تهیه کرده و کود بیولوژیک مورد نظر را به داخل آن منتقل کنید. پس از آن ریشه گیاه را به مدت ۲۰ دقیقه داخل محلول کود زیستی نگهداری کنید. مقدار کود مصرفی بستگی زیادی به حجم ریشه گیاه مورد نظر دارد. در صورتی که جمعیت میکروارگانیسم‌های موجود در کود پایه ای از 10^8 و یا 10^9 بود می‌توانید به ترتیب تا ده و صد بار کود را با آب تمیز غیر کلره و ترجیحاً جوشانده شده رقیق نمایید. برای نتیجه بهتر توصیه می‌شود قبل از انتقال گیاه به ظرف حاوی کود، کود مورد نظر را با اضافه کردن مقدار معینی از مواد چسباننده، چسبناک نموده و پس از اطمینان از حل شدن کامل و یکنواخت چسب در آن، گیاه را به ظرف مورد نظر منتقل کنید. در مورد هر دو نوع گیاهان خزانه‌ای اگر امکانات برای تلقیح به شکل بالا میسر نشد و یا زمان کافی برای عملیات فوق نبود، متناسب با سطح، عمق بستر کشت و تراکم گیاه، مایه تلقیح رقیق شده را مستقیماً به بستر اضافه کنید.

در مجموع تلقیح یک گیاه خزانه‌ای در سه زمان امکان‌پذیر بوده که از کارایی متفاوتی برخوردار می‌باشند. این زمان‌ها شامل ۱- زمان کاشت بذر یا قلمه در خزانه ۲- زمان نگهداری گیاه در خزانه و ۳- زمان انتقال گیاه به مزرعه

می‌باشد. در صورتی که به لحاظ اقتصادی امکان تلقیح در هر سه مرحله باشد بهترین نتیجه حاصل خواهد شد. در غیر اینصورت دو تلقیح تجمعی مرحله اول و سوم بیشترین تاثیر را خواهد داشت. پس از آن تلقیح منفرد در مرحله اول و یا مرحله سوم از کارایی بیشتری برخوردار می‌باشند. روش تلقیح اضطراری به صورت آبیاری کود در سطح بستر از کمترین تاثیر برخوردار می‌باشد.

۳- کود آبیاری

در این روش در صورت وجود تاسیسات آبیاری اعم از هرگونه آبیاری مانند قطره‌ای و یا بارانی، مقدار معینی از کود در مخازن و یا ورودی‌های اولیه آب تزریق و در کل مزرعه پخش خواهد شد. در سایر آبیاری‌ها نیز قبل از ورود آب به زمین مقدار معینی از آن در حوضچه‌ای با آب مخلوط و به زمین منتقل خواهد شد. مقدار کود مصرفی بستگی زیادی به، سطح زمین، قیمت و جمعیت میکروارگانیسم موثر موجود در کود دارد.

ب- کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه با فرمولاسیون پودری

مصرف کودهای بیولوژیک پودری عموماً به صورت بذر مال می‌باشد. در این خصوص نیز مقدار کود بیولوژیک مصرفی بستگی به میزان و نوع بذر دارد. بذره‌ای مختلف بر اساس ویژگی‌هایی چون وزن هزارانه، جنس سطح بذر و چین و چروک روی بذر به مقدار کود بیولوژیک متفاوتی نیاز دارند. همچنین این کود ها برای استقرار بهتر بر روی بذر نیازمند به استفاده از یک ماده چسباننده می‌باشند. بعضی از کمپانی‌های معتبر در فرمولاسیون خود از مواد چسباننده استفاده کرده‌اند و در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجود ندارد؛ ولی عموماً تولیدکننده‌ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرارداده و یا مصرف‌کننده را به استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می‌کنند.

به منظور تلقیح بذر با کودهای پودری ابتدا بذر مورد نیاز را به داخل ظرف مناسب تمیزی منتقل نمایید. با توجه به مقدار بذر، ظرف مناسب از کیسه ای پلاستیکی تا بشکه‌های دوار بتون قابل استفاده است. سپس متناسب با مقدار بذر درون ظرف، مقدار مشخصی از محلول ماده چسباننده را به آن اضافه کرده و به خوبی بهم بزنید. پس از اطمینان کافی از چسبناک بودن کلیه بذور، بذرهای چسبناک را به ظرف مناسب و تمیز حاوی کود اضافه کرده و به خوبی بهم بزنید. پس از چند دقیقه چرخش ظرف در جهات مختلف، بذور قابل کشت می‌باشند. در صورت امکان، اندکی هوا خشک کردن بذور (در سایه و در سطح تمیز) به کاشت بهتر آنها کمک می‌نماید.

برای چسبناک کردن بذور از مواد متعددی استفاده می‌شود محلول‌های ۴۰ درصد، صمغ عربی، ۲۰ درصد شکر، ۲۵ درصد انواع ملاس، یک درصد پودر شیر، متیل اتیل سلولوز ۴ درصد نمونه‌ای از این مواد می‌باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسار 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. مقدار ماده چسباننده مصرفی برای بذره‌ای ریزتر بیشتر از بذره‌ای درشت می‌باشد.

میزان کود مصرفی محدودیت خاصی ندارد و بر اساس کیفیت کود از ۵ تا ۵۰ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر مصرفی قابل توصیه می‌باشد. با مصرف پنج گرم از یک کود بیولوژیک مناسب با پایه جمعیتی^{۱۰۹}، جمعیت تقریبی باکتری بر روی بذور نسبتاً ریز، متوسط، درشت و خیلی درشت به ترتیب 10^4 ، 10^5 ، 10^6 و 5×10^6 خواهد بود.

استفاده از مایه تلقیح قارچ های میکوریزی

گروه دیگری از کودهای زیستی با قابلیت کاربرد در کشت کاهو، انواع حاوی قارچ های میکوریزی می باشند. این میکروارگانیسم های همزیست با گیاه میزان از طریق افزایش سطح جذب ریشه کارایی مصرف آب و کود را افزایش داده باعث ارتقاء مقاومت گیاه در برابر تنش های زنده (بیمارگرهای ریشه) و تنش های غیر زنده (خشکی، شوری، تراکم خاک و ...) می شوند. از آنجائیکه با مصرف این نوع از نهاده های زیستی می توان مصرف کودهای شیمیایی و بویژه انواع فسفره را کاهش داد، لذا این نوع از کودهای زیستی بسیار مناسب برای تولید محصول سالم می باشند. کودهای زیستی میکوریزی به صورت پودری و با قابلیت استفاده در تولید نشاء کاهو در کشور تولید می گردد.

نحوه مصرف

مناسب ترین روش کاربرد کودهای زیستی حاوی قارچ های میکوریزی، استفاده از آنها در زمان تولید نشاء کاهو می باشد. پس از تهیه ترکیب مناسب بستر نشاء مقدار ۲۰ کیلوگرم از کودهای زیستی حاوی قارچ های میکوریزی را با یک مترمکعب از بستر تهیه شده به صورت کامل مخلوط کرده، سپس سینی های نشاء را با این ترکیب جدید پر کرده و نسبت به کاشت بذر اقدام نمائید.

در روش دیگر برای استفاده از کودهای زیستی میکوریزی ابتدا سینی های نشاء را با ترکیب مناسب بستر پر کرده، سپس در سطح هر خانه سینی نشاء حدود ۴ الی ۵ گرم از کود زیستی حاوی قارچ های میکوریزی را اضافه و بذر را بر روی کود زیستی قرار دهید.

فسفر

فسفر در ترکیبات گوناگون انتقال انرژی در گیاهان استفاده می شود. نقش بسیار مهم فسفر، نقش آن در ساختار اسید نوکلئیک هاست. فسفر به شکل $H_2PO_4^-$ یا HPO_4^{2-} و طی یک روند فعال نیازمند انرژی، جذب می شود. این عنصر در گیاه متحرک است. کمبود این ماده، نخست در برگ های قدیمی تر ظاهر می شود، زیرا فسفر برای جبران نیاز قسمت های تازه رشد یافته به آنجا حرکت می کند. کمبود ناشی از فسفر به توقف رشد و ایجاد رنگ قرمز در برگ ها منجر می شود. این تغییر رنگ به علت افزایش میزان رنگیزه های آنتوسیانین می باشد. در ماده خشک برگ های دچار کمبود فسفر، تنها ۰/۱ درصد از این عنصر وجود دارد. برگ های بالغ شده بیشتر گیاهان دارای ۰/۲۵ درصد تا ۰/۶ درصد از این ماده بر اساس وزن خشک آنها هستند. وجود فسفر اضافی در ناحیه ریشه می تواند باعث کاهش رشد گیاه شود، زیرا وجود بیش از حد این ماده، میزان جذب روی (Zn)، آهن (Fe) و مس (Cu) را کاهش می دهد. اگر pH محیط اطراف ریشه بالا باشد و یا این محیط سرد باشد، میزان جذب فسفر کاهش می یابد. حفظ pH محلول هیدروپونیک در محدوده ۵/۶ تا ۶ برای تسهیل در جذب فسفر لازم است. برای اسیدی کردن این محیط می توان از اسیدهای سولفوریک، نیتریک و یا فسفریک استفاده کرد. گاهی اوقات دمبرگ ها و رگبرگ های میانی برگ های جوان گیاهان کامل، کمی بنفش رنگ می شوند. این اتفاق بیشتر در اواخر پاییز و همزمان با سرد شدن هوا رخ می دهد. از آنجائی که این تغییر رنگ در برگ های جوان پیش می آید، این مسئله با کمبود فسفر ارتباط ندارد، بلکه احتمالاً به دلیل افزایش سطح رنگیزه های آنتوسیانین و تحت تأثیر دمای سرد محیط است. این مشکل بیشتر با گرم شدن محیط بر طرف می شود. اگر غلظت فسفر از سدهم درصد در ماده خشک بیشتر باشد، باعث مسمومیت فسفر در گیاه می شود.

مسمومیت فسفر بر روی جذب سایر عناصر مانند آهن، منگنز و روی تأثیر می‌گذارد. کل مقدار کود مصرفی فسفره در این زراعت می‌بایست قبل از کاشت مصرف شود. چنانچه نتایج آزمون خاک مقدار کمی کود فسفره برای کاهو توصیه کند روش مصرف نواری آن نسبت به روش مصرف پخش در سطح از اولویت برخوردار است (جدول ۱۷).



شکل ۱۷- نشانه کمبود فسفر در کاهو (رنگ سبز تیره)

جدول ۱۳- توصیه کودی فسفر برای کاهو

فسفر خاک (به روش اولسن)	<۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	>۱۵
توصیه کودی فسفر P_2O_5 (کیلوگرم در هکتار)	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰

پتاسیم

پتاسیم به عنوان یک فعال‌ساز در بسیاری از واکنش‌های آنزیمی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقش دیگر پتاسیم در گیاهان در سلول‌های ویژه برگ به نام سلول‌های نگهبان رخ می‌دهد که در اطراف روزنه یافت می‌شوند. ورم سلول نگهبان (یا کمبود ورم) درجه منفذ روزنه را کنترل می‌کند و بنابراین سطح تبادل گاز و بخار آب را از میان روزنه کنترل می‌نماید. ورم بیش‌تر توسط جابجایی پتاسیم درون و خارج از سلول‌های نگهبان کنترل می‌شود. بیشتر مقدار زیادی پتاسیم طی فرآیند جذب فعال جذب می‌شود. پتاسیم در گیاه بسیار متحرک است و به سرعت به بافت‌های جدید منتقل می‌شود.

کاهش رشد و کلروز حاشیه‌ای، علائم کمبود پتاسیم است. نشانه‌های کمبود پتاسیم، نخست بر روی برگ‌های پایینی و به‌صورت لکه‌ها یا خال‌های حاشیه‌ای دیده می‌شود. اگر این کمبود ادامه یابد، در حاشیه برگ‌ها، مرگ بافتی به‌وجود می‌آید و گیاه اندکی پژمرده می‌شود. علائم کمبود پتاسیم در شکل ۱۸ آورده شده است.



شکل ۱۸- نشانه کمبود پتاسیم در برگ کاهو

پتاسیم از عناصر پر مصرفی است که به مقدار زیاد برای رشد و نمو نرمال کاهو مورد نیاز است. پتاسیم به صورت یون یک ظرفیتی از طریق جذب فعال توسط ریشه جذب می‌شود. این عنصر بسیار پویا بوده و می‌تواند از طریق شیب الکتریکی تغییر مکان دهد. پتاسیم بیش از ۶۰ آنزیم گیاهی را که کنترل‌کننده بسیاری از فرآیندهای گیاهی نظیر فتوسنتز، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، سنتز پروتئین و ... را فعال می‌کند. پتاسیم بار منفی آنیون‌ها را داخل شیرگیاهی خنثی و جذب و انتقال آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، علاوه بر آن در تأمین پتانسیل اسمزی گیاه و جذب آب مؤثر است (جدول ۱۴).

جدول ۱۴- توصیه کودی پتاسیم برای کاهو

پتاسیم خاک (پتاسیم قابل عصاره‌گیری با استات آمونیم)				
>۲۵۰	۲۵۰-۲۰۰	۲۰۰-۱۵۰	۱۵۰-۱۰۰	<۱۰۰
۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
توصیه کودی پتاسیم K ₂ O (کیلوگرم در هکتار)				

گوگرد

گوگرد یک جزء از آمینواسیدهای محتوی سولفور همچون متیونین است. گوگرد همچنین در گروه سولفیدریل^۱ آنزیم‌های ویژه یافت می‌شود. گوگرد بیشتر به صورت سولفات SO_4^{2-} جذب ریشه می‌شود. برگ‌های گیاهان بیشتر دارای حدود ۰/۲ تا ۰/۵ درصد گوگرد بر اساس وزن خشک می‌باشند. این محدوده شبیه محدوده فسفر است. گیاهان بیشتر افزایش بیش از حد گوگرد را در محیط رشد تحمل می‌کنند و به همین دلیل است که برای برآوردن نیازهای غذایی منیزیم و عناصر کم‌مصرف، از مواد محتوی گوگرد استفاده می‌شود. به همین دلیل، کمبود گوگرد در محصولات گلخانه‌ای رایج نیست.

گوگرد در گیاه حرکت نمی‌کند، بنابراین در بیشتر موارد کمبود آن ابتدا در بخش‌های تازه رشد یافته مشخص می‌شود. نشانه کمبود گوگرد به صورت زرد شدن سراسری برگ‌هاست. نشانه‌های کمبود نیتروژن (N) و گوگرد (S) بسیار شبیه هم‌اند. با این تفاوت که کمبود نیتروژن (N) در برگ‌های پایینی ظاهر می‌شود، در صورتی که کمبود گوگرد در برگ‌های بالایی دیده می‌شود. غلظت گوگرد در بیشتر محلول‌های غذایی ۵۰ میلی گرم در لیتر محلول به صورت SO_4^{2-} است. نمک‌های سولفات پتاسیم، منیزیم و آمونیوم از مهم‌ترین منابع تهیه گوگرد است. علائم کمبود گوگرد در شکل ۱۹ آورده شده است.

