

بررسی تأثیر انواع مختلف مواد برگ ریز بر برخی ویژگی های رویشی و عملکرد پنبه رقم ورامین

Effects of various types of defoliants on some vegetative characteristics and yield of cotton CV Varamin in Garmsar conditions

علی نادری عارفی^۱، سعید محمدی^{۲*}، لطیف محمدزاده^۳

۱. استادیار بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان تهران، ورامین، ایران، (نگارنده مسئول)
۲. محقق بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان تهران، ورامین، ایران.
۳. محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان تهران، ورامین، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۴ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2025.368168.1690

چکیده

نادری عارفی، ع.، محمدی، س.، محمدزاده، ل.، . بررسی تأثیر انواع مختلف مواد برگ ریز بر برخی ویژگی های رویشی و عملکرد پنبه رقم ورامین
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷- شماره ۲- پایاند ۱۴۳ تابستان ۱۴۰۳ صفحه: ۵۹-۳۴

در شیوه سنتی بخش زیادی از هزینه های تولید پنبه صرف برداشت به صورت دستی می شود. بنابراین، مکانیزه شدن برداشت این محصول بسیار با اهمیت است. آلودگی به بقایای شاخ و برگ باعث کاهش کیفیت برداشت مکانیزه شده است. برای کاهش این آلودگی ها و هم رسی محصول لازم است از مواد برگ ریز استفاده شود تا پیش از برداشت برگ ها ریخته شده و آلودگی کاهش یابد. با توجه به کمبود مواد برگ ریز مناسب، این پژوهش با هدف بررسی مواد شیمیایی مختلف برای اهداف برگ ریزی انجام شد. در سال ۱۳۹۹ آزمایشی دوساله به صورت کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در ورامین انجام گردید. عامل اصلی عبارت بود از مرحله باز شدن ۵۰ و ۸۵ درصد غوزه ها. عامل فرعی محلول پاشی با مواد برگ ریز شامل گلایفوسیت، پاراکوات، دف، اتفون، گلایفوسیت + پاراکوات، اتفون + گلایفوسیت، اتفون + پاراکوات و اتفون + پاراکوات + گلایفوسیت. مصرف مخلوط گلایفوسیت + پاراکوات + اتفون در مرحله باز شدن ۵۰ و ۸۵ درصد غوزه ها، منجر به ریزش اندام های رویشی و زایشی گردید که حاصل آن افزایش ارتفاع بوته و کاهش عملکرد بود. تعداد غوزه باز شده و هم رسی با دف، اتفون و اتفون + گلایفوسیت بهبود یافت. بالاترین عملکرد به میزان ۷۶۶۲ کیلو گرم در هکتار با مصرف دف در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه ها مشاهده گردید. از نظر زودرسی تیمارهای دف و اتفون به سایر تیمارها برتری نشان دادند. کاربرد برگ ریزها در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه ها، تأثیر بهتری نسبت به مراحل زودتر نشان داد.

واژه های کلیدی: برگ خشک، ریزش، غوزه باز، غوزه بسته، هم رسی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: amirndr@gmail.com

مقدمه

پنبه به دلیل داشتن الیاف، روغن و پروتئین یکی از کالاهای مهم کشاورزی در جهان به شمار می‌رود (Rostami *et al.*, 2016). از طرف دیگر کشت پنبه اشتغال‌زایی بالایی دارد. به همین دلیل کشت پنبه به‌عنوان یکی از محصولات کشاورزی مهم در کشورهای مختلف جهان از جمله ایران مطرح است (Seyedi *et al.*, 2018). ثبات و پایداری توسعه کشت پنبه نیازمند رقابت‌پذیری آن با دیگر محصولات کشاورزی در هر منطقه به شمار می‌رود. با توجه به اهمیت اقتصادی، اجتماعی و محیطی تولید پنبه، توجه به شیوه‌های زراعی مناسب و استفاده از منابع علمی جدید برای بهبود کیفیت و کمیت تولید این محصول ضروری به نظر می‌رسد (Khan *et al.*, 2024). برداشت پنبه به صورت مکانیزه به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید در صنعت کشاورزی شناخته می‌شود (Nowrouzieh *et al.*, 2021).

با افزایش نیاز به پنبه به‌عنوان ماده اولیه در صنایع مختلف از یک طرف و بالا رفتن هزینه‌های نیروی کار از طرف دیگر، استفاده از ماشین‌آلات و فناوری‌های نوین به یک ضرورت تبدیل شده است. زیرا یکی از چالش‌های اصلی در توسعه کشت پنبه بحث هزینه‌های کارگری به‌ویژه در زمان برداشت این محصول استراتژیک است. برداشت مکانیزه موجب کاهش ۳۰ درصدی هزینه‌های تولید پنبه می‌شود (Nowrouzieh, 2019). در سطح جهانی، کشورهایی که به‌طور مؤثر از فناوری‌های مکانیزه در برداشت پنبه استفاده کرده‌اند، توانسته‌اند به نتایج قابل توجهی

در افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها دست یابند (Bozkıran Yılmaz & Gören, 2023). طبق گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد^۱، کشورهای پیشرفته در زمینه مکانیزاسیون موفق به افزایش ۲۰ تا ۳۰ درصدی در عملکرد برداشت پنبه شده‌اند (FAO, 2023). بنابراین، توجه به مکانیزه کردن برداشت پنبه نه تنها به بهبود مبانی اقتصادی این صنعت کمک می‌کند، بلکه به کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت زندگی کشاورزان نیز منجر می‌شود (Sriram *et al.*, 2024). در این بین آنچه بسیار مهم به نظر می‌رسد، برداشت پنبه با حداقل ضایعات و حداکثر تمیزی وش است. در نتیجه برداشت پنبه به صورت مکانیکی نیازمند اقداماتی در زمان برداشت است. یکی از این اقدامات بسیار مهم در افزایش کیفیت وش، استفاده از محلول برگ‌ریز در جهت کاهش مزاحمت برگ‌ها و عدم وجود مواد خارجی در الیاف است (Yusefzadeh *et al.*, 2023).

برداشت ماشینی مهم‌ترین راه حل توسعه کشت پنبه است که به دلایل مختلف از جمله، کیفیت پایین وش، مورد استقبال قرار نگرفته است. استفاده از مواد برگ‌ریز موجب ارتقاء کیفیت وش اقبال بیشتر صنایع نساجی به تولیدات داخلی می‌گردد (Wang *et al.*, 2023). علاوه بر این، مواد برگ‌ریز موجب افزایش زودرسی و رسیدگی هم‌زمان محصول می‌گردد که در افزایش عملکرد و کیفیت وش مؤثر است (Yusefzadeh *et al.*, 2023). در زراعت پنبه جهان مواد تجاری برگ‌ریز گوناگونی به

۱. The Food and Agriculture Organization (FAO)

کار می رود. به علت کمبود این مواد در زراعت پنبه کشور و عدم دریافت از مبادی اصلی تولید، پژوهش در مورد مواد داخلی موجود و یا کاربرد ترکیبی آنها می تواند راهگشا باشد (Bozkıran Yılmaz & Gören, 2023). در نتیجه، علاوه بر کمبود ماشین آلات برداشت، عوامل مرتبط با مدیریت برگ ریزها نیز می تواند در توسعه کشت این محصول راهبردی دخیل باشد و با رفع آن ها، برداشت مکانیزه افزایش یابد (Darvish Mojeni *et al.*, 2017).

پژوهش های بسیاری در زمینه برداشت و افزایش کیفیت پنبه صورت گرفته است. از جمله، نشان داده شده است که استفاده از برگ ریز در برداشت پنبه به کشاورزان این امکان را می دهد که زمان برداشت را مدیریت کنند و کاربرد این مواد باعث تسریع در حرکت کمباین و برداشت بهتر خواهد شد (Wang *et al.*, 2023). بر اساس پژوهش آن ها، حذف برگ های اضافی کیفیت الیاف پنبه را بهبود می بخشد، زیرا برگ ها می توانند باعث آلوده شدن الیاف و کاهش کیفیت نهایی محصول شوند. در زراعت هایی مانند کنجد، سویا، نخود و بعضی از حبوبات دیگر، مواد برگ ریز برای برداشت زودتر و تسریع در آماده سازی زمین برای کشت بعد مورد استفاده قرار می گیرند (Pereira *et al.*, 2020). در زراعت پنبه از مواد شیمیایی پایان دهنده رشد برای باز کردن غوزه ها یا خشک کردن و ریزش برگ ها استفاده می شود. با حذف غوزه های سبز انتهای فصل، امکان کاهش لارو آفاتی مانند کرم غوزه که در این غوزه ها زمستان گذرانی می کنند، فراهم

می گردد (Bariola *et al.*, 1990). برگ ریزی و خاتمه رشد پنبه در زمان مناسب با افزایش عملکرد و کیفیت پنبه موجب افزایش بازده اقتصادی این زراعت می گردد (Balkcom *et al.*, 2010). برخورد با عوامل نامساعد جوی ناشی از تأخیر در برداشت منجر به کاهش کیل، میکرونی، طول و استحکام الیاف می شود (Plumblee *et al.*, 2020).

اتفون با نام شیمیایی ۲-کلرواتیل فسفونیک اسید، در داخل گیاه به اتیلن تبدیل می شود. اتیلن باعث تحریک سلولاز و سایر آنزیم های هیدرولاز شده و دیواره های سلولی را حل می کند (Stewart *et al.*, 2010). با افزایش فشار درونی و خشک شدن برچه، غوزه شکافته می شود. اتفون این فرایند طبیعی را تسریع می کند و موجب باز شدن تعداد بیشتری از غوزه ها در چین اول می گردد (Scott, 1990). این ماده درصد برداشت چین اول را افزایش داد، اما میکرونی، وزن غوزه و وزن بذر غوزه هایی را که هنگام پاشش اتفون باز نشده بودند را کاهش داد (Stewart *et al.*, 2010). مصرف اتفون در مرحله باز شدن ۴۰ تا ۶۰ درصد غوزه ها، موجب کاهش عملکرد و رقم الیاف می شود، اما اگر در مرحله باز شدن ۸۰ درصد غوزه ها مصرف شود تاثیر منفی بر عملکرد و رقم الیاف ندارد (Williford, 1992). کاربرد برگ ریزهای دف اولترا و اترا ۱۲۰ و ۱۴۰ روز پس از کاشت به میزان ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار منجر به برگ ریزی به میزان ۹۲/۳ درصد و عملکرد بیشتر (۲۲۰۷ کیلو گرم) گردید (Tuppad *et al.*, ۲۰۱۷). طول و استحکام الیاف تحت تاثیر قرار نگرفت، اما

هدف شناسایی اثرات برگ‌ریزی مواد تجاری موجود در بازار انجام شد تا از مناسب‌ترین آن‌ها به عنوان ماده کمکی برداشت (چین‌یار) در زراعت پنبه استفاده شود.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تأثیر مواد برگ‌ریز بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد پنبه در سال ۴۰۰-۱۳۹۹ آزمایشی دوساله به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در ورامین انجام شد. عامل اصلی عبارت بود از مرحله باز شدن ۵۰ و ۸۵ درصد غوزه‌ها. برای تعیین درصد باز شدن غوزه، ۵ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت مشخص و تعداد غوزه‌های باز و بسته شمارش گردید. سپس، با تعیین درصد رسیدگی در فواصل زمانی مشخص، باز شدن ۵۰ و ۸۵ درصد غوزه‌ها معین شد. عامل فرعی محلول‌پاشی با مواد برگ‌ریز به شرح جدول (۱) بود.

پس از شخم عمیق زمستانه، در فصل بهار، با استفاده از فاروئر، شیارها ایجاد و کاشت به طور دستی انجام شد. بذر پنبه رقم ورامین از کلکسیون بذر بخش تحقیقات پنبه و طبقه سوپر الیت انتخاب و در ۲۵ اردیبهشت کاشته شد. هر کرت فرعی شامل ۵ خط کشت به طول ۸ متر، فاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر بود. برای کاهش بادبردگی برگ‌ریزها، فاصله کرت‌ها دو متر در نظر گرفته شد و برای جلوگیری از پاشش ناخواسته، از حفاظ روی بوم سمپاش استفاده شد. بوته‌ها

صفاتی مانند یکنواختی و ظرافت الیاف تغییر معنی‌دار نشان داد. همچنین با توجه به نتایج حاصله از پژوهشی ایستگاه آزمایش کشاورزی تگزاس تیمار عصرگاهی پاراکوات منجر به خشک شدن بوته‌ها سه روز پس از مصرف گردید (Cothren et al ۱۹۹۹).

یکی از عوامل مهم کاربرد مواد برگ‌ریز، توجه به شرایط محیطی زمان مصرف است. طوری که کاربرد مواد برگ‌ریز باعث باز شدن یکنواخت غوزه‌ها و زودرسی پنبه می‌شود که احتمال برخورد برداشت با شرایط نامساعد آب و هوایی را کاهش می‌دهد. نتایج پژوهش در شرایط گرگان نشان داد که زمان پاشش برگ‌ریز و سرعت ماشین، بر کیفیت الیاف بی‌تأثیر بود (Darvish Mojeni et al., 2017). بررسی پاسخ‌های عملکرد و کیفیت رقم‌های گلستان، سپید و اولتان بر مصرف برگ‌ریز، نشان داد که استفاده از برگ‌ریز در زمانی که دست کم ۵۰ تا ۶۰ درصد غوزه‌ها باز باشند، سبب کاهش کمی و کیفی محصول نمی‌شود (Nowrouzieh, 2019). با وجود اهمیت موضوع در بهبود کیفیت الیاف و کاهش هزینه‌های تولید، پژوهشی که انواع برگ‌ریزها و مواد خشک‌کننده را مورد بررسی قرار دهد، یافت نشد. از آنجا که برداشت مکانیزه محصول پنبه بدون استفاده از برگ‌ریزها سبب افت محصول و کاهش قیمت فروش می‌گردد. بنابراین، به‌منظور کمک به سودآوری بیشتر کشاورزان در جهت افزایش کیفیت محصول در زمان برداشت از یک طرف و با توجه به کمبود موارد برگ‌ریز مناسب از طرف دیگر، این پژوهش با

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده برای برگ ریزی

Table 1. Treatments used for defoliation

نام عمومی و فرمول شیمیایی Common name and chemical formula	نام تجاری Trade name	میزان مصرف Application rate
پاراکوات Paraquat 4-bipyridinium 'N'-dimethyl-4	گراماکسون GramaxonSL20%	۳ لیتر در هکتار 3L/ha
گلیفوسیت Glyphosate SL 41% N-(phosphonomethyl)glycine	راندآپ RoundupSL41%	۴ لیتر در هکتار 4L/ha
اتفون Ethephon 2-Chloroethylphosphonic acid	اتفون Ethephon	۳۰۰ میلی لیتر در هکتار 300mL/ha
تری بوتیل فسفورتیوآت Tributyl Phosphorothioite	دف Def	۲ لیتر + ۲۰۰ گرم دراپ در هکتار 2L+200gr Drop /ha
پاراکوات + گلیفوسیت Paraquat + Glyphosate SL 41%	-	۲ لیتر + ۲ لیتر در هکتار 2L+2L /ha
پاراکوات + اتفون Ethephon + Glyphosate SL 41%	-	۲ لیتر + ۲۵۰ سی سی در هکتار 2L+250mL/ha
گلیفوسیت + اتفون Glyphosate SL 41%+ Ethephon	-	۲ لیتر + ۲۵۰ سی سی در هکتار 2L+250mL/ha
پاراکوات + گلیفوسیت + اتفون Paraquat + Glyphosate SL 41+ Ethephon	-	۲ لیتر + ۲ لیتر + ۲۵۰ سی سی در هکتار 2L+ 2L +250mL/ha

تعداد لایه ریزش / ۱۰۰ × (تعداد برگ موجود + تعداد لایه ریزش) = درصد ریزش برگ

برای تعیین تعداد غوزه های باز شده، از هر کرت ده بوته انتخاب و تعداد غوزه کاملاً باز شده و کل غوزه ها شمارش و درصد غوزه های باز شده به شرح زیر محاسبه شد:

کل تعداد غوزه موجود / ۱۰۰ × تعداد غوزه باز شده = درصد باز شدن غوزه

برای تعیین ویژگی های رویشی و اجزای عملکرد، ۵ بوته از هر کرت انتخاب و میانگین اندازه گیری ها ثبت شد. برای تعیین عملکرد، پس از حذف دو ردیف کناری و ۱ متر از بالا و پایین ردیف های باقی مانده، کل و ش موجود از سطح ۱۸ متر مربع برداشت شد. نتایج در نرم افزار Excel ثبت و داده ها با نرم افزار SAS 1.9

در مرحله ۴ برگگی تنک شدند. یک سوم کود از ته به همراه ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم و نترات پتاسیم همراه با دیسک با خاک مخلوط شد. آبیاری طبق عرف منطقه در گردش ۱۲ روزه انجام شد. وجین دستی علف های هرز در دو نوبت هم زمان با تنک و مرحله شش برگگی صورت گرفت. برای کنترل سنک و کرم غوزه دو نوبت سمپاشی با لاروین و کنفیدور انجام شد. در پایان فصل تعداد برگ خشک شده ناشی از مصرف برگ ریز، برگ سبز و برگ ریخته شده در سه بوته از هر کرت شمارش و میانگین آن ها به عنوان کل تعداد برگ در بوته در نظر گرفته شد. تعداد لایه های ریزش و برگ موجود شمارش و درصد ریزش به شرح زیر تعیین شد:

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی در سال ۱۳۹۸

Table 2. Analysis of variance of vegetative traits in 2019

میانگین مربعات Mean squares								
منابع تغییر SOV	درجه آزادی dF	ارتفاع بوته Plant height	تعداد گره Number of nodes	نسبت ارتفاع به گره Height to node ratio	برگ سبز Green leaf	برگ ریخته شده Abscised leaf	برگ خشک شده Desiccated leaf	درصد ریزش برگ Abscission percentage
بلوک Block	2	3.33 ^{ns}	0.435 ^{ns}	0.031 ^{ns}	126.9 ^{**}	58.2 ^{**}	5.96 ^{ns}	2.56 ^{ns}
برگ ریز Defoliant	7	240.4 ^{**}	4.56 [*]	0.72 ^{**}	1689.34 ^{**}	1068.34 ^{**}	590.02 ^{**}	880.19 ^{**}
اشتباه اصلی The main error	14	1.85	0.88	0.04	1.93	1.41	0.85	20.92
مرحله رسیدگی Maturity	1	22.35 [*]	0.61 ^{ns}	0.17 [*]	224.98 ^{**}	40.86 ^{**}	39.62 ^{**}	109/6262 ^{**}
رسیدگی × برگ ریز Maturity × Defoliant	7	104.16 ^{**}	2.35 [*]	0.42 ^{**}	38.99 ^{**}	107.62 ^{**}	192.18 ^{**}	261.6 ^{**}
اشتباه فرعی Sub error	16	3.07	0.54	0.02	1.34	0.99	3.66	34.47
درصد ضریب تغییرات C.V (%)	-	1.6	3.2	2.9	9.42	4.8	13.1	8.04

*، ** و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی دار*Significant at %5 level, **Significant at %1 level and ^{ns} Not-Significant

۸۵ درصد باز شدن غوزه‌ها) در تیمار شاهد ۱۱۹ سانتی متر شد. این ارتفاع، ویژگی عمومی رقم ورامین در شرایط بدون تنش است که در حدود ۱۱۹ سانتی متر است (Naderi Arefi & Hamidi, 2014). با این حال، در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها، میانگین ارتفاع بوته این رقم در تیمار کاربرد مخلوط گلایفوسیت، پاراکوات و اتفون بیش از تیمار شاهد بود (۱۱۹/۷ سانتی متر). براساس مشاهدات انجام شده در مزرعه، در این تیمار، تعداد زیادی از اندام‌های زایشی ریزش کردند (جدول ۳) که بدین ترتیب، آسیمیلات زیادی برای تحریک رشد رویشی آزاد شد (Sadras, 1996). احتمالاً این منابع باعث برهم خوردن تعادل رشد به نفع رشد رویشی شد و با توجه به فرصت زمانی کافی، منجر به افزایش ارتفاع بوته گردید. تاثیر برگ ریزها بر

تجزیه و تحلیل شد. با توجه به معنی دار شدن آزمون بارتلت، تجزیه مرکب انجام نشد و نتایج دو سال به صورت جداگانه آنالیز شد.

یافته‌های پژوهش

صفات رویشی در سال اول (۱۳۹۹)

اثر ترکیبات مختلف برگ ریز بر تعداد گره در سطح ۵ درصد و سایر ویژگی‌های رویشی در سطح ۱ درصد ($p < 0.01$) معنی دار شد (جدول ۲). تیمار در مرحله باز شدن ۵۰ و ۸۵ درصد غوزه‌ها بر تعداد گره معنی دار نشد، اما بر سایر ویژگی‌های رویشی در سطح ۱ و ۵ درصد تاثیر معنی دار داشت (جدول ۲). برهم کنش برگ ریزها و مرحله باز شدن غوزه بر تمام صفات رویشی در سطح ۱ یا ۵ درصد معنی دار شد.

ارتفاع بوته در هر دو مرحله رسیدگی (۵۰ و

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم کنش تیمار برگیبر و زمان پاشش بر صفات رویشی در سال ۱۳۹۸

Table 3. Mean comparison of interactions of defoliant and time of spray on vegetative traits in 2019

زمان تیمار Time of application	برگیبر Defoliant	ارتفاع بوته Plant height	تعداد گره Number of nodes	نسبت ارتفاع به گره Height to node ratio	برگ سبز Green leaf	برگ ریخته شده Abscised leaf	برگ خشک شده Desiccated leaf	درصد ریزش برگ Abscession percentage
پاشش ۵۰ درصد غوره ها 50% of the open bolls	کنترل	119 ^a	23 ^{cd}	5 ^d	53.18 ^a	1 ^m	1 ^o	2 ^b
	پاراوات	108.7 ^f	25.3 ^a	4 ^e	0.5 ^m	26 ^e	21 ^f	41.3 ^b
	Ethephon اتئون	101.7 ^f	21.7 ^e	5 ^b	4.7 ^h	39.33 ^e	9 ^k	74 ^d
	تری بوتیل فسفورو تیوآت	107.3 ^b	23.3 ^c	5 ^b	5.7 ^f	39.33 ^e	4 ^m	80 ^b
	Tributyl Phosphorotritioite پاراوات + گلافوسیت	108 ^f	22.3 ^{de}	5 ^b	10.75 ^d	16 ^k	18 ^h	36.7 ^f
	Paraquat + Glyphosate SL 41% اتئون + گلافوسیت	112 ^e	23.7 ^b	5b	15.12 ^c	29.33 ^d	8 ⁱ	56.8 ^e
	Ethephon + Glyphosate SL 1% اتئون + پاراکوات	100 ^k	23 ^{cd}	4 ^e	3.2 ⁿ	10 ^k	39 ^a	19 ⁱ
	Ethephon + Paraquat گلافوسیت + پاراکوات + اتئون	119.7 ^a	23.3 ^c	5 ^b	7.14 ^e	15 ^h	11 ^f	45 ^g
	Glyphosate SL 41%+ Paraquat+ Ethephon	119 ^a	22.5 ^{cd}	5 ^b	51.9 ^b	2 ^j	1 ^o	3 ^m
	کنترل شاهد	105.7 ^h	25 ^d	4 ^e	1.8 ^j	14 ⁱ	26.3 ^c	32.3 ^j
	پاراوات	101.7 ^f	24 ^b	4 ^e	0.92 ^j	38.7 ^e	10 ^j	74.7 ^e
	Ethephon اتئون	102 ^b	22.7 ^{cd}	5 ^b	2.35 ^f	40.33 ^b	3 ⁿ	89.7 ^a
باز شدن ۸۵ درصد غوره ها 85% of the bolls open	تری بوتیل فسفورو تیوآت	116.7 ^d	22.7 ^{cd}	5 ^b	1.9 ^j	16.33 ^g	22 ^e	41.5 ^b
	Tributyl Phosphorotritioite پاراوات + گلافوسیت	105.7 ^h	22.7 ^{cd}	5 ^b	1.34 ^k	41.33 ^a	12.34 ^b	75 ^e
	Paraquat + Glyphosate SL 41% اتئون + گلافوسیت	118 ^b	21 ^f	6 ^a	1.8 ^k	12 ^j	24 ^d	32.3 ^j
	Ethephon SL 1% اتئون + پاراکوات	117.7 ^e	23 ^{cd}	5 ^b	2.01 ^j	12.3 ^j	27.3 ^b	30.7 ^k
	Ethephon + Paraquat گلافوسیت + پاراکوات + اتئون							
	Glyphosate SL 41%+ Paraquat+ Ethephon							

In each column, means with non similar letters have significant difference based on the Duncan test at p<0.01.

میانگین های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۱٪ با هم اختلاف معنی داری ندارند

افزایش ارتفاع بوته در سایر پژوهش‌ها گزارش شده است (Haliloghlu *et al.*, 2020).

کمترین ارتفاع بوته به میزان ۱۰۱/۷ سانتی‌متر در تیمار برگ‌پاشی اتفون در هر دو مرحله رسیدگی مشاهده گردید. در این تیمار میزان ریزش برگ نیز بالا بود، به‌ویژه در زمان رسیدن ۸۵ درصد غوزه‌ها (جدول ۳). با حذف برگ‌ها در مراحل پایانی رشد، آسیمیلات جاری محدود (Jin *et al.*, 2021)، صرف تولید برگ‌های جدید و انتقال به مقاصد زایشی می‌شود، بنابراین، رشد ساقه ادامه نخواهد یافت. با ریزش برگ‌ها و دریافت نور بیشتر توسط بوته، میان‌گره‌ها رشد بیشتری خواهند یافت (Stewart *et al.*, 2010). در آزمایش دیگری که توسط نگارنده انجام شده بود، ارتفاع بوته، تعداد گره و نسبت ارتفاع به گره رقم ورامین به ترتیب ۱۱۲ سانتی‌متر، ۲۰/۵ عدد و ۵/۷ در شرایط عدم مصرف برگ‌ریز گزارش گردید (Naderi Arefi & Hamidi, 2014).

تعداد گره در ساقه تحت تاثیر تیمارهای برگ‌ریز قرار نگیرد (جدول ۲)، با این حال، کمترین تعداد گره مربوط به تیمار اتفون و پاراکوات بود که به طور هم‌زمان باعث خشکیدگی و ریزش برگ‌ها شدند. این کاهش در مرحله ۸۵ درصد باز شدن غوزه‌ها شدیدتر بود که علت احتمالی آن نبود فرصت زمانی کافی برای ادامه رشد و تولید گره‌های جدید می‌باشد. بیشترین تعداد برگ ریخته شده در تیمار مخلوط اتفون و گلایفوسیت در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها (میانگین ۴۱/۳۳ برگ در بوته) و پس از آن دف (۴۰/۳۳ برگ در بوته)

مشاهده گردید. در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها، بیشترین برگ ریخته شده در تیمارهای کاربرد اتفون و دف مشاهده گردید (میانگین ۳۹/۳۳ برگ در بوته). کمترین ریزش برگ از مصرف مخلوط اتفون و پاراکوات حاصل شد (به ترتیب ۱۰ و ۱۲ برگ در مراحل ۵۰ و ۸۵ درصد باز شدن غوزه‌ها). پاراکوات یک‌القاء کننده قوی تنش اکسیداتیو است که منجر به خشک شدن گسترده بافت‌های گیاه می‌شود (Lascano *et al.*, 2012).

خشکیدگی برگ ناشی از مصرف پاراکوات پس از ۶ روز کاملاً مشهود بود (شکل ۱) و به نظر می‌رسد که این خشکیدگی در جلوگیری از فرایند برگ‌ریزی اتفون موثر بوده است. هر چند اثرات اتفون بر ریزش برگ در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است (Beyyavas *et al.*, 1998; Jones *et al.*, 2019)، اما انتقال و تأثیر سریع علف‌کش پاراکوات در کنار اثرات محرک اتفون بر تولید اسید آبسزیک و اتیلن، منجر به خشکیدگی سریع برگ‌ها شده است، بدون این که فرصت زمانی لازم برای طی فرایند تشکیل لایه جداگر فراهم شود (Idowu & Beck 2018). این تیمار از نظر مدیریت برداشت نامطلوب است، چون برگ‌های خشک شده هنگام برداشت دستی با وش مخلوط می‌شوند و کیفیت آن را پایین می‌آورند، مطلوب، ریزش برگ است نه خشکیدگی.

میزان ریزش حاصل از تیمار اتفون در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها ۸۰ درصد بود و پس از آن دف در مرحله ۵۰ درصد و مخلوط اتفون و گلایفوسیت در مرحله ۸۵ درصد

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ۱۳۹۸

Table 4. Analysis of variance for yield and yield components in 2019

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غوزه باز در بوته	غوزه بسته در بوته	غوزه آسیب دیده	کل تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه	عملکرد	زودرسی	
SOV	df	Open Boll	Un-open Boll	Damaged boll	Total number of bolls	Boll weight	Yield	Earliness	
بلوک	2	8.06 ^{ns}	3.39 ^{ns}	0.056 ^{ns}	4.1 ^{ns}	0.0024 ^{ns}	75938045 ^{ns}	377.2 ^{**}	
Block									
برگ ریز	7	104.01 ^{**}	57.72 ^{**}	6.6 ^{**}	62.1 ^{**}	0.0098 ^{**}	977012115 ^{**}	5870.01 ^{**}	
Defoliant									
اشتباه اصلی	14	2.22	0.45	0.21	2.31	0.01	26866059	2.18	
The main error									
مرحله رسیدگی	1	3.92 ^{ns}	91.19 ^{**}	10.25 ^{**}	217.01 ^{**}	0.091 ^{ns}	17097223 ^{ns}	734 ^{**}	
Maturity									
رسیدگی × برگ ریز	7	43.97 ^{**}	28.16 ^{**}	2.45 ^{**}	3.37 [*]	0.067 ^{ns}	406747941 [*]	284.65 ^{**}	
Maturity × Defoliant									
اشتباه فوضی	16	3.8	1.3	0.24	5.29	0.02	45415818	1.66	
Sub error									
درصد ضریب تغییرات	-	12.41	21.03	21.8	9.77	2.6	13.43	1.71	
C.V (%)									

^{ns} و ^{**} به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و غیر معنی دار

*Significant at 5% level, **Significant at 1% level and ^{ns} Not-Significant

رسیدگی غوزه ها قرار داشتند. کمترین میزان ریزش از مخلوط اتفون و پاراکوات در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه ها، به میزان ۱۹ درصد مشاهده شد. در تیمار مخلوط اتفون با پاراکوات

القای تنش اکسیداتیو شدید و تأثیر مخرب بر دستگاه فتوسنتزی گیاه در مدت کوتاهی باعث خشکیدگی بافت های سبز می شود (Hi et al., 2015). بدین ترتیب، احتمالاً با کاهش جذب و

انتقال اتفون به سایر قسمت‌ها، تأثیر این برگ‌ریز در حضور پاراکوات کاهش یافته است.

عملکرد و اجزای عملکرد در سال اول (۱۳۹۸)

اثر مواد برگ‌ریز بر عملکرد و اجزای عملکرد کاملاً معنی‌دار شد ($p < 0.01$). تأثیر مرحله رسیدگی بر تعداد غوزه باز شده در هر بوته، وزن غوزه و عملکرد معنی‌دار نبود، اما بر تعداد غوزه بسته باقی‌مانده روی بوته، غوزه خسارت دیده، کل تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه معنی‌دار شد (جدول ۴). بررسی برهم‌کنش مرحله رسیدگی و تیمار برگ‌ریز نشان داد که مصرف برگ‌ریزها در دو مرحله باز شدن ۵۰ و ۸۰ درصد غوزه‌ها، تأثیر معنی‌داری بر میانگین وزن غوزه نداشت، با این حال، پاسخ صفاتی مانند تعداد غوزه باز و بسته در بوته، غوزه خسارت دیده، کل تعداد غوزه، عملکرد و زودرسی بسته به مرحله رسیدگی مربوط به اعمال تیمار تغییر می‌کرد و این برهم‌کنش کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۴).

بیشترین تعداد غوزه در بوته از اتفون در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها حاصل شد (۳۰ غوزه). مخلوط گلایفوسیت و پاراکوات تعداد غوزه را کاهش داد و کمترین تعداد غوزه مربوط به این تیمار در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها بود (۱۷/۳ غوزه در بوته). تنش اکسیداتیو حاصل از مخلوط این علف‌کش‌ها باعث آسیب به سیستم فتوسنتزی می‌شود (He *et al.*, 2015)، پس‌خور منفی حاصله موجب کاهش آغازش و تمایز ساختارهای زایشی در شاخه‌های زایا می‌شود (Stewart *et al.*, 2010).

بررسی تأثیر علف‌کش‌های مختلف در زراعت کنجد نشان داد همه علف‌کش‌ها خشک شدن بوته‌ها را تسریع کردند، اما پاراکوات و گلیفوسینت آمونیوم منجر به خشکیدگی کامل بوته‌ها گردید (Grichar *et al.*, 2020). در آزمایش حاضر نیز این خشکیدگی مشهود بود که منجر به کاهش شدید تعداد اندام‌های زایشی گردید.

بیشترین آسیب خشکیدگی زودرس و غوزه نارس از مخلوط گلایفوسیت و پاراکوات در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها بود که ۴/۸۹ غوزه در بوته آسیب دیدند و پس از آن تیمار پاراکوات (۴/۷ غوزه آسیب دیده) قرار داشت (جدول ۵). آسیب به غوزه‌ها با کاربرد اتفون و دف در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها پایین‌تر از سایر تیمارها بود (میانگین ۱ غوزه در هر بوته). در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها و با مصرف دف به تنهایی کمترین آسیب به غوزه مشاهده گردید. احتمالاً اتفون در مراحل پایانی رشد فرصت کافی برای جذب و تبدیل شدن به اتیلن را نداشته است تا به عنوان باز کننده مناسب غوزه عمل کند، هرچند این ماده در شرایط مختلف به عنوان باز کننده غوزه معرفی شده است (Du *et al.*, 2013).

در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها، تیمار دف و اتفون به ترتیب با ۲۴ و ۱۹/۳ غوزه باز برتری نشان دادند. در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها تیمار با اتفون منجر به باز شدن ۲۳/۷ غوزه در بوته شد که با تیمارهای دف و مخلوط اتفون و گلایفوسیت در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). کمترین غوزه باز شده از

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم کشت تیمار برگیر و زمان پاشش بر عملکرد و اجزای عملکرد در سال ۱۳۹۸

Table 5. Mean comparison of interactions of defoliant and time of spray on yield and yield components in 2021

زمان تیمار Time of application	برگ ریز Defoliant	غوزه باز در بوته Open boll	غوزه بسته Un-open boll	غوزه آسیب دیده Damaged boll	کل تعداد غوزه در بوته Total number of bolls	عملکرد Yield	زودرسی Earliness
باز شدن ۵۰ درصد غوزه ها	شاهد	17.25 ^{ab}	8.73 ^{ab}	0.5 ^a	27.7 ^a	6894 ^a	62.3 ^a
	Control group						
	پاراکوات	11 ^a	4.7 ^{bc}	4.7 ^b	21.3 ^a	4421 ^a	76.3 ^a
	Paraquat						
	اتنون	19.3 ^a	1.07 ^a	1 ^a	21.7 ^a	5256 ^a	91 ^a
	Ethephon						
	تری بوتیل فسفورو تیوآت	24 ^a	1.7 ^a	1 ^a	27 ^a	7645 ^a	91 ^a
	Tributyl Phosphorothioite						
	پاراکوات + گلیفوسیت	9.7 ^{ab}	3.3 ^a	4.89 ^a	17.3 ^a	3593 ^a	62.3 ^a
	Paraquat + Glyphosate SL 41%						
	اتنون + گلیفوسیت	15 ^a	2.5 ^a	2 ^a	20 ^a	4806 ^a	77.33 ^a
	Ethephon + Glyphosate SL 1%						
	اتنون + پاراکوات	17 ^{ab}	1.5 ^a	2.17 ^a	20.7 ^a	5059 ^a	82.7 ^a
	Ethephon + Paraquat						
	گلیفوسیت + پاراکوات + اتنون	15.3 ^a	8.33 ^{ab}	3.8 ^a	26.7 ^{ab}	523 ^a	58.3 ^a
باز شدن ۸۵ درصد غوزه ها	Glyphosate SL 41%+ Paraquat+ Ethephon						
	شاهد	19 ^a	5.2 ^a	1 ^a	27.3 ^a	7219 ^{ab}	71.3 ^a
	Control group						
	پاراکوات	8 ^a	3.3 ^a	2.3 ^a	13.3 ^a	3.99 ^{ab}	56.3 ^a
	Paraquat						
	اتنون	23.7 ^b	1.5 ^a	2.17 ^a	30 ^a	7360 ^{ab}	89.7 ^b
	Ethephon						
	تری بوتیل فسفورو تیوآت	23.3 ^a	1.7 ^a	0.83 ^a	26 ^a	7482 ^a	91 ^a
	Tributyl Phosphorothioite						
	پاراکوات + گلیفوسیت	14.87 ^a	4.39 ^{ab}	2.3 ^a	21.5 ^{ab}	4512 ^a	73.3 ^a
	Paraquat + Glyphosate SL 41%						
	اتنون + گلیفوسیت	23.3 ^a	3.33 ^a	1.7 ^a	30 ^a	7256 ^a	83 ^a
	Ethephon + Glyphosate SL 1%						
	اتنون + پاراکوات	16.7 ^a	9 ^a	4.3 ^a	28.3 ^a	5215 ^a	56.3 ^a
	Ethephon + Paraquat						
	گلیفوسیت + پاراکوات + اتنون	16 ^a	8.33 ^{ab}	4.3 ^a	29 ^a	5118 ^a	57.3 ^a
	Glyphosate SL 41%+ Paraquat+ Ethephon						

میانگین های واقع در یک سطر که حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵٪ با هم اختلاف معنی داری ندارند.
In each column, means with non similar letters have significant difference based on the Duncan test at p<0.01

کاربرد پاراکوات در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه ها حاصل شد (۸ عدد در هر بوته) و پس از آن مخلوط گلیفوسیت و پاراکوات در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه ها قرار داشتند (۹/۷

غوزه باز در هر بوته). تیمار با پاراکوات در مرحله اول رسیدگی، با خشکاندن بیشتر برگ ها مانع از تشکیل اندام های زایشی جدید شد. احتمالاً، همین عامل منجر به باز شدن تعداد بیشتری از

با مقدار ۱۵۰ میلی‌لیتر این ماده و نیز اترل به میزان ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام گردید. کاربرد برگ‌ریزها ۱۴۰ روز پس از کاشت منجر به افزایش عملکرد گردید (Tuppad *et al.*, 2017). کمترین عملکرد به میزان ۳۰۹۹ کیلوگرم از تیمار پاراکوات در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها حاصل شد. این کاهش ناشی از بالا بودن تعداد غوزه‌های آسیب دیده و ریخته و پایین بودن تعداد غوزه باز می‌باشد که به علت خشک‌کنندگی و تحمیل استرس اکسیداتیو بر بوته‌ها دور از انتظار نیست (Ayala & Silvertooth, 2001).

اتفون و دف با افزایش برگ‌ریزی و تسریع فرایندهای مرتبط با شکفته شدن غوزه‌ها (Scott, 1990)، بر زودرسی و رسیدگی یکنواخت تأثیر مثبت دارند (Guangyao *et al.*, 2012). نتایج حاصله (جدول ۵) نیز نشان می‌دهد که مصرف این دو ماده برگ‌ریز اثرات مثبتی بر زودرسی داشتند، به‌طوری‌که بیشترین میزان زودرسی با مصرف این دو ماده در زمان باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها حاصل شد (۹۱ درصد). در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها نیز دف با ۹۱ و اتفون با ۸۹/۷ درصد، دارای بیشترین درصد زودرسی بودند. کمترین زودرسی در تیمارهایی مشاهده شد که پاراکوات در تیمار وجود داشت (پاراکوات؛ اتفون + پاراکوات و گلایفوسیت + پاراکوات + اتفون، حدود ۵۸ درصد، جدول ۵).

صفات رویشی در سال دوم (۱۳۹۹)

در سال دوم (۱۳۹۹) تأثیر تیمار برگ‌ریز به غیر از تعداد گره و نسبت ارتفاع به گره، بر سایر صفات رویشی معنی‌دار بود (جدول ۶). تأثیر

غوزه‌های موجود گردید، در حالی که در مرحله بعدی رسیدگی، تعداد زیادی غوزه نارس وجود داشت که به علت تیمار دیر پاراکوات، نمو یافته بودند و با قطع ارسال مواد فتوسنتزی و آسیب به دیواره غوزه، فرصت باز شدن پیدا نکردند. مشابه این نتایج توسط سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Balkcom *et al.*, 2010; Bergtold *et al.*, 2009). حتی گزارش شده است که مصرف مقادیر کمتر از حد کشنده پاراکوات در مرحله باز شدن ۱۰ درصد غوزه‌ها، رشد دوباره را تا ۵۵ روز پس از مصرف، متوقف می‌کند، بدون این‌که تأثیر منفی بر عملکرد و کیفیت الیاف داشته باشد (Landivar *et al.*, 1997).

بیشترین عملکرد و ش به میزان ۷۶۴۵ کیلوگرم در هکتار، با مصرف دف در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها حاصل شد. این تیمار در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها هم با عملکرد ۷۴۸۲ کیلوگرم تیمارها برتری نشان داد. در این مرحله مصرف اتفون با عملکرد ۷۳۶۰ کیلوگرم در هکتار جزء تیمارهای برتر بود (جدول ۵). بررسی تأثیر مواد شیمیایی برگ‌ریز پاراکوات، اتفون، دراپ، فینیش و اپیل در مرحله باز شدن ۶۰ درصد غوزه‌ها نشان داد که بالاترین عملکرد به میزان ۵۴۲۲ کیلوگرم در هکتار از مصرف ۶۰۰ سی سی در هکتار درآپ اولترا منجر به بیشترین درصد زودرسی گردید (Beyyavas *et al.*, 2019). کاربرد برگ‌ریزهای دف اولترا و اترل ۱۲۰ و ۱۴۰ روز پس از کاشت نشان داد که مصرف دف اولترا به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار منجر به برگ‌ریزی به میزان ۹۲/۳ درصد و عملکرد بیشتر (۲۲۰۷ کیلوگرم)، در مقایسه

مرحله رسیدگی بر تعداد برگ سبز در بوته و درصد ریزش کاملاً معنی دار ($p < 0.01$) بود و از نظر میانگین تعداد برگ خشک شده در سطح ۵ درصد معنی دار شد. تغییرات سایر صفات رویشی در دو مرحله رسیدگی (باز شدن ۵۰ و ۸۵ درصد غوزه ها) معنی دار نبود. اثر اعمال تیمار در دو مرحله رسیدگی بر تعداد گره و نسبت ارتفاع به گره معنی دار نبود، اما برهم کنش این تیمارها بر سایر صفات معنی دار شد (جدول ۶). بیشترین ارتفاع بوته پس از شاهد، در تیمار مخلوط سه برگ ریز گلایفوسیت + پاراکوات + اتفون به میزان ۱۲۱ سانتی متر در هر دو مرحله رسیدگی مشاهده گردید. دز پایین پاراکوات در این مخلوط از تأثیر شدید آن بر خشکاندن بوته کاست و با توجه به خشکی یا ریزش شدید اندام های زایشی، آسیمیلات موجود صرف افزایش ارتفاع بوته شده است. در سایر پژوهش های انجام شده نیز ارتفاع بوته رقم ورامین در شرایط مختلف بین ۱۰۰ تا ۱۳۵ سانتی متر متغیر بوده است (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2013; Naderi Arefi, & Hamidi, 2014; Darvish Mojeni *et al.*, 2017). بالا بودن ارتفاع در این تیمار و حتی بیشتر شدن آن از تیمار شاهد در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه ها را می توان به پدیده رشد دوباره پس از آسیب نسبت داد که در مواردی چون خسارت آفات، تنش سرما و تیمارهای شیمیایی گزارش شده است. علت این پدیده فعال شدن جوانه انتهایی ساقه اصلی و شاخه های فرعی پس از اعمال تیمارهای شیمیایی عنوان شده است (Stewart *et al.*, 2010).

کمترین ارتفاع بوته در تیمارهای اتفون و پاراکوات در مرحله ۵۰ درصد باز شدن غوزه ها و اتفون و گلایفوسیت در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه ها مشاهده گردید. مشابه این نتایج، گزارش شده است که گلایفوسیت به تنهایی یا همراه با سایر برگ ریزها، می تواند رشد دوباره پس از آسیب را به مدت ۷ هفته متوقف سازد (Cathey & Barry, 1977) که پس از این مدت با روبرو شدن بوته ها با دمای پایین پایان فصل، رشد رویشی ادامه نیافته و ارتفاع بوته در حدودی که متوقف شