





وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات برنج کشور

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار

نویسندگان:

دکتر محمد ربیعی

دکتر مصطفی مدرسی

(محقق و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور)



انتشارات نارون دانش

۱۴۰۰

سرشناسه	: ربیعی، محمد، ۱۳۴۱ -
عنوان و نام پدیدآور	زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار/نویسندگان محمد ربیعی، مصطفی مدرسی؛ ویراستاران علمی مرتضی نصیری، ابوالفضل فرجی، فرید شکاری؛ ویراستار ادبی مهدی جلالتیان؛ [به سفارش] وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور.
مشخصات نشر	: تهران: نارون دانش، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۲۴ص: مصور(رنگی)، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۲۷۶-۳۸۷-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه:ص. [۱۰۱] - ۱۱۴.
موضوع	کلزا -- ایران Rape (Plant) -- Iran کلزا -- برداشت Rape (Plant) -- Harvesting دانه‌های روغنی -- ایران Oilseeds -- Iran شالیزارها -- ایران Rice farms -- Iran
شناسه افزوده	: مدرسی، مصطفی، ۱۳۶۳ -
شناسه افزوده	: نصیری، مرتضی، ۱۳۴۶ - ویراستار
شناسه افزوده	: فرجی، ابوالفضل، ۱۳۴۹ - ویراستار
شناسه افزوده	: شکاری، فرید، ۱۳۴۴ - ویراستار
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
شناسه افزوده	: موسسه تحقیقات برنج کشور
رده بندی کنگره	: SB۲۹۹
رده بندی دیویی	: ۶۳۳/۸۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۷۳۵۶۳۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

عنوان کتاب.....	زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار
نویسنده.....	دکتر محمد ربیعی، دکتر مصطفی مدرسی
ویراستار ادبی.....	دکتر مهدی جلاتیان
ویراستاران علمی.....	دکتر مرتضی نصیری، دکتر ابوالفضل فرجی، دکتر فرید شکاری
صفحه آرا.....	سینا آزادی
طراح جلد.....	الویرا صیامی
ناشر.....	نارون دانش
شمارگان.....	۱۰۰ نسخه
نوبت چاپ.....	اول ۱۴۰۰
قیمت.....	۴۵۰,۰۰۰ ریال
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۲۷۶-۳۸۷-۹

۱- این اثر به شماره ۴۰۰-۷۵ k و تاریخ ۱۴۰۰/۱۱/۲۴ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

۲- مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

۳- کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور می‌باشد.

شماره تماس: ۰۹۲۲۴۰۱۳۷۰۴ و ۰۲۱۶۶۹۳۲۲۴۵

آدرس الکترونیکی: narvanpub@gmail.com وبسایت: www.narvanpub.com

پیشگفتار نویسندگان

با توجه به رشد جمعیت کشور، تأمین غذا و امنیت غذایی به عنوان یکی از مسائل بحرانی و چالش برانگیز مطرح است. متأسفانه سالانه مقادیر قابل توجهی از منابع ارزی کشور صرف واردات محصولات غذایی می شود که در این بین، دانه های روغنی به دلیل تأمین روغن خوراکی انسان و کنجاله در تغذیه دام و طیور، از ارزشی بسیار بالایی برخوردار است. کشور ایران علی رغم داشتن پتانسیل تولید دانه های روغنی، متأسفانه هنوز یکی از کشورهای اصلی واردکننده روغن و دانه های روغنی می باشد و بیش از ۹۰ درصد مصرف داخلی روغن خوراکی کشور از طریق واردات تأمین می گردد.

کلزا (*Brassica napus* L.)، یکی از مهم ترین گیاهان زراعی است که در سطح دنیا برای استخراج روغن کشت شده و از بیشترین میزان رشد سالانه از نظر میزان تولید در میان دانه های روغنی برخوردار است. بالا بودن هزینه تولید برنج، ادامه کشت و کار و تولید این محصول راهبردی را با چالش جدی مواجه ساخته است. به طوری که با ادامه روند فعلی در آینده ای نه چندان دور باید منتظر تغییر کاربری شالیزارها باشیم، مگر این که تمهیدات خاصی در جهت افزایش بهره وری از این اراضی اندیشیده شود. مناطق شمالی کشور شامل استان های گیلان، مازندران و گلستان با دارا بودن شرایط مساعد اقلیمی، تولیدکننده اصلی برنج در کشور با مساحت حدود ۴۹۶ هزار هکتار می باشند. علی رغم پتانسیل بالای این اراضی جهت کشت کلزا، متأسفانه در بیشتر این اراضی فقط پنج ماه از سال برنج کشت می شود و بعد از آن بدون استفاده رها می گردند. لذا به منظور دستیابی به خوداتکایی بیشتر در زمینه روغن خوراکی و کاهش واردات، توجه به کشت گیاه روغنی کلزا در شالیزارها بعد از برداشت برنج از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. از آنجایی که کلزا، گیاهی مدیریت پذیر است و پاسخ مناسبی به مدیریت بهینه زراعی نشان می دهد، شناخت محدودیت ها و مدیریت مناسب آن به نزدیک تر شدن به پتانسیل عملکرد این گیاه کمک خواهد کرد.

در این کتاب نویسندگان قصد آن دارند که با استفاده از شناخت و تجربه بیش از دو دهه فعالیت تحقیقاتی در خصوص کشت گیاه کلزا در شالیزار که شامل اجرای ده‌ها پروژه تحقیقاتی، پایان‌نامه‌های دانشجویی و بازدید از مزارع کشاورزان می‌باشد، مهم‌ترین عوامل موفقیت در تولید این محصول را در اختیار خوانندگان گرامی گذاشته و از این طریق بتوانند تا حدودی دین خود را به جامعه علمی کشور و بهره‌برداران عزیز ادا نمایند. امید آن می‌رود که این کتاب گامی هرچند کوچک در جهت توسعه کشت کلزا در اراضی شالیزاری و تأمین بخشی از روغن مصرفی کشور و افزایش درآمد شالی‌کاران و پایداری تولید برنج باشد.

رشت، ایران

پاییز ۱۴۰۰

فهرست

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱- لزوم توسعه کشت دوم در شالیزار	۱
۱-۲- اهمیت دانه‌های روغنی	۳
فصل دوم: کلزا	۵
۲-۱- گیاه‌شناسی کلزا	۵
۲-۱-۱- ریشه	۵
۲-۱-۲- ساقه	۶
۲-۱-۳- برگ	۶
۲-۱-۴- گل	۶
۲-۱-۵- خورجین	۷
۲-۱-۶- دانه	۷
۲-۲- تاریخچه کشت کلزا	۷
۲-۳- سابقه کشت کلزا در ایران	۹
۲-۴- اهمیت اقتصادی کلزا	۱۱
۲-۵- مزایای تولید کلزا	۱۶
۲-۶- گونه‌های کلزا	۱۷
۲-۷- طبقه‌بندی کیفی کلزا	۱۸
۲-۸- ویژگی‌های بذر	۱۸
۲-۸-۱- تجزیه جزئی بذر، روغن و کنجاله کلزا	۱۹
۲-۹- ترکیبات نامطلوب موجود در کلزا	۱۹
۲-۹-۱- گلوکوزینولات‌ها	۱۹
۲-۹-۲- اسید اروسیک	۲۰
۲-۱۰- تقسیم‌بندی مراحل رشد	۲۰
۲-۱۰-۱- جوانه‌زنی و سبز شدن (مرحله‌ی صفر)	۲۰
۲-۱۰-۲- تولید برگ (مرحله‌ی ۱)	۲۱
۲-۱۰-۳- رشد طولی ساقه (مرحله‌ی ۲)	۲۱

۲۱.....	۴-۱۰-۲-نمو جوانه‌ی گل (مرحله‌ی ۳)
۲۲.....	۵-۱۰-۲-گلدهی (مرحله‌ی ۴)
۲۲.....	۶-۱۰-۲-نمو خورجین (مرحله‌ی ۵)
۲۳.....	۷-۱۰-۲-نمو بذر (مرحله‌ی ۶)
۲۵.....	فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار
۲۵.....	۱-۳-اکولوژی کلزا
۲۵.....	۱-۱-۳-دما
۲۶.....	۲-۱-۳-نور
۲۶.....	۳-۱-۳-رطوبت
۲۶.....	۴-۱-۳-آب‌وهوا
۲۷.....	۲-۳-مراحل رشد و نمو کلزا
۳۰.....	۳-۳-سازگاری
۳۱.....	۴-۳-انتخاب رقم
۳۳.....	۱-۴-۳-هیبرید هایولا ۳۰۸
۳۴.....	۲-۴-۳-هیبرید هایولا ۴۰۱
۳۴.....	۳-۴-۳-رقم دلگان
۳۵.....	۴-۴-۳-رقم RGS003
۳۶.....	۵-۴-۳-رقم ساری گل (PF7045/91)
۳۷.....	۵-۳-خاک مطلوب کلزا
۳۸.....	۶-۳-عمق کاشت
۳۸.....	۷-۳-تاریخ کاشت
۴۱.....	۸-۳-آماده‌سازی زمین شالیزاری
۴۱.....	۹-۳-روش‌های خاک‌ورزی
۴۱.....	۱-۹-۳-خاک‌ورزی متداول
۴۲.....	۲-۹-۳-کم خاک‌ورزی
۴۳.....	۳-۹-۳-بدون خاک‌ورزی
۴۴.....	۴-۹-۳-تهیه بستر بذر با روتیواتور
۴۵.....	۵-۹-۳-تهیه زمین با دومرتبه دیسک
۴۶.....	۱۰-۳-کاشت بذر
۴۶.....	۱-۱۰-۳-کشت مستقیم

۴۷.....	۳-۱۰-۲- کشت نشایی
۵۳.....	۳-۱۱- لزوم زهکشی در شالیزارها
۵۴.....	۳-۱۲- تراکم بوته
۵۷.....	فصل چهارم: تغذیه گیاه در شالیزارها
۵۷.....	۴-۱- نیتروژن
۶۲.....	۴-۱-۱- محلول پاشی نیتروژن
۶۵.....	۴-۲- فسفر
۶۶.....	۳-۴- پتاسیم
۶۷.....	۴-۴- گوگرد
۶۸.....	۴-۵- بُر
۷۰.....	۴-۵- روی
۷۱.....	۴-۷- کودهای زیستی
۷۲.....	۴-۸- نکات کاربردی تغذیه کلزا در شالیزارها
۷۵.....	فصل پنجم: تنش‌های زیستی و غیرزیستی در شالیزارها
۷۵.....	۵-۱- علف‌های هرز
۷۸.....	۵-۱-۱- کنترل زراعی
۷۸.....	۵-۱-۲- مبارزه شیمیایی
۸۰.....	۵-۱-۳- مبارزه مکانیکی
۸۱.....	۵-۲- بیماری‌های کلزا
۸۳.....	۵-۳- آفات کلزا
۸۸.....	۵-۴- سرمازدگی
۹۰.....	۵-۴-۱- عوامل مؤثر در کاهش خسارت سرما
۹۳.....	فصل ششم: برداشت کلزا
۹۵.....	۶-۱- برداشت زود هنگام محصول کلزا
۹۶.....	۶-۱-۱- استفاده از مواد خشکاننده
۹۷.....	۶-۲- برخی از مشکلات توسعه کشت کلزا در شالیزارها
۹۸.....	۶-۳- راهکارهایی در خصوص برداشت زودتر کلزا و عدم همزمانی آن با نشاء برنج
۹۹.....	۶-۴- اولویت‌های تحقیقاتی کشت کلزا در اراضی شالیزاری
۱۰۱.....	منابع

فصل اول: مقدمه

۱-۱- لزوم توسعه کشت دوم در شالیزار

شرایط جدید تولید برنج در دنیا به دلیل افزایش عملکرد در واحد سطح و هزینه تولید پایین تر در برخی کشورها، موجب شده است تا تولید برنج در کشورهایی نظیر کره جنوبی، ژاپن و ایران قابل رقابت در عرصه جهانی نباشد. به همین دلیل بسیاری از کشورها تدابیری در جهت حمایت از تولید در پیش گرفته اند تا تولید دچار مخاطره اساسی نگردد. در ایران نیز به دلیل محدودیت های تولید برنج نظیر کوچک بودن اراضی، کمبود آب و سنتی بودن عملیات کشت برنج راهی به جز ارائه راهکارهای مختلف برای کاهش هزینه تولید، افزایش بهره وری از شالیزار، کاهش ضایعات و استحصال فراورده های فرعی از بقایای برنج، برای حفظ تولید داخلی و افزایش درآمد شالی کار وجود ندارد.

با افزایش جمعیت و بالا رفتن نیاز به مواد غذایی، توجه بیشتر به افزایش تولید محصولات کشاورزی غیرقابل اجتناب بوده و یکی از شیوه های افزایش تولید محصولات کشاورزی، افزایش بهره برداری از زمین طی مدت معین، از راه جایگزین کردن شیوه های چند کشتی در سال به جای شیوه های تک کشتی است. خالی بودن شالیزارها در بیش از نیمی از سال، مساعد بودن دما و بارندگی پس از برداشت برنج تا نشاء دوباره آن در سال آینده، کوتاه بودن طول دوره رشد برنج و وجود خاک های

حاصلخیز موجب می‌شود که شالیزارها پتانسیل بالایی برای استقرار شیوه‌های چند کشتی داشته باشند (تبریزی و همکاران، ۱۳۹۴).

از این‌رو، در چند سال اخیر پژوهش‌های زیادی از سوی مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشور به منظور معرفی محصولاتی صورت گرفته است که در شالیزارها پس از برنج قابل کشت بوده و باعث افزایش بهره‌وری از این اراضی می‌شوند (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ اصغری و همکاران، ۱۳۸۹؛ سروری و همکاران، ۱۳۹۲؛ لطیف زاده و همکاران، ۱۳۹۲؛ رومانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ مجیدیان و همکاران، ۱۳۹۴؛ ربیعی و همکاران، ۱۳۹۳؛ الفتی و همکاران، ۲۰۱۶).

در شیوه‌های چند کشتی منابع تولید از قبیل زمین، آب، مواد غذایی و تابش با کارایی بیشتری استفاده می‌شوند و عوامل نامطلوب مانند بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز بهتر کنترل می‌شوند. کشت دوم در شالیزار علاوه بر بهره‌وری مناسب از زمین شالیزار باعث افزایش درآمد اقتصادی برنج‌کاران می‌شود. با توجه به سطح کشت زراعت برنج حدود ۴۹۶ هزار هکتار در استان‌های شمالی کشور (آمارنامه محصولات زراعی وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸)، لزوم بهره‌برداری بهینه به منظور تولید محصولات کشاورزی و افزایش تولیدات ملی امری ضروری است. در سالیان اخیر به علت کمبود نزولات جوی در کشور و کاهش منابع آب زیرزمینی، توجه جدی به کشت محصولات پاییزه از سیاست‌های اصلی وزارت جهاد کشاورزی محسوب می‌شود و بی‌تردید این نگرش و دیدگاه در سال‌های آینده با شدت بیشتری دنبال خواهد شد.

اهداف حاصل از کشت دوم در شالیزار را می‌توان در موارد ذیل مشخص کرد:

- ۱- افزایش تولیدات کشاورزی
- ۲- استفاده بهینه از شالیزارها در تمام طول سال
- ۳- استفاده بهینه از نهاده‌ها و امکانات موجود
- ۴- تأمین بخشی از روغن مصرفی و مورد نیاز کشور با ترویج و اشاعه کشت گیاه روغنی کلزا
- ۵- استفاده از فرآورده‌های جنبی در خوراک دام و طیور

۶- رعایت تناوب زراعی

۷- کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز

۸- کاهش آلودگی محیط‌زیست در نتیجه کاهش مصرف سموم

۹- اصلاح بافت خاک و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها

۱۰- اجرای فعالیت‌های زیربنایی از جمله تجهیز و نوسازی اراضی

۲-۱- اهمیت دانه‌های روغنی

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین گروه ذخایر غذایی جهان به شمار می‌روند. این محصولات علاوه بر دارا بودن اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز هستند. در بین محصولاتی که به‌عنوان کشت دوم می‌توانند در شالیزارها مورداستفاده قرار گیرند، گیاه روغنی کلزا از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این گیاه با دارا بودن بیش از ۴۰ درصد روغن یکی از مهم‌ترین محصولات دانه‌های روغنی است که روغن باکیفیت و سالم جهت تغذیه انسان را تولید می‌نماید (یوناکیتان و همکاران، ۲۰۱۰) و در بین دانه‌های روغنی، رتبه آن طی ۴۰ سال گذشته، از مقام ششم به مقام دوم پس از سویا، ارتقاء یافته است (چئو و همکاران، ۲۰۲۰). کلزا به راحتی در تناوب با غلات قرار می‌گیرد. با عنایت به این واقعیت که کشت کلزا در مناطق شمالی ایران علاوه بر تأمین بخشی از روغن مصرفی کشور و ایجاد درآمد برای کشاورزان بدون آبیاری و به‌صورت دیم صورت می‌گیرد، اهمیت کشت کلزا در این اراضی و لزوم توجه جدی‌تر مسئولان اجرایی و محققان علوم کشاورزی به کشت این گیاه استراتژیک را می‌طلبد.

افزایش جمعیت به همراه افزایش سرانه مصرف روغن نباتی در سال‌های اخیر سبب شده است که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی موردنیاز کشور (حدود یک میلیون و ششصد هزار تن) از طریق واردات تأمین شود که این امر موجب خروج مقدار قابل‌ملاحظه‌ای ارز از کشور می‌شود، به‌طوری‌که در سال‌های اخیر تا چهار میلیارد دلار صرف واردات روغن خام و دانه‌های روغنی شده است (ایران اکونومیست، ۱۳۹۶)، از این‌رو به‌منظور دستیابی به خودکفایی در زمینه روغن خوراکی و کاهش

واردات، توجه به کشت گیاه روغنی کلزا در شالیزارها بعد از برداشت برنج به مثابه تأمین کننده بخشی از روغن مصرفی مورد نیاز کشور از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. همچنین شالیزارهای استان در زمان بلا استفاده بودن زمین می توانند به عنوان یکی از منابع اصلی تأمین روغن مورد بهره برداری قرار گرفته و ضمن ایجاد اشتغال و افزایش تولید و درآمد کشاورزان موجب پایداری تولید برنج و حفظ شالی کاران در اراضی خود و نیز بهبود شرایط محیط و خاک شوند.

فصل دوم: کلزا

۲-۱- گیاه‌شناسی کلزا

کلزا، گیاهی یک‌ساله بانام علمی (*Brassica napus* subsp. *Napus*)، متعلق به راسته رودالس (*Rhoedales*) و خانواده شب بو (*Brassicaceae*) یا چلیپائیان است. کلزای روغنی مهم‌ترین گونه زراعی جنس براسیکا می‌باشد و محتمل‌ترین موطن آن ناحیه‌ای است که در آن شلغم روغنی (*Brassica campestris*) و کلم روغنی (*B. Oleracea*) در مجاورت هم رویده‌اند، زیرا کلزا از تلاقی این دو گونه و دو برابر شدن کروموزوم‌های هیبرید حاصل به وجود آمده است (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹؛ عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). در ادامه، به برخی از ویژگی‌های اندام‌های رویشی و زایشی کلزا اشاره می‌شود.

۱-۱-۲- ریشه

کلزا دارای یک ریشه اصلی عمودی و غالباً بلند به شکل دوک می‌باشد و می‌تواند تا عمق دو متری خاک و حتی بیشتر نفوذ کند (درسبال و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین دارای ریشه‌های جانبی متعددی است که معمولاً افقی است و کمتر در عمق خاک نفوذ کرده و بیشتر در لایه‌های بالای خاک پراکنده هستند. عمق نفوذ و گستردگی ریشه نقش بسزایی در تحمل گیاه به سرما و خشکی دارد و قادر است گیاه را در ارتفاع زیاد با کشت متراکم در مقابل بادهای شدید حفظ نماید. در خاک‌های سنگین رسی، عمق نفوذ ریشه کاملاً محدود می‌شود.

۲-۱-۲ - ساقه

کلزا دارای ساقه علفی راست و منشعبی است که تقریباً مدور بوده و با شروع بهار و خاتمه مرحله‌ی روزت، ابتدا ساقه‌ی اصلی، ایجاد و با یک رشد سریع به گل می‌نشیند و سپس شاخه‌های فرعی رشد می‌کنند. تراکم بوته تأثیر بسیار زیادی در میزان شاخه‌دهی و ارتفاعی دارد که ساقه اصلی در آن شروع به انشعاب می‌کند. میزان شاخه‌دهی به وارسته، تغذیه، شرایط محیطی و مدیریت زراعی بستگی دارد. ارتفاع ساقه در وارسته‌های مختلف از ۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر متغیر است، ولی معمولاً ارتفاع آن ۸۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر است (خواجه‌پور، ۱۳۸۵). کلزا غالباً از قوه شاخه‌دهی خوبی برخوردار است و در صورت فراهم بودن مواد غذایی کافی، چنانچه تراکم بوته کم باشد، می‌تواند با ایجاد شاخه‌های متعدد، کاهش تراکم را ترمیم و تا حدود زیادی عملکرد دانه را جبران کند (شیرانی‌راد و دهشیری، ۱۳۸۱).

۲-۱-۳ - برگ

کلزا دارای سه نوع برگ چسبیده ساقه‌آغوش، چسبیده‌ی معمولی و دارای دم برگ می‌باشد. تعداد برگ‌های ساقه‌ی اصلی بسته به نوع وارسته از پنج تا دوازده عدد در بوته‌های تیپ بهاره و تا چهل عدد در بوته‌های تیپ پاییزه تغییر می‌کند. یکی از عوامل مؤثر روی تولید برگ، طول دوره‌ی رشد گیاه می‌باشد. چنانچه ریزش برگ‌ها در ابتدای گل‌دهی رخ دهد، تأثیر منفی بر عملکرد دانه می‌گذارد، اما پس از گل‌دهی، اثر قابل‌ملاحظه‌ای بر آن ندارد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۱-۴ - گل

کلزا گیاهی است دگرگشن، اما خودگشنی در آن بالا بوده و گاهی به ۷۰ درصد می‌رسد. گل‌آذین کلزا متشکل از چهار کاسبرگ، چهار گلبرگ، شش پرچم (که دو پرچم آن کوتاه و ۴ پرچم دیگر بلند است) و یک مادگی دو برچه‌ای است. اعضای زایشی کلزا دارای تعداد زیادی گل می‌باشند. گل‌دهی از شاخه‌های اصلی و از وسط و پایین، شروع و با چند روز تأخیر در شاخه‌های فرعی ادامه می‌یابد. طول دوره گل‌دهی بسته به رقم، تغذیه، تراکم، تاریخ کاشت، شرایط آب‌وهوایی و غیره معمولاً بین ۳ تا ۶ هفته به طول می‌انجامد. گل‌های کلزای پاییزه بین یک تا سه روز و گل‌های

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۷

کلزای بهاره بین یک تا دو روز بازمی‌مانند و دوام آن‌ها در هوای سرد و مرطوب بیشتر از هوای گرم و خشک است. رنگ زرد گلبرگ‌ها و شهد فراوانی که در گل‌های کلزا تولید می‌شوند، زنبورها را به مزارع کلزا جلب می‌کند. تأثیر مثبت فعالیت زنبورها بر عملکرد کلزا به اثبات رسیده است.

۵-۱-۲- خورجین

میوه‌ی کلزا، خورجینی به طول ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر است و فاقد کرک بوده و در انتها به یک منقار منتهی می‌شود. هر خورجین دارای دو برچه می‌باشد. برچه‌ها به وسیله دیواره کاذبی (غشای میانی) از هم جدا می‌گردند. دانه‌ها در دو طرف غشای میانی قرار دارند. این دیواره هنگام رسیدن میوه پاره می‌شود. در هر خورجین ممکن است ۱۰ تا ۴۰ عدد دانه تشکیل شود. خورجین‌ها پس از تلقیح گل، از پایین به سمت بالا تشکیل شده و هم‌زمان با توسعه گل، تکامل می‌یابند. خورجین‌ها پس از رسیدن از قسمت پایین باز می‌شوند و دانه‌ها می‌ریزند. با اصلاح ارقام مقاوم به ریزش تا حد زیادی از میزان این خسارت کاسته شده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

۶-۱-۲- دانه

دانه کلزا دارای شکل کروی بوده و معمولاً به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه می‌باشند. دانه‌ها هرچقدر نارس‌تر باشند، روشن‌تر خواهند بود. پوسته دانه از سه لایه اپیدرم، پارانشیم و پیگمان تشکیل شده است. در قسمت زیرپوسته دانه، آندوسپرم قرار دارد که اغلب از یک سلول تشکیل می‌گردد و در زیر آن جنینی قرار دارد که لپه‌های درشت و سرشار از روغن آن را احاطه کرده‌اند. وزن هزار دانه کلزا، بسته به رقم، تراکم، مدیریت مزرعه و تغذیه بین ۳ تا ۶ گرم متغیر می‌باشد. وزن دانه کلزای پاییزه معمولاً قدری بیشتر از کلزای بهاره است (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۲- تاریخچه کشت کلزا

گونه‌های روغنی کلزا ارتباط نزدیکی با خردل‌هایی که به صورت سبزی و چاشنی مصرف می‌شوند، دارند و از دیرباز به دلیل مزه تند و ترش و خصوصیات دارویی مورد توجه بشر بوده‌اند. موطن کلزا هنوز دقیقاً مشخص نیست اما به احتمال قوی خاستگاه آن ناحیه آسیا و اروپا است. چون

زیرگونه‌های متعلق به شلغم روغنی به صورت وحشی از اروپای غربی تا چین پراکنده است؛ بنابراین می‌توان پذیرفت که دارای دو موطن یکی در ناحیه افغانستان- پاکستان و دیگری در ناحیه مدیترانه باشد و همچنین ممکن است یک ناحیه فرعی آن ترکیه و ایران باشد. از طرفی چون پراکنش اولیه دو گونه تشکیل‌دهنده کلزا یعنی کلم و شلغم روغنی در ناحیه خاوری اروپا به هم رسیده و تداخل می‌یابند، بعضی بر این باورند که گیاه کلزا برای اولین بار در این منطقه از ترکیب دو گونه فوق به وجود آمده است (دهشیری، ۱۳۷۸).

زراعت کلزا از ۳۰۰۰ سال قبل در هندوستان رواج داشته و از آنجا به چین و ژاپن راه یافته است. در سال ۱۹۳۶ گونه *Brassica campestris* و چند سال بعد *Brassica napus* به کانادا وارد شد. تولید جهانی کلزا در غرب کانادا در سال ۱۹۴۲ به عنوان منبع تأمین‌کننده روغن روان‌ساز در جنگ جهانی دوم آغاز گردید، اما به دلیل قحطی، گرسنگی و کمبود منابع روغن خوراکی، مقداری از آن به مصرف غذایی رسید. امکان استفاده از روغن کلزا برای مصرف خوراکی در سال ۱۹۴۸ مورد توجه قرار گرفت و منجر به استخراج روغن خوراکی از کلزا در سال‌های ۱۹۵۷-۱۹۵۶ گردید. در سال ۱۹۶۸ اولین رقم کلزا با میزان اسید اروسیک پایین در کانادا تولید شد. ارقام میداس، اسپان و تورچ از نخستین رقم‌های اصلاح شده با اسید اروسیک پایین می‌باشند که در کانادا مورد کشت قرار گرفته‌اند. بین سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۷۷ میزان اسید اروسیک روغن رقم‌های کلزا و شلغم روغنی به کمتر از ۲ درصد کاهش یافت (جعفری فر، ۱۳۸۶). در سال ۱۹۷۴ رقم تاور به عنوان اولین رقم دو صفر کلزا که دارای مقدار اسید اروسیک و گلوکوزینولات پایین بود معرفی شد. در سال ۱۹۸۱ تولید رقم‌های کلزا با میزان گلوکوزینولات بالا تقریباً متوقف شد. مدتی پس از معرفی رقم‌های دو صفر کلزا، رقم‌های دو صفر شلغم روغنی نیز اصلاح و آزاد گردید که می‌توان به رقم کندل اشاره کرد که علاوه بر مقدار گلوکوزینولات و اسید اروسیک، فیبر کمتری نیز دارد. رقم‌های دارای این ویژگی به رقم‌های سه صفر شهرت یافته‌اند. با تولید ارقام جدید و کاهش میزان مواد مضر در روغن و کنجاله کلزا، سیر صعودی توسعه کشت آن افزایش یافت.

۳-۲- سابقه کشت کلزا در ایران

کشت و تولید کلزا در ایران از اواخر دهه ۴۰ شمسی آغاز شد. در آن سال‌ها بررسی‌های ترویجی بر روی رقم‌های سوئدی اورو^۱ که کلزایی از گروه یک صفر محسوب شده و به‌صورت بهاره کشت می‌شد، انجام گرفت ولی به دلیل عدم موفقیت زراعی و دارا نبودن شرایط استاندارد روغن، گسترش آن بسیار محدود گردید. سابقه کشت کلزا در ایران به‌عنوان کشت زمستانه در تناوب با برنج به سال‌های ۱۳۵۱ و ۱۳۵۲ بازمی‌گردد که در ایستگاه تحقیقات برنج آمل و در تناوب با ارقام برنج تایچونگ ۶۵ و فوجی مینوری انجام شد (نصیری و ربیعی، ۱۳۸۲). در اوایل دهه ۱۳۷۰ شمسی نیز ارزیابی ۱۰ رقم و لاین کلزا در مناطق آمل، تنکابن و ساری انجام شد و از آن زمان تحقیقات به‌صورت پیوسته برای توسعه کشت کلزا در اراضی شالی‌کاری شمال کشور جریان دارد (نصیری و ربیعی، ۱۳۸۲؛ ربیعی و همکاران، ۱۳۸۳؛ ربیعی و همکاران، ۱۳۹۹). مطالعات نشان می‌دهد در کشت تناوبی برنج-کلزا، بقایای کلزا در زمین می‌تواند روی محصول اصلی تأثیر مثبت داشته و باعث افزایش تعداد دانه در خوشه برنج شود (لیو و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین در آزمایشی چهارساله، افزایش تا ۹ درصد عملکرد برنج در تناوب با کلزا گزارش شده است (کاموشیتا و همکاران، ۲۰۰۷). کهن‌سال و همکاران (۱۳۸۰) نیز گزارش کردند که در اراضی شالیزاری مازندران، کشت کلزا در تناوب با برنج، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد برنج رقم‌هاشمی داشت. ذکر این نکته ضروری است که رقم محلی هاشمی بالاترین سطح کشت در میان ارقام برنج را در شالیزارهای کشور به خود اختصاص می‌دهد و تا ۷۰ درصد اراضی شالی‌کاری به کشت این رقم اختصاص دارد.

تحقیقات در زمینه کشت کلزا پس از برداشت برنج از سال ۱۳۷۹ به‌طور گسترده‌ای در مؤسسه تحقیقات برنج کشور و در زمینه‌های به‌زراعی شامل تاریخ کاشت، تراکم بوته، زهکش‌های سطحی، عملیات تهیه بستر بذر، میزان کودهای شیمیایی و غیره آغاز شده و کماکان ادامه دارد. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی در طی ۲۰ سال گذشته و برقراری ارتباط تنگاتنگ با بخش اجرا و ترویج

منجر به اشاعه دستاوردهای کشت کلزا از طریق بازدیدهای ترویجی و پایلوت‌های نمایشی کلزا برای کشاورزان گردید (شکل‌های ۲-۱، ۲-۲ و ۲-۳).



شکل ۲-۱. مزرعه کلزا در زمان گل‌دهی در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج



شکل ۲-۲. بازدید ترویجی مروچین و کشاورزان پیشرو از مزارع کلزا در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور



شکل ۳-۲، بازدید مسئولین وزارت جهاد کشاورزی و بخش تحقیقات دانه‌های روغنی از مزارع کلزا در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور

۴-۲- اهمیت اقتصادی کلزا

برخی از گیاهان زراعی، به واسطه پاره‌ای از خصوصیات برجسته، توان تولید محصول را در اکثر اراضی دارا می‌باشند. گیاه کلزا نقشی مهم در تأمین روغن خوراکی مردم دنیا ایفا می‌کند. میزان تولید جهانی روغن کلزا در سال ۲۰۱۹ نزدیک به ۲۷/۳ میلیون تن بوده است (فائواست، ۲۰۲۱). حدود ۸۵ درصد کلزای تولیدی جهان مربوط به کانادا، هند، چین، اتحادیه اروپا و استرالیا است (جدول ۱-۲). قیمت هر تن روغن کلزا در بازارهای جهانی حدود ۱۳۳۰ دلار می‌باشد (ایندکس موندی، ۲۰۲۱ آ) و می‌تواند منبع درآمد پایداری برای کشورهای تولیدکننده این محصول باشد (برای مقایسه، قیمت جهانی هر تن برنج سفید تایلندی ۵۰۰ دلار و قیمت هر تن گندم حدود ۲۸۰ دلار می‌باشد) (ایندکس موندی، ۲۰۲۱ ب و ج). سالانه صادرات مشتقات کلزا (دانه، روغن و کنجاله) درآمدی بیش از ۹ میلیارد دلار عاید کانادا می‌کند (کافتا، ۲۰۱۵).

در سال ۲۰۱۹ کشورهای دانمارک (۴/۴ تن در هکتار)، نروژ (۴/۳ تن در هکتار) و ایرلند (۴ تن در هکتار) بالاترین عملکرد دانه کلزا را در سطح جهان به خود اختصاص دادند و در مقابل مکزیک

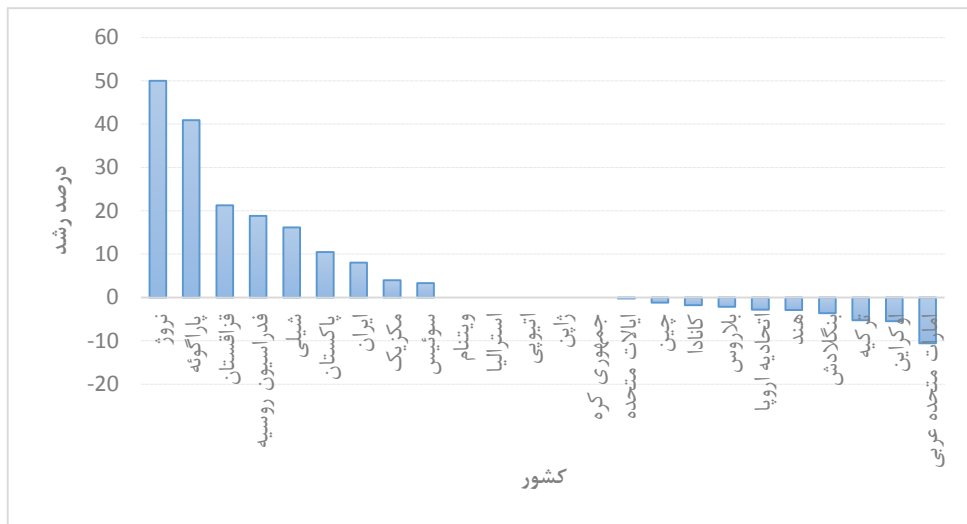
۱۲ فصل دوم: کلزا

و تاجیکستان با عملکردی معادل ۶۶۷ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد را تولید نمودند. میانگین عملکرد دانه کلزا در کشورهای اتحادیه اروپا ۳ تن در هکتار می‌باشد (فائواستت، ۲۰۲۱).

جدول ۱-۲، سطح زیر کشت و میزان تولید در تعدادی از کشورهای تولیدکننده کلزا در سال ۲۰۱۹ (منبع: فائواستت، ۲۰۲۱).

کشور	سطح زیر کشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم)	تولید (تن)
استرالیا	۲۱۱۹۸۳۶	۱۱۱۶	۲۳۶۵۸۳۹
کانادا	۸۳۱۹۲۰۰	۲۲۴۱	۱۸۶۴۸۸۰۰
چین	۶۵۶۹۷۹۸	۲۰۵۲	۱۳۴۸۴۷۰۸
هند	۶۱۲۳۹۳۰	۱۵۱۱	۹۲۵۵۶۶۰
اوکراین	۱۲۷۹۲۰۰	۲۵۶۴	۳۲۸۰۳۲۰

طی سال‌های اخیر کشت کلزا در شماری از کشورها در حال رشد می‌باشد (شکل ۴-۲). نرخ رشد سالانه تولید روغن کلزا در نروژ ۵۰ درصد، پاراگوئه ۴۰ درصد و ایران ۸ درصد تخمین زده می‌شود (وزارت کشاورزی ایالات متحده، ۲۰۲۰).



شکل ۴-۲، نمودار رشد سالانه تولید روغن کلزا در سال ۲۰۲۰ در مقایسه با سال ۲۰۱۹ (منبع: وزارت کشاورزی ایالات متحده، ۲۰۲۰).

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۱۳

جدول ۲-۲، سطح زیر کشت و میزان تولید کلزا به تفکیک استان‌ها در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ (منبع: احمدی و همکاران،

(۱۳۹۹)

نام استان	سطح		میزان تولید			عملکرد	
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	آبی	دیم
آذربایجان شرقی	۴۵۳۰	۰	۴۵۳۰	۵۵۳۶	۰	۱۰۲۲۲	-
آذربایجان غربی	۴۹۴۰	۰	۴۹۴۰	۱۰۴۲۱	۰	۲۱۰۹	-
اردبیل	۷۷۹۰	۲۶۰	۸۰۵۰	۱۸۱۱۰	۲۷۳	۲۰۳۲۵	۱۰۵۰
اصفهان	۵۶۰	۰	۵۶۰	۱۰۲۷۰	۰	۲۰۲۶۸	-
البرز	۴۵۹	۰	۴۵۹	۱۱۲۰	۰	۲۰۴۴۱	-
ایلام	۱۰۳۸۹	۰	۱۰۳۸۹	۲۱۶۷۹	۰	۲۰۸۷	-
بوشهر	۴۰۰	۰	۴۰۰	۵۵۴	۰	۱۰۳۸۵	-
تهران	۱۰۷۰	۰	۱۰۷۰	۲۰۲۹۶	۰	۲۰۱۴۶	-
جنوب استان کرمان	۱۰۶۰	۰	۱۰۶۰	۲۰۵۰	۰	۱۰۹۳۴	-
چهارمحال و بختیاری	۱۳۷	۰	۱۳۷	۱۲۰	۰	۸۷۷	-
خراسان جنوبی	۶۱	۰	۶۱	۶۴	۰	۱۰۴۹	-
خراسان رضوی	۳۶۱۱	۰	۳۶۱۱	۸۰۱۲	۰	۲۰۲۱۹	-
خراسان شمالی	۲۰۱۴۰	۷۷۰	۲۰۹۱۰	۲۰۴۳۰	۷۷۰	۱۰۱۳۶	۱۰۰۰
خوزستان	۲۱۰۰۰	۲۰۲۰۰	۲۳۰۲۰۰	۴۸۰۲۱۸	۱۰۱۰۰	۲۰۲۹۶	۵۰۰
زنجان	۸۶۰	۰	۸۶۰	۱۰۲۸۹	۰	۱۰۴۹۹	-
سمنان	۴۷۰	۰	۴۷۰	۱۰۶۸۰	۰	۳۰۵۷۵	-
سیستان و بلوچستان	۴۸۰	۰	۴۸۰	۴۹۰	۰	۱۰۲۱۱	-
فارس	۱۲۰۲۹۷	۰	۱۲۰۳۹۷	۲۶۰۲۹۵	۰	۲۰۱۲۱	-
قزوین	۶۰۰۰	۰	۶۰۰۰	۹۰۵۴	۰	۱۰۵۰۹	-
قم	۷۳۶	۰	۷۳۶	۱۰۹۰۰	۰	۲۰۵۸۲	-
کردستان	۳۰۴۰۰	۰	۳۰۴۰۰	۶۰۹۰۰	۰	۲۰۲۹	-
کرمان	۶۰۰	۰	۶۰۰	۸۶۸	۰	۱۰۴۴۷	-
کرمانشاه	۱۰۲۰۰	۰	۱۰۲۰۰	۱۵۰۹۴۱	۰	۱۰۵۶۳	-
کهگیلویه و بویراحمد	۱۵۲۶	۰	۱۵۲۶	۲۰۵۷	۰	۱۰۳۴۸	-
گلستان	۸۳۰۷۲۰	۰	۸۳۰۷۲۰	۱۶۸۰۰۰	۰	۲۰۰۷	-
گیلان	۹۰	۷۰۰	۷۹۰	۸۳	۴۹۰	۹۲۲	۷۰۰
لرستان	۲۰۲۰	۱۲۰	۲۰۱۴۰	۳۰۱۲۸	۹۰	۱۰۵۴۸	۷۵۱
مازندران	۱۸۵۵۰	۴۰۲۰۰	۲۲۰۷۵۰	۲۳۰۶۴۲	۲۰۹۴۰	۱۰۲۷۵	۷۰۰
مرکزی	۱۰۱۰۰	۰	۱۰۱۰۰	۲۰۲۵۰	۰	۲۰۴۵	-
هرمزگان	۱۰۲۱۲	۰	۱۰۲۱۲	۱۰۴۰۰	۰	۱۰۱۵۵	-
همدان	۴۰۷۵	۰	۴۰۷۵	۷۰۸۰	۰	۱۰۷۳۷	-
یزد	۲۶۰	۰	۲۶۰	۴۰۰	۰	۱۰۵۳۸	-
کل کشور	۲۰۵۰۸۴۴	۸۰۲۵۰	۲۱۴۰۰۹۴	۳۹۴۰۳۲۷	۵۶۶۳	۱۰۹۱۶	۶۸۶

سطح زیر کشت به هکتار و عملکرد و میزان تولید به تن می‌باشد.

۱۴ □ فصل دوم: کلزا

بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ (جدول ۲-۲) سطح زیر کشت کلزا در ایران حدود ۲۱۴۰۰۰ هکتار و با میانگین عملکرد ۱۹۱۶ کیلوگرم در هکتار (کشت آبی) و ۶۸۶ کیلوگرم در هکتار (کشت دیم) بوده است. در این میان عملکرد کلزا در استان مازندران حدود ۱۲۷۵ کیلوگرم در هکتار در کشت آبی می‌باشد که بیشتر به‌عنوان کشت دوم بعد از برداشت برنج انجام می‌گیرد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

به‌کارگیری روش‌های زراعی مناسب در زراعت کلزا می‌تواند عامل عمده‌ای در موفقیت پروژه کشت کلزا پس از برداشت برنج در شالیزارها باشد. امروزه در چین به‌عنوان دومین تولیدکننده بزرگ کلزا در جهان، بیش از هفت میلیون هکتار از زمین‌ها در قالب سیستم دو کشتی برنج-کلزا قرار دارد (شکل ۵-۲) که بیش از ۹۶ درصد کلزای تولیدی این کشور را تأمین می‌کند (بانجین و همکاران، ۲۰۱۶؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۵-۲، سیستم‌های رایج تک و دو کشتی در چین. سالانه بیش از هفت میلیون هکتار از شالیزارهای چین به سیستم دو کشتی برنج-کلزا اختصاص می‌یابد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۹).

پیش‌بینی می‌شود با گسترش استفاده از ارقام زودرس، امکان افزایش سطح کشت سیستم برنج - کلزا در چین تا ۲۰ میلیون هکتار برسد (فو و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به تجربه موفق چین، به

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۱۵

نظر می‌رسد، توجه به پتانسیل کشت کلزا به‌عنوان محصول دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری، می‌تواند به افزایش تولید دانه‌های روغنی در ایران منجر شود. اصلاح خلاء عملکرد موجود (اختلاف میان عملکرد ۱۲۷۵ کیلوگرم در هکتار شالیزارهای مازندران در مقایسه با عملکرد بیش از دو تن در هکتار شالیزارهای چین) می‌تواند باعث ترغیب کشاورزان به توسعه کشت کلزا در چند صد هزار هکتار اراضی شالیزاری رهاشده در زمستان شده و ضمن کمک به خودکفایی کشور در زمینه تأمین دانه‌های روغنی، موجب افزایش درآمد کشاورزان و در نتیجه کاهش فروش و تغییر کاربری اراضی ارزشمند کشاورزی شمال کشور گردد.

در کنار عوامل زراعی، باید به نقش فرهنگ‌سازی و بهبود نگرش کشاورزان شالی‌کار نسبت به کشت کلزا توجه شود. رحیم‌نژاد بالاگفشه (۱۳۹۷) بیشترین عوامل تأثیرگذار بر کشت کلزا در تناوب با برنج در شالیزارهای استان گیلان را عواملی مانند میزان نیروی کار خانوادگی، تجربه کشت کلزا، مقدار شلتوک تولیدی و مقدار نیروی کار استفاده‌شده، گزارش نمود. همچنین در این مطالعه تأثیر عواملی مانند شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی، تعداد توصیه‌های ترویجی و سابقه بیمه در میزان پذیرش کشت کلزا مؤثر دانسته شده است که نشان‌دهنده لزوم افزایش آگاهی‌بخشی به کشاورزان از طریق روش‌های مختلف ترویجی است. جوزائی (۱۳۹۸) و معتمد و همکاران (۱۳۹۸) نیز ضمن مؤثر دانستن شرکت کشاورزان در کلاس‌های ترویجی و بهره‌گیری از توصیه‌های مروجان در گسترش کشت کلزا، گزارش کردند که کشاورزان دارای درآمد و سابقه بیشتر در کشت برنج، پذیرش بیشتری نسبت به کشت کلزا در تناوب با برنج دارند. این کشاورزان به دلیل قدرت مالی بالا، ریسک‌پذیری بیشتری دارند و از اطلاعات جامعی نسبت به محصولات کشت دوم برخوردارند، بنابراین به نظر می‌رسد افزایش توجه به آموزش و تشویق کشاورزان پیشرو برای توسعه کشت کلزا، می‌تواند باعث گسترش کشت این محصول در اراضی شمال کشور شود.

۵-۲- مزایای تولید کلزا

ا. دانه کلزا به لحاظ داشتن بیش از ۴۴ درصد روغن، یکی از دانه‌های ارزشمند روغنی است و به دلیل داشتن نزدیک به ۶۰ درصد اولئین، نسبت به اغلب روغن‌های گیاهی دارای مزیت بیشتری است.

ب. تحمل در برابر شوری خاک؛ به‌طوری‌که کلزا در برابر شوری خاک گیاهی نیمه مقاوم است.
ج. وجود ارقام زودرس؛ در فصل بهار ارقام زودرس کلزای پاییزه را می‌توان در مناطقی از کشور که کشت بهاره گندم انجام می‌شود برداشت کرد و زمین را برای کشت بعدی سریعاً آماده نمود. همچنین امکان کشت این ارقام به عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور وجود دارد.
د. بهای دانه کلزا در بازارهای جهانی در وضعیت عادی بیشتر از نرخ دانه‌های روغنی دیگر نظیر آفتابگردان، سویا، پنبه‌دانه و در حدود دو برابر قیمت گندم، جو و ۲/۵ برابر ارزش ذرت دانه‌ای است.

ه. در ارتباط با مسائل زیست‌محیطی، زراعت پاییزه کلزا با پوشش سطح خاک در طول دوره زمستان، از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند و با استفاده از ریشه عمیق خود نیترا ت اضافی خاک را جذب نموده و شستشوی آن را در اثر بارندگی‌های زمستانه محدود می‌سازد. این ویژگی در زراعت کلزا پس از برداشت برنج در استان‌های گیلان و مازندران که سطح آب‌های زیرزمینی در آن نواحی بالا است و شسته شدن نیترا ت در زمستان، باعث آلودگی آب‌های آشامیدنی می‌گردد، حائز اهمیت است.

و. نیاز آبی کلزا در مقایسه با دانه‌های روغنی مهم، کمتر است. برای تولید هر کیلوگرم روغن از طریق توسعه کشت پنبه به حدود ۵۰ مترمکعب، در زراعت سویا حدود ۲۰ مترمکعب و در زراعت آفتابگردان بیش از ۱۰ مترمکعب آب نیاز است، درحالی‌که برای کشت کلزای پاییزه حدود ۵-۲ مترمکعب آب نیاز است.

ز. کشت کلزا در تناوب با غلات با ایجاد فاصله در کشت متوالی این محصولات و با قطع چرخه زندگی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز باعث کاهش جمعیت آن‌ها و صرفه‌جویی در مصرف سموم و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود.

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۱۷

ح. اغلب دانه‌های روغنی نیاز به آب‌وهوای گرم دارند، درحالی‌که کلزا یک محصول مناطق معتدل و سردسیر است که با شرایط آب‌وهوایی کشور ما در زمستان سازگاری وسیعی دارد. ط. کنجاله کلزا دارای فسفر و ویتامین بیشتری نسبت به کنجاله سویا است. ی. مقاومت به سرما، دارا بودن صفات زراعی مطلوب، ثبات عملکرد، وجود بازار مطمئن، مقاومت به بیماری‌ها و رطوبت بالا، مقاومت به خشکی، امکان انجام عملیات مکانیزه و امکان ایجاد صنعت زنبورداری از سایر مزایای کلزا می‌باشد (جعفری‌فر، ۱۳۸۶).

۶-۲- گونه‌های کلزا

پنج گونه کلزا به عنوان گیاهان روغنی در سراسر دنیا کشت می‌شوند. این گونه‌ها شامل موارد ذیل می‌باشند (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸):

۱- *Brassia napus* L. با ژنوم AC و $n=19$: این گونه همان کلزای معمولی است که عموماً در اروپا و کانادا کشت می‌شود.

۲- *Brassica rapa* L. با ژنوم A و $n=10$: این گونه شلغم روغنی نامیده می‌شود.

۳- *Brassica juncea* L. با ژنوم AB و $n=18$: این گونه به‌طور گسترده‌ای در شمال هند و بخش‌های مختلف چین کشت می‌شود.

۴- *Brassica carinata* L. با ژنوم BC و $n=17$: کشت این گونه به فلات اتیوپی و نواحی هم‌جوار آن در شرق آفریقا محدود می‌شود.

۵- *Sinapis alla* L. با ژنوم D و $n=12$: این گونه *Brassica hirta* نیز نامیده می‌شود. این گونه در اروپا به خردل سفید و در شمال آمریکا به خردل زرد معروف است.

۷-۲- طبقه‌بندی کیفی کلزا

۱- کلزای سنتی^۱: این گروه حاوی ۶۰ - ۲۶ درصد اسید اروسیک در روغن و ۲۰۵ - ۱۰۰ میکرومول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله است. به ارقامی که دارای این ویژگی هستند ارقام هیر^۲ گفته می‌شود.

۲- ارقام یک صفر: یا ارقام کانادایی که حاوی کمتر از ۵ درصد اسید اروسیک و ۲۰۵ - ۱۰۰ میکرومول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله هستند. به این ارقام لیر^۳ گفته می‌شود.

۳- ارقام دو صفر: که حاوی کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک و ۳۰ - ۱۸ میکرومول گلوکوزینولات هستند.

۴- ارقام سه صفر: که شامل ارقام اصلاح شده شلغم روغنی می‌باشند. به این ارقام کندل نیز گفته می‌شود. این ارقام دارای حداقل میزان اسید اروسیک، گلوکوزینولات و فیبر هستند.

به کلیه ارقام زراعی کلزا که در هر گرم کنجاله دارای حداکثر ۲ درصد اسید اروسیک و کمتر از ۳۰ میکرومول گلوکوزینولات‌های آلیفاتیک باشند کانولا گفته می‌شود.

۸-۲- ویژگی‌های بذر

بذور کلزا کوچک و گرد و به رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز تا سیاه می‌باشند. البته اخیراً بذور زردرنگ افزایش یافته‌اند. قطر بذر معمولاً ۲ - ۱/۷۵ میلی‌متر است که می‌تواند بین ۲/۵ - ۱ میلی‌متر متغیر باشد. وزن هزار دانه کلزا ممکن است از ۶ - ۴ گرم با توجه به واریته و فصل کشت تغییر نماید. میزان روغن دانه نیز معمولاً در حدود ۵۰-۳۵ درصد است. همچنین کنجاله دانه آن دارای ۳۸ تا ۴۳ درصد پروتئین می‌باشد. میزان رطوبت دانه نیز در حدود ۵ درصد است. نسبت

1. Traditional Rapeseed
2. High Erusic Acid Rape (HEAR)
3. Low Erusic Acid Rape (LEAR)

۱۹ ☐ زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار

اسید لینولئیک به اسید لینولنیک در روغن کلزا تقریباً برابر ۱:۲ است که برای مصرف انسان، نسبت متعادلی به شمار می‌رود (احمدی، ۱۳۸۷).

۱-۸-۲- تجزیه جزئی بذر، روغن و کنجاله کلزا

میزان ترکیبات موجود در دانه، روغن و کنجاله کلزا در جداول (۲-۳، ۲-۴ و ۲-۵) بیان شده است (جعفری فر، ۱۳۸۶).

جدول ۲-۳، میزان ترکیبات موجود در دانه کلزا (درصد)

رطوبت	روغن	پروتئین	ایزوتیوسیانات	خاکستر
۷/۳	۳۹/۳۷	۲۲/۹۹	۰/۲۲	۵/۳۱

جدول ۲-۴، میزان ترکیبات موجود در روغن کلزا

ضریب شکست	عدد یدی	عدد صابونی شدن	عدد استر	اسیدهای چرب آزاد اولئیک (درصد)
۱/۴۷۱۲	۹۸/۷	۱۷۹/۸	۱۷۷/۴	۱/۱۸

جدول ۲-۵، میزان ترکیبات موجود در کنجاله کلزا (درصد)

نیترژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
۶/۰۷	۰/۵۶	۱/۷۷	۰/۴	۰/۲۷

۲-۹- ترکیبات نامطلوب موجود در کلزا

ترکیبات نامطلوب موجود در کلزا شامل گلوکوزینولات، اسید اروسیک، فیتیت، اسید فسفریک و فیبر می‌باشد. محل حضور گلوکوزینولات، فیتیت، اسید فسفریک و فیبر در کنجاله و اسید اروسیک در روغن است.

۱-۹-۲- گلوکوزینولات‌ها

گلوکوزینولات‌ها گروهی از مواد شیمیایی هستند که در تعدادی از خانواده‌های گیاهی وجود داشته و اغلب سبب بروز طعم تند و بوی گزنده اندام‌های آن‌ها می‌شوند. میزان گلوکوزینولات در ارقام قدیمی کلزا و نیز ارقام یک صفر حدود ۱۵۰-۸۰ میکرومول بر اساس هر گرم ماده خشک می‌باشد، اما در ارقام دو صفر جدید در اثر عملیات به‌نژادی به کمتر از ۱۸ میکرومول در هر گرم ماده خشک

کاهش یافته است. علاوه بر پایین بودن ژنتیکی میزان گلوکوزینولات ارقام دو صفر، عوامل محیطی نظیر وجود گازهای گوگرددار هنگام استفاده از کود گوگردی، عوامل جوی، تفاوت از نظر درجه رسیدن بذر و تغذیه گیاه با سایر مواد غذایی می‌توانند باعث نوسان در میزان گلوکوزینولات‌ها شوند، به‌طوری‌که میزان گلوکوزینولات موجود در ارقام دو صفر، ممکن است به کمتر از ۱۰ میکرومول در هر گرم ماده خشک نیز کاهش یابد (عشرت‌آبادی، ۱۳۷۷).

۲-۹-۲- اسید اروسیک^۱

یکی از اسیدهای چرب غیراشباع و نامطلوب موجود در دانه کلزا که به میزان قابل‌ملاحظه‌ای کیفیت و ارزش غذایی آن را کاهش می‌دهد، اسید چرب اروسیک است که وجود آن در روغن مانع از مصرف آن به‌صورت خالص می‌شود. اسید اروسیک باعث صدمه زدن به عضلات قلب، غده فوق کلیه و کبد می‌شود. امروزه کارهای اصلاحی در جهت تولید ارقام بدون اسید اروسیک آغاز شده است و ارقامی اصلاح‌شده‌اند که دارای میزان ناچیزی از اسید اروسیک هستند، به این ارقام کانولا می‌گویند (عشرت‌آبادی، ۱۳۷۷).

۲-۱۰- تقسیم‌بندی مراحل رشد

دوره‌ی رشد کلزا به چند مرحله‌ی عمده که تعدادی از آن‌ها شامل مراحل کوتاه‌تری هستند، تقسیم‌شده است (شکل ۶-۲) که شامل مراحل زیر است (زواره و همکاران، ۱۳۷۹):

۲-۱۰-۱- جوانه‌زنی و سبز شدن^۲ (مرحله‌ی صفر)

جوانه‌زنی و سبز شدن توسط پنج مرحله‌ی فرعی مشخص می‌شود. ابتدا ریشه‌چه از پوسته‌ی بذر شکاف خورده، ظاهر می‌شود. محور زیر لپه، با ظاهری ضخیم‌تر، صاف‌تر و کمی روشن‌تر از ریشه، متمایز می‌گردد. رشد طولی محور زیر لپه باعث خم شدن آن در قسمت بالا شده و لپه‌ها را به‌طرف بالای سطح خاک هدایت می‌کند.

1. Erucic acid

2. Lobes

۲-۱۰-۲- تولید برگ^۱ (مرحله ۱)

مرحله‌ی روزت از شروع تولید برگ تا زمانی که اولین میانگره، قابل تشخیص می‌شود، طول می‌کشد. از آنجاکه در شرایط مساعد ممکن است بیش از ۳۰ برگ حقیقی در هر گیاه تولید شود، مرحله‌ی تولید برگ به‌وسیله‌ی شمارش جای برگ‌ها که روی گیاه باقی‌مانده، همراه با برگ‌هایی که تازه باز شده‌اند، تعیین می‌گردد. برگ‌های ساقه آغوشی^۲ که بعداً تشکیل می‌شوند، دم برگ نداشته و پهنک‌برگشان آویزه‌هایی دارد که به ساقه می‌چسبند.

۳-۱۰-۲- رشد طولی ساقه^۳ (مرحله ۲)

چنانچه کلزای پاییزه در شرایط معمولی کشت گردد، ممکن است بیش از ۲۰ میانگره تولید نماید؛ بنابراین، مراحل رشد ساقه بر پایه‌ی تعداد میانگره‌های رشد کرده و آشکار شده است. طولی که در آن میانگره‌ها نمایان می‌شود، حداقل پنج سانتی‌متر است. اگر رشد طولی ساقه در شرایط نور کم و دمای پایین انجام شود، ممکن است میانگره‌های کوتاه‌تری تشکیل شود که هیچ‌گاه بیش از چند میلی‌متر رشد نمی‌کنند.

۴-۱۰-۲- نمو جوانه‌ی گل^۴ (مرحله ۳)

این مرحله به مراحل فرعی یک تا نه تقسیم شده است. در ابتدا فقط جوانه‌های برگ در اطراف نقطه‌ی رشد، آشکار است. جوانه‌های جوان گل در یک دوره‌ی چندروزه مانند حلقه‌ی برجسته‌ی انگشت ماندی که در اطراف نقطه‌ی رشد انتهایی برآمده، ظاهر می‌شوند. این مرحله قبل از شروع رشد ساقه بوده و ممکن است مثلاً در اواخر پاییز بعد از یک کشت زودهنگام کلزا به وقوع بپیوندد. جوانه‌های گل در مراحل توسعه‌ی ساقه آشکار نیستند، ولی به محض توسعه‌ی ساقه و پایک، ظاهر می‌شوند. در این حالت، این جوانه‌ها بدون حذف بخشی از آن‌ها یا حذف برگ‌های اطراف آن‌ها از بالا، قابل‌رویت می‌گردند. در این مرحله هنوز جوانه‌ها از برگ‌ها جدا نبوده و سبز هستند. به همین

1. Peduncle

2. Sessile

3. Stem Elongation

4. Flower Bud Development

دلیل برخی پژوهشگران این مرحله را، «مرحله‌ی جوانه‌ی سبز» نامیده‌اند. با رشد طولی ساقه، اکثر گل‌آذین‌های جوان از برگ‌ها جدا شده و پایین‌ترین پایک‌ها توسعه می‌یابند. به این دلیل گل‌آذین به شکل مسطح فرض می‌شود. جوانه‌های گل‌های پایینی، اولین گل‌هایی هستند که زرد می‌شوند که این حالت را «مرحله‌ی زرد» هم می‌نامند. با ادامه‌ی رشد، دمگل جوانه‌های بیشتری زرد شده و پایین‌ترین جوانه‌ها به گل‌دهی می‌رسند.

۵-۱۰-۲- گل‌دهی^۱ (مرحله‌ی ۴)

گل‌دهی با باز شدن جوانه‌های گل همراه است. گل‌دهی بر روی هر ساقه به نه مرحله‌ی فرعی تقسیم شده است. مرحله‌ی فرعی یک هنگامی شروع می‌شود که تنها یک گل باز شده است و مرحله‌ی نه زمانی است که هیچ جوانه‌ی گل زنده‌ای برای باز شدن وجود ندارد.

۶-۱۰-۲- نمو خورجین^۲ (مرحله‌ی ۵)

نمو خورجین نیز به مراحل ثانویه‌ی یک تا نه تقسیم‌بندی می‌شود. این مرحله به‌وسیله‌ی نسبت خورجین‌های بالقوه‌ی توسعه‌یافته (از ده خورجین)، توصیف می‌شوند. به‌جز مراحل اول و آخر که برای تعریف آغاز و پایان نمو خورجین مورداستفاده قرار می‌گیرد، خورجین‌های بالقوه شامل جوانه‌های گل باز نشده یا باز شده، همچنین گل‌هایی نیز که گلبرگ آن‌ها افتاده است و یا خورجین‌هایی که کمتر از ۲ سانتی‌متر طول دارند، می‌باشد. پایک گل‌ها یا خورجین‌هایی که افتاده‌اند، شامل این موضوع نمی‌شوند. گل‌های بارور نشده در حالت عادی یک خورجین یا تخمدان یک سانتی‌متری را بلافاصله بعد از افتادن گلبرگ باقی می‌گذارند. بنابراین طول دو سانتی‌متر یا بیشتر به عنوان شاخص نمو خورجین در نظر گرفته می‌شود.

1. Flowering
2. Pod Development

۷-۱۰-۲- نمو بذر^۱ (مرحله ۶)

به کار بردن یک مرحله برای نمو بذر در خوشه‌ی کامل مناسب نیست، زیرا اغلب بذرها در محدوده‌ی گسترده‌ای از مراحل نموی قرار دارند. بنابراین خوشه باید به سه قسمت تقسیم شود و توصیف‌ها برای پایین‌ترین ثلث خوشه به کار گرفته شود. در ابتدا نمو بذر به وسیله‌ی اندازه‌ی آن سنجیده می‌شود، ولی بعداً نمو بذر به وسیله‌ی رنگ و درنهایت با سختی بذر تعیین می‌گردد (زواره و همکاران، ۱۳۷۹).



شکل ۶-۲، گیاه کلزا در مرحله: الف) خروج از روزت؛ ب) گل‌دهی؛ ج) خورجین‌دهی؛ د) رسیدگی

فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

۱-۳- اکولوژی کلزا

گونه‌های مختلف روغنی کلزا در هر پنج قاره و تحت شرایط بسیار متنوعی کشت می‌شوند. در کشورهای تولیدکننده کلزا، گونه‌های *Brassica* به دامنه وسیعی از خاک‌ها متحمل هستند (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). ارقام بهاره و زمستانه کلزا به عنوان منبع روغن گیاهی کشت می‌شوند، ولی ارقام زمستانه در شرایط مساعد معمولاً دارای عملکرد بیشتری می‌باشند.

۱-۱-۳- دما

کلزا، محصول مناطق معتدل و معتدل سرد می‌باشد، اما با اصلاح ارقام جدید، سازگاری این گیاه به مناطق گرم و سرد نیز گسترش یافته است. بیش از ۹۰ درصد بذور کلزا در دمای مطلوب ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد در مدت یک تا دو روز جوانه می‌زنند. کلزای پاییزه، در تمام مراحل رشد تا حدودی نسبت به سرما مقاوم است، ولی تحمل آن به سرما در حالت روزت بسیار زیاد و در مرحله گل‌دهی بسیار کم می‌باشد. کلزا، در صورت رشد کافی در پاییز و ایجاد روزت قوی، دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد را بدون پوشش برف و دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد را با پوشش برف به‌خوبی تحمل می‌نماید. دامنه دمایی رشد گیاه در ارقام با تیپ رشد بهاره از ۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد، در ارقام با تیپ رشد بینابین از ۳ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد و در ارقام با تیپ رشد زمستانه از صفر

۲۶ □ فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. البته این گیاه قادر است برای دوره کوتاه، دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل کند (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۱-۳- نور

دامنه فتوپریود برای کلزا بسیار گسترده است. به‌طوری‌که در دامنه ۱۰ تا ۲۴ ساعت روشنایی، قادر به رشد و نمو می‌باشد. کلزا یک گیاه روزبلند است و افزایش طول روز سبب تسریع در گل‌دهی گیاه می‌شود. نور در جوانه‌زنی ارقام اصلاح شده کلزا تأثیری ندارد، ولی رشد رویشی کلزا تحت تأثیر نور قرار می‌گیرد.

۳-۱-۳- رطوبت

کمبود رطوبت سبب کوتاه شدن دوره رشد کلزا و کاهش عملکرد می‌شود. حساس‌ترین مرحله رشد و نمو کلزا به کمبود آب، مرحله گل‌دهی است. کمبود آب در این مرحله سبب کاهش شدید تعداد گل و خورجین شده و وزن هزار دانه و میزان روغن دانه را کاهش می‌دهد. رطوبت زیاد نیز سبب توسعه بیماری‌های قارچی گردیده و مقاومت به سرما را کاهش می‌دهد. بنابراین در خاک‌های سنگین با رطوبت زیاد، باید به زه‌کشی خاک برای خروج آب اضافی توجه کرد (شیرانی‌راد و دهشیری، ۱۳۸۱).

۴-۱-۳- آب‌وهوا

شرایط محیطی تأثیر مهمی بر ترکیب شیمیایی دانه کلزا دارد. دما و بارندگی در طول فصل رشد به‌عنوان دو عامل مهم در تولید دانه و کیفیت روغن کلزا مطرح می‌باشند، در دمای پایین و رطوبت بالا، میزان روغن و اسیدهای چرب غیراشباع افزایش می‌یابند. در بین عوامل آب‌وهوایی، دما بیشترین تأثیر را بر کیفیت دانه کلزا دارد. میزان روغن و پروتئین موجود در دانه کلزا تحت تأثیر تغییرات بارندگی، درجه حرارت، طول روز و رطوبت نسبی هوا قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار روغن در شرایط روزهای کوتاه، دماهای نسبتاً معتدل و رطوبت نسبی پایین تولید می‌شود.

اما بیشترین مقدار پروتئین در شرایط روزهای بلند و دماهای بالا تولید می‌گردد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۳- مراحل رشد و نمو کلزا

رشد و نمو گیاهان زراعی، فرایندی است تدریجی که از زمان جوانه‌زنی بذر آغاز شده و تا مرحله رسیدگی و بلوغ بذر ادامه می‌یابد. گیاهان زراعی در دوران رشد و نمو خود تحت تأثیر عوامل گوناگونی قرار می‌گیرند که ممکن است رشد و باروری آن‌ها را افزایش داده یا کاهش دهند. برخی از این عوامل طبیعی، مانند باد، باران و یخبندان خارج از حوزه اختیار کشاورزان است ولی عوامل دیگری مانند استفاده از روش‌های کشت، کودها، حشره‌کش‌ها و سایر عملیات متداول از عواملی هستند که به دست کشاورز اعمال می‌گردد و رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چگونگی عکس‌العمل گیاهان نسبت به عوامل گوناگون با توجه به مرحله رشد و نمو آن‌ها متفاوت است. بنابراین هدف از مرحله‌بندی دوره رشد و نمو گیاهان زراعی، آشنایی و تصور یکسان افراد دست‌اندرکار کشت و تولید با مراحل مختلف رشد و نمو می‌باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

مراحل فنولوژیکی کلزا توسط محققین زیادی موردبررسی قرار گرفت. بهترین تقسیم‌بندی در سال ۱۹۸۴ بر مبنای درجه حرارت و طول روز توسط سیلوستر -برادلی و مکپیس انجام شد. بر اساس این تقسیم‌بندی مراحل فنولوژی کلزا به هفت مرحله از پیش از جوانه‌زنی تا رسیدگی کامل تقسیم شد. در این تقسیم‌بندی هر مرحله به تعدادی زیر مرحله تقسیم می‌شود که تعداد آن‌ها، به عوامل محیطی، ژنتیکی و یا زراعی بستگی دارد.

۲۸ □ فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

جدول ۱-۳، تقسیم‌بندی فنولوژی کلزا بر اساس کدبندی سیلستر - برادلی و میکپیس (۱۹۸۴)

کد	تعاریف
۰	جوانه‌زنی و سبز شدن
۰/۰	بذر خشک
۰/۲	آماس بذر
۰/۴	ظهور ریشه‌چه
۰/۶	توسعه محور زیر لپه
۰/۸	ظهور لپه
	۱- تولید برگ (برگ‌های از بین رفته توسط محل زخم شمرده می‌شوند)
۱/۰۰	هر دولپه باز و به رنگ سبز
۱/۰۱	ظهور اولین برگ حقیقی
۱/۰۲	ظهور دومین برگ حقیقی
۱/۰۳	ظهور سومین برگ حقیقی
۱/۰۴	ظهور چهارمین برگ حقیقی
۱/۰۵	ظهور پنجمین برگ حقیقی
۰	۰
۰	۰
۱/۱۰	ظهور دهمین برگ حقیقی
۰	۰
۰	۰
۱/۲۰	ظهور بیستمین برگ حقیقی
	۲- توسعه ساقه
۲/۰۰	هیچ میانگره‌ای قابل‌شناسایی نیست (روزت)
۲/۰۱	اولین میانگره مشخص می‌شود
۲/۰۲	دو میانگره مشخص می‌شود
۲/۰۳	سه میانگره مشخص می‌شود
۰	۰
۰	۰
۲/۱۰	ده میانگره مشخص می‌شود
۰	۰
۰	۰
۲/۲۰	بیست میانگره مشخص می‌شود
۰	۰
۰	۰
	۳- نمو جوانه گل (ساقه اصلی)
۳/۰	فقط جوانه‌های برگ وجود دارند
	ادامه جدول ۱-۳،
کد	تعاریف

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۲۹

کد	تعاریف
۳/۱	جوانه‌های گل به وسیله برگ‌ها پوشیده‌اند
۳/۵	جوانه‌های گل بالاتر از برگ‌ها هستند
۳/۶	اولین دمگل طویل می‌شود
۳/۷	اولین جوانه گل به رنگ زرد
۳/۹	بیش از نصف جوانه‌های گل در روی گل‌آذین و به رنگ زرد
	۴- گل‌دهی
۴/۱	اولین گل‌ها باز می‌شوند
۴/۲	۲۰ درصد جوانه روی گل‌آذین در مرحله گل‌دهی و یا گل داده‌اند
۴/۳	۳۰ درصد جوانه روی گل‌آذین در مرحله گل‌دهی و یا گل داده‌اند
۴/۳	۳۰ درصد جوانه روی گل‌آذین در مرحله گل‌دهی و یا گل داده‌اند
.	.
.	.
۴/۸	۸۰ درصد جوانه روی گل‌آذین در مرحله گل‌دهی و یا گل داده‌اند
۴/۹	کلیه جوانه‌های روی گل‌آذین قابل مشاهده، مرحله پایان گل‌دهی
	۵- نمو خورجین (میوه)
۵/۱	طول پایین‌ترین خورجین ۲ سانتی‌متر
۵/۲	۲۰ درصد خورجین‌ها بیشتر از ۲ سانتی‌متر طول دارند
۵/۳	۳۰ درصد خورجین‌ها بیشتر از ۲ سانتی‌متر طول دارند
.	.
.	.
۵/۸	۸۰ درصد خورجین‌ها بیشتر از ۲ سانتی‌متر طول دارند
۵/۹	کلیه خورجین‌ها بیشتر از ۲ سانتی‌متر طول دارند
	۶- نمو بذور
۶/۱	پیدایش بذور
۶/۲	اکثر بذور نیمه شفاف، اندازه کامل
۶/۳	اکثر بذور سبزرنگ
۶/۴	اکثر بذور دارای لکه‌هایی به رنگ سبز قهوه‌ای
۶/۵	اکثر بذور به رنگ قهوه‌ای
۶/۶	اکثر بذور به رنگ قهوه‌ای تیره
۶/۷	اکثر بذور به رنگ سیاه ولی نرم
۶/۸	اکثر بذور به رنگ سیاه و سخت
۶/۹	کلیه بذور به رنگ سیاه و سخت

۳-۳- سازگاری

طیف سازگاری اقلیمی کلزا نسبتاً وسیع است و از عرض جغرافیایی نزدیک به ۴۰ درجه جنوبی (در قاره استرالیا) تا بیش از ۶۰ درجه شمالی (در نروژ و کانادا) مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (نصیری، ۱۳۹۵). در ایران نیز می‌تواند تا ارتفاع کمتر از ۲۵۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیایی) تولید گردد. کلزا از نظر واکنش به طول روز، گیاهی روزبلند است، هرچند که ارقام اصلاح شده ممکن است نسبت به طول روز بی‌تفاوت باشند. از نظر مسیر فتوسنتزی، یک گیاه سه کربنه^۱ به شمار می‌رود و از نظر حرارت مطلوب رشد، در گروه گیاهان سرمادوست قرار دارد. بهترین رشد گیاه در میانگین دمای شبانه‌روزی حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید. این گیاه می‌تواند دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد را برای مدت کوتاهی تحمل نماید، مشروط بر اینکه تحت تنش رطوبتی نباشد. هم‌زمانی رشد گیاه با دماهای بالا، سبب تسریع نمو، کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی، کاهش اجزاء عملکرد و افت فتوسنتز شده و در نهایت به کاهش عملکردهای دانه و روغن منجر می‌شود. از نظر مقاومت در برابر سرما، مقاومت شلغم روغنی بیشتر از کلزا می‌باشد. سطح برگ زیاد و وجود تعداد زیادی گل در بوته سبب شده است که کلزا در مقابل خسارات ناشی از تگرگ تا حد زیادی مقاومت نشان دهد. کلزا در برابر تنش رطوبتی تا حدی مقاوم است و به دلیل بالا بودن نسبت ریشه به اندام‌های هوایی، راندمان بالاتری در انتقال مواد به دانه و سایر خصوصیات فیزیولوژیکی داشته و مقاوم‌تر از شلغم روغنی می‌باشد. ارقام پاییزه نیز از ارقام بهاره به خشکی مقاوم‌ترند. این گیاه در محدوده وسیعی از خاک‌ها (سبک تا نیمه سنگین) رشد می‌کند، ولی مناسب‌ترین اراضی برای رشد آن، خاک‌هایی با بافت متوسط، عمیق با ساختمان خوب، دارای زهکشی مناسب و قابلیت نگهداری رطوبت زیاد و مواد آلی کافی و pH حدود ۶/۵ می‌باشد. این گیاه به ماندابی در اراضی تحت کشت، حساس است و وقوع ماندابی می‌تواند موجب توسعه بیماری‌ها و نیز کاهش درصد روغن دانه شود، در نتیجه در نواحی پرباران همانند گیلان، باید به احتمال وقوع ماندابی توجه نمود. کلزا، از لحاظ تحمل به شوری در گروه گیاهان زراعی متحمل به شوری قرار دارد (سیدی، ۱۳۹۱). در زمان پر شدن دانه، رطوبت بالا و دمای خنک،

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۳۱

موجب افزایش کمیت و کیفیت روغن می‌گردد. میزان روغن دانه با میانگین دمای روزانه رابطه عکس دارد. بر این اساس درصد و کیفیت روغن ارقام تولیدشده در مناطق شمالی کشور از مقدار و کیفیت مناسبی برخوردارند.

۴-۳- انتخاب رقم

به واسطه تنوع گسترده اقلیمی، اغلب ارقام بهترین سازگاری را در منطقه‌ای نشان می‌دهند که برای کشت در آن اصلاح شده‌اند. ارقام کلزا، تحت تأثیر فنولوژی (لیلی و همکاران، ۲۰۱۹)، محیط (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ سیالتاس و همکاران، ۲۰۱۷)، فاکتورهای ژنتیکی و اثرات متقابل آن‌ها (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۷) و همچنین تحت تأثیر مدیریت زراعی (زو و همکاران، ۲۰۱۹) قرار می‌گیرند. بنابراین جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد ارقام، مجموعه‌ای از این عوامل دخیل می‌باشند. در انتخاب ارقام باید به سازگاری آن‌ها با شرایط اقلیمی منطقه توجه شود و بر اساس آزمایشات دقیق مقدماتی، ارقام مناسب معرفی شوند (شکل ۱-۳). در اراضی شالیزاری شمال کشور و با در نظر گرفتن عوامل محدودکننده‌ای مانند هم‌زمانی نشای برنج با برداشت کلزا، استفاده از ارقام زودرسی که دارای عملکرد بالای دانه و روغن باشند، از اولویت‌های اصلی معرفی ارقام کلزا در این اراضی می‌باشند. علاوه بر زودرسی مهم‌ترین صفات دیگر در پذیرش ارقام کلزا عبارت از عملکرد دانه، یکنواختی رسیدگی، درصد روغن و مقاومت به خوابیدگی است (ربیعی و رحیمی، ۱۳۹۰). همچنین برای معرفی ارقام جدید، عواملی مانند کیفیت روغن (درصد اسید اولئیک بالا) و تحمل به شرایط غرقابی باید موردتوجه قرار گیرند. برای مثال، طی ۱۰ سال (۲۰۰۵-۲۰۱۴)، ۲۱۵ رقم جدید کلزا، بیشتر به‌عنوان کشت دوم بعد از برداشت برنج در چین ثبت شده است. بعضی از این ارقام می‌توانند تا بیش از ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دانه تولید کنند (هو و همکاران، ۲۰۱۷). ارقام جدید معرفی شده در چین دارای خورجین‌های کمتر (تا ۲۶ درصد در مقایسه با ارقام قدیمی‌تر) و ارتفاع بوته بیشتر بوده و در عوض دارای تعداد شاخه‌های فرعی کمتر (تا ۱۴ درصد)، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بیشتری هستند. بر اساس این استراتژی، تعداد بوته‌های کشت شده در هر هکتار از ۳۰۰-۲۲۵ هزار بوته به ۴۰۵-۳۴۵ هزار بوته افزایش یافته و باوجود

۳۲ □ فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

آن که بوته‌ها چند روز زودتر می‌رسند، متوسط عملکرد آن‌ها نیز تا ۹/۳۴ درصد افزایش یافت. این موفقیت‌ها نشان‌دهنده اهمیت بالای تحقیقات برای ایجاد و معرفی ارقام جدید سازگار با شرایط محیطی هر منطقه است. به نظر می‌رسد توسعه سطح کشت کلزا در اراضی شالیزاری ایران بدون معرفی ارقام جدید سازگار با شرایط شالیزارهای ایران، به‌سادگی میسر نیست و نیاز به توجه ویژه به این امر بیش از هر زمان دیگر احساس می‌شود.



شکل ۳-۱. کشت ارقام مختلف کلزا در اراضی شالیزاری بعد از برداشت برنج

به‌طور کلی ارقام موجود را می‌توان به سه دسته زیر دسته‌بندی کرد:

الف) ارقام خیلی زودرس: این ارقام به‌طور کلی برای شالیزارهایی با محدودیت شدید طول دوره رشد مناسب می‌باشند و کشاورزان در این اراضی خیلی زود اقدام به کشت برنج می‌کنند. ارقام هایولا ۳۰۸ (شکل ۳-۲)، هایولا ۴۸۱۵ و رقم صفار در این گروه قرار می‌گیرند.

الف) ارقام زودرس: این ارقام برای شالیزارهایی با محدودیت طول دوره رشد مناسب می‌باشند. ارقام هایولا ۴۰۱ (شکل ۳-۳)، دلگان (شکل ۳-۴) (شمال استان گلستان و شالیزارهای خوزستان و ایلام)، تراپر، RGS003 (شکل ۳-۵) و رقم آسا از این دسته هستند.

ب) ارقام متوسط‌رس: این ارقام برای شالیزارهایی بدون محدودیت طول دوره رشد مناسب هستند. در این اراضی کشت برنج با برداشت کلزا همپوشانی ندارد و کشاورزان دیرتر به کشت

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۳۳

برنج مبادرت می‌کنند. ارقام هایولا ۵۰، هایولا ۴۲۰، ظفر (مناطق میان‌بند استان مازندران)، آگاماکس و آرام (استان مازندران و جنوب استان گلستان) مناسب این مناطق هستند.

شایان ذکر است که چون کشاورزان شالی کار بعد از برداشت کلزا مبادرت به کشت برنج در اراضی شالیزاری می‌کنند، در تمامی شهرستان‌های استان گیلان و مازندران بهتر است که از ارقام بهاره و زودرس استفاده شود و با برداشت زودتر کلزا از تأخیر در کشت شالی جلوگیری شود.

۱-۴-۳- هیبرید هایولا ۳۰۸

به دلیل عملکرد بالا و زودرسی برای کاشت در شالیزارها (خصوصاً در مناطقی که نشاکاری زود انجام گیرد) توصیه می‌گردد (ربیعی، ۱۳۹۰). منشأ این رقم از کشور کانادا می‌باشد و جزو ارقام بهاره محسوب گردیده و جایگاه کشت آن در شالیزارهای شمال کشور و مناطق گرم جنوب کشور است. عملکرد آن در صورت مدیریت صحیح مزرعه می‌تواند بیش از ۳ تن در هکتار باشد. مقاوم به ورس و دارای رسیدگی یکنواخت می‌باشد و سازگاری خوبی با شرایط آب‌وهوایی استان‌های شمال کشور دارد. برداشت آن اواسط اردیبهشت می‌باشد.



شکل ۲-۳، کشت رقم هایولا ۳۰۸ (سمت چپ) و مقایسه آن با رقم هایولا ۴۰۱ (سمت راست) از نظر زمان شروع گلدهی و رسیدگی در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور بعد از برداشت برنج

۲-۴-۳- هیبرید هایولا ۴۰۱

این رقم حدود ۵ تا ۷ روز دیررس‌تر از هایولا ۳۰۸ می‌باشد. منشأ آن از کشور کانادا می‌باشد و جزو ارقام بهاره محسوب می‌شود. ارتفاع آن بلندتر از هایولا ۳۰۸ بوده و بسته به نوع زمین و میزان کود دهی به حدود ۱۶۰-۱۷۰ سانتیمتر می‌رسد. عملکرد بیش از ۳ تن در هکتار، پایداری عملکرد، متحمل به ورس، از نظر رسیدگی یکنواخت و سازگاری خوب با شرایط آب‌وهوایی استان‌های شمالی کشور می‌باشد (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳، کشت رقم هایولا ۴۰۱ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور بعد از برداشت برنج

۳-۴-۳- رقم دلگان

این رقم آزادگرده‌افشان واجد ویژگی‌های مطلوبی چون دارا بودن پتانسیل عملکرد نسبتاً بالا (متوسط عملکرد نزدیک به ۳ تن در هکتار، سازگاری خوب در مناطق اقلیم گرم و خشک کشور (دزفول، زابل، بوشهر، بهبهان و ایرانشهر)، کیفیت خوب روغن، ارتفاع مناسب اولین خورجین از سطح زمین برای سهولت در برداشت مکانیزه، تراکم بیشتر خورجین در ساقه اصلی، زودرسی

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۳۵

نسبی، تحمل نسبی به بیماری اسکروتینیایی ساقه و متحمل به ورس بوده و برای کشت در مناطق شمال و گرم جنوب توصیه می‌شود (فناپی و همکاران، ۱۳۹۷). شکل ۳-۴ بیانگر کشت موفقیت‌آمیز رقم دلگان در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت می‌باشد.



شکل ۴-۳، کشت رقم دلگان در اراضی شالیزاری بعد از برداشت برنج

۴-۳-۴ رقم RGS003

این رقم آزادگرده‌افشان، با منشأ آلمان و در گروه ارقام بهاره متوسط‌رس قرار داشته و دارای خصوصیتی چون عملکرد بالا، درصد روغن ۴۱ تا ۴۳ درصد، مقاوم به ورس و ثبات نسبی عملکرد می‌باشد، این رقم در تناوب کشت کلزا با برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان در نقاطی که کشت برنج دیرتر صورت می‌پذیرد (اواخر اردیبهشت یا اوایل خرداد) قابل کشت است. متوسط عملکرد آن ۲/۵ تن در هکتار می‌باشد (شکل ۳-۵).



شکل ۵-۳، رقم RGS003 در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور بعد از برداشت برنج

۵-۴-۳- رقم ساری گل (PF7045/91)

منشأ این رقم آزادگرده‌افشان از کشور آلمان، تیپ نیمه بهاره، نسبت به سرما متحمل، دیررس‌تر از ارقام هایولا ۳۰۸ و ۴۰۱، نسبتاً متحمل به خوابیدگی، با عملکرد دانه بیش از ۳ تن در صورت مدیریت خوب، به علت دیررسی نسبی جایگاه کشت آن عمدتاً در اراضی غیر شالیزار شمال کشور و مناطق گرم و خشک جنوب می‌باشد.



شکل ۶-۳، رقم ساری گل در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور بعد از برداشت برنج

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۳۷

جدول ۲-۳، مشخصات مهم ارقام بهاره کلزا (بی‌نام، ۱۳۹۵)

ارقام خصوصیات	Hyola401	Hyola308	Hyola50	RGS003	Sarigol	Zafar	Dalgan
مبدأ	استرالیا	استرالیا	استرالیا	آلمان	آلمان	ایران	ایران
نوع رقم	هیبرید	هیبرید	هیبرید	آزادگرده‌افشان	آزادگرده‌افشان	آزادگرده‌افشان	آزادگرده‌افشان
میزان روغن (%)	۴۴-۴۷	۴۳-۴۶	۴۴-۴۷	۴۲-۴۵	۴۲-۴۵	۴۲-۴۵	۴۲-۴۵
کیفیت روغن	دو صفر	دو صفر	دو صفر	دو صفر	دو صفر	دو صفر	دو صفر
رسیدگی	زودرس	خیلی زودرس	زودرس	زودرس	متوسط رس	متوسط رس	زودرس
مناطق کشت	گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب	گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب	گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب	گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب	گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب	مناطق میان‌بند استان مازندران	گرم خشک جنوب و شمال کشور
ویژگی خاص	یکنواختی رسیدگی، پایداری عملکرد	زودرسی، مناسب کشت دوم در شالیزارها	عملکرد بالا	رشد اولیه سريع	متوسط رس، پایداری نسبی عملکرد، مناسب مناطق معتدل گرم	متوسط رس، پایداری نسبی عملکرد	عملکرد بالا و پایدار

۵-۳- خاک مطلوب کلزا

کلزا در محدوده وسیعی از خاک‌های رسی نسبتاً سنگین تا خاک‌های لومی شنی کشت می‌شود؛ اما زمین‌هایی که پس از باران سله می‌بندند، برای این گیاه مناسب نیستند، از ویژگی‌های عمده خاک مناسب برای کلزا آن است که آب به سهولت از آن عبور نماید، زیرا غرقابی شدن زمین در طول دوره خروج گیاهچه و مرحله رشد رویشی برای رشد و نمو گیاه زیان‌آور است. در حالت ایده‌آل، خاک باید دارای ساختمان خوب، زهکشی مناسب، دارای قابلیت نگهداری رطوبت و عمیق باشد. در زراعت کلزا زهکشی، یک ضرورت است و زیادی رطوبت به‌طور چشمگیری از پایداری زمستانه‌ی کلزا می‌کاهد و به گسترش بیماری‌ها کمک می‌کند (شیرانی‌راد و دهشیری، ۱۳۸۱). کشت کلزا در خاک‌های ساحلی به دلیل فقیر بودن خاک و نبود ذخیره رطوبت کافی مناسب نیست. تجربیات مزرعه‌ای در اراضی شالیزاری نشان می‌دهد که خاک‌های با بافت متوسط به‌شرط داشتن زهکش طبیعی و یا احداث زهکش‌های سطحی می‌توانند بهترین عملکرد را داشته باشند. مناسب‌ترین pH برای کلزا ۶-۷ است و در pH پایین‌تر از ۵/۵ عملکرد به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. شالیزارهای کوهستانی، کوه‌پایه‌ای و آبرفتی واقع در حاشیه رودخانه‌ها و شالیزارهایی با

بافت خاک متوسط تا سبک با زهکش مناسب برای کشت کلزا مناسب هستند. در شالیزارهای با بافت سنگین نیز با احداث زهکش و خروج آب‌های سطحی می‌توان مبادرت به کشت کلزا کرد. البته به این نکته باید توجه نمود که کلزا در شرایط ایستایی آب و زهکشی ضعیف زمین نباید کشت شود و شالیزارهایی باحالت ماندابی، به‌هیچ‌وجه مناسب کشت کلزا نیستند.

۶-۳- عمق کاشت

به علت سنگین بودن خاک‌های شالیزاری و سله بستن خاک‌ها در اثر بارندگی، کشت بذرهای کلزا باید در عمق کم و در ۲-۱ سانتی‌متری خاک صورت گیرد. بذرها هر چه در عمق کمتری کشت شوند، به دلیل حضور اکسیژن کافی، جوانه‌زنی و سبز شدن بهتر انجام می‌گیرد. بذور کلزا قادر به جوانه‌زنی از عمق‌های بیشتر هم هستند، اما کاشت در عمق بیش از ۵ سانتی‌متر با تأخیر در جوانه‌زنی، بنیه بذر را ضعیف و تکامل گیاهچه در پاییز را به تأخیر می‌اندازد، بنابراین برای ایجاد مزرعه یکنواخت کلزا در اراضی شالیزاری، هرگز عمق کاشت بیش از یک تا دو سانتی‌متر توصیه نمی‌شود.

۷-۳- تاریخ کاشت

کلزا ازجمله گیاهانی است که عملکرد آن بستگی زیادی به تاریخ کاشت دارد. به‌منظور دستیابی به پتانسیل عملکرد دانه، کشت باید در تاریخ کاشت توصیه‌شده هر منطقه انجام شود. تاریخ کاشت مناسب باعث می‌شود، بوته کلزا قبل از شروع سرما به مرحله شش تا هشت برگ‌ری رسیده و تحمل خوبی به سرما و یخبندان پیدا نماید. کاشت خیلی زود باعث جذب آب و مواد غذایی در فصل پاییز و رشد زیاد بوته‌ها می‌شود و بقای گیاه در زمستان را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر تأخیر در کاشت باعث کاهش رشد و عدم ذخیره کافی مواد غذایی شده و این مسئله خطر سرمازدگی را افزایش می‌دهد. عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب در مناطق گرم نیز به دلیل کوتاه شدن دوره رشد و مواجه‌شدن مراحل حساس دوره زایشی با گرمای آخر فصل، باعث افت شدید عملکرد دانه می‌شود. به‌طور کلی تاریخ کاشت مناسب کلزا در هر منطقه حداقل ۱۵ تا ۲۰ روز قبل از تاریخ

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۳۹

کاشت مناسب گندم می‌باشد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۹). در شالیزارهای شمال کشور، در کشت زود هنگام کلزا، به دلیل وجود دمای بالا در ابتدای فصل کشت، احتمال حمله آفات به‌ویژه آفت کک وجود دارد و از سوی دیگر به دلیل گل‌دهی زود هنگام و امکان بارش برف در منطقه گیلان در ماه‌های دی و بهمن و هم‌زمانی آن با دوره گل‌دهی کلزا موجب خسارت خوابیدگی، سرمازدگی و کاهش عملکرد کلزا می‌شود. البته این محدودیت سرمازدگی بیشتر در گیلان بوده و برای مازندران اغلب چنین مشکلی وجود ندارد. برای کشت کلزا در جلگه به دلیل اینکه مناطق مختلف به‌طور نسبی از آب‌وهوای مشابهی برخوردارند، نیاز به تفکیک جداگانه تاریخ کاشت و مراحل فنولوژیکی برای هر شهرستان است، اما به‌طور کلی در مناطق سرد استان گیلان مانند شهرستان آستارا، تاریخ کاشت ترجیحاً در بازه زمانی زودتری صورت گیرد تا کلزا سریع‌تر مراحل رشدی خود را طی کند و به مرحله روزت برسد (جدول ۳-۳).

نتایج حاصل از مطالعات انجام‌گرفته توسط ربیعی و همکاران (۱۳۸۳) نشان داد که کشت کلزا در منطقه گیلان در تاریخ‌های کاشت ۱۰ مهر تا ۱۵ آبان با موفقیت امکان‌پذیر است و کاشت در دهه سوم مهر بیشترین عملکرد دانه و روغن را به همراه داشت. در منطقه مازندران زمان مناسب کاشت ۱۵ مهرماه تا ۱۰ آبان ماه است. نتایج رامئه (۱۳۹۵) نشان داد که در منطقه شرق مازندران (شهرستان نکا)، کشت تأخیری (۲۵ آبان ماه) در مقایسه با کشت در تاریخ کاشت مطلوب (۲۵ مهرماه) سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه به‌جز وزن هزار دانه می‌شود. طی مطالعه دیگری در استان مازندران، ۱۰ روز تأخیر در تاریخ کاشت (هفتم آبان ماه به‌جای ۲۷ مهرماه) سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه ارقام کلزای بهاره شد (رامئه، ۱۳۹۶). بر این اساس، در مناطق دشت و میان‌بند ۱۵ مهر تا ۳۰ مهر و در اراضی کوهپایه ۱۰ مهر تا ۱۰ آبان توصیه می‌شود.

۴۰ فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

جدول ۳-۳، فنولوژی گیاه کلزا در مناطق شالیزاری مختلف شمال کشور

الف) استان گیلان: مناطق دشت				
تاریخ				مرحله رشد
روز پایان	ماه پایان	روز شروع	ماه شروع	
۱۰	آبان	۱۰	مهر	کاشت
۲۰	آبان	۱۵	مهر	سبزی‌نگی
۲۵	اسفند	۱۵	بهمن	گل‌دهی
۲۵	اردیبهشت	۱۰	اردیبهشت	رسیدگی فیزیولوژیک
۳۰	اردیبهشت	۱۵	اردیبهشت	رسیدگی برداشت
۳۰	اردیبهشت	۱۰	مهر	طول دوره رشد

ب) استان گیلان: شهرستان رودبار				
تاریخ				مرحله رشد
روز پایان	ماه پایان	روز شروع	ماه شروع	
۲۵	آبان	۱۵	آبان	کاشت
۱۰	آذر	۲۲	آبان	سبزی‌نگی
۱۵	فروردین	۲۰	بهمن	گل‌دهی
۵	خرداد	۱۵	اردیبهشت	رسیدگی فیزیولوژیک
۱۰	خرداد	۲۰	اردیبهشت	رسیدگی برداشت
۱۰	خرداد	۱۵	آبان	طول دوره رشد

ج) استان مازندران				
تاریخ				مرحله رشد
روز پایان	ماه پایان	روز شروع	ماه شروع	
۱۰	آبان	۵	مهر	کاشت
۲۰	آبان	۱۰	مهر	سبزی‌نگی
۲۰	اسفند	۱	بهمن	گل‌دهی
۲۰	اردیبهشت	۱	اردیبهشت	رسیدگی فیزیولوژیک
۲۶	اردیبهشت	۷	اردیبهشت	رسیدگی برداشت
۲۶	اردیبهشت	۵	مهر	طول دوره رشد

۸-۳- آماده‌سازی زمین شالیزاری

یکی از عوامل محدودکننده در افزایش سطح کشت کلزا به‌عنوان محصول دوم بعد از برداشت برنج، عملیات آماده‌سازی زمین است. بذرها برای سبز کردن نیاز به تسطیح، تهویه و نرم بودن لایه سطحی خاک دارند. در برخی مزارع که زمین مسطح نیست، آب در بعضی از قسمت‌ها جمع شده و اندازه خاکدانه‌ها بزرگ‌تر از حد معمول است که روی درصد سبز کردن بذر تأثیر منفی دارد (شکل ۷-۳). آماده‌سازی زمین باید به‌طور کامل پیش از آغاز بارندگی‌های شدید فصل پاییز انجام گیرد. در غیر این صورت انجام شخم و سایر عملیات خاک‌ورزی دچار مشکل خواهد شد (نصیری و ربیعی، ۱۳۸۲).

کاربرد ماشین‌های مرسوم برای شخم و عملیات آماده‌سازی (خاک‌ورزی اولیه و ثانویه) که در سایر زراعت‌ها استفاده می‌شود، در خاک شالیزار با مشکل مواجه است. شرایط رطوبتی و بافت سنگین خاک، بارندگی‌های شدید فصل پاییز و وجود بقایای ساقه‌های به‌جامانده پس از برداشت برنج از عوامل محدودکننده در کاربرد ماشین‌های خاک‌ورزی مرسوم هستند، بنابراین پیشنهاد روش یا روش‌های مناسب خاک‌ورزی برای کشت کلزا در شالیزار به‌منظور توسعه سطح کشت، ایجاد شرایط مطلوب خاک برای رشد و نمو گیاه و کاهش هزینه تولید از اهمیت زیادی برخوردار است.

۹-۳- روش‌های خاک‌ورزی

۱-۹-۳- خاک‌ورزی متداول^۱

عملیات خاک‌ورزی سنتی که در یک منطقه جغرافیایی مشخص برای ایجاد بستر مناسب بذر و تولید یک محصول معین به کار می‌روند، عملیات خاک‌ورزی متداول می‌نامند. عملیات به‌کاررفته برای محصولات مختلف متفاوت است. بسیاری از سیستم‌های خاک‌ورزی متداول، سیستم‌های بدون بقایای گیاهی هم هستند، به‌ویژه آن‌هایی که شامل استفاده از گاوآهن برگردان دار هستند (آسودار و سبزه‌زار، ۱۳۸۶). در روش خاک‌ورزی متداول، بعد از برداشت محصول برنج، عملیات

۴۲ □ فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

شخم توسط گاوا آهن برگردان دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر زده می شود. در این مرحله می توان علف کش پیش از کاشت مانند ترفلان را نیز با خاک مخلوط کرد و از کودهای شیمیایی پایه نیز استفاده کرد و پس از دو تا سه روز مبادرت به زدن دیسک یا روتیواتور به منظور خرد نمودن کلوخه ها و آماده سازی نهایی بستر بذر نمود. آماده سازی بستر برای کشت کلزا در این روش، مستلزم وقت، هزینه و مصرف زیاد انرژی است و در مواردی هم به علت بارندگی و جمع شدن آب در شیارهای شخم و رطوبت زیاد خاک و نبود امکان تردد تراکتور در اراضی شالیزاری باعث از دست رفتن زمان کشت می شود (شکل ۷-۳).

۲-۹-۳- کم خاک ورزی^۱

هر سیستمی که با شدت و فعالیت کمتری نسبت به خاک ورزی متداول انجام شود. در این سیستم، تعداد عملیات خاک ورزی کاهش یافته است یا ادوات خاک ورزی که نیروی کمتری به ازای واحد سطح نیاز دارند، جایگزین ادواتی شده اند که در سیستم خاک ورزی مرسوم به کار می روند.



شکل ۷-۳، کشت کلزا در اراضی شالیزاری آماده سازی شده. الف، آماده سازی و کشت به موقع کلزا در زمین های شالیزاری. تفاوت در هم زمانی گلدهی و میزان عملکرد محصول در زمینی با آماده سازی مناسب (ب) و نامناسب (ج).

برای این که سیستمی خاک‌ورزی حفاظتی محسوب شود، باید شرایطی را روی خاک یا درون آن به وجود آورد که بتواند در مقابل اثرات فرسایش باد، باران و جریان آب ایستادگی کند. چنین پایداری با یکی از دو حالت حفاظت سطح خاک به وسیله باقیمانده محصول یا گیاهان در حال رشد و یا ناهمواری و نفوذپذیری سطح خاک به دست می‌آید (افضلی‌نیا، ۱۳۹۵). روش کم خاک‌ورزی برای تهیه بستر نهایی بذر در یک مرحله کار (کم خاک‌ورزی)، طراحی شده است. خاک‌ورزی حفاظتی، بسته به نوع محصول قبلی، شامل یکی از سیستم‌های اختصاصی زیر است: گاواهن چیزل یا زیرشکن، گاواهن تیغه‌ای، دیسک یا روتیواتور مزرعه، شخم نواری، خاک‌ورزی پشته‌ای و بدون خاک‌ورزی (افضلی‌نیا، ۱۳۹۵).

۳-۹-۳- بدون خاک‌ورزی^۱

در این روش، خاک از برداشت تا کاشت دانه و از کاشت دانه تا برداشت، دست‌نخورده باقی می‌ماند. تنها عمل خاک‌ورزی به هم زدن خاک توسط ردیف‌کارها و خطی‌کارها است (افضلی‌نیا، ۱۳۹۵). ماشین‌های کارنده بی‌خاک‌ورز غلات که دارای عمق قابل تنظیم هستند، می‌توانند برای کشت کلزا در عمق کم (حدود یک تا دو سانتی‌متر) بدون هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی استفاده شوند. در صورت عدم دسترسی به ماشین‌آلات بی‌خاک‌ورز، می‌توان بعد از برداشت و جمع‌آوری برنج بدون هیچ‌گونه عملیات شخم، مقدار ۸-۱۰ کیلوگرم در هکتار از بذر کلزا را در بقایای برنج با دست یا با کودپاش سانتریفوژ پخش کرد. در این حالت، بذر کلزا در زیر بقایای برنج قرار گرفته و بسته به درجه حرارت و رطوبت زمین در مدت ۴-۸ روز جوانه می‌زند. بقایای برنج نه تنها به عنوان مالچ، مانع تبخیر زیاد آب از سطح خاک می‌شوند بلکه از خسارت پرندگان در حمله به بذر و گیاهچه‌ها نیز تا حدود زیادی جلوگیری می‌کنند. از مهم‌ترین مشکلات کشت بدون خاک‌ورزی، رشد علف‌های هرز و غرقابی شدن مزارع در خاک‌هایی است که مشکل زهکشی دارند، از این رو توصیه می‌شود که علف‌های هرز در این روش به‌طور ویژه مدیریت شوند و در مناطقی کشت شوند که دارای زهکشی مناسب و مرتفع‌تر هستند (نصیری و ربیعی، ۱۳۸۲). با توجه به هزینه پایین و

۴۴ □ فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

سهولت اجرای کشت بدون خاک‌ورزی، توسعه و ترویج چنین روشی می‌تواند در توسعه کشت کلزا از اهمیت بالایی برخوردار باشد (ربیعی و رجیبیان، ۱۳۹۰). کشت بدون خاک‌ورزی به‌صورت وسیعی برای کشت کلزا پس از برداشت برنج در چین مورد استفاده قرار می‌گیرد (لو و همکاران، ۲۰۱۹).

۴-۹-۳- تهیه بستر بذر با روتیواتور

این روش برای تهیه بستر نهایی بذر در یک مرحله کار (کم خاک‌ورزی)، طراحی شده است. اگر روتیواتور در شرایط مناسب به کار گرفته شود، می‌تواند جایگزین ارزشمندی برای گاوآهن و دیسک باشد. با توجه به سنگین بودن بافت خاک و بارندگی‌های زیاد در فصل کشت کلزا، انجام شخم کامل در شالیزارها، علاوه بر مصرف انرژی و هزینه‌های مرتبط با آن می‌تواند باعث تأخیر یا گاهی از دست دادن فصل کشت و نیز فشردگی و تخریب ساختمان خاک شود، بنابراین کشت کلزا بعد از محصول برنج در یک سال، مستلزم نوعی کاهش خاک‌ورزی به دلیل محدودیت زمانی برای تهیه بستر محصول دوم است.



شکل ۸-۳، الف) عملیات آماده‌سازی زمین در سیستم کم خاک‌ورزی. ب) کشت مستقیم کلزا به روش بدون خاک‌ورزی ج) سبز شدن کلزا در کشت مستقیم به روش بدون خاک‌ورزی. د) سبز شدن کلزا در کشت مستقیم به روش کم خاک‌ورزی. ه) مزرعه کلزا در زمان گلدهی در روش بدون خاک‌ورزی

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۴۵

در اراضی سنگین شالیزاری که به علت بارندگی زیاد، رس بالا و رطوبت زیاد خاک، تردد تراکتور به راحتی امکان پذیر نیست، می توان از عملیات کم خاک ورزی (یک تا دو بار روتیواتور در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتری خاک) استفاده کرد (شکل ۸-۳). نتایج تحقیقات در خاک های شالیزاری بیانگر آن است که کم خاک ورزی به دلیل کاهش هزینه های تولید، نیروی کار، مصرف انرژی و استفاده بهینه از زمان، تردد کمتر ماشین آلات و استفاده بهتر از منابع خاک دارای قابلیت جایگزینی با سیستم متداول خاک ورزی (شخم با گاوآهن برگردان دار + استفاده از روتیواتور) است (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۰ الف؛ ربیعی و همکاران، ۱۳۹۹).

نتایج بررسی انجام شده در خصوص اثر خاک ورزی، ارقام و میزان بذر بر عملکرد کلزا و برخی از خصوصیات زیستی و فیزیکی خاک در مازندران نشان داد که اگرچه روش خاک ورزی متداول با میانگین عملکرد ۲۹۰۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به کم خاک ورزی و بی خاک ورزی برتری داشت، اما برای پایداری زراعت کلزا در منطقه، استفاده از روش بی خاک ورزی یا کم خاک ورزی مفیدتر است (ترابی و همکاران، ۲۰۰۸).

۵-۹-۳- تهیه زمین با دومرتبه دیسک

هرس بشقابی یا دیسک یکی از مهم ترین ابزارهای خاک ورزی است که تقریباً در انواع خاک ها قابل استفاده است. دیسک سنگین در خاک ورزی اولیه و برش و اختلاط بقایای گیاه از جمله بقایای برنج کاربرد زیادی دارد. دیسک، سطح زمین را سست، بقایای سطحی را خرد و با لایه رویی خاک مخلوط می کند. اگر از دیسک برای خاک ورزی در بقایای برنج استفاده شود، زمین باید دو بار یا بیشتر دیسک زده شود. دیسک دوم باید نسبت به نوبت اول عمود یا مورب باشد. در دیسک دوم، پره های دیسک کلوخه های به جامانده از دیسک اول را برش می دهد و بستر خاک را نرم می کند. عواملی مانند نوع خاک، رطوبت خاک، مقاومت خاک و میزان و نوع بقایای گیاهی نیز در قدرت نفوذ دیسک ها مؤثرند.

۱۰-۳- کاشت بذر

با توجه به شرایط مختلف آب و هوایی مناطق برنج خیز و وضعیت غیریکنواختی شالیزار از نظر بافت خاک و زهکشی، از دو روش کشت مستقیم و نشایی برای کشت گیاه کلزا در تناوب با برنج می‌توان استفاده کرد.

۱-۱۰-۳- کشت مستقیم

اغلب در مناطقی که دارای آب و هوای نسبتاً گرمی در پاییز هستند، بذر به صورت مستقیم در زمین کشت می‌شود که در این روش، کاشت بذر کلزا در زمین شالیزار به چند روش به شرح زیر انجام می‌گیرد.

الف) بذرپاشی پیش از برداشت برنج: این روش به کشت تأخیری معروف است. اغلب یک هفته قبل از برداشت برنج، مقدار ۱۰-۱۲ کیلوگرم در هکتار از بذور کلزا را به صورت دستی در داخل مزرعه برنج می‌پاشند. در این مدت بذور کلزا از تشعشع مستقیم نور خورشید در امان بوده و از رطوبت موجود خاک برای جوانه زنی استفاده می‌کنند. میانگین عملکرد در این روش حدود یک تن در هکتار است که با توجه به هزینه کم و آسان بودن کشت بذر، این روش می‌تواند در صورت انجام مطالعات بیشتر و تحقیقات کافی در برخی از مناطق استفاده شود. از مزایای این روش عدم رشد علف‌های هرز و همچنین در امان ماندن بذور کلزا و برگ‌های لپه‌ای از خسارت پرندگان است (نصیری و ربیعی، ۱۳۸۲).

ب) بذرپاشی بعد از برداشت برنج: در این روش بعد از برداشت برنج، زمین را بلافاصله با گاوآهن دوار (روتیواتور) یا دیسک شخم زده و خاک را به طور کامل نرم می‌کنند تا جوانه زنی و رشد گیاه به راحتی انجام گیرد. پس از آماده کردن زمین، بذرها را می‌توان به میزان ۸-۶ کیلوگرم در هکتار به وسیله دست یا با کودپاش سانتریفوژی، بذرپاشی کرد و به منظور مخلوط کردن بذر با خاک اقدام به زدن دیسک نمود. این عملیات موجب تلفات زیاد بذر می‌شود و سطح سبز غیریکنواخت ایجاد می‌کند. در این روش چون بذور در عمق‌های مختلف خاک قرار می‌گیرند، سبز شدن بوته‌ها غیریکنواخت و کمتر است، در نتیجه برای جبران آن باید میزان مصرف بذر افزایش یابد. سینا و

رامنه (۱۳۹۰) گزارش کردند که در مزارع شرق استان مازندران (بایع کلا در شهرستان نکا)، بیشترین عملکرد دانه با مصرف پنج کیلوگرم بذر در هکتار به دست آمد، بنابراین باید برای تعیین بهترین میزان بذر مصرفی برای هر رقم و هر منطقه بررسی لازم صورت گیرد. به عنوان یک توصیه کلی برای ایجاد مزرعه سبز یکنواخت در شالیزارهایی با زهکشی نامناسب و بافت خاک سنگین می توان از میزان بذر بیشتری البته در محدوده توصیه شده استفاده نمود.

۲-۱۰-۳- کشت نشایی

در اغلب موارد کشت کلزا در اراضی شالیزاری به دلیل نامساعد بودن شرایط محیطی یا با تأخیر انجام می شود یا به دلیل از دست دادن زمان مناسب، صورت نمی گیرد. وقوع شرایط نامساعد محیطی مانند بارندگی زیاد، رطوبت بیش از حد خاک و نبود زهکشی مناسب در شالیزارها، سبب عدم آماده سازی صحیح و به موقع زمین می شود، در نتیجه باعث جوانه زنی غیر یکنواخت بذر شده، استقرار گیاهچه های کلزا به خوبی صورت نگرفته و تراکم مطلوب بوته ایجاد نمی شود. برای رفع این مشکل می توان کلزا را به صورت نشاکاری کشت کرد (شکل ۹-۳). کشت نشایی کلزا به دلیل مزایایی مانند فرصت کافی برای آماده سازی زمین، استقرار مطلوب بوته ها، از بین رفتن گیاهچه ها در ابتدای فصل کشت در اثر بارندگی های زیاد، کاهش خسارت سرمای زمستانه، تولید گیاهچه های قوی و انتقال گیاهچه ها در زمان مناسب به زمین اصلی، ایجاد تراکم و آرایش کاشت مناسب در زمین اصلی، کاهش رقابت علف های هرز و حتی در بعضی مواقع به عنوان کشت سوم بعد از کشت محصولاتی مانند حبوبات می تواند استفاده شود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۰ ب). همچنین افزایش تولید دانه، ماده خشک و شاخص برداشت در کشت نشایی کلزا در مقایسه با کشت مستقیم بذر گزارش شده است (کونک و همکاران، ۲۰۲۰).



شکل ۹-۳، کشت نشایی کلزا در شالیزار

کشت نشایی کلزا نه تنها باعث صرفه جویی در مصرف بذر می شود بلکه امکان استفاده بهینه از زمین و وقت، برای تولید بیشتر را فراهم می کند. نشاکاری نقش مؤثری در بهبود استفاده از نهاده هایی مانند بذر و کود در واحد سطح دارد و همچنین با کاهش دوره رشد یا کمتر شدن زمان تولید گیاه در مزرعه می تواند موجب افزایش کارایی استفاده از نهاده هایی مانند آب و در نتیجه کاهش هزینه تولید شود. در روش نشاء کاری، گیاه رشد اولیه را در خزانه انجام داده و سپس به مزرعه اصلی منتقل می شود و بنابراین می تواند تا ۳۵ روز از دوره رشد خود را در خزانه طی کند. از دیگر مزایای مهم و اثرگذار کشت نشایی کلزا در مقایسه با کشت مستقیم در شالیزارهای شمال کشور می توان به برداشت زودتر کلزا و همپوشانی کمتر آن با کشت برنج اشاره نمود (شکل ۱۰-۳).



شکل ۱۰-۳، تفاوت بین تیمارهای کشت مستقیم و کشت نشایی از نظر زمان شروع گل‌دهی. درحالی که گیاهان کشت نشایی در مرحله گل‌دهی کامل هستند، تنها تک بوته‌هایی از گیاهان کشت مستقیم گل‌دهی را شروع نموده‌اند.

باوجود تمام این مزایا، هزینه کشت نشایی کلزا در مقایسه با کشت مستقیم زیاد است و از نظر اقتصادی برای همه کشاورزان به صرفه نیست. در چند سال اخیر مطالعات زیادی در چین برای مکانیزه کردن کشت نشایی کلزا انجام شده است تا از یک سو هزینه انجام این فرایند کاهش یابد و از سوی دیگر تداخل زمانی با کشت برنج به حداقل برسد (هو و همکاران، ۲۰۱۷). به نظر می‌رسد انجام این مطالعات برای کمک به افزایش کشت نشایی کلزا در اراضی شالیزاری ایران نیز لازم باشد. نکات لازم برای تولید گیاهچه‌های سالم و یکنواخت در خزانه عبارت است از:

(الف) خاک خزانه ترجیحاً دارای بافت سبک بوده و از نظر ساختمان خاک پوک و نفوذپذیر باشد؛

(ب) بستر خزانه دارای زهکشی مناسب باشد؛

(ج) پهنای بستر بذر ۱/۲ متر باشد تا خروج آب‌های اضافی به راحتی انجام گرفته و همچنین کندن و انتقال نشاء راحت‌تر باشد؛

(د) یک هفته قبل از نشاء بر روی گیاهچه‌ها با کود اوره محلول پاشی شود؛

(ه) گیاهچه‌ها را در مرحله ۴-۵ برگگی در فواصل ردیف ۲۵-۲۰ سانتی‌متر و درون ردیف ۱۰ سانتی‌متر باید نشاکاری کرد؛

(و) در انتقال نشاها تا حد ممکن از گیاهچه‌های قوی و بزرگ استفاده شود.

۵۰ □ فصل سوم: کاشت کلزا در شالیزار

برای توسعه کشت نشایی کلزا در شالیزارها، ضرورت تحقیقات در زمینه مسائل اقتصادی کشت نشایی، تاریخ‌های مناسب کاشت، فواصل ردیف، تراکم مناسب، ارقام مناسب، مسائل به‌زراعی و مکانیزه کردن کشت نشایی از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌منظور بررسی اثر تاریخ نشاکاری بر عملکرد و برخی صفات مهم زراعی ارقام امیدبخش کلزا، پژوهشی به مدت سه سال (۸۵-۱۳۸۲) در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت انجام شد (شکل ۱۱-۳). نتایج نشان داد که در بین تاریخ‌های نشاکاری، تاریخ نشاکاری ۱۵ آبان بیشترین عملکرد دانه، روغن و عملکرد بیولوژیکی را به ترتیب با میانگین‌های ۲۷۴۰، ۱۲۰۸ و ۸۱۲۵ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. بین ارقام کلزا نیز، رقم هایولا ۴۰۱ با میانگین‌های ۲۸۵۲، ۱۲۶۵ و ۸۲۸۴ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین عملکرد دانه، روغن و عملکرد بیولوژیکی را به خود اختصاص داد. به نظر می‌رسد کشت نشایی ارقام کلزا در زمان مناسب (تاریخ ۱ آبان تا ۱ آذر) روش مؤثری در راستای گسترش زراعت کلزا است و سبب حصول حداکثر عملکرد دانه و شاخص برداشت می‌شود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۰ ب).



شکل ۱۱-۳، نشاکاری ارقام کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت در اراضی شالیزاری

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۵۱

نتایج مطالعات صورت گرفته به منظور بررسی و مقایسه کشت نشایی و مستقیم کلزا بر عملکرد و برخی صفات زراعی رقم دلگان در اراضی شالیزاری استان گیلان طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۵ نشان داد که کشت نشایی کلزا با میانگین عملکرد دانه ۳۲۶۵ کیلوگرم نسبت به کشت مستقیم با میانگین عملکرد دانه ۳۲۴۶ کیلوگرم از برتری نسبی برخوردار بود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۹). بررسی اقتصادی این پروژه بیانگر آن بود که در کشت نشایی، هزینه بالای آن می‌تواند باعث مشکلاتی در توسعه این روش کشت شود. بیشترین هزینه کشت نشایی مربوط به هزینه‌های کارگری عملیات نشاکاری این روش کشت بود، بنابراین با توجه به عملکرد بالای کشت نشایی کلزا، برای استفاده از پتانسیل این روش در توسعه سطح کشت کلزا در اراضی شالیزاری، طراحی و ساخت ماشین یا دستگاه‌های نشاکار کلزا با توجه به بافت خاک و شرایط اقلیمی ضروری است. البته استفاده از تراکم کمتر بوته به‌منظور کاهش هزینه‌های نشاکاری دستی نیز می‌تواند موردبررسی قرار گیرد. در این تحقیق عملیات احداث خزانه برای کشت نشایی در مهرماه صورت گرفت. مقدار بذر برای کشت نشایی بر مبنای $1/8$ کیلوگرم در هکتار و کاشت نشایی کلزا به‌صورت دستی و به روش ریشه لخت در مرحله چهار برگی انجام گرفت. عمل کندن و انتقال نشاء از خزانه به زمین اصلی توسط بیل و به‌گونه‌ای صورت گرفت که خاک پیرامون ریشه به‌طور کامل کنده شود تا به ریشه‌های کلزا آسیبی نرسد. برای انجام کشت نشایی، توسط یک چوب نوک‌تیز سوراخی به عمق ۴-۵ سانتی‌متر در فواصل بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و در روی ردیف‌های کشت به فواصل ده سانتی‌متر ایجاد کرده و سپس کشت نشاء کلزا به‌صورت تک بوته صورت گرفت (شکل ۹-۳).



شکل ۱۲-۳، خزانه کلزا رقم دلگان به روش ریشه لخت: الف) خزانه در مرحله آماده شدن نشاها؛ ب) گیاهچه‌های کلزا هنگام نشاکاری؛ ج) مزرعه نشایی در زمان شروع ساقه دهی د) مزرعه نشایی در زمان گل‌دهی

۱۱-۳- لزوم زهکشی در شالیزارها

در مناطقی که دارای خاک‌هایی با بافت سنگین و میزان بارندگی زیاد می‌باشند، در اثر بارندگی زیاد شرایط غرقابی ایجاد می‌گردد که برای رشد بذور کلزا مضر می‌باشد. شرایط غرقابی همچنین، موجب سله بستن خاک و در نتیجه عدم سبز شدن بذور می‌شود. به هر حال خاک می‌تواند از آب اشباع شود و آن زمانی است که زه‌کشی ضعیف بوده و یا اینکه بارندگی خیلی زیاد باشد، آب منافذ خاک را پر کرده و از انتشار اکسیژن در قسمت گازی جلوگیری می‌کند. زمانی که دما پایین و گیاهان در حالت رکود می‌باشند، تخلیه اکسیژن بسیار کند و نسبتاً بی‌ضرر می‌باشد. زمانی که دما بالا می‌رود (بیشتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) مصرف اکسیژن توسط ریشه گیاهان، جانوران موجود در خاک و میکروارگانیسم‌های خاک می‌تواند اکسیژن را در مدت کمتر از ۲۴ ساعت، به‌طور کامل از آب‌و خاک تخلیه کند. در چنین شرایطی رشد و نمو کلزا به‌شدت کاهش می‌یابد و در صورت تداوم این وضعیت می‌تواند به نابودی مزرعه نیز منجر شود. در اراضی شالیزاری شمال کشور به دلیل سنگین بودن بافت خاک، بارندگی‌های زیاد و غرقاب بودن زمین در نیمه دوم سال، توجه به امر زهکشی برای توسعه کشت کلزا، سبز شدن یکنواخت بذور، رشد خوب گیاهچه‌ها و عملکرد بالا غیرقابل اجتناب است. شریعت احمدی (۱۳۸۲) گزارش کرد که شرایط غرقابی باعث کاهش ارتفاع بوته شده و تنش ده روز غرقاب می‌تواند تعداد و طول خورجین‌ها، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و درصد روغن را به‌شدت کاهش دهد. لذا، زهکشی با دو هدف توانایی خروج و هدایت آب از سطح مزرعه و توانایی انتقال آب خارج‌شده از مزرعه به سمت زهکش‌های اصلی منطقه باید مورد توجه قرار گیرد. به بیان دیگر، مکان‌های کشت کلزا باید به نحوی انتخاب شوند که در صورت حل مشکل خروج آب از داخل مزرعه، توانایی انتقال آن به خارج از مزرعه را نیز دارا باشند. بر این اساس، شالیزارهای تجهیز و نوسازی شده به دلیل دارا بودن زهکش‌های طراحی‌شده برای خروج آب از انتهای کرت‌های مزرعه و توانایی استفاده از ماشین‌آلات، بهترین مکان برای توسعه کشت کلزا هستند.

یزدانی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای نشان دادند که اثر فاصله زهکش‌ها بر عملکرد دانه و تعداد بوته در مترمربع معنی‌دار است و بهترین عملکرد مربوط به تیمارهای زهکش‌های طولی با فاصله ۴ متر و دارای زهکش عرضی با میانگین ۲۴۹۳ کیلوگرم در هکتار است.

۱۲-۳- تراکم بوته

کلزا گیاهی است که به دامنه وسیعی از تراکم سازگاری دارد و در تراکم‌های کم می‌تواند تا حدود زیادی کمبود تعداد گیاه در واحد سطح را با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی جبران کند. البته باید به این نکته توجه داشت که کلزا از جمله گیاهان تولیدکننده دانه می‌باشد و برای رسیدن به پتانسیل عملکرد دانه به یک حد مطلوب از تراکم بوته نیاز دارد. تراکم ۸۰-۶۰ بوته در مترمربع تراکم ایده‌آل برای کلزا محسوب می‌شود (شیرانی راد و دهشیری، ۱۳۸۱). اگر مزرعه کلزا در زمستان در اثر عدم سبز شدن بذور، آب‌گرفتگی و سرما دارای تراکم ۲۰-۱۰ بوته در مترمربع باشد، بوته‌ها می‌توانند با افزایش شاخه‌دهی، فاصله‌های خود را پر نمایند، در این صورت عملکرد این مزرعه ۶۰ تا ۷۰ درصد عملکرد مزرعه‌ای است که ۸۰-۶۰ بوته در مترمربع تراکم داشته باشد. باین‌حال تراکم پایین در مزرعه باعث افزایش تراکم علف‌های هرز شده و رقابت آن‌ها را با گیاه افزایش می‌دهد و همچنین باعث ایجاد ساقه‌های محکم و قطور می‌شود که در این حالت برداشت مزرعه با مشکل مواجه می‌شود. تراکم‌های بالاتر باعث افزایش زودرسی و یکنواختی در رسیدگی می‌شود و ساقه‌های نازک راحت‌تر برداشت می‌شود. به‌هرحال تراکم بالاتر از ۱۵۰ بوته در مترمربع نیز علاوه بر اینکه عملکرد را افزایش نمی‌دهد، خطر وقوع ورس و بیماری‌ها را افزایش می‌دهند. تصمیم مناسب‌ترین تراکم بر اساس خصوصیات خاک، زمان کاشت و حاصلخیزی خاک گرفته می‌شود. معمولاً ارقام زودرس، دیر کاشت و خاک‌های فقیر نیاز به تراکم بیشتری از ارقام دیررس، زود کاشت و خاک‌های غنی دارند. در شالیزارها به دلیل رطوبت بالای زمان خاک‌ورزی، اغلب تهیه بستر مناسب برای کلزا مقدور نیست، درنتیجه به علت پایین بودن درصد سبز شدن بذور در شالیزارها برای رسیدن به تراکم مطلوب، تراکم بذر بیشتر از میزان توصیه‌شده در شرایط عادی مصرف می‌شود و اغلب بین ۵ تا ۷ کیلوگرم بذر در هکتار قابل توصیه است. نتایج حاصل از تحقیق

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۵۵

انجام شده توسط اووزنی دوجی و همکاران (۱۳۸۶) در خصوص اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ نشان داد که تراکم ۶۷ بوته در مترمربع بهترین تراکم کشت در اراضی شالیزاری است. رجبیان و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش کردند که تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم ۵۷ بوته در مترمربع توانایی رقابت بهتری در برابر علف‌های هرز داشته و عملکرد بیشتری تولید کرد.

فصل چهارم: تغذیه گیاه در شالیزارها

قبل از تهیه بستر بذر باید آزمون خاک انجام گیرد و بر اساس خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، میزان مصرف کود تعیین شود. آزمون خاک در مفهوم کلی، شاید به تعیین خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک اطلاق گردد، ولی در معنی دقیق تر آن، اندازه گیری شیمیایی سریع خاک به منظور تعیین مقدار قابل استفاده عناصر غذایی گیاه می باشد. از میان روش های مختلف ارزیابی حاصلخیزی خاک، آزمون خاک سریع، کم خرج و دقیق بوده و می تواند پایه و اساس توصیه های کودی، قرار گیرد (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۳).

۴-۱- نیتروژن

نیتروژن یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده پروتئین می باشد که گیاه آن را به شکل معدنی (آمونیم یا نترات) جذب می کند. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش میزان پروتوپلاسم می شود و در اثر آن، اندازه سلول و سطح برگ بزرگ تر شده و باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی، رشد سریع گیاه، افزایش تعداد گل و خورجین می شود. مصرف نیتروژن مطابق با نیاز گیاه، یکی از عوامل اصلی و تعیین کننده برای رسیدن به پتانسیل عملکرد در کلزا می باشد (شکل ۱-۴). مصرف بهینه نیتروژن نقش بسزایی در افزایش عملکرد و کیفیت کلزا و جلوگیری از بروز آلودگی های زیست محیطی و به هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک داشته و سبب افزایش کارایی کودها نیز می گردد (ما و هراث، ۲۰۱۶). نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در فرآیندهای حیاتی گیاه

عهده‌دار می‌باشد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. باوجود اثر چشم‌گیر کودهای نیتروژن در افزایش رشد، تولید و عملکرد گیاهان زراعی، مصرف بیش‌ازحد آن‌ها، علاوه بر افزایش هزینه‌ها می‌تواند موجب افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی از طریق آبشویی گردد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۷). با مصرف بیش‌ازحد نیتروژن، نسبت بیشتری از مواد فتوسنتزی به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل تولید هیدرات‌های کربن کاهش می‌یابد. در اثر عدم وجود سوبسترای کافی جهت سنتز روغن، میزان روغن دانه کاهش می‌یابد. رابطه بین افزایش عملکرد روغن و کاهش درصد آن به نحوی است که بیشترین بهره‌وری مصرف کود نیتروژن با قدری کاهش درصد روغن، حاصل می‌گردد (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷). میرزاشاهی (۱۳۷۹) در تحقیقات خود بیان نمود که کمبود نیتروژن، تولید محصول در کلزا را بیش از سایر عناصر محدود می‌کند. سطح بهینه نیتروژن در بافت‌های گیاه کلزا در مرحله گل‌دهی، در حدود دو و نیم الی چهار درصد است. در زیر سطح دو درصد کمبود نیتروژن و در بالای سطح پنج درصد، نیتروژن اضافی در بافت گیاه وجود دارد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). علائم اولیه کمبود نیتروژن معمولاً ابتدا به‌صورت رنگ سبز روشن در ساقه و برگ‌ها دیده می‌شود (شکل ۲-۴). برگ‌ها ممکن است کلروزه شده، اغلب به رنگ ارغوانی درآمد و برگ‌های مسن‌تر ممکن است پژمرده شوند. رشد گیاه اندک، ساقه‌های اصلی ضعیف و کوتاه با انشعابات کم و زراعت ضعیف و کم‌پشت باقی می‌ماند. تعداد خورجین‌ها کم شده و دوره گلدهی محدود می‌شود، بنابراین گیاه در مقایسه با شرایط دریافت نیتروژن کافی، دوره رشد را زودتر تکمیل می‌کند (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷). هماهنگ شدن الگوی مصرف و نیاز نیتروژن گیاه زراعی در هر مرحله نمو، برای ظهور پتانسیل عملکرد ضروری است. در همین جهت، راهبردهای مدیریت واقعی مصرف نیتروژن در تطبیق فراهمی کود با نیاز واقعی گیاه موجب افزایش جذب نیتروژن در گیاه و کاهش تلفات آن به محیط می‌شود (بالاسوبراماتیان و همکاران، ۲۰۰۰).



شکل ۱-۴، تأثیر مصرف کود نیتروژن بر رشد و نمو گیاه کلزا. گیاه شاهد بدون مصرف نیتروژن (بوته سمت راست) و تیمار با مصرف کود نیتروژن (بوته سمت چپ)



شکل ۲-۴، علائم کمبود نیتروژن در گیاه کلزا، برگ‌های مسن معمولاً زرد شده و برگ‌های جوان به رنگ ارغوانی دیده می‌شوند (منبع: بخش صنایع اولیه و توسعه منطقه‌ای، دولت محلی استرالیای غربی)

مدیریت مصرف کود یک عامل بسیار مهم در تولید کلزا محسوب می‌شود. مدیریت صحیح کود نه تنها به بهینه‌سازی عملکردهای گیاه و سودبخشی آن منجر می‌شود، بلکه کیفیت و ظرفیت تولید را در منابع خاکی تضمین می‌کند. یکی از مهم‌ترین عوامل جهت افزایش عملکرد کلزا، تعیین نیاز کودی آن به نیتروژن است. زیاد بودن بیش‌ازحد نیتروژن در پائیز و قبل از زمستان گذرانی باعث رشد بیش‌ازحد بوته‌ها می‌شود. این موضوع می‌تواند خطر سرمازدگی جوانه انتهایی را افزایش دهد. همچنین کمبود نیتروژن موجب کوتاه شدن ارتفاع بوته‌ها، زرد شدن شاخ و برگ‌ها، کاهش تعداد خورجین‌ها و کاهش عملکرد می‌شود. فیره‌ورست و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که مقدار کود نیتروژن موردنیاز گیاه را می‌توان از طریق رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\text{رابطه } F_N = (Y_{\text{Target}} - y_{N0}) / AE_N \quad (۴-۱)$$

که در آن:

$$F_N = \text{کود نیتروژن موردنیاز (کیلوگرم در هکتار)}$$

$$Y_{\text{Target}} = \text{عملکرد موردنظر (کیلوگرم در هکتار)}$$

$$y_{N0} = \text{عملکرد در شرایط بدون کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)}$$

AE_N = افزایش در عملکرد به ازای هر واحد افزایش کود نیتروژن (افزایش کیلوگرم دانه بر کیلوگرم کود نیتروژن مصرف‌شده).

زمان‌بندی و مقدار مناسب نیتروژن به تأمین نیاز گیاه و بهبود کارایی استفاده از نیتروژن کمک می‌کند. علاوه بر این انتخاب مرحله رشد گیاه در زمان مصرف کود هم تعیین‌کننده است و بهترین روش مصرف نیتروژن می‌تواند با توجه به زمان مصرف آن متفاوت باشد. کود نیتروژن موردنیاز بستگی زیادی به نوع زراعت، نوع خاک، شرایط آب‌وهوایی و مدیریت مزرعه دارد و این موضوع برای تشخیص و کاربرد نیتروژن موردنیاز در شرایط مختلف حائز اهمیت است. به دلیل حلالیت فراوان کودهای نیتروژن، زمان مصرف کود بسیار مهم بوده و یکی از دلایل پائین بودن کارایی کودهای نیتروژن استفاده از آن‌ها در زمان نامناسب است (طوسی کهل، ۱۳۸۹).

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۶۱

کلزا برای تولید هر تن دانه، ۶۰ تا ۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از خاک جذب می‌کند. این میزان نیتروژن به صورت یک سوم در هنگام کاشت و دوسوم به صورت سرک (یک سوم هنگام شروع ساقه رفتن و یک سوم دیگر هنگام تشکیل غنچه‌های گل) مصرف می‌شود. در مناطق شمالی کشور به دلیل بارندگی‌های زیاد، امکان شسته شدن و خروج نیتروژن از دسترس ریشه گیاه وجود دارد، بنابراین دادن کود پایه از اهمیت زیادی برخوردار است.

نتایج پژوهش انجام شده در خصوص بررسی میزان و نحوه تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در کلزا رقم هایولا ۴۰۱ نشان داد که مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین بازایی ظاهری نیتروژن، عملکرد دانه و روغن را دارا بود (شکل ۳-۴). همچنین مصرف کود نیتروژن در زمان (یک سوم زمان کاشت + یک سوم زمان ساقه رفتن + یک سوم قبل از گلدهی)، به علت در دسترس بودن نیتروژن به مقدار مناسب در مراحل رشد گیاه و استفاده مناسب از آن باعث کاهش تلفات نیتروژن از طریق آبشویی، نترات زدایی و تصعید شده و با افزایش جذب نیتروژن، موجب افزایش عملکرد کلزا شد (ربیعی و طوسی، ۱۳۸۹). نتایج انجام شده در خصوص فواصل کشت و میزان کود نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات زراعی کلزا رقم هایولا ۳۰۸، در اراضی شالیزاری استان گیلان نشان داد که فاصله ۲۰ سانتی متر و میزان کود ۱/۳ برابر توصیه شده بر اساس دستورالعمل کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب بیشترین عملکرد دانه و روغن کلزا را به همراه داشت. به نظر می‌رسد که به دلیل میزان زیاد بارندگی و وضعیت خاص اقلیمی مناطق شمالی کشور، ضمن رعایت مسائل زیست محیطی و جلوگیری از مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژن برای دستیابی به عملکرد قابل قبول و اقتصادی کشت کلزا در اراضی شالیزاری، باید از میزان کود نیتروژن بیشتری استفاده کرد (ربیعی، ۱۳۹۰). پژوهش آبروان و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که در شهرستان‌های گنبد، گالیکش و کلاله استان گلستان عملکرد واقعی کشاورزان به ترتیب ۱۰۸۱، ۱۷۲۸ و ۱۴۵۶ کیلوگرم در هکتار است، در حالی که عملکرد قابل دستیابی در این سه شهرستان به ترتیب ۳۰۳۲، ۴۰۳۲ و ۳۵۱۶ کیلوگرم در هکتار است و بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی با رعایت مدیریت بهینه در شهرستان‌های گنبد، کلاله و گالیکش به ترتیب ۱۹۵۱، ۲۰۶۰ و ۲۳۰۴ کیلوگرم تفاوت وجود دارد. مقادیر عملکرد واقعی و قابل دستیابی

در مجموع شرق استان به ترتیب ۱۴۱۷ و ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و تفاوت عملکرد به دست آمده، ۳۳۸۲ کیلوگرم محاسبه شد. از مهم ترین دلایل تفاوت عملکرد در همه مناطق موردنظر میزان کاربرد کود نیتروژن بود که عملکرد را در محدوده شرق استان با ۲۵ درصد محدودیت روبه رو کرد. کاربرد کود گوگرد عامل ۱۶ درصد تفاوت عملکرد در شرق استان بود.



شکل ۳-۴، مقایسه سطوح و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد گیاه کلزا در شالیزار

۱-۱-۴- محلول پاشی نیتروژن

محلول پاشی عناصر غذایی از اوایل دهه ۱۹۵۰ مطرح شده که دارای مزایای مختلفی در مقایسه با کاربرد خاکی آن از جمله استفاده همزمان با بسیاری از مواد شیمیایی مانند آفت کش ها در یک مخزن می باشد. افزایش روزافزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان، ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی آب های زیرزمینی و تخریب ساختمان خاک در اثر مصرف بی رویه و نا آگاهانه ی کودهای شیمیایی، از جمله مشکلاتی هستند که باید با روش های مناسب برطرف شوند. تغذیه برگی روشی است که برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده مؤثرتر از آن ها در دنیا و همچنین کاهش خطرات زیست محیطی مطرح شده است. با تغذیه از طریق برگ می توان مواد

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۶۳

غذایی را در کوتاه‌ترین زمان ممکن در اختیار گیاه قرارداد (رضایی و ملکوتی، ۱۳۷۹). ضرورت محلول‌پاشی عناصر غذایی در جبران کمبود مواد غذایی از طریق ریشه‌ها و یا تأمین نیاز گیاه به این عناصر در برگ‌ها به‌ویژه در مرحله زایشی توسط پیر و همکاران (۲۰۰۷) و ریان و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شده است. همچنین شرایط آب‌وهوایی مناسب برای انجام محلول‌پاشی، دمای پایین و رطوبت نسبی بالا مانند شرایط اوایل صبح و یا اواخر غروب گزارش شده است. علاوه بر این محلول‌پاشی می‌تواند با بهبود استفاده از مواد مغذی و کاهش مصرف خاکی کود، موجب کاهش آلودگی‌های محیطی شده و جذب ریشه‌ای مواد غذایی را افزایش دهد. با توجه به اهمیت زمان و مقدار مصرف کود نیتروژن در عملکرد و اجزای عملکرد کلزا، انتخاب زمان و مقادیر مناسب کود نیتروژن می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش عملکرد و سودآوری بیشتر برای زارعین و در نتیجه توسعه کشت کلزا ایفا نماید. با توجه به این که مشکل اصلی در تأمین نیتروژن، قابلیت حل سریع فرم‌های معدنی آن است، در این ارتباط، استفاده از محلول‌پاشی اوره به عنوان مکمل کاربرد خاکی مورد توجه است. محلول‌پاشی مواد غذایی با محلول‌های کودی مناسب بر روی برگ‌های گیاه در حال رشد می‌تواند منجر به جذب همه عناصر غذایی از طریق برگ شود (طوسی کهل، ۱۳۸۹).

در مواقعی که واکنش سریع گیاه مورد نظر باشد و خطر تثبیت عناصر در خاک زیاد و رطوبت خاک پایین باشد و همچنین در مواقعی که خطر آبشویی نیتروژن در اثر بارندگی زیاد و شرایط غرقابی زمین وجود داشته باشد، با استفاده از محلول‌پاشی،



شکل ۴-۴، محلول پاشی کود نیتروژن روی گیاه کلزا در شالیزار

می‌توان به‌طور سریع نیاز غذایی به نیتروژن گیاه را برطرف کرد (شکل ۴-۴). نتایج حاصل از تحقیق انجام‌شده در خصوص بررسی اثر غلظت و زمان محلول پاشی نیتروژن در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور نشان داد که تیمارهای محلول پاشی نیتروژن با غلظت ده در هزار در زمان ساقه رفتن + قبل از گلدهی و تیمار محلول پاشی در سه مرحله (۸-۶ برگه + ساقه رفتن

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۶۵

+ قبل از گلدهی) به ترتیب با میانگین ۳۶۲۹ و ۳۶۸۶ کیلوگرم در هکتار به‌طور مشترک بیشترین عملکرد و تیمار شاهد متداول بدون محلول‌پاشی (۲۶۲۳ کیلوگرم در هکتار) و تیمار شاهد بدون کود نیتروژن (۹۵۰ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به افزایش ۱۰۰۰ کیلوگرم دانه کلزا در اثر استفاده از محلول‌پاشی در مقایسه با تیمار استفاده منحصراً خاکی از نیتروژن، اهمیت بالای استفاده از این روش تغذیه‌ای برای کشت کلزا در منطقه به‌خوبی مشخص می‌شود. در مجموع با توجه به نتایج، تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ در هزار در مرحله ساقه رفتن + قبل از گلدهی به دلیل افزایش عملکرد دانه و روغن، توجیه اقتصادی کاهش مصرف کود و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌عنوان بهترین تیمار محلول‌پاشی برای کشت کلزا در شالیزارها قابل توصیه است (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۴- فسفر

گیاه کلزا به ازای تولید هر تن دانه، حدود ۱۲ تا ۱۵ کیلوگرم در هکتار فسفر از خاک جذب می‌کند. از آنجاکه فسفر در خاک متحرک نیست، در معرض آبشویی نیز قرار نمی‌گیرد. کودهای فسفوری بیشترین قابلیت استفاده را بلافاصله بعد از کاربرد دارند. کلزا در مراحل اولیه رشد به‌سرعت فسفر را جذب کرده و تا هشت هفته این جذب ادامه دارد؛ بنابراین کود فسفر باید هم‌زمان با کاشت مصرف شود. سیستم ریشه‌ای ضعیف، ساقه‌هایی با انشعاب کم و برگ‌های باریک از علائم کمبود فسفر می‌باشند. در کمبود شدید فسفر، برگ‌ها به‌رنگ سبز مایل به آبی و اغلب با لکه‌های ارغوانی ظاهر می‌شوند (شکل ۴-۵). کوتاه ماندن ریشه‌ها و کوتولگی بوته‌ها از دیگر علائم کمبود فسفر می‌باشند (نورقلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم برای کشت کلزا در اراضی شالیزاری مناسب است.



شکل ۵-۴، علائم کمبود فسفر در گیاه کلزا (منابع: انجمن تحقیق و توسعه دانه‌ها (استرالیا) و دانشگاه ایالتی مونتانا (ایالات متحده))

۴-۳- پتاسیم

نیاز کلزا به پتاسیم در مقایسه با غلات بیشتر است. این عنصر در مراحل اولیه رشد به سرعت از خاک جذب می‌شود. نیاز به پتاسیم در طول دوره گل‌دهی به بیشترین مقدار در واحد سطح می‌رسد. به دلیل تحرک اندک پتاسیم در خاک، مصرف آن به روش نواری بسیار مفید است. چنانچه پتاسیم در سطح خاک مصرف و بعد زیر خاک برده شود، به دلیل تثبیت بیشتر پتاسیم، لازم است مقدار کود پتاسیم مصرفی را افزایش داد. کلزا برای حداکثر رشد و عملکرد مطلوب نیاز به مقدار کافی پتاسیم دارد. پتاسیم نقش مهمی در سیستم‌های آنزیمی، متابولیسم مواد فتوسنتزی و تبدیل آن‌ها به روغن دارد. پتاسیم تحمل گیاه را نسبت به تنش‌های زنده (آفات و بیماری‌ها) و غیرزنده (شوری، دما و خشکی) افزایش می‌دهد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۹). علائم کمبود پتاسیم، کاهش رشد، پژمردگی و زرد شدن بوته است (شکل ۶-۴). آزمایش انجام‌شده در خصوص میزان مناسب پتاسیم در زراعت کلزا در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، بیشترین عملکرد دانه را داشت و برای کشت کلزا در منطقه قابل توصیه است. باید در نظر داشت که با افزایش مصرف پتاسیم، میزان روغن دانه نیز سیر نزولی خواهد داشت، بنابراین باید تعادل در مصرف این عنصر رعایت شود (ربیعی و طوسی، ۱۳۸۹).



شکل ۴-۶، علائم کمبود پتاسیم در گیاه کلزا (منبع: انجمن توسعه پتاس، انگلستان)

۴-۴- گوگرد

گوگرد چهارمین عنصر غذایی موردنیاز کلزا می‌باشد که برای رشد کلزا ضروری است. هر تن کلزا چهار تا پنج برابر گندم گوگرد از خاک خارج می‌کند. مقدار کافی گوگرد به شکل سولفات در خاک به صورت قابل توجهی رشد رویشی و تولید ماده خشک را افزایش می‌دهد و سبب افزایش تعداد خورجین و عملکرد بذر با افزایش مقدار پروتئین در بذرها می‌گردد (نورقلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). نیاز کلزا به گوگرد سه برابر بیشتر از غلات است. در صورت کمبود گوگرد، برگ‌های جوان به زردی متمایل شده و رشد آن‌ها ضعیف شده و فنجانی شکل می‌شوند. علاوه بر این لکه‌های ارغوانی مایل به قرمز بر روی برگ‌ها ایجاد می‌شود (شکل ۴-۷). مصرف ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار باعث حداکثر واکنش محصول می‌شود. البته مصرف بیش از حد گوگرد به دلیل تأثیر احتمالی بر کیفیت دانه کلزا (افزایش گلوکوزینولات) توصیه نمی‌شود.



شکل ۷-۴، علائم کمبود گوگرد در گیاه کلزا (منبع: بخش صنایع اولیه و توسعه منطقه‌ای، دولت محلی استرالیای غربی)

گوگرد می‌تواند در پاییز به صورت مخلوط با خاک مزرعه یا به صورت سرک همراه با مصرف نیتروژن در بهار مصرف شود. محمدی طبالوندی و همکاران (۱۳۹۱) تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۳۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد را برای حصول بیشترین عملکرد و نیز بیشترین کارایی مصرف و جذب گوگرد رقم‌هایولا ۴۰۱ در شهرستان رشت توصیه کردند. همچنین آزمایش انجام‌شده در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت در خصوص بررسی اثر عناصر گوگرد، بر و روی بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا رقم‌هایولا ۴۰۱ نشان داد که ترکیب تیماری گل گوگرد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، براکس ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و کلات روی به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و کیفیت روغن کلزا را داشت و برای استفاده در منطقه قابل توصیه است (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳).

۵-۴- بُر

کلزا به مقدار زیادی بُر نیاز دارد و کمبود آن باعث صدمه به فرایندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی گیاه (شکل ۸-۴) و نیز عدم تشکیل میوه بعد از گلدهی می‌شود. در خاک‌هایی که دارای کمتر از ۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر هستند، مقدار ۱۵-۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید بوریک به صورت پخش یکنواخت توصیه می‌شود. گزارش شجاع و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد، مصرف ریزمغذی بُر

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۶۹

می‌تواند عملکرد کلزای رقم‌هایولا ۴۰۱ را در اراضی شالیزاری شهرستان رشت از ۱۹۳۰ کیلوگرم در هکتار به ۲۱۸۸ کیلوگرم در هکتار افزایش دهد که نشان‌دهنده اهمیت بالای این عنصر برای افزایش تولید محصول کلزا است. همچنین مصرف هم‌زمان کودهای روی، گوگرد و بُر می‌تواند تعداد خورجین در ساقه اصلی و ساقه‌های فرعی و وزن هزار دانه را بهبود بخشیده و عملکرد گیاه را تا ۲۴۸۲ کیلوگرم در هکتار افزایش دهد. حبیبی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که مصرف هم‌زمان روی [به‌صورت کلات و به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار]، بُر [به‌صورت بوراکس و به میزان یک و نیم کیلوگرم در هکتار] و گوگرد [به‌صورت گل گوگرد و به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار] باعث افزایش عملکرد تا ۴۸/۷ درصد در مقایسه با شاهد شد و میزان روغن دانه هم از ۳۸/۳۷ درصد در گیاهان شاهد به ۴۲/۵۸ درصد افزایش یافت.

مجیدیان و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که مصرف هم‌زمان سه کود یادشده ضمن افزایش ۲۹ درصدی عملکرد دانه، ۱۹ درصدی وزن هزار دانه و ۲۷ درصدی میزان روغن دانه، باعث افزایش میزان اسید اولئیک (از ۱۵۸/۳ میلی‌گرم بر گرم در گیاهان شاهد به ۲۲۹/۶ میلی‌گرم بر گرم) و اسید لینولنیک (از ۱۷/۱۱ میلی‌گرم به گرم در گیاهان شاهد به ۲۷/۱۴ میلی‌گرم بر گرم) می‌شود، بنابراین کاربرد هم‌زمان عناصر گوگرد، روی و بُر می‌تواند ضمن تأثیر مثبت بر افزایش کمیت محصول، با افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسید اروسیک، تأثیر مفیدی بر کیفیت محصول کلزا در تناوب با برنج داشته باشد.



شکل ۴-۸، علائم کمبود بُر در برگ و ریشه گیاه کلزا. راست، میزان کافی از عنصر و چپ، کمبود عنصر (منابع: بخش صنایع اولیه و توسعه منطقه‌ای، دولت محلی استرالیای غربی و دکتر و. زورن (دفتر دولتی کشاورزی و مناطق روستایی تورینگن آلمان))

۵-۴- روی

در خاک‌های زراعی ایران به دلایل مختلفی مانند آهکی بودن خاک‌ها، اسیدیته بالا، حضور بی‌کربنات در آب آبیاری، مصرف بیش‌ازحد کودهای فسفاته و عدم رواج مصرف کودهای روی، کمبود این عنصر رواج دارد (شجاع و همکاران، ۱۳۹۱). به‌طور کلی مصرف کودهای میکرو به‌صورت محلول‌پاشی تأثیر بهتری روی رشد و نمو گیاه نسبت به مصرف خاکی کودها دارد. مصرف کود روی در کلزا سبب افزایش صفاتی چون عملکرد، رشد ریشه‌ها، تعداد خورجین، شاخه بندی و

فتوسنتز در گیاه می‌شود و همچنین غلظت این عنصر را در دانه‌ها افزایش می‌دهد (گراول و همکاران، ۱۹۹۹). آزمایش انجام‌شده در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت نشان داد که مصرف سولفات روی در مقایسه با شاهد سبب افزایش معنی‌دار عملکرد ارقام کلزا شده است (فانی اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱).

۷-۴- کودهای زیستی

در راستای پایداری تولیدات کشاورزی و حفظ منابع زیست‌محیطی، بهره‌گیری از کود زیستی به عنوان یک منبع مکمل کودی می‌تواند در افزایش کمیت و کیفیت تولید کلزا مؤثر باشد. کودهای زیستی به مواد آلی حاصل از کودهای دامی و اضافات گیاهی و همچنین تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌های مرتبط با تثبیت نیتروژن و یا فراهمی عناصری چون فسفر که در خاک فعالیت می‌کنند گفته می‌شود. این میکروارگانیسم‌ها همچنین می‌توانند با تولید هورمون‌های محرک رشد (ازجمله اکسین‌ها) و مقابله با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا (از طریق تولید سیدروفور) در رشد و نمو گیاه مؤثر واقع شوند (احمد و همکاران، ۲۰۰۵). در بین باکتری‌های محرک رشد، ازتوباکترها به‌طور گسترده‌ای برای تولید مواد آلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدون تردید، کاربرد کودهای زیستی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارند، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مفید می‌باشند. گزارشات متعددی از تأثیر مثبت ازتوباکترها روی افزایش تثبیت نیتروژن، بهبود وضعیت آب گیاه و تولید فیتوهورمون‌ها در گیاهان مختلفی مانند گندم، جو، کتان، توتون، خردل و ذرت وجود دارد (سروری و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج آزمایش انجام‌شده در خصوص تأثیر همیاری سویه‌های ازتوباکتر کروکوکوم بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی کلزا در رشت (سروری و همکاران، ۱۳۹۴) نشان داد که عملکرد دانه کلزا تحت تأثیر ازتوباکتر افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته است. تولید هورمون‌های محرک رشد، تثبیت نیتروژن، قابل‌حل کردن مواد معدنی ازجمله فسفر (تاندازه‌ای)، تولید سیدروفور و انواع آنتی‌بیوتیک از مکانیسم‌های اثر ازتوباکتر به شمار می‌روند که با استفاده از حداقل یکی از این مکانیسم‌ها، باعث افزایش عملکرد گیاه شده است. به نظر می‌رسد که ازتوباکتر با تثبیت نیتروژن،

تولید هورمون‌های محرک رشد و توسعه ریشه باعث افزایش جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم شده است. بر اساس نتایج این مطالعه استفاده از ازتوباکتر کروکوکوم باعث افزایش عملکرد و صفات کیفی کلزا می‌شود و می‌توان از آن به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی استفاده کرد.

گزارش (یاسری و همکاران، ۲۰۰۹) نشان داد که تلقیح کلزا با ازتوباکتر سبب افزایش ۲۱/۱۷ درصدی عملکرد دانه، ۱۶/۵۰ درصدی در تعداد خورجین دانه، ۱۱/۷۸ درصدی در تعداد شاخه‌ها، ۲/۹۲ درصدی در وزن هزار دانه، ۱/۷۳ درصدی میزان روغن و افزایش ۳/۹۱ درصدی پروتئین دانه کلزا شده است. آزمایش انجام‌شده توسط فتحی و همکاران در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت (۱۳۹۱) نیز بیانگر آن است که مصرف هم‌زمان ازتوباکتر و ۵۰ درصد کود اوره در مقایسه با شاهد، درصد روغن دانه کلزا را از ۴۰ به ۴۴ درصد و عملکرد دانه را از ۱۷۶۶ کیلوگرم در هکتار به ۳۴۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. همچنین با بررسی اثر تلفیقی ازتوباکتر، آزوسپیریوم و قارچ تریکودرما بر کلزا، افزایش معنی‌داری در صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه مشاهده شد (مگاور و محفوز، ۲۰۱۰).

۸-۴- نکات کاربردی تغذیه کلزا در شالیزارها

برای انجام یک تغذیه متعادل کودی کلزا و داشتن یک مزرعه خوب و با پتانسیل عملکرد بالا در شرایط شالیزاری (شکل ۹-۴) موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

الف) در صورت نبود نتایج آزمون خاک، می‌توان از توصیه عمومی کاربرد ۵۰ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۷۵ کیلوگرم سولفات منیزیم در هکتار در هنگام کشت استفاده کرد. لازم است در دو مرحله ۴ تا ۵ برگگی و نیز شروع گل‌دهی مقادیر ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره همراه با ۵۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم به‌صورت سرک مصرف شود.

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۷۳

ب) از کودهای تلفیقی یا ترکیبی شامل کودهای آلی، گوگردی و نیز میکروارگانیزم‌های محرک رشد استفاده شود.

ج) برای یکنواختی در سبز شدن بذور، از ترکیبات بذرمال یا از میکروارگانیزم‌های محرک رشد استفاده گردد.

د) در مرحله ۴ تا ۵ برگی به منظور افزایش ریشه دهی و بهبود تولید شاخه‌های جانبی از کودهای فسفر بالا همانند ۱۰-۵۲-۱۰ همراه با کودهای پتاسیمی دارای گوگرد به صورت محلول‌پاشی با غلظت مناسب (سه کیلو در هکتار در ۴۰۰ لیتر آب) استفاده شود.

ه) در مرحله شروع گلدهی، توصیه بر مصرف ترکیبات پتاسیم بالا (دست‌کم حاوی ۳۰ درصد پتاسیم) همراه با ترکیبات میکرو (دست‌کم دارای ۱۰ درصد عناصر ریزمغذی محلول) به صورت محلول‌پاشی است که باعث افزایش درصد تلقیح گل‌های کلزا و در نتیجه افزایش تعداد دانه و عملکرد می‌شود. می‌توان از نمونه‌هایی از کودهای پتاسیمی که حاوی گوگرد نیز هستند برای محلول‌پاشی در این مرحله استفاده کرد. میزان مصرف بر اساس توصیه شرکت سازنده است.

و) اگر نتایج آزمون خاک نشان‌دهنده نسبت کم منیزیم به پتاسیم قابل جذب باشد و نیز در صورت مصرف نکردن منیزیم در مرحله کاشت، در ترکیب محلول‌پاشی مرحله قبل گلدهی از منبع سولفات منیزیم محلول با غلظت ۳ در هزار استفاده شود.



شکل ۹-۴، تأثیر تغذیه مناسب مزرعه بر شادابی و رشد متوازن گیاهان کلزا

فصل پنجم: تنش‌های زیستی و غیر زیستی در شالیزارها

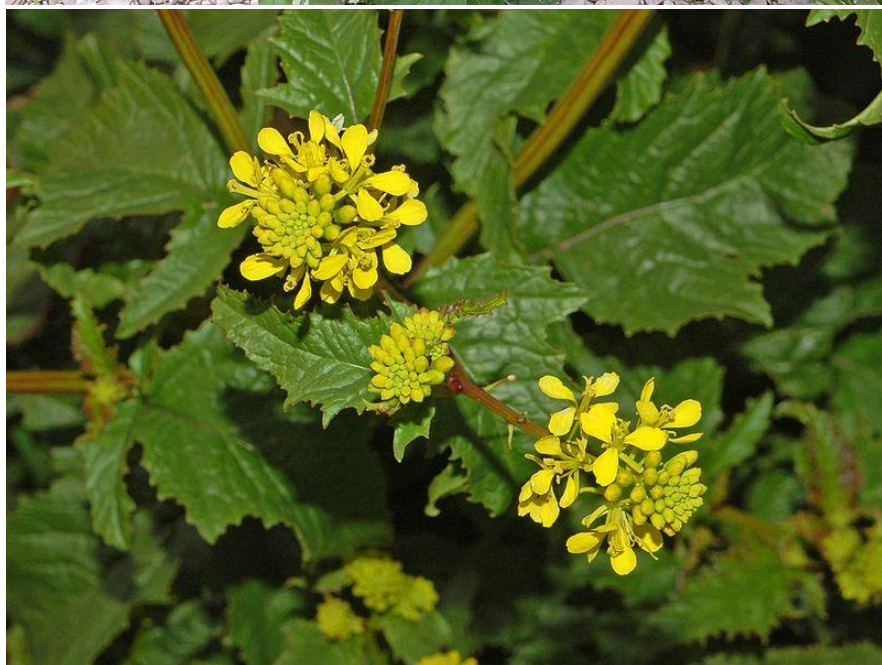
۱-۵- علف‌های هرز

علف‌های هرز، یکی از عوامل اصلی کاهش توسعه کشت در زراعت کلزا محسوب می‌شوند. کلزا به علت داشتن بستر نرم، بذر ریز، گیاهک کوچک و کم‌رشد، در اوایل رشد مورد حمله علف‌های هرز قرار می‌گیرد و عملکرد آن کاهش می‌یابد. دوره بحرانی علف‌های هرز در گیاه کلزا، اوایل رشد گیاهچه است. یافته‌های مارتین و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که مزرعه کلزا باید تا مرحله چهار برگی (۴۱ روز پس از سبز شدن) عاری از علف هرز باشد تا از کاهش ۱۰ درصدی محصول جلوگیری شود. رجبیان و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه تعیین تأثیر تراکم بوته بر دوره بحرانی کنترل علف هرز مزارع کلزا در منطقه رشت، گزارش کردند که در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع با در نظر گرفتن ۱۰ و ۵ درصد افت مجاز عملکرد، به ترتیب بین مراحل سبز شدن تا ظهور جوانه گل و کاشت تا گلدهی به عنوان دوره بحرانی کنترل علف هرز در نظر گرفته شد. نتایج این آزمایش نشان داد که دوره بحرانی کنترل علف هرز در تراکم ۵۷ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۸۰ بوته زودتر شروع شده و دامنه آن نیز طولانی‌تر بود. علت این امر به بسته شدن زودتر پوشش گیاهی، کوتاه‌تر بودن طول دوره رشد، کاهش تعداد علف‌های هرز و در نتیجه افزایش توان رقابتی گیاه در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع نسبت داده می‌شود. نتایج یافته‌های اصغری و همکاران (۱۳۸۹) در اراضی شالیزاری شهرستان رشت نشان داد که با در نظر گرفتن ۵ درصد کاهش قابل تحمل

عملکرد، در فاصله کاشت ۱۵ سانتیمتر (تراکم ۱۳۳ بوته در مترمربع) یک دوره ۶۳ روزه بین روزهای ۲۵ و ۸۸ پس از کاشت مصادف با مراحل سبز شدن تا ۸ برگی کلزا و با احتساب ۱۰ درصد کاهش مجاز عملکرد یک دوره ۲۸ روزه بین روزهای ۳۶ تا ۶۴ پس از کاشت مصادف با مراحل ۲ برگی تا ۶ برگی کلزا به‌عنوان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در این فاصله تعیین گردید. در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متر (تراکم ۶۶ بوته در مترمربع) نیز با احتساب ۵ درصد کاهش قابل‌تحمل در عملکرد، یک دوره ۶۳ روزه بین روزهای ۳۲ تا ۹۵ پس از کاشت یعنی بین مراحل ۳ تا ۱۰ برگی کلزا و با در نظر گرفتن ۱۰ درصد کاهش مجاز عملکرد یک دوره ۲۷ روزه بین روزهای ۵۰ تا ۷۷ پس از کاشت مصادف با مراحل ۴ تا ۷ برگی کلزا به عنوان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در این فاصله به دست آمد.

زمینی که پس از برداشت کلزا استفاده می‌شود، علف هرز کمتری دارد و به همین علت کلزا به عنوان یک زراعت پاک‌کننده مزارع از علف‌های هرز شهرت دارد. مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع شالیزاری می‌توان آلاله^۱ و ترشک^۲ را نام برد (اصغری و همکاران، ۱۳۸۹). خردل وحشی بانام علمی *Sinapis arvensis*، ازجمله مهم‌ترین علف‌های هرز هم‌خانواده کلزا می‌باشد (شکل ۱-۵). میزان رشد خردل وحشی در برخی از مناطق کشور نظیر استان‌های مازندران و گلستان به دلیل مساعد بودن شرایط اقلیمی برای این گیاه بسیار زیاد می‌باشد. خردل وحشی گیاهی حساس به یخبندان بوده و تحت این شرایط سریعاً از بین می‌رود. رشد این گیاه در مناطقی با شدت نور بالا، بسیار زیاد می‌باشد. خردل وحشی گیاهی یک‌ساله زمستانه محسوب می‌شود. در حالت طبیعی بذر این گیاه قادر است در سرتاسر سال جوانه بزند. در صورت جوانه‌زنی در پاییز، زمستان را به فرم روزت سپری می‌کند و سپس در بهار به رشد خود ادامه می‌دهد (افشاری آزاد و همکاران، ۱۳۹۵).

1. *Ranunculus Bulbosus*
2. *Rumex Crispus*



شکل ۱-۵، علف هرز خردل وحشی «منابع، آگاتا فوسیلی (ایتالیا) و اولیور پیچارد (فرانسه)».

روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز در زراعت کلزا به شرح زیر است.

۱-۱-۵- کنترل زراعی

الف) رعایت تناوب زراعی: استفاده از تناوب زراعی مناسب به خصوص با غلات، بهترین روش زراعی کنترل علف‌های هرز می‌باشد. کنترل علف‌های هرز نازک برگ در مزرعه کلزا و علف‌های هرز پهن برگ در مزارع غلات با علف‌کش‌های موجود به راحتی امکان پذیر است. تناوب کلزا با محصولات وجینی تراکم علف‌های هرز را در مزارع کلزا به حداقل می‌رساند.

ب) ماکار کردن: زمین یک ماه قبل از کشت آبیاری شود تا علف‌های هرز سبز شوند و قبل از کاشت بذر کلزا با دیسک سبک یا روتیواتور علف‌های هرز از بین رفته و کشت انجام شود. خسارت ناشی از سله بستن با این روش به حداقل می‌رسد. همچنین در مراحل اولیه رشد رویشی کلزا و قبل از به ساقه رفتن بوته‌ها می‌توان از وجین‌کن‌های ردیفی مخصوص برنج با تنظیم فاصله‌های ردیف‌های وجین کن، برای از بین بردن علف‌های هرز بین ردیف‌های کلزا نیز استفاده کرد.

ج) کشت بذور سالم: اگر بذور کلزا با علف‌های هرز هم‌خانواده، مثل خردل وحشی مخلوط شود، جدا کردن آن‌ها بسیار سخت می‌باشد، بنابراین باید به هنگام تهیه بذر دقت گردد که بذور ناخالصی نداشته باشد و از مزارع سالم و عاری از علف هرز تهیه گردد (رودی و همکاران، ۱۳۸۲).

۲-۱-۵- مبارزه شیمیایی

الف) قبل از کاشت کلزا: یک مرحله سم‌پاشی با علف‌کش تریفلورالین به میزان ۲ تا ۲/۵ لیتر در هکتار انجام شود. ترفلان برای کنترل علف‌های هرز در حال جوانه زدن در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد و به شدت از رشد و نمو گیاهان حساس جلوگیری می‌کند. این علف‌کش بر اندام‌های هوایی تأثیری نداشته و به داخل گیاه انتقال نمی‌یابد. ترفلان بر روی اکثر گرامینه‌ها مؤثر بوده و علف‌های هرز برگ باریک یک‌ساله از جمله سوروف، ارزن وحشی، قیاق بذری و دم‌روباهی را به خوبی کنترل می‌نماید.

برای استفاده از ترفلان موارد زیر باید رعایت شود:

۱- آماده سازی زمین به خوبی انجام گیرد. در زمین هایی که دارای کلوخه هستند، علف کش تأثیر لازم را نخواهد داشت.

۲- این علف کش را باید قبل از کاشت بذر، روی خاک پاشید و بلافاصله با خاک مخلوط نمود، زیرا اگر عمل اختلاط به سرعت انجام نگیرد تحت تأثیر نور تجزیه شده و تأثیر لازم را نخواهد داشت. عمل اختلاط سم با خاک مرطوب در عمق ۱۰ تا ۵ سانتی متر صورت می پذیرد، بنابراین مخلوط کردن با روتیواتور یا دیسک مناسب می باشد.

۳- فاصله سم پاشی تا کاشت کلزا می تواند بین ۱ تا ۱۵ روز باشد.

ب) بعد از کاشت و قبل از سبز شدن کلزا: از علف کش بوتیزان استار به میزان ۲/۵ تا ۳ لیتر در هکتار بعد از کاشت و قبل از سبز شدن کلزا و علف هرز استفاده می گردد. این علف کش کنترل کننده علف های هرز پهن برگ و باریک برگ می باشد و قادر است علف های هرز هم خانواده کلزا نظیر خردل وحشی، شلمی، خاکشیر و کیسه کشیش را که سایر علف کش ها قادر به کنترل آنها نیستند، به خوبی کنترل نماید. در صورت استفاده از این علف کش نیازی به مصرف علف کش ترفلان قبل از کشت کلزا نمی باشد. مصرف این علف کش باید به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار پس از آبیاری اول (در مزارع دیم بارندگی اول) و قبل از سبز شدن کلزا و علف های هرز صورت گیرد. در مزارع کلزای کشت شده در زمین های شالیزاری که آلودگی شدیدی به علف هرز شمعدانی برگ بریده و آلاله وحشی دارند، می توان از این علف کش به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار پس از آبیاری اول و قبل از سبز شدن کلزا و علف های هرز استفاده نمود. این علف کش در زمان کوتیلدونی کلزا هم قابل استفاده هست ولی کارایی آن کاهش می یابد. در صورت پیش بینی رویش گندم و جو خودرو در مزرعه، به جای ۲/۵ لیتر، از ۳ لیتر بوتیزان استار پس از آبیاری اول استفاده شود.

ج) پس از سبز شدن کلزا: به منظور کنترل علف های هرز باریک برگ و پهن برگ پس از سبز شدن کلزا می توان از علف کش های پس رویشی پهن برگ کش (لونتال به میزان ۰/۸ تا ۱ لیتر در هکتار) و باریک برگ کش (سوپرگلانت ۰/۸ تا ۱ لیتر در هکتار یا فوکوس به میزان ۲ لیتر در هکتار یا

نابواس به میزان ۳ لیتر در هکتار) در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز استفاده کرد. در زمان مصرف علف‌کش‌های پس‌رویشی حداقل دما در روز ۱۰ و در شب ۴ درجه سانتی‌گراد باید باشد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۹).

توصیه می‌شود در زمان سم‌پاشی از نازل مخصوص علف‌کش استفاده شود و قبل از سم‌پاشی، سم‌پاش کالیبره شود. میزان مصرف آب نیز در سم‌پاشی علف‌کش‌ها نقش مهمی دارد. میزان توصیه‌شده آب برای کلیه علف‌کش‌های کلزا ۴۰۰ - ۳۰۰ لیتر در هکتار است. در صورت استفاده از سم‌پاش میکرونر، چون مکانیزم کار آن با سایر سم‌پاش‌ها متفاوت است و از مقدار کمی آب استفاده می‌نماید، باید از میزان آب توصیه‌شده سم‌پاش استفاده شود که حدوداً ۱۲ - ۱۰ لیتر در هکتار می‌باشد.

۳-۱-۵- مبارزه مکانیکی

به‌منظور مبارزه با علف‌های هرز کلزا، از کولتیواتورهای مختلفی استفاده می‌شود ولی مناسب‌ترین روش، استفاده از کولتیواتور ترکیبی تیغه‌ای - پنجه‌غازی است. این کولتیواتور در بین زارعین به کولتیواتور شمشیری (شکل ۲-۵) معروف است. دوتیغه L شکل طرفین باعث دفع علف‌های هرز کنار پشته می‌شود و تیغه پنجه‌غازی وسط باعث بریدن علف‌های هرز در کف جوی می‌شود. این کولتیواتور با هم زدن حداقل خاک باعث حفظ رطوبت و سله شکنی می‌شود. از مزایای دیگر این کولتیواتور، ظرفیت مزرعه‌ای بالا، سادگی، قیمت مناسب و آسان بودن تعمیرات است. از طرفی با تغییر فاصله بین تیغه‌ها می‌توان برای کنترل علف‌های هرز در محصولات دیگر نیز استفاده نمود.



شکل ۲-۵، کولتیواتور شمشیری

۲-۵- بیماری‌های کلزا

در مزارع شالیزاری دو بیماری ساق سیاه کلزا (شکل ۳-۵) و پوسیدگی سفید ساقه (شکل ۴-۵) و به صورت محدود مشاهده می‌شود، بنابراین مبارزه با آن ضرورتی ندارد، زیرا شرایط غرقابی در مزارع شالیزاری سبب از بین رفتن زادمایه عوامل بیماری‌زا می‌شود. قارچ *Phoma lingam* عامل بیماری ساق سیاه کلزا می‌باشد. این بیماری در تمام مراحل رشد کلزا می‌تواند به گیاه حمله نماید. آلودگی در مرحله گیاهچه ممکن است منجر به مرگ گیاهچه شود. علائم آلودگی روی کوتیلدون و برگ‌های واقعی به صورت لکه‌های گرد تا نامنظم و روی ساقه به صورت زخم‌های کشیده مشاهده می‌شود. بیشترین خسارت بیماری ایجاد زخم (شانکر) در طوقه است که سبب ورس گیاه می‌شود. با توجه به افزایش سطح کشت کلزا در شالیزارها در آینده و گسترش نژادهای بیماری‌زای ساق سیاه در این مناطق، ممکن است نیاز به کنترل بیماری شود که در این صورت توصیه می‌شود که مرحله ۲ تا ۴ برگی مزرعه مورد بازدید قرار گرفته و در صورت مشاهده علائم بیماری ساق سیاه به صورت لکه‌های کرم‌رنگ روی برگ‌ها با سم فولیکور به میزان ۲ لیتر در هکتار مزرعه سم‌پاشی شود (افشاری آزاد و همکاران، ۱۳۹۵).

قارچ *Sclerotinia sclerotiorum* عامل بیماری پوسیدگی اسکروتینیایی ساقه است. اولین علائم بیماری بعد از ریزش گلبرگ‌ها روی پهنک‌برگ‌ها، در محل اتصال دم برگ به ساقه یا انشعابات ساقه ظاهر می‌شود. در محل آلودگی نخست لکه‌های بی‌شکل آب‌سوخته ظاهر شده و بعد محل آلودگی پوسیده و متلاشی می‌شود. خسارت شدید زمانی اتفاق می‌افتد که بخش‌های پائین ساقه مورد حمله قرار گیرند. محل آلودگی روی ساقه به رنگ سفید درآمده، به تدریج دورتادور ساقه را احاطه می‌کند (افشاری آزاد و همکاران، ۱۳۹۵). برای مبارزه با این بیماری باید در مرحله شروع گلدهی و قبل از ریزش گلبرگ‌ها مزرعه از لحاظ بیماری اسکروتینیایی ساقه کنترل شود و با مشاهده علائم آن با سم فولیکور به میزان ۲ لیتر در هکتار مزرعه سم‌پاشی شود.

میزان رطوبت خاک در شالیزارها بسیار زیاد است و این امر سبب بیماری پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه می‌شود، بنابراین باید ترتیبی اتخاذ شود که کشت روی پشته‌ها انجام شود و یا با احداث

۸۲ □ فصل پنجم: تنش‌های زیستی و غیرزیستی در شالیزارها

زه‌کش‌های مناسب میزان رطوبت خاک کاهش یابد. علاوه بر سیستم پشته‌ای و احداث زه‌کش‌ها، باید بذور مصرفی با استفاده از قارچ‌کش‌های مناسب مانند کاربوکسین - تیرام به میزان ۲ تا ۲/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر ضدعفونی شود. مطالعه پورمهدی علمدارلو (۱۳۹۷) در مناطق مختلف مازندران نیز نشان داد که شرایط آب‌وهوایی منطقه از عوامل مهم در وقوع و شیوع بیماری‌های قارچی کلزا به‌ویژه پوسیدگی سفید ساقه به شمار می‌رود.



شکل ۳-۵، علائم بیماری ساق سیاه (شیرانی‌راد و دهشیری، ۱۳۸۱)



شکل ۴-۵، علائم بیماری پوسیدگی سفید ساقه (شیرانی‌راد و دهشیری، ۱۳۸۱)

۵-۳- آفات کلزا

از مهم‌ترین آفات کلزا در مناطق شمالی کشور می‌توان به شته مومی کلم (شکل ۵-۵)، سوسک گرده خوار (شکل ۵-۶)، کک (شکل ۵-۷) و حلزون و راب‌ها (لیسک‌ها) به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد (شکل ۵-۸) اشاره کرد. همچنین پرندگان مختلف می‌توانند با تغذیه از گیاه کلزا باعث بروز خسارت به محصول شوند. تجربیات بیش از دو دهه فعالیت نگارندگان نشان می‌دهد که دو آفت حلزون و کک در مناطق شمالی کشور می‌تواند به مزرعه کلزا به‌ویژه در ابتدای فصل رویش بسیار آسیب وارد کند، بنابراین بازدیدهای منظم اوایل فصل کشت، به خاطر ارزیابی وضعیت مزرعه و تصمیم‌گیری مناسب در انتخاب نوع مبارزه با این دو آفت از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.



شکل ۵-۵، خسارت شته مومی کلم در زراعت کلزا (منبع: بخش صنایع اولیه و توسعه منطقه‌ای، دولت محلی استرالیای غربی)



شکل ۵-۶، خسارت سوسک گرده خوار در زراعت کلزا (منبع، مرکز تحقیقات فدرال برای گیاهان زراعی، مؤسسه جولیوس کوهن، آلمان)



شکل ۷-۵، خسارت آفت کک در زراعت کلزا (منبع، توماس کلجیدیس، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، لهستان)

الف: کک‌های گیاهی کلزا؛ کک‌ها، سوسک‌های ریزی هستند که به واسطه داشتن قدرت جهندگی، به عنوان کک خوانده می‌شوند. دو گونه از مخرب‌ترین کک‌های گیاهی نظیر *Phyllotreta corrugata* و *Psylliodes cuprea* بیشترین فراوانی را در مزارع کلزا دارند. این آفت معمولاً به عنوان سوسک کک ساقه کلم نیز شناخته می‌شود و در بسیاری از مناطق ایران نظیر گلستان، مازندران، گیلان، زنجان، خوزستان و مرکزی شیوع دارد. کک‌ها حشراتی به طول ۲-۳ میلی‌متر بوده، رنگ این سوسک‌ها، سیاه متالیک و متمایل به سبز یا آبی و دارای ران‌های عقبی قوی هستند که باعث می‌شود هنگام خطر به سرعت بجهند. حشرات کامل روی کوتیلدون‌ها و بعد از برگ‌های اولیه تغذیه می‌کنند. در این شرایط برگ گیاهان خسارت دیده دارای ظاهری سوراخ شده هستند (شکل ۷-۵) و متعاقباً بافت اطراف مناطق تغذیه شده برگ‌ها از بین می‌رود (افشاری آزاد و همکاران، ۱۳۹۵).

برای دفع کک گیاهی در مزارع کلزا می‌توان از روش‌هایی چون از بین بردن بقایای گیاهی آلوده، عدم تأخیر در کاشت، ضدعفونی بذر با حشره‌کش سیستمیک گائوچو به نسبت ۸ تا ۱۲ گرم در هر کیلوگرم بذر و یا استفاده از سمومی نظیر دیازینون Ec60% (به میزان ۱ الی ۱/۵ لیتر در هکتار) و کنفیدور Sc35% (به میزان ۱ لیتر در هکتار) استفاده نمود.

ب: حلزون‌ها و راب‌ها؛ یکی از آفات مهم در مرحله رویشی کلزا، لیسک‌ها می‌باشند. این آفات اغلب در حاشیه مزارع و نواحی سایه که دارای رطوبت بالایی می‌باشد به‌صورت متراکم یافت می‌شوند. اگرچه این آفت در اواخر زمستان نیز قابل مشاهده می‌باشد، بااین حال خسارت آن در مراحل اولیه رشد گیاه به‌مراتب بیشتر است. لیسک‌ها معمولاً به رنگ خاکستری یا قهوه‌ای مایل به نارنجی بوده و اندازه آن‌ها بین ۱ الی ۱۵ سانتی‌متر متغیر می‌باشد. این آفت با تغذیه از برگ‌های اولیه و برگ‌های لپه‌ای باعث ایجاد خسارت چشمگیری در سطح مزرعه می‌شود. راب‌ها در مزارع کلزای مازندران و گلستان به عنوان یکی از آفات درجه دوم می‌باشد و باعث خسارت به بافت‌های ترد (نرم) و جوان بسیاری از گونه‌های گیاهی نظیر کلزا، شلغم علوفه‌ای، کلم، کاهو، غلات، ذرت، سیب‌زمینی و غیره می‌شوند.

در صورت مشاهده اولین علائم خسارت حلزون، می‌توان از طعمه مسموم متالدهید به میزان ۵ تا ۶ کیلوگرم یا طعمه مسموم فريکول به میزان ۵ گرم در مترمربع در حاشیه مزارع و به هنگام غروب استفاده کرد.

همچنین در برخی از سال‌ها که هوا نسبتاً گرم و خشک باشد، جمعیت لاروهای برگ‌خوار در اوایل پاییز در مزارع کلزا افزایش می‌یابد که در صورت عدم مدیریت، خسارت قابل توجهی وارد می‌کنند. در این مواقع، در صورت مشاهده اولین علائم خسارت لاروهای سنین پایین آفت، ضمن حذف علف‌های هرز حاشیه مزارع مبارزه شیمیایی با استفاده از سموم توصیه‌شده از جمله آوانت به میزان ۳۰۰ سی‌سی یا فوزالن ۳۵٪ EC و یا دورسبان به میزان دو لیتر در هکتار مورد تأکید است.



شکل ۸-۵، خسارت حلزون در زراعت کلزا (منبع: شیرانی راد و دهشیری، ۱۳۸۱)

ج: شته‌ها؛ در مزارع کلزا سه گونه شته به نام‌های *Lipaphis erysimi*, *Brevicoryne brassicae* و *Myzus persicae* وجود دارد که از این میان، شته مومی کلزا (*B. brassica* L.) یکی از مهم‌ترین آفات کلزا، شلغم، کلم و خردل وحشی بشمار می‌رود و اغلب به‌عنوان آفت سبزیجات خانواده چلیپائی‌ان و گاهی به‌صورت آفت دانه‌های روغنی عمل می‌کند. عوامل محیطی به‌ویژه درجه حرارت می‌تواند به‌طور غیرمستقیم خسارت این آفات را افزایش دهد. تولیدمثل و ازدیاد نسل شته‌ها در آب‌وهوای گرم و مرطوب افزایش می‌یابد. به همین دلیل، خسارت عمده این آفت محدود به مزارع کلزا در شمال کشور است.

برای مبارزه با شته مومی می‌توان از سموم سیستمیک نظیر متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار)، اکاتین (۲-۱/۵ لیتر در هکتار)، دیماکرون (۵/۰ لیتر در هکتار) و پریمور (۱ لیتر در هکتار) با فاصله سم‌پاشی ۱۵ تا ۱۷ روز استفاده نمود. در شالیزارهایی که کشاورزان در نزدیکی مزارع مبادرت به پرورش زنبور عسل می‌نمایند، استفاده از شته‌کش پریمور توصیه می‌گردد (مصطفوی‌راد و همکاران، ۱۳۹۷).

د: سوسک گرده خوار (غنچه خوار)؛ بانام علمی *Meligethes aeneus* حشره کامل بیضی‌شکل، به طول ۲/۷ - ۱/۵ میلی‌متر، به رنگ سیاه تا قهوه‌ای است. این آفت در حاشیه جنگل‌ها، پرچین‌ها در داخل خاک به‌صورت حشره کامل زمستان‌گذرانی می‌کند. سپس به‌طور گروهی به مزارع کلزا در مرحله زایشی مهاجرت کرده و در صورت باز بودن گل‌ها از گرده گل تغذیه کرده و در صورت بسته بودن گل‌ها قاعده غنچه‌ها را جویده و با ایجاد سوراخی در آن تخم‌ریزی می‌کنند و از گرده گل‌ها و محتویات غنچه تغذیه می‌کنند. لاروها پس از ظاهر شدن شروع به تغذیه از گرده گل کرده و پس از تغذیه کامل به روی زمین می‌افتند. سوسک گرده خوار غالباً یک نسل در سال دارد. معمولاً خسارت این آفت در صورت رعایت تاریخ کاشت بسیار ناچیز می‌باشد (افشاری آزاد و همکاران، ۱۳۹۵).

ه: پرندگان؛ از اواخر پاییز تا بهار پرندگان باعث خسارت قابل‌توجه به شاخ و برگ کلزا می‌شوند و یکی از علل بازدارنده کشت محصول کلزا خسارت پرندگان مختلف در زمان رویش اولیه تا رشد

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۸۷

پنجه‌ای بوته‌های این گیاه است. پرندگان در زمانی به گیاه کلزا خسارت وارد می‌کنند که سایر گیاهان موردعلاقه آن‌ها در طبیعت وجود ندارد. در زمان رویش بوته‌های کلزا (پاییز و زمستان) در استان‌های مازندران، گلستان و خوزستان چکاوک آسمانی (*Alauda arvensis*)، چکاوک کاکلی (*Galerida cristata*) انواع کبوترهای جنگلی و گنجشک‌ها در مراحل دوبرگی تا قبل از مرحله ساقه رفتن خسارت‌زا می‌باشند (شکل ۹-۵).



شکل ۹-۵، خسارت پرندگان به زراعت کلزا (منبع: خالقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹)

به‌منظور کاهش خسارت پرندگان در زراعت کلزا از ابزارهای مختلفی استفاده می‌شود که تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از:

(۱) استفاده از روش‌های بصری نظیر نصب مترسک در سطح مزرعه، استفاده از نخ‌ها و طناب‌های رنگی، زوروق و نوارهای مغناطیسی روی مزرعه، نصب پرچم‌های نایلونی در سطح مزرعه با فواصل مختلف، استفاده از وسایل انعکاس نور، آویزان کردن بالون و ماکت پرندگان شکاری مانند قوش و تور گذاری روی ارقام آزمایشی و تحقیقاتی.

(۲) روش‌های صوتی نظیر استفاده از قوطی‌های کنسرو حلبی، گشت و تیراندازی با تفنگ توسط افراد گنجشک پرن.

نکته بسیار مهم در مورد کاربرد روش‌های مکانیکی، عادت کردن سریع پرندگان به تصاویر و اصوات یکنواخت و دائمی با تکرار منظم است. بنابراین باید محل استقرار و زمان استفاده از ابزارهای مکانیکی بصری و صوتی تغییر یابد تا پرندگان سریع به آن‌ها عادت نکنند.

۴-۵- سرمازدگی

کلزا در بین گیاهان روغنی مهم، بیشترین تحمل را در برابر سرما دارد و در صورت برخورداری از شرایط رشدی مناسب می‌تواند زمستان‌های سخت را تحمل کند. با این وجود، کلزا نسبت به مدیریت مزرعه بسیار حساس است و رعایت نکردن نکات کلیدی در زمان کشت، باعث حساسیت این محصول به سرما می‌شود و خطر خسارت زمستانه را به شدت افزایش می‌دهد. دمای پایه برای رشد کلزا بین صفر تا پنج درجه سانتی‌گراد است. میزان مقاومت کلزا در برابر سرما به مرحله رشدی بوته‌ها و میزان رشد پاییزه گیاه بستگی دارد. به طور کلی خسارت سرما بیشتر در مرحله کوتیلدون، دو تا چهار برگی و گل‌دهی دیده می‌شود. در پاییز و با پیشرفت مرحله رشدی گیاه، به تدریج سازگاری به سرما افزایش پیدا می‌کند (یزدان‌دوست همدانی، ۱۳۹۸). بوته کلزا قبل از شروع سرما باید به مرحله ۶ تا ۸ برگی رسیده باشد تا مقاومت خوبی به سرما پیدا نماید، در غیر این صورت بوته کلزا در مناطق سرد فرصت کافی برای رشد نخواهد داشت و احتمال خسارت سرما افزایش می‌یابد. کلزا در مرحله سبز شدن به خسارت سرما بسیار حساس بوده و معمولاً وجود دماهای پایین‌تر از ۵- درجه سانتی‌گراد (بدون پوشش برف) طی این مرحله، سبب بد سبز شدن کلزا، تأخیر در سبز شدن و در مواقعی نیز باعث از بین رفتن بذور سبز شده می‌گردد. کلزا در مرحله روزت، دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد را بدون پوشش برف و دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد را با پوشش برف تحمل می‌کند (پوشش برف نقش عایق را ایفا می‌کند).

وقوع سرماهای زیر صفر در ابتدا باعث ایجاد رنگ بنفش در برگ‌های کلزا می‌شود (شکل ۱۰-۵). ارغوانی شدن برگ به دنبال تولید و تجمع آنتوسیانین‌ها می‌باشد. این پدیده باعث ایجاد خسارت به بوته نمی‌شود و در صورتی که هوا گرم شود، از شدت آن کاسته می‌گردد.



شکل ۱۰-۵، ارغوانی شدن برگ کلزا در اثر سرما (منبع: یزدان دوست همدانی، ۱۳۹۸)

در پایان زمستان و با افزایش دما، رشد طولی ساقه آغاز می‌شود و با ظهور غنچه‌ها در رأس ساقه، گیاه وارد مرحله گل‌دهی می‌شود. حساس‌ترین خسارت سرمازدگی در دوره زایشی گیاه می‌باشد. دمای ۴- درجه سانتی‌گراد در دوره زایشی کلزا سبب آسیب به گیاه می‌گردد. برای دوره زایشی دمای ۱۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد مناسب است. همچنین دمای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در دوره زایشی موجب می‌شود که کلزا لقاح خوبی نداشته باشد.

در دوره زایشی، یخبندان به‌ندرت اتفاق می‌افتد، اما بروز سرمای نزدیک صفر درجه، ممکن است تا حدودی برگ‌ها را پژمرده کند و بخش‌هایی از برگ‌ها دچار رنگ‌پریدگی و سفیدی شوند. سرمای بهاره در زمان گل‌دهی اغلب باعث رنگ‌پریدگی و سفید شدن برگ‌ها می‌شود، همچنین خم‌شدگی ساقه و شاخه‌های جانبی نیز ممکن است مشاهده شود (شکل ۱۱-۵). چند روز پس از بروز سرما، فقدان خورجین‌ها در قسمتی از ساقه مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده خسارت سرما و ریزش گل‌هاست. همچنین سرمای بهاره در زمان گل‌دهی ممکن است باعث بروز ترک و شکاف در ساقه گیاه گردد که گیاه را مستعد ورس می‌نماید. (یزدان دوست همدانی، ۱۳۹۸). کلزا در بهترین شرایط ۴۰ درصد گل‌هایش را تبدیل به خورجین می‌کند. در نتیجه چنانچه آسیب و خسارت سرمازدگی در ابتدای دوره زایشی اتفاق افتد، با گل‌دهی مجدد، جبران می‌شود (اگر خسارت در اوایل مرحله زایشی به وقوع بپیوندد، فرصت برای ترمیم زیاد است).

۱-۴-۵- عوامل مؤثر در کاهش خسارت سرما

الف- کشت کلزا در زمان مناسب؛ خسارت سرما در اثر تأخیر در کاشت یا سرمای شدید رخ می‌دهد. کشت به‌موقع، رشد مطلوب بوته‌ها را فراهم می‌کند و بوته‌های کلزا در مرحله روزت با ایجاد اندام هوایی کافی، ذخیره مواد غذایی در طوقه و سیستم ریشه‌ای گسترده وارد مرحله زمستان‌گذرانی می‌شوند و بیشترین مقاومت را به سرمای زمستان خواهند داشت. از طرفی کشت زودهنگام کلزا نیز سبب تسریع در زمان ورود به مرحله زایشی گردیده و به دلیل گل‌دهی زودهنگام و امکان بارش برف در ماه‌های دی و بهمن و هم‌زمانی آن با دوره گل‌دهی کلزا موجب خسارت سرمازدگی می‌شود؛ بنابراین تاریخ کاشت مناسب، نقش قابل‌توجهی در جلوگیری از خسارت سرما را ایفا می‌نماید.

ب- تراکم گیاهی مناسب؛ مصرف بیش‌ازاندازه بذر و ایجاد تراکم بیش‌ازحد در مزرعه، باعث افزایش رقابت بین بوته‌ها شده و رشد گیاهان به‌شدت کاهش پیدا کرده و در نتیجه گیاهان ضعیف در مقابل سرما حساس خواهند بود.

ج- مصرف متعادل کودهای پایه در زمان کاشت؛ مقدار مناسب مصرف کود نیتروژن در جلوگیری از خطر سرمازدگی می‌تواند مؤثر باشد. هم‌چنین مصرف مقادیر کافی فسفر برای رشد سریع اندام هوایی و سیستم ریشه‌ای گیاه در مراحل اولیه رشد لازم است و می‌تواند بر مقاومت به سرما نیز اثر مثبت داشته باشد. مصرف کافی پتاسیم برای افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و به‌خصوص سرمازدگی ضروری است.



شکل ۱۱-۵، آسیب به بخش زایشی کلزا در اثر سرمای دیررس بهاره (عکس از دکتر عباس رضایی‌زاد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه)

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۹۱

پس از وقوع سرمازدگی و به‌منظور جبران خسارت وارده به اندام‌های هوایی گیاه که طی زمستان از بین رفته‌اند، توصیه می‌شود کود سرک نیتروژن در مراحل ساقه رفتن و غنچه دهی ۱۰ تا ۱۵ درصد بیشتر مصرف شود (یزدان‌دوست همدانی، ۱۳۹۸). هم‌چنین استفاده از برخی ترکیبات نظیر اسیدهای آمینه، هیومیک اسید و ترکیبات با پتاس بالا و انجام آبیاری سبک در برخی موارد پس از وقوع سرما نیز می‌تواند در کاهش خسارت سرما مؤثر باشد (یزدان‌دوست همدانی، ۱۳۹۸).

فصل ششم: برداشت کلزا

به دلیل ریز بودن دانه‌ها و عدم هم‌زمانی در رسیدن دانه‌ها، تلفات برداشت در کلزا زیاد بوده و در نتیجه، زمان برداشت نامناسب، عاملی جهت کاهش عملکرد محصول محسوب می‌شود. همچنین برداشت در زمان مناسب باعث بهبود کیفیت دانه و در نتیجه افزایش بهای آن می‌شود. در کلزا برداشت زودتر از موقع، باعث می‌شود که دانه‌ها به‌طور نارس برداشت شوند که تحت این شرایط میزان کلروفیل و اسیدهای چرب آزاد در آن‌ها زیاد شده و در نتیجه کیفیت روغن کاهش می‌یابد. علاوه بر این بالا بودن رطوبت دانه‌ها، سبب تسریع در پوسیدگی بذرها در انبارشده و لذا جهت انبار کردن دانه‌ها، بایستی آن‌ها را خشک کرد که این عمل نیاز به صرف هزینه‌های بالایی دارد. در ارقام بهاره کلزا تا زمان رسیدگی کامل (رطوبت ۱۰ درصد) مقدار روغن و وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

برداشت کلزا به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم انجام می‌گیرد. برداشت مستقیم به هنگام رسیدگی یکنواخت محصول امکان‌پذیر است. ارقام هیبرید کلزا به دلیل یکنواختی در رسیدگی برای برداشت مستقیم مناسب هستند. وجود ۸۰ تا ۹۰ درصد بذور خورجین‌های ساقه اصلی به رنگ قهوه‌ای تیره یا مشکی نشان می‌دهد که مزرعه آماده برداشت است (شکل ۱-۶). در برداشت مستقیم ۱۰ تا ۱۵ درصد ریزش وجود دارد.

در مزارع دارای رسیدگی یکنواخت برای تعیین زمان برداشت از خورجین‌های وسط ساقه اصلی تعدادی خورجین را جدا نموده و بین دو انگشت خم می‌نمایند، اگر پوشش خورجین جدا شده و دانه‌ها نمایان گردد، زمان برداشت فرا رسیده است. ولی چنانچه خورجین‌ها خم شوند ولی دانه‌ها

به چشم نخورند، زمان مناسب برداشت فرانسیده است؛ اما گاهی جهت خالی کردن مزرعه و آماده نمودن برای کشت بعدی الزاماً باید کلزا زودتر برداشت گردد، در این صورت اگر رنگ خورجین متمایل به زرد شده و رنگ دانه ها هم از حالت سبزی خارج شده باشد، می توان محصول را برداشت نمود. در این حالت می توان کلزا را با دست یا ماشین های مربوطه درو کرده و از مزرعه خارج نمود. سپس آن را در جای مناسبی جهت خشک شدن و کاهش رطوبت دانه پخش کرد و زمانی که خورجین ها به حدی خشک شدند که در اثر خم کردن شکننده باشند؛ خرمن کوبی و بوجاری با خرمن کوب یا کمباین انجام خواهد شد. این روش در مزارع کوچک قابل اجرا است.



شکل ۱-۶، برداشت مستقیم کلزا در شالیزار

از آنجایی که رسیدگی کلزا به صورت ناهماهنگ و سریع می باشد و رسیدن دانه ها از قسمت پایین ساقه اصلی شروع و به طرف بالا و سپس ساقه های فرعی ادامه می یابد، تأخیر در برداشت تا رسیدگی کامل (رطوبت ۱۰ درصد) سبب افزایش ریزش بذرها می شود. برای تخلیه سریع زمین شالیزاری و کاهش ریزش دانه می توان از برداشت غیرمستقیم استفاده کرد.



شکل ۲-۶، برداشت غیرمستقیم کلزا در شالیزار

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۹۵

در اکثر کشورهای تولیدکننده مانند کانادا برداشت دوم مرحله‌ای (غیرمستقیم) انجام می‌گیرد. مرحله مناسب برای برداشت غیرمستقیم در شالیزارهای شمال هنگامی است که ۴۰ تا ۵۰ درصد دانه‌های قسمت میانی ساقه اصلی و شاخه فرعی اولیه به‌رنگ قهوه‌ای روشن تا سیاه درآیند (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۳). محصول بریده‌شده باید ۳ تا ۵ روز بسته به شرایط آب‌وهوایی برای رسیدگی دانه‌های سبز روی بقایای کلزا در مزرعه به‌صورت ردیف قرار داده شوند (شکل ۲-۶).

برداشت غیرمستقیم کلزا دارای مزایای زیر می‌باشد:

- ۱- کاهش تلفات ریزش دانه‌ها در حین برداشت
- ۲- آزاد نمودن سریع‌تر اراضی جهت کشت محصول بعدی
- ۳- کاهش خسارت ناشی از شرایط محیطی مثل طوفان، تگرگ و باد
- ۴- یکنواختی در رسیدگی محصول
- ۵- از آنجاکه در برداشت غیرمستقیم ساقه و خورجین‌ها سبز و پر آب هستند، می‌توانند تا چند روز پس از برداشت برای دانه‌ها به عنوان یک منبع عمل کنند؛ بنابراین روش غیرمستقیم امکان برداشت زودتر و بدون کاهش عملکرد دانه را امکان‌پذیر می‌کند.

بر اساس نتایج تحقیق انجام‌شده در خصوص بررسی زمان برداشت بر عملکرد ارقام کلزا، به نظر می‌رسد برداشت غیرمستقیم کلزا در شالیزارهای شمال را می‌توان در زمانی که مقدار رطوبت دانه‌های یک‌سوم پایینی ساقه اصلی حدود ۳۵ درصد رطوبت داشته باشند، انجام داد تا ضمن دستیابی به بیشترین عملکرد دانه و روغن، دوره رسیدگی محصول کلزا با توجه به ارقام مختلف در حدود یک هفته کوتاه‌تر شود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۳).

۱-۶- برداشت زودهنگام محصول کلزا

یکی از دلایل عدم توسعه کشت کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزارهای استان‌های شمالی کشور محدودیت فصل کاشت برنج است، زیرا کشاورز برای آماده‌سازی زمین و نشاء کاری برنج باید فرصت کافی داشته باشد و برداشت دیرهنگام کلزا، کشاورز را در کاشت به‌موقع برنج باز می‌دارد. از طرف دیگر، باقی ماندن کلزا به مدت طولانی پس از رسیدگی فیزیولوژیکی در مزرعه برای

خشک شدن باعث کاهش عملکرد دانه و روغن به دلیل ریزش، خوابیدگی و خطرات احتمالی حمله پرندگان می‌شود. برای برداشت زودهنگام کلزا می‌توان از مواد خشکاننده نیز استفاده نمود.

۱-۱-۶- استفاده از مواد خشکاننده

با توجه به کاربرد وسیع مواد خشکاننده در سطح دنیا و کارایی بهینه آن‌ها در گیاهان مختلف، مصرف مواد خشکاننده قبل از برداشت کلزا برای تسریع در کاهش رطوبت دانه و برداشت زودتر، یک راهکار مناسب برای عدم تداخل کلزا با نشای برنج محسوب می‌شود. ضمن آنکه مبارزه با علف‌های هرز و تمیز کردن مزارع و سهولت در برداشت کلزا از دیگر مزایای استفاده از خشکاننده‌ها به شمار می‌روند (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج تحقیق صورت گرفته در سال‌های ۸۶-۱۳۸۴ در خصوص تیمارهای خشکاننده شامل کلرات سدیم در ۳ غلظت (۴، ۵ و ۶ کیلوگرم در هکتار)، رانداپ در ۳ غلظت (۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار)، گلای فوزیت آمونیوم در ۳ غلظت (۳، ۵ و ۷ لیتر در هکتار) و بنتازون در ۳ غلظت (۲، ۳ و ۴ لیتر در هکتار) در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت نشان داد که اثر کلیه مواد خشکاننده بر کاهش رطوبت دانه کلزا معنی‌دار بود و با استفاده از آن‌ها می‌توان برداشت کلزا را بین ۳ تا ۷ روز زودتر انجام داد (شکل ۳-۶) و به این ترتیب ضمن جلوگیری از خسارت ناشی از ریزش دانه‌ها، مزرعه را برای کشت اصلی (برنج) آماده نمود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۳-۶، مقایسه تیمار خشکاننده کلرات سدیم در غلظت ۵ کیلوگرم در هکتار و شاهد از نظر زودرسی

۲-۶- برخی از مشکلات توسعه کشت کلزا در شالیزارها

کشت دوم کلزا بعد از برنج در شالیزارهای استان‌های شمالی کشور، سال‌هاست توسط محققین و عده‌ای از کشاورزان موردتوجه قرار گرفته است که این امر علاوه بر سودآوری و ایجاد اشتغال برای زارعین و نیروی کارگری فصلی، از خالی ماندن زمین در شش ماه دوم سال جلوگیری می‌نماید. تخمین زده می‌شود که بتوان در ۱۰ هزار هکتار از اراضی شالیزاری استان گیلان، ۲۰ هزار هکتار از استان مازندران و ۱۵ هزار هکتار از شالیزارهای استان گلستان نسبت به کشت تناوبی برنج - کلزا اقدام کرد. باین‌وجود، کشت کلزا در این اراضی با چالش‌هایی روبرو است که به برخی از آن‌ها به‌طور خلاصه اشاره می‌شود (نصیری و ربیعی، ۱۳۸۲).

الف) سنگین بودن بافت خاک، بارندگی زیاد

ب) آبیگر بودن اراضی و نبود طرح جامع زهکشی در شالیزارهای شمال

ج) پراکنده و کوچک بودن شالیزارها که موجب عدم برنامه‌ریزی مناسب و اعمال مدیریت صحیح می‌شود.

د) کمبود ادوات مناسب برای عملیات زراعی و بالا بودن هزینه آماده‌سازی زمین

کمبود ماشین‌آلات و ادوات کلزا که ازجمله آن‌ها می‌توان به بذرکار و هد برداشت کلزا اشاره کرد.

ه) عدم دستیابی به پتانسیل عملکرد کلزا به جهت آشنا نبودن کشاورزان، مروجین و کارشناسان کشاورزی به روش‌های صحیح کاشت، داشت و برداشت

و) محصور نبودن اراضی و مشکل دام‌های سرگردان

علاوه بر این، سودآوری اقتصادی بیشتر، محصولاتی مانند لوبیا یا راتون نسبت به کشت کلزا در تناوب با برنج، عامل اصلی رغبت کمتر کشاورزان به کشت کلزا در اراضی شالیزاری می‌باشد.

۳-۶- راهکارهایی در خصوص برداشت زودتر کلزا و عدم هم‌زمانی آن با نشاء

برنج

یکی از مشکلات عمده عدم توسعه کشت کلزا در شالیزارها خصوصاً در استان‌های گیلان و مازندران مصادف شدن آن با زمان نشاء برنج می‌باشد. بنابراین معرفی ارقام خیلی زودرس و یا واردات این ارقام می‌تواند نقش بسزایی در حل این مشکل باشد، علاوه بر این جهت کاهش هم‌پوشانی برداشت کلزا با نشای برنج می‌توان از تکنیک‌های زراعی زیر نیز استفاده نمود:

(۱) استفاده از حداکثر مقدار بذر توصیه‌شده جهت جلوگیری از ایجاد شاخه‌های جانبی و یکنواختی رسیدگی

(۲) کاشت کلزا در فواصل ردیف باریک (۲۰-۱۲ سانتی‌متر): فواصل ردیف زیاد سبب رشد بیش‌ازحد بوته‌ها و تأخیر در رسیدگی کلزا می‌گردد، علاوه بر آن قطور شدن ساقه‌ها، مشکلاتی را نیز در زمان برداشت کلزا به همراه خواهد داشت.

(۳) استفاده از برداشت غیرمستقیم کلزا: برداشت غیرمستقیم کلزا این امکان را به کشاورز شالی‌کار می‌دهد که نسبت به برداشت مستقیم، حداقل ۳ تا ۵ روز شالیزار را از کلزا زودتر تخلیه نموده و جهت آماده‌سازی زمین و نشای برنج مهیا گردد.

(۴) به دلیل ریزش زیاد کلزا در زمان رسیدگی و جهت برداشت زودتر آن و آزادسازی مزرعه توصیه می‌گردد که برداشت کلزا دیر صورت نگیرد. توجه به این نکته ضروری است که خسارت برداشت دیر، بسیار بیشتر از برداشت زود هنگام آن می‌باشد.

(۵) استفاده نکردن از کودهای نیتروژن در زمان گل‌دهی و اوایل خورجین بندی که سبب رویش مجدد کلزا و طولانی شدن دوره رسیدگی و عدم یکنواختی رسیدگی می‌گردد.

(۶) با توجه به بازدیدهای انجام‌شده از مزارع کلزا، در بسیاری از موارد عدم یکنواختی در رسیدگی مشاهده‌شده که مشکلاتی را در تعیین زمان مناسب برداشت به وجود می‌آورد. لذا بهبود

تکنیک‌های کاشت (آماده‌سازی زمین - احداث زهکش‌ها، مصرف به‌موقع کود و غیره) توصیه می‌گردد.

(۷) اختصاص مقداری از زمین جهت احداث خزانه و آماده نمودن سریع زمین بعد از برداشت کلزا

(۸) استفاده از مواد خشکاننده

۴-۶- اولویت‌های تحقیقاتی کشت کلزا در اراضی شالیزاری

توسعه کشت کلزا و پایداری کشت آن در اراضی شالیزاری منوط به انجام مطالعات مستمر و همه‌جانبه می‌باشد و از این‌رو اجرای پروژه‌های تحقیقاتی و استفاده از نتایج آن به‌منظور بهبود عملکرد و اقتصادی کردن کشت کلزا می‌تواند نقش بسزایی در توسعه و پایداری کشت کلزا در منطقه ایفا نماید. از جمله مهم‌ترین این پروژه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف) تعیین مناسب‌ترین فواصل زهکشی با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی مربوط به آن

ج) مکان‌یابی و بررسی مناطق مستعد برای کشت کلزا در شالیزارها

ه) معرفی ارقام جدید کلزا با خصوصیات مطلوب از قبیل طول دوره رشد کوتاه، مقاومت به آفات، بیماری‌ها، ریزش و غیره.

همچنین پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی در زمینه جایگاه درازمدت کلزا در کشاورزی پایدار منطقه انجام گیرد. از جمله:

الف) تأثیر بقایای کلزا بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در تناوب با برنج به عنوان محصول اصلی

ب) بررسی کارایی تناوب‌های زراعی از قبیل کلزا- برنج- شبدر و یا کلزا- برنج- باقلا و غیره در مقایسه با زراعت کلزا- برنج به‌طور دائمی

علاوه بر این بررسی نظام‌های مختلف زراعت کلزا در شالیزار ضرورت دارد. این موارد شامل موارد ذیل می‌باشند:

الف) بررسی زراعت مکانیزه و سنتی در سیستم‌های مختلف کشت کلزا

ب) بررسی توجیه اقتصادی کشت نشایی کلزا در شالیزارها

ج) برآورد هزینه‌های تولید در سیستم‌های مختلف کشت کلزا

د) بررسی کشت تأخیری کلزا در شالیزار

منابع

- آبروان، پیام، افشین سلطانی، مجید مجیدیان و غلامرضا محسن‌آبادی. ۱۳۹۶. ارزیابی عامل های مدیریتی محدودکننده عملکرد کلزا در شرق استان گلستان با استفاده از روش CPA. فصلنامه علمی پژوهشی کشاورزی بوم شناختی، دوره ۷، شماره ۲، صفحات ۴۶-۶۰.
- احمدی، کریم، حمیدرضا عبادزاده، فرشاد حاتمی، هلدا عبدشاه و آرزو کاظمیان. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ جلد اول: محصولات زراعی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۹۷ صفحه.
- احمدی، محمدرضا و فرزاد جاویدفر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا (ترجمه). انتشارات شرکت سهامی خاص کشت و توسعه دانه های روغنی. ۱۹۴ صفحه.
- احمدی، محمدرضا. ۱۳۸۷. کیفیت و کاربرد دانه های روغنی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. ۱۲۸ صفحه.
- آسودار، محمدامین، سبزه زار، هومن. ۱۳۸۷. سیستم های خاک ورزی حفاظتی، نشر آموزش کشاورزی، ۳۴۳ صفحه.
- اصغری، جعفر، مرجان خوشنام و محمد ربیعی. ۱۳۸۹. مقایسه دوره بحرانی علف های هرز در دو فاصله کاشت و تأثیر آن در تولید محصول کلزا (*Brassica napus* L). مجله دانش علف های هرز، سال ۶، شماره ۲، صفحات ۴۱-۵۶.

- افشاری آزاد، همایون، علی‌اکبر کیهانیان، مهدی مین‌باشی، سید علیرضا دلیلی، حسن براری، مرتضی نورعلیزاده و ولی‌اله رامنه. ۱۳۹۵. دستورالعمل اجرایی مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز کلزا در استان‌های گلستان و مازندران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور. ۵۴ صفحه.
- افضلی‌نیا، صادق. ۱۳۹۵. دستورالعمل کم‌خاک‌ورزی، وزارت جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۰ صفحه.
- آلیاری، هوشنگ، شکاری، فریبرز و فرید شکاری. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی)، انتشارات عمیدی، ۱۸۲ صفحه.
- آمارنامه محصولات زراعی. ۱۳۹۸. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۹۲ صفحه.
- اوزونی دوجی، عبدالعظیم، مسعود اصفهانی، حبیب‌اله سمیع زاده لاهیجی و محمد ربیعی. ۱۳۸۶. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ. مجله علوم زراعی ایران، دوره ۹، شماره ۱ (۳۳)، صفحات ۷۶-۶۰.
- ایران اکونومیست. ۱۳۹۶. واردات سالانه ۴ میلیارد دلار دانه روغنی. (<http://iraneconomist.com/fa/news/164666/>).
- بی‌نام. ۱۳۹۵. دستورالعمل تولید کلزا در اقلیم‌های مختلف کشور سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۱۴ صفحه.
- بی‌نام. ۱۳۹۹. توصیه‌های فنی برای کنترل آفات اول فصل کلزا. خبرگزاری صداوسیما. (<https://www.iribnews.ir>).
- پورمهدی علمدارلو، رضا، محمد سالاری، محمدعلی آقاجانی، ناصر پنجه‌که و سیدکاظم صباغ. ۱۳۹۷. ارزیابی کمی و تعیین رابطه بین وقوع و شدت بیماری پوسیدگی اسکروتینیایی ساقه

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۱۰۳

کلزا در استان مازندران. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات بیماری‌های گیاهی، دوره ۸۶، شماره ۲، صفحات ۱۸۴-۱۷۱.

- تبریزی، علی‌اکبر، قربان نورمحمدی و حمیدرضا مبصر. ۱۳۹۴. تأثیر نظام‌های مختلف کشت بر حاصلخیزی خاک شالیزار. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۹، شماره ۲ (۳۴)، صفحات ۲۰۰-۱۹۲.

- جعفری‌فر، سیده سمانه. ۱۳۸۶. بررسی اثر فاصله خطوط کشت و میزان کود نیتروژن بر صفات زراعی و شاخص‌های رشد کلزا در اراضی شالیزار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، ۹۸ صفحه.

- جوزائی، صغری. ۱۳۹۸. ارزیابی مالی کشت کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزارهای استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد توسعه روستایی، دانشگاه گیلان، ۶۵ صفحه.

- حبیبی، مریم، مجید مجیدیان و محمد ربیعی. ۱۳۹۳. تأثیر عناصر بر، روی و گوگرد بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا (*Brassica napus* L.). مجله به‌زراعی کشاورزی پردیس ابوریحان، دوره ۱۶، شماره ۱، صفحات ۸۴-۶۹.

- حسینی، سید صادق و مرتضی نصیری. ۱۳۷۹. بررسی و تعیین مناسب‌ترین میزان بذر و تاریخ کاشت ارقام کلزا در اراضی شالیزار بدون عملیات خاک‌ورزی. گزارش نهایی مصوب معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران.

- خالقی‌زاده، ابوالقاسم، فریبا وفایی اسکویی و اعظم السادات حسینی. ۱۳۹۹. دستورالعمل اجرایی مدیریت خسارت پرندگان در مزارع کلزا و چغندر قند. سازمان حفظ نباتات، معاونت کنترل آفات، دفتر پیش‌آگاهی. ۱۰ صفحه

- خواجه پور، محمدرضا. ۱۳۸۵. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

- دهشیری، عباس. ۱۳۷۸. زراعت کلزا. سازمان تحقیقات کشاورزی، معاونت ترویج، دفتر تولید برنامه‌های ترویجی و انتشارات فنی، ۶۴ صفحه.
- رامئه، ولی اله. ۱۳۹۶. واکنش ارقام تجاری و لاین‌های جدید کلزا به شرایط کشت تأخیری در مازندران. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲ (۳۳)، شماره ۱، صفحات ۳۰-۱۳.
- رامئه، ولی اله. ۱۳۹۵. بررسی اثر تأخیر در کاشت بر صفات زراعی و میزان افت عملکرد دانه ارقام و لاین‌های کلزا در مازندران. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، دوره ۲۹، شماره ۴، صفحات ۲۴-۱۳.
- ربیعی، محمد و پری طوسی کهل. ۱۳۸۹. کود نیتروژن و زمان مصرف آن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان کشت دوم پس از برنج. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲، شماره ۳، صفحات ۱۵۱-۱۳۵.
- ربیعی، محمد و پری طوسی کهل. ۱۳۹۱. اثر مصرف مقادیر مختلف کودهای پتاسیم و نیتروژن بر عملکرد و اجزا عملکرد کلزا بعد از کشت برنج. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۵، شماره ۱، صفحات ۱۵۸-۱۵۱.
- ربیعی، محمد و مهدی رحیمی. ۱۳۹۰. انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب کلزا برای کشت دوم در شالیزارهای گیلان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۷، شماره ۱، صفحات ۲۱۳-۲۰۱.
- ربیعی، محمد. ۱۳۹۰. اثر فاصله کاشت و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی کلزا رقم‌هایولا ۳۰۸ به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری گیلان. مجله به‌زراعی نهال و بذر، دوره ۲۷ شماره ۲، صفحات ۴۱۵-۳۹۹.
- ربیعی، محمد، پری طوسی کهل، مسعود اصفهانی و فرامرز علی‌نیا. ۱۳۹۱. اثر محلول‌پاشی مواد خشکاننده بر میزان کاهش رطوبت دانه و زودرسی، عملکرد دانه و میزان روغن کلزا رقم‌هایولا ۴۰۱ در منطقه گیلان. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۴، شماره ۳، صفحات ۲۹۳-۲۸۰.

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۱۰۵

- ربیعی، محمد، فرامرز علی‌نیا و پری طوسی کهل. ۱۳۹۰ ب. اثر تاریخ نشاکاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چهار رقم کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان کشت دوم در منطقه رشت. مجله به‌زراعی نهال و بذر، سال ۲۷، شماره ۳، صفحات ۲۶۸-۲۵۱.
- ربیعی، محمد، مجیدیان، مجید، علی‌زاده، محمدرضا و مسعود کاوسی. ۱۳۹۹. اثر روش خاک ورزی، شیوه کاشت و میزان کود نیتروژن بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه کلزا رقم دلگان در گیلان. نشریه علوم زراعی ایران. جلد بیست و دوم، شماره ۴، صفحات ۳۴۹-۳۳۵.
- ربیعی، محمد، محمدرضا علیزاده و مریم رجبیان. ۱۳۹۰ الف. اثر نظام‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر عملکرد دانه و اجزای آن در کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزار. مجله به زراعی نهال و بذر، جلد ۲، شماره ۲، صفحات ۱۶۴-۱۴۷.
- ربیعی، محمد، محمد مهدی کریمی و فریبا صفا. ۱۳۸۳. مطالعه اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و صفات زراعی ارقام کلزا به‌عنوان کشت دوم بعد از برنج در منطقه کوچصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران، دوره ۳۵، شماره ۱، صفحات ۱۸۷-۱۷۷.
- ربیعی، محمد، مسعود اصفهانی، سیدصادق حسینی ایمنی و مهرداد جیلانی. ۱۳۹۳. تعیین بهترین زمان برداشت ارقام کلزای بهاره به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۵، شماره ۲، صفحات ۲۳۳-۲۲۷.
- ربیعی، محمد، مسعود کاوسی، حسن شکری واحد و پری طوسی کهل. ۱۳۹۲. اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن بر عملکرد دانه و صفات مهم زراعی کلزا (*Brassica napus*) رقم‌هایولا ۴۰۱. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب‌و‌خاک، دوره ۱۷، شماره ۶۴، صفحات ۵۲-۴۳.
- رجبیان، مریم، جعفر اصغری، محمدرضا احتشامی و محمد ربیعی. ۱۳۸۸. تأثیر تراکم بوته بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز کلزا در منطقه رشت. مجله دانش علف‌های هرز ایران، شماره ۵، صفحات ۳۰-۱۳.

- رحیم نژاد بالاگفشه، زهرا. ۱۳۹۷. بررسی عوامل مؤثر بر نگرش کشاورزان به پذیرش کشت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزارهای استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد توسعه روستایی دانشگاه گیلان، ۸۵ صفحه.
- رضایی، حامد و محمدجعفر ملکوتی. ۱۳۷۹. چگونگی تأمین نیاز غذایی دانه های روغنی، مصرف بهینه کود در زراعت کلزا، نشریه فنی شماره ۱۱۶. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
- رودی، داود، رحمان پور، سیامک و فرزاد جاویدفر. ۱۳۸۲. زراعت کلزا، نشریه ترویجی، انتشارات دفتر برنامه ریزی رسانه های ترویجی، ۵۳ صفحه.
- رومانی، اعظم، احتشامی، سیدمحمد رضا و محمد ربیعی. ۱۳۹۳. اثر تلقیح بذر با باکتری های افزاینده رشد (PGPR) بر کیفیت و عملکرد علوفه شلغم علوفه ای (*Brassica rapa L.*) در مقادیر مختلف کود نیتروژن و فسفر. مجله فناوری و تولیدات گیاهی، دوره ۱۴، شماره ۲، صفحات ۹۹-۸۸.
- زواره، محسن و یحیی امام. ۱۳۹۷. راهنمای شناسایی مراحل زندگی در کلزا. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲، شماره ۱، صفحات ۱-۱۳.
- سروری، مهدی. ۱۳۹۸. وابستگی ۹۰ درصدی کشور به واردات روغن و دانه های روغنی. مسیر اقتصاد. (<https://masireqtesad.ir/105339/>) وابستگی ۹۰ درصدی کشور به واردات روغن و دانه).
- سروری، مونا، احتشامی، سید محمد رضا، ربیعی، محمد و کاظم خاوازی. ۱۳۹۲. تأثیر همیاری سویه های *Azotobacter chroococcum* بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی کلزا در رشت. مجله به زراعی کشاورزی، دوره ۱۵، شماره ۱، صفحات ۱۶۲-۱۴۹.
- سروری، مونا، احتشامی، سید محمد رضا، ربیعی، محمد و مهدی رضانی. ۱۳۹۴. تأثیر سویه های مختلف *Azotobacter chroococcum* بر صفات مرفوفیز یولوژیک و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus L.*). تحقیقات کاربردی خاک، دوره ۳، شماره ۲، صفحات ۸۵-۷۲.

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۱۰۷

- سیدی، سیدرضا. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی اتفون و تاریخ برداشت بر عملکرد، ریزش و درصد روغن دانه کلزا (*Brassica napus* L.) رقم Hyola 401. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد. ۱۱۰ صفحه.
- سینا، ولی اله و ولی اله رامئه. ۱۳۹۰. اثر مقادیر بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.) در نکای مازندران. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، دوره ۳، شماره ۴، صفحات ۵۰۵-۵۰۰.
- شجاع، طیبه، مجیدیان، مجید، قاسم‌نژاد، محمود و محمد ربیعی. ۱۳۹۱. اثرات روی، بر و گوگرد بر میزان روغن دانه، عملکرد، اجزای عملکرد و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در کلزا. کنگره ملی کشاورزی ارگانیک، دانشگاه محقق اردبیلی، ۵ صفحه.
- شریعت احمدی، جعفر. ۱۳۸۲. اثر عمق و طول زمان غرقابی در دوره‌های مختلف رشد کلزا پس از برداشت برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکش، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۰۸ صفحه.
- شهیدی، اسماعیل و کامبیز فروزان. ۱۳۷۶. کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۵۱ صفحه.
- شیرانی راد، امیرحسین و عباس دهشیری. ۱۳۸۱. راهنمای کلزا (کاشت، داشت، برداشت)، نشر آموزشی کشاورزی، ۱۱۶ صفحه.
- شیرانی راد، امیرحسین، علیزاده، بهرام، امیری اوغان، حسن، جباری، حمید، رودی، داود، کیهانیان، علی‌اکبر، رحمان پور، سیامک، نورقلی پور، فریدون، ایوانی، افشین، ملک احمدی، همایون، رضوی، رقیه و بهروز دولت‌پرست. ۱۳۹۹. دستورالعمل فنی تولید کلزا در کشور، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۳۰ صفحه.

- شیرانی راد، امیرحسین، علیزاده، بهرام، امیری‌اوغان، حسن، رحمان پور، سیامک، جباری، حمید، صفوی فرد، نادیا، نورقلی‌پور، فریدون، رضایی، حامد، عزیزی زهان، علی‌اکبر، رضوی، رقیه و افشین ایوانی. ۱۳۹۵. دست‌نامه زراعت کلزا. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۷۸ صفحه.
- صادقی، مهدی. ۱۳۸۶. تأثیر تاریخ برداشت بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و میزان چند رقم کلزا در استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. ۱۰۰ صفحه.
- طوسی کهل، پری. ۱۳۸۹. اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus*. L) به عنوان کشت دوم در شالیزار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۱۶۵ صفحه.
- عزیزی، مهدی، سلطانی، افشین و سعید خاوری خراسانی. ۱۳۷۸. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی، تکنولوژی زیستی) (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۲۳۰ صفحه.
- عشرت‌آبادی، پروین. ۱۳۷۸. روند استفاده از کلزا در مصارف خوراکی و مهار عوامل نامطلوب در دانه‌های روغنی براسیکا: نشریه استاندارد کالاهای ایرانی. شماره ۷۹، صفحات ۱۷-۱۳.
- فانی اخلاق، انسیه، دانشیان، جهانفر و محمد ربیعی. ۱۳۹۱. اثر محلول‌پاشی سولفات روی و سولفات منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کلزای پائیزه در گیلان. دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ۶ صفحه.
- فتحی، پیام، احتشامی، سیدمحمدرضا، ربیعی، محمد و کاظم خاوازی. ۱۳۹۱. تأثیر مدیریت تلفیقی کود بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا. دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ۴ صفحه.
- فنایی، حمیدرضا، امیری اوغان، حسن، عالم خومرام، محمدحسین، دانایی، امیر خسرو، کازرونی، نرجس، عبدالحسین عسکری، رحمان پور، سیامک، رودی، داود، شریعتی، فرناز، قدرتی،

زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار □ ۱۰۹

غلام. رضا، فرجی، ابوالفضل، هزار جریبی، ابراهیم، رامنه، ولی. الله، صمدی، بصیر، سیف امیری، صابر، اکبری مقدم، حسین، خواجه داد و محمد کشته گر. ۱۳۹۷. دلگان، رقم جدید کلزا با پتانسیل عملکرد دانه بالا برای کشت در مناطق گرم و خشک جنوب کشور، نشریه علمی- ترویجی یافته- های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، جلد ۷، شماره ۲: صص ۱۶۱-۱۷۳.

- کهن سال، رامین. ۱۳۸۰. تأثیر ازت و تراکم بر روی رشد و عملکرد کلزا (*Brassica napus*) در شالیزار و تأثیر آن بر روی دو رقم برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه مازندران، ۱۵۰ صفحه.

- لطیف زاده، محدثه، ابوطالبیان، محمد، زواره، محسن و محمد ربیعی. ۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بذر در مزرعه و تاریخ کاشت بر خصوصیات ظهور گیاهچه، عملکرد و اجزای عملکرد یک ژنوتیپ بومی لوبیا به عنوان کشت دوم در رشت. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۴، شماره ۱، صفحات ۳۳-۲۳.

- مجیدیان، مجید، شجاع، طیبه و محمد ربیعی. ۱۳۹۴. تأثیر عناصر گوگرد، بر، روی و برهمکنش آنها بر عملکرد کمی و کیفی دانه کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار، تولیدات گیاهی، دوره ۳۸، شماره ۲، صفحات ۵۰-۳۵.

- محمدی طبالوندی، مریم، دانشیان، جعفر، رضوی پور، تیمور، ربیعی، محمد و لیلا صادق کسمائی. ۱۳۹۱. اثر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد دانه و کارایی مصرف و کارایی جذب نیتروژن و گوگرد در کلزا. دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ۴ صفحه.

- مصطفوی راد، معرفت، نوبهار، امین، مژده ای، عباس و محمود هوشیار فرد. ۱۳۹۷. شناخت و مدیریت آفات و بیماری های کلزا. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی. ۲۷ صفحه.

- معتمد، محمدکریم، جوزائی، صغری و محمد کاووسی کلاشمی. ۱۳۹۸. ارزیابی شاخص‌های مالی و متغیرهای اثرگذار بر پذیرش کشت کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزارهای استان گیلان. تحقیقات غلات، دوره ۱۰، شماره ۱، صفحات ۴۳-۳۳.
- میرزاشاهی، کامران. ۱۳۷۹. تعیین مناسب‌ترین میزان و روش مصرف ازت در زراعت کلزا در صفی‌آباد. مجله خاک و آب، ویژه‌نامه کلزا، جلد ۱۲، شماره ۱۲، صفحات ۱۱-۷.
- نصیری، فاطمه. ۱۳۹۵. بررسی شرایط آب‌وهوایی دشت اردبیل برای کشت دانه‌های روغنی کلزا و ذرت با استفاده از روش ANP. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم‌شناسی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی. ۹۰ صفحه.
- نصیری، مرتضی و محمد ربیعی. ۱۳۸۲. زراعت کلزا در شالیزار. نشریه فنی، انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور، ۳۳ صفحه.
- نورقلی‌پور، فریدون، رضایی، حامد، میرزا شاهی، کامران، حقیقت‌نیا، حسن، رمضانپور، محمود رضا، ارزانش، محمد حسین، اسدی رحمانی، هادی، میرزاپور، محمد هادی، افضلی، مهران، طهرانی، محمد مهدی و محمدنقی غیبی. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۴۸ صفحه.
- یزدان‌دوست همدانی، محمد. ۱۳۹۸. سرمازدگی در کلزا و راهکارهای مقابله با آن. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی. ۳۶ صفحه.
- یزدانی، محمدرضا، قدسی، محسن و سیدفرهاد موسوی. ۱۳۸۶. مقایسه نوع و فاصله زهکش‌های سطحی در کشت کلزا پس از زراعت برنج در رشت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۱، شماره ۱، صفحات ۱۱-۱.

- Anonymous, 2018. Statistical Data base of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.
- Balasubramanian, V., A. C. Morales, R. T. Cruz, T. M. Thiyagarajan, R. Nagarajan, M. Babu, S. Abdulrachman, and L. H. Hai. 2000. Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: a review. IRRN, 25 (1): 4-8.
- Bonjean, A.P., Dequidt, C., and Sang, T. 2016. Rapeseed in China. Ocl, 23(6): D605.
- Canadian Agri-Food Trade Alliance (CAFTA). Canola. 2015. (<https://cafta.org/export/canola/>)(accessed on 28 June 2021).
- Chauhan, B. S., Mahaja, G., Sardana, V., Timsina J., and Jat. M. L. 2012. Productivity and sustainability of the rice- wheat cropping system in the Indo-Gangetic Plains of the Indian subcontinent: Problems, opportunities and strategies. Advances in Agronomy, 117: 315- 369.
- Chew, S.C., 2020. Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: Chemistry and functionality. Food Research International, 131: 108997.
- Cong, R., Wang, Y., Li, X., Ren, T., and Lu, J. 2020. Differential responses of seed yield and yield components to nutrient deficiency between direct sown and transplanted winter oilseed rape. International Journal of Plant Production, 14(1): 77-92.
- Department of Primary Industries and Regional Development, Government of Western Australia. Diagnosing sulphur deficiency in canola. 2015. (<https://www.agric.wa.gov.au/mycrop/diagnosing-sulphur-deficiency-canola>)(accessed on 17 July 2021).
- Dresbøll, D.B., Rasmussen, I.S. and Thorup-Kristensen, K. 2016. The significance of litter loss and root growth on nitrogen efficiency in normal and semi-dwarf winter oilseed rape genotypes. Field Crops Research, 186: 166-178.
- Fairhurst, T., R. Buresh and A. Dobermann. 2007. Rice (A Practical Guide to Nutrient Management). Second edition, International Rice Research Institute, International Plant Nutrition Institute, and International Potash Institute, pp 92.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. 2019. (<http://faostat3.fao.org/home/E>) (accessed on 15 February 2021).

- Fu, D., Jiang, L., Mason, A.S., Xiao, M., Zhu, L., Li, L., Zhou, Q.H., Shen, C.J., and Huang, C.H. 2016. Research progress and strategies for multifunctional rapeseed: A case study of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(8): 1673-1684.
- Grewal, H.S. and Graham, R.D. 1999. Residual effects of subsoil zinc and oilseed rape genotype on the grain yield and distribution of zinc in wheat. *Plant and Soil*, 207(1): 29-36.
- Hu, Q., Hua, W., Yin, Y., Zhang, X., Liu, L., Shi, J., Zhao, Y., Qin, L., Chen, C., and Wang, H. 2017. Rapeseed research and production in China. *The Crop Journal*, 5(2): 127-135.
- Index Mundi. Rapeseed oil monthly price. 2021a.
(<https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=rapeseed-oil>) (accessed on 28 June 2021).
- Index Mundi. Rice monthly price. 2021b.
(<https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=rice>) (accessed on 28 June 2021).
- Index Mundi. Wheat dily price. 2021c.
(<https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=wheat>) (accessed on 28 June 2021).
- Kader, M.A., Mian, M.H., and Hoque, M.S. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Science*, 2(4): 259-261.
- Kamoshita, A., Ishikawa, M., Abe, J., and Imoto, H. 2007. Evaluation of water-saving rice-winter crop rotation system in a suburb of Tokyo. *Plant Production Science*, 10(2): 219-231.
- Lilley, J.M., Flohr, B.M., Whish, J.P.M., Farre, I., Kirkegaard, J.A. 2019. Defining optimal sowing and flowering periods for canola in Australia, *Field Crops Research*, 235: 118-128.
- Liu, L., Wang, W., and Zhou, R. 2015. The Effect of Rapeseed Straw Turnover on Rice Production in Season. *World Journal of Forestry*, 4:1-6.
- Lv, S.H., Dong, Y.J., Jiang, Y., Padilla, H., Li, J., and Uphoff, N. 2019. An Opportunity for Regenerative Rice Production: Combining Plastic Film Cover and Plant Biomass Mulch with No-Till Soil Management to Build Soil Carbon, Curb Nitrogen Pollution, and Maintain High-Stable Yield. *Agronomy*, 9(600): 1-22.

- Ma, B.L., Herath, A.W. 2016. Timing and rates of nitrogen fertiliser application on seed yield, quality and nitrogen-use efficiency of canola, *Crop Pasture Science*, 67(2): 167-180.
- Martin, S.G., Van Acker, R.C., and Friesen, L.F. 2001. Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science*, 49(3): 326-333.
- Megawer, E.A. and Mahfouz, S.A. 2010. Response of canola (*Brassica napus* L.) to biofertilizers under Egyptian conditions in newly reclaimed soil. *International Journal of Agriculture Sciences*, 2(1): 12-17.
- Olfati, J. A., M. B. Mahdih-Najafabadi, and M. Rabiee. 2016. Between-row spacing and local accession on the yield and quality of garlic. *Communicate Scientiae*, 7(1): 112-121.
- Pierre, C. S., C. J. Peterson, A. S. Ross, J. B. Ohm, M. C. Verhoeven, M. Larson and b. Hoefer. 2007. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. *Journal of Cereal Sciences*. (In Press).
- Ryan, J., M. Pala, S. Masri, M. Singh and H. Harris. 2007. Rainfed wheat-based rotations under Mediterranean conditions: Crop sequences, nitrogen fertilization and stubble grazing in relation to grain and straw quality. *European. Journal of Agronomy*, 28(2): 112-118.
- Sylvester-Bradley, R., 1984. A code for stages of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Asp Appl Biol*, 6: 399-418.
- Torabi, H., Naghdibadib, H.A., Omid, H., Amirsherkaria, H., and Miransari, M. 2008. Effects of soil tillage, canola (*Brassica napus* L.) cultivars and planting date on canola yield, and oil and some biological and physical properties of soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54(2): 175-188.
- Tsialtas, J.T., Papantoniou, A.N., Baxevanos, D., Papadopoulos, I.I., Karaivazoglou, N., Maslaris, N., Papakosta, D.K. 2017. Determinants of yield and quality in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) under Mediterranean conditions, *The Journal of Agricultural Science*, 155(10): 1577-1593.
- Unakitan, G., Hurma, H. and Yilmaz, F., 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. *Energy*, 35(9): 3623-3627.

- United States Department of Agriculture. 2020. (<http://www.usda.gov/>)(accessed on 15 February 2021).
- Wang, Z.T., Li, T., Wen, X.X., Liu, Y., Han, J., Liao, Y.C., De Bruyn, J.M. 2017. Fungal communities in rhizosphere soil under conservation tillage shift in response to plant growth, *Frontiers in Microbiology*, 8 (1301):1-11.
- Xu, Z.H., Luo, T., Rao, N., Yang, L., Liu, J.H., Zhang, C.N., Hu, L.Y. 2019. High yield achieved by early-maturing rapeseed with high light energy and temperature production efficiencies under ideal planting density, *Crop Science*, 59: 351-362.
- Yasari, E., Azadgoleh, M.E., Mozafari, S., and Alashti, M.R. 2009. Enhancement of growth and nutrient uptake of rapeseed (*Brassica napus* L.) by applying mineral nutrients and biofertilizers. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12(2): 127-133.
- Zhang, C., Ju, X., Powlson, D., Oenema, O., and Smith, P. 2019. Nitrogen surplus benchmarks for controlling N pollution in the main cropping systems of China. *Environmental Science and Technology*, 53(12): 678-6687.
- Zhang, H., Berger, J.D., Herrmann, C. 2017. Yield stability and adpatability of canola (*Brassica napus*, L.) in multiple environment trials, *Euphytica*, 7(155): 1-21.