

دستنامه فنی ۸

مکانیزاسیون تولید کینوا در مزارع آبی

الیاس دهقان، جعفر حبیبی اصل، اورنگ تاکي و محمد شاکر



بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامه فنی:

مکانیزاسیون تولید کینوا در مزارع آبی

تهیه و تدوین:

الیاس دهقان، جعفر حبیبی اصل، اورنگ تاکی، محمد شاکر

اعضای هیئت علمی به ترتیب مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی

کشاورزی، مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان های خوزستان، اصفهان و فارس

سال انتشار:

۱۴۰۲



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: دستنامه فنی

عنوان نوشتار: مکانیزاسیون تولید کینوا در مزارع آبی

نگارندگان: الیاس دهقان، جعفر حبیبی اصل، اورنگ تاکی، محمد شاکر

ویراستار ادبی: محمدرضا داهی

صفحه آرا: شبنم جباری

طراح جلد: سمیه وطن دوست

ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۴۰۲



مسئولیت صحت مطالب با نگارندگان است.

شماره ثبت ۶۳۳۴۱ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۲/۰۱/۲۶

مخاطبان دستنامه:

مدیران کشاورزی، تولیدکنندگان ماشین‌های کشاورزی، کشاورزان، کارشناسان و مروجان سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با

- روش‌های خاک‌ورزی و آماده‌سازی بستر، کاشت، داشت و برداشت کینوا
- ماشین‌ها و تجهیزات مناسب برای خاک‌ورزی و آماده‌سازی بستر، کاشت، داشت و برداشت کینوا
- بایدها، نبایدها و نکات فنی در مکانیزاسیون تولید کینوا در مزارع آبی خوزستان، اصفهان، فارس و مناطق مشابه

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده.....	۱
مقدمه.....	ب
فصل اول : ویژگی‌های گیاهی کینوا	۱
مزایا و ویژگی‌های منحصر به فرد کینوا.....	۵
فصل دوم : ارتباط نوع خاک و شرایط بستر کینوا	۸
ارتباط تناوب زراعی منطقه با عملیات مکانیزه تهیه بستر بذر.....	۱۰
روش خاکورزی در مناطق سرد و معتدل.....	۱۴
روش خاکورزی در مناطق معتدل و خشک.....	۱۶
روش خاکورزی در مناطق گرم و خشک.....	۱۶
فصل سوم : روش کاشت	۲۰
عوامل مؤثر بر کارایی ماشین‌های کاشت کینوا.....	۲۱
بذر کینوا.....	۲۱
عمق کاشت کینوا.....	۲۲
تراکم بوته و مقدار مصرف بذر.....	۲۲
فصل کاشت کینوا	۲۳
ماشین‌های کاشت کینوا.....	۲۴
ردیف‌کارهای ریزدانه کار.....	۲۴
خطی‌کارهای ریزدانه کار.....	۲۶
ویژگی‌های فنی خطی‌کارهای مناسب برای کاشت بذر ریز کینوا.....	۲۶
فصل چهارم : سمپاشی مزرعه کینوا	۳۱
کولتیواتور زنی در مزرعه کینوا.....	۳۳
فصل پنجم: مقدمه	۳۶
زمان مناسب برداشت کینوا.....	۳۷
روش‌های برداشت دانه کینوا.....	۳۸
الف) برداشت دو مرحله‌ای کینوا.....	۳۸
ب) برداشت مستقیم (یکمرحله‌ای) کینوا با کمباین غلات.....	۴۲
نکات مهم در برداشت یک مرحله‌ای کینوا با کمباین.....	۴۴
فهرست منابع.....	۴۹

چکیده

انتخاب و معرفی ماشین‌های مناسب برای تولید مکانیزه محصولی جدید، امری کاملاً علمی و تخصصی است و باید هوشمندانه و بر اساس شناخت وضع موجود از نظر پیش‌نیازها و عوامل اثرگذار باشد، مانند فراهم بودن الزامات اقتصادی، فنی، زیست محیطی و انسانی و نیز تطابق ماشین با ویژگی‌های گیاه، تناوب زراعی، شرایط اقلیمی منطقه، اندازه واحد تولیدی و منابع توان رایج در کشور. به دلیل ارزش غذایی بسیار بالا و تحمل زیاد کینوا در برابر شوری خاک و آب و کم‌آبی، توسعه و ترویج کشت این گیاه اخیراً مورد توجه معاونت امور زراعت وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفته است و طبق برنامه‌ریزی‌ها سطح زیرکشت آن تا سال ۱۴۰۱ به ۳۰ هزار هکتار افزایش خواهد یافت. یکی از مهم‌ترین عوامل پیشران برنامه توسعه کاشت محصولات جدید در کشور، حل مشکلات مکانیزاسیون آن است. هر ماشین برای آنکه بتواند بیشترین بازدهی را داشته باشد و وظیفه مورد نظر را به‌خوبی ادا کند، باید به درستی انتخاب و تنظیم گردد و با دقت لازم به کار گرفته شود. انتخاب، تنظیم و به‌کارگیری درست ماشین‌ها می‌تواند بر کارایی ماشین، افزایش بهره‌وری نهاده‌ها و افزایش درآمد خالص کشاورزان اثر زیادی داشته باشد. نشریه فنی حاضر برای آشنایی خوانندگان با ویژگی‌های گیاهی، اقلیمی و فنی مؤثر بر کاربرد مکانیزاسیون در تولید کینوا، انواع روش‌ها، ماشین‌های مناسب (ویژگی‌ها) و روزهای قابل کار (تقویم ماشینی) برای تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت مکانیزه کینوا تهیه شده است. در این نشریه، نکات فنی مهم و بایدها و نبایدها در به‌کارگیری ماشین‌ها و تجهیزات در فرایند تولید این محصول در استان‌های خوزستان، اصفهان، فارس و مناطق مشابه نیز گنجانده شده است.

واژه‌های کلیدی: کینوا، مکانیزاسیون، خاک‌ورزی، کاشت، داشت، برداشت

مقدمه

کینوا محصولی بسیار مغذی شناخته شده است (وو^۱ و همکاران، ۲۰۱۶) و در سال های اخیر تقاضا برای آن، به ویژه در کشورهای توسعه یافته که آگاهی بیشتری در مورد سلامتی از طریق رژیم های غذایی سالم وجود دارد، افزایش یافته است. دانه کینوا پروتئین بالایی دارد، در مقایسه با غلات معمولی اسید آمینه متعادل دارد و فاقد گلوتن است (وو و همکاران، ۲۰۱۴). محبوبیت فزاینده کینوا و تقاضای رو به رشد بازار آن باعث شده است تا تحقیقات فشرده ای از دیدگاه بهزراعی، تغذیه ای، ارتقای تولید و فرآوری آن بشود (الوی^۲ و همکاران، ۲۰۱۶ و کوالسکی^۳ و همکاران، ۲۰۱۶).

حل مسائل مکانیزاسیون، مانند انتخاب، معرفی و در دسترس بودن ماشین های مناسب، تنظیمات و چگونگی به کارگیری آنها از مهم ترین عوامل پیشران برنامه توسعه محصولات جدید در کشور است. هر ماشین برای آنکه بتواند بیشترین بازدهی را داشته باشد و وظیفه مورد انتظار را به خوبی ارائه دهد، باید به درستی انتخاب شود، به خوبی تنظیم شود و با دقت لازم به کار گرفته شود.

برای اجرای عملیات مورد نیاز در فرایند تولید کینوا ممکن است ماشین ها و تجهیزات متنوعی از نظر نوع، اندازه و قیمت در دسترس باشد. ماشین مناسب در هر منطقه و برای هر کشاورز باید بر مبنای ویژگی های گیاه، مزرعه، تناوب زراعی، اقلیم، قابلیت دسترسی به ماشین های و توان اقتصادی کشاورز انتخاب شود. با توجه به تنوع موجود در هر یک از عوامل اثر گذار، ممکن است انتخاب نهایی نوع و اندازه مناسب ماشین برای کشاورزان سخت باشد. یکی از مهم ترین مسائل مورد توجه در مدیریت مکانیزاسیون، انطباق تقویم زراعی (بازه زمانی مناسب بر اساس فیزیولوژی گیاه) و تقویم ماشینی (روزهای قابل کار با ماشین در بازه تقویم زراعی) است. در برخی روزهای بازه تقویم زراعی ممکن است ورود ماشین به مزرعه و کارکردن با ماشین به دلایلی مانند بارش باران و رطوبت زیاد خاک، دمای نامناسب هوا، وزش باد (مثلا برای سمپاشی)، تراکم زیاد بوته ها، ارتفاع زیاد بوته ها، وجود محصولات دیگر

1- Wu

2- Aluwi

3- Kowalski

در زمین (تداخل تناوب) و غیره، با محدودیت شدید همراه باشد و گاه ناشدنی باشد. در صورت نبود محدودیت‌های بالا، الزامات و ویژگی‌هایی که مناسب بودن ماشین را مشخص می‌کند به شرح زیر است:

- الزامات فنی یا پیش‌نیازهای به کارگیری آن فراهم باشد (هر ماشینی برای کار در شرایط خاص از نظر نوع خاک، محصول، اقلیم و روش آبیاری، مناسب است).
 - ماشین از دقت کافی برخوردار باشد.
 - سرعت و عرض کار ماشین (ظرفیت مزرعه‌ای) به اندازه‌ای باشد که بتواند عملیات مورد نظر را به موقع (در بازه زمانی تقویم زراعی و روزهای قابل کار) به پایان برساند.
 - استفاده از ماشین (خرید یا اجاره) برای کشاورز از نظر اقتصادی باصرفه باشد.
 - کاربرد ماشین برای کشاورز یا مالک آن آسان باشد (سطح پیچیدگی قابل قبول)
 - ماشین مورد نظر برای خرید یا اجاره در دسترس باشد (ترجیحا ماشین تولید داخل باشد).
- بررسی منابع علمی موجود و نتایج تحقیقات در کشور نشان می‌دهد که کینوا به دلیل مزایای فراوان و سازگاری خوب با اثر تغییرات اقلیمی (به ویژه شور شدن خاک و آب و خشکی و کم آبی)، می‌تواند با موفقیت در بخش‌های گسترده‌ای از کشور کشت شود، اما اطلاعات زیادی در مورد ماشین‌های مناسب و تنظیمات آنها برای خاک‌ورزی، کاشت، داشت تا برداشت این محصول در مناطق مختلف در دسترس کشاورزان نیست.
- به طور کلی، ماشین‌ها و تجهیزات مورد استفاده در تولید غلات اغلب می‌توانند با تنظیمات لازم برای تولید کینوا نیز استفاده شوند. بیشتر ماشین‌های در دسترس در کشور برای کار در مزارع بزرگ‌تر از ۵ هکتار مناسب هستند. این ماشین‌ها برای مزارع کوچک (کمتر از دو هکتار) چندان مناسب نیستند و مالکان آنها برای به‌کارگیری آنها در سطوح کوچک مبالغ بیشتری درخواست می‌کنند. از این رو با توجه به اندازه ماشین‌های کشاورزی در دسترس، توسعه کاشت کینوا در مزارع متوسط و بزرگ با چالش کمتری از نظر تامین ماشین‌های مورد نیاز روبه‌رو است.

نکته: با توجه به جدید بودن گیاه کینوا، در صورت ناآشنا بودن با عملیات و ماشین‌های مورد نیاز برای تولید این محصول، پیشنهاد می‌شود کشاورزان عزیز قبل از کاشت و تولید کینوا در سطح وسیع، در سال اول برای آشنایی و کسب تجربه، آن را به صورت آزمایشی و در سطح کوچک بکارند.

فصل اول

اهمیت و ویژگی‌های کینوا

کینوا به دلیل توان بالا در سازگاری با شرایط سخت محیطی، در قاره‌های اروپا، آسیا، آفریقا، استرالیا و آمریکای شمالی در حال گسترش است (فائو^۱، ۲۰۱۱). تحمل این گیاه در برابر خشکی و کم‌آبی از مهم‌ترین ویژگی‌های آن است. تحمل به شوری خاک و آب آبیاری، یکی دیگر از ویژگی‌های ارزنده کینوا است. این گیاه شوری خاک را تا ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر تحمل می‌کند و به همین علت در مزارع دارای خاک یا آب شور قابل کشت است. این محصول در مرحله رشد رویشی به سرما مقاومت خوبی نشان می‌دهد (سپهوند، ۱۳۹۴). کینوا می‌تواند به صورت کشت زود هنگام بهاره، کشت پاییزه و کشت تابستانه در مناطق مختلف کشور تولید شود (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۷).