^۱ Sulfhydryl



شکل ۱۹- علائم کمبود گوگرد

مقدار گوگرد در گیاه تقریباً برابر با فسفر و حتی بیشتر نیز (۲/۰ درصد) می‌باشد. گوگرد جزئی از اسیدهای آمینه و در نتیجه پروتئین‌هاست. گوگرد در درون گیاه پویا نبوده، بنابراین، علائم کمبود آن، که شباهت زیادی با آثار کمبود ازت (رنگ پریدگی) دارد، از برگ‌های جوان آغاز می‌گردد، چه، گوگرد شبیه ازت، پس از جذب در درون گیاه احیا شده و به شکل گروه‌های دی سولفید و سولفیدریل در می‌آید. برای قابل استفاده شدن گوگرد عنصری در خاک لازم است گوگرد به وسیله باکتری‌های تیوباسیلوس که در اکثر خاک‌های زراعی با درصد مواد آلی و رطوبت مناسب یافت می‌شوند، تبدیل به سولفات گردد. مصرف گوگرد همراه تیوباسیلوس نتایج بسیار جالبی در خاک‌های آهکی و قلیایی بافت سنگین دارد. با مصرف این کود، قابلیت جذب عناصر دیگر، بویژه آهن، روی و فسفر افزایش می‌یابد. یکی از مسائل مهم که خاک‌های کشور بدان مبتلا است، عدم قابلیت جذب عناصر غذایی بخصوص فسفر در نتیجه قلیایی بودن خاک می‌باشد. کاربرد گوگرد در این اراضی، نه به عنوان یک عنصر غذایی مورد نیاز، بلکه بعلاوه اثرات جانبی و مفید آن در اسیدی کردن موضعی خاک و افزایش قابلیت انحلال برخی از عناصر غذایی حائز اهمیت می‌باشد. بطوریکه وقتی این عنصر با خاک مخلوط گردد، مواضع کوچک و پراکنده اسیدی بوجود می‌آید و می‌تواند محیط مناسبی برای انحلال و جذب بیشتر و سریعتر عناصر دیگر، از جمله فسفر، آهن، روی، مس و منگنز را فراهم نماید.

کلسیم

کلسیم جهت ایجاد دیواره سلولی لازم است. علاوه بر این، کلسیم به‌عنوان یک عامل کمکی در برخی واکنش‌های آنزیمی استفاده می‌شود. اخیراً ثابت شده است که وجود این عنصر در کنترل فرآیند سلولی نیز دخالت دارد که توسط یک مولکول با نام کالمودولین^۱ انجام می‌شود. کلسیم بر خلاف بیشتر عناصر، از طریق مکانیسمی غیرفعال^۲ جذب و منتقل می‌شود. روند تعرق در گیاهان مهم‌ترین عامل در جذب کلسیم (Ca) می‌باشد. به همین دلیل کلسیم در گیاه به طرف مناطقی حرکت می‌کند که دارای تعرق بیشتری هستند، مانند برگ‌هایی که به سرعت گسترش می‌یابند. جذب کلسیم بیشتر در ناحیه ریشه و دقیقاً پشت نوک ریشه انجام می‌شود. در نظر گرفتن این موضوع برای کشت گیاهان گلخانه‌ای اهمیت دارد. زیرا گلخانه‌داران باید به سلامت سیستم‌های ریشه و رشد فعال نوک ریشه توجه کنند. بیماری‌های ریشه باعث کاهش میزان جذب کلسیم در گیاه می‌شود. از آنجائی که حرکت کلسیم

^۱ Calmodulin

^۲ Passive

در گیاه با تعرق ارتباط دارد، در نتیجه شرایط محیطی که بر روی تعرق اثر می‌گذارد، حرکت کلسیم را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در زمان‌هایی که رطوبت هوا زیاد است، کاهو دچار سوختگی نوک برگ‌ها می‌شود، زیرا سرعت تعرق در برگ‌ها به اندازه‌ای نیست که میزان کلسیم کافی به نوک برگ‌های پهن آن برسد. غلظت کلسیم در برگ‌های سالم و بالغ در حدود یک تا پنج درصد می‌باشد. با وجود شرایط محیطی مانند آنچه که در بالا گفته شد، کمبود این ماده به‌طور موقت بروز می‌کند. بنابراین در برنامه کوددهی کلسیم، باید به آبیاری توجه کافی داشت. به علاوه، جذب کلسیم تحت تأثیر یون‌هایی مانند آمونیوم، منیزیم و پتاسیم نیز تغییر می‌کند. این کاتیون‌ها در هنگام جذب به‌وسیله ریشه، با کلسیم رقابت می‌کنند. رقابت این مواد نباید سبب شود که نیاز گیاه به این عناصر تأمین نشود. کلسیم در گیاه حرکت نمی‌کند، بنابراین نشانه‌های کمبود این عنصر نخست در بخش‌های در حال رشد مشاهده می‌شود. کمبود کلسیم (Ca) باعث ایجاد مرگ بافتی در برگ‌های جدید و یا حلقه‌شدگی و پیچ‌خوردگی برگ‌های در حال رشد می‌شود. سوختگی لب‌برگ^۱ در کاهو و کلم‌ها، مثال‌هایی از این کمبود است. زیاده‌بود کلسیم باعث کمبود کاتیون‌هایی مهم مثل پتاسیم و منیزیم می‌شود. علائم کمبود کلسیم در شکل ۲۰ آورده شده است.



شکل ۲۰- علائم کمبود کلسیم

منیزیم

از آنجایی که منیزیم در مرکز مولکول کلروفیل وجود دارد، نقش مهمی در سلول‌های گیاهان ایفا می‌کند. هم‌چنین این عنصر به عنوان عامل کمکی در واکنش‌های آنزیمی شرکت می‌کند. مقدار جذب منیزیم نسبت به کلسیم کم‌تر است. هم‌چنین جذب منیزیم (Mg) به شدت تحت تأثیر یون‌های رقیب دیگر مانند پتاسیم، کلسیم و آمونیوم است. منیزیم بر خلاف کلسیم در گیاه متحرک است و در نتیجه کمبود ناشی از آن ابتدا در برگ‌های پایینی مشخص می‌شود. غلظت منیزیم در برگ‌های سالم بین ۰/۲ تا ۰/۸ درصد ماده خشک می‌باشد. شرایطی که باعث کمبود منیزیم در گیاه می‌شود، برنامه‌های نامنظم کوددهی است که ناشی از استفاده کم منیزیم و بیش از حد پتاسیم، کلسیم و آمونیوم می‌باشد. نشانه کمبود منیزیم، زردی بین رگبرگی است که منجر به مرگ بافت مناطق تحت تأثیر می‌شود. علائم کمبود منیزیم در شکل ۲۱ آورده شده است.

^۱ Tipburn



شکل ۲۱- علائم کمبود منیزیم

آهن

آهن، جزئی از ملکول کلروفیل است. این عنصر هم‌چنین به عنوان بخشی از یک آنزیم، در احیاء نیترات به نیتروژن آمونیاکی نقش دارد. دیگر سیستم‌های آنزیمی مانند کاتالاز و پرواکسیداز نیز به آهن احتیاج دارند. آهن از طریق فرآیندی فعال و به‌صورت Fe^{2+} و یا از طریق کلات آهن جذب می‌شود که مولکول‌های آلی هستند. جذب آهن تا حد زیادی به شکل آهن بستگی دارد و میزان جذب کافی به توانایی ریشه در تبدیل Fe^{3+} به Fe^{2+} برای جذب بستگی دارد. کلات‌های آهن قابلیت انحلال دارند و به حفظ آهن در محلول برای جذب بهتر آن کمک می‌کنند. احتمالاً میزان جذب تمام مولکول‌های کلات بسیار کم است و معمولاً قبل از جذب، آهن از کلات جدا می‌شود. آهن در گیاه حرکتی ندارد و علائم کمبود آن نخست در برگ‌های جدید نمایان می‌شود. نشانه‌های این کمبود به‌صورت زردی درون رگبرگی است و ممکن است به سفید شدن و مرگ بافت برگ‌های مبتلا منجر شود. برگ‌های سالم دارای ۸۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن بر اساس وزن خشک هستند. عواملی که باعث ایجاد کمبود آهن در گیاه می‌شوند عبارت‌اند از غلظت نامناسب آهن در محلول غذایی و محیط‌های سرد یا شرایط قلیایی در محیط (pH بیشتر از ۷). علائم کمبود آهن به صورت کم شدن رنگ سبز گیاه به‌دلیل کاهش کلروفیل می‌باشد. تفاوت علائم کمبود آهن با منیزیم در این است که کمبود آهن ابتدا در برگ‌های جوان ظاهر می‌شود، ولی منیزیم در برگ‌های پیر زودتر مشاهده می‌شود. منابع کودی آهن شامل کلات‌های EDTA و EDDHA به عنوان معمولی-ترین منابع و منابع دیگر آهن مثل سولفات آهن و فسفات آهن است که شکل‌های غیرآلی آهن هستند و سیترات آهن و تارتارات آهن که دو شکل آلی آهن هستند. علائم کمبود آهن در شکل ۲۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۲- علائم کمبود آهن

زرد برگي ناشي از آهک که به کمبود آهن (Fe) معروف است در خاک‌های آهکی کاملاً چشمگیر است. بالا بودن pH خاک و از طرفی مصرف بی‌رویه کودهای فسفره در سالیان گذشته از عوامل مهمی هستند که به این مسئله کمک می‌کنند. بطور کلی کمبود آهن را در نتیجه عدم توازن یون‌های فلزی نظیر مس و منگنز، زیادی مقدار فسفر در خاک، ترکیبی از PH بالا، آهک زیاد، رطوبت زیاد خاک، دمای پائین و مقدار زیاد کربنات در محیط ریشه و آب آبیاری می‌دانند. غلظت‌های بالای فسفر باعث رسوب آهن در سطح یا درون ریشه می‌شود. علائم کمبود آهن ابتدا از برگ‌های جوان گیاه شروع می‌شود. در این برگ‌ها، پهنک حد فاصل رگبرگ‌ها ابتدا سبز روشن شده و نهایتاً زرد می‌شود، در صورتی که رگبرگ‌های گیاه سبز باقی می‌مانند. سولفات آهن ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) از کودهایی است که برای برگ‌پاشی بسیار موثر است. این ماده تقریباً دارای ۲۴ درصد آهن (Fe) می‌باشد. محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار سولفات آهن، سه بار در طول دوره رشد (چهار برگي شدن بوته، پوم بستن، ۲ هفته پس از پوم بستن) در تغذیه متعادل گیاه خصوصاً در خاک‌های آهکی بسیار موثر است.

بور

عملکرد بور در گیاه به‌خوبی مشخص نشده است. به نظر می‌رسد بور در رشد طبیعی مریستم در بخش‌های جوان مانند نوک ریشه اهمیت دارد. چگونگی جذب بور در گیاهان هنوز به‌خوبی مشخص نشده است. بور در گیاه حرکت ندارد و به نظر می‌رسد ویژگی‌های مربوط به جذب و انتقال این عنصر در گیاه با کلسیم شباهت بسیاری دارد. کمبود بور ابتدا در بخش‌های جوان مانند جوانه‌ها، نوک و حاشیه برگ‌ها مشاهده می‌شود. مناطق مرده موضعی بر روی جوانه‌ها به وجود می‌آید و نوک برگ‌ها زرد شده و سرانجام از بین می‌روند. برگ‌ها و ساقه گیاه گوجه‌فرنگی مبتلا به بور، شکننده می‌شود. برگ‌های سالم دارای ۲۰ تا ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از این عنصر می‌باشند و میزان زیاد این عنصر باعث ایجاد مسمومیت می‌شود. گیاهان تنها به میزان کمی از این عنصر نیاز دارند و استفاده بیش از حد بور به صورت کودهای محلول باعث ایجاد مسمومیت در گیاه می‌شود. علائم کمبود بور به صورت کاهش رشد و آسیب قسمت‌های فوقانی گیاه و ریشه است و علائم بیش‌بود آن، به صورت بی‌رنگی و لکه‌دار شدن حاشیه برگ‌ها و هم‌چنین مرگ حاشیه برگ‌ها بروز می‌کند. غلظت بور در انواع محلول‌های غذایی در حدود ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر محلول می‌باشد. اسید بوریک یکی از منابع تهیه بور است. علائم کمبود بور در شکل‌های ۲۳ و ۲۴ نشان داده شده است.



شکل ۲۳- کمبود بور در کاهو (کاهش اندازه)



شکل ۲۴- کمبود بور در کاهو

بور از جمله عناصری است که به سهولت نمی تواند از یک قسمت گیاه به قسمت های دیگر انتقال یابد و به این دلیل علائم کمبود معمولاً ابتدا در ریشه ها و برگ های جوان ظاهر می شود. در مقطع ریشه کمبود بر باعث قهوه ای شدن مغز ریشه می شود. سطح ریشه های مبتلا به کمبود چروکیده و ترکدار است. متأسفانه مقادیر لازم بر و میزانی که باعث سمیت برای گیاه می شود، خیلی به یکدیگر نزدیک هستند و کودهای حاوی بور می بایست با احتیاط و دقت بیشتری نسبت به سایر کودها مصرف شود. چنانچه بور در خاک به میزان کم موجود باشد (کمتر از یک میلی گرم در کیلوگرم خاک) می بایست ۲ یا ۳ بار عملیات محلول پاشی با منابع بور قابل حل در آب (چهار برگی، پوم بستن و دو هفته پس از آن) صورت گیرد. برای این منظور می توان از اسیدبوریک به غلظت ۵ در هزار استفاده نمود. این کود دارای ۱۷ درصد بور (B) است. اسیدبوریک در خاک نیز به راحتی به صورت محلول در آمده و جذب گیاه می شود. اسیدبوریک را می توان از طریق آب آبیاری نیز در اختیار گیاه قرار داد.

منگنز

منگنز در واکنش های آنزیمی گوناگونی شرکت می کند که از انرژی آدنوزین تری فسفات (ATP) استفاده می کنند. منگنز هم چنین برخی آنزیم ها را فعال کرده و در عمل فتوسنتز، در روند سیستم انتقال الکترون نقش دارد. منگنز به صورت یون های Mn^{2+} جذب می شود و این جذب تحت تأثیر کاتیون های دیگر مانند کلسیم و منیزیم قرار می گیرد. از آنجائی که منگنز در گیاه متحرک نیست، نشانه های کمبود آن در برگ های بالایی ظاهر می شود. نشانه کمبود منگنز (Mn) بسیار شبیه نشانه های کمبود منیزیم است، با این تفاوت که در مورد منیزیم این نشانه ها در برگ های پایینی گیاه دیده می شود. کمبود منگنز به صورت زردی درون رگبری بروز می کند، ولی این زردی در مقایسه با کمبود منیزیم از نوع خال دار است. در بیشتر گیاهان غلظت طبیعی منگنز در برگ ها از ۳۰ تا ۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم، متفاوت است. غلظت بیش از حد منگنز در گیاه، مسمومیت ایجاد می کند. در ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم باشد، در گیاهان حالت سمی ایجاد می شود. هم چنین وجود منگنز اضافی در محلول غذایی، میزان جذب آهن را کاهش می دهد. در بیشتر موارد، عدم استفاده از منگنز کافی در محلول غذایی و یا اثر رقابتی دیگر یون ها، باعث کمبود این عنصر در گیاه می شود. اگر میزان منگنز در محلول غذایی بیشتر از حد معمول باشد و یا محیط اسیدی باشد، حالت مسمومیت ایجاد می شود. میزان مطلوب منگنز در

سبزیجات حدود ۲۰ تا ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک است. علائم کمبود در برگ‌های جوان به شکل کلروز داخلی و میانی و علائم بیش‌بود به صورت نقاط قهوه‌ای در بعضی از برگ‌های پیر و یا لکه‌های سیاه‌رنگ روی شاخه و میوه ظاهر می‌شود. این علائم در کمبود آهن نیز مشاهده می‌شوند که برای اطمینان یک تجزیه گیاهی لازم است. علائم کمبود منگنز در شکل ۲۵ نشان داده شده است.



