اثر فرکانس ارتعاش تیغه و زمان برداشت بر عملکرد دانه و تلفات ریزش کلزا (*Brassica napus* L.)

مجید رجبی وندچالی[1] و عباس قنبری مالیدره[1]
۱- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی-واحد جویبار
Majid_r_v@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر فرکانس ارتعاش تیغه و زمان برداشت بر میزان تلفات ریزش کلزا، آزمایشی به صورت کرت-های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در شهرستان جویبار در سال ۱۳۸۹ انجام شد. فرکانس ارتعاش تیغه به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (۷/۸، ۹/۰ و ۱۰/۲ هرتز) و زمان برداشت به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح (رطوبت بذر ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) بود. نتایج نشان داد که زمان برداشت (۵ درصد) و اثر متقابل بین ارتعاش تیغه و زمان برداشت (۱ درصد) تأثیر معنی داری بر میزان ریزش کل کمباین داشت. میزان ریزش برداشت سوم با ۳٤/٤ گرم بیش ترین و برداشت اول با ۲۳/۵ گرم بر متر مربع کم ترین بود. میزان ریزش فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز با ۳۰/۱ گرم و ۷/۸ هرتز با ۲۷/٤ گرم بر متر مربع حاصل گردید. ریزش طبیعی برداشت سوم با ۲/۸۹ گرم بر متر مربع بیش ترین بود. ارتعاش تیغه (در سطح ۵ درصد) و زمان برداشت و هم چنین اثر متقابل بین آن‌ها تأثیر معنی داری در سطح ۱ درصد بر میزان ریزش جلوی کمباین داشت. میزان ریزش جلوی کمباین در برداشت اول و سوم به ترتیب با ۲/٤ گرم بیشترین و ۰/۳۲ گرم کمترین بود. اختلاف درصد ریزش عقب کمباین در زمان های برداشت به دلیل نایکنواختی در رسیدگی بود. فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز با ۰/٦۵ گرم کمترین و ۹/۰ هرتز با ۱/۸۷ گرم بر متر مربع بیشترین ریزش عقب را داشت. بر اساس عملکرد دانه و میزان ریزش، فرکانس ارتعاش مناسب تیغه، ۹ هرتز و زمان برداشت مناسب، رطوبت بذر ۱۰ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: فرکانس ارتعاش، زمان برداشت، تلفات ریزش، کلزا.

مقدمه

گیاه کلزا یکی از مهمترین گیاهان روغنی جدید در جهان است و سطح زیر کشت این محصول در کشور در سال زراعی ۱۳۸۷، به ۲۹۰ هزار هکتار رسید که در استان مازندران حدود ٤۰۰۰۰ هکتار بود (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۷). از مشکلاتی که کشاورزان در کشت کلزا با آن مواجه می باشند تلفات بیش از حد دانه در زمان برداشت می باشد که عمدتاً به دلیل شرایط نامساعد هوا، نوع رقم و کمباین می باشد (افضلی و همکاران، ۱۳۸۷). در زمان رسیدن کامل کلزا، دو لایه نازک غلاف دانه، حساسیت بالایی به جداشدن در امتداد خطوط اتصال دارند. این خطوط شامل سلول‌های ساده و نازک می باشد و برخورد کردن غلاف ها به یکدیگر در قبل و هنگام برداشت، سبب جداشدن این لایه‌های نازک و تلفات دانه می‌گردد (میکین و همکاران، ۱۹۹۰).

زمان برداشت بر عملکرد محصول تأثیر دارد. یکی از اقداماتی که جهت کاهش تلفات بذر کلزا انجام می‌گیرد مدیریت برداشت آن می‌باشد. با توجه به بالا بودن درجه حرارت هوا در انتهای دوره رسیدن کلزا، کاهش رطوبت دانه بسیار سریع بوده و لذا پس از رسیدن رطوبت دانه به حدود ۱۰ درصد، محصول باید بلافاصله برداشت گردد،

زیرا چنانچه از زمان مناسب بیش از ۵-٤ روز بگذرد به دلیل خشک شدن بیش از حد غلاف‌ها تلفات ریزش در اثر ضربه تیغه کمباین، افزایش می‌یابد. بدیهی است برداشت محصول مزارع غالباً در این دوره زمانی کوتاه مقدور نبوده و بسیاری از زارعین بدلیل کوتاهی زمان مناسب برداشت، عملیات برداشت خود را قبل و یا بعد از این دوره زمانی انجام داده و لذا متحمل تلفات زیادی در محصول خود می‌شوند. یزدپور و همکاران (۱۳۸٦) مشاهده کردند که ارتفاع برداشت و نیز زمان برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد راتون برنج رقم طارم هاشمی، اثر معنی داری داشت. یکی از عوامل مهم زراعی در کاهش ریزش کلزا، تعیین زمان مناسب برداشت است که با توجه به کوتاه بودن دوره رسیدگی و رطوبت دانه، حائز اهمیت است. روزبه (۱۳۸۲) تحقیقی در زمینه اثرات زمان برداشت و دور استوانه‌ی کوبنده کمباین بر تلفات دانه کلزا انجام داد. معیار آزمون این تحقیق برای زمان برداشت، به جای رطوبت دانه، درصد قهوه‌ای شدن دانه بود. در این تحقیق عامل اول، درصد قهوه‌ای شدن دانه شامل ۵۰، ٦۵ و ۸۰ درصد و عامل دوم، سرعت‌های مختلف کوبنده شامل ٤۰۰، ۵۰۰، ٦۰۰ و ۷۰۰ دور بر دقیقه بود. نتایج نشان داد که کم ترین میزان تلفات، زمانی حاصل گردید که ۸۰ درصد دانه‌ها قهوه‌ای رنگ و دور کوبنده، ۷۰۰ دور بر دقیقه بود.

تاکنون بیش ترین تحقیقاتی که در زمینه‌ی کلزا انجام شد بر روی خواص دانه و تعداد دانه درون کپسول بود (حسین زاده و همکاران، ۱۳۸۷). شکستن لایه غلاف کلزا در اثر تکان‌های شدید ناشی از جریان هوا، برخورد با دماغه کمباین و یا ارتعاش ناشی از حرکت تیغه‌های برش سبب می شود که دانه‌های محبوس در کپسول، رها و پراکنده شوند که حتی تا ۵۰ درصد افت دانه در شرایط نامطلوب و بحرانی نیز گزارش شد (دیپنبراک، ۲۰۰۰). فرکانس ارتعاش تیغه در ماشین برداشت بر تلفات و عملکرد محصول تاثیر می‌گذارد. رجبی وندچالی (۱۳۸٤) تأثیر زاویه و فرکانس ارتعاش را بر عملکرد یک نوع چغندرکن ارتعاشی مورد بررسی قرار داد و مشاهده کرد که با افزایش فرکانس ارتعاش تیغه‌ها، درصد شکستگی غده‌ها افزایش و درصد غده‌های باقی‌مانده در خاک کاهش یافت. طباطبایی کلور و همکاران (۱۳۸٤) با طراحی و ساخت یک دستگاه برش با مکانیزم رفت و برگشتی، تأثیر عوامل مختلف از جمله نوع رقم، سرعت برشی تیغه و نوع تیغه را بر روی مقاومت برشی ساقه برنج مورد تحلیل و ارزیابی قرار دادند و مشاهده کردند که سرعت برشی تیغه بر روی نیروی برش و مقاومت برشی ساقه برنج اثر معنی‌داری دارد به طوری که با افزایش سرعت برش تیغه، نیروی برش و در نتیجه توان برشی و نیز مقاومت برشی ساقه کاهش یافتند.