هم‌اکنون کینوا در پایلوت‌های تحقیقی-ترویجی در استان‌های مختلف کشور کشت می‌شود. طبق برنامه‌ریزی‌های وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیرکشت این گیاه در کشور به دلیل ارزش غذایی بسیار بالا و سازگاری و تحمل آن در برابر کم‌آبی و شوری خاک در حال افزایش است.

ویژگی‌های گیاهی کینوا

ویژگی‌های گیاهان بر انتخاب نوع ماشین‌ها و تجهیزات مورد استفاده در فرایند تولید آنها و تنظیمات مورد نیاز برای اجرای دقیق کار بسیار مؤثر هستند. کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa*، گیاهی یکساله و از خانواده Amaranthaceae است. این گیاه در گروه گیاهان شبه‌غلات دسته‌بندی می‌شود. کینوا بومی منطقه آند در آمریکای جنوبی است و کاشت آن حدود هفت هزار سال پیش در این منطقه شروع شد. مزرعه کینوا تا حدود زیادی به مزرعه کنجد شباهت دارد (شکل ۱ و شکل ۲).



شکل ۱- نمایی از مزرعه کینوا در اواخر مرحله رشد رویشی

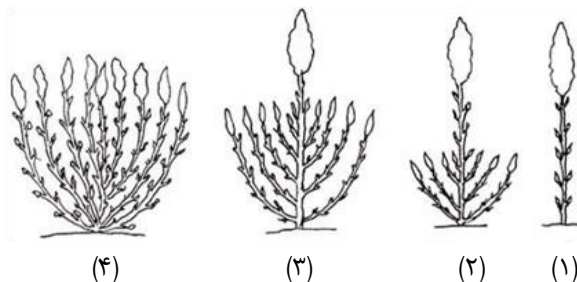


شکل ۲- نمایی از مزرعه کینوا در مرحله گلدهی و پر شدن دانه

از نظر شکل بوته، ارقام تک شاخه به دلیل یکنواختی بیشتر در رسیدگی سنبله‌ها، برای برداشت مکانیزه با کمباین مناسب‌تر هستند. ارقام دارای شاخه‌های فرعی، به دلیل ناهم‌زمانی در رسیدن سنبله‌ها، برای برداشت مکانیزه چندان مناسب نیستند.

ساقه‌های کینوا در ابتدای رشد توپر است، اما در موقع رسیدگی محصول اسفنجی و توخالی می‌شود. رنگ ساقه سبز، قرمز، بنفش و زرد یکدست یا به رنگ‌های سبز، زرد و قرمز راه‌راه است. بسته به ژنوتیپ، ساقه کینوا می‌تواند دارای شاخه‌های فرعی یا بدون شاخه باشد. فرم و شکل شاخه‌ها برای برداشت مکانیزه با کمباین بسیار مهم است. چهار فرم شاخه‌دهی کینوا شامل (۱) ساده، (۲) شاخه دهی در یک سوم بالایی، (۳) شاخه دهی در یک سوم پایینی و (۴) بدون پانیکول اصلی است (شکل ۳). فرم‌های ۳ و ۴ به دلیل تولید حجم زیاد اندام‌های گیاهی برای تولید علوفه مناسب هستند.

ارتفاع بوته کینوا در زمان رسیدگی، بسته به رقم و شرایط محیط رشد، از ۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر متغیر است (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۷). ارتفاع این گیاه در خوزستان به حدود ۹۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر می‌رسد (طاوسی و لطفعلی‌آینه، ۱۳۹۶).



شکل ۳- شکل‌های گوناگون شاخه‌دهی در گیاه کینوا. (۱) ساده، (۲) شاخه دهی در یک سوم پایینی، (۳) شاخه دهی در دو سوم پایینی و (۴) بدون پانیکول اصلی

کینوا با وزن هزاردانه ۲ تا ۳/۵ گرم، در گروه محصولات دانه‌ریز قرار می‌گیرد. بذر کینوا از نظر اندازه شبیه بذر ارزن است، قطر آن حدود ۱/۵ تا ۳ میلی‌متر است، دو سطح صاف دارد و شبیه عدس است (شکل ۴). رنگ دانه‌های کینوا در زمان رسیدگی، بسته به رقم، می‌تواند سیاه، قرمز، صورتی، نارنجی، زرد یا سفید باشد (شکل ۵). بسته به رقم، مزرعه و شرایط اقلیمی، عملکرد دانه کینوا بین ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است.

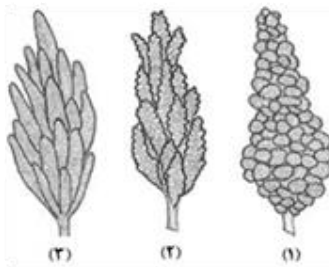


شکل ۴- شکل ظاهری بذر کینوا



شکل ۵- رنگ‌های متفاوت بذر در کینوا

همان گونه که در شکل ۶ و شکل ۷ دیده می‌شود، کینوا دارای سنبله مرکب با فرم‌های متراکم تا باز است. سنبله‌های این گیاه بسته به رقم می‌تواند به فرم‌های تاج خروسی، کلوخی و حد واسط باشد (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۷).



شکل ۶- شکل پانیکول گیاه کینوا. (۱) کلوخی، (۲) حدواسط و (۳) تاج خروسی



شکل ۷- سنبله و بذر گیاه کینوا

دمای مناسب خاک و هوا (میانگین شبانه روز) برای جوانه‌زنی و رشد کینوا به شرح زیر است (باقری، ۱۳۹۷):

- کمینه دمای خاک برای جوانه زنی: ۷-۵ درجه سلسیوس
 - دمای مناسب خاک برای جوانه‌زنی و شروع رشد و توسعه گیاه: ۱۷-۱۳ درجه سلسیوس
 - بهترین دامنه دمای هوا برای رشد کینوا: ۲۵-۱۵ درجه سلسیوس
- در بیشتر مراحل رشد کینوا، کاهش دمای هوا به زیر ۲- درجه سلسیوس بسیار زیانبار است. بیشترین دمای قابل تحمل برای کینوا ۳۸ درجه سلسیوس است. در مرحله گرده‌افشانی، دمای بالاتر از ۳۵-۳۲ درجه سلسیوس باعث عقیم شدن دانه‌های گرده این گیاه می‌شود. پایین بودن دما در زمان جوانه‌زنی، موجب تاخیر در جوانه‌زنی بذرها و در مراحل دیگر نیز باعث طولانی‌تر شدن هر مرحله از رشد و تاخیر در رسیدن محصول می‌شود. دمای هوا، اگر از نظر فیزیولوژی گیاه محدودیت ویژه‌ای ایجاد نکند، جز در سمپاشی مکانیزه، برای دیگر عملیات ماشینی مزاحمتی ندارد.

مزایا و ویژگی‌های منحصر به فرد کینوا

- برخی از مهم‌ترین مزایا و ویژگی‌های کینوا به شرح زیر است:
- دانه کینوا تنها ماده غذایی است که همه عناصر، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه ضروری بدن را فراهم می‌کند و به استانداردهای تغذیه انسان که فاو تدوین کرده است بسیار نزدیک است (فاو، ۲۰۱۱).

- به دلیل بالابودن درصد پروتئین در دانه‌های کینوا (بسته به رقم، بین ۱۳/۸ تا ۲۱/۹ درصد)، دانه‌های این گیاه ارزش تغذیه‌ای منحصر به فرد دارد؛ میزان پروتئین آن در هر ۱۰۰ گرم برابر با یک عدد تخم مرغ یا نصف مقدار پروتئین گوشت است (فائو، ۲۰۱۱).
- کینوا هرچند از گروه غلات نیست، اما مصرف آن مانند غلات و به‌ویژه دانه برنج است (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۶).
- تعادل اسیدآمینه‌های ضروری در پروتئین کینوا از گندم، جو و سویا برتر است و مطلوب‌بودن آن مانند پروتئین شیر است (وگا^۱ و همکاران، ۲۰۱۰).
- کینوا درصد بالایی فیبر غذایی^۲ دارد که آن را به غذایی ایده‌آل برای سم‌زدایی بدن و از بین بردن سموم و مواد زائد، که ممکن است به بدن آسیب برسانند، تبدیل کرده است.
- دانه این گیاه غذای مناسبی برای کودکان، افراد دیابتی و افراد با فشار خون بالاست. دانه کینوا گلوتن ندارد و برای بیماران سیلیاکی مناسب است (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۶).
- از نظر کربوهیدرات، دانه‌های کینوا با ۶۸ درصد نشاسته و ۵ درصد قند، منبعی ایده‌آل برای تامین انرژی بدن هستند.
- کینوا در مقایسه با گندم، ذرت، برنج، جو، چاودار و تریتیکاله، دارای مقدار زیادی کلسیم، منیزیم و روی است.
- کاه و کلش و علوفه سبز کینوا برای تغذیه دام و طیور قابل استفاده است (جاکوبسن^۳ و همکاران، ۱۹۹۴).
- پوسته خارجی دانه بعضی ارقام کینوا دارای ساپونین است که به دلیل سمی بودن و مزه تلخ آن، لازم است قبل از خوردن یا در زمان فرایند محصولات غذایی، حذف شود. به این کار ساپونین‌زدایی می‌گویند (عین‌افشار و جلینی، ۱۳۹۵).

1 - Vega

2 -Total Dietary Fiber (TDF)

3 - Jacobsen

فصل دوم

مکانیزاسیون خاک‌ورزی و آماده‌سازی بستر کشت کینوا

به طور کلی، می‌توان گفت که روش‌ها و ماشین‌های خاک‌ورزی مورد استفاده در کاشت کلزا می‌توانند در کاشت کینوا نیز به کار روند. دانه کینوا ریز و وزن هزار دانه آن از کلزا کمتر و حدود ۲ تا ۳/۵ گرم است. با توجه به ریز بودن بذر و پهن‌برگ بودن کینوا، بستر کاشت باید به گونه‌ای آماده شود که خاک نسبتاً نرم باشد، کلوخه‌های بزرگ نداشته باشد (میانگین قطر ۲ تا ۳ سانتی‌متر) و ارتباط کافی بین خاک و بذر ایجاد شود.

پودری یا نرم شدن بیش از حد خاک نیز باعث چسبیدن ذرات خاک به یکدیگر و تشکیل لایه‌ای ضخیم (سله) روی سطح خاک می‌شود و علاوه بر کاهش شدید درصد سبز شدن بذرها، موجب اتلاف رطوبت خاک نیز خواهد شد. کلوخه‌ای بودن زمین باعث می‌شود تا مقداری از بذرها با فرورفتن در فضاهای خالی بین کلوخه‌ها در عمق بیش از حد قرار گیرند و گیاهچه‌ها نتوانند از خاک خارج شوند. کلوخه با قطر بیش از ۳ سانتی‌متر سبب اختلال در سبز شدن بذر می‌شود. در خاک‌ورزی مرسوم، در صورت پف‌کردگی زیاد خاک یا وجود فضاهای خالی زیاد درون خاک، ممکن است بذرها در زمان آبیاری اول، همراه با نشست خاک به عمق زیاد فرو روند. در این خاک‌ها، استفاده از چرخ پیش‌فشار در ماشین کاشت یا

استفاده از دیسک یا غلتک‌های خاک‌نشان برای نشست کامل خاک و قرار دادن بذر در عمق مناسب ضروری است.

در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، وجود بقایا در سطح مزرعه افزون بر حفظ رطوبت خاک، از سله بستن سطح خاک نیز جلوگیری می‌کند. در خاک‌ورزی حفاظتی، اگر حجم زیادی از بقایا با خاک مخلوط شود، می‌تواند تماس بذر با خاک را کاهش دهد، در مراحل اول رشد با جذب نیتروژن خاک توسط میکروب‌های تجزیه کننده بقایا باعث تاخیر در رشد گیاه و در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌شود. بنابراین خاک‌ورزی و کاشت باید به گونه‌ای مدیریت شود که تا بقایا به جای مخلوط شدن با لایه سطحی، تا حد امکان روی خاک باقی بمانند.

