

بررسی کارایی علف کش های پیش و پس رویشی با مواد افزودنی در کنترل علف های هرز، اجزای عملکرد و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.)

The impact of using pre- and post-emergence herbicides with adjuvants in controlling weeds in canola fields *Brassica napus* L.

صبا رضایی مقدم^۱، علی اصغر چیت بند^{۲*}، عبدالرضا احمدی^۳

۱. دانش آموخته کارشناس ارشد علوم علف های هرز، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.
۲. استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران؛ (نگارنده مسئول)
۳. دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۲ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2025.366789.1682

چکیده

رضایی مقدم، ص.، چیت بند، ع.، ا.، احمدی، ع.،. بررسی کارایی علف کش های پیش و پس رویشی با مواد افزودنی در کنترل علف های هرز،
اجزای عملکرد و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.)
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷ - شماره ۱ - پیاوند ۱۴۲ بهار ۱۴۰۳ صفحه: ۸۵-۱۱۰

کاربرد علف کش ها برای کنترل علف های هرز در کشاورزی و بالا بردن تولید محصولات زراعی از نظر کمی و کیفی اجتناب ناپذیر است. به منظور بررسی کارایی چندین علف کش به صورت خالص و در تلفیق با مواد افزودنی جهت کنترل علف های هرز مزارع کلزا، آزمایشی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در شهرستان الشتر به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها آزمایش شامل کاربرد پیش رویشی علف کش بوتیزان استار، کاربرد ترکیب علف کش های پس رویشی کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل، کلوپیرالید + کلتودیم، کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم و مخلوط تمامی تیمارهای فوق به همراه مویان های پی سی گیت و صابون یونی به همراه دو تیمار شاهد عاری از علف هرز (وجین دستی) و آلوده به علف هرز (بدون کنترل) بود. نتایج نشان داد که کمترین تراکم و وزن خشک علف های هرز کمندی، بیتی راخ، خردل وحشی، کیسه کشیش، دم روباهی کشیده، کلاغک مربوط به تیمار بوتیزان استار به همراه مواد افزودنی بود که تقریباً مشابه با تیمار وجین دستی بود. همچنین بیشترین کاهش در صفاتی مانند تراکم و وزن خشک کل علف های هرز (۱/۰۹ گرم)، تعداد خورجین در بوته (۹۵) و بیشترین ارتفاع بوته (۱۵۴ سانتی متر)، وزن هزار دانه (۴/۹۳ گرم)، عملکرد دانه (۴۰۱۸ کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (۳۰/۶۱ درصد) و درصد روغن ۴۶ درصد از کاربرد علف کش پیش رویشی بوتیزان استار توأم با صابون یونی بدست آمد. تیمار پس رویشی مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم توأم با مویان صابون یونی نسبت به تیمار شاهد تداخل علف هرز نیز منجر به درصد کنترل بالایی از علف هرز و افزایش در صفات عملکردی کلزا شدند. بنابراین کاربرد علف کش های پیش رویشی بوتیزان استار و پس رویشی کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم و کلوپیرالید + کلتودیم توأم با مواد افزودنی در مزارع کلزا توصیه میشود.

واژه های کلیدی: بوتیزان استار، پی سی گیت، تعداد خورجین، علف هرز کمندی، مخلوط علف کش.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: chitband.a.a@lu.ac.ir

مقدمه

دانه های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می دهند. در این بین، کلزا با داشتن ۴۰ تا ۴۸ درصد روغن و ۳۰ تا ۳۸ درصد پروتئین، احیای مواد آلی خاک و تأمین علوفه دامداران به عنوان یکی از مهم ترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح می باشد. کشت کلزا در ایران در دهه های گذشته به علت وابستگی های شدید کشور به واردات دانه های روغنی و حمایت دولت، توسط کشاورزان افزایش یافته است (Khalghani, 2010).

علف های هرز از مهمترین عوامل محدودکننده در کشت کلزا به علت رقابت برای آب، مواد غذایی و نور در طول فصل رشد به شمار می روند و اگر با آنها مبارزه نشود تا ۸۰ درصد عملکرد کلزا کاهش می یابد (Pacanoski, 2014). براساس تحقیقات انجام شده ۷۰ درصد علف های هرز مزارع کلزای در ایران را پهن برگ ها تشکیل داده که ۲۰ درصد آنها متعلق به تیره شب بوها هستند و حدود ۳۰ درصد علف های هرز مزارع کلزای کشور را باریک برگ ها تشکیل می دهند. برای مدیریت علف های هرز در مزارع کلزا میتوان از روش های مکانیکی، زراعی و شیمیایی استفاده کرد (Stamm *et al.*, 2018). توجه به مدیریت علف های هرز کلزا و تمایل به کاربرد علف کش ها به علت کارایی بالا و سریع الاثر بودن آن افزایش چشمگیری پیدا کرده است. برای کنترل شیمیایی علف های هرز در مزارع کلزا فقط ۶ علف کش توصیه شده است (Khalghani, 2010). متازاکلر + کوپین

مراک (بوتیزان استار، ۴۱,۶٪ SC)، علف کشی پیش رویشی و دو منظوره برای کنترل علف های هرز پهن و باریک برگ در مزارع کلزا به ثبت رسیده است (Murawa & Adomas, 1995). متازاکلر از تقسیم سلولی جلوگیری کرده و کوپین مراک جزء اکسین های مصنوعی که در رشد گیاه اختلال ایجاد می کند. این علف کش از راه ریشه های در حال جوانه زنی علف هرز جذب شده و در اندک زمانی باعث پژمردگی نابودی آنها می گردد (Tomilin, 2004). کلوپیرالید (لونتول، ۳۰٪ SL) علف کشی از گروه اکسین ها، انتخابی و سیستمیک است. این علف کش پس رویشی بوده این علف کش از طریق ریشه و شاخ برگ وارد گیاه می شود و در آوندها حرکت کرده و به صورت انتخابی علف های هرز را در مزارع کلزا کنترل می کند (Schiitz *et al.*, 1996; Tu *et al.*, 2001). علف کش های سیکلوکسیدیم (فوکوس، ۱۰٪ EC)، هالوکسی فوپ آر متیل استر (گالانت سوپر، ۱۰,۸٪ EC) و کلتودیم (سلکت سوپر، ۱۲٪ EC) علف کش هایی سیستمیک و انتخابی و از گروه بازدارندگان استیل کوآنزیم آکربوکسیلاز که از ساخت اسیدهای چرب ممانعت کرده و نهایتاً باعث مرگ علف هرز می شوند. این علف کش ها عمدتاً برای کنترل علف های هرز یکساله و چندساله باریک برگ استفاده می شوند. علائم تأثیر این علف کش به صورت زرد شدن و خشک شدن برگ های جوان و ارغوانی شدن برگ های قدیمی بعد از یک هفته قابل مشاهده خواهد بود (Tu *et al.*, 2001; Stamm *et al.*, 2018).

برای گسترش سطح زیر کشت کلزا در کشور لازم است تا در خصوص مبارزه با علف‌های هرز آن استراتژیهای جدیدی اندیشیده و اتخاذ شود. مخلوط علف‌کش‌ها جهت ایجاد تناوب در مصرف میتواند برای افزایش کارایی آنها و جلوگیری از بروز مقاومت گونه‌های علف‌هرز به علف‌کش‌ها مؤثر باشد. استفاده از مخلوط پهن‌برگ‌کش بروموکسینیل با باریک‌برگ‌کش کلتودیم منجر به کنترل مؤثر علف‌های هرز پهن و باریک‌برگ در مزارع یونجه تازه کشت، شده بود (Brubacher *et al.*, 2013). اخیراً به کارگیری ترکیب علف‌کش‌های پهن‌برگ‌کش و باریک‌برگ‌کش در مزارع کلزا برای کنترل علف‌های هرز نیز توصیه شده است (Berglund *et al.*, 2013). براساس تحقیقات انجام‌شده، استفاده از ترکیب کلوپیرالید و هالوکسی فوپ آر متیل منجر به کنترل ۸۲ درصد علف‌هرز وایه (*Ammi majus* L) در مزارع کلزا استان خوزستان شده بود (Shimi *et al.*, 2014). همچنین براساس نتایج مطالعه‌ای مشخص شده بود که عملکرد کلزا تحت کاربرد اختلاط علف‌کش هالوکسی فوی آر متیل استر با سایر علف‌کش‌ها افزایش یافته بود (Behdarvandi & Modhej, 2007). در مطالعه‌ای مشابه نشان داده شد کاربرد کلوپیرالید به همراه کوئیزالوفوپ اتیل (تارگا) و فلوآزیفوپ پی بوتیل (فوزیلید فورت) موجب کاهش تراکم کل علف‌های هرز تا حد تیمار وجین دستی شده بود (Moradi *et al.*, 2020).

کاربرد مویان‌ها جهت کاهش هزینه‌های

مواد شیمیایی و بهبود اثر علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز ضروری است. کاهش کشش سطحی که یکی از ویژگی‌های مهم مویان‌هاست و می‌تواند مانع از برگشت قطره از روی برگ پس از برخورد با آن شده و پوشش مناسبی را ایجاد کنند. به علاوه، مویان‌ها از کریستاله شدن، تبخیر شدن و شسته شدن علف‌کش به وسیله باران جلوگیری کرده و منجر به افزایش نفوذ روزنه‌ای و یا نفوذ کوتیکولی مولکول علف-کش از طریق تغییر دادن ساختار و ترکیب کوتیکول شده و در نهایت سبب نفوذ بیشتر قطرات علف‌کش‌ها می‌شوند (Bellinder *et al.*, 2003). نتایج آزمایشی نشان داد که اثر کاربرد علف‌کش مزسولفورون + ویدوسولفورون توام با مویان سیتوگیت باعث بیشترین درصد کنترل علف‌های هرز و کمترین وزن خشک آنها شده بود (Goodarzi *et al.*, 2008). همچنین براساس نتایج تحقیقی تعیین شد که اضافه کردن مویان سیتوگیت به علف‌کش دومنظوره سولفوسولفورون + متسولفورون متیل (توتال) سبب کاهش بیشتر وزن خشک علف‌هرز و افزایش درصد خسارت به علف‌هرز در مزارع گندم شده بود (Mortazavi & Armin, 2017). مطالعه‌ای دیگر نیز حاکی از کاهش معنی‌دار وزن خشک یولاف وحشی، کاهش کشش سطحی و زاویه تماس محلول‌های اسپری پینوکسادن با مواد افزودنی آدیگور، سیتوت، فریگیت و لاورسون در مقایسه با محلول اسپری بدون مواد افزودنی بود (Chitband *et al.*, 2013). بنابراین هدف اصلی این پژوهش به منظور بهینه‌سازی کردن کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های

هرز از طریق اختلاط علف کش ها به صورت خالص و نیز با مواد افزودنی جهت کاهش مصرف و افزایش کارایی آنها بود. بررسی اثرات علف کش های کاربردی روی بوته های کلزا و میزان خسارت آنها بخصوص در کاربرد توأم آنها از دیگر اهداف تحقیق حاضر بوده است.