با افزایش عملکرد کلزا در واحد سطح و کاهش میزان ریزش آن در زمان برداشت می توان تولید این دانه روغنی را بهبود بخشید (کوچکی، ۱۳۷۲). کندن غلاف‌های بوته کلزا به عوامل مختلفی از قبیل رطوبت ساقه و مرحله رسیدگی بوته بستگی دارد(ایزدی نیا، ۱۳۸٤). ایزدی و همکاران (۱۳۸٤) به مقایسه دو روش کاشت دست پاش و کشت خطی کلزا و همچنین سه نوع پلاتفرم کمباین (پلاتفرم معمولی برداشت غلات، پلاتفرم الحاقی مدل حامد مجهز به شانه برش جانبی مکانیکی و پلاتفرم الحاقی بیزو مدل جان‌دیر مجهز به شانه برش جانبی هیدرولیکی) از لحاظ میزان ریزش کل پرداخته و مشاهده کردند که کاشت دست پاش به دلیل استفاده از میزان بذر بیش تر منجر به کاهش قطر ساقه کلزا شده و چون برش ساقه-های باریک‌تر با تکان و ضربه کم تری همراه بوده، ریزش زمان برداشت کاهش یافت. همچنین پلاتفرم‌های الحاقی می-توانند با افزایش فاصله شانه برش، میزان تلفات واحد دروی کمباین را به طور چشمگیری کاهش دهند. قطر ساقه از این جهت که می تواند بر میزان ریزش کلزا در زمان برداشت مؤثر باشد، اهمیت دارد. اگیلوی (۱۹۹۲) علت اصلی ریزش هنگام برداشت با کمباین را تکان شدید وارده به کلزا دانستند که این تکان‌های شدید می تواند با افزایش قطر ساقه کلزا

تشدید شده و میزان ریزش دانه را افزایش دهد (اگیلوی، ۱۹۹۲). ساختار فیزیکی بوته‌ی کلزا، مانند ارتباط تراکم بوته در واحد سطح با اندازه گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی و اندازه کپسول‌های آن، تنوع در رسیدن به بلوغ کامل دانه ها در فصل برداشت و نیز رسیدن دانه‌ها در رطوبت‌های متفاوت از پائین به بالا در یک بوته‌ی گیاه کلزا و بسیاری عوامل دیگر پارامترهایی هستند که علاوه بر اهمیت افت دانه توسط ماشین، می‌بایست در طراحی ماشین برداشت مدنظر قرار گیرند (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹ و دیپنبراک، ۲۰۰۰).

اشتری لرکی و همکاران (۱۳۸۸) تأثیر روش‌های مختلف کاشت و استفاده ازپلاتفرم الحاقی بر میزان عملکرد و ریزش کلزارا بررسی نمودند و دریافتند که نوع پلاتفرم در سطح ۱ درصد بر میزان ریزش مؤثر بود، به طوری که میزان ریزش ۲۰/۹۹ درصد از کل عملکرد (۵۹۳ کیلوگرم در هکتار) از طریق استفاده از پلاتفرم متداول غلات و میزان ریزش ۱۳/۰۸ درصد از کل عملکرد (۳۷۰ کیلوگرم در هکتار) از طریق استفاده از پلاتفرم الحاقی حاصل شد. افضلی و همکاران (۱۳۸۷) با مقایسه میزان تلفات دانه در روش‌های مختلف برداشت ارقام دانه روغنی کلزا دریافتند که پس از آن‌که رطوبت دانه کلزا به ٤٠ درصد کاهش یابد، وزن ماده خشک آن افزایش نخواهد یافت. برداشت با رطوبت‌های پائین‌تر از ۱۰٪ سبب ریزش دانه‌ها و خسارت پرندگان می‌شود. همچنین هنگامی که رطوبت دانه، ۳۵ درصد باشد بیشترین عملکرد دانه و روغن را در بر خواهد داشت (احمدی، ۱۳۷۹). تعیین رطوبت دانه برای برداشت و نحوه‌ی برداشت تاثیر عمده‌ای بر کیفیت دانه کلزا دارد. لذا باید توجه داشت که به دلیل عدم هم‌زمانی گل‌دهی، کلیه‌ی دانه‌های کلزا هم‌زمان نمی‌رسند و برداشت زود هنگام سبب می‌شود مقدار زیادی از دانه‌ها نارس برداشت شوند. در این شرایط کیفیت روغن تولیدی، کاهش می‌یابد (راهنما و همکاران، ۱۳۸٤).

افضلی و همکاران (۱۳۸۷) عنوان کردند که در حال حاضر با توجه به تلفات بالای کلزا، روش‌های مختلفی برای برداشت آن پیشنهاد می‌گردد ولی تأثیر روش برداشت برکیفیت دانه کلزا مشخص نیست. یکی از روش‌های برداشت بدین صورت است که محصول پس از رسیدگی فیزیولوژیک و زمانی که درصد رطوبت دانه حدود ۳۵٪ است، نوار شده و پس از خشک شدن غلاف‌ها برداشت می‌گردد. روش دیگر برداشت مستقیم با کمباین می‌باشد که در رطوبت دانه بین ۱۵-۱۰٪ انجام می‌گردد. یکی از روش‌های دیگر که توسط برخی کشاورزان در منطقه انجام می‌گردد برداشت مستقیم توسط کمباین در دو مرحله در رطوبت ۱۵ـ۱۰٪ می‌باشد. افضلی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر کیفیت دانه ارقام کلزا دریافتند که تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر تلفات کمباین نشان داد که کم ترین و بیش ترین میزان تلفات به ترتیب در تیمارهای نوار کردن با میزان ۳/۸٪ و تیمار برداشت در رطوبت ۱۵٪ با میزان ۲۳/۲٪ به‌دست آمد. میزان تلفات در دو تیمار دیگر یعنی برداشت در رطوبت ۱۰٪ و برداشت مستقیم دو مرحله‌ای توسط کمباین، بدون تفاوت معنی‌دار بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه کلزا در شهرستان جویبار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا گردید. از نظر آب و هوایی، منطقه دارای اقلیم مرطوب و بافت خاک مزرعه، شنی بود. آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فرکانس ارتعاش تیغه به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (F_1: ۷/۸ هرتز، F_2: ۹/۰ هرتز و F_3: ۱۰/۲ هرتز) و زمان برداشت به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح (T_1: ۱۰ درصد رطوبت بذر، T_2: ۱۵ درصد رطوبت