ارتباط نوع خاک و شرایط بستر کینوا

کینوا می‌تواند در انواع خاک‌ها، از ماسه‌ای سبک تا رسی سنگین و خاک‌های با pH از ۴/۵ تا ۹ رشد کند (لیانگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۶)، اما خاک‌های سنگین (رسی)، شور و ماسه‌ای سبک هر یک محدودیت‌هایی نیز برای کاشت کینوا دارد.

● کاشت کینوا در خاک‌های سنگین با مشکلاتی مانند افزایش احتمال کلوخه‌ای بودن زمین و سله بستن سطح خاک همراه است. خاک‌ورزی در خاک‌های رسی سیلتی و لوم رسی با بافت نیمه سنگین تا سنگین (مانند بیشتر خاک‌های خوزستان و مناطق جنوبی کشور)، زمان‌بر، انرژی‌بر و نیازمند رفت و آمد چندباره ماشین‌ها برای شکستن خاک و خرد کردن کلوخه‌هاست. کاشت کینوا در خوزستان در نیمه اول مهرماه است و از این رو اگر زمین در تابستان آیش باشد یا محصول تابستانه اوایل مهرماه برداشت شود، خاک‌ورزی و آماده‌سازی بستر برای کینوا محدودیت ویژه‌ای ندارد.

● کاشت کینوا در خاک‌های شور: قرار گرفتن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین باعث شده است تا بخش زیادی از کشور با مشکل شوری خاک و آب روبه‌رو باشد. تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر و کاهش بارش‌ها در مناطق جنوبی، شرقی، غربی و مرکزی کشور، مانند اصفهان، سمنان، یزد، خراسان، کرمان، خوزستان، بوشهر، سیستان و بلوچستان و

هرمزگان باعث گسترش و افزایش شدت این مشکل شده است. شور شدن آب آبیاری در این مناطق باعث تشدید محدودیت در تولید محصولات زراعی شده است. با توجه به تحمل خوب کینوا نسبت به تنش‌های شوری و خشکی و قابلیت استفاده از آب‌ها و زهاب‌های نسبتاً شور، کاشت این محصول در مناطق شور می‌تواند مورد استقبال کشاورزان قرار بگیرد. در این زمین‌ها، برای پرهیز از تجمع بیش از حد شوری خاک در محیط ریشه، کینوا می‌تواند در کف جویچه‌ها و با کارنده‌های کف کار کشت شود. در خاک‌های شور، اگر ضرورت باشد کینوا روی پشته کشت شود، باید از کاشت بذر در وسط پشته خودداری شود یعنی بذر در دو طرف پشته به صورت کناری باید کاشته شود.

● در خاک‌های ماسه‌ای سبک، رشد کینوا با مشکلاتی مانند خشک شدن و تخلیهٔ سریع رطوبت خاک، آبهویی و از دست رفتن عناصر غذایی همراه است. حدود ۲۰ درصد زمین‌های استان فارس بافت سبک دارند. اگر چه خاک‌ورزی و کاشت کینوا در این خاک‌ها راحت است، اما کاشت کینوا در این خاک‌ها چندان موفقیت‌آمیز نیست و پیشنهاد نمی‌شود.

● در خاک‌های ماندابی^۱ اگر خاک مزرعه در اطراف ریشه‌ها برای مدت طولانی غرقاب بماند، بوته‌های کینوا به دلیل حساسیت ریشه‌ها به آب‌ماندگی دچار خفگی می‌شوند و از بین می‌روند یا رشدشان کاهش می‌یابد. از این رو قبل از کاشت کینوا باید زمین کاملاً هموار شود و زهکشی خوبی داشته باشد. زمین‌های ناهموار در همهٔ مناطق کشور وجود دارد، اما در خاک‌های سنگین و رسی (بر خلاف خاک‌های متوسط و سبک)، تخلیه آب از قسمت‌های گود مزرعه، به دلیل ضعیف بودن زهکشی طبیعی خاک، کند است و خطر ماندابی مزرعه وجود دارد. در کشت آبی کینوا، کشیدن ماله یا لولر معمولی قبل از کاشت به صورت قطری و دقیق بسیار ضروری است. اگر وسعت و شدت ناهمواری‌ها به قدری زیاد باشد که هموار کردن آنها با لولر معمولی امکان‌پذیر نباشد، تسطیح دقیق لیزری^۲ می‌تواند با حذف نقاط گود مزرعه، احتمال ماندابی شدن زمین را از بین ببرد. در مناطق و زمین‌هایی که به علت ناهمواری نسبی و زهکش نامناسب مستعد آب ماندگی ناشی از

1- Water logging

2 -Laser land leveling

آبیاری یا بارندگی زیاد هستند، کاشت کینوا روی پشته‌های بلند^۱ می‌تواند شرایط بستر رشد گیاه را بهبود بخشد.

ارتباط تناوب زراعی منطقه با عملیات مکانیزه تهیه بستر بذر

در مناطق مختلف کشور، تعداد روزهای قابل کار برای عملیات مکانیزه خاک‌ورزی و تهیه بستر بذر کینوا تحت تأثیر تناوب زراعی و رطوبت خاک می‌تواند متفاوت باشد. هر یک از روش‌های خاک‌ورزی شامل مجموعه‌ای از عملیات ماشینی است که باید به ترتیب و با صرف زمان لازم (بسته به نوع ماشین و ظرفیت مزرعه‌ای آن) اجرا شود.

تناوب زراعی و رطوبت بالای خاک، با محدود ساختن مدت زمان در اختیار برای کار ماشین‌ها (روزهای قابل کار با ماشین)، بر انتخاب روش خاک‌ورزی و به تبع آن بر نوع و ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌های مورد نیاز برای اجرای به‌موقع کار مؤثر است. با توجه به پهن-برگ بودن کینوا و در دسترس نبودن سم علف‌کش اختصاصی برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ آن، بهتر است کینوا بعد از محصولات وجینی کاشته شود یا مزرعه به علف‌های هرز پهن‌برگ آلوده نباشد.

تناوب زراعی غالب در خوزستان

تناوب زراعی عمده استان خوزستان شامل محصولات زمستانه مانند گندم، جو و کلزا و تابستانه مانند ذرت، برنج و حبوب (بنشن‌ها) است. کینوا می‌تواند در کشت پاییزه در اوایل مهرماه به جای محصولات زمستانه کاشته شود، اما کاشت پاییزه مستلزم خالی بودن زمین در اواخر شهریورماه است.

در استان خوزستان کاشت پاییزه کینوا با کاشت تابستانه ذرت و برنج تداخل دارد و نمی‌تواند به‌خوبی در تناوب زراعی جای بگیرد. در زمین‌هایی که زیر کشت ذرت و برنج باشند، به علت تداخل زمان خاک‌ورزی و کاشت کینوا (اواخر شهریور و اوایل مهرماه) با برداشت برنج و ذرت (آبان و آذر)، عملاً فرصت کاشت کینوا از دست می‌رود (جدول ۱ و

جدول ۲). با توجه به دوره رشد کینوا، در صورت پافشاری بر کاشت پاییزه این محصول در خوزستان، کشاورزان باید از کاشت محصولات تابستانه برنج و ذرت چشم‌پوشی کنند و زمین را در تابستان قبل آیش گذاشته یا محصولاتی بکارند (مانند ذرت علوفه‌ای) که تا اواخر شهریورماه یا اوایل مهرماه آن را برداشت کنند و بی‌درنگ عملیات تهیه بستر و کاشت کینوا را در نیمه دوم مهرماه آغاز شود.

با توجه به اینکه زمان برداشت کینوا در کشت پاییزه در بهمن و اسفندماه است، می‌توان پس از برداشت آن، بی‌درنگ ذرت بهاره کاشت و در خرداد ماه آن را برداشت کرد. در این صورت، امکان کاشت محصولات تابستانه ذرت و برنج وجود دارد. در صورت تامین آب، می‌توان در تابستان و قبل از کینوا در مزرعه کود سبز کشت کرد.

جدول ۱- ویژگی‌های زراعی ارقام کینوا در استان‌های خوزستان، اصفهان و فارس

استان	نام رقم	وزن هزاردانه (گرم)	طول دوره رشد (روز)	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت
خوزستان	تی‌تی‌کاکا	۲/۵	۹۰	اوایل مهر	اواسط دی
	گیزا وان	۳	۱۰۰	اوایل مهر	اواسط بهمن
	روزادا	۳	۱۵۰	اوایل مهر	اواخر اسفند
اصفهان	تی‌تی‌کاکا	۲/۵	۹۰	اواسط اسفند	اواسط خرداد
	گیزا وان	۳	۱۰۰	اوایل اسفند	اواخر خرداد
فارس	تی‌تی‌کاکا (مناطق سرد)	۲/۵ تا ۳	۱۳۰	تیر ماه	اواخر مهر
	تی‌تی‌کاکا (مناطق معتدل)	۲/۵	۱۰۰	مرداد ماه	اوایل آذر
	تی‌تی‌کاکا (مناطق گرم)	۲	۱۵۰	مهر ماه	اواخر بهمن

جدول ۲- محصولات اصلی تناوب‌های زراعی غالب در استان خوزستان

استان	تناوب زراعی	دوره رشد	
		نوع محصول	تاریخ کاشت تاریخ برداشت
خوزستان	برنج-کلزا	برنج (تابستانه)	آبان تا آذر
		کلزا (زمستانه)	فروردین
	برنج-گندم	برنج (تابستانه)	آبان تا آذر
		گندم (زمستانه)	اردیبهشت
	ذرت-گندم	ذرت (تابستانه)	آذر
		گندم (زمستانه)	اردیبهشت
	آیش-کلزا یا گندم	آیش (تابستانه)	-
		کلزا (زمستانه)	فروردین
		گندم (زمستانه)	اردیبهشت

تناوب زراعی غالب در استان اصفهان

در صورت کاشت بهاره کینوا در اسفندماه، عملیات مکانیزه آماده‌سازی بستر و کاشت ممکن است با مشکل بارندگی زمستانه و رطوبت بالای خاک روبه‌رو شود، اما برداشت آن در خرداد ماه، به دلیل نبود بارندگی، گرمای نسبی هوا و فراوانی کمباین‌های غلات در منطقه به راحتی و به صورت یک مرحله‌ای انجام‌پذیر است (جدول ۱ و جدول ۳).

در این استان، در صورت کاشت بهاره کینوا، امکان کاشت محصولات زمستانه مانند غلات و شبدر و محصولات بهاره مانند سیب‌زمینی و محصولات تابستانه مانند پیاز وجود نخواهد داشت. با در نظر گرفتن ملاحظات زراعی، کاشت کینوا با تولید دیگر محصولات تابستانه، مانند آفتابگردان، ذرت، برنج و ارزن تداخلی ندارد.

در کاشت تابستانه کینوا در اصفهان (اواسط مرداد)، زمان برداشت محصول در اوایل آبان با فصل خاک‌ورزی و کاشت محصولات زمستانه هم‌زمان می‌شود و بارندگی‌های اوایل پاییز می‌تواند افزون بر ایجاد تاخیر در ورود ماشین‌های برداشت به مزرعه و ریزش شدید دانه، به علت افزایش رطوبت، باعث سبز شدن دانه‌های کینوا روی سنبله‌ها شود.

جدول ۳- محصولات اصلی تناوب‌های زراعی غالب در استان اصفهان

استان	تناوب زراعی	دوره رشد	
		نوع محصول	تاریخ کاشت تاریخ برداشت
اصفهان	غلات - ذرت	غلات (زمستانه)	آبان
		ذرت (تابستانه)	تیر
	غلات - آفتابگردان	غلات (زمستانه)	آبان
		آفتابگردان (تابستانه)	تیر
	برنج - شبدر	شبدر (زمستانه)	آبان
		برنج (تابستانه)	خرداد
	سیب زمینی بهاره - برنج	سیب زمینی (بهاره)	بهمن
		برنج (تابستانه)	تیر
	غلات - پیاز	غلات (زمستانه)	آبان
		پیاز (تابستانه)	فروردین تا اردیبهشت
			مرداد تا مهر

تناوب زراعی غالب در استان فارس

تناوب زراعی غالب در استان فارس شامل محصولات زمستانه مانند گندم، جو، کلزا، یونجه و محصولات تابستانه مانند ذرت و ارزن است. در صورت کاشت کینوا در مناطق سرد فارس (تیرماه) و برداشت آن در اواخر مهرماه، کاشت محصولات مرسوم تابستانه امکان پذیر نخواهد بود (جدول ۱ و جدول ۴).