شکل ۲۵- علائم کمبود منگنز

کمبود منگنز شایع‌ترین کمبود ریزمغذی‌ها در سبزیها می‌باشد. کاهو به کمبود منگنز خیلی حساس هستند و علامت کمبود را سریع نشان می‌دهند. جدول ۱۵ مقادیر توصیه منگنز را بر اساس میزان منگنز قابل جذب خاک و pH خاک نشان می‌دهد.

جدول ۱۵- مقادیر توصیه منگنز بر اساس میزان منگنز قابل جذب خاک و pH (سیلِسپور و ملکوتی، ۱۳۸۴)

واکنش خاک آزمون خاک منگنز (mg/kg)							
۶/۲	۶/۴	۶/۶	۶/۸	۷	۷/۲	۷/۴	
۲	۳	۴	۵	۷	۸	۹	۲
۱	۲	۳	۵	۶	۷	۸	۴
۰	۱	۲	۳	۵	۶	۷	۸
۰	۰	۱	۲	۳	۴	۶	۱۲
۰	۰	۰	۱	۲	۳	۴	۱۶
۰	۰	۰	۰	۰	۲	۳	۲۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۲۴

اعداد جدول مقدار Mn خالص بر اساس Kg/ha می‌باشد.

منابع رایج منگنز سولفات منگنز، ترکیبات کلاته و اکسید منگنز می‌باشند. پخش سطحی کودهای حاوی منگنز اصلاً توصیه نمی‌شود چرا که سریعاً توسط خاک تثبیت می‌شود. مصرف منگنز به صورت محلول پاشی نیز توصیه می‌شود.

به نظر می‌رسد جذب روی از طریق فرآیندی فعال و تحت تأثیر غلظت فسفر در محیط‌های کشت باشد. روی در گیاه تحرک چندانی ندارد. کمبود روی در گیاهان باعث زردی درون رگبرگی در برگ‌ها می‌شود در مواردی مشاهده شده که کمبود این عنصر در گیاه باعث کوتاه شدن میان گره‌ها می‌شود. روی در فعال‌سازی چندین آنزیم در گیاه نقش داشته و وجود آن برای سنتز یک تنظیم کننده رشد به نام ایندول استیک اسید^۱ ضروری است. غلظت بیش از حد روی باعث ایجاد مسمومیت در گیاه می‌شود که در نتیجه آن رشد ریشه کاهش می‌یابد و برگ‌ها کوچک و زرد می‌شوند. وجود سرما، محیط رشد مرطوب یا pH بالا در محیط کشت و یا وجود فسفر بیش از حد، باعث افزایش احتمال کمبود روی می‌شود. در بیشتر فرمول‌های غذایی میزان آن ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر محلول و به صورت کاتیون دو ظرفیتی است. منبع کودی روی، سولفات روی است. علائم کمبود روی در شکل ۲۶ نشان داده شده است.



شکل ۲۶- علائم کمبود روی

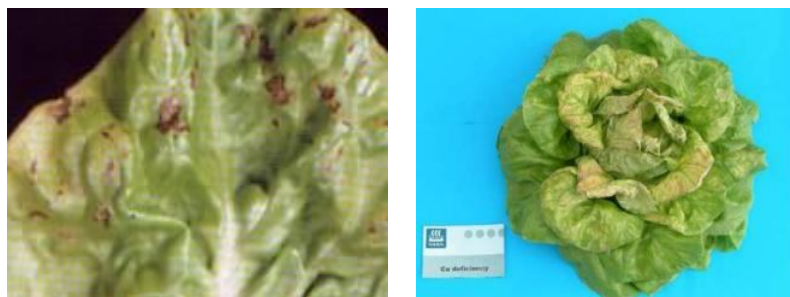
روی از جمله عناصری است که بسیاری از فعالیت‌های گیاهی را کنترل می‌کند. اثر متقابل منفی فسفر و روی در گیاهان مختلف شناخته شده است. زیادی هر یک از این دو عنصر جذب عنصر دیگر را بوسیله گیاه کاهش می‌دهد. کمبود روی معمولاً در خاک‌های آهکی شایع است. نتایج مطالعات نشان داده است که روی حذب سطحی کربنات‌های کلسیم و منیزیم می‌شود و از حلالیت آن کاسته می‌شود. سولفات آبدار روی با ۲۴ درصد روی ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) از منابع کودی است که می‌توان هم بصورت محلول‌پاشی و هم بصورت مصرف در خاک استفاده نمود. چنانچه میزان روی در خاک کمتر ۱ میلی گرم در کیلوگرم باشد، مصرف روی توصیه می‌شود. تیمار بذر با ترکیبات روی نیز جدیداً با موفقیت مورد تحقیق قرار گرفته است. در صورت کمبود روی، مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی قبل از کاشت یا حداقل دو بار محلول‌پاشی با سولفات روی (چهار برگ و پوم بستن) به غلظت ۵ در هزار توصیه می‌شود.

مس

مس عنصر سازنده چندین آنزیم در گیاه است و در هنگام فتوسنتز بخشی از یک پروتئین در سیستم انتقال الکترون می‌باشد. میزان جذب مس در گیاهان بسیار اندک است. جذب از طریق فرآیندی فعال انجام می‌شود و میزان آن به شدت با مقدار روی و pH محیط ارتباط دارد. مس در گیاهان حرکت چندانی ندارد، اما برخی از انواع

^۱ Indol Acetic Acid

آن از برگ‌های قدیمی‌تر به برگ‌های جدید تغییر مکان می‌دهند. سطح طبیعی غلظت مس در گیاهان در حدود ۵ تا ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. کمبود مس در برگ‌های جوان باعث ایجاد زردی و حالت کشیدگی برگ‌ها می‌شود. اگر میزان مس بیش از حد معمول باشد، به‌ویژه اگر محیط هم اسیدی باشد، مسمومیت ایجاد می‌شود. غلظت مطلوب مس در محلول غذایی ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر محلول می‌باشد. منبع تهیه مس، سولفات مس می‌باشد. علائم کمبود مس در شکل ۲۷ نشان داده شده است.



شکل ۲۷- کمبود مس در کاهو

مولیبدن

مولیبدن بخشی از دو آنزیم مؤثر در متابولیسم نیتروژن می‌باشد که مهم‌ترین آن‌ها احیاءکننده نیترات می‌باشد. مولیبدن به شکل یون مولیبدات (MoO_4^{2-}) جذب می‌شود و وجود سولفات باعث جلوگیری از جذب آن می‌شود. میزان مولیبدن در بافت‌ها اغلب کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. نشانه‌های کمبود مولیبدن نخست در برگ‌های میانی و برگ‌های قدیمی‌تر دیده می‌شود. برگ‌های مبتلا به کمبود، زرد شده و حاشیه آن‌ها لوله‌ای می‌شود. بر خلاف دیگر عناصر کم‌مصرف، کمبود مولیبدن بیشتر تحت شرایط اسیدی رخ می‌دهد. مولیبدن در حدود ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه وجود دارد. منبع کودی آن مولیبدات آمونیوم است. علائم کمبود مولیبدن در شکل ۲۸ نشان داده شده است.



شکل ۲۸- علائم کمبود مولیبدن

۸- مدیریت کاهش آلاینده‌ها (نیترات و عناصر سنگین) در محصولات گواهی شده

الف- فلزات سنگین

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 زمین شناسی 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 محیط زیست تهیه و ارائه گردیده است که در جدول ۱۶ آمده است. ذکر این نکته شایان توجه است که مقدار فلزات سنگین ذکر شده بر حسب میلی گرم در کیلوگرم به صورت کل (و نه بخش قابل استفاده) می‌باشد. فعالیت‌های مختلفی باعث تغییر غلظت فلزات سنگین در خاک می‌گردد.

جدول ۱۶ - حداکثر مجاز فلزات سنگین در خاک‌ها بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست

(میلی گرم بر کیلوگرم)

عنصر	پیشنهادی سازمان محیط زیست ایران
آرسنیک	۴۰
بور	-
بریلیوم	۵
کادمیم	۵
کیالت	۵۰
کروم	۱۱۰
مس	۲۰۰
فلوئور	۳۰۰
جیوه	۷
مولیبدن	۴۰
نیکل	۱۱۰
سرب	۷۵
آنتیموان	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 هوادیدگی 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 زمین شناسی و ویژگی لیتولوژی آنها دارای غلظت بالایی هستند.

البته در اثر فعالیت‌های انسان و بهم 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 قارچ کش‌های حاوی مس، جیوه، منگنز، سرب و روی در گذشته را ذکر نمود. در حال حاضر نیز

^۱ Trace elements

سمومی همانند اکسی کلرور مس و محلول برودو (سولفات مس+آهک) به عنوان قارچ کش استفاده می شوند. البته در گذشته سمومی همانند ارسنات سرب نیز استفاده می شد که هم اکنون استفاده نمی شود. بهر حال در استفاده از آفت کش ها بایستی مطابق با دستورالعمل های مدیریت آفات و بیماری های گیاهی عمل نموده و از مصرف سموم ممنوع و استفاده بی رویه و بی تجویز متخصصان خودداری نمود. در پیوست شماره ۴ فهرست سموم مجاز برای استفاده در محصول کاهو آمده است.

۳- کودهای آلی و لجن فاضلاب

مصرف مواد آلی غیراستانداردی همانند انواع لجن فاضلاب، کودهای دامی، کمپوست زباله شهری و ... می تواند سبب افزایش تجمع فلزات سنگین و سایر آلاینده ها 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 مکمل های غذایی دام و طیور حاوی روی، مس و نیز به دلیل استفاده از ترکیبات حاوی آرسنیک در کنترل بهداشتی آنها می تواند سبب تجمع در خاک شود. البته این امر در صورتی اتفاق می افتد 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 می باشد که می توان آن را بازیافت نمود. در برخی مناطق و به صورت محدود لجن فاضلاب تصفیه خانه های شهری را در اراضی کشاورزی استفاده می نمایند. در برخی موارد لجن فاضلاب را با خاک اره، کلش و ضایعات باغی کمپوست و مورد استفاده قرار می دهند. لجن فاضلاب با توجه به کیفیت فاضلاب و فرآیندهای تصفیه فاضلاب می تواند حاوی مقادیری فلزات سنگین بویژه سرب، نیکل، کروم، مس و ... باشد. علاوه بر فلزات سنگین لجن فاضلاب می تواند حاوی آلودگی های میکروبی و انگلی نیز باشد. استفاده از لجن فاضلاب صرفاً در شرایطی قابل استفاده و توصیه می باشد که دارای بسته بندی و شماره ثبت دفتر ثبت و کنترل کیفی مواد کودی باشد.

۴- فاضلاب و آب آبیاری

استفاده از فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی سابقه ای طولانی در دنیا دارد و هم اکنون نیز در بسیاری از کشورهای دنیا و حتی ایران استفاده می شود. این موضوع به ویژه در مراکز و مناطق کشت و کار در حاشیه و داخل شهرها بیشتر به چشم می خورد. این فاضلاب ها علاوه بر آلودگی میکروبی و انگلی می توانند بسته به منشأ 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 می باشد. لذا در صورت استفاده از فاضلاب خام برای تولید کاهو نمی توان 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 می توانند حاوی مقادیری از آلاینده ها از جمله فلزات سنگین باشند. چرا که گاهی ساختار زمین شناسی آنها حاوی غلظت های

^۱ Sewage Sludge

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.

جدول ۱۷- 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	
۹	لیتیم	میکروگرم بر لیتر	۲۵۰۰	فقط برای خاکهای اسیدی
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	
۱۵	وانادیم	میکروگرم بر لیتر	۱۰۰	
۱۶	روی	میکروگرم بر لیتر	۲۰۰۰	فقط برای خاکهای اسیدی
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	
۲۱	نماتدهای روده‌ای	≤ 1		
۲۲	پهاش	-	۶/۵-۸/۴	

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 سنگین تر و یا بزرگ تر 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 کش‌ها و مواد دارویی نیز می‌توانند 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 می‌کنند. 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 آلاینده‌ها

منابع هوایی آلاینده‌ها شامل انتشار گرد و غبار یا دودها، گازها و بخارات در اتمسفر می‌باشد. فلزات معمولاً همراه با ذرات موجود در جریان خروجی گازها منتشر می‌شوند. برخی فلزات همانند آرسنیک، کادمیم و سرب در فرآیندهای دمای بالا تصعید می‌شوند و به صورت ذرات ریز متراکم درمی‌آید. پس از انتشار آلاینده‌ها از طریق دودکش‌ها به مناطق وسیعی پراکنده می‌شوند تا به صورت فرونشست‌های مرطوب و خشک بر روی زمین می‌نشینند. فرونشست‌ها معمولاً به دلیل تشکیل در نزدیک زمین در منطقه محدودتری پراکنده می‌شوند. به‌رحال دودها چه از طریق دودکش‌ها و چه از طریق فرونشستی که وارد اتمسفر می‌شوند از طریق فرونشست مرطوب و خشک بر زمین وارد می‌شوند. کیفیت این آلودگی بستگی به کیفیت منشاء آن داشته و موضوعی مکان ویژه می‌باشد. به همین دلیل در مجاورت کارخانجات ذوب فلزات مقدار کادمیم، سرب و روی در خاک‌ها و گیاهان مجاور آن با غلظت‌های بیشتری مواجه می‌شود. یکی دیگر از منابع اصلی انتشار سرب در انتشارات گازی حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی به دلیل تتراتیل سرب می‌باشد که باعث افزایش غلظت سرب در خاک‌های اطراف جاده‌های اصلی می‌گردد. همچنین به دلیل سائیدگی و روغن‌های روانسازی نیز غلظت کادمیم در خاک‌های مجاور جاده‌ها افزایش پیدا می‌کند. البته این آلودگی‌ها گاهی تا چندین کیلومتر هم انتقال می‌یابد 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 جاده‌ها نه به عنوان یک استاندارد بلکه به عنوان یک راهنما می‌تواند استفاده شود. زیرا نتایج مطالعات در ایران نشان می‌دهد که آلودگی خاک ناشی از ترافیک در فاصله ۱۰۰ متر کنار جاده به حداقل خود می‌رسد. در هر صورت اندازه‌گیری مقدار فلزات سنگین در خاک و گیاه بایستی از حدود مجاز آن عبور کند.

گزینه‌هایی برای کاهش فلزات سنگین در محصولات کشاورزی

انتخاب رقم مناسب: تحقیقات بسیاری در دنیا در مورد جذب فلزات سنگین در ارقام مختلف کاهو انجام گرفته است. البته ظاهراً تاکنون در ایران رقم مناسب برای چنین شرایطی هنوز معرفی نگردیده است.

تناوب گیاهی: اثرات ریزوسفر گیاهان بر فراهمی زیستی گیاهان بعدی تناوب تأثیر می‌گذارد به عنوان مثال لوپن اسید سیتریک تراوش می‌کند که فراهمی کادمیم را افزایش می‌دهد. استفاده از گیاهان صنعتی یکی از

گزینه‌های مناسب برای کشت در اراضی با غلظت بالای فلزات سنگین می‌باشد. به عنوان مثال در نعنا فلزات سنگین در روغن‌های ضروری (عصاره نعنا) 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) گزینه‌های 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.