بذر و T_3: ۲۰ درصد رطوبت بذر) بود (صمدی یزدی و همکاران، ۱۳۷٦). پارامترهای اندازه‌گیری عبارت بودند از: ریزش طبیعی، ریزش در محل پلاتفرم، ریزش عقب کمباین، عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت. کلزای مورد آزمایش، رقم هایولا ٤٠١ (رقم کلزای متداول در منطقه) بود. مساحت مزرعه آزمایشی برابر ٤٠٩٥ متر مربع (۷۰×۵۸/۵ متر مربع) بود. مزرعه شامل سه بلوک آزمایشی (هر بلوک مربوط به یک تکرار) هر یک به مساحت ٤٨٠ متر مربع (٤٨/٥×١٠ متر مربع) بود.هر بلوک شامل سه کرت اصلی بود و هر کرت اصلی به ۳ کرت فرعی تقسیم گردید. هر کرت به طول ۱۰ متر و عرض ٤/٥ متر انتخاب گردید. عرض هر کرت اندکی بیش از عرض کار کمباین (٤/٢٣ متر) انتخاب شد.علت این امر آن بود که هنگام برداشت، تمام عرض پلاتفرم در داخل محصول قرار گیرد تا شرایط برداشت کاملاً مطابق با شرایط واقعی و معمول باشد. فاصله بین کرت ها در هر بلوک ۱ متر انتخاب شد. بلوک‌ها در امتداد هم و در طول مزرعه قرار داشتند و فاصله ی بین دو بلوک متوالی برابر ۱۰ متر انتخاب گردید تا کمباین بتواند برای حرکت بین بلوک‌ها، مانور دهد و در ابتدای هر کرت قادر باشد به موازات کرت مورد نظر قرار گیرد و به سرعت مناسب برسد. در دو طرف بلوک‌ها نیز ۵ متر حاشیه به منظور جابجایی کمباین از یک بلوک به بلوک دیگر لحاظ گردید.

تعیین زمان برداشت: زمان برداشت بر اساس میزان رطوبت دانه تعیین گردید و هر یک روز در میان از مرحله ۸۰ درصد رسیدگی غلاف ها به بعد سه نمونه گیاهی از قسمت های مختلف مزرعه تهیه و غلاف و ساقه از هم جدا شده و سپس دانه را از غلاف جدا کرده و وزن تر هر سه نمونه ساقه، غلاف دانه و دانه تعیین و سپس در داخل آون در دمای ٦٥ درجه به مدت ٤٨ ساعت خشک گردید و سپس درصد رطوبت تعیین گردید. به ترتیب برای رطوبت ۲۰ درصد تاریخ برداشت بیست و ششم اردیبهشت، رطوبت ۱۵ درصد تاریخ برداشت سی و یکم اردیبهشت و رطوبت ۱۰ درصد تاریخ برداشت هفتم خرداد تعیین شد. و تاریخ کشت مزرعه ۱۵ مهر ماه سال ۱۳۸۸ انجام شد. تناوب کشت قبل برنج بود و در دوره رشد گیاه کلزا اعمال همه مراحل کاشت و داشت شامل کوددهی، مبارزه با آفت و بیمار ها و مبارزه با علف هرز در کل سطح زیر کشت یکسان بود.

مشخصات فنی دستگاه مورد آزمایش: جهت برداشت محصول کلزا از یک دستگاه کمباین برداشت غلات مدل جاندیر ۹۵۵ (کمباین متداول در منطقه) مجهز به هد مخصوص برداشت کلزا استفاده گردید. سرعت پیشروی کمباین در مزرعه حدود ۲/٥ کیلومتر بر ساعت انتخاب شد که سرعت توصیه شده جهت برداشت کلزا می باشد. مشخصات فنی هد مخصوص برداشت کلزا در جدول زیر آمده است:

شرح	حداکثر طول	حداکثر عرض	حداکثر ارتفاع	عرض کار	وزن هد برداشت	نوع تیغه	مکانیزم انتقال	نیرو محرکه	فاصله دو
مشخصات فنی	٤٥٠ سانتی‌متر	۱۲٥ سانتی‌متر	۱٥ سانتی‌متر	٤٢٣ سانتی‌متر	۲٥۰ کیلوگرم	مضرس	مکانیکی (پولی و	موتور کمباین	۷ سانتی

نحوه تغییر فرکانس ارتعاش تیغه: تغییر فرکانس ارتعاش تیغه از طریق تعویض پولی محرک در مکانیزم انتقال توان شانه برش انجام گرفت. سرعت دورانی پولی محرک در حالت برداشت محصول برابر ٥٤٠ دور بر دقیقه بود. قطر پولی متحرک برابر با ۲۳ سانتیمتر بود که با ساخت سه پولی محرک با قطرهای ۲۰، ۲۳ و ۲٦ سانتی‌متر، فرکانس ارتعاش تیغه‌ها به ترتیب برابر ۷/۸، ۹/۰ و ۱۰/۲ هرتز گردید. علت استفاده از پولی‌های محرک با قطرهای نامبرده آن بود که کمباین‌داران منطقه بر حسب تجربه، جهت افزایش سرعت برشی تیغه از پولی محرک با قطر ۲٦ سانتی‌متر و جهت کاهش سرعت برشی تیغه از

پولی محرک با قطر ۲۰ سانتی‌متر استفاده می‌کنند. از این رو فرکانس‌های متداول و مورد استفاده در کمباین‌های منطقه مبنای انتخاب فرکانس‌های ارتعاش تیغه در آزمایش‌ها قرار گرفت.

نحوه‌ی اندازه‌گیری پارامترها: در هنگام برداشت، افت قسمت‌های مختلف دستگاه به تفکیک اندازه‌گیری گردید. در آزمونی که پرایس انجام داد از یک سینی با کف بسته با ابعاد ۱۱/۵×٥٤/٤ سانتی‌متر مربع استفاده نمود (پرایس و همکاران، ۱۹۹٦). در آزمون انجام شده توسط هوبسون ابعاد ظرف به ٦٤×٦/٦ سانتی‌متر مربع تغییر یافت و سطح مقطع آن به شکل مثلث بود که کناره‌های آن توسط ساقه‌های کلزا نگهداری می شد (هوبسون و همکاران، ۲۰۰۲).