مواد و روشها

مشخصات محل اجرای پژوهش

به منظور بررسی کارایی کاربرد خالص و مخلوط تعدادی از علف کش های پیش و پس رویشی مورد استفاده در اراضی کلزا و در تلفیق با مویان جهت کنترل علف های هرز و تأثیر آنها در عملکرد کلزا، تحقیقی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در شهرستان الشتر به اجرا درآمد. مشخصات مزرعه تحقیقاتی در شهرستان الشتر با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه و ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا با بارندگی سالیانه ۴۵۰ میلی متر بود.

آماده سازی زمین و تیمارهای پژوهش

جهت عملیات آماده سازی زمین، ابتدا زمین توسط گاو آهن برگردان دار شخم عمیق و سپس دو دیسک عمود برهم برای خرد کردن کلوخه های خاک زده شد. عملیات تسطیح با استفاده از لولر انجام گرفت و سپس کرت بندی شد. براساس نتایج آزمون خاک مزرعه و توصیه کودی منطقه، کود فسفات آمونیوم به مقدار ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به

مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. همچنین کود نیتروژن به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه بازه زمانی، یک سوم زمان در زمان کاشت (به عنوان ازت پایه)، یک سوم در زمان خروج گیاهچه از حالت رُزت (ساقه دهی) و یک سوم آخر هم در هنگام غنچه دهی در فصل بهار استفاده شد. آنالیز خاک مزرعه براساس جدول ۱ آورده شده است.

کرت های آزمایش در ابعاد ۳×۲ متر، شامل ۶ ردیف کاشت با فواصل ۳۰ سانتیمتر بود. میان دو کرت یک خط نکاشت یک متری برای تمایز بلوک ها از یکدیگر و جلوگیری از بادبردگی علف کش بر روی کرت های مجاور در نظر گرفته شد. بعد از آماده سازی زمین، بذور کلزا رقم هایولا روی پشته ها در عمق ۲ تا ۳ سانتیمتری و فاصله ۱۰ سانتیمتر تقریبی بوته ها به صورت مکانیزه با دستگاه بذرکار مکانیکی (خطیکار) در تاریخ ۳۱ شهریورماه کاشته شد. به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد علف کش کوینمراک+متازاکلر (بوتیزان استار، SC 6/41 درصد، افراسم) در مقدار ۱۰۴۰ گرم ماده موثره در هکتار که بعد از آبیاری اول و قبل از سبز شدن کلزا به صورت پیشرویشی مورد استفاده قرار گرفتند، مخلوط علف کش کلوپیرالید (واچ، SL 30 درصد، افراسم) در مقدار ۲۴۰ گرم ماده موثره در هکتار + هالوکسی فوپ آر متیل استر (سوپرگلانت) در مقدار ۷۵/۶

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Soil properties at the experimental location									
عمق نمونه برداری (cm)	شن (t)	سیلت (t)	رُس (t)	بافت خاک (Soil texture)	ماده آلی (t)	نیترژن (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	هدایت الکتریکی (EC) (ds/m)
Sampling depth (cm)	Sand	Silt	Clay		Organic material	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	pH
0-30	19	41	36	Clay silty	0.75	0.072	9.5	205	0.37
									7.35

جدول ۲- نام، فرمولاسیون، مقدار توصیه شده در هکتار و سال ثبت علف کش های مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Name, formulation, recommended amount per hectare and registration year of the herbicides used in the experiment						
نام عمومی (Brand)	نحوه عمل Mechanism of action	فرمولاسیون Formulation	دز پیشنهادی Recommended dose (L/g ha ⁻¹)	دز کشندگی LD ₅₀	سال ثبت در ایران Year of registration in Iran	
منازاگر + گرین موراکی (بوتیزان استار) Quinmerac+Metazachlor (Butisanstar)	Auxin+ ACCase	41.6% EC	2.5 L	4070	2008	
کتلئودیم (سلکت سوپر) Clethodim (Select Super)	ACCase	12% EC	0.8-1 L	1630	2008	
سیکلوکسیدیم (فوکوس) Cycloxydim (Focus®)	ACCase	10% EC	2 L	5000	1996	
هالوکسیف-ر-متیل استر (گالانت سوپر) Haloxyfop-R-Methyl Ester (Gallant-Super)	ACCase	10.8% WP	0.75-1 L	623	1999	
لوتیرل (کلپیرالید) Lontrel (Clpyralid)	Auxin	30% SL	0.8-1 L	5000	2001	

گرم ماده موثره در هکتار، مخلوط علف کش کلوپیرالید (واچ، 30 SL درصد، افراسم) در مقدار ۲۴۰ گرم ماده موثره در هکتار + کلتودیم (سلکت سوپر، 12 EC درصد، افراسم) در مقدار ۱۲۰ گرم ماده موثره در هکتار، مخلوط علف-کش کلوپیرالید (واچ، 30 SL درصد، افراسم) در مقدار ۲۴۰ گرم ماده موثره در هکتار + سیکلوکسیدیم (فوکوس، 10 EC درصد،

افراسم) در مقدار ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار به عنوان فاکتور اول و کاربرد تمامی تیمارهای پسرویشی علف کش های فوق به همراه دو ماده افزودنی پیسیگیت به میزان (۷۴/۷٪) و صابون یونی به میزان (۷۲/۷٪) به عنوان فاکتور دوم بودند که به صورت پسرویشی جهت کنترل علف های هرز پهن و باریک برگ در زمان ۴ تا ۶ برگی علف های هرز در نیمه دوم اسفندماه به-

عملیات سمپاشی و نمونه برداری از علف های هرز

پاشش علف کش های مورد استفاده با استفاده از سمپاش پستی شارژی (مدل ماتابی الگانس پلاس) مجهز به نازل شرهای با فشار ثابت ۲ تا ۲/۵ بار که برای ۳۰۰ لیتر در هکتار کالیبره شده بود، انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و چهار روز بعد آن آبیاری دوم، آبیاری های بعدی با توجه به بارندگی منطقه بر حسب نیاز انجام شد.

نمونه برداری از علف های هرز چهار هفته پس از سمپاشی با استفاده از کوادرات ۰/۵ × ۰/۵ متر از هر کرت انجام شد و براساس آن تعداد و وزن خشک علف های هرز به تفکیک گونه های اصلی مشخص شدند. نمونه ها پس از برداشت برای تعیین وزن خشک، در آون با ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازگیری و توزین شد. جهت تعیین تراکم و فراوانی گونه علف های هرز از معادله (۱) استفاده شد (Thomas, 1985):

$$F_K = \frac{\sum Z_i}{n} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

در معادله (۱)، F: فراوانی گونه k: براساس بود یا نبود آن در هر کرت Zi: تعداد بوته از گونه k در هر کوادرات در کرت شماره i و n تعداد کوادرات قرار داده شده در هر کرت. برای محاسبه کارایی علف کش ها و تیمارهای کنترل علف های هرز از معادله زیر استفاده شد (Kebede et al., 2017):

جدول ۳- مشخصات علف هرز مشاهده شده در این آزمایش

Table 3. Characteristics of the weed observed in this experiment

نام علمی Scientific name	نام تیره Family name	نام فارسی Persian name	نام انگلیسی English name	چرخه زندگی Life cycle	فصل رشد Growth season	تراکم (تعداد) Density (m ²)
<i>Myragrum perfoliatum</i> L.	Brassicaceae	گندمی	Musk-Weed	A	F	14-15
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	بجی تی راج	Goosegrass	A	F	12-13
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	خردل وحشی	Mustard	A	F	10-11
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Brassicaceae	کیسه کنیش	Shepherd's purse	A	F	8-10
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Poaceae	دم روباهی کنبیده	Blackgrass	A	F	7-9
<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	Asparagaceae	کلاغکی	Clustered grape hyacinth	P	F	5-7

*: The dominant weeds observed; Without stars: Other weeds; A: Annual, P: Perennial; S: Summer

علف های هرز مشاهده شده غالباً بدون ستاره؛ بدون ستاره: سایر علف های هرز؛ A: Annual؛ P: Perennial؛ S: Summer؛ *:

همراه دو تیمار شاهد عاری از علف هرز (وجین دستی) و آلوده به علف هرز (بدون کنترل) به کار گرفته شدند. مشخصات علف کش های مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است. در طول فصل رشد، عملیات مبارزه با آفاتی چون شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L.) از حشره کش پریمیکارپ (پریمور، WP 50 درصد، افراسم) به مقدار یک کیلوگرم در هکتار استفاده شد.

$$WCE = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad \text{معادله (۲)}$$

اینجا، WCE کارآیی کنترل علفهای هرز بر حسب تراکم یا وزن خشک علفهای هرز، A تراکم یا وزن خشک علفهای هرز در تیمار شاهد و B تراکم یا وزن خشک علفهای هرز در کرت‌های تیمار شده با علفکش می‌باشد. همچنین در هفته اول، دوم، سوم و چهارم پس از اعمال تیمارهای علف‌کشی، میزان خسارت هر یک از تیمارهای علف‌کشی بر علفهای هرز غالب این تحقیق با روش استاندارد EWRC^۱ مورد ارزیابی چشمی قرار گرفت. در این روش برای کنترل با بیش از ۸۰ درصد از واژه «کنترل بسیار خوب یا نابودی کامل»، کنترل بین ۷۰ تا ۸۰ درصد از واژه «کنترل مطلوب»، کنترل ۵۰ تا ۷۰ درصد از واژه «کنترل کمی مطلوب»، کنترل ۳۰ تا ۵۰ درصد از واژه «کنترل متوسط»، کنترل ۱۲/۵ تا ۳۰ درصد از واژه «کنترل ضعیف» و «کنترل صفر تا ۱۲/۵» بدون تاثیر استفاده شد (Moss et al., 2007).