بهبسازهای شیمیایی: مواد بهساز شیمیایی بر روی کاهش فراهمی ریستی فلزات سنگین بدلیل ایجاد سایت-های 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 ۱۸ 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 آلومنیو 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 ۱۸- برخی بهسازهای شیمیایی معدنی که به صورت مؤثر برای کاهش فراهمی فلزات سنگین

مواد بهساز	مؤثر برای
مونتموریلونیت	Cd, Ni, Zn
کلینوپتیلولایت	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 می توانند دارای سرب بیشتری نسبت به اراضی طبیعی معمولی باشند. همچنین اراضی کوچک نزدیک ساختمان‌های رنگ‌آمیزی 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 معنی‌دار 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.

ب- روش‌های کاهش تجمع نیترات کاهو

نیترات در صورتی که وارد بدن شود در سیستم گوارشی تبدیل به نیتريت شده و نیتريت نیز در خون، هموگلوبین را به متهموگلوبین تبدیل و انسان را به کمی اکسیژن (متهموگلوبینمیا) مبتلا می‌سازد. علاوه بر آن نیتريت از طریق ترکیب با یک نوع اسید آمینه در سیستم گوارشی بدن تولید ماده سرطانزای نیتروزآمین می‌کند. مصرف نامناسب کودهای نیتروژنی و مدیریت نادرست باعث تجمع نیترات می‌گردد. بر اساس استاندارد مرز بیشینه مانده نیترات در محصولات کشاورزی میزان حد مجاز نیترات در کاهو ۱۵۰۰ میلی گرم در کیلو گرم وزن تازه در نظر گرفته شده است. برای کاهش نیترات در کاهو رعایت و انجام موارد زیر توصیه می‌گردد:

مدیریت زراعی: از کاشت محصولات نیترات دوست (کاهو، اسفناج، کلم، کرفس و تربچه) در اماکنی که فاقد آفتاب کامل هستند یا اماکنی با تعداد ساعات آفتابی کم در صورت زیاد بود ازت خاک خودداری شود. زیرا کمبود نور مانع فعالیت آنزیم کاهش دهنده نیترات می‌گردد. در صورتی که برداشت کاهو گلخانه ای در صبح باید انجام گیرد، قبل از برداشت (در طول شب) با استفاده از نور مصنوعی می‌توان از تجمع نیترات در گیاهان کاست. برداشت عصر هنگام کاهو باعث کاهش تجمع نیترات در آن می‌شود. بنابراین بهتر است به منظور کاهش آلاینده نیترات در کاهو، برداشت در عصر انجام گیرد. بطور کلی، نباید اعمالی انجام داد که مانع از رسیدن نور به گیاه در روز شود. برای مثال کشت توام چند محصول که باعث سایه انداختن عمودی گیاهان می‌شود به تجمع نیترات کمک می‌کند.

مصرف متعادل و به هنگام کود: مهم‌ترین عامل بالا بودن نیترات در محصولات برگی همانند کاهو مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی می‌باشد. برای جلوگیری از تجمع بیش از حد مجاز نیترات در کاهو بایستی اولاً مقدار مناسب نیتروژن مورد نیاز بر اساس نتایج تجزیه خاک و گیاه استفاده گردد. ثانیاً از مصرف یکباره کود خودداری نموده و آن را به صورت تقسیط استفاده نمود. ثالثاً از منبع کود مناسب به ویژه کودهای کند رها استفاده نمود. هم چنین سایر مواد کودی همانند روی (Zn)، پتاسیم، فسفر و سایر عناصر مورد نیاز استفاده گردد. توجه این نکته که تراکم کشت رابطه مستقیمی با میزان مصرف دارد بایستی در فواصل مناسبی کشت کرد.

انتخاب رقم مناسب: یکی از روش‌های کاهش میزان نیترات، استفاده از ارقامی است که نیترات را کمتر در خود تجمع می‌دهند.

۹- مدیریت آب و آبیاری برای تولید کاهو

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 می دهد. بسته به نوع آن با استفاده از نهرها، لوله‌ها، آب‌پاش‌ها 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، 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 جویچه ای 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 بقیه ی 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 جویچه ای (فارو یا شیاری)^۴: رایج ترین 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 درجهت شیب زمین توسط دستگاه ایجاد می‌گردد. برای آبیاری آنها نهري در بالادست عمود بر جویچه‌ها و در جهت شیب عرضی احداث می‌شود. انتهای شیاریها می‌تواند باز یا بسته باشد. بطورکلی روش آبیاری

^۱ flood irrigation

^۲ basin irrigation

^۳ Border irrigation

^۴ Furrow irrigation

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 نفوذ پذیری 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 صرفه جویی 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- برنامه‌ریزی آبیاری

برنامه‌ریزی آبیاری عبارتست از عملیات مدیریتی برای تعیین زمان آبیاری و مقدار آبی که در هر آبیاری باید بکار برده می‌شود. به عبارت دیگر هدف برنامه‌ریزی آبیاری مشخص کردن مقدار دقیق آب مورد استفاده در مزرعه و زمان‌بندی دقیق کاربرد آن برای به حداکثر رساندن کارایی آبیاری می‌تواند با اهداف مختلفی انجام گیرد.

کاهو گیاهی است که از زمان کاشت تا برداشت به آبیاری منظم احتیاج دارد. آبیاری زیاد یکباره می‌تواند به گیاه خسارت زیادی وارد آورد. بسته به نوع کاهو، سیستم کشت، نوع سیستم آبیاری و نوع عملیات داشت و برداشت دور و عمق آبیاری متفاوت خواهد بود. ریشه‌های کاهو سطحی بوده، لذا بایستی آبیاری به دفعات و مقدار کم استفاده شود. تعداد دفعات آبیاری زمین با توجه به بافت خاک، طول فصل رشد و دماهای فصل رشد متفاوت است. ممکن است آبیاری در خاک‌های سنگین و در آب و هوای خنک دو دفعه یا در خاک‌های گرم و در طی دوره‌های با دمای نسبتاً بالا به صورت هفتگی صورت گیرد. هم‌چنین همیشه به یاد داشته باشید که قبل از برداشت کاهو، بارندگی یا آبیاری وجود نداشته باشد و در موقع برداشت هم روی کاهوها شبنم نباشد. در غیر این صورت به علت ترد بودن شدید کاهو خسارت وارده به محصولات در اثر شکستگی بالا خواهد بود.

۱۰- معرفی عوامل محیطی و تنش‌های غیر زنده موثر 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 گروه‌بندی 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. هدایت را نشان می‌دهد و معمولاً بر حسب mmhos/cm یا در واحد SI به صورت dS/m در $25^{\circ}C$ برای آب‌های آبیاری و محلول خاک می‌باشد. برای آب‌های باران و یا با غلظت پایین نمک می‌توان از واحد $\mu S/cm$ استفاده نمود.

¹ Electrical conductivity

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 میلی اکای والان در لیتر (me/l) می‌باشد:

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

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 میلی اکای والان در لیتر بدون خطر، ۱۰-۴ میلی اکای والان تا حدودی محدودیت دارد و بالاتر از ۱۰ میلی اکای والان در لیتر محدودیت‌های زیادی برای استفاده آن وجود دارد. در صورتی که از آبیاری بارانی استفاده شود چنانچه بیش از ۳ میلی اکای والان 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 میلی گرم 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 میلی گرم در لیتر محدودیت‌های کم تا متوسط و بالاتر از ۳ میلی گرم در لیتر در آب آبیاری محدودیت‌های شدید ایجاد می‌نماید.

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 می‌-

^۱ Sodium Adsorption Ratio

یابد. 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 زیادی این عنصر در خاک باعث پراکنده شدن ذرات خاک شده و در نهایت مجاری نفوذ آب در خاک را مسدود نموده و با کاهش هدایت هیدرولیکی خاک مانع رسیدن آب و عناصر غذایی به ریشه می‌شود. واحد سدیم تبادلی خاک «درصد» 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 ۱۹ 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 تبادلی 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 دسی زیمنس بر متر (dS.m^{-1}) و درصد سدیم تبادلی (ESP) آن بیشتر از ۱۵ باشد. خلاصه مطالب بیان شده در جدول ۱۹ ارائه شده است.

جدول ۱۹- گروه بندی خاکهای متأثر از شوری (USSL, 1954)

گروه خاک متأثر از شوری	گروه بندی قدیم	مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe, dS/m)	درصد سدیم تبادلی (ESP)	خطر نفوذپذیری ناشی از سدیم	
				نسبت جذب سدیم (SAR)	واکنش خاک (pH)
شور	قلیایی سفید	>4	<15	<12	<8.5
سدیمی	قلیایی سیاه	<4	≥ 15	≥ 12	>8.5
شور سدیمی	---	>4	≤ 15	≥ 12	<8.5

در بین معیاری که در جدول ۱۹ برای بیان میزان سدیمی شدن خاک وجود دارد درصد سدیم تبادلی (ESP) می‌باشد که با مقدار تخریب ساختمان خاک حاصل از سدیم تبادلی مرتبط می‌باشد. درصد سدیم تبادلی (ESP) درصد سدیم بر روی ظرفیت تبادلی کاتیونی (CEC) می‌باشد که بر حسب سانتی مول بر کیلوگرم (Cmol/kg) یا میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم خاک ($\text{meq } 100\text{g}$) 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 آبیاری با استفاده از فرمول زیر:

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

که در این معادله EC_w شوری آب آبیاری و EC_e حد آستانه تحمل به شوری خاک در ناحیه ریشه ها می باشد. در جدول ۲۰ این اعداد محاسبه شده است.

جدول ۲۰- نیاز آبخوئی (بر حسب درصد) برای رسیدن به شوری مطلوب خاک (EC_e) در ناحیه ریشه ها با آب آبیاری با EC مختلف

شوری خاک EC_e (dS/m)								شوری آب آبیاری (dS/m)							
۰/۵	۲	۳	۴	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲۵	۳۳	۴۳	۶۷	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۵	۲۰	۲۵	۳۶	۵۰	۶۷	۸۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۱	۱۴	۱۸	۲۵	۳۳	۴۳	۵۴	۶۷	۸۸	-	-	-	-	-	-	-
۷	۹	۱۱	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
۶	۸	۹	۱۳	۱۷	۲۱	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵

کسر آبخوئی 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 آبخوئی 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 آبخوئی قرار می گیرد. در کسر آبخوئی کم، شوری خاک در قسمت تحتانی ناحیه ریشه ممکن است خیلی بیشتر از قسمت های فوقانی باشد؛ اما به محض افزایش کسر آبخوئی، 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 آبخوئی نسبتاً بالا خواهد بود ولی به- محض افزایش کسر آبخوئی شوری ناحیه ریشه کاهش می یابد.

کسر آبخوئی 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 آبخوئی (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 آبخوئی 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 کاهو 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 قبل کشت 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 نمک‌ها از ناحیه ریشه‌ها به ما اجازه استفاده از آب‌های با شوری بالاتر در مراحل بعدی رشد را می‌دهد.

مدیریت زراعی

یکی از مهم‌ترین نکات در مدیریت شوری خاک برای کشت و کار انتخاب ناحیه قرار گرفتن بذر نسبت به آب آبیاری می‌باشد. با توجه به آنکه شوری در نوک پشته‌ها به دلیل صعود موئینه نمک‌ها تجمع می‌نماید بایستی از کشت گیاهان در این ناحیه خودداری نموده و حتی الامکان در کف جویچه‌ها کشت انجام گیرد تا آسیب کمتری از شوری دریافت کند.

استفاده از ارقام متحمل به شوری

گیاهان دارای تحمل به شوری متفاوتی در بین گونه‌های مختلف و نیز بین ارقام مختلف می‌باشند. برای بیان تحمل به شوری گونه‌ها و ارقام مختلف معمولاً از منحنی ماس- هافمن استفاده می‌شود که به صورت زیر بیان می‌شود.

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

که در آن Y تولید نسبی بر حسب درصد، A حد آستانه شوری (dS/m) که در حقیقت شوری ناحیه ریشه است که صددرصد تولید صورت می‌پذیرد. شیب خط (درصد کاهش نسبی تولید به ازای افزایش شوری خاک و EC_e متوسط شوری خاک در ناحیه ریشه‌ها می‌باشد. بر اساس منابع علمی بین المللی حد آستانه تحمل به شوری گیاه کاهو معادل $1/3$ دسی زیمنس بر متر، و شیب کاهش آن 13 درصد می‌باشد. این گیاه جزء گیاهان نیمه حساس می‌باشد.

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

فون آفات محصول در ایران و شیوه‌های کنترل آنها

شته‌های برگ‌ی یا اندام‌های هوایی

به رنگ‌های سبز، صورتی تا تیره دیده می‌شوند. گونه‌های مختلفی از شته‌ها مانند شته جالیز، شته سیب زمینی، شته هلو روی برگ کاهو و ساقه آن فعالیت کرده و با تغذیه از شیر گیاهی منجر به تشکیل شدن بوته‌ها و پیچش و چروکیدگی برگ‌ها می‌شود. شته‌ها در کاهو ناقل بیماری‌های ویروس موزائیکی بوده می‌تواند سبب رشد غیرعادی و کاهش عملکرد شوند. شته ریشه بیشتر در مناطقی که صنوبر کاشته شده است ملاحظه می‌شود به رنگ سفید خاکستری و به شکل پشم‌آلود دیده می‌شوند.



شکل ۲۹- شته های برگ کاهو

مدیریت شته های برگ کاهو

- ✓ تناوب زراعی
- ✓ کنترل علف های هرز
- ✓ رهاسازی کفشدوزک ها، بال توری، مگس سیرفیلو
- ✓ سم پاشی با صابون حشره کش، آزداویراکتینبن، خاک دیاتومه
- ✓ سم پاشی با حشره کش شیمیایی مانند پی متروزیک، فلونیکامید
- ✓ فلوپیرادیفورون، ایمیداکلوپراید، استامی پراید، دی متوات، اسپیروتترامات
- ✓ دوره کارنس برای ایمیداکلوپراید و استامی پراید در محلول پاشی ۲ روز است.
- ✓ دوره کارنس برای ایمیداکلوپراید و اسنامی پراید از طریق آب آبیاری ۲۱ روز است.
- ✓ دوره کارنس برای دی متوات به روش محلول پاشی ۷ روز است.
- ✓ دوره کارنس فلونی کامید برای کاهو صفر می باشد.

مدیریت شته ریشه کاهو

- انجام آبیاری منظم و جلوگیری از تنش رطوبتی خصوصاً در آب و هوای خشک
- استفاده از محلول سم یه خاک با حشره کش های ایمیداکلوپراید، دینونفوزان، ازادیراکتبنق، قارچ بیمارگر، بواریا یاسنیا، پیرتروم.

طوقه برها

لاروهای قهوه ای رنگ را در کنار نشاء کاهو تازه کاشته شده می توان یافت که در اثر تغذیه از طوقه نشاء سبب جدا شدن اندام هوایی از طوقه می شود. خسارت این آفت در ابتدای رشد خیلی مهم است.



شکل ۳۰- لاروهای قهوه‌ای رنگ کاهو

مدیریت طوقه‌برها

- ✓ جمع‌آوری و انهدام بقایای گیاهی از سطح مزرعه قبل از کاشت
- ✓ کاشت گیاهان تله در حاشیه مزرعه مانند آفتابگردان
- ✓ کنترل علف‌های هرز مزرعه و حاشیه
- ✓ زیر و رو کردن خاک اطراف بوته
- ✓ سم‌پاشی ردیف‌های کاشت با آزادپراکتبتن، باسیلوس Bt، قارچ بیمارگر حشرات بواریا باسینا
- ✓ استفاده از کائولن، اسپيوساد، پرمترین، لامیداسای هالوترین، دلتامترین، ساپیرمترین

برگ‌خوارها

کرم برگ‌خوار چغندر قند و کرم شب‌پره گاما از برگ سبز کاهو تغذیه می‌کنند. در اثر تغذیه برگ‌ها سوراخ می‌شود. لاروها به رنگ سبز تا زرد و خاکستری دیده می‌شوند (شکل ۳۱).



شکل ۳۱- کرم برگ‌خوار کاهو

مدیریت برگ‌خوارهای کاهو

- ✓ تناوب زراعی
- ✓ کنترل علف‌های هرز
- ✓ رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید و شکارگرها
- ✓ سم‌پاشی با حشره‌کش‌های آزادپراکتبتن، Bt، اسپيوساد، ایندوکساکارب، امامتین بنزوات، متوکسی فنوزاید با توصیه کارشناس مربوطه

تریپس‌ها

در ماه‌های گرم سال، جمعیت تریپس‌ها در کاهو افزایش پیدا می‌کند. خسارت آن بیشتر به دلیل ناقل بیماری ویروسی لکه پژمردگی گوجه فرنگی (TSWV) می‌باشد. بنابراین خسارت غیرمستقیم آن در ابتدای فصل بر روی رشد کاهو مهم است. حشرات باریک و کشیده کمتر از یک میلی‌متر که به رنگ زرد، قهوه‌ای دیده می‌شوند (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- خسارت حشرات برگ کاهو

مدیریت تریپس کاهو

- ✓ تناوب زراعی و جمع‌آوری بقایای گیاهی قبل از کشت
- ✓ کنترل علف‌های هرز مزرعه و محیط اطراف آن
- ✓ استفاده از نشاءهای سالم عاری از تریپس
- ✓ استفاده از تله‌های آبی و زرد جهت پایش و کنترل آن
- ✓ محلول‌پاشی با حشره‌کش‌های اسپنوساد، آزادیراکبتین، قارچ بیمارگر بواریباسنیا
- ✓ رهاسازی کنه‌ها و سن‌های شکارگر، بالتوری‌ها، کفشدوزک‌ها

حلزون‌ها و راب‌ها

مهم‌ترین آفت کاهو در مناطق حاشیه دریاچه خزر است. هم‌زمان با انتقال نشاء کاهو به مزرعه در پاییز فعالیت آن‌ها شروع و در آذرماه به حداکثر می‌رسد. با تغذیه از برگ سبب ایجاد سوراخ‌های متعدد در برگ کاهو می‌شود (شکل ۳۳).



شکل ۳۳- حلزون‌های برگ کاهو

مدیریت راب‌ها و حلزون‌ها

- ✓ جمع‌آوری بقایای گیاهی سطح مزرعه و حاشیه
- ✓ کاشت محصول در شرایط آفتاب‌گیر
- ✓ کنترل علف‌های هرز مزرعه
- ✓ استفاده از خاک دیاتومه، خاکستر
- ✓ استفاده از حلزون‌کش‌های شیمیایی و معدنی مانند متالدهید در بین ردیف‌های کشت، فسفات آهن در قسمت‌های مرطوب مزرعه

فهرست بیماری‌های مهم محصول و شیوه‌های کنترل آن‌ها در ایران به تفکیک مناطق مختلف

سفیدک دروغی کاهو

وجود لکه‌های زرد به قطر ۱ سانتی متر روی انتهای برگ‌های قدیمی و در سطح مقابل آن پوشش سفید رنگ که شامل کنیدی و کنیدیفور قارچ است، دیده می‌شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۴- پوشش سفید رنگ دروغی کاهو

مدیریت سفیدک داخلی کاهو

- ✓ تناوب زراعی
- ✓ ارقام مقاوم
- ✓ کاهش تراکم کشت
- ✓ استفاده از آبیاری قطره‌ای
- ✓ جمع‌آوری و حذف برگ‌های آلوده
- ✓ سمپاشی با قارچ کشهای فوزتیل آلومینم باسیلوس سوبتلیس ، متالاکسیل ، مانکوزب
- ✓ دوره کارنس برای فوزتیل آلومینوم ۷ روز

سفیدک سطحی کاهو

وجود پوشش آردآلود در هر دو سطح برگ بیرونی و مسن که با گذشت زمان به رنگ قهوه‌ای در می‌آیند (شکل ۳۵).



شکل ۳۵- سفیدک سطحی کاهو

مدیریت سفیدک سطحی کاهو

- ✓ رعایت تناوب
- ✓ جمع‌آوری بقایای گیاهی قبل از کاشت
- ✓ استفاده از ارقام مقاوم
- ✓ کنترل علف‌های هرز
- ✓ بهبود تهویه و فاصله کاشت مناسب
- ✓ بازرسی و جمع‌آوری و منهدم ساختن بوته‌های آلوده
- ✓ کاربرد قارچ‌کش‌های شیمیایی با توصیه کارشناس مربوطه مانند ایپرودیون، کلروتالونیل

لکه برگی‌های کاهو

نقاط کوچک و زردرنگ روی برگ کاهو بوجود می‌آید سپس به اشکال نامنظم به رنگ زیتونی در می‌آیند. روی لکه‌ها نقاط سیاه رنگی تشکیل می‌شود که اندام با رده قارچ می‌باشند و در نهایت در صورت افزایش شدت بیماری برگ‌ها به شکل سوراخ سوراخ در می‌آیند (شکل ۳۶).



شکل ۳۶- لکه برگی‌های کاهو

مدیریت لکه برگی کاهو

- ✓ تناوب زراعی
- ✓ ارقام مقاوم
- ✓ جمع‌آوری اندام و بقایای گیاهی قبل از کاشت
- ✓ کاشت بذور عاری از بیماری
- ✓ کنترل علف‌های هرز مزرعه
- ✓ سم‌پاشی مزرعه با محلول ترکیبات مسی با توصیه کارشناس مربوطه (مانب، مانکوزب)
- ✓ خودداری از آبیاری بارانی

بوته‌میری کاهو و پوسیدگی ریشه کاهو

بوته‌های مبتلا کم کم پژمرده شده و به علت پژمردگی شدید به آسانی از خاک خارج می‌شود. در داخل مغز ریشه و طوقه آلوده می‌توان اندام‌های قارچ را مشاهده کرد (شکل ۳۷).



شکل ۳۷- بوته میری کاهو

مدیریت بوته‌میری کاهو و پوسیدگی ریشه کاهو

- ✓ تناوب زراعی
- ✓ ارقام مقاوم و بذور گواهی شده
- ✓ جمع‌آوری و حذف اندام‌های گیاهی
- ✓ زهکشی، آبیاری مازاد، فشردگی خاک
- ✓ کنترل علف‌های هرز *Streptomyces griebouiridis*, *Trichoderma harzianum*
- ✓ استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک
- ✓ استفاده از قارچ‌کش‌های سمی، کاپتان، بوسکالید با توصیه کارشناس مربوطه

پوسیدگی خاکستری

لکه‌های نرم و زرد کوچک سپس خاکستری در برگ ظاهر می‌شود. در کاهوهای اصلاح شده برگ‌های داخلی به شکل توده لزج در می‌آید (شکل ۳۸).



شکل ۳۸- پوسیدگی خاکستری کاهو

مدیریت پوسیدگی خاکستری

- ✓ تناوب زراعی
- ✓ کاشت ارقام مقاوم و بذری از بیماری
- ✓ در زمان نشاء از کاشت عمیق خودداری شود
- ✓ تهویه بین ردیف‌ها و یا کاهش تراکم کشت
- ✓ کنترل علف‌های هرز
- ✓ خودداری از آبیاری بارانی
- ✓ استفاده از قارچ کش *Bacillus subtilis*
- ✓ استفاده از قارچ‌کش‌های مسی و کارت‌ان، اپریدیون، بوسکالید با توصیه کارشناس مربوطه

ویروس زردی کاهو (*LETTUCE CHLOROSIS VIRUS* (LCV))

در کاهوی جوان برگ‌های اولیه به صورت نامنظم در می‌آیند و بسیار کوتاه می‌شوند، برگ‌ها حالت لکه‌ای و موزاییکی پیدا می‌کنند. در گیاه مسن لکه‌های سبز روشن تا زرد ظاهر شده و گاهی نشانه‌های بیماری حذف می‌شود (شکل ۳۹).



شکل ۳۹- ویروس زردی کاهو

مدیریت ویروس زردی کاهو

- ✓ کاشت ارقام مقاوم
- ✓ کنترل علف‌های هرز در مزرعه

- ✓ جمع‌آوری و حذف گیاهان آلوده
- ✓ کنترل شیمیایی ناقلین بیماری ویروسی

ویروس لکه پژمردگی گوجه‌فرنگی در کاهو

در کاهوی جوان از تشکیل مغر کاهو جلوگیری می‌کند. در بوته‌های آلوده بخشی از برگ‌های داخلی قهوه‌ای شده و کل بوته پژمرده به نظر می‌رسد. روی قسمتهایی از برگ‌ها لکه‌های نکروزه مشاهده می‌شود. تراکم تریپس‌ها در افزایش آلودگی به این بیماری موثر است (شکل ۴۰).



شکل ۴۰- ویروس لکه پژمردگی گوجه‌فرنگی در کاهو

مدیریت ویروس لکه پژمردگی گوجه‌فرنگی در کاهو

- ✓ کاشت ارقام مقاوم
- ✓ کنترل علف‌های هرز در مزرعه
- ✓ جمع‌آوری و حذف گیاهان آلوده
- ✓ کنترل شیمیایی تریپس با حشره‌کش‌های توصیه شده

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

- ✓ شخم و آماده‌سازی مناسب زمین قبل از کشت
- ✓ شخم سطحی به عمق ۶/۷-۱/۵ سانتی‌متر پس از کشت
- ✓ وجین دستی به جای شخم سطحی
- ✓ پوشش مالچ
- ✓ تناوب زراعی با گوجه‌فرنگی، کدو، ذرت، شیرین، اسفناج و هویج

عوارض فیزیولوژیک

- معرفی عوامل محیطی و تنش‌های موثر بر محصول و چگونگی مقابله با آن‌ها

فقدان مغز کاهو

تراکم بالای شته و تراکم بوته کاهو در واحد سطح، کمبود عناصر کلسیم و خشکی هوا، قرار گرفتن بوته در سایه

سوختگی انتهایی (Tip burn)

یکی از بیماری کاهو سوختگی انتهایی می باشد که با نکروزه شدن لبه برگ‌های جوان و در حال رشد سریع مشخص می‌شود و در حالت شدید بیش از نصف برگ را فرا می‌گیرد. این ناهنجاری علاوه بر گیاهان در حال رشد در مزرعه، می‌تواند در هدهای کاهوهای برداشت شده در دماهای بالا یا کاهوهایی که بلافاصله بعد از برداشت خنک نشده‌اند، دیده شود. سوختگی انتهایی به علت کمبود کلسیم، در برگ‌های جوان در حال رشد سریع است. به طور کلی، سوختگی انتهایی با رشد سریع، افزایش تعرق در اثر افزایش ناگهانی دما و کاهش انتقال کلسیم به بافت‌های جدید در حال رشد سریع، ایجاد می‌شود.

کلسیم در گیاه از طریق آوند چوبی حرکت می‌کند و انتقال آن به بافت‌های دارای تعرق شدید، بیشتر می‌باشد. دمیدن هوا به داخل برگ‌های جوان در حال تشکیل هد کاهو با ترهد، باعث حذف سوختگی انتهایی می‌شود. فراهم کردن آب کافی در خاک و کاهش رطوبت نسبی هوا به مدت کوتاه، که باعث حداکثر شدن تعرق گیاه می‌شود، باعث کنترل این ناهنجاری در گلخانه می‌شود.

هر عاملی که باعث محدود شدن جذب کلسیم به برگ‌های بیرونی شود، باعث سوختگی انتهایی می‌شود. افزایش دما، افزایش شدت نور، افزایش نیتروژن، آبیاری زیاد و افزایش سایر تحریک‌کننده‌های رشد باعث افزایش سرعت رشد در بافت‌های لبه برگ‌های درونی در حال رشد می‌شوند، که منجر به سوختگی انتهایی می‌گردند. معمولاً کلسیم از طریق مکش تعرق به کندی حرکت می‌کند و در نتیجه نمی‌تواند به بافت‌های انتهایی در حال رشد برسد. کلسیم در استحکام دیواره سلول و پیوستگی غشا سلولی نقش مهمی دارد. صدمه به این ساختمانها باعث مرگ سلولی و خروج شیرابه و بدرنگی همراه با سوختگی انتهایی می‌شود (شکل ۴۱).



شکل ۴۱- سوختگی انتهایی کاهو

عواملی که باعث افزایش سرعت رشد می شوند، باعث ایجاد این ناهنجاری می گردند. افزایش فاصله کاشت بین گیاهان نسبت به کاهش فاصله کاشت باعث تشدید ناهنجاری می شود. کاهوهای کشت شده در گلخانه نسبت به کشت در هوای آزاد، بیشتر دچار این ناهنجاری می شوند. ماهیت نسبتاً غیرمتحرک بودن کلسیم در گیاه کنترل آن را مشکل کرده است. محلول پاشی برگ های جوان کاهو با ترهه با نمک های کلسیم از بروز این ناهنجاری جلوگیری می کند، اما محلول پاشی انواع کاهو باعث بسته ماندن کاهو کریسپ هد تأثیری ندارد. استفاده از نمک های آلی مانند اکسالات ها به علت ترکیب با کلسیم محلول برگ، باعث القای این ناهنجاری می شود. افزایش رطوبت نسبی به بالاتر از ۹۵ درصد در طی دوره تاریکی در مقایسه با رطوبت های نسبی کمتر، باعث افزایش مقدار کلسیم درونی برگ از ۸۵/۰ به ۱۲/۱ میلی گرم در گرم و کاهش سوختگی انتهایی می شود. در گلخانه با تنظیم دما و نور می توان از تغییرات ناگهانی سرعت رشد جلوگیری نمود. با کنترل مصرف آب و نیتروژن (آبیاری بارانی) در گلخانه و مزرعه می توان از افزایش ناگهانی سرعت رشد جلوگیری نمود. ناهنجاری سوختگی انتهایی در خاک های شنی نسبت به خاک های رسی بیشتر است. ممکن است کاهوهایی که کمبود بردارند، دارای این ناهنجاری باشند و افزودن بر باعث جلوگیری از این ناهنجاری می شود.

لکه زنگاری (Russet spotting)

این ناهنجاری به صورت لکه های کوچک، آبدار و قهوه ای رنگی است که روی رگبرگ برگ های بیرونی دیده می شود و ممکن است به برگ های درونی نیز برسد. اتیلن با غلظت کمتر از ۱/۰ میلی گرم در لیتر باعث بروز این ناهنجاری می شود. سایر عوامل ایجادکننده این ناهنجاری دما، مقدار اکسیژن و دی اکسید کربن، مرحله رسیدن و رقم می باشند. از راه های کنترل آن می توان به عدم استفاده از ماشین های خنک کننده تولیدکننده اتیلن، عدم قرار دادن کاهو در انبار یا سردخانه هایی که میوه های تولیدکننده اتیلن وجود دارد و استفاده از کلسیم و 2,4-D اشاره کرد (شکل ۴۲).



شکل ۴۲- لکه زنگاری کاهو

قهوه ای شدن برگ (Brown stain)

علائم این بیماری کاهو به صورت لکه های قهوه ای در نزدیکی رگبرگ میانی برگ های بهم پیوسته دیده می شود. این ناهنجاری در اثر عواملی چون زیادی غلظت دی اکسید کربن در انبارها یا کانتینرهایی که تهویه بخوبی انجام نمی شود، کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت مونوکسید کربن ایجاد می شود. از راه های پیشگیری از آن می توان

به تامین اکسیژن کافی، کاهش مقدار دی اکسید کربن و مونوکسید کربن و استفاده از انبارهای کنترل اتمسفر اشاره کرد. فروبردن کاهو در سدیم دهیدرواستات باعث تاخیر در قهوه‌ای شدن برگ‌ها می‌شود (شکل ۴۳).



شکل ۴۳- قهوه‌ای شدن برگ کاهو

بولتینگ

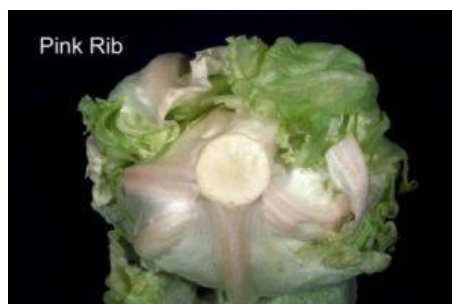
معمولا بولتینگ در اثر دماهای بالا طی رشد رخ می‌دهد. برخی رقم‌ها در اثر مواجه شدن با طول روز بلند به مدت طولانی گل می‌دهند (شکل ۴۴).



شکل ۴۴- بولتینگ کاهو

صورتی شدن رگبرگ‌ها (Pink rib)

دیگر بیماری کاهو؛ صورتی شدن رگبرگ‌ها که اغلب در گیاهان پیرتر مشاهده می‌شود و در اثر دماهای بالای انبار و کاهش غلظت اکسیژن ایجاد می‌گردد (شکل ۴۵).



شکل ۴۵- صورتی شدن رگبرگ‌های کاهو

شیشه‌ای شدن برگ‌ها (Glassiness)

شیشه‌ای شدن برگ‌ها از بیماری کاهو می‌باشد در زمانی که به علت بالا بودن رطوبت نسبی و بالا بودن دمای خاک، تعرق کم است، ایجاد می‌شود.

آفات و بیماری‌های مهم

از آفات مهم کاهو می‌توان به مینوز برگ (Liriomyza spp.)، شته کاهو (Nasonoria ribisnigi) و تریپس (Thrips tabaci) اشاره کرد.

از بیماری‌های مهم کاهو می‌توان به مرگ گیاهچه (Damping off) که به علت وجود قارچ‌های Pythium Rhizoctonia ultimum، ایجاد می‌شود، اشاره کرد. سفیدک دروغی (Bremia lactucae)، پوسیدگی طوقه (Sclerotinia sclerotiorum)، پوسیدگی خاکستری (Botrytis cinerea)، لکه باکتریایی (Xanthomonas campestris pv. vitians)، پوسیدگی نرم (Erwinia carotovora ssp. arotovora)، پژمردگی فوزاریومی (Fusarium spp.) و سفیدک حقیقی (Erysiphe cichoracearum) از دیگر بیماری کاهو می‌باشند.

از آفات کاهو حلزون و آگروتیس^۱ است، انواع بیماری‌های قارچی سفیدک دروغین کاهو^۲، سفیدک کاهو پوسیدگی کاهو و بوته میری^۳ و ریزوکتونیا^۴ از بیماری‌های عمده کاهو هستند. ویروس موزائیک کاهو (Lettuce Musa Virus = L.M.V) نیز گاهی به گیاه خسارت وارد می‌کند.

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

تاکنون بدلیل عدم در خواست بررسی مدیریت علف‌های هرز کاهو از طرف دستگاه‌های اجرایی مربوطه هیچ تحقیقی در خصوص مشکل علف هرز به موسسه گیاه پزشکی اعلام نشده است. بنابر این با اطمینان نمی‌توان علف هرز غالبی در خصوص این محصول ارایه کرد. ولی منابع مختلف غیر رسمی لیست علف‌های هرز کاهو را به شرح زیر معرفی کرده‌اند:

نام فارسی	نام علمی
علف‌های هرز یکساله و چند ساله	
تاج خروس	<i>Amaranthus spp.</i>
تاج ریزی	<i>Solanum nigrum L</i>
سوروف	<i>Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv</i>
قیاق	<i>Sorghum halepens</i>

^۱ Agrotis

^۲ Bremia Lactuca

^۳ Botrytis

^۴ Rhizoctinia

علف کش

در این بخش نیز تحقیقات و پژوهشی مدونی در خصوص مدیریت علف‌های هرز کاهو در موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور صورت نگرفته است ولیکن تحقیقی در همین خصوص در دانشکده کشاورزی تهران انجام شده بود که استفاده از مالچ پلاستیک سیاه (مالچ پلی‌اتیلن سیاه) و یا تلفیق علف‌کش‌پندی متالین و وجین دستی (به تر تیب در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی) را مناسب‌ترین روش جهت کنترل علف‌های هرز در کشت کاهو معرفی کرده بود. همچنین در برخی منبع خارجی استفاده از علف‌کش‌های زیر را توصیه کرده که البته با توجه به عدم آزمایش در ایران توصیه موسسه گیاه‌پزشکی و سازمان حفظ نباتات نمی‌باشد:

نام عمومی	نام تجاری	محل عمل	فرمولاسیون	مقدار مصرف (هکتار)	زمان مصرف
دو منظوره (پهن برگ و باریک برگ کش یکساله)					
تری فلورالین	ترفلان	بازدارنده تقسیم سلولی	48%EC	۲ لیتر در هکتار	قبل از کشت و مخلوط با خاک
بنفین	بالان	--	--	۱/۳ تا ۱/۷ کیلوگرم در هکتار	قبل از کشت و مخلوط با خاک

۱۲- مدیریت برداشت و پس از برداشت

۱۲-۱- شاخص‌های مرتبط با زمان رسیدگی فیزیولوژیک

برداشت محصول در زمان مناسب رسیدگی، یکی از عوامل کلیدی تعیین‌کننده کیفیت و انبارداری محصول تازه است. شاخص‌های برداشت برای کاهو و سبزی‌های برگ‌ی کمی پیچیده است و مجموعه‌ای از ویژگی‌ها شامل رنگ، شکل، اندازه، بافت و طعم که از نظر مصرف‌کنندگان مهم است، باید مد نظر قرار گیرند.

برای مثال کاهو زمانی برای برداشت مناسب است که سر محصول با فشار متوسط، فشرده می‌شود. زمانی که کاهو بیش از حد رسیده باشد طعم آن کمی تلخ می‌شود و برگ‌ها سخت و قهوه‌ای رنگ می‌شوند.

از آنجائیکه زمان رسیدن کاهو یکنواخت نیست، عمل برداشت در چند مرحله انجام می‌گیرد. برداشت محصول در زمان صبح صورت می‌گیرد و نباید در موقع باریدن باران و یا در هوای گرم انجام شود. زیرا پس از برداشت در زمان بارندگی رنگ آن زرد می‌شود. همچنین اگر در آفتاب گرم برداشت انجام گیرد، در آن صورت برگ‌ها پژمرده می‌شود.

- برداشت محصول ترجیحا در عصر انجام می‌پذیرد، زیرا تجمع نیترات در محصولات سبزی و صیفی در صبح هنگام به بیشترین مقدار خود می‌رسد چرا که تجمع نیترات در یک دوره تاریکی با شدت نور پایین انجام می‌گیرد.

- در صورتی که برداشت کاهو گلخانه‌ای در صبح باید انجام شود، قبل از برداشت (در طول شب) با استفاده از نور مصنوعی می‌توان تجمع نیترات را در کاهو کاهش داد.

- برداشت کاهو بهتر است در روزهای روشن و آفتابی انجام شود چراکه غلظت نیترات در اندام‌های گیاه نسبت به روزهای ابری پایین‌تر خواهد بود.

۱۲-۲- روش‌های برداشت کاهو

الف- برداشت دستی کاهو

در برداشت دستی کاهو، محصول از قسمت پایین بوته و نزدیک به خاک بریده می‌شود. بنابراین محل برش در تماس مستقیم با خاک قرار می‌گیرد و در صورتی که خاک با عوامل بیماری‌زا برای انسان آلوده باشد، سبب آلودگی بوته‌ها نیز می‌شوند.

ملاحظات مرحله برداشت دستی

- ۱- انجام اقدامات مناسب که باعث کاهش، کنترل یا از بین بردن احتمال ورود عوامل بیماری‌زا برای انسان از طریق تماس محل برش کاهو با خاک در مرحله برداشت و پس از آن می‌شود (برای مثال بهداشت مداوم چاقو، عدم تماس سطوح برش بوته‌های کاهو پس از برداشت با خاک، رعایت بهداشت ظروف بسته‌بندی، استفاده از پوشش‌های اختصاصی برای کاهو درون بسته‌بندی‌ها و غیره).
- ۲- جلوگیری از قرار دادن سبدهای بسته‌بندی روی یکدیگر.
- ۳- رعایت بهداشت فردی کارگران به منظور پیشگیری از انتقال عوامل بیماری‌زا به ویژه بیماری‌هایی که علائم خاصی ندارد.
- ۴- آموزش کارکنان در خصوص شستشوی مناسب و موثر دست‌ها، استفاده از دستکش در حین کار، استفاده اجباری از سرویس‌های بهداشتی برای کاهش، کنترل و یا از بین بردن آلودگی‌های بالقوه.
- ۵- ممنوعیت خوردن، نوشیدن و یا سیگار کشیدن در مجاورت محصول برداشت نشده به منظور کاهش احتمال انتقال آلودگی‌ها به محصول.
- ۶- بهینه‌سازی طراحی سرویس‌های بهداشتی کارگران مزرعه و امکانات شستشوی دست‌ها. محل استقرار سرویس‌های بهداشتی به گونه‌ای باشد که ضمن به حداقل رساندن دسترسی کارگران به امکانات بهداشتی، احتمال منبعی برای آلودگی محصول به حداقل رسانده شود.
- ۷- تعمیر و نگهداری مداوم تجهیزات سرویس‌های بهداشتی.
- ۸- وجود امکاناتی برای نگهداری تجهیزات بهداشتی در زمانی که استفاده نمی‌شوند.
- ۹- ایجاد سیاست‌ها و گزینه‌های بهداشتی به طوری که تمیز کردن و پاکسازی کامل و مداوم سطوح در تماس با محصول را تسهیل می‌کنند (به عنوان مثال، استفاده از چاقوهایی که می‌توانند به راحتی تمیز و پاکسازی شوند).
- ۱۰- برگ‌ها یا قسمتی از کاهو که دارای هر گونه علائم آشکار خرابی به علت فساد، چروکیدگی یا آسیب‌های ناشی از آفات و حشرات را دارند، باید جدا شوند.

ب- برداشت ماشینی کاهو

برداشت ماشینی کلیه تجهیزات برداشت و کمکی در برداشت برای کاهو و سبزی‌های برگی را شامل می‌شود که در برخی از کشورها محصول را به شکل آماده برای خوردن تبدیل می‌کند. برداشت مکانیکی یا ماشینی به طور فزاینده‌ای امکان افزایش سطح تماس با محصول را فراهم می‌کند و شامل عملیات جدا کردن کاهو از مزرعه است که از تجهیزات و وسایل کمکی مختلف در برداشت استفاده می‌کند.

ملاحظات برداشت ماشینی

- ۱- انجام اقدامات مناسب که باعث کاهش، کنترل یا حذف بیماری‌زاهای بالقوه برای انسان در سطح برش کاهو و سبزی‌های برگی در طول و پس از عملیات برداشت مکانیکی می‌شود.
- ۲- اگر شستشوی مجدد یا محلول‌های ضدآکسنده روی سطوح برش استفاده شود، اطمینان حاصل شود که آنها خود منبع آلودگی نباشند.
- ۳- تمیز و بهداشتی کردن مکرر تجهیزات و داشتن برنامه منظم و استاندارد برای تمیز کردن ماشین‌های برداشت.
- ۴- عملیات تمیز کردن و ضدعفونی کردن تجهیزات جدا از محصول و سایر تجهیزات انجام شود تا پتانسیل آلودگی متقابل کاهش یابد.
- ۵- نگهداری تجهیزات و کنترل روش‌هایی که آلوده شدن وسایل را در زمانی که مصرف نمی‌شوند، کم می‌کند.
- ۶- توسعه و اجرای روش‌های مناسب تمیزکردن و پاکسازی تجهیزاتی که در زمان ذخیره‌سازی یا جابه‌جایی، سطوح آنها با سطح محصول در تماس است. برای مثال سطوح در تماس محصول ممکن است شامل وسایل حمل و نقل، تسمه نقاله و غیره باشد.

ملاحظات تجهیزات مزرعه‌ای

- ۱- شناسایی عملیات مزرعه‌ای که ممکن است خطر آلودگی ایجاد کند
- ۲- جداسازی تجهیزاتی که در تماس مستقیم با محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- ۳- اگر تجهیزات قبلاً در یک عملیات پرخطر استفاده شده باشند در صورتی که استفاده بعدی آنها در تولید کاهو و سبزی‌های برگی است، باید به صورت موثر از مواد تمیز کننده و بهداشتی استفاده شود.
- ۴- استفاده از روش مناسب برای کاهش، کنترل و یا حذف انتقال احتمالی بیماری‌زاهای انسانی به خاک و آب که ممکن است در تماس مستقیم با بافت خوراکی کاهو و سبزی‌های برگی باشند.

اثر شرایط جوی و آب و هوایی محیط زیست

باران‌های سنگین، جاری شدن سیلاب و یا روش‌های آبیاری ممکن است احتمال انتقال آلودگی‌های متقابل از یک مزرعه به مزرعه‌های مجاور یا خاک به کاهو و سبزی‌های برگی را افزایش دهد. در نظر گرفتن عملیات برداشت

مانند برداشت برگ‌ها و سرهای خیس کاهو و سبزی‌های برگ‌ی سبب می‌شود مقدار زیادی خاک یا گل همراه محصول نیز برداشت شوند که خود منبع انتقال بسیاری از آلودگی‌ها هستند.

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 ۲۱- آنالیزهای مورد نیاز کاهو برای محصولات گواهی شده

ردیف	نوع آنالیز	زمان نمونه برداری	اندام	تواتر	توضیحات
۱	نیترات	هنگام برداشت	بخش خوراکی	هرساله	با هدف کنترل حد مجاز آلاینده ها در محصول
	نیترات	هنگام برداشت	بخش خوراکی	هر ساله	
فلزات سنگین					
۲	Ni	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	با هدف کنترل حد مجاز آلاینده ها در محصول
	Cd	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	
	Pb	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	
	Cr	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	

۱۳- مدیریت پس از برداشت (بسته بندی، انبارداری، برچسب‌گذاری) کاهو

انبار کردن کاهو

استفاده از آب برای جلوگیری از خشک شدن محصول

به کاهو و سبزی‌های برگ‌ی در زمان برداشت ماشینی ممکن است مقادیر کمی آب برای جلوگیری از خشک شدن برگ‌های بیرونی و کاهش افت وزنی پاشیده شود. خود این آب نیز ممکن است منبع انتقال بسیاری از آلودگی‌ها باشد.

ملاحظات مرحله پاشش آب بر سطح محصول

- ۱- آب مورد استفاده باید از نظر کیفیت میکربی در حد آب شرب باشد.
- ۲- آزمایش دوره‌ای برای تعیین کیفیت بهداشتی آب استفاده شده برای پاشیدن روی کاهو انجام شود.
- ۳- کنترل کیفیت بهداشتی مخازن و تجهیزاتی که برای پاشش آب روی محصول استفاده می‌شوند و حفظ کیفیت بهداشتی این تجهیزات در زمانی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

سرد کردن

کاهو و سبزی‌های برگ‌ی باید بلافاصله پس از برداشت، توسط هوای سرد، خنک‌کننده‌های تحت خلاء یا خنک‌کننده پاششی، سرد شوند. آب استفاده شده برای سرد کردن در صورتی که در تماس مستقیم با عوامل بیماری‌زای انسانی باشد، ممکن است کاهو و سبزی‌های برگ‌ی را نیز آلوده کنند.

سرد کردن تحت خلا یک روش سرد کردن تبخیری سریع است که می‌توان آن را برای سبزی‌ها بکار برد. مزایای استفاده از خنک‌کننده تحت خلا شامل کوتاه‌تر کردن زمان فرآیند، صرفه جویی انرژی، بهبود عمر مفید محصول و کیفیت و ایمنی آن است. با این روش می‌توان محصول را در دمای ۱ تا ۲ درجه سانتی‌گراد در مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه به صورت یکنواخت خنک کرد.

ملاحظات مرحله سرد کردن کاهو

- (۱) آب مورد استفاده در سیستم‌های سردکننده با آب یا تحت خلا باید فاقد عوامل بیماری‌زای انسانی باشد.
- (۲) آب مورد استفاده در این سیستم‌های خنک‌کننده باید فقط یک مرتبه مورد استفاده قرار گیرند. اگر آب خنک‌کننده در این سیستم‌ها دوبار مورد استفاده قرار گیرد باید با کمک مواد ضدعفونی‌کننده به اندازه کافی و کنترل شده احتمال آلودگی کاهو کاهش یابد.
- (۳) تجهیزات خنک‌کننده باید به طور مرتب تمیز و بهداشتی شوند تا اطمینان حاصل شود که احتمال آلودگی به حداقل رسیده است.
- (۴) تمیز کردن مکرر و کامل تجهیزات و سطوحی که در تماس با کاهو و سبزی‌های برگ‌ی هستند.
- (۵) ارزیابی تالسیسات خنک‌کننده برای جلوگیری از برگشت آلودگی به مزرعه.
- (۶) روش‌های کنترل آفات باید به منظور کاهش پتانسیل شیوع پاتوژن‌های انسانی اجرا شود.
- (۷) قرار دادن و ذخیره‌سازی محصول نباید آلودگی متقابل را تسهیل کند (برای مثال پالت‌های قرار داده شده در بالای مخازن، ظروف یخ زده قرار داده شده در بالای بسته‌بندی‌های حاوی محصول یخ زده و غیره).
- (۸) انجام اقدامات ضروری تا آلودگی‌ها از مزرعه‌های مجاور منتقل نشود.
- (۹) اطمینان از این که کارکنان به طور منظم در مورد ایمنی و بهداشت آموزش‌های لازم را دیده باشند.

ویژگی آب مورد استفاده در عملیات پس از برداشت کاهو و سبزی‌های برگ‌ی

اگر آب استفاده شده در عملیات پس از برداشت آلوده به میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا که برای سلامت عموم جامعه نگران‌کننده هستند، باشد در صورت تماس مستقیم با محصول، ممکن است کاهو و سبزی‌های برگ‌ی را نیز آلوده کند. کیفیت تمام موارد استفاده از آب از جمله یخ که در آن کاهو و سبزی‌های برگ‌ی به طور مستقیم با آن در تماس هستند، نیز باید در نظر گرفته شود.

ملاحظات آب مورد استفاده در عملیات پس از برداشت

- ۱- در عملیات پس از برداشت، آبی که در تماس مستقیم با قسمت‌های خوراکی کاهو و سبزی‌های برگ‌ی است باید از کیفیت مناسب میکروبی برخوردار باشد (باید به استانداردهای میکروبی برای آب آشامیدنی مراجعه شود).
- ۲- آزمایش کردن منظم و دوره‌ای آب برای اطمینان از مناسب بودن کیفیت آن.
- ۳- مخازن نگهداری یا ذخیره آب مورد استفاده نیز باید تحت کنترل برنامه‌ها و استانداردهای بهداشتی مربوطه گنجانده شوند.

بسته‌بندی کاهو در مزرعه

پس از برداشت کاهو، برگ‌های آفت زده و احتمالاً سرما زده را جدا کرده، بوته‌ها را در صندوق‌های چوبی یا کارتن بسته‌بندی می‌کنند. وزن بسته‌بندی‌های کاهو بهتر است کمتر از ۱۰ کیلوگرم باشد تا به آسانی حمل شده و متحمل آسیب‌های مکانیکی نشود. روش بسته‌بندی نیز بدین ترتیب است که باید ریشه‌ها روی هم و برگ‌ها مقابل یکدیگر قرار گیرند. بسته‌ها تا زمان رسیدن به بازار مصرف باید تا حد امکان در مکانی سایه و خنک نگهداری شوند ولی زنجیره سرد در مدت حمل و نقل کاهو بویژه به نقاط دور باید رعایت شود. در صورتی که کاهو پس از برداشت در دمای بالا قرار گیرد، برگ‌های بیرونی آن چروکیده و غیر قابل استفاده می‌شود.

کاهویی که رنگ مایل به زرد دارند علایم عدم تعادل عناصر غذایی را نشان می‌دهند. بهتر است از مصرف این کاهو خودداری شود.

بسته‌بندی اولیه و نهایی محصول، آخرین محافظت از محصول را در برابر آلودگی‌ها دارند و باید برای جلوگیری از آلودگی‌ها کافی باشند.

ملاحظات بسته‌بندی

- ۱- کلیه وسایل بسته‌بندی (جعبه یا سبد) که در مزرعه مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید تمیز باشند و به روش تمیزی نیز جابه‌جا و حمل شوند. اگر پس از استفاده از وسایل بسته‌بندی، به روش بهداشتی نگهداری و حمل و نقل نشده و مجدد استفاده شوند احتمال آلودگی متقابل وجود دارد.
- ۲- توسعه روش‌های مناسب تمیز کردن، نگهداری و حمل و نقل برای استفاده مجدد وسایل بسته‌بندی مزرعه‌ای.
- ۳- استفاده از پوشش‌هایی درون وسایل بسته‌بندی مزرعه‌ای و عدم استفاده مجدد از این پوشش‌ها.
- ۴- تلاش برای استفاده از ظروف یکبار مصرف در بسته‌بندی کاهو و سبزی‌های برگ‌ی برای کاهش، کنترل یا حذف آلودگی‌ها از محصول.
- ۵- جلوگیری از استفاده از ظروفی که آثار ناشی از آفات روی آنها باشد.

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده

کاهو ممکن است به صورت فله در مخازنی با غلظت پایین اکسیژن بسته‌بندی شوند و به محل فرآوری منتقل شوند. تجهیزات و وسایل حمل و نقل و جابه‌جایی کاهوی بسته‌بندی شده به روش اتمسفر اصلاح شده، نیز قابلیت آلودگی به وسیله عوامل بیماری‌زا را دارند.

ویژگی‌های بسته‌بندی کاهو و سبزی‌های برگ‌ی برای ارسال به بازار یا نگهداری در انبار

کاهو و سبزی‌های برگ‌ی باید به شکلی بسته‌بندی شوند تا محصول را به خوبی محافظت کنند. بسته باید ویژگی‌هایی نظیر کیفیت، بهداشتی بودن، تهویه و مشخصات مقاوم بودن را داشته باشد تا برای حمل و نقل و جابه‌جایی مناسب باشد و محصول را از هر گونه صدمات حفظ کند. بسته باید فاقد هر نوع مواد خارجی و بو باشد. مواد مورد استفاده برای بسته باید نو (دست اول) و تمیز باشد و کیفیت آن به شکلی باشد تا مانع هر نوع آسیب درونی یا بیرونی به محصول شود. محتویات هر بسته باید یکنواخت باشد و حاوی محصول از یک منشأ، کیفیت و اندازه باشد.

برچسب‌زنی

به طور واضح برچسب محصولات برای جلوگیری از سردرگمی مصرف‌کننده نهایی است برای مثال در مورد این‌که آیا این محصول نیاز به شستن قبل از مصرف دارد یا خیر.

استفاده از مواد بویژه کاغذ یا برچسب مطابق با مشخصات تجاری مجاز است به شرطی که چاپ یا برچسب‌زنی با جوهر یا چسب غیرسمی انجام شود.

هر بسته بر اساس ویژگی‌های زیر برچسب‌زنی می‌شود.

- ۱- نام محصول مطابق با نام واریته یا نوع تجاری آن.
- ۲- منشأ محصول.
- ۳- نام کشور یا منطقه و بخشی که محصول در آن تولید شده است.
- ۴- روش و صرف و نگهداری محصول.

اطلاعات تجاری باید با نام‌های قابل فهم و منطقی بیان شوند به طوری که اندازه حروف در حدی باشد تا به مصرف‌کننده اجازه دهد در یک نگاه آن را بخواند و تا پایان زمان استفاده یا مصرف در یک شرایط نرمال باقی بماند. اطلاعات تجاری عبارت‌اند از:

وزن به کیلوگرم، کلاس کیفیت محصول (در صورت وجود)، نام و آدرس تولیدکننده، نام واریته یا نوع تجاری آن، منطقه یا مکانی که کاهو در آنجا تولید شده است.

نگهداری کاهو

در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد می‌توان کاهو را برای ۲۱ تا ۲۸ روز نگهداری نمود.

محصول کاهو در یخچال و در دمای ۳ تا ۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۴ روز به شرط این که هیچ گاز اتیلنی در محیط نباشد، قابل نگهداری است.

خود محصول کاهو مقدار بسیار کمی اتیلن تولید می کند ولی به وجود گاز اتیلن در محیط انبار بسیار حساس است و سبب به وجود آمدن لکه هایی روی سطح برگ ها می شود.

حمل و نقل و جابه جایی

برای محصولات کاهو و سبزی های برگی تازه حمل و نقل مستقیم یا غیرمستقیم از طریق توزیع کننده ها و انبارها مسیرهای بسیاری را برای رسیدن به دست مصرف کننده نهایی، طی می کنند. هر مرحله از هر مسیر باید به منظور کاهش، کنترل و یا از بین بردن خطر آلودگی ها مدیریت شود.

ملاحظات مرحله حمل و نقل و جابه جایی

- ۱- حمل و نقل کاهو و سبزی های برگی تازه در تریلرهایی که تمیز و بهداشتی هستند.
- ۲- پیاده سازی برنامه های بازرسی و ارزیابی ظروف بسته بندی و تریلرها. کاهو و سبزی های برگی تازه باید در ظروفی بسته بندی و حمل و نقل شوند که تمیز و بهداشتی باشند و ایمنی محصول در طول جابه جایی و حمل و نقل حفظ شود. مواردی که ممکن است مورد ارزیابی قرار گیرند عبارتند از: شرایط ظروف و تریلر، پاکیزگی کلی دیوارها و کف، شرایط ساختاری خوب (نبود هر گونه سوراخ یا آسیب دیدگی در دیوارها و کف یا سقف تریلر).
- ۳- نبود بوی های غیر معمول یا نامطبوع در وسایل حمل و نقل.
- ۴- استفاده کانتینرهای مجهز به سیستم خنک کننده در حمل و نقل و جابه جایی کاهو و سبزی های برگی.
- ۵- توجه به سیستم خنک کننده در زمان حمل و نقل و جابه جایی تا خود منبعی برای آلودگی محصول نباشد.
- ۶- کنترل دما در طول مسیر حمل و نقل و جابه جایی. از آنجا که کاهو و سبزی های برگی محصولاتی بسیار فسادپذیر هستند، کنترل درجه حرارت مناسب در طول مسیر توزیع، برای حفظ کیفیت محصول بسیار مهم است. نظارت بر دمای محصول را می توان با پانچ کردن بسته با نفوذ پروب دماسنج یا قرار دادن پروب دماسنج بین دو بسته انجام داد. باید توجه داشت هر گونه محصول یا بسته ای که پروب دماسنج در آن نفوذ کرده است، باید از بین برود.

بهداشت کارکنان در محل بسته بندی و نگهداری کاهو و سبزی های برگی

کاهو و سبزی های برگی به ندرت در انبار سرد نگهداری می شوند. اما در صورت نگهداری، بهداشت کارکنان در محیط هایی که با محصول تازه سر و کار دارند ضروری است.

ملاحظات بهداشت کارکنان در محل بسته‌بندی یا نگهداری کاهو و سبزی‌های برگ‌ی

- (۱) استفاده از اقدامات پیشگیرانه مناسب در محل‌های نگهداری کاهو و سبزی‌های برگ‌ی از قبیل آموزش شستشوی مناسب و موثر دست‌ها، استفاده از دستکش و جایگزینی و استفاده اجباری از امکانات بهداشتی برای کاهش، کنترل و یا از بین بردن آلودگی‌های احتمالی.
- (۲) خوردن، نوشیدن یا سیگار کشیدن در محل بسته‌بندی و انبارهای ذخیره‌سازی سرد باید ممنوع شود تا احتمال انتقال آلودگی به محصول کاهش یابد.
- (۳) بهینه سازی محل و طراحی بهداشتی سرویس‌های بهداشتی و امکانات شستشو برای تسهیل کنترل، کاهش و حذف پاتوژن‌های انسانی از دست کارکنان. ارزیابی محل تسهیلات بهداشتی کارگران برای به حداکثر رساندن دسترسی و استفاده و به حداقل رساندن پتانسیل تاسیسات به عنوان منبع آلودگی.
- (۴) نظارت مداوم بر تعمیر و نگهداری سرویس‌های بهداشتی کارکنان.
- (۵) نگهداری و کنترل سرویس‌های بهداشتی در زمانی که استفاده نمی‌شوند.

۱۴- توصیه‌ها و ملاحظات محیط‌زیستی

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 قوطی‌های سم درج شده است، توجه نمایید.
- برای کاهش مصرف سم از روش‌های مبارزه تلفیقی آفات استفاده نمایید.
- آفت‌کش‌هایی که در ظروف اصلی پلمپ شده‌اند را خریداری نمایید و از انتقال آن‌ها به بطری‌های خالی نوشابه، کیسه‌های پلاستیکی کوچک، قوطی‌ها و بویژه ظروف خالی دیگر آفت‌کش‌ها اجتناب شود.
- از تکان دادن بشکه‌های 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 سم‌پاشی در هوای طوفانی و باد خودداری نمایید.
- از سم‌پاشی هوایی برای نابودی آفات محصولات خودداری نمایید.
- از چکمه‌های لاستیکی تا ساق پا برای محافظت پاها در زمان سم‌پاشی استفاده کنید و شلوار باید بیرون از چکمه‌ها و روی آنها باشد.
- برای محافظت از چشم‌ها در مقابل ترشحات و ذرات حاصل از انتقال آفت‌کش‌ها از یک ظرف به ظرف دیگر باید از عینک ایمنی و یا محافظ صورت استفاده نمود.

- پس از استفاده از سم چشم‌ها باید کاملاً شسته شده و همچنین یک سری از شوینده‌های چشم نیز باید در دسترس باشد.
- دهان و بینی در زمان کارکردن با آفت‌کش‌های 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 نئوپرن 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 باشد زیرا موجب ورود آفت‌کش 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 حتما از دستکش و آبگرم استفاده شود.
- لباس‌های شسته شده باید در مقابل نور آفتاب خشک شوند .
- اگر مقدار زیادی از لباس‌ها، آلوده به آفت‌کش‌های غلیظ است و امکان رفع آلودگی آن به سادگی وجود ندارد، مناسب‌ترین شیوه سوزاندن لباس‌های آلوده می‌باشد.
- از قرار دادن بشکه‌های حاوی سم در مقابل نور آفتاب خودداری نمایید.
- آفت‌کش‌ها را باید در محل امن و دور از دسترس کودکان و حیوانات قرار داد.
- آفت‌کش‌ها بایستی به دور از مواد غذایی نگهداری شود.
- آفت‌کش‌ها بایستی دور از آتش و لامپ نگهداری شوند.
- آفت‌کش‌ها 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 آفت‌کش و کود ظرف آن می‌بایستی کاملاً شستشو گردد.
- ظروف آفت‌کش‌های 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 آفت‌کش‌ها در محل‌های دفن زباله و سایر مکان‌های جمع‌آوری ضایعات خودداری شود.
- ظروف حاوی آفت‌کش 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 علمی مورد استفاده

- اعتباریان، ح.ر. ۱۳۸۷. بیماری‌های سبزی و صیفی و روش‌های مبارزه با آن‌ها (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه تهران.
- آقابگی، م.، ایمانی، م.ر.، حاجیان فر، ر.، خدادادی، م.، رافعی، ر. و موسوی، س.ح. ۱۳۹۶. فناوری تولید کاهوی ايسبرگ و معرفی ارقام تجاری آن. پژوهشکده سبزی و صیفی موسسه تحقیقات علوم باغبانی.
- ایمانی، م.ر. ۱۳۸۴. بررسی و ارزیابی لاین امیدبخش مقاوم به گرما به دست آمده از توده محلی کاهو مازندران. گزارش نهایی. ورامین: مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین.
- بهداد، ا. ۱۳۶۹. بیماری‌های گیاهان زراعی ایران (چاپ اول). اصفهان، انتشارات اشرفی.
- بهداد، ا. ۱۳۷۶. آفات گیاهان زراعی ایران (چاپ سوم). اصفهان، انتشارات یادبود.
- خانجانی، م. ۱۳۹۱. آفات سبزی و صیفی ایران (چاپ پنجم). همدان، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- خوشکام، س.گ. و سالاری، ا. ۱۳۸۷. کشت کاهو در شرایط گلخانه‌های منطقه جیرفت و کهنوج. نشریه ترویجی. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی منطقه جیرفت و کهنوج.
- ریموند، آوتی. ج. ۱۹۸۹. تولید بذر سبزیجات. مترجم: محمدتقی ناصری و علی تهرانی. فر. ۱۳۷۴. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد-مشهد. ص ۱۱۳-۱۰۲.
- 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. ۲۵۰ص.
- صالحی، ن. ۱۳۹۴. کنترل تلفیقی علف‌های هرز کاهو (*Lactucasativa* L.). پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- صباغ شوشتری، ه. ۱۳۷۳. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. طرح بررسی و ارزیابی عملکرد ارقام کاهو، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
- طاوسی، م. ۱۳۸۶. گزارش نهائی بررسی تأثیر تاریخ انتقال نشا بر روی عملکرد بذر و خصوصیات کیفی بذر کاهوپیچ اهوازی. اهواز: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، شماره ثبت ۸۷/۸۸۵.
- فارسی، م. و باقری، ع.ا. ۱۳۷۷. اصول اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۹۵ص.
- قطبی، ت.، شیخی‌گرجانی، ع. و صفرنژاد، م.ر. ۱۳۹۷. مدیریت ویروس خسارت‌زای TSWV و ناقلین آن در کاهو. دستورالعمل اجرایی. فروست: ۵۴۵۸۴.
- موسوی، س. ح. ۱۳۹۱. گزارش نهایی. بررسی صفات کمی و کیفی برخی ژنوتیپ‌های بومی و تجاری کاهوی ایرانی. شماره ثبت: ۴۱۵۵۲.
- موسوی، س. ح. ۱۳۹۲. کاشت، داشت و برداشت کاهو. باغدار شماره ۷۵، آبان ماه. ص ۳۸-۳۴.
- موسوی، س. ح. ۱۳۹۲. گزارش نهایی. بررسی زراعی و اقتصادی روش تولید صنعتی و مرسوم کاهوی آیسبرگ در کشت بهاره و تابستانه. شماره ثبت: ۴۲۹۶۱.

- موسوی، س. ح. ۱۳۹۳. گزارش نهایی. بررسی و شناسایی ارقام مطلوب کاهوهای پاییزه آیسبرگ جهت استفاده در برنامه های اصلاحی. شماره ثبت: ۴۵۷۳۳.
- موسوی، س. ح. ۱۳۹۶. گزارش نهایی. تلاقی بین ارقام تجاری کاهوی آیسبرگ جهت تشکیل جمعیت پایه و ارزیابی نسل F1. شماره ثبت: ۵۲۳۳۳.
- موسوی، س. ح. ۱۳۹۶. گزارش نهایی. ارزیابی صفات کمی و کیفی و امکان سنجی تلاقی درون گونه ای ژنوتیپهای کاهوی ایرانی با کاهوی آیسبرگ جهت بهره‌برداری در برنامه هیبریداسیون. شماره ثبت: ۵۲۲۶۱.
- الهی‌نیا، س. ع. ۱۳۸۴. کتاب بیماری‌های سبزی و صیفی و روش‌های مبارزه با آنها (چاپ اول). انتشارات دانشگاه گیلان.

Anonymous. 2020. Retrieved from [<https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/lettuce/Herbicide-Treatment-Table/>]

- Bonnier, F.J.M., Reinink, K. and Groenwold, R. 1992. New sources of major gene resistance in *Lactuca* to *Bremia lactucae*. *Euphytica* 61: 203–211.[crossref][Web of Science]
- Capinera, J. 2001. Handbook of vegetable pests. Elsevier.
- Cantwell, M. and Suslow, T. 2002. Lettuce, Crisphead: Recommendations for maintaining postharvest quality. Postharvest Center. University of California.
- Hayes, R.J., Maruthachalam, K., Vallad, G.E. and Subbaro, K.V. 2011. Iceberg lettuce breeding lines with resistance to *Verticillium dahlia*. *Hortscience* 46: 501-504.
- Koike S.T., Gladders, P. and Paulus, A. 2006. Vegetable diseases: A colour handbook. CRC Press.
- Mou, B. 2009. Nutrient content of lettuce and its improvement. *Current Nutrition & Food Science*, 5: 242-248.
- Mou, B. 2011. Green leaf lettuce breeding lines with resistance to corky root. *Hortscience* 46: 1324-25
- Mou, B. 2011. Mutations in lettuce improvement. *International Journal of Plant Genomics*. Doi: 10.1155/2011/723518.
- Oliver, G.W. 1910. New methods of plant breeding. U.S. Bureau of Plant Ind. Bul. 167.
- Pearson, O.H. 1962. A simplified method for emasculating lettuce flowers. *Veg. Improvement Nwsl.* 4:6.
- Ryder, E.J. 1986. Lettuce breeding, p. 433-475. In: M.J. Bassett (ed.). *Breeding vegetable crops*. AVI, Westport, Conn.
- Ryder, E.J. and Johnson, A.S. 1974. Mist depollination of lettuce flowers. *Hortscience* 9:584.
- Simko, I. and Piepho, H.P. 2011. Combining phenotypic data from ordinal rating scales in multiple plant experiments. *Trends in Plant Science* 16: 235-237.
- Vavilov, N.I. 1935. The origin, variation, immunity, and breeding of cultivated plants. *Chron. Bot.* 13(1/6):1-366.
- Wilhelm, E. 1998. Lettuce varieties in green houses and in the field. *Gemuse-Munchen*, 34(10), 559.
- Zhao, F., Cloud, and Cheng yu, F. 2000. Variety and lettuce early autumn Sowing time on the shoot pumping rate and yield of Sowing date and varieties comparison of autumn lettuce. *China vegetables*, 1, 14-16, Available: sholar.ilib.cn / abstract. AspX A= zgsc 200001003, accessed 20 Dec., 2004.

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 مصرف‌کننده مضر است. این مواد شامل: باقیمانده آفت‌کش‌ها، نیترات، فلزات سنگین، مایکوتوکسین‌ها (سموم و زهرآبه‌های قارچی) و موادی که برای مقابله با تنش‌های محیطی استفاده می‌شود و برخی تنظیم‌کننده 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، آزمایشگاه-های 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 تایید 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.

متقاضی: شامل بهره بردار/ واحد تولیدی/ کشاورز می‌باشد.

^۱ Integrated Crop Management (ICM)

حد مجاز آلاینده‌ها: حداکثر مجاز غلظت آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی طبق استانداردهای ملی ایران ذیربط می‌باشد. منظور از حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی، فقط باقیمانده خود آن آلاینده بوده و متابولیت‌های آن را شامل نمی‌شود.

بسته بندی: طبق تعریف مؤسسه بین المللی بسته‌بندی، پوشش محصول تلقی می‌شود و این حصار قادر است تا مطلوبیت‌ها 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 می‌باشد.

تولید محصول: تولید عبارت از یک جریان یا فرآیند است، این عبارت به نحوی در کلیه تعاریف تولید، دیده می‌شود. بطور کلی می‌توان گفت تولید، عمل تبدیل نهاده‌های تولید به کالاها و خدماتی است که برای مصرف یا سرمایه گذاری، مورد نیاز است. به عبارت دیگر تولید محصول به جریانی اطلاق می‌شود که عوامل تولید یا نهاده‌ها به کالاهای دیگری به نام محصولات یا ستاده‌ها، تبدیل می‌شوند. به تعبیر کلی‌تر به هر فعالیتی که باعث ایجاد مطلوبیت در زمان حال یا آینده شود، تولید گفته می‌شود. بنابراین عمل تبدیل نهاده‌هایی 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 حد مجاز 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 corganic.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 تجارتي (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 آفت کش‌ها، فلزات سنگین، نیترات و مایکوتوکسین‌ها).

۱۰) شرکت بازرسی کننده پس از دریافت حداقل یک سری نتایج آزمون قبولی آلاینده‌ها (شامل باقیمانده آفت کش‌ها، 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 لازم الاجراست.

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^۱ (ICM) 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) 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

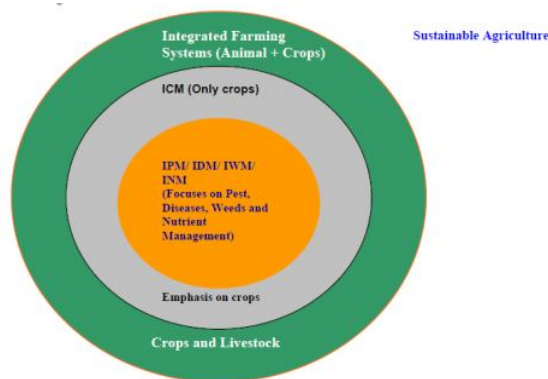
^۲ Best Management Practices

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 ۴۶- ارتباط بین مدیریت تلفیقی محصول (ICM) و اصطلاحات مرتبط

^۱ Integrated Production

^۲ Integrated Farming systems

^۳ Integrated Pest Management

^۴ Integrated Diseases Management

^۵ Integrated Weeds Management

^۶ Integrated Nutrient Management

^۷ Integrated Water Resource Management

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 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 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 حداکثر سازی 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.SWTI.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 ۳۰۰۰۶۴۶۴۲۴ پیامک کنند.

ب- فهرست سموم مجاز

جهت دریافت فهرست آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز و سموم مجاز برای مصرف در کشتزارهای کاهو به بخش سبزی و صیفی 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 آفت‌کش‌ها

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.swti.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 منشا گیاهی- اندازه‌گیری میزان باقیمانده آفت‌کش‌ها به روش کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی و/یا کروماتوگرافی مایع- طیف‌سنجی جرمی متوالی پس از استخراج/جداسازی استونتریلی 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 یکسان سازی روش استخراج باقیمانده آفت‌کش‌ها از محصولات کشاورزی محسوب می‌شود بعلاوه این استاندارد با کمی تغییرات برای نمونه‌های آبی و خاک نیز قابل کاربرد می‌باشد. لینک دسترسی به این استاندارد عبارت است از: <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=44946>

جدول ۲۲- 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 آلاینده ها در محصول
	نیترات	هنگام برداشت	بخش خوراکی	هر ساله	
۲	فلزات سنگین	هنگام برداشت	اندام خوراکی	هرساله	با هدف کنترل حد مجاز آلاینده ها 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 کارگروه 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	عبدالحمید محبی
مدیریت قبل از کاشت	سیدعلیرضا سید جلالی، میر ناصر نویدی و عبدالحمید محبی
ویژگی های مهم در انتخاب محل تولید محصول گواهی شده	
اقلیم مناسب	
انتخاب زمین	
مدیریت حاصلخیزی خاک قبل از کشت	محسن سیل سپور، حامد رضایی، یوسف رضا باقری
روش نمونه برداری خاک	
روش نمونه برداری آب	
آنالیزهای خاک، آب و گیاه مورد نیاز در نظام محصولات گواهی شده	
مدیریت آماده سازی بستر کاشت کاهو	عبدالحمید محبی، احمد حیدری
تهیه بستر مناسب برای کاشت	
خصوصیات مختلف ارقام در محصول و پیشنهاد ارقام مناسب کاهو	
روشهای کاشت کاهو	
تراکم کاشت	
تاریخ کاشت	
آبیاری هنگام کاشت	

محسن سیلشپور، فرهاد رجالی	مدیریت داشت محصول
	مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه
	نمونه برداری گیاه و تجزیه آن
	علائم بیش بود و کمبود عناصر غذایی در کاهو و راهکارهای مدیریت آن
حامد رضایی، یوسف رضا باقری	مدیریت کاهش آلاینده‌ها (نیترات و عناصر سنگین) در محصولات گواهی شده
	مدیریت آب و آبیاری برای تولید محصول گواهی شده
	سیستم آبیاری
	برنامه ریزی آبیاری
عبدالحمید محبی، محسن سیلشپور، حامد رضایی	معرفی عوامل محیطی و تنشهای موثر غیرزنده محیطی بر محصول و چگونگی مقابله با آنها
	شوری
عزیز شیخی گرجان، علیرضا عطری	معرفی عوامل زنده خسارت‌زا زنده محیطی و مدیریت آنها به منظور تولید محصول گواهی شده
نجمه ابراهیمی - فریبا بیات	مدیریت برداشت و پس از برداشت
	شاخص‌های مرتبط با زمان رسیدگی فیزیولوژیک
	روش‌های برداشت کاهو
	وضعیت آلاینده‌ها در محصول
فریبا بیات	مدیریت پس از برداشت (بسته بندی، انبارداری، برچسب گذاری و ...) کاهو
محسن مروتی	توصیه‌ها و ملاحظات زیست محیطی
مؤسسه تحقیقات خاک و آب، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مؤسسه تحقیقات باغبانی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی	منابع مورد استفاده
	پیوست‌ها
سعید سعادت، محمد حسین کریمی	پیوست ۱- برخی تعاریف مورد نیاز
	پیوست ۲- گردش کار دریافت نشان خدمجاز
شهرام امیدواری	پیوست ۳- روشهای مدیریت تلفیقی محصولات (ICM) با تاکید بر تولیدات محصولات گواهی شده
مؤسسه تحقیقات خاک و آب، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی	پیوست ۴- فهرست مواد و نهاده‌های مجاز (کود، بذر و سم) برای استفاده در محصولات گواهی شده
وحیده مهدوی، حامد رضایی	پیوست ۵- روشهای تجزیه خاک، آب، گیاه، کود و آفت کش



Environment and
Food Safety Office



Agricultural Research
Education and Extension Organization