ریزش طبیعی: برای اندازه‌گیری ریزش طبیعی از ظروف با مقطع نیم‌دایره با قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول ۱/۵ متر استفاده گردید. ظروف اندازه گیری از طریق برش طولی یک لوله پولیکا با قطر ۱۰ سانتی متر تهیه گردید (اشتری لرکی و همکاران، ۱۳۸۷) از یک هفته قبل از اولین برداشت، چند ظرف به صورت تصادفی در مزرعه و بین ساقه‌های کلزا مستقر گردید. یک روز قبل از شروع هر برداشت محتوای این ظروف جمع آوری و سپس بعد از هر برداشت مجدداً جاسازی می‌گردید (اشتری لرکی و همکاران، ۱۳۸۷). از آنجا که محتوای ظروف علاوه بر دانه کلزا، شامل دانه‌های علف هرز و تکه‌های ساقه نیز بود با استفاده از الک و یک سطح شیب‌دار، عمل جداسازی دانه‌های کلزا انجام گرفت. سپس دانه‌های جدا شده توزین گردید و مجموع آنها بر تعداد ظروف ریزش طبیعی تقسیم شد تا متوسط میزان ریزش طبیعی در سطح یک ظرف به دست آید. با توجه به این‌که سطح موثر هر ظرف برابر ۰/۱۵ متر مربع (۱/۵×۰/۱ متر مربع) بود، متوسط ریزش طبیعی در هکتار، از رابطه‌ی زیر به دست آمد:

$$L_i = \frac{1000 m_i}{15} + L_{i-1} \quad : i = 1,2,3 \ \text{و} \ L_0 = 0 \qquad (۱)$$

که در آن، i، شماره مرحله برداشت، m_i، متوسط میزان ریزش طبیعی در سطح یک ظرف (بر حسب گرم)، L_i، متوسط میزان ریزش طبیعی در هکتار (بر حسب کیلوگرم بر هکتار) و L_{i-1}، متوسط میزان ریزش طبیعی در هکتار در مرحله برداشت قبلی می‌باشد.

ریزش در محل پلاتفرم: در این تحقیق برای اندازه‌گیری ریزش دانه در محل پلاتفرم کمباین ظرفی که مقطع آن به شکل نیم دایره قطر ۱۰ سانتی متر و طول ٤/۵ متر بود استفاده گردید. انتخاب طول ٤/۵ متر برای ظروف آن بود که کل عرض کار کمباین (٤/۲۳ متر) را پوشش دهد. بدین ترتیب هم تلفات میانی و هم تلفات کناری پلاتفرم اندازه‌گیری شد. به منظور جلوگیری از پرتاب دانه‌ها به بیرون (هنگام سقوط آن‌ها به داخل ظروف) سطح داخلی ظروف با پارچه پوشش یافت تا نقش ضربه‌گیر را ایفا نماید (اشتری لرکی و همکاران، ۱۳۸۷). ظروف به صورت عمود بر جهت حرکت کمباین، خیلی آهسته میان ساقه‌های کلزا بر روی زمین و با فاصله‌های مناسب در طول هر کرت جاسازی شد. قرارگیری ظروف قبل از رسیدگی محصول و باز شدن غلاف ها انجام گرفت. زیرا در غیر این صورت با جاسازی ظروف در هنگام برداشت، تکان خوردن ساقه‌ها سبب ریزش می‌شد. ظروف هنگام جاسازی به صورت واژگون قرار گرفتند تا مانع سقوط دانه به داخل ظرف در اثر ریزش طبیعی گردد. در زمان برداشت، هنگام عبور پلاتفرم کمباین از روی هر ظرف، پیش از آن‌که چرخ‌های جلوی کمباین به ظرف برسد، پیشروی کمباین متوقف می‌شد. سپس پلاتفرم توسط راننده بالا می رفت و کمباین به عقب بر می گشت و محتویات ظرف جمع آوری می‌گردید. دانه‌های موجود در این ظروف پس از جداسازی (توسط الک و

سطح شیب‌دار)، جمع آوری و توزین گردید. با توجه به این‌که سطح مؤثر هر ظرف برابر با ۰/٤۲ متر مربع (۰/۱ ×٤/۲۳ متر مربع) بود میزان دانه ریخته شده در هر ظرف در هر اندازه‌گیری نشان دهنده میزان ریزش در ۰/٤۲ متر مربع بود. در نتیجه، میزان ریزش در هکتار در محل پلاتفرم از رابطه زیر بدست آمد:

$$L = 1000m/42 \quad (۲)$$

که در آن، m، وزن دانه به دست آمده از هر ظرف (بر حسب گرم) و L، میزان ریزش دانه در هکتار در محل پلاتفرم (بر حسب کیلوگرم بر هکتار) است (اشتری لرکی و همکاران، ۱۳۸۷).

ج) ریزش در عقب کمباین :به منظور بررسی و تعیین فرکانس ارتعاش مناسب تیغه‌ها، اندازه‌گیری تلفات ریزش در محل پلاتفرم کافی بود. اما لازمه تعیین زمان برداشت مناسب، اندازه‌گیری تمامی تلفات ریزش (اعم از ریزش طبیعی، ریزش در محل پلاتفرم و ریزش عقب کمباین) بود. برای اندازه‌گیری ریزش عقب کمباین از یک ظرف با سطح مقطع نیم‌دایره به قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول ۱/۵ متر (اندکی بیش از عرض انتهای کمباین) استفاده شد. قبل از حرکت کمباین دو نفر در انتهای کمباین، ظرف را زیر کاه پران‌ها و اندکی جلوتر از محل ریزش کاه و کلش نگه می داشتند. با حرکت کمباین، هر دو نفر همزمان همراه با کمباین حرکت می‌کردند و پس از اندکی برداشت می ایستادند تا کمباین از روی ظرف عبور کند. سپس محتوای درون ظرف جمع‌آوری می‌شد. این عمل در طول هر کرت، ۳ بار تکرار شد. با توجه به این‌که محتوای ظروف ریزش عقب کمباین مربوط به عرض ٤/۲۳ متر از محصول بود از این رو رابطه‌ی (۲) برای محاسبه ریزش عقب کمباین نیز معتبر است.

تجزیه و تحلیل داده ها: روش و نرم افزار آماری به کار رفته برای تجزیه واریانس داده ها SAS و مقایسه میانگین‌ها MSTATC بود و مقایسه میانگین‌ها توسط روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص های زراعی کلزا

عملکرد دانه: نتایج نشان داد که زمان برداشت در سطح ۵ درصد تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت. با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ۳، زمان برداشت سوم با میانگین عملکرد ۳۵٦۳ کیلوگرم در هکتار بیش ترین و زمان برداشت دوم با میانگین عملکرد ۲٦۹۷ کیلوگرم در هکتار کم ترین میزان عملکرد را به خود اختصاص دادند. با وجود برتری نسبی زمان برداشت اول، زمان برداشت دوم تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد نسبت به آن نشان نداد و در یک گروه آماری قرار گرفتند. هر چند که انتظار می‌رفت در زمان برداشت سوم، با توجه به خشک شدن بیش از حد محصول و باز شدن برخی غلاف‌ها، درصد تلفات ریزش افزایش و عملکرد محصول کاهش یابد. شاید علت این امر می‌تواند آن باشد که تا زمان برداشت سوم، دانه از نظر رسیدگی و خشک شدن کپسول هنوز در حال رشد بود و درصد افزایش عملکرد در اثر رشد فیزیولوژی بیش از درصد افزایش تلفات ریزش بود که نهایتاً منجر به افزایش عملکرد نسبت به برداشت‌های اول و دوم گردید. مهمترین دلیل عملکرد دانه بیش تر در زمان برداشت سوم، شاید رسیدگی یکنواخت تر بوته ها بود. این در حالی است که در مراحل قبلی برداشت، گیاه نارس و غلاف سبز نیز در قسمت‌های مختلف گیاه مشاهده می شد. به نظر می رسد که افزایش عملکرد دانه در زمان برداشت سوم علاوه بر رسیدگی یکنواخت‌تر بوته ها، شاید به دلیل بیش تر بودن تعداد بوته در واحد سطح نیز باشد. یزدپور و همکاران (۱۳۸٦) بیش‌ترین عملکرد دانه را در زمان برداشت اول و کم‌ترین

عملکرد را در زمان برداشت سوم مشاهده کردند. آن‌ها این تفاوت را به نایکنواختی تراکم بوته و برخی اجزای عملکرد مربوط دانستند. ارتعاش تیغه تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت. به طوری که فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز با میانگین عملکرد ۲۷۵۸ کیلوگرم در هکتار کم ترین و فرکانس ارتعاش ۹/۰ هرتز با میانگین عملکرد ۳۱۲۷ کیلوگرم در هکتار بیش ترین میزان تولید را به خود اختصاص دادند. اختلاف در عملکرد دانه تحت تاثیر فرکانس‌های مختلف ارتعاش تیغه را باید در درصد تلفات ریزش پلاتفرم جستجو نمود و ریزش عقب کمباین نقشی در ان ندارد زیرا درصد ریزش عقب به تغییر زمان برداشت و تنظیمات واحدهای کوبش، جدایش و بوجاری کمباین مربوط است. عملکرد بیش تر دانه در فرکانس ارتعاش ۹/۰ هرتز می‌تواند به دلیل درصد ریزش کم تر در پلاتفرم در این فرکانس باشد و به همین ترتیب می‌توان عملکرد کم تر در فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز را به درصد ریزش بیش تر دانه در محل پلاتفرم در این فرکانس مربوط دانست. البته با احتمال ضعیف‌تری هم می‌توان این تفاوت عملکرد را به نایکنواختی رسیدگی محصول در کرت‌های آزمایشی ارتباط داد.

عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت: نتایج نشان داد که زمان برداشت در سطح یک درصد تأثیر معنی داری روی عملکرد دانه، عملکرد کاه و عملکرد بیولوژیک داشت و در سطح پنج درصد تأثیر معنی داری روی شاخص برداشت داشت. فرکانس ارتعاش تیغه در سطح پنج درصد تأثیر معنی داری روی شاخص برداشت داشت که با توجه به این که این صفت تحت تأثیر فرکانس ارتعاش تیغه نیست. اثر متقابل زمان برداشت و فرکانس ارتعاش تیغه در سطح پنج درصد تأثیر معنی داری روی عملکرد دانه داشت(جدول ۱). T_3 بیشترین عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت داشت. که نشان دهنده خشک بودن کپسول ها و رسیدگی یکنواخت آنها است ولی در دو برداشت قبل مقداری از کپسول ها سبز و درصدی از قسمت های گیاه به علت رطوبت بالا دانه از گیاه جدا نمی شدند. بنابراین با توجه به رعایت کلیه عملیات کاشت و داشت محصول تفوت معنی داری در سطوح عملکرد دانه در فرکانس ارتعاش تیغه نبود که این صفات زراعی در جهت ثبات یکسان بودن مزرعه ارائه گردیده است و روند تغییرات آنها در سطوح تیماره جهت مقایسه آورده شده است.

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات زراعی کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن ساقه	وزن کپسول
تکرار	۲	۲۲۱۸۱/۱٤۸	۲٤۷۳۳/۳۷۰	۹۳۷۳۷/۳۳۳	۲۱/۷۵۷	۱۲۲۹۱/۸۱۵	۲٦۷۸/۱۱۱
ارتعاش	۲	ns	ns	ns	۱۱/۲۷۲*	ns	۱۳۰۳/۱۱ ns
خطا a	٤	۱٦٤۲۳/۳۷۰	٦۳٤۰٦/۸۲	۱۳۹۸۷٤/۳۳۳	۰/۸۸۸	۵۲۸۰۲/٤ ۵۵۱٦۲/۳۷۰	٤۷۷٦/۷۲۲
زمان	۲	۱۵٤٦۹/٤۸۱**	٦٤۸۷/۲۵۹**	٤۱۳۱۷/۳۳۳**	۲۷/۹۱۱*	۲۱۸۰/۱٤۸*	۱۸٦۵/۳۳۳**
اثر	٤	۳۰/۰۳۷*	۳٦۰/٤۲٦ ns	۳۰۰/۳۳۳ ns	ns	ns	۱٤/۷۷۸ ns
خطا b	۱۲	۱٤۹٦/۵۱۹	٦٦۷/۷۰٤	۲۹٤۸/۰۵٦	۰/٦۱۹ ۵/۰٤۵	۲۹٤/۰۳۷ ٤۳۱/۰۷٤	۲۱۳/۵۷٤
C.V.	-	۱۰/٦۸	۳/۷۳	۵/۱۵	٦/۵۷	٤/۳۲	٦/۸۷

ns عدم تفاوت معنی‌دار *تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ **تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۲ مقایسه میانگین صفات زراعی مربوط به کلزا در سطوح تیمارها

تیمارها	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن ساقه	وزن کپسول
	گرم بر متر مربع			درصد	گرم در متر مربع	
F_1	۳۲۱/٦٦٧a	٦۳۹/٤٤٤ a	۹٦۱/۱۱۱ a	۳۳/۲۳٥ b	٤٤۰/٥٥٦ a	۱۹۸/۸۸۹ a
F_2	٤۰٦/۷۷۸ a	۷۸۹/٦٦۷ a	۱۱۹٦/٤٤٤ a	۳۳/۸٦٦ b	٥٦۸/٥٥٦ a	۲۲۱/۱۱۱ a
F_3	۳٥۷/۷۷۸ a	٦٤۹/٦٦۷ a	۱۰۰۷/٤٤٤ a	۳٥/٤۱۰ a	٤۳۱/٦٦۷ a	۲۱۸/۰۰۰ a
T_1	۳٤۷/۳۳۳ b	٦۷٦/۱۱۱ b	۱۰۲۳/٤٤٤ b	۳۳/۸۱۸ ab	٤٦٥/۰۰۰ b	۲۱۱/۱۱۱ b
T_2	۳۳۰/۰۰۰ b	٦۷۸/۷۷۸ b	۱۰۰۸/۷۷۸ b	۳۲/٦۱۲ b	٤۷۹/٦٦۷ ab	۱۹۹/۱۱۱ b
T_3	٤۰۸/۸۸۹ a	۷۲۳/۸۸۹ a	۱۱۳۲/۷۷۸ a	۳٦/۰۸۱ a	٤۹٦/۱۱۱ a	۲۲۷/۷۷۸ a

*: در هر ستون تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند معنی‌دار نیست.

وزن ساقه و وزن کپسول: نتایج نشان داد که زمان برداشت در سطح پنج و یک درصد به ترتیب تأثیر معنی داری بر روی وزن ساقه و وزن کپسول داشت. به طوری که زمان برداشت سوم بیشترین و زمان برداشت اول کمترین وزن ساقه و کپسول را داشت.

ریزش طبیعی: نتایج به دست آمده از اندازه گیری ریزش طبیعی تجزیه آماری نشد. همان‌طور که انتظار می‌رفت زمان برداشت سوم با میزان ریزش ۱/۳۰ گرم در سطح مشخص اندازه گیری برابر با ۲/۸۹ گرم در متر مربع بیش ترین بود که برابر ۰/۸ درصد عملکرد دانه زمان برداشت سوم (۳٥٦۳ کیلوگرم در هکتار) و زمان برداشت اول با میزان ریزش ٤٥ عدد در متر مربع، کم ترین میزان ریزش طبیعی را داشت. زمان برداشت دوم با میزان ریزش ۹۳ عدد در سطح مشخص اندازه گیری برابر با میزان ریزش ۳۱۰ عدد در متر مربع بود.

شاخص های مکانیزاسیون

تجزیه واریانس عملکرد دانه و تلفات ریزش در جدول ۳ و جدول مقایسه میانگین‌ها در جدول ٤ آمده است.

جدول ۳ تجزیه واریانس عملکرد دانه و تلفات مربوط به کلزا توسط کمباین

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	ریزش جلو	ریزش عقب	ریزش کل
تکرار	۲	۱۰/٦٥۹	۳/٦۹	۰/۰۳۸	۲/۰٥۸
ارتعاش تیغه	۲	۷/۱۳٤ ns	۱۱/۰٤۲ ns	۰/٦٥۲*	۲/۸٦۹ ns
خطا a	٤	۱/۸۲۰	٦/۱۳۱	۰/۰٦۸	۸/۲۲۷
زمان برداشت	۲	۳۸/۲۲٦**	٦۳/٦۲۲**	۱/۸۹۹**	٤۷/۳۹*
اثر متقابل	٤	۰/۸۲۷ ns	۳٤/٦٦۸*	۱/۰٤۱**	٥٥/۷۱۷**
خطا b	۱۲	۱/٤۳۷	٦/۹٤٦	۰/۰۹۷	۷/٥۲

C.V.	-	۹/٤٤	۲۳/۲۸	٦۳/۵۸	۲۲/۵۸

ns عدم تفاوت معنی‌دار * تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ ** تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ٤ مقایسه میانگین صفات کیفی عملکرد دانه و تلفات مربوط به کلزا توسط کمباین در سطوح تیمارها.

تیمارها	عملکرد دانه	ریزش جلو	ریزش عقب	ریزش کل
	کیلوگرم در هکتار	گرم در متر مربع	گرم در متر مربع	گرم در متر مربع
F_1	۳۱۲۷a	۲٦/۵ a	۰/۹۵ b	۲۷/٤۵ a
F_2	۳۱۱۷ a	۲٤/۲ a	۱/۸۷ a	۲٦/۰۷ a
F_3	۲۷۵۳ a	۲۹/٤ a	۰/٦٤ b	۳۰/۰٤ a
T_1	۲۷۳۷ b	۲۳/۳ b	۲/٤۰ a	۲۵/۷۰ ab
T_2	۲٦۹۲ b	۲۲/۹ b	۰/٦۷ b	۲۳/۵۷ b
T_3	۳۵۵٦ a	۳٤/۰ a	۰/٤۰ b	۳٤/٤۰ a

*: در هر ستون تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند معنی‌دار نیست.

ریزش عقب کمباین: ارتعاش تیغه (در سطح ۵ درصد) و زمان برداشت و هم چنین اثر متقابل بین ارتعاش تیغه و زمان برداشت تأثیر معنی داری در سطح ۱ درصد بر میزان ریزش عقب کمباین داشت. زمان برداشت اول با میزان ریزش ۲/٤ گرم در متر مربع بیشترین و زمان برداشت سوم با میزان ریزش ۰/۳۲ گرم در متر مربع کمترین می‌باشد. که اختلاف درصد ریزش عقب در زمان های برداشت به نایکنواختی در رسیدگی بوده است. در مقایسه ارتعاش تیغه نیز فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز با میزان ریزش ۰/٦۵ گرم در متر مربع کمترین و فرکانس ارتعاش ۹/۰ هرتز با میزان ریزش ۱/۸۷ گرم در متر مربع بیشترین ریزش عقب حاصل شد. که دلیل آن به تنظیمات واحد کوبش و جدایش و بوجاری مربوط می باشد.

جدول ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل تلفات ریزش جلو، ریزش عقب و ریزش کل کلزا توسط کمباین در سطوح تیمارها.

تیمارها		ریزش جلو	ریزش عقب	ریزش کل
		گرم در متر مربع	گرم در متر مربع	گرم در متر مربع
F_1	T_1	۲۱/۹۷ b	۱/۷۷ b	۲۳/۷٤ c
	T_2	۲۸/۲۹ b	۰/۷۷ bc	۲۹/۰٦ bc
	T_3	۲۹/۲۰ b	۰/۳۳ bc	۲۹/۵۳ bc
F_2	T_1	۲٤/۸۸ b	٤/۸۸ a	۳٦/۸٤ ab
	T_2	۲۱/۷٤ b	۰/۵۹ bc	۲۲/۳٤ c
	T_3	۲٦/۰۵ b	۰/۱۳ c	۲٦/۱۸ bc
F_3	T_1	۲۳/۰۳ b	۰/۵۵ bc	۲۳/۵۸ c
	T_2	۱۸/٦۵ b	۰/٦۷ bc	۱۹/۳۲ c
	T_3	٤٦/٦۳ a	۰/۷۲ bc	٤۷/۳۵ a

*: در هر ستون تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند معنی‌دار نیست.

ریزش جلوی کمباین: ارتعاش تیغه و زمان برداشت و هم چنین اثر متقابل بین ارتعاش تیغه و زمان برداشت تأثیر معنی داری بر میزان ریزش جلوی کمباین داشت، اما زمان برداشت در سطح ۱ درصد بر میزان ریزش مؤثر بود (جدول ۳). در زمان‌های برداشت مختلف، زمان برداشت سوم با میزان ریزش ۳۳/۹ گرم در متر مربع که برابر ۵ درصد از عملکرد کل (۳۳۹/۵ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد، بیشترین و زمان برداشت اول با میزان ریزش ۳۰/۵ گرم در متر مربع که برابر ۱۱/۳۱ درصد از عملکرد کل (۳۰۵ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد، کمترین میزان ریزش در زمان برداشت را به خود اختصاص دادند که با توجه به عملکرد کم‌تر در این تیمار، درصد ریزش آن افزایش یافت. در مقایسه ارتعاش تیغه نیز فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز با میزان ریزش ۲۹/٤ گرم در متر مربع که برابر ۱۰/۷ درصد از عملکرد کل (۲۹٤ کیلوگرم در هکتار) بود، بیش-ترین و فرکانس ارتعاش ۹/۰ هرتز با میزان ریزش ۲٤/۲ گرم در متر مربع که برابر ٦/٤ درصد از عملکرد کل (۲٤۲ کیلوگرم در هکتار) بود، کم‌ترین ریزش حاصل شد. ایزدی نیا و همکاران (۱۳۸۵) نیز کاهش معنی دار ریزش در اثر استفاده از پلاتفرم الحاقی را گزارش دادند. در توجیه این مسئله می‌توان گفت که فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز از طریق افزایش سرعت رفت و برگشتی تیغه‌های شانه برش، میزان تلفات واحد دروی کمباین را به طور چشمگیری افزایش می دهند و میزان لرزش بیش تری را برای بریدن ساقه ایجاد می‌کند. دلیل دیگر کاهش ریزش فرکانس ارتعاش ۹/۰ هرتز، مناسب بودن این نوع پولی برای برش ساقه کلزا در این زمان برداشت و با این قطر ساقه بود. شاید مهم‌ترین دلیل ریزش در اثر تغییر فرکانس ارتعاش تیغه، مربوط به نوسانات جانبی مجموعه‌ی پلاتفرم در اثر تعویض پولی محرک بود زیرا با تعویض پولی مشاهده گردید که پلاتفرم دچار نوسان جانبی می‌شود و علت این نوسان احتمالا بهم خوردن بالانس دینامیکی در اثر تعویض پولی بود. این نوسانات در فرکانس ارتعاش ۹/۰ هرتز چندان زیاد نبود ولی در فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز به مراتب بیشتر بود. شاید دلیل نوسانات بیشتر برای فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز، افزایش سرعت رفت و برگشت تیغه‌ها باشد. از دلایل دیگر افزایش ریزش کلزا در هنگام برداشت، ریزش ناشی از در هم تنیدگی شاخه های کلزا در یکدیگر است که چرخ فلک برای غلبه بر این در هم تنیدگی و ایجاد جریان حرکت ساقه به سمت شانه برش به کار می رود. هنگامی که محصول توسط شانه برش در حال بریده شدن است و به قسمت داخل پلاتفرم هدایت می شود، به جهت در هم تنیده بودن شاخه‌های بوته های بریده شده با شاخه های بریده نشده‌ی بوته‌های مجاور، شاخه‌های بریده نشده نیز کشیده شده و سرعت تیغه‌های شانه برش و لرزشی که به این کپسول‌های باز شده وارد می شود باعث ریزش می‌گردد و مقداری ریزش نیز در قسمت انتهایی شانه برش اتفاق می‌افتد که توسط شانه برش عمودی است علی رغم این که از طریق ایجاد برش عمودی در محصول، این پیوستگی بین شاخه ها را از بین برده و از ریزش بیش تر دانه‌ها می‌کاهد. اثر متقابل بین ارتعاش تیغه و زمان برداشت تأثیر معنی داری (در سطح پنج درصد) بر میزان ریزش جلوی کمباین داشت. به طوری که فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز و زمان برداشت سوم (با ٤٦٦ کیلوگرم از۳۳۵۵ کیلوگرم در هکتار) بیشترین ریزش کل و فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز و زمان برداشت دوم (با ۱۸۷ کیلوگرم از۲٤۰۳ کیلوگرم در هکتار) کمترین بود (جدول ۵).

ریزش کل کمباین: منظور از ریزش کل، مجموع ریزش جلو و عقب کمباین می‌باشد (ریزش ناشی از عدم رسیدگی که در بقایای کلزا و کپسول‌های سبز است در این مقاله ارائه نگردیده و در دست بررسی و اندازه‌گیری می‌باشد) زمان برداشت (در سطح ۵ درصد) و هم چنین اثر متقابل بین ارتعاش تیغه و زمان برداشت (در سطح ۱ درصد) تأثیر معنی داری بر میزان ریزش کل کمباین داشت(جدول ۳). در زمان‌های برداشت مختلف، میزان ریزش زمان برداشت سوم با میزان ریزش ۳٤/٤ گرم در متر مربع که برابر ۵ درصد از عملکرد کل (۳٤٤ کیلوگرم از ۳۵٦۳ کیلوگرم در هکتار) بود، بیش ترین و زمان

برداشت اول با میزان ریزش ۲۳/۵ گرم در متر مربع که برابر ۱۳/۱ از عملکرد کل (۲۳۵ کیلوگرم از ۲۶۹۷ کیلوگرم در هکتار) بود، کم ترین میزان ریزش در زمان برداشت را به خود اختصاص دادند. در مقایسه ارتعاش تیغه نیز میزان ریزش فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز با میزان ریزش ۳۰/۱ گرم در متر مربع که برابر ۱۰/۹ درصد از عملکرد کل (۳۰۰ کیلوگرم از ۲۷۵۸ کیلوگرم در هکتار) از طریق استفاده از پولی بزرگ و فرکانس ارتعاش ۷/۸ هرتز با میزان ریزش ۲۷/٤ گرم در متر مربع که برابر ۸/۸ درصد از عملکرد کل (۲۷٤ کیلوگرم از۳۱۲۷ کیلوگرم در هکتار) از طریق استفاده از پولی کوچک حاصل شد. اثر متقابل بین ارتعاش تیغه و زمان برداشت بر میزان ریزش کل کمباین (در سطح ۱ درصد) تأثیر داشت. به طوری که فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز و زمان برداشت سوم (با ٤۷۳ کیلوگرم از۳۳۵۵ کیلوگرم در هکتار) بیشترین ریزش کل و فرکانس ارتعاش ۱۰/۲ هرتز و زمان برداشت دوم (با ۱۹۳ کیلوگرم از۲٤۰۳ کیلوگرم در هکتار) کمترین بود (جدول ۵).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها: با توجه به نتایج، نتیجه گیری ها و پیشنهادهای زیر ارائه می گردد. ۱- ریزش جلوی کمباین تحت تأثیر فرکانس ارتعاش تیغه و زمان برداشت قرار می گیرد و باعث کاهش عملکرد دانه می گردد. ۲- فرکانس ارتعاش مناسب تیغه، فرکانس ارتعاش ۹ هرتز بود که کمترین ریزش را در جلو و عقب کمباین داشت و زمان برداشت مناسب بر اساس مقایسه میانگین های عملکرد دانه رطوبت بذر ۱۰ درصد بود که هم بیشترین عملکرد دانه را داشت و هم کمترین ریزش عقب کمباین را اگر چه ریزش جلوی کمباین بیشترین بود در حالی که از نظر ریزش جلو زمان برداشت اول دارای کمترین مقدار ریزش بود.۳- با توجه به این که عملکرد دانه در فرکانس ارتعاش ۷/۸ و ۹ هرتز بیشترین بود، پیشنهاد می-شود که فرکانس ارتعاش تیغه ۹ هرتز بیشتر مورد توجه قرار گیرد چرا که از نظر توان برشی لازم برای برداشت نیز مقرون به صرفه خواهد بود. پیشنهاد می شود برای تحقیقات آینده اثر سرعت پیشروی کمباین و ارتفاع برداشت بر روی تلفات ریزش کلزا که عوامل مهمی هستند و در این تحقیق مهم شناخته شدند، بررسی گردند.

منابع

۱. احمدی، م. ر. ۱۳۷۹. زمان و نحوه برداشت کلزا. دفتر تولید برنامه‌های ترویجی و انتشارات فنی، ۲٤ صفحه.

۲. افضلی، س. م. ج. و شریعتی، ف. ۱۳۸۷. تاثیر روش‌های مختلف برداشت بر کیفیت دانه ارقام کلزا. خلاصه مقالات پنجمین همایش مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون مشهد.

۳. افضلی، س. م. ج. و م. ج. شیخ داوودی. ۱۳۸۷. مقایسه میزان تلفات دانه در روش‌های مختلف برداشت ارقام دانه روغنی کلزا. خلاصه مقالات پنجمین همایش مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون مشهد.

٤. افضلی، م. ج. ۱۳۸۷. تأثیر روش‌های مختلف برداشت ارقام کلزا بر میزان تلفات دانه. خلاصه مقالات پنجمین همایش مکانیزاسیون کشاورزی مشهد.

۵. اشتری لرکی، م.، م. ا. آسودار و م. سعادت فرد. ۱۳۸۷. تأثیر روشهای مختلف کاشت و استفاده ازپلاتفرم الحاقی بر میزان عملکرد و ریزش کلزا. خلاصه مقالات پنجمین همایش مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون مشهد.

٦. آلیاری، ه، شکاری، ف و شکاری، ف (۱۳۷۹). دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز.

۷. یزدی‌نیا، ی. ۱۳۸٤. ارزیابی تأثیر اصلاحات و تغییرات انجام شده روی کمباین غلات در برداشت کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی رامین، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۸. ایزدی‌نیا، ی.، م. ا. آسودار و ع. شافعی‌نیا. ۱۳۸٤. بررسی میزان تلفات کلزا در برداشت مستقیم بوسیله سه نوع پلاتفرم کمباین. دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی، صفحه ۵۱-۵۹.

۹. بی‌نام. آمارنامه کشاورزی. جهاد کشاورزی استان مازندران. سال زراعی ۸۸ – ۸۷.

۱۰. حسین زاده، ب.، ع. اسحاق‌بیگی و ن. رقامی. ۱۳۸۷. تعیین نیروی کندن غلاف کلزا تحت تیمارهای مختلف. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. مشهد.

۱۱. راهنما، ع. و همکاران. ۱۳۸٤. کاشت، داشت و برداشت کلزا. ترویج و نظام بهره برداری سازمان جهاد کشاورزی خوزستان. ۲۷ صفحه.

۱۲. رجبی وندچالی، م. ۱۳۸٤. اثر فرکانس ارتعاشی و زاویه حمله تیغه در یک چغندرکن ارتعاشی بر مقاومت کششی دستگاه و صدمات مکانیکی وارده بر ریشه‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۳. رودی، د.، س. رحمان‌پور و ف. جاویدفر. ۱۳۸۲. زراعت کلزا. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ص .۵۳

۱٤. روزبه، ش. ۱۳۸۲. گزارش نهایی بررسی اثرات زمان برداشت و دور استوانه کوبنده کمباین بر تلفات دانه کلزا. موسسه‌ی تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره۲٤۵، ۳۱ صفحه.

۱۵. صمدی یزدی، ب.، ع. رضایی و م. ولی‌زاده. ۱۳۷٦. طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۱٦. طباطبایی کلور، ر.، ع. برقعی، ر. علیمردانی، ع. رجبی‌پور و ح. مبلی. ۱۳۸٤. بررسی عوامل موثر بر نیرو و مقاومت برشی ساقه برنج. مجله علمی – پژوهشی علوم کشاورزی. سال یازدهم. شماره (۲).

۱۷. کوچکی، ع. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی.

۱۸. یزدپور، ح.، ا.ح. شیرانی‌راد و ح.ر. مبصّر. ۱۳۸٦. بررسی اثر زمان و ارتفاع برداشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد راتون برنج (Oryza sativa L.) رقم طارم هاشمی. مجله علمی – پژوهشی علوم کشاورزی. سال سیزدهم. شماره (۱).

19. Diepenbrock,W.(2000). Yield analysis of winter oilseed rape*(Brasica napus):* a review. Field Crops Research,67,35-49.

20. Hobson, R. N. and Bruce, D. M. 2002. Seed Losses when Cutting a Standing Crop of Oilseed Rape with Two Types of Combine Harvester Header. Biosystem Engineering. 81(3), 281-286.

21. Meakin, P. J. and Roberts, J. A. 1990. Dehiscence of fruit in oilseed rape (*Brassica napus*). I. Anatomy of pod dehiscence. Journal of Experimental Botany. 41, 995-1002.

22. Nelson, M.A. 2004. Canola Harvest Timing -Frequently Asked Questions, Agricultural, Food and Rural Development.

23. Ogilvy, S. E. 1989. The effect of timing of swathing on the quality and yield of winter oilseed rape. Aspects of Applied Biology-Production and Protection of Oilseed Rape and other Brassica Crops, 23:101-107.

24. Price, J.S., Neale, M.A., Hobson, R.N., and Bruee, D.M. 1996. Seed Loss in Commercial Harvesting of oilseed Rape. Journal of Agricultural Engineering Research. 65:183-191.

Abstract
In order to investigation effects of vibration frequency of cutting shares and harvest time on canola shattering rate, experiment design carried out in randomized complete block as split plots with three replications at Jouybar in 2010. The main plot was vibration frequency of cutting shares with three levels (7.8, 9.0 and 10.2 Hz) and the subplot was harvest time with three levels (10, 15 and 20 percent of seed moisture content). Results showed that harvest time (5%) and too the interaction (1%) had significant effects on total shattering rate of combine. Shattering rate of third harvest time with 34.4 $g.m^{-2}$ and first harvest time with 23.5 $g.m^{-2}$ were the highest and lowest, respectively. Shattering rate of 10.2 Hz of vibration frequency with 30.1 $g.m^{-2}$ and 7.8 Hz of vibration frequency with 27.4 $g.m^{-2}$ obtained. Natural shattering in third harvest time was the highest with 2.89 $g.m^{-2}$. Vibration frequency ($P<0.05$), harvest time and interaction had significant difference in 1% level on shattering rate of combine head. First and third harvest time with 2.4 $g.m^{-2}$ and 0.32 $g.m^{-2}$ had maximum and minimum shattering, respectively. Difference of back shattering percentage of combine in harvest times was because non-uniform in maturity. Vibration frequency of 10.2 Hz with 0.65 $g.m^{-2}$ was the lowest and 9 Hz with 1.87 $g.m^{-2}$ was the highest in back shattering. Based on grain yield and shattering rate, vibration frequency was suitable in 9 Hz and harvest time was suitable with 10% of seed moisture content.
Keywords: Vibration frequency, Harvest time, Shattering, Canola.