اندازه‌گیری صفات و درصد روغن و پروتئین

به منظور برآورد اجزای عملکرد کلزا در اواخر تیر ماه، صفات ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه به صورت تصادفی با استفاده از کوادرات ۱×۱ متر از هر کرت انجام شد. جهت برآورد عملکرد نهایی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، برداشت از سطح یک مترمربعی از

وسط هر کرت انجام و پس از جداسازی بذر کلزا، وزن آن تعیین و عملکرد بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری درصد روغن و درصد پروتئین دانه، میزان ۱۰ گرم از هر نمونه برداشت و به آزمایشگاه مربوطه انتقال داده شد. سپس دانه‌ها در داخل ظروف مخصوص دستگاه اتوآنالیزور NIR قرار داده شد و دستگاه به طور اتوماتیک مقادیر آنها را اندازه‌گیری کرد. تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

الف) فراوانی علفهای هرز

نتایج آزمایش انجام شده نشان داد که مهمترین گونه‌های علف‌هرز که از نظر ایجاد خسارت از تراکم بالاتری برخوردار بودند، عمدتاً شامل گونه‌های یکساله بودند؛ هر چند در بین آنها تعدادی گونه چندساله هم مشاهده شدند (جدول ۳). همچنین، غالبترین علفهای هرز مشاهده شده در این آزمایش، در جدول ۳ آورده شده است.

تحقیقات انجام‌شده نشان داده است که گونه‌های علف‌های هرز غالب یک منطقه عمدتاً تحت تأثیر روند و راهبرد تکاملی آنها در محیط‌های مختلف قرار می‌گیرد (Zand et al., 2004). آنها اظهار داشتند که در مزارع محصولات یکساله، عملیات خاک‌ورزی مکرر منجر به غالبیت گونه‌های علف‌هرز یکساله

^۱ European Weed Research Council

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم علف های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف در کلزا
Table 4- Resultsof analysis of variance (meansquares) of weeds density as affectedby different treatments in canola

منابع تغییر	df	تراکم (تعداد در مترمربع) Density (m ²)						تراکم کل Total Density
		کشیه Musk-Weed	بجی نی راج Goose grass	خردل وحشی Mustard	کشیه کشیش Shepherd's purse	دم روباهی Blackgrass	کلاغک Clustered grape hyacinth	
تکرار Replication	2	4.38	3.20	5.77	6.20	5.44	7.87	432.21
علفکش Herbicide	5	1.54**	100.07**	69.17**	69.61**	87.10**	75.20**	2947.21**
ماده افزودنی Adjuvant	2	8.90**	0.05**	9.46**	4.79**	2.39 ^{ns}	5.06**	216.46**
علفکش × ماده افزودنی Herbicide × Adjuvant	10	1.35**	0.56**	1.28 ^{ns}	0.68*	0.32 ^{ns}	0.39 ^{ns}	22.35**
خطا Error	36	18.20	2.80	1.26	4.70	1.26	1.10	5.61
ضریب تغییرات C.V. (%)		25.26	18.20	12.91	11.65	18.72	9.86	12.89

^{ns}, *, ** and ** are respectively non-significant, significant at the 5 and 1 percent probability level.

می شود که تابع راهبرد تکاملی فرارکننده- رقابت کننده هستند درحالی که در باغات میوه به دلیل دستکاری و تخریب کمتر خاک و محیط، عمدتاً گیاهانی که براساس استراتژی رقابت- تحمل به تنش تکامل یافته اند غالب شده که بیشتر شامل گیاهان چندساله هستند.

ب) تراکم و وزن خشک علف های هرز

نتایج تجزیه واریانس بر تراکم و وزن خشک علف های هرز عمده این آزمایش در جدول ۴

ارائه شده است. این نتایج نشان داد که اثرات ساده علفکش و ماده افزودنی بر تراکم تمام علف های هرز بجز علف هرز دم روباهی کشیده و نیز وزن خشک کلیه علف های هرز بجز علف هرز کلاغک معنی دار ($P<0.01$) بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل تیمارها بر تراکم و وزن خشک کلیه علف های هرز بجز تراکم خردل وحشی، دم روباهی کشیده و کلاغک معنی دار ($P<0.01$) بود.

ادامه جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (برمبات) وزن خشک علف های هرز تحت تاثیر تیمارهای مختلف در کلزا

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک (گرم در متر مربع) Dry matter (gr/m ²)						تراکم کل Total Density
		کمندی Musk-Weed	جی تی راج Goose grass	خردل وحشی Mustard	کیسه کشیش Shepherd's purse	دم رواهی کشیه Blackgrass	کلاکک Clustered grape hyacinth	
تکرار Replication	2	10.38	5.92	6.49	3.60	1.59	2.02	9.64
علفکش Herbicide	5	1.56*	2.42**	1.42**	2.03**	2.59**	1.98 ^{ns}	62.96**
ماده افزودنی Adjuvant	2	0.15*	0.009*	0.17**	0.09**	0.11**	3.72**	2.98**
علفکش × ماده افزودنی Herbicide × Adjuvant	10	0.01**	0.03**	0.06**	0.02**	0.03**	0.11**	0.38*
خطا Error	36	4.75	2.48	3.36	3.05	0.46	0.04	4.77
ضریب تغییرات C.V. (%)		7.52	17.83	22.32	26.75	19.38	16.39	16.32

^{ns} , * and ** are respectively non-significant, significant at the 5 and 1 percent probability level.

براساس نتایج مقایسه میانگین، تیمار علف کشی بوتیزان استار دارای کمترین تراکم و وزن خشک علف هرز کمندی به ترتیب به مقدار ۲/۶۷ بوته و ۰/۹۲ گرم در ۲۸ روز پس از سمپاشی دارا بودند. بیشترین تراکم علف هرز کمندی به میزان ۶/۶۷ بوته در متر مربع مربوط به تیمار مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل بود. در صورتیکه تیمار مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم دارای بیشترین وزن خشک این

علف هرز به مقدار ۰/۹۹ گرم بود. هر یک از تیمارهای مخلوط علف کش های کلوپیرالید + کلتودیم به میزان ۴/۶۷ بوته در متر مربع و مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به میزان ۳ بوته در متر مربع و کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به میزان ۰/۹۷ گرم و کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل به میزان ۰/۹۴ گرم تأثیر متوسطی بر تراکم و وزن خشک این علف هرز داشتند. بیشترین تراکم و وزن خشک علف هرز کمندی

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین تراکم و علف های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف در کلزا
Table 5- Mean comparison of weeds density and dry matter affected by different treatments in canola

علفکش Herbicide	تراکم (تعداد در مترمربع) Density (m ²)						
	کمند Musk-Weed	تی تی راخ Goose grass	خردل وحشی Mustard	کپه کش Shepherd's pulse	دم روانی Blackgrass	کلاچک Clustered grape hyacinth	تراکم کل Total Density
Butizanstar	2.67 ^{hi}	0 ^k	1 ^{ik}	1 ^j	0 ^j	1 ⁱ	4.67 ^{hi}
Clopyralid+Cycloxydim	کلوپیرالید+سیکلوکسیدیم 3 ^{hi}	2.67 ^{hi}	2 ^{ghi}	1.67 ^h	2.33 ^{de}	2.67 ^h	14.33 ^{fg}
Clopyralid+Cycloxydim+PCGate	کلوپیرالید+سیکلوکسیدیم+پی سی گیت 2.33 ^{ij}	2 ^{ij}	1.67 ^{ghi}	1.33 ^{ef}	1.67 ^{eg}	2 ^{gh}	10.67 ^{fg}
Clopyralid+Cycloxydim+InionicSaope	کلوپیرالید+سیکلوکسیدیم+صابون یونی 1.33 ^j	1.33 ^j	1.33 ^{ghi}	1.33 ^{ef}	1.33 ^{fg}	1.33 ^{ij}	7.33 ^{hi}
Clopyralid+Haloxypop-r-methyl	لوتیرال+هالوکسی فوپ آر متیل 6.67 ^{cd}	6.67 ^{cd}	5.33 ^{cd}	4 ^e	5 ^{hd}	5.33 ^{cd}	33 ^e
Clopyralid+Haloxypop-r-methyl+پی سی گیت	لوتیرال+هالوکسی فوپ آر متیل+پی سی گیت 6 ^{de}	6 ^{de}	4.67 ^{df}	3.33 ^{ce}	4.67 ^{ce}	4.67 ^{eg}	29.33 ^{cd}
Clopyralid+Haloxypop-r-methyl+PCGate	لوتیرال+هالوکسی فوپ آر متیل+پی سی گیت 5.33 ^{df}	5.33 ^e	4 ^{def}	3 ^{cf}	4.33 ^{cf}	4 ^{df}	33 ^d
Clopyralid+Haloxypop-r-methyl+InionicSaope	کلوپیرالید+کلتودیم 4.67 ^{eg}	5 ^{cf}	3.33 ^{efg}	3.67 ^{cd}	3.67 ^{df}	3.67 ^{de}	24 ^{de}
Clopyralid+Clethodim	کلوپیرالید+کلتودیم+پی سی گیت 4 th	4 ^{fg}	3 ^{efg}	2.33 ^{de}	3 ^{de}	3.33 ^{eg}	19.67 ^{ef}
Clopyralid+Clethodim+PCGate	کلوپیرالید+کلتودیم+پی سی گیت 3.33 ^{bi}	3.33 ^{gh}	2.33 ^{fgh}	2 ^{dh}	2.67 ^{de}	3 ^{eg}	16.67 ^{fg}
Clopyralid+Clethodim+InionicSaope	کلوپیرالید+کلتودیم+صابون یونی 0 ^k	0 ^k	0 ^k	0 ^k	0 ^k	0 ^k	0 ⁱ
Hand Weeding	وچین دستی 11.33 ^a	9.33 ^a	8.67 ^a	8.67 ^a	9 ^a	8.67 ^a	55.67 ^a
Control							

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ نیستند؛ Control= شاهد آلوده به علف هرز=Hand Weeding= وچین دستی.
Treatments have at least one common letter are not significantly difference at the 5% level; Control=Weed infested, Hand Weeding= Weed removing.

به مقدار ۱۱/۳۳ بوته در مترمربع و ۱/۳۵ گرم مربوط به تیمار شاهد و کمترین آنها مربوط به تیمار تمام فصل وچین بود (جدول ۵). همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین، اثرات متقابل تیمار مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به همراه صابون یونی کمترین تراکم و وزن خشک

علف هرز کمندی را به ترتیب به مقدار ۱/۳۳ بوته در مترمربع و ۰/۵۹ گرم در ۲۸ روز پس از سمپاشی داشت (جدول ۵).
کمترین تراکم و وزن خشک علف-هرز بی تی تی راخ مربوط تیمار علف کش بوتیزان استار به میزان صفر بوته و صفر گرم در متر

ادامه جدول ۵- نتایج مقایسات میانگین وزن خشک علف های هرز تحت تاثیر تیمارهای مختلف در کلزا

علفکش Herbicide	وزن خشک (گرم در متر مربع) Dry matter (gr/m ²)					
	گندمی Musk Weed	بیترباغ Goose grass	خردل وحشی Mustard	کیسه کشیش Shepherd's purse	دم روپاهی Blackgrass	کلادنگ Clustered grape hyacinth
Butizanstar	0.92 ^{hi}	0 ^j	0.74 ^{ac}	0 ^j	0 ^k	0.68 ^h
Clopyralid+Cycloxydim	0.97 ^d	0.82 ^g	1.03 ^{ac}	0.67 ^d	0.82 ^e	0.84 ^e
Clopyralid+Cycloxydim + پی سی گیت	0.95 ^d	0.68 ^h	0.99 ^{ac}	0.82 ^{bd}	0.71 ^h	0.76 ^h
Clopyralid+Cycloxydim + سیکلوکسیدیم + صابون یونی	0.59 ^j	0.62 ⁱ	0.95 ^{bc}	0.41 ^e	0.61 ^g	0.81 ^g
Clopyralid+Cycloxydim + InionicSaope	0.94 ^e	1.05 ^c	0.95 ^{eg}	1.03 ^{ab}	1.04 ^{ac}	0.94 ^{ef}
Clopyralid+Haloxypop-r-methyl	0.86 ^{de}	1.02 ^{cd}	1.01 ^e	0.96 ^{ac}	0.91 ^d	1.04 ^d
Clopyralid+Haloxypop-r-methyl + پی سی گیت	0.81 ⁱ	0.98 ^{de}	0.91 ^{bc}	0.85 ^{bd}	0.84 ^d	1.03 ^d
Clopyralid+Haloxypop-r-methyl + InionicSaope	0.99 ^d	0.86 ^f	0.84 ^{bc}	0.80 ^{bd}	0.86 ^{ef}	0.91 ^{ef}
Clopyralid+Clethodim	0.95 ^d	1 ^{de}	0.78 ^d	0.78 ^{bd}	0.83 ^c	1.11 ^c
Clopyralid+Clethodim+پی سی گیت	0.87 ^{gi}	0.96 ^e	0.71 ^{ac}	0.71 ^{cd}	0.84 ^c	0.88 ^f
Clopyralid+Clethodim + صابون یونی	0 ^k	0 ^j	0 ^h	0 ^f	0 ^k	0 ⁱ
Hand Weeding	1.35 ^a	1.34 ^a	1.05 ^a	1.21 ^a	1.58 ^a	1.29 ^a
Control	7.83 ^a					

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی در سطح ۵٪ نیستند؛ Control = شاهد آلوده به علف هرز، Hand Weeding= وجین دستی.
Treatments have at least one common letter are not significantly difference at the 5% level; Control=Weed infested, Hand Weeding= Weed removing.

مربع را در ۲۸ روز پس از سمپاشی بود. تیمار علف کش مخلوط کلوپیرالید + کلوپیرالید + هالوکسی فوب آر متیل دارای بیشترین تراکم و وزن خشک علف هرز بی تی راخ به میزان (۶/۶۷) بوته در متر مربع و ۰/۹۶ گرم در ۲۸ روز پس از سم پاشی را دارا بود. تیمار علف کش مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به میزان

(۲/۶۷) بوته در متر مربع و ۰/۷۵ گرم و مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم به میزان (۵) بوته در متر مربع و ۰/۸۱ گرم تأثیر متوسطی بر روی تراکم علف هرز بی تی راخ در ۲۸ روز پس از سم پاشی را دارا بودند. طبق نتایج مقایسه میانگین، اثرات متقابل تیمار بوتیزان استار به همراه مواد افزودنی

پی‌سی گیت و صابون یونی کمترین تراکم و وزن خشک علف هرز بی‌تی‌راخ به مقدار صفر بوته در متر مربع و صفر گرم در ۲۸ روز پس از سمپاشی را دارا بود (جدول ۵).

کمترین تراکم علف هرز خردل وحشی به تعداد (۱) بوته در متر مربع مربوط به تیمار علف کش بوتیزان استار و بیشترین تراکم علف هرز خردل وحشی به تعداد (۵/۳۳) بوته در متر مربع مربوط به تیمار علف کش مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل در ۲۸ روز پس از سم پاشی را دارا بودند. در صورتیکه تیمار مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم به میزان (۰/۸۴) گرم کمترین وزن خشک علف هرز و مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم (۱/۰۹) بیشترین وزن خشک را در ۲۸ روز پس از سمپاشی دارا بود. تیمارهای مخلوط علف کش کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به تعداد (۲) بوته در متر مربع و مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم به تعداد (۳/۳۳) بوته در متر مربع تأثیر متوسطی بر روی تراکم علف هرز خردل وحشی در ۲۸ روز پس از سم پاشی را دارا بودند. هریک از تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل به میزان (۰/۹۵) گرم و بوتیزان به میزان (۰/۸۸) گرم تأثیر متوسطی بر وزن خشک علف هرز خردل وحشی داشتند. همچنین اثرات متقابل تیمار بوتیزان استار به همراه صابون یونی به میزان (۰/۲۶) گرم کمترین وزن خشک خردل را در ۲۸ روز پس از سم پاشی را دارا بود (جدول ۵). تحقیقات انجام شده نشان داد که اختلاط علف کش کلوپیرالید با سولفورون سبب کاهش رقابت علف هرز خردل

وحشی با کلزا گردید (Loeppy et al., 1994). در تحقیق دیگری گزارش کردند که کاربرد ۹۸۰ گرم ماده موثره تری فلورالین به همراه گرم ۸۱ هالوکسی فوپ آر متیل استر (سوپر گالانت) با کاهش تراکم علف های هرز خردل وحشی، ماشک، گاوزبان بدل و وزن خشک آنها را نیز کاهش داد (Shimi et al., 2014). آنها همچنین در تحقیقات خود اظهار داشتند که علف کش بوتیزان استار (متازاکلر + کوئین مراک) به صورت پیش‌رویشی در کلزا قادر به کنترل ۵۰ درصدی علف هرز خردل وحشی شد (Shimi et al., 2008). تیمار علف کش بوتیزان استار کمترین تراکم و وزن خشک علف هرز کیسه کشیش (۰) بوته در متر مربع و گرم را در ۲۸ روز پس از سمپاشی دارا بود. در حالی که تیمار علف کش مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل دارای بیشترین تراکم و وزن خشک به ترتیب به مقدار ۴ بوته در متر مربع و ۱/۰۳ گرم علف هرز کیسه کشیش در ۲۸ روز پس از سمپاشی بود. همچنین تیمار مخلوط علف کش های کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با (۱/۶۶) بوته در متر مربع و ۰/۶۹ گرم و نیز مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم (۳/۶۶) بوته در متر مربع و ۰/۸۰ تأثیر متوسطی به ترتیب بر تراکم و وزن خشک علف های هرز کیسه کشیش در ۲۸ روز پس از سمپاشی را داشتند. نتایج اثرات متقابل تیمار بوتیزان استار به همراه پی‌سی گیت و صابون یونی دارای کمترین تراکم صفر بوته در متر مربع و صفر گرم در ۲۸ روز پس از سم پاشی را دارا بودند (جدول ۵). در مطالعه‌ای گزارش شد که که علف کش بوتیزان استار (متازاکلر + کوئین

مراک) به صورت پیش رویشی در کلزا قادر به کنترل علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ و برخی از علف‌های هرز تیره شب بو مانند خاکشیر و کیسه کشیش می‌باشد (Shimi et al., 2008).

تیمار علف‌کش بوتیزان استار کمترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز دم روباهی کشیده به تعداد صفر بوته در مترمربع و گرم را در ۲۸ روز پس سم‌پاشی را دارا بود. حال اینکه تیمار مخلوط علف‌کش‌های کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آرمیتیل دارای بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز دم روباهی کشیده به تعداد (۵) بوته در مترمربع و ۱/۰۴ گرم را داشتند. سایر تیمارهای مخلوط علف‌کش‌های کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به تعداد (۲/۳۳) بوته در متر مربع و (۰/۸۱) گرم و نیز مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم به تعداد (۳/۶۶) بوته در مترمربع و ۰/۸۵ گرم تأثیر متوسطی بر روی تراکم و وزن خشک علف‌هرز دم روباهی کشیده در ۲۸ روز پس از سم‌پاشی داشتند. طبق نتایج اثرات متقابل تیمار بوتیزان استار به همراه افزودنی‌های پی‌سی‌گیت و صابون یونی کمترین (۰) وزن خشک علف‌هرز دم روباهی کشیده را با صفر گرم را در ۲۸ روز پس از سم‌پاشی دارا بودند (جدول ۵). در آزمایشی گزارش شد کاربرد ۹۸۰ گرم ماده موثره تری فلورالین به همراه ۸۱ هالوکسی فوپ آرمیتیل استر (سوپرگالانت) با کاهش تراکم علف‌های هرز دم روباهی کشیده و سوروب و همچنین وزن خشک آنها را نیز کاهش داد (Shimi et

al., 2014). در آزمایش دیگری نشان داده شد که اثر مواد افزودنی آدیگور، سیتوگیت، ولک و سیتوهف در کارایی علف‌کش پینوکسادن در کنترل علف‌های هرز فالاریس، یولاف وحشی، چچم، دم روباهی کشیده روغن ولک بیشترین تأثیر در کارایی علف‌کش پینوکسادن در کنترل این علف‌های هرز داشته است و از سوی دیگر اثر ماده افزودنی سیتوهف در افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن در کنترل یولاف وحشی موثرتر از سیتوگیت بوده است (Mousavinik et al., 2009). براساس نتایج مشابه‌ای، کاربرد مواد افزودنی سیتوگیت و فرگیت در اختلاط با علف‌کش‌های مزوسولفورون + یدوسولفورون و کلودینا فوپ پروپارژیل می‌توان کارایی کنترل یولاف وحشی را افزایش داده و همچنین افزودند که اثر سیتوگیت در افزایش کارایی علف‌کش‌ها بیشتر از فریگیت بوده است (Chitband et al., 2013). طبق نتایج مقایسه میانگین تیمار علف‌کش بوتیزان استار کمترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز کلاغک به تعداد (۱) بوته در مترمربع و (۰/۷۴) گرم و تیمار مخلوط علف‌کش‌های کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز کلاغک به تعداد (۵/۳۳) بوته در مترمربع و ۰/۹۴ گرم در ۲۸ روز پس از سم‌پاشی را دارا بودند. دیگر تیمارهای مخلوط علف‌کش کلوپیرالید + کلتودیم به تعداد (۳/۶۶) بوته در مترمربع و ۰/۹۱ گرم و مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به تعداد (۲/۶۶) بوته در مترمربع و ۰/۸۵ گرم دارای تأثیر متوسطی بر تراکم و وزن خشک علف‌هرز کلاغک در ۲۸ روز پس

از سمپاشی دارا بودند. طبق نتایج اثرات متقابل کمترین وزن خشک علف هرز کلاغک مربوط به تیمار بوتیزان استار به همراه مواد افزودنی پی سی گیت و صابون یونی به میزان (۰) گرم بود (جدول ۵).

ج) تراکم و وزن خشک کل علف های هرز

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تیمارهای علف کش و مواد افزودنی بر تراکم و وزن خشک کل علف های هرز در ۲۸ روز پس از سمپاشی معنی دار بودند ($P < 0.01$) (جدول ۴). همچنین نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل تیمارها بر تراکم کل علف های هرز در سطح یک درصد ($P < 0.01$) و بر وزن خشک کل علف های هرز در سطح ۵ درصد معنی دار بودند ($P < 0.05$) (جدول ۴). طبق نتایج مقایسه میانگین، تیمار علف کش بوتیزان استار به تعداد (۴/۶۶) بوته در مترمربع و (۲/۵۴) گرم دارای کمترین تراکم و وزن خشک کل علف های هرز بوده و تیمارهای مخلوط علف کش کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل به تعداد ۳۳ بوته در مترمربع و (۵/۸۵) گرم بیشترین تراکم و وزن خشک کل را در ۲۸ روز پس از سمپاشی داشتند. سایر تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم به تعداد ۲۴ بوته در متر مربع و ۵/۲۱ گرم و کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم به تعداد ۱۴/۳۳ بوته در متر مربع و (۵/۳۶) گرم تأثیر متوسطی بر روی وزن خشک کل در ۲۸ روز پس از سمپاشی را دارا بودند. همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین، اثرات متقابل کمترین تراکم و وزن خشک کل به تعداد (۲) بوته در متر مربع و ۱/۰۸ گرم

مربوط به تیمار بوتیزان استار در کاربرد توأم با صابون یونی بود. کنترل به موقع علف های هرز موجب رشد بهتر گیاه شده و با کاهش رقابت بین گونه ای عملکرد افزایش می یابد (Sabeti *et al.*, 2009). افزایش تراکم درواقع به معنایی افزایش توان رقابتی با گیاهان مجاور است که با افزایش تنوع و توزیع آن ها با کارایی بهتری صورت می گیرد (Azizi *et al.*, 2009). افزایش تراکم بوته می تواند بر رشد و تکامل علف های هرز تأثیر گذاشته و فشار رقابتی گیاه زراعی بر علف هرز را افزایش داده و نهایتاً توان رقابتی گیاه زراعی را زیاد کند (Harries & White, 2007). در پژوهشی نشان داده شد که استفاده از یک لیتر علف کش نیکوسولفورون (دُز کاهش یافته) اختلاف معنی داری بین مصرف وعدم مصرف مویان کوکووت مشاهده گردید. به طوریکه مصرف کوکووت در این تیمار باعث کاهش معنی دار فراوانی علف های هرز نسبت به عدم مصرف کوکووت گردید (Makarian *et al.*, 2021). تحقیقات مشابه بیان کرد که دُزهای پایین علف کش نیکوسولفورون به همراه مصرف ماده افزودنی همپلاس توانست فراوانی علف های هرز را کاهش دهد (Baghestani *et al.*, 2007).

پژوهش های دیگر اذعان داشت کاربرد ادجونت کنتاکت (سورفکتانت غیریونی)، رنول (روغن گیاهی) با نیکوسولفورون توانست کارایی علف کش را در کنترل علف هرز سوروف و گاوپنبه را به طور معنی داری افزایش

دهد (Hajmohammadnia *et al.*, 2013). در پژوهشهای مشابه اظهار شد که با کاربرد ماده افزودنی کارایی علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، سیکلوکسیدیم، کلودینافوپ پروپاژیل، برای کنترل علف‌های هرز افزایش یافته است (Rashed Mohassel *et al.*, 2010). همچنین مشخص شد که اثر متقابل کاربرد علف‌کش شوالیه به همراه مویان سیتوگیت بالاترین درصد کنترل و کمترین وزن خشک علف‌های هرز را داشت. در این آزمایش مویان از طریق افزایش نگهداری خوب علف‌کش‌ها بر روی سطح برگ توانست اثر آن را افزایش دهد (Goodarzi *et al.*, 2008). در نتایج تحقیقات دیگر گزارش شد که ترکیب تری فلورالین + سیتوکسیدیم + کلوپیرالید بهترین کنترل علف‌های هرز را داشته است (Zohrabi *et al.*, 2012).

د) اجزای عملکرد و عملکرد کلزا

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس برای تمام صفات مورد بررسی در آزمایش، در جدول ۶ ارائه شده است. این نتایج نشان داد که اثرات ساده تیمارها بر روی ارتفاع بوته کلزا در سطح یک درصد ($P < 0.01$) و اثرات متقابل آنها در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) معنی‌دار گردید (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که علف‌کش بوتیزان استار بیشترین ارتفاع بوته کلزا به مقدار ۱۴۴/۶ سانتیمتر را دارا بود. علف‌کش مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل کمترین

ارتفاع کلزا به مقدار ۱۱۶ سانتیمتر را دارا بود. تیمارهای کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ارتفاع بوته ۱۳۵ سانتیمتر و کلوپیرالید + کلتودیم به میزان ۱۲۴ سانتیمتر دارای تأثیر متوسطی بر روی ارتفاع بوته کلزا داشتند. دو تیمار وجین دستی و شاهد با ارتفاع بوته ۱۵۵/۶۶ و ۸۵/۶۶ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۵). طبق نتایج اثرات متقابل، کاربرد علف‌کش بوتیزان استار توأم با مویان پی‌سیگیت بیشترین ارتفاع را به میزان ۱۵۴ سانتی‌متر داشته است. کاربرد هر یک از علف‌کش‌های بوتیزان استار، کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم، کلوپیرالید + کلتودیم و کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل به‌صورت خالص و کاربرد توأم آنها با ماده افزودنی به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته کلزا را دارا بودند (جدول ۷). ارتفاع بوته در ارقام مختلف گیاهان زراعی یکی از صفات برتر جهت رقابت با علف‌های هرز بوده و گاهی افزایش ارتفاع از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیت محسوب میشود (Ahmad *et al.*, 2005). در آزمایشی بیان شد کاربرد تیمار بوتیزان استار بیشترین ارتفاع بوته را در کلزا دارا بود (Makarjian *et al.*, 2021). آنها همچنین در آزمایش دیگری نشان دادند که بالاترین ارتفاع گیاه در تیمار مصرف مویان کوکووت و کمترین آن مربوط به تیمار عدم مصرف کوکووت بوده است (Makarjian *et al.*, 2021).

تعداد خورجین در بوته

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تیمارها

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی روی اجزای عملکرد و عملکرد کلزا

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد خورجین در بوته Number of pods per plant	خورجین تعداد دانه در Number of seeds per pod	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد پروتئین Protein (%)	درصد روغن Oil (%)
تکرار Replication	2	53.65	2.92	0.48	0.21	36.19	25.06	1.59	4.38	2.98
علکشی Herbicide	5	5212.84**	3969.67**	832.06**	6682.17**	3849719**	3054212*	85.63**	83183.51 ^{ns}	46.61**
ماده افزودنی Adjuvant	2	348.69**	225.36**	44.57*	265.77**	20134**	17360**	0.24**	81968.33 ^{ns}	1.70**
علکشی × ماده افزودنی Herbicide × Adjuvant	10	18.95*	0.21 ^{ns}	0.05 ^{ns}	13.20**	339 *	610 **	0.07 *	82384.61 ^{ns}	0.30 **
خطا Error	36	8.70	1.15	0.01	0.001	67	0.24	0.005	82.07	0.001
مربعات تغییرات C.V. (%)		26.30	27.60	14.50	11.96	29.85	28.94	9.31	17.33	13.26

ns, * and ** are respectively non-significant, significant at the 5 and 1 percent probability levels. * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

مخلوط علف کش کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آرمیتیل با ۶۱/۹۸ کمترین تعداد خورجین در بوته را دارا بودند. تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ۸۲/۲۷ و کلوپیرالید + کلتودیم با ۷۲/۱۳ دارای تأثیر متوسطی بر روی تعداد خورجین در بوته کلزا بودند (جدول ۷). تعداد خورجین در بوته حساس ترین جزء عملکرد از نظر تداخل دوره رشد کلزا با علف های هرز می باشد. در نتایج آزمایشی نشان داده شد که بیشترین تعداد خورجین در بوته از کاربرد تیمار علف کشی بوتیزان استار و مخلوط علف کش های هالوکسی فوپ آرمیتیل + کلوپیرالید به دست آمد (Miri & Rahimi, 2009). افزایش طول دوره رقابت علف های هرز با گیاه زراعی سبب کاهش توان رقابتی کلزا و دریافت نور و عناصر غذایی و تخصیص این مواد برای گسترش و رشد برگ ها و سایر اندام های رویشی و تخصیص شیره پرورده به اندام های زایشی شده است. جهت حفظ تعادل بین مواد تولیدی در منبع و میزان مصرف مواد در مخزن، تعدادی از گل ها ریزش نموده یا اینکه به دلیل کمبود مواد فتوسنتزی، تلقیح به طور کامل صورت نگرفته و در نهایت تعداد خورجین در بوته های کلزا کاهش پیدا میکند.

تعداد دانه در خورجین

نتایج تجزیه واریانس اثر ساده تیمارها و اثر مویان بر روی تعداد دانه در خورجین کلزا در سطح معنی دار شد ($P < 0.01$) (جدول ۶). براساس نتایج مقایسه میانگین، تیمارهای علف کشی بوتیزان استار با ۳۲/۶ بیشترین تعداد

بر روی تعداد خورجین در بوته کلزا معنی دار بود ($P < 0.01$) (جدول ۶). براساس مقایسات میانگین، تیمار علف کشی بوتیزان استار با ۹۱/۷۵ بیشترین تعداد خورجین در بوته و تیمار

جدول ۷- نتایج مقایسات میانگین تاثیر تیمارهای مختلف روی اجزای عملکرد و عملکرد کل
Table 7. Mean comparison of different treatments effect on components of yield and yield in canola

علاقش Herbicide	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد خوهرچین در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه خوهرچین Number of seeds per pod	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield(Kg/ha)	عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index	درصد پروتئین Protein (%)	درصد روغن Oil (%)
Butizanstar	146.60 ^{de}	91.75 ^e	31.03 ^d	4.65 ^e	13042.70 ^d	3923.00 ^f	30.07 ^b	23.38 ^a	46.40 ^e
Butizanstar+PCGate	149 ^{cd}	91.76 ^e	32.73 ^e	4.81 ^j	13081.00 ^e	4000.60 ^e	29.91 ^b	23.55 ^a	46.83 ^d
بو تیزان استار+ ای سی گیت									
Butizanstar+Inionic Saope	154.30 ^{bc}	95.03 ^d	34.06 ^e	4.93 ^c	13110.70 ^e	4018.30 ^d	30.61 ^b	23.59 ^a	46.89 ^c
کلیراید+سیکلوکسیدیم	135 th	82.27 ⁱ	26.00 ^f	4.14 ^f	12521.00 ^f	3537.60 ⁱ	28.25 ^{ce}	21.28 ^{ab}	44.97 ^h
Clopyralid+Cycloxydim									
کلیراید+سیکلوکسیدیم+پستگیت	139 ^{se}	82.53 ^h	27.86 ^e	4.30 ^g	12555.30 ^e	3597.00 ^h	28.64 ^{cd}	21.36 ^{ab}	45.35 ^g
Clopyralid+Cycloxydim +PCGate									
کلیراید+سیکلوکسیدیم+صابون یونی	143 ^{df}	85.43 ^g	29.16 ^e	4.42 ^f	12577.00 ^e	3624.00 ^g	28.81 ^c	21.44 ^{ab}	45.86 ^f
Clopyralid+Haloxifyop-t-methyl +Inionic Saope									
لوثریل+هالوکسی فوپ آر متیل	116 ^j	61.98 ⁿ	15.63 ^k	3.23 ⁱ	12321.00 ^k	3331.60 ^m	27.03 ^g	19.20 ^{ab}	43.20 ^m
Clopyralid+Haloxifyop-t-methyl +PCGate									
لوثریل+هالوکسی فوپ آر متیل+پستگیت	117 ^j	62.46 ⁿ	17.26 ^j	3.39 ^k	12353.30 ^k	3367.60 ⁱ	27.26 ^{fg}	19.44 ^{ab}	43.51 ⁱ
Clopyralid+Haloxifyop-t-methyl +Inionic Saope									
لوثریل+هالوکسی فوپ آر متیل+صابون یونی	124 ^{ij}	65.46 ^m	18.93 ⁱ	3.46 ^k	12378.30 ^{jk}	3378.60 ⁱ	27.29 ^{fg}	19.44 ^{ab}	43.86 ^k
کلیراید+کلئودیم	124 ^{ij}	72.13 ^k	21.00 ^h	3.23 ⁱ	12404.30 ^{hi}	3428.00 ^k	27.88 ^{eg}	19.22 ^{ab}	43.20 ^m
Clopyralid+Clethodim									
کلیراید+کلئودیم+پستگیت	128 ^{gi}	72.30 ^k	22.43 ^h	3.61 ^j	12431.00 ^{gh}	3458.30 ^j	27.81 ^{eg}	20.19 ^{ab}	44.45 ⁱ
Clopyralid+Clethodim+PCGate									
کلیراید+کلئودیم+صابون یونی	131.60 ^{ghi}	75.86 ^j	23.96 ^g	3.73 ⁱ	12455.00 ^g	3473.30 ^j	27.88 ^{df}	20.23 ^{ab}	44.79 ^h
Clopyralid+Clethodim +Inionic Saope									
وچین دستی	155 ^{bc}	102.85 ^b	36.20 ^b	5.44 ^b	13780.00 ^b	4424.00 ^c	32.10 ^a	23.35 ^a	47.44 ^c
Hand Weeding									
شاهد	85.60 ⁱ	44.61 ^p	10.60 ^m	3.04 ^m	11935.00 ^m	2721.30 ^o	23.58 ^h	15.30 ^b	41.20 ^p
Control									

دانه در خورجین را داشته و مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل با ۱۷/۲ کمترین تعداد دانه در خورجین را دارا بود. کاربرد تیمارهای کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ۲۷/۶ و کلوپیرالید + کلتودیم با ۲۲/۴ دارای تأثیر متوسطی بر تعداد دانه در خورجین کلزا بودند (جدول ۷). در مطالعه‌ای بیان شد که افزایش رقابت سبب کاهش تعداد دانه در خورجین می‌شود و دلیل آن را به وجود تراکم بالای علف‌های هرز و رقابت زیاد بین دانه‌های در حال نمو جهت دریافت مواد حاصل از شیره پرورده مرتبط دانستند که در نتیجه آن بسیاری از دانه‌های در حال نمو جهت دریافت مواد حاصل از شیره پرورده چروکیده و یا از بین رفته‌اند و تعداد دانه در خورجین کاهش یافته است (Ehteshami *et al.*, 2015).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تیمارهای علف‌کشی و مواد افزودنی و اثرات متقابل بر روی وزن هزار دانه کلزا در سطح معنی‌دار بود ($P < 0.01$) (جدول ۶). براساس مقایسه میانگین، تیمار علف‌کش بوتیزان استار با ۴/۶۵ گرم بیشترین وزن هزار دانه و مخلوط علف‌کش‌های کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل با ۳/۲۳ گرم و کلوپیرالید + کلتودیم با ۳/۲۳ گرم دارای کمترین وزن هزار دانه کلزا بودند. تیمار کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ۴/۱۴ گرم وزن هزار دانه متوسطی داشت. طبق نتایج اثرات متقابل، تیمار بوتیزان استار صابون یونی با ۳/۲۸ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه در کلزا بود.

سایر تیمارها به‌همراه مواد افزودنی نیز دارای وزن هزار دانه بالایی بودند.

بیشترین وزن هزار دانه در تیمار وجین دستی علف‌های هرز و تیمار شاهد بدون کنترل دارای کمترین وزن هزار دانه بود. پس از تیمار وجین دستی علف هرز تیمار علف کش بوتیزان استارتوam با صابون یونی به میزان (۳/۲۸) گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه و تیمار علف کش مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل و مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم به میزان (۳/۲۳) گرم کمترین وزن هزار دانه در کلزا را دارا بود (جدول ۷). گزارشات نشان داد که کمترین میزان افزایش وزن هزاردانه مربوط به کاربرد تیمار پسریشی کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل بود که کمترین کنترل علف‌هرز را داشته است (Marashi *et al.*, 2007). آنها دلیل کاهش وزن هزار دانه را به تشکیل دانه‌های کوچکتر در اثر کاهش دسترسی گیاه به عوامل محیطی به‌خصوص نور در اثر رقابت زیاد بین بوته‌ها و کاهش تولید مواد فتوسنتزی نسبت دادند. همچنین گزارش شد که وزن هزار دانه به میزان کربوهیدرات‌های ذخیره شده در زمان شروع پر شدن دانه و ژنوتیپ گیاه وابسته بوده و کمبود عناصر غذایی در خاک در زمان پر شدن دانه سبب کاهش وزن آنها می‌شود (Shimi *et al.*, 2014).

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس کاربرد اثرات ساده بر عملکرد بیولوژیک کلزا در سطح یک

(Miri & Rahimi, 2009). در آزمایشات اظهار شد کاربرد مقادیر کاهش یافته علف کش نیکوسولفورون و ماده افزودنی هیدرومکس میتواند علاوه بر کنترل مطلوب علف های هرز، عملکرد بیولوژیک ذرت را به طور معنی داری افزایش دهد (Mamnoie *et al.*, 2017)

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تیمارها و اثرات متقابل آنها بر عملکرد دانه کلزا معنی دار بود ($P < 0.01$) (جدول ۶). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه کلزا در تیمار علف کش بوتیزان استار پس از تیمار وجین دستی با ۳۹۲۳ کیلوگرم و مخلوط علف کش کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل با ۳۳۳۱/۶۷ کیلوگرم کمترین عملکرد دانه را دارا بود. تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ۳۵۳۷ کیلوگرم و کلوپیرالید + کلتودیم با ۳۴۲۸ کیلوگرم دارای تأثیر متوسطی بر عملکرد دانه کلزا بودند. طبق نتایج اثرات متقابل، تیمار بوتیزان استار توأم با صابون یونی با ۴۰۱۸ کیلوگرم بیشترین عملکرد دانه را دارا بود. پس از آن، کاربرد سایر تیمارهای مورد استفاده به همراه صابون یونی و پی سی گیت و به صورت خالص به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه کلزا را دارا بودند (جدول ۷). در مطالعه ای نشان داده شد که عملکرد دانه کلزا پس از وجین علف های هرز، در کاربرد کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل و کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم و کلوپیرالید + کلتودیم و کلوپیرالید + کوئیزالوفوپ-پی-اتیل

درصد ($P < 0.01$) و اثر متقابل آنها در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) معنی دار شد (جدول ۶). کاربرد علف کش بوتیزان استار بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۱۳۰۴۲/۷ کیلوگرم را داشته و تیمار مخلوط علف کش کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل با ۱۲۳۲۱ کیلوگرم کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند. دیگر تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ۱۲۵۲۱ کیلوگرم و مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم با ۱۲۴۰۴ کیلوگرم دارای تأثیر متوسطی بر عملکرد بیولوژیک کلزا بودند. نتایج اثرات متقابل تیمارها نشان داد که پس از تیمار وجین دستی، تیمار علف کش بوتیزان استار توأم با صابون یونی با ۱۳۱۱۰/۷۰ کیلوگرم دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک و تیمار مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل با ۱۲۳۲۱ کیلوگرم کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک کلزا را دارا بودند. تیمارهای علف کش بوتیزان استار، کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم توأم با مویان و کاربرد خالص آنها و کلوپیرالید + کلتودیم در کاربرد توأم با مویان و به صورت خالص در مرتبه بعدی قرار گرفتند (جدول ۷). عملکرد بیولوژیک کلزا پس از مصرف علف کش پیش رویی بوتیزان استار، در مصرف علف کش های پس رویی در کاربرد کلوپیرالید با علف کش های بازدارنده استیل کوآنزیمآ کربوکسیلاز به همراه مویان به طور معنی داری بیشتر از کاربرد خالص آنها بود. در تحقیقات نشان داده شد بیشترین عملکرد بیولوژیک کلزا مربوط به کاربرد بوتیزان استار بوده که از نظر آماری مشابه شاهد بدون علف هرز بوده است

بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند (Moradi *et al.*, 2020). طی آزمایشاتی دریافته شد کاربرد مقادیر کاهش یافته علف کش نیکوسولفورون به مقدار یک لیتر به صورت مخلوط با مویان کوکووت کارایی به اندازه دو لیتر در هکتار این علف کش (دُز توصیه شده آن) داشته باشد و علف های هرز را کنترل کرده و در نهایت باعث رشد بهتر و افزایش عملکرد دانه ذرت شود (Makarian *et al.*, 2021).

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تیمارها در سطح یک درصد ($P < 0.01$) و اثرات متقابل آنها در سطح ۵ درصد معنی دار شد ($P < 0.05$) (جدول ۶). براساس نتایج مقایسه میانگین، تیمار علف کشی بوتیزان استار با ۳۰/۰۷ درصد بیشترین شاخص برداشت کلزا پس از تیمار وجین دستی با ۳۲/۱۰ درصد و مخلوط علف کش کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آرمیتیل با ۲۷/۰۳ درصد کمترین شاخص برداشت را دارا بود. تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم با ۲۷/۶۳ درصد و کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ۲۸/۲۵ درصد دارای تأثیر متوسطی بر روی شاخص برداشت کلزا بودند. نتایج اثرات متقابل نشان داد تیمار بوتیزان استار توأم با صابون یونی با ۳۰/۶۱ درصد بیشترین شاخص برداشت را دارا بود. علف کش بوتیزان استار پی سی گیت و خالص، مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم توأم با مویان و مصرف خالص آن، مخلوط کلوپیرالید + کلتودیم توأم با مویان و مصرف خالص آن در مرتبه های بعدی قرار گرفتند

(جدول ۷). شاخص برداشت بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد زیست توده است. در حقیقت بالا بودن شاخص برداشت نمایانگر انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از گیاه به دانه است (Shimi *et al.*, 2014). در نتایج تحقیقاتی مشخص شد کمترین شاخص برداشت در تیمار ترفلان + لونترل + هالوکسی فوپ آر متیل مشاهده شده است (Miri & Rahimi, 2009).

درصد پروتئین

اثر تیمارهای علف کش، مواد افزودنی و اثرات متقابل آنها بر درصد پروتئین دانه کلزا معنی دار نبود ($P < 0.05$) (جدول ۶). دامنه درصد پروتئین از ۲۳/۳۵ در تیمار وجین دستی علف های هرز تا ۱۵/۳۰ در تیمار شاهد آلوده به علف هرز قرار گرفتند (جدول ۷).

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تیمارها و و اثرات متقابل آنها بر درصد روغن دانه کلزا معنی دار بود ($P < 0.01$) (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد پس از وجین دستی (۴۷/۴۴ درصد)، بیشترین درصد روغن در تیمار علف کش بوتیزان استار با ۴۶/۴۰ درصد و تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آرمیتیل با ۴۳/۲۱ درصد و کلتودیم با ۴۳/۲۱ درصد کمترین درصد روغن را دارا بودند. پس از آنها تیمارهای مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با ۴۴/۹۷ درصد دارای تأثیر متوسطی بر درصد روغن دانه کلزا بودند. نتایج

اثرات متقابل نشان داد تیمار بوتیزان استار توام با مویان (۴۶/۸۹) بیشترین درصد روغن دانه کلزا را دارا بود. تیمارهای پس‌رویشی به‌صورت مخلوط با مویان صابون یونی و پی‌سی‌گیت و به صورت خالص در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۷).

ارزیابی چشمی (EWRC) علفهای هرز و کلزا

نتایج مقایسه میانگین داده‌های به‌دست آمده از نمره‌دهی چشمی چهار هفته‌ای علف‌های هرز نشان داد در هفته اول تیمارهای پس‌رویشی مخلوط کلوپیرالید + سیکلوکسیدیم با مویان نسبت به تیمارهای علف‌کشی دیگر بیشترین درصد کلروز علف‌های هرز را دارا بود. در هفته دوم، سوم و چهارم هم این تغییرات وجود داشت که بین تیمارهای مخلوط با بقیه تیمارهای اعمال‌شده اختلاف ۱۰ درصدی وجود داشت و کمترین تأثیر علف‌کشی مربوط به تیمارهای پس‌رویشی مخلوط کلوپیرالید + هالوکسی فوپ آر متیل بود. در تیمارهای وجین کنترل ۱۰۰ درصدی وجود داشت و در تیمارهای شاهد کنترل صفر درصد بود. در تیمارهای دارای مصرف مویان علائم نکروز بیشتر از تیمارهای عدم مصرف مویان بود. همچنین نتایج ارزیابی چشمی بوته‌های کلزا در طی چهار هفته نشان داد در هیچ کدام از تیمارهای علف‌کشی مورد استفاده بر گیاه زراعی کلزا گیاه‌سوزی ایجاد نکردند.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این پژوهش و با توجه به

کاهش عملکرد دانه به‌علت رقابت تمام فصل علف‌های هرز، مدیریت علف‌های هرز در مزارع کلزا ضروری است. رقابت علف‌های هرز نه تنها عملکرد دانه کلزا را کاهش می‌دهد بلکه بر درصد روغن دانه آن اثر سوء دارد. برتری تیمار وجین دستی علف‌های هرز نسبت به سایر تیمارها در کلیه صفات مورد بررسی کاملاً مشهود بود. همچنین تقریباً در تمامی صفات مورد بررسی تیمار عدم کنترل علف‌های هرز در پایین‌ترین رتبه قرار گرفت. علیرغم برتری تیمار وجین دستی علف‌های هرز نسبت به سایر تیمارها، امروزه کنترل دستی علف‌های هرز به دلیل هزینه زیاد و وقت گیر بودن چندان رایج نیست. کاربرد ترکیب علف‌کش‌های مختلف با یکدیگر اثر بخشی متفاوتی بر روی کنترل علف‌های هرز و رقابت آنها با کلزا داشت. لیکن تقریباً در تمامی صفات مورد بررسی مصرف توأم علف‌کش پیش‌رویشی بوتیزان استار با مواد افزودنی و پس از آن مخلوط علف‌کش‌های پس‌رویشی کلوپیرالید با گروه بازدارنده چربی‌ها، سیکلوکسیدیم، کلتودیم، هالوکسی فوپ آر متیل توأم با مواد افزودنی در مقایسه با کاربرد خالص آنها تأثیر بهتری روی صفات مورد بررسی کلزا داشت که می‌بایست در عملیات کنترلی علف‌های هرز پهن و باریک‌برگ مزرعه کلزا مورد توجه قرار گیرند.

References

- Ahmad, A., Khan, I., Anjum, N.A., Abrol, Y.P., and Iqbal, M. 2005. Role of sulphate transporter systems in sulphur efficiency of mustard genotypes. *Plant Science*, 169(5), 842-846.
- Azizi, G., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghadam, P. 2009. Effect of plant diversity and nutrient resource on weed composition and density in different cropping systems. Competition for Resources in a Changing World, New Drive for Rural Development, Tropentag, October 7-9, Hohenheim.
- Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Jamali, M., and Maighani, F. 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. *Crop Protection*, 26: 1385-1389.
- Behdarvandi, B., and Modhej, A. 2007. Integrated weed management (chemical and mechanical control) in canola (*Brassica napus* L.) in Khozestan condition. *Journal of Agricultural Science*, 13(1), 163-169.
- Bellinder, R. R., Arsenovic, M., Shah, D.A., and Rauch, B.J. 2003. Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. *Weed Science*, 51(6), 1016-1021.
- Chitband, A.A., Ghorbani, R., Abbasi, R., and Nabizade, M. 2013. Optimizing the dosage of pinoxaden with adjuvants to control of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (12), 3157-3163.
- Chitband, A.A., Ghorbani, R., Rashed Mohassel, M.H., Zare Faizabadi, A., and Abbaspoor, M. 2013. Isobolographicanalysis for additive, synergism and antagonism in binary mixture of mesosulfuron + iodosulfuron and clodinafoppropargyl and optimizing them with citowett and frigate surfactants on wild oat (*Avena ludoviciana*). *Iranian Journal of Weed Science*, 9: 93-104. (In Persian with English Summary)
- Ehteshami, S.M., Tehrani Aref, A., and Samadi, B. 2015. Effect of planting date on some phenological and morphological characteristics, yield and yield components of five rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Applied*

- Field Crops Research*, 28(4), 111-120. (In Persian with English Summary)
- Goodarzi, A., Fathi, Gh., and Golabi, M. 2008. Evaluation the effect of mixing double-purpose herbicides with surfactant in comparison with single purpose herbicides on weed control in wheat. In: Proceedings of 2th Iranian Weed Science Congress, 29-30 January. 2008. Mashhad University, Iran, p. 348-353. (In Persian with English Summary)
- Hajmohammadnia, K., Mathiassen, S., Kudsk, P., and Hosseini, S.A. 2013. Effective of adjuvants on nicosulfuron performance in presence of ions in the spray solution. In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress, Karaj, Iran., 24-26 August. 2013. Karaj, Iran, p. 608-611. (In Persian with English Summary)
- Harries, M., and White, P. 2007. Integrated weed management in western Australians fight against herbicide resistant weed. In: Proceedings of 6th European Conference on Grain Legumes, 12-16 November. 2007. Lisbon Congress Centre, Portugal.
- Kebede, M., Bidira, T., Gerama, G., Chemed, G., Mamo, K., Debela, M., and Fayisa, H. 2017. Effect of various weed management options on weeds and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) at Shambo and Gedo, Western Oromia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(21), 74-83.
- Khalghani, J. 2010. Research Strategic Plan for Weed Management. Ministry of Jahad-e- Agriculture Agricultural Research, Extension and Education. p. 461. Organization Iranian Research Institute of Plant Protection. (In Persian with English Summary)
- Loeppy, H.A., and Blackshaw, R.E. 1994. Mustard to lerance to clopyralid applied elone or with ethometsulfwron. *Canadian Journal of Plant Science*, 74(3), 635-641.
- Makarian, H., Nasiri Dehsorkhi, A., Mirizadeh, A., Baradaran, M., Gholipoor, M. 2021. Investigate the effect of mixing nicosulfuron herbicide with salicylic acid and cocowet adjuvant on growth and yield of corn (*Zea mays* L.) and weeds control. *Crop Science Research in Arid Regions*, 2(2), 189-205. (In Persian with English Summary)

- Mamnoie, E., Izadi-Darbandi, E., Rastgoo, M., Baghestani, M. A., and Hasanzade, M. 2017. The effect of organic and bio fertilizers on maize (*Zea mays*), and hydromax adjuvants application on optimizing of nicosulfuron herbicide efficacy. *Journal of Crop Production and Processing*, 7(1), 55-71. (In Persian with English Summary)
- Marashi, K., Zakernejad, S., Lak, S., and Siadat, A. 2007. Investigation to effect of planting different pat terns and plant density on yield and yield components of grain corn in weather conditions of Ahvaz. *Scientific Journal of Agriculture*, 3(3), 63-70.
- Miri, H. R., and Rahimi, Y. 2009. Effects of combined and separate herbicide application on rapeseed and its weeds in southern Iran. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(3), 257-260.
- Moradi, K., Mohammadvand, E., and Asghari, J. 2020. The efficacy of some herbicides and cultivation on weed control and rapeseed (*Brassica napus* L.) yield. *Journal of Plant Protection*, 34(2), 243-258. (In Persian with English Summary)
- Mortazavi, E., and Armin, M. 2017. The effect of adjuvant on reducing the dose of sulfosulfuron+metsulfuronmethyl. *Journal of plant Ecophysiology*, 11(39), 243-253. (In Persian with English Summary)
- Moss, S.R., Perryman, S.A.M., and Tatnell, L.V. 2007. Managing herbicide-resistance black grass (*Alopecurus myosuroides*) theory and practice. *Weed Technology*, 21: 300-309.
- Mousavinik, A., Zand, E., Baghestani, M.A., Deihimfard, R., Soufizadeh, S., Ghezeli, F., and Aliverdi, A. 2009. Ability of adjuvants in enhancing the performance of pinoxaden and clodinafop propargyl herbicides against grass weeds. *Iranian Journal of Weed Science*, 5: 65-77. (In Persian with English Summary)
- Murawa, D., and Adomas, B. 1995. Effects of herbicides on the yield and qualitative features of seed of dougle low winter rape. *Oilseed Crops*, 16: 195-200.
- Pacanoski, Z. 2014. Application time and herbicide rate effects on weed in oilseed rape. *Herbologia*, 14(1), 33-45.

- Rashed Mohassel, M.H., Aliverdi, A., Hammami, H., and Zand, E. 2010. Optimizing the performance of diclofopmethyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on little seed canary grass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avena ludoviciana*) control with adjuvants. *Weed Biology and Management*, 10: 57-63.
- Sabeti, P., Zand, E., and Veisi, M. 2009. Efficacy evaluation of some sulfonylurea herbicides on weed control in wheat fields of Kermanshah. In: Proceedings of the 3th Iranian Weed Science Congress, Babolsar, Iran., 17-18 February. 2010. Karaj, Iran, p. 608-611. (In Persian with English Summary)
- Schiitz, S., Vedder, H., Dtiring, R.A., Weissbecker, B., and Hummel, H.E. 1996. Analysis of the herbicide clopyralid in cultivated soils. *Journal of Chromatography*, 754: 265-271.
- Shimi, P., Pourazar, R., Ghezeli, F., and Sasanfar, H. 2014. Efficiency of two commercial forms of clopyralid at different doses in controlling canola weeds. *Iranian Journal of Weed Science*, 10(2), 145-153. (In Persian with English Summary)
- Shimi, P., Saeidi, H., Abtali, Y., Poorazar, R., and Maleki, I. 2008. Testing Butisan Star in canola. Final on farm research report. Iranian Research Institute of Plant Protection, Plant Protection Organization and Ministry of Agriculture Agronomic Affairs. (In Persian with English Summary)
- Stamm, M., Bushong, J., Lofton, J., and Sanders, H. 2018. Great Plains canola production handbook. Rep. MF2734. Kansas State Univ. Res. and Ext., Manhattan, KS.
- Thomas, A.G. 1985. Weed survey system used in Saskatchewan for cereal and oilseed crops. *Weed Science*, 33: 34-43.
- Tomlin, C.D.S. 2004. The Pesticide Manual. British Crop Protection Council. p. 1344.
- Tu, M., Hurd, C., and Randall, J.M. 2001. Weed Control Methods Handbook: Tools and Techniques for Use in Natural Areas, The Nature Conservancy. All U.S. Government Documents (Utah Regional Depository). p: 533. <http://digitalcommons.usu.edu/govdocs/533>.
- Zand, E., Rahimian, H., Kocheiki, A., Khalghani, J., Mousavi, K., and Ramezani,

- K. 2004. The ecology of weeds (Management applications). Mashhad University of Jihad Press p. 544. (In Persian with English Summary)
- Zohrabi, A., Naderidarbaghshahi, M., and Jalalizand, A. 2012. Chemical weed control of autumnal rapeseed in Isfahan (Iran). *International Journal of AgriScience*, 2(8), 696-701. (In Persian with English Summary)

The impact of using pre- and post-emergence herbicides with adjuvants in controlling weeds in canola fields *Brassica napus* L.

Saba Rezaei Moghadam¹, Ali Asghar Chitband^{2*}, Abdolreza Ahmadi³

1. Graduated M.Sc. of Weed Science, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran .
2. Assistant Professor of Weed Science, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran. (Corresponding author)
3. Associate Professor of Weed Science, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran.

Received: August 2025 Accepted: September 2025- DOI: 10.22092/aj.2025.366789.1682

Extended Abstract

Rezaei Moghadam, S., Chitband, A.A, Ahmadi, A, The impact of using pre- and post-emergence herbicides with adjuvants in controlling weeds in canola fields *Brassica napus* L.

Applied Research in Field Crops Vol 37, No.1, 2024, 13-15: 85-110(in Persian)

Introduction:

Oilseeds are the world's second-largest food source after cereals, with rapeseed recognized as a major global oil crop. Weeds pose a serious challenge to rapeseed production by competing for water, nutrients, and light, and can reduce yields by up to 80% if not controlled. In Iran, about 70% of rapeseed field weeds are broadleaf species, with dark nightshade accounting for around 20% of them, while narrowleaf weeds make up roughly 30% of the total population. This high weed pressure has led to increased reliance on herbicides, although only six herbicides are officially recommended for rapeseed fields in Iran (Khalghani, 2010). These include Butizan Star (a cell division inhibitor plus synthetic auxins) as a pre-emergence and dual-purpose herbicide, clopyralid as a selective systemic post-emergence auxin inhibitor, and the ACCase inhibitors cycloxydim (Focus), haloxyfop-R-methyl (Galant Super), and clethodim (Select Super). Enhancing canola cultivation in Iran requires innovative weed management strategies, and using herbicide mixtures offers a promising approach by improving efficacy, diversifying usage patterns,

Email address of the corresponding author: chitband.a.a@lu.ac.ir

and reducing the risk of herbicide resistance. Moreover, the use of adjuvants can further optimize weed control by improving herbicide performance through reduced surface tension, better leaf coverage, and decreased droplet runoff (Chitband *et al.*, 2013). This study, therefore, investigates the potential of herbicide mixtures—with and without adjuvants—to improve weed control in rapeseed fields and evaluates their possible effects on rapeseed plants when used in combination.

Materials & Methods:

An experiment was conducted in 2023–2024 to evaluate the effectiveness of several herbicides, alone and with adjuvants, for weed control in rapeseed fields. Field preparation included rotary bulldozing, cross-disc plowing, leveling, and soil covering. Fertilization followed soil test recommendations using ammonium phosphate (220 kg/ha), potassium sulfate (200 kg/ha), and nitrogen (300 kg/ha). Test plots measured 2×3 m with six rows spaced 30 cm apart and 1-m buffers to prevent spray drift. Hyola rapeseed was sown mechanically on September 31 at 2–3 cm depth with 10 cm plant spacing. The experiment followed a factorial RCBD design with three replications in Alashtar, Lorestan. Treatments included pre-emergence Butisan Star, post-emergence mixtures of Clopyralid with Haloxypf-R-methyl, Clethodim, or Cycloxydim, and all combinations with the adjuvants PCGate and Uni-soap, plus weed-free and weedy controls. Herbicides were applied using a Matabi Elegance Plus backpack sprayer. Weed samples were collected four weeks after spraying using a 0.5×0.5 m quadrat, dried at 75°C for 48 hours, and weighed with 0.001-g precision. At season's end, plant height, biological and seed yield, harvest index, pods per plant, seeds per pod, and 1000-seed weight were measured from a 1×1 m area. Final yield was determined by harvesting one square meter from each plot (Kebede *et al.*, 2017). Data were analyzed in SAS 9.4, and means were compared using LSD at the 5% level.

Results:

The results showed that the lowest density and dry weight of *Myagrum perfoliatum* L., *Galium aparine* L., *Sinapis arvensis* L., *Capsella bursapastoris* (L.) Medik., *Alopecurus myosuroides* Huds. and *Muscari neglectum* Guss. ex Ten. were related to Butisan Star treatment with adjuvants, which almost was similar

to the hand weeding treatment. The highest reduction in traits such as density and dry weight of total weeds (1.09 gr), number of pods per plant (95), maximum plant height (154 cm), thousand seed weight (4.93 gr), seed yield (4018 k.ha⁻¹), harvest index (30.61%), and oil percentage (46%) were achieved by the application of the pre-emergence Butisan Star in combination with Uni-Soap. Post-emergence treatment with a mixture of clopyralid + cycloxydim along with the surfactant Uni-soap resulted in a high percentage of weed control and an increase in performance traits of canola compared to the control treatment.

Conclusions:

The results emphasize the importance of a comprehensive approach to weed management in canola, incorporating both pre- and post-emergence treatments tailored to specific weed species. Further research is warranted to explore the long-term effects of these herbicide mixtures and the potential development of herbicide resistance. This information can guide the development of sustainable weed management strategies for optimal canola production.

Keywords: Butisan Star, herbicide mixture, *Myagrum perfoliatum* L., number of pod, PCGate.

References:

- Chitband, A.A., Ghorbani, R., Abbasi, R., and Nabizade, M. 2013. Optimizing the dosage of pinoxaden with adjuvants to control of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (12), 3157-3163.
- Kebede, M., Bidira, T., Gerama, G., Chemed, G., Mamo, K., Debela, M., and Fayisa, H. 2017. Effect of various weed management options on weeds and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) at Shambo and Gedo, Western Oromia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(21), 74-83.
- Khalghani, J. 2010. Research Strategic Plan for Weed Management. Ministry of Jihad-e- Agriculture Agricultural Research, Extension and Education. p. 461. Organization Iranian Research Institute of Plant Protection. (In Persian with English Summary)