در مناطق معتدل استان فارس نیز کاشت کینوا در تابستان (مردادماه) باعث حذف محصولات تابستانه می شود و کاشت محصولات زمستانه نیز به دلیل تداخل زمان برداشت کینوا (اوایل آذر) با تهیه زمین و کاشت محصولات زمستانه، با تاخیر صورت می گیرد. در مناطق گرم این استان، کاشت کینوا به صورت زمستانه (در مهرماه)، جایگزین محصولات زمستانه مرسوم خواهد شد.

در مناطق سه گانه استان فارس، در زمین های زیر کشت ذرت و ارزن، فرصت کافی برای کاشت کینوا در همان سال وجود نخواهد داشت و در صورت پرداختن به هرگونه عملیات

کاشت خارج از تاریخ‌های ذکر شده، تولید کمی و کیفی دانه کینوا با مشکل روبه‌رو خواهد شد. در کاشت کینوا بعد از برداشت محصولات زمستانه، فرصت کافی برای عملیات کشاورزی مانند شخم زدن و تهیه بستر مناسب برای کشاورزان وجود دارد.

پیشنهاد می‌شود برای استفاده از رطوبت موجود در خاک و آسان کردن عملیات خاک‌ورزی، پس از برداشت محصول زمستانه در بهار، بی‌درنگ کاه و کلش پشت کمباینی آن به طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش شود یا جمع‌آوری و از مزرعه خارج گردد و عملیات آماده‌سازی بستر آغاز شود. تاخیر در خاک‌ورزی باعث خشک شدن خاک و کلوخه‌ای شدن زمین خواهد شد و آبیاری ماکار را ضروری می‌کند. آبیاری ماکار به آبیاری زمین قبل از خاک‌ورزی گفته می‌شود برای سست کردن خاک و آسان‌سازی عملیات خاک‌ورزی. در صورت عملی شدن آبیاری ماکار، عملیات خاک‌ورزی باید پس از کاهش رطوبت خاک و گاو رو شدن زمین شروع شود.

جدول ۴- محصولات اصلی تناوب‌های زراعی غالب در استان فارس

استان	تناوب زراعی	دوره رشد	
		محصول	تاریخ کاشت تاریخ برداشت
فارس	ذرت - گندم/جو	گندم/جو (زمستانه)	آبان ماه
		ذرت (تابستانه)	خرداد - تیر
	ارزن - گندم	گندم (زمستانه)	آبان ماه
		ارزن (تابستانه)	خرداد - تیر
	گندم - یونجه	گندم (زمستانه)	آبان ماه
		یونجه (چند ساله)	-
	جو - گلرنگ	زمستانه	آبان ماه

روش خاک‌ورزی در مناطق سرد و معتدل

در مناطق سرد و معتدل، مانند استان‌های البرز، تهران، فارس، اصفهان، خراسان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، همدان و مناطق مشابه، کاشت کینوا به صورت

بهاره است و می‌تواند از اسفندماه تا اواخر خردادماه متغیر باشد. در این مناطق، کاشت کینوا در اواخر زمستان و اوایل بهار با مشکلاتی مانند رطوبت بالای خاک در اثر بارندگی و ایجاد محدودیت در رفت و آمد ماشین‌ها در هنگام تهیه زمین و کاشت مکانیزه روبه‌رو است. خاک‌ورزی باید در رطوبت گاورو صورت گیرد تا با ایجاد کمترین فشردگی در خاک، بستر مناسبی برای بذر ایجاد کند. اگر رطوبت خاک از حالت گاورو بیشتر باشد، خاک‌ورزی همراه با شخم برگردان باعث فشردن لایه زیر عمق شخم شده و قطعات خاک برگردان می‌شود و پس از خشک شدن به سختی خرد خواهد شد و کلوخه‌ای شدن سطح خاک را به همراه دارد (شکل ۸).

در چنین شرایطی، اگر فرصت کافی برای کاهش رطوبت خاک نباشد و کشاورز به هر دلیل مایل به کشت مزرعه باشد، بهتر است بستر بذر با استفاده از ماشین‌های کم‌خاک‌ورزی و ترجیحاً بی‌خاک‌ورزی آماده شود تا مشکل فشردگی خاک کمتر شود (شکل ۹). با توجه به اینکه ممکن است واکنش کینوا به روش‌های گوناگون خاک‌ورزی و به ویژه بی‌خاک‌ورزی، در مناطق مختلف یکسان نباشد، بهتر است از این روش ابتدا در سطوح کوچک استفاده شود و آثار زراعی، اقتصادی، فنی و نکات مدیریتی کاربرد آن به طور دقیق بررسی و مشخص گردد.



شکل ۸- کلوخه‌ای شدن مزرعه در اثر شخم برگردان در خاک مرطوب



شکل ۹- کم خاکورزی حفاظتی با چیزل-پکر

روش خاک‌ورزی در مناطق معتدل و خشک

در مناطق معتدل و خشک مانند سمنان، قم، کرج و مناطق مشابه، با توجه به انطباق تقویم زراعی (بازه زمانی مناسب برای تاریخ کاشت کینوا) و تقویم ماشینی (روزهای قابل کار با ماشین)، عملیات خاک‌ورزی و کاشت کینوا با محدودیت ورود ماشین به مزرعه روبه‌رو نیست. در چنین شرایطی، اگر از دیدگاه تناوب محصولی، بین برداشت محصول قبل و تاریخ کاشت کینوا فرصت کافی باشد، می‌توان برای آماده‌سازی بستر بذر کینوا از انواع روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی استفاده و بستر کاملاً مطلوبی ایجاد کرد. در این مناطق، کاشت کینوا در مردادماه به عنوان کشت دوم نیز شدنی است (باقری، ۱۳۹۷).

روش خاک‌ورزی در مناطق گرم و خشک

در مناطق گرم کشور، به خصوص مناطق جنوبی مانند خوزستان، بوشهر، ایرانشهر و مناطق مشابه، کاشت کینوا به صورت پاییزه و آبی و تاریخ کاشت آن از شهریور تا اواخر آبان متغیر است. در این مناطق، روش‌ها و ماشین‌های مناسب برای خاک‌ورزی در مزارع کلزا، مانند کاشت مستقیم بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی با دیسک یا هرس بشقابی (شکل ۱۰)، چیزل-پکر و لولر (شکل ۱۱) می‌توانند در کاشت کینوا نیز استفاده شود.



شکل ۱۰- کم خاکورزی با دیسک (حذف شخم برگردان)



شکل ۱۱- هموارسازی نهایی سطح مزرعه با لولر

در مناطق گرم و خشک که بیشتر خاک سنگین و رسی دارند (مانند خوزستان و مناطق جنوبی کشور)، اگر فرصت در اختیار باشد و اگر آب کافی در دسترس باشد، برای آسان‌تر شدن عملیات خاک‌ورزی و نیاز به نیروی کششی کمتر و جلوگیری از ایجاد کلوخه‌های خشک بزرگ، بهتر است زمین ابتدا ماکار (آبیاری قبل از خاک‌ورزی) شود (شکل ۱۲) و خاک‌ورزی پس از گاوررو شدن زمین باشد. با آبیاری پیش از خاک‌ورزی (ماکار)، افزون بر سست شدن خاک و نیاز به نیروی کششی کمتر برای خاک‌ورزی، بذر علف‌های هرز نیز سبز خواهند شد (شکل ۱۳) و با خاک‌ورزی از بین می‌روند (شکل ۱۴). با به‌کارگیری روش‌های

خاک‌ورزی حفاظتی (مانند چپزل پکر یا بی‌خاک‌ورزی)، تمام یا بخشی از لایه سطحی خاک به هم نمی‌خورد و برگردان نمی‌شود. به هم نخوردن کامل خاک سطحی، باعث می‌شود تا علف‌های هرزی که با آبیاری مآخار جوانه زده‌اند برای استقرار گیاهچه و رشد کینوا مزاحمت ایجاد کنند. در چنین شرایطی، بهتر است پس از سبز شدن علف‌های هرز و قبل از آغاز عملیات خاک‌ورزی و کاشت، از علف‌کش‌های مناسب برای کنترل علف‌های هرز استفاده شود.

در صورت نیاز به استفاده از علف‌کش‌های خاک‌کاربرد یا پخش کودهای پایه با کودپاش سانتریفوژ، این مواد باید پیش از به‌کارگیری دیسک سبک آخر روی خاک پخش شوند تا با زدن دیسک تا عمق حدود ۱۰ سانتی‌متر با خاک مخلوط گردند. لازم است یادآوری شود که برای افزایش راندمان کودهای پایه بهتر است کاربرد آنها بر اساس آزمون خاک مزرعه و هم‌زمان با کاشت بذر و توسط کارنده مجهز به کودکار باشد تا کود به صورت متمرکز در نزدیکی ریشه قرار گیرد (با فاصله‌های ۵ سانتی‌متر زیر بذر و ۵ سانتی‌متر کنار بذر). بر این اساس، بهتر است تا آنجا که امکان دارد از پخش کود با کودپاش پرهیز شود، زیرا این ماشین‌ها دقیق نیستند و باعث هدر رفتن بخشی از کود به صورت توزیع در لایه سطحی خاک بالای بذر و تثبیت احتمالی کود در اثر تماس ذرات آن با حجم زیادی از خاک می‌شوند.



شکل ۱۲- آبیاری زمین قبل از خاک‌ورزی (مآخار) برای کاهش مقاومت کششی خاک و رویش بذر علف‌های



شکل ۱۳- رویش علفهای هرز در اثر آبیاری قبل از خاک‌ورزی (ماخار)



شکل ۱۴- از بین بردن علفهای هرز روییده با آبیاری ماخار هم‌زمان با خاک‌ورزی

نکته: ماشین‌های چیزل پکر، دیسک، لولر، خطی‌کار، ریز دانه‌کار و کارنده‌های کاشت مستقیم با ظرفیت کاری متفاوت که تاییدیهٔ آزمون فنی را از مرکز توسعهٔ مکانیزاسیون کشاورزی دارند، به شرط داشتن ویژگیهای ذکر شده در این نوشتار، می‌توانند برای خاک‌ورزی و کاشت کینوا استفاده شوند.

فصل سوم

مکانیزاسیون کاشت بذر کینوا

روش کاشت

بذر کینوا می‌تواند در انواع بسترهای مسطح یا بدون جوی و پشته (به ویژه در صورت آبیاری قطره‌ای)، یا روی پشته‌های معمولی و بلند با کارنده‌هایی مانند بذرکارها و ردیف‌کارهای پنوماتیکی ریزدانه‌کار، خطی‌کارهای غلات که به موزع ویژه ریزدانه‌کار مجهز شده‌اند و خطی‌کارهای کف‌کار برای زمین‌های نسبتاً شور (به شرط تجهیز به موزع‌های ویژه) کشت شود. افزون بر اهمیت ظرفیت مزرعه‌ای ماشین کارنده برای کاشت به موقع مزرعه، به دلیل این که بذر کینوا بسیار ریز است (تقریباً نصف بذر کلزا)، انتخاب ماشین مناسب برای کاشت آن (داشتن قابلیت اعمال تنظیمات مورد نیاز)، حساسیت بالایی دارد و نمی‌توان آن را با هر نوع ماشین خطی‌کار یا ردیف‌کاری کشت کرد. در صورت انتخاب و استفاده از ماشین کارنده نامناسب، میزان نایکخواختی در سبزشدن مزرعه بالا می‌رود و برای جبران آن ناچار هستیم مصرف بذر را افزایش دهیم و در نهایت با کاهش عملکرد محصول روبه‌رو شویم.

عوامل مؤثر بر کارایی ماشین‌های کاشت کینوا

بذر کینوا

بذر کینوا ریز است و سطح آن صاف، پهن و تقریباً شبیه قرص است (شکل ۱۵ و شکل ۴). ضخامت بذر کینوا حدود ۱ میلی‌متر و میزان کرویت آن حدود ۰/۷۸ است (ویلچه^۱ و همکاران، ۲۰۰۳). بسته به رقم، قطر بذر حدود ۱/۵ تا ۳ میلی‌متر و وزن هزار دانه آن حدود ۲ تا ۳/۵ گرم است. با بزرگ‌تر شدن اندازه دانه، نسبت اندوسپرم به جوانه (جنین) و مقدار نشاسته دانه (آمیلوز و آمیلوپکتین) بیشتر خواهد شد و علاوه بر افزایش قدرت رویش بذر، کیفیت پخت دانه کینوا بهتر می‌شود.



شکل ۱۵-بذرهای ریز کینوا

برای کاشت حفاظتی بذر کینوا در انبوه بقایای محصول قبل، استفاده از کارنده‌های مجهز به اجزای کنار زننده بقایا یا پیش‌برهای دیسکی بزرگ و موج برای برش بهتر بقایا و جلوگیری از پدیده سنجاقی شدن (فشردن و فرو کردن ساقه‌های محصول قبل در زمین توسط شیار بازکن کارنده، بدون بریده شدن آنها) یا فشردن آنها در کف شیار کاشت، ضروری است.

عمق کاشت کینوا

بذر کینوا به دلیل ریز بودن باید در عمق کم کاشته شود. عمق کاشت بذر این گیاه، بسته به بافت خاک و شرایط آب و هوایی، بین ۱ تا ۲ سانتی متر در نظر گرفته می شود. کاشت سطحی بذر در عمق کمتر از ۱ سانتی متر، به ویژه در مناطق خشک مانند خوزستان که لایه سطحی خاک در اثر تابش آفتاب و گرمای هوا به سرعت خشک می شود، باعث وارد شدن تنش رطوبتی به بذر می شود و درصد سبز شدن بذر را کاهش می دهد و از این رو مقدار مصرف بذر بیشتر خواهد بود تا تراکم مورد نظر تامین شود. با توجه به پهن برگ بودن کینوا و سختی خروج گیاهچه از خاک، این گیاه به عمق کاشت حساسیت زیادی دارد و کاشت بذر آن در عمق بیش از ۲ سانتی متر پیشنهاد نمی شود. حساسیت کینوا به عمق کاشت زیاد در خاک های سنگین بیشتر است، زیرا در این خاک ها احتمال کلوخه ای شدن و سله بستن لایه سطحی و جلوگیری از خروج گیاهچه از خاک بیشتر است. عمق زیاد بذرکاری باعث ضعیف شدن گیاهچه می شود.

با توجه به عمق کم کاشت بذر کینوا، استفاده از کارنده های مجهز به شیار بازکن های دیسکی، به دلیل بالا و پایین رفتن روی کلوخه ها، سنگ ریزه ها و ناهمواری های بستر، می تواند منجر به غیریکنواختی در عمق کاشت بذر شود، از این رو کارنده های مجهز به شیار بازکن کفشکی (به شرط مزاحم نبودن بقایا) گزینه مناسب تری خواهد بود.

تراکم بوته و مقدار مصرف بذر

برای همه شرایط نمی توان تراکم بوته یکسانی را پیشنهاد کرد. تراکم بوته بهینه کینوا برای دستیابی به بیشترین عملکرد اقتصادی به ژنوتیپ، عادت رشد، تاریخ کاشت، شرایط آب و هوایی، حاصلخیزی خاک و مدیریت زراعی بستگی دارد. افزون بر این، وضعیت بستر کاشت، روش کاشت و تنش های رطوبتی و حرارتی در طول دوره رشد می تواند بر مقدار مصرف بذر و در نتیجه بر تراکم بوته مؤثر باشد.

برای هر مزرعه تراکم بوته بهینه ای وجود دارد. تراکم کم باعث افزایش در قطر ساقه و تعداد شاخه های فرعی کینوا می شود. تعداد زیاد شاخه های فرعی باعث کاهش یکنواختی در

رسیدن دانه‌ها روی هر بوته می‌شود. افزایش بیش از اندازه قطر ساقه نیز باعث بروز مشکل در برش ساقه‌ها توسط شانهٔ برش کمباین می‌شود.

اگر بذر در زمان مناسب کاشته شود، خاک شور نباشد و بستر کاشت به‌خوبی آماده شده باشد، ۴ تا ۵ کیلوگرم بذر در هر هکتار کافی است. اگر زمین شور باشد یا برای کاشت بذر به جای ماشین‌های ریز دانه‌کار یا ردیف‌کار، از ماشین بذرپاش گریز از مرکز (سانتریفوژ) یا پاشش دستی استفاده شود، باید مقدار بذر بیشتری (تا حدود ۱۰ کیلوگرم در هکتار) کاشته شود (باقری، ۱۳۹۷). تجربهٔ کاشت کینوا در خوزستان نشان می‌دهد برای کاشت مکانیزه، ۱ تا ۲ کیلوگرم و برای کاشت دستی ۴ تا ۵ کیلوگرم در هکتار بذر کافی است (طاوسی و لطفعلی‌آینه، ۱۳۹۶).

فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت می‌تواند ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر باشد. فاصلهٔ بیشتر بین ردیف‌های کاشت، کنترل مکانیکی علف‌های هرز را در مراحل رشدی پیشرفته امکان‌پذیر می‌کند. بذر کینوا به سرعت جوانه می‌زند و گیاهچهٔ آن از خاک بیرون می‌آید، اما مراحل بعدی رشد آن کند است و بنابراین، بوتهٔ کوچک کینوا نمی‌تواند به‌خوبی با علف‌های هرز موجود یا جوانه‌زده رقابت کند (لیانگ و همکاران، ۲۰۱۶).

با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانهٔ کینوا نیز می‌تواند افزایش یابد، اما با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هر بوته کاهش می‌یابد. ویژگی اندازهٔ دانه و کیفیت دانهٔ کینوا در بازار پسندی، تقاضا و تجارت جهانی آن بسیار مهم است (عیسی^۱ و همکاران، ۲۰۱۸).

فصل کاشت کینوا

هم‌زمانی تاریخ کاشت کینوا با احتمال بارندگی و مرطوب شدن بیش از حد خاک می‌تواند ورود ماشین‌های کارنده به مزرعه را محدود کند.

- در مناطق گرم و خشک مانند خوزستان، بوشهر، سیستان و بلوچستان، هرمزگان، جنوب فارس، جنوب کرمان و مناطق مشابه، کاشت کینوا در مهرماه تا آبان است. در این بازه

زمانی، برای ورود ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت کینوا به زمین وجود محدودیت ویژه‌ای ندارد.

-در مناطق معتدل گرم مانند قم، سمنان و مناطق مشابه می‌توان کینوا را بدون محدودیت در رفت و آمد ماشین‌ها و تجهیزات در مزرعه به صورت کشت دوم تابستانه در مرداد ماه کشت کرد.

-در مناطق سرد، مانند همدان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و شهرکرد و مناطق معتدل مانند استان‌های البرز، تهران، فارس، اصفهان، خراسان، و مناطق مشابه کاشت کینوا بهار خواهد بود و می‌تواند از اسفندماه تا اواخر خرداد ماه متغیر باشد. در این مناطق، کاشت کینوا در اواخر زمستان و اوایل بهار با مشکلاتی مانند رطوبت بالای خاک در اثر بارندگی‌ها و ایجاد محدودیت در رفت و آمد ماشین‌ها برای تهیه زمین و کاشت مکانیزه روبه‌رو است. در کشت اواخر زمستان و اوایل بهار که احتمال بارندگی و محدودیت ورود ماشین‌های خاک‌ورزی به مزرعه به دلیل رطوبت بالای خاک زیاد است، می‌توان خاک‌ورزی را در پاییز و عملیات سبک آماده‌سازی نهایی بستر و کاشت بذر را در فصل کاشت به سرعت و با کمترین رفت و آمد در سطح مزرعه به‌انجام رساند. در چنین شرایطی می‌توان با استفاده از ماشین‌های کارنده کشت مستقیم سبک (بی‌خاک‌ورزی) بذر را در کوتاه‌ترین زمان و با کمترین فشردگی خاک کاشت.

ماشین‌های کاشت کینوا

ردیف کارهای ریزدانه کار

برای کاشت کینوا با دقت مناسب، استفاده از ردیف کارهای پنوماتیک ریزدانه کار پیشنهاد می‌شود (شکل ۱۶). با توجه به اینکه در کشور برای کاشت محصولات روی پشته و پشته‌های بلند (آبیاری نشی شیاری)، فاصله بین پشته ۷۵ سانتی‌متر به عنوان فاصله پذیرفته شده در نظر گرفته می‌شود، بهتر است کاشت کینوا به صورت دو ردیف روی هر پشته با فاصله بین ردیف ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شود تا رفت و آمد تراکتور بین پشته‌ها برای عملیات داشت در سطح مزرعه به راحتی امکان‌پذیر باشد. برای کاشت کینوا به صورت دو ردیف روی

هر پشته، در داخل کشور ردیف‌کارهای ویژه‌ای معروف به دوقلو تولید شده و در دسترس کشاورزان است (شکل ۱۷).



شکل ۱۶- ردیف‌کار پنوماتیک ریزدانه‌کار اسفوجیا، مدل CALIBRA (شرکت سبز دشت)



شکل ۱۷- ردیف‌کار دوقلو، برای کاشت به صورت دو ردیف روی هر پشته

در خاک سنگین، به دلیل دشواری نفوذ جانبی آب به داخل پشته و خیس کردن کامل آن (سیاه شدن پشته)، افزایش فاصله پشته‌ها به بیش از ۷۵ سانتی‌متر باید با ملاحظات آبیاری در نظر گرفته شود. در خاک‌های سنگین مناطق گرم که به دلیل خشک شدن سریع لایه سطحی خاک احتمال وارد شدن تنش رطوبتی به بذر وجود دارد، نصب چرخ‌های فشار دهنده مخروطی در کارنده می‌تواند یک فرورفتگی و گودی کوچک روی خطوط کاشت ایجاد کند. این فرورفتگی باعث دیرتر خشک شدن موضعی خاک در محل قرارگیری بذر و ایجاد ترک طولی روی خط کاشت می‌شود که خروج جوانه از خاک را آسان‌تر می‌کند.

خطی کارهای ریزدانه کار

به دلیل ریز بودن بذر کینوا و مصرف آن در مقادیر کم، خطی کارهای معمولی و مرسوم غلات برای کاشت بذر کینوا مناسب نیستند. موزع این خطی کارها دارای شیارهای بزرگ روی استوانه موزع است و با قرار دادن تنظیمات آن روی مقادیر بسیار کم، بذر را به صورت منقطع و نامنظم رها می کند. در خطی کارها، تنظیم و رعایت عمق کاشت در محدوده ۱ تا ۳ سانتی متر بسیار مشکل است. این خطی کارها، افزون بر نایکخواختی در سبز شدن مزرعه، مقدار مصرف بذر را نیز افزایش می دهند.

در سال های اخیر، سازندگان داخلی ماشین های کارنده با اصلاحاتی در خطی کارهای غلات، کاشت بذرهای ریز مانند کینوا را با این کارنده ها امکان پذیر کرده اند.

ویژگی های فنی خطی کارهای مناسب برای کاشت بذر ریز کینوا

ماشین های خطی کار برای کاشت بذر ریز کینوا باید ویژگی های مهم زیر را داشته باشند:

۱- مجهز بودن خطی کار به مخزن و موزع استوانه ای با شیار مورب کوچک، ویژه کاشت بذرهای ریز (شکل ۱۸).

۲- مجهز بودن واحدهای کارنده خطی کار به پاشنه یا اسکی تنظیم عمق کاشت بذر (شکل ۱۹ و شکل ۲۰).

۳- در خاک های کلوخه ای (به ویژه در خاک های سنگین رسی) و زمین های حاوی بقایای گیاهی زیاد و متراکم، کارنده باید به دستگاه کنار زن بقایا یا شیار بازکن دیسکی مجهز باشد (شکل ۲۱).



شکل ۱۸- خطی کار غلات با توانایی کاشت نسبتاً دقیق بذره‌های ریز، مانند کینوا، کلزا و شبدر
(۱) مخزن بذره‌های ریز، (۲) مخزن‌های بزرگ بذر و کود، (۳) موزع استوانه‌ای با شیارهای مورب ویژه
کاشت بذره‌های ریز و (۴) موزع استوانه‌ای مرسوم برای کاشت بذره‌های متوسط و بزرگ



شکل ۱۹- نصب پاشنه یا اسکی تنظیم عمق جداگانه روی هر یک از واحدهای کارنده خطی کار
برای جلوگیری از کاشت بذره‌های ریز در عمق بیش از حد



شکل ۲۰- خطی کار کودکار مجهز به مخزن جداگانه برای کود، بذرهای درشت و ریز و پاشنه یا اسکی تنظیم عمق بر روی هر واحد کارنده



شکل ۲۱- خطی کار مجهز به شیار بازکن دیسکی برای کاشت بذر در زمین‌های سنگین رسی، کلوخه‌ای و حاوی بقایای گیاهی.



شکل ۲۲- بستن دريچه بذر واحدهای کارنده میانی خطی کار (با دایره خط چین زرد مشخص شده) برای کاشت کینوا به صورت دو خط روی پشته

نکته: تعداد واحدهای کارنده در خطی کارهای غلات معمولاً زیاد و فاصله بین واحدها کم است. برای کاشت کینوا به صورت یک یا دو خط روی پشته با فاصله بین خطوط مورد نظر، لازم است دریچه بذر واحدهای کارنده مازاد بسته شود یا لوله سقوط بذر این واحدها باز شود و دهانه خروج بذر موزع آنها با وسیله مناسب بسته شود (شکل ۲۲).

نکته: با توجه به تفاوت ساختار و اجزای مربوط به تنظیمات کاشت ماشینهای کارنده، پیشنهاد می شود کاربران ماشینها برای تنظیم کارنده برای کاشت مقدار بذر مورد نظر و کالیبراسیون آن به دفترچه راهنمای کارنده مراجعه کنند.

فصل چهارم

مکانیزاسیون عملیات داشت در مزرعه کینوا

عملیات داشت مکانیزه در مزرعه کینوا شامل سمپاشی علیه علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های احتمالی، سله‌شکنی بین ردیف‌های کاشت، کوددهی سرک، و مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز است. برای مکانیزه کردن هر یک از این عملیات لازم است تراکتور در سطح مزرعه حرکت کند. بنابراین، در نظر گرفتن فاصله مناسب نکاشت در مزرعه برای ایجاد مسیر چرخ‌های تراکتور بین ردیف‌های کاشت بسیار ضروری است. فاصله بین ردیف‌های کاشت کینوا می‌تواند ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر باشد، اما فاصله بین ردیف‌ها در مسیر چرخ‌های تراکتور به طور معمول حدود ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود و در صورت استفاده از تراکتورهای چرخ باریک (شکل ۲۳)، این فاصله می‌تواند به حدود ۳۰ سانتی‌متر کاهش یابد.



شکل ۲۳- تراکتور چرخ باریک برای عملیات داشت بین ردیف‌های کاشت

بذر کینوا به سرعت جوانه می‌زند و گیاهیچه آن از خاک بیرون می‌آید، اما مراحل بعدی رشد آن کند است، بنابراین نمی‌تواند به خوبی با علف‌های هرز رقابت کند (لیانگ و همکاران، ۲۰۱۶). در مزرعه کینوا، مبارزه با علف‌های هرز در سه هفته ابتدایی رشد بسیار مهم است. مدیریت مبارزه با علف‌های هرز می‌تواند قبل از کاشت بذر، قبل از رویش بذرها و یا در مراحل بعدی رشد باشد.

اگر به‌هنگام آماده‌سازی بستر بذر در مزرعه علف‌هرز وجود داشته باشد، می‌توان آن را با خاک‌ورزی از بین برد و پس از آن بذر را کاشت. در صورت استفاده از روش‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی حفاظتی، که در آن خاک به طور کامل به هم نمی‌خورد، آبیاری مآخار در مناطق با خاک رسی و سنگین، مانند خوزستان می‌تواند باعث رویش بذر علف‌های هرز یا رشد علف‌های هرز چند ساله شود. با اجرای مآخار و اگر زمان کافی در اختیار باشد، می‌توان پس از سبز شدن بذر علف‌های هرز مزرعه را یک یا دوبار علف‌کش عمومی زد و بعد از گذشت چند روز و اثرگذاری علف‌کش، کاشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) یا کم‌خاک‌ورزی را دنبال کرد. پس از کاشت بذر در مزرعه می‌توان از علف‌کش‌های پیش‌رویشی یا پس‌رویشی مناسب استفاده کرد. در هر صورت، برای زمان و چگونگی کنترل علف‌های هرز لازم است با متخصصان گیاهپزشکی و افراد با تجربه مشورت شود.

سمپاشی مزرعه کینوا

سمپاشی باید در شرایط محیطی مناسب و به گونه‌ای اجرا شود که محلول سم به طور یکنواخت به همه سطوح هدف در مزرعه (محصول یا زمین) برخورد کند، از پاشش سم به سطوح غیر هدف و روان شدن محلول سم بر سطوح جلوگیری گردد و از بادبردگی و تبخیر سم پرهیز شود. برای سمپاشی مزرعه کینوا، بسته به اندازه مزرعه و ماشین‌ها و تجهیزات در دسترس، می‌توان از سمپاش‌های بوم‌دار پشت تراکتوری مجهز به افشانک‌های نوع بادبزی یا تی‌جت (شکل ۲۴) و میکرونر (شکل ۲۵) استفاده کرد. اگر مزرعه کینوا خیلی کوچک باشد، می‌توان سمپاش‌های پشتی ساده (شکل ۲۶) یا پشتی بوم‌دار (شکل ۲۷) را به کار برد. رعایت الزامات ویژه کار با هر یک از انواع سمپاش‌ها ضروری است.



شکل ۲۴- کنترل آفات و بیماری‌ها با سمپاش بوم‌دار پشت تراکتوری مجهز به افشانک بادبزنی



شکل ۲۵- کنترل آفات و بیماری‌ها با سمپاش بوم‌دار پشت تراکتوری مجهز به افشانک میکرونر



شکل ۲۶- کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها با سمپاش پستی لانس‌دار



شکل ۲۷- کنترل علف‌های هرز با سمپاش بوم‌دار پستی

کولتیواتور زنی در مزرعه کینوا

در صورت نیاز به سله‌شکنی، کوددهی سرک و کنترل مکانیکی علف‌های هرز بین ردیف‌های کاشت، کاربرد کولتیواتورهای پنجه‌غازی (شکل ۲۸) یا دورانی خورشیدی (شکل ۲۹)، مورد استفاده در دیگر محصولات ردیفی می‌تواند برای کینوا هم مناسب باشد. این کولتیواتورها در انواع یک، دو یا چند کاره مجهز به کودکار و سمپاش در دسترس هستند.

کولتیواتور دو کاره مجهز به کودکار می تواند با یک بار تردد سله شکنی کند، علف های هرز را وجین کند، کود سرک را با خاک مخلوط کند و پای بوته ها را خاک دهد (شکل ۳۰).

وجین مکانیکی با کولتیواتور زمانی باید اجرا شود که ارتفاع بوته ها ۱۰ سانتی متر یا بیشتر باشد تا خاک هایی که توسط بیلچه ها یا تیغه های کولتیواتور از درون جویچه به کناره های پشته ها ریخته می شوند باعث مدفون شدن آنها در زیر خاک نشود.

از کولتیواتور باید در رطوبت مناسب و گاوروبودن خاک استفاده شود، تاخیر دو تا سه روزه در آبیاری می تواند به گارو شدن زمین کمک کند. کاربرد کولتیواتور وقتی رطوبت خاک زیاد باشد باعث فشردگی خاک زیر چرخ های تراکتور می شود و خاک بریده شده به خوبی خرد نمی شود. اگر رطوبت خاک خیلی کم شود برش آن دشوار است و خاک به صورت قطعات بزرگ کنده می شود. کنده شدن خاک به صورت قطعات بزرگ، افزون بر کلوخه ای کردن مسیر جویچه ها، ممکن است باعث تخریب دیواره جانبی پشته ها و کنده شدن بوته ها همراه قطعات خاک شود.

برای جلوگیری از آسیب رساندن چرخ های تراکتور به بوته ها در هنگام کولتیواتور زدن، لازم است به هنگام تهیه بستر کاشت دقت شود تا جوی پشته ها کاملاً موازی هم باشند و فاصله آنها یکنواخت و برای عبور چرخ های تراکتور کافی باشد. بهتر است برای کولتیواتور زدن از تراکتور چرخ باریک استفاده شود و پس از آن مزرعه آبیاری گردد.



شکل ۲۸- کولتیواتور پنجه غازی برای عملیات داشت در مزرعه کینوا



شکل ۲۹- کولتیواتور ردیفی خورشیدی



شکل ۳۰- کاربرد کولتیواتور بین ردیفی مجهز به کودکار با تراکتور چرخ باریک در مزرعه ذرت

فصل پنجم

مکانیزاسیون برداشت دانه کینوا

مقدمه

ویژگی‌های بوته و دانه کینوا، شرایط مزرعه، دمای هوا، رطوبت دانه، هوا و خاک می‌تواند بر انتخاب روش برداشت، عملکرد کمباین و تنظیمات مورد نیاز برای برداشت محصول اثر بگذارد. چنانچه بازه زمانی برداشت دانه کینوا با بارندگی همراه نباشد، برداشت مکانیزه آن راحت است. اما، چنانچه زمان رسیدن دانه‌ها در مزرعه به درستی تشخیص داده نشود و برداشت کینوا به تأخیر بیفتد، علاوه بر افزایش احتمال خسارت توسط پرندگان، دانه‌ها بیش از حد خشک می‌شوند و حساسیت گیاه به ریزش دانه در هنگام برداشت با کمباین افزایش می‌یابد. افزون بر این، در صورت بروز بارندگی در مرحله رسیدگی، دانه‌های کینوا می‌توانند روی بوته جوانه بزنند (دهقان، ۱۴۰۰). کینوا در زمان رسیدن دانه نسبت به بارندگی و رطوبت بالا بسیار حساس است. وجود تعداد زیادی دانه ریز و متراکم در سنبله، باعث جوانه زنی و کپک زدن دانه‌ها می‌شود. رطوبت بالای دانه بر عملکرد واحد کوبنده کمباین و تلفات محصول تأثیر می‌گذارد. بنابراین، وجود هوای آفتابی و خشک در دوره برداشت بسیار مهم است.

با توجه به ریز بودن دانه کینوا، کاهش تلفات دانه در برداشت با کمباین و حفظ تمیز بودن کامل دانه‌های برداشت شده، آسان نیست. پس از برداشت محصول و تمیز کردن اولیه

آن توسط کمباین (حذف کاه و کلش، سنگریزه‌ها و بذر درشت علف‌های هرز)، لازم است محصول بوجاری و خشک شود و با رطوبت حداکثر ۱۲ درصد ذخیره گردد. برای بوجاری کینوا می‌توان از دستگاه بوجار دانه‌های ریز (مانند دستگاه بوجاری یونجه) استفاده کرد. رسیدگی دانه‌های کینوا در سنبله‌های یک مزرعه هم‌زمان نیست و دانه‌ها با تفاوت حدود ۱۵ روز از یکدیگر کاملاً می‌رسند. هنگامی که رطوبت دانه کینوا حدود ۴۵ درصد باشد، دانه‌ها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هستند و پس از آن تجمع ماده خشک متوقف می‌شود و با گذشت زمان، تنها رطوبت دانه کاهش می‌یابد. وقتی رطوبت دانه به ۲۰ درصد برسد، با فشار ناخن نصف می‌شود و زمان برای برداشت با دست (در مزارع کوچک) مناسب است. هنگامی که بوته‌ها خشک شوند، برگ‌ها می‌ریزند یا آویزان می‌شوند و زرد یا قرمز کم رنگ خواهند شد، دانه‌ها به راحتی از گل‌آذین خارج می‌شوند و فقط با دندان می‌توان آنها را نصف کرد (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۷). در این شرایط، رطوبت دانه‌ها بین ۱۲ تا ۱۴ درصد و آماده برداشت مستقیم با کمباین است. رطوبت مناسب برای انبارداری دانه کینوا ۱۲ درصد است.

زمان مناسب برداشت کینوا

- در مناطق گرم و خشک، مانند خوزستان، بوشهر، سیستان و بلوچستان، هرمزگان، جنوب فارس، جنوب کرمان و مناطق مشابه، کاشت کینوا در مهر تا آبان و برداشت آن در بهمن تا اسفند خواهد بود. در این فصل، بارش باران افزون بر ایجاد احتمال کپک زدگی محصول و سبز شدن دانه‌های کینوا روی بوته، باعث افزایش رطوبت خاک و نیاز به زمان بیشتر برای گاورو شدن خاک برای ورود ماشین‌های درو-ردیف‌کن و کمباین به مزرعه می‌شود. در صورت تداوم بارندگی‌ها در منطقه، برداشت مکانیزه کینوا به شدت مختل و با خسارت زیاد همراه می‌شود.

- در مناطق معتدل و سرد، مانند استان‌های البرز، تهران، فارس، اصفهان، خراسان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، همدان و مناطق مشابه، کاشت کینوا به صورت بهاره (اسفندماه تا اواخر خردادماه) و برداشت آن در تابستان خواهد بود. برداشت مستقیم (یک مرحله‌ای) کینوا در این مناطق با مشکل ویژه‌ای روبه‌رو نیست، اما به دلیل بالا

بودن دمای هوا و کاهش سریع رطوبت دانه، محدوده زمانی مناسب برای برداشت کوتاه است و تاخیر در برداشت باعث باز شدن پانیکول‌ها و ریزش شدید دانه‌ها می‌شود.

روش‌های برداشت دانه کینوا

به طور کلی دانه کینوا را می‌توان با دست یا با کمباین به روش‌های یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای برداشت کرد.

الف) برداشت دو مرحله‌ای کینوا

برداشت دو مرحله‌ای با ماشین‌های درو-ردیف‌کن^۱ و کمباین

برداشت دو مرحله‌ای کینوا با ماشین واقعی کاربرد دارد که فرصت کافی برای خشک شدن دانه‌ها روی بوته در مزرعه وجود ندارد یا شرایط حرارتی و رطوبتی محیط مناسب نباشد. برداشت دومرحله‌ای کینوا با ماشین باید زمانی در نظر گرفته شود که رطوبت دانه‌ها به حدود ۲۰ درصد رسیده باشد. در این حالت، برگ‌ها تغییر رنگ داده و متمایل به زرد شده‌اند و دانه‌ها با فشار ناخن نصف می‌شوند.

مرحله اول: پس از رسیدن فیزیولوژیک محصول و در حالی که رطوبت دانه‌ها بالا و حدود ۲۰ درصد است، ابتدا سنبله‌ها همراه با قسمت بالایی بوته‌ها توسط ماشین درو-ردیف‌کن از ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری (زیر پایین‌ترین سنبله‌ها) بریده و در سطح مزرعه نوار می‌شوند (شکل ۳۱). محصول درو و ردیف شده در مزرعه به مدت ۵ تا ۷ روز در معرض جریان هوا قرار داده می‌شود تا رطوبت آن به حدود ۱۲ تا ۱۵ درصد کاهش یابد و برای کوبیدن آماده شود. این کار در مزارع کوچک با دست خواهد بود و محصول درو شده برای خشک شدن و کوبیدن به خرمگاه منتقل می‌گردد (شکل ۳۲).

مرحله دوم، پس از خشک شدن دانه‌ها و کاهش رطوبت آنها به حدود ۱۲ تا ۱۴ درصد، محصول نوار شده همراه با سنبله‌های خشک شده در مزرعه، توسط کمباین مجهز به هد

1- Windrower

بردارنده یا بلندکننده (پیک آپ^۱) از روی زمین برداشته و کار کوبیدن سنبله‌ها و جداسازی دانه‌ها در کمباین دنبال می‌شود (شکل ۳۳).



شکل ۳۱- بریدن و نوار کردن بوته‌های کینوا در مزرعه توسط ماشین درو-ردیف‌کن



شکل ۳۲- انتقال بوته‌های کینوا بریده شده به محل خرمگاه برای کاهش رطوبت و آماده شدن برای خرمکوبی



شکل ۳۳- برداشتن و خرمکوبی محصول نوار شده توسط کمباین مجهز به هد بلندکننده

نکته: اگر برداشت یک مرحله‌ای کینوا با کمباین امکان‌پذیر باشد، برداشت دو مرحله‌ای، به دلیل ایجاد فشردگی در خاک و نیاز به صرف زمان و انرژی بیشتر برای دوبار ورود ماشین‌های برداشت در مزرعه، پیشنهاد نمی‌شود. برداشت دو مرحله‌ای هنگامی انتخاب می‌شود که فرصت کافی برای خشک شدن کل سنبله‌ها در مزرعه قبل از برداشت وجود نداشته باشد (به ویژه در ارقام با شاخه‌های فرعی یا زیاد بودن شاخه‌های فرعی به دلیل کم بودن تراکم مزرعه)؛ برداشت دو مرحله‌ای همچنین هنگامی انتخاب می‌شود که احتمال بارندگی و خسارت زدن پرندگان بالا

برداشت دو مرحله‌ای کینوا با دست

روش برداشت دو مرحله‌ای کینوا با دست معمولاً برای سطوح خیلی کوچک (حدود ۱۰۰۰ متر مربع)، یا مواقعی است که کمباین مخصوص کینوای بذری در دسترس نباشد، یا به علت بالا بودن رطوبت خاک، ورود کمباین به مزرعه ممکن نباشد. به طور کلی و در صورت نیاز، برداشت دستی محصول باید زمانی اجرا شود که رطوبت دانه‌ها به حدود ۲۰ درصد کاهش یافته باشد.

در مرحله اول برداشت دستی، ابتدا بوته‌های کینوا از ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری و با داس درو می‌شود. برای کاهش رطوبت دانه‌ها، سنبله‌ها در مکانی خشک مثل انبار یا گاراژهای سرپوشیده به مدت حدود یک هفته به صورت آویزان قرار داده می‌شوند (شکل ۳۴).

وقتی سطح مزرعه زیاد است، اما ماشین‌های درو-ردیف‌کن و کمباین در دسترس نباشد و آویزان کردن بوته‌ها ممکن نباشد، پس از حصول اطمینان از نبود بارندگی در منطقه، بهتر است بوته‌ها پس از بریده شدن به صورت سرپا یا به صورتی روی زمین گذاشته شوند که هوا از بین آنها جریان داشته باشد.



شکل ۳۴- آویزان کردن سنبله‌ها به منظور کاهش رطوبت دانه‌ها در برداشت دستی کینوای بذری، یا در سطوح خیلی کوچک

در مرحله دوم برداشت دستی باید دانه‌های نوک سنبله‌ها با تماس دست به راحتی از غلاف خود جدا شوند. در این هنگام با پوشیدن دستکش لاستیکی، بوته‌های آویزان به آرامی برداشته و روی سینی قرار داده می‌شوند. سپس، با یک دست قسمت انتهایی بوته گرفته می‌شود و دست دیگر برای چند بار از انتها تا نوک سنبله کشیده می‌شود تا بذرها از غلاف‌ها جدا شوند و روی سینی بریزند. سینی حاوی دانه‌ها را در محیط خارجی قرار داده و به کمک دمنده هوای مناسب، پوسته غلاف‌ها و دانه‌های سبک از دانه‌ها جدا می‌شوند. برای این کار می‌توان از پنکه زمینی، دهانه دمنده جاروبرقی یا ششوار قوی نیز استفاده کرد.

در برداشت دستی، با رسیدن رطوبت دانه‌ها به ۱۲ تا ۱۴ درصد می‌توان برای خرمکوبی از ماشین خرمکوب استفاده کرد یا سنبه‌ها را در دهانه کمباین ریخت. در این حالت لازم است تنظیمات زیر در واحدهای کوبنده و تمیز کننده کمباین یا خرمکوب رعایت شود:

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

- اندازه روزنه‌های الک بالایی کمباین روی ۵ تا ۱۰ میلی متر و الک پایینی روی ۳ تا ۵ میلی متر تنظیم شود.

- سرعت کوبنده می‌تواند بین ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ دور در دقیقه باشد.

- سرعت پنکه ۳۵۰ تا ۴۵۰ دور در دقیقه باشد. سرعت پنکه باید به حدی باشد که بدون بادبردگی دانه‌ها، کاه و کلش را به خوبی از دانه جدا کند.

نکته: توجه شود که برداشت دستی حتماً باید زمانی برنامه‌ریزی شود که بوته در معرض بارندگی نباشد و هوا خشک باشد. اگر دانه‌ها با رطوبت خارجی برداشت و آویزان شوند، به جای خشک شدن در مدت یک روز جوانه خواهند زد.

ب) برداشت مستقیم (یک مرحله‌ای) کینوا با کمباین غلات

در برداشت یک مرحله‌ای با کمباین، برداشت سنبه‌ها، کوبیدن و تمیز کردن دانه‌های کینوا با یک بار عبور کمباین در مزرعه به انجام می‌رسد. برای برداشت یک مرحله‌ای یا مستقیم با کمباین، باید ارقامی برای کشت انتخاب شوند که رسیدگی یکنواختی داشته باشند. برای برداشت دانه کینوا با کمباین‌های برداشت غلات، اعمال تنظیمات ضرورت دارد (شکل ۳۵). رطوبت دانه کینوا در زمان برداشت با کمباین باید بین ۱۲ تا ۱۴ درصد باشد (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۷). در این زمان، بوته‌ها زرد یا قرمز کم‌رنگ و خشک هستند و برگ‌ها ریخته یا آویزان می‌شوند. در این حالت، پوشش دانه‌ها با ناخن و مالش بین انگشتان دست به راحتی جدا و دانه‌ها لخت می‌شوند. دانه‌ها در این مرحله با فشار ناخن نصف نمی‌شوند و تنها می‌توان آنها را با دندان شکست و نصف کرد. اگر با احاطه کردن قسمت پایین خوشه با دست و کشیدن

به سمت بالای خوشه، دانه‌ها به راحتی از خوشه جدا شوند، مزرعه کینوا برای برداشت مستقیم با کمباین آماده است.

اگر احتمال هم‌زمان شدن برداشت کینوا با بارش‌های فصلی زیاد باشد، برداشت می‌تواند به صورت دو مرحله‌ای انتخاب شود.



شکل ۳۵- برداشت مستقیم (یک مرحله‌ای) مزرعه کینوا با کمباین غلات

نکته: اگر رطوبت هوا بالا باشد، بهتر است برداشت مستقیم کینوا با کمباین بین ساعت ۱۱ تا ۱۵ باشد. اگر رطوبت هوا پایین باشد، می‌توان عملیات برداشت را زودتر شروع کرد و دیرتر پایان داد.

نکته: تنظیمات کمباین باید به گونه‌ای باشد که تلفات دانه در پلتفرم و عقب کمباین، دانه‌های شکسته و ناخالصی‌های کاه و کلش در مخزن در حد قابل قبول باشد. راننده کمباین قبل از ورود به مزرعه کینوا باید تنظیمات لازم را روی سکوی برش، واحدهای تغذیه، کوپنده و تمیز کننده به‌انجام برساند. همچنین، بهتر است تیغه‌های شانه برش از نوع صاف باشند، نه دندانه‌دار.

نکته: پیش از آغاز برداشت کل مزرعه توسط کمباین، بهتر است ابتدا سطح کوچکی از مزرعه (در طول حدود ۳۰ متر) به صورت آزمایشی با کمباین برداشت و مقدار تلفات محصول (دانه‌ها و سنبله‌های همراه با کاه و کلش عقب کمباین و دانه‌های بر زمین ریخته شده) توسط دماغه و دیگر قسمت‌های کمباین بررسی شود. اگر ریزش غیرطبیعی، شکستگی دانه‌ها و تمیز نبودن دانه‌ها در مخزن دیده شود، باید بخش‌های مورد نیاز در کمباین دوباره تنظیم شوند و این چرخه تا تنظیم کمباین در بهترین حالت ادامه یابد.

بار دیگر یادآوری شود که راننده کمباین پیش از ورود به مزرعه کینوا باید تنظیمات لازم را روی سکوی برش^۱ و تغذیه، واحد کوبنده و واحد تمیز کننده به‌انجام رسانده باشد. هرچند برای برداشت محصول با کمترین تلفات قابل قبول، تنظیم تمامی اجزای کمباین ضروری است، اما معمولاً بیشترین تلفات دانه در اثر عملکرد نامناسب سکوی برش و تغذیه ایجاد می‌شود. تنظیمات کلی مورد نیاز برای پلتفرم به شرح زیر است:

- تنظیم قطعات شانه برش.
- تنظیم ارتفاع برش و تراز کردن پلتفرم.
- تنظیم موقعیت چرخ و فلک از نظر ارتفاع و فاصله افقی و عمودی با شانه برش.
- تنظیم سرعت دورانی چرخ و فلک.

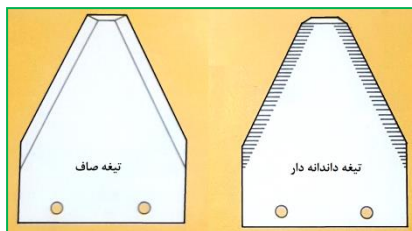
نکات مهم در برداشت یک مرحله‌ای کینوا با کمباین

- بهتر است برداشت هنگامی باشد که رطوبت نسبی هوا زیاد نباشد. اگر رطوبت نسبی هوا زیاد باشد یا شب‌نم روی محصول نشسته باشد (صبح زود، غروب و شب)، تلفات کمباینی

دانه زیاد می‌شود. گرد و غباری که در دوره رشد روی محصول نشسته است با بالا بودن رطوبت به زیر سیلندر خرمن‌کوب می‌چسبد و باعث بسته شدن روزنه‌های آن می‌شود. - در صورت استفاده از چرخ و فلک، بهتر است شاخص چرخ و فلک (نسبت سرعت محیطی چرخ و فلک به سرعت پیشروی کمباین) بین ۱/۵-۱/۲۵ قرار گیرد. در این حالت، انگشتی‌های چرخ و فلک به آرامی از بالا وارد تاج محصول می‌شوند و پیش از بریده شدن ساقه‌ها توسط شانهٔ برش، آنها را به درون فضای پلنفرم (دماغه) خم می‌کنند، به نحوی که هنگام بریده شدن ساقه‌ها، سنبله‌های محصول درون فضای سکوی برش هستند. در این حالت، اگر ریزشی اتفاق افتد، دانه‌ها به جای ریزش روی زمین، روی سکوی برش می‌ریزند. سرعت زیاد چرخ و فلک باعث زدن ضربه به سنبله‌ها و بر زمین ریختن دانه‌ها، فشرده کردن محصول و پیچیدن محصول برش‌خورده به دور پروانهٔ چرخ و فلک و پرت شدن آن به بیرون می‌شود. سرعت دورانی چرخ و فلک بسته به سرعت پیشروی مناسب کمباین (۲/۵ کیلومتر بر ساعت) بهتر است ۱۲ تا ۱۸ دور در دقیقه تنظیم شود.

- بهتر است تیغه‌های شانهٔ برش از نوع لبه صاف باشند. تیغه‌های دندانه‌دار مخصوص ساقه‌های کاملاً خشک مثل گندم و جو هستند (شکل ۳۶ و شکل ۳۷).

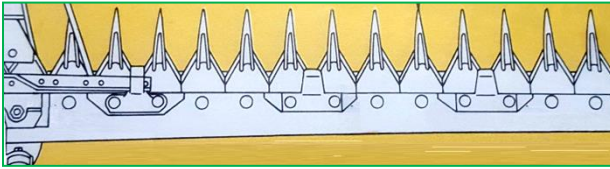
- تنظیم تیغه‌های شانهٔ برش به گونه‌ای باشد که دامنهٔ حرکت رفت و برگشتی تیغه‌ها به صورت کامل و از مرکز یک انگشتی تا مرکز انگشتی دیگر باشد (شکل ۳۸)



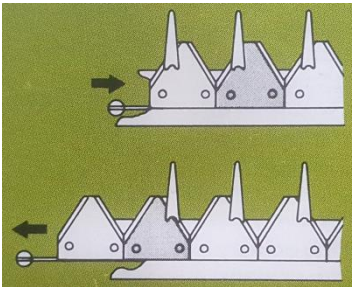
(ب)

(الف)

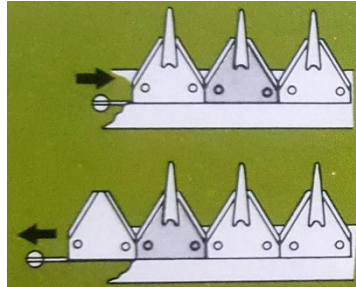
شکل ۳۶- انواع تیغه شانه برش کمباین: (الف) تیغه دندانه‌دار، (ب) تیغه صاف



شکل ۳۷- استقرار تیغه روی شانه برش کمباین



(ب)



(الف)

شکل ۳۸- تطابق تیغه و انگشتی در شانه برش کمباین: (الف) درست، (ب) نادرست

- فاصله هلیس تا کف سکوی برش کمباین حدود ۲۰ تا ۳۰ میلی متر باشد. توجه شود که فاصله‌ها در طرفین کاملاً یکسان باشند (شکل ۳۹).
- سرعت پیشروی کمباین می‌تواند ۱/۵ تا ۲/۵ کیلومتر در ساعت باشد، اما سرعت پیشروی مناسب برای برداشت محصول به تراکم مزرعه، ظرفیت خوراک‌دهی کمباین و ناهمواری زمین بستگی دارد. سرعت کمباین باید به اندازه‌ای باشد که تغذیه و ورود محصول به داخل کمباین همواره یکنواخت و میزان تلفات دانه در حد قابل قبول باشد.



شکل ۳۹- فاصله هلیس (مارپیچ) تا کف سکوی برش کمباین

- فاصله کوبنده و ضدکوبنده در قسمت جلو و عقب به ترتیب ۱۱ و ۳/۵ میلی متر باشد.
- سرعت کوبنده می تواند بین ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ دور در دقیقه باشد. سرعت دورانی کوبنده بستگی به رطوبت و تراکم محصول دارد. سرعت بیش از حد باعث شکستن دانه ها و سرعت کم باعث جدا نشدن کامل دانه ها و خفگی کوبنده می شود.
- سرعت پنکه ۳۵۰ تا ۴۵۰ دور در دقیقه باشد. اگر سرعت بادبزین زیاد باشد تلفات بذر در اثر بادبردگی زیاد می شود و اگر سرعت آن کم باشد باعث ورود کاه و کلش به داخل مخزن می شود. بهتر است جهت باد به سمت عقب کمباین باشد تا خطر بادبردگی دانه کمتر شود. برای یافتن سرعت مناسب باد، سرعت دورانی پنکه را در چند مرحله و به تدریج بال برید و در هر مرحله نتیجه را از نظر پرتاب دانه ها به بیرون و تمیزی دانه ها بررسی کنید. سرعت باد پنکه را آن قدر زیاد کنید که اگر بیشتر از آن شود، دانه ها از پشت کمباین به بیرون پرتاب شوند.
- بهتر است ارتفاع برداشت تا حد ممکن بالا باشد تا از ورود بیش از حد ساقه های گیاه و خفگی کمباین جلوگیری کند. ارتفاع برداشت کینوا باید به اندازه ای باشد که کمباین بتواند کوتاه ترین سنبله ها را نیز به روی سکوی برداشت کمباین هدایت کند و هیچ سنبله ای برداشت نشده برجای نماند.
- اندازه روزنه های الک بالایی روی ۵ تا ۱۰ میلی متر و الک پایینی روی ۳ تا ۵ میلی متر تنظیم گردد.

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

نکته: در این نشریه، بخشی از تنظیمات پیشنهاد شده برای برداشت کینوا با کمباین غلات مبتنی است بر تجربیات نگارندگان و لحاظ کردن تنظیمات کلی پیشنهادی شرکت جاندر (بی نام، ۱۹۸۷) که برای برداشت محصولات با ویژگی‌های نسبتاً مشابه ارائه شده است، از این رو، ارائه تنظیمات دقیق برای برداشت دانه کینوا با کمباین به تحقیقات کاربردی برای ارقام و شرایط مختلف کشور نیازمند است.

فهرست منابع

- باقری، محمود. ۱۳۹۷. زراعت کینوا. جزوه آموزشی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۳۲ صفحه.
- دهقان. ۱۳۹۸. توصیه‌های فنی در برداشت کینوا. نشریه فنی به شماره ثبت ۵۵۵۱۶. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و دفتر امور غلات و محصولات اساسی. مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- سپهوند، ن.ع. ۱۳۹۴. آشنایی با گیاه کینوا. پروژه کمک فنی جهت پذیرش، نهادینه سازی و تولید کینوا (TCP/RAB/3403) سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و واحد ارتباطات و اطلاع‌رسانی نمایندگی فائو در جمهوری اسلامی ایران.
- صالحی، م. و دهقانی، ف. ۱۳۹۶. کینوا، شبه غله مناسب منابع آب شور. نشریه ترویجی، شماره ثبت ۵۲۵۲۸ مورخ ۹۶/۸/۲۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز ملی تحقیقات شوری، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
- صالحی، م. و دهقانی، ف. ۱۳۹۷. راهنمای کاشت، داشت و برداشت کینوا در شرایط شور. نشریه ترویجی، شماره ثبت ۵۴۰۵۲ مورخ ۹۷/۵/۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز ملی تحقیقات شوری.
- طاوسی، م و لطفعلی‌آینه، غ.ع. ۱۳۹۶. کشت کینوا و نتایج تحقیقات مربوط به آن، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال، معاونت ترویج و نشر آموزش کشاورزی.
- عین‌افشار، س. و جلیلی، م. ۱۳۹۵. کینوا، تولید و فرآوری، تألیف. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد استان مرکزی، ۹۰ ص.
- Aluwi, N., Gu, B.-J., Dhumal, G., Medina-Meza, I. G., Murphy, K. M., and Ganjyal, G. (2016). Impacts of scarification and degermination on the expansion characteristics of select quinoa

- varieties during extrusion processing. J. Food Sci. 81, E2939–E2949. doi: 10.1111/1750-3841.13512.
- Anonymous. 1987. Combine harvesting. Fundamentals of machine operation (FMO). John Deere Company. Deere and company service training. ISBN-0-86691-098-0. pp: 212.
- Eisa, S.E., Abd El-Samad, E.H., Hussin, S.A., Ali, E.A., Ebrahim, M., González, J.A., Ordano, M., Erazzú, L.E., El-Bordeny, N.E. and Abdel-Ati A.A. 2018. Quinoa in Egypt-plant density effects on seed yield and nutritional quality in marginal regions. Middle East Journal of Applied Sciences. 8 (2): 515-522.
- FAO. 2011. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. Technical report. Regional Office for Latin America and the Caribbean. pp : 55.
- Jacobsen, S., rgensen, J. and Stlen, O. 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. J. Agric. Sci. 122; 42–52.
- Kowalski, R. J., Medina-Meza, I. G., T hapa, B. B., Murphy, K. M., and Ganjyal, G. M. 2016. Extrusion processing characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Cherry Vanilla. J. Cereal Sci. 70: 91–98.
- Kuijten, R. 2013. Exploration on the feasibility of a Dutch quinoa chain. A report for: Nuffield International Farming Scholars. Nuffield Netherlands and Steering Committee Agriculture Innovation Brabant.
- Liang, X., Rogers, C.W., Rashed, A., Schroeder, K. and Hutchinson, P.J.S. 2016. Adopting Quinoa in Southeastern Idaho. University of Idaho Extention. BUL 902.
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L and Martínez, E.A. .2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* wild), an ancient Andean grain: a review, Journal of the Science of Food and Agriculture, 90: 2541-2547. doi:10.1002/jsfa.4158.
- Vilche C., M. Gely and E. Santalla. 2003. Physical properties of quinoa seeds. Biosystems Engineering. 86: 59–65.

- Wu, G., Murphy, K. M., and Morris, C. 2014. Evaluation of texture differences among varieties of cooked quinoa. *J. Food Sci.* 79, S2337–S2345. doi: 10.1111/1750-3841.12672.
- Wu, G., Peterson, A. J., Morris, C. F., and Murphy, K. M., 2016. Quinoa seed quality response to sodium chloride and sodium sulfate salinity. *Front. Plant Sci.* 7:790. doi: 10.3389/fpls.2016.00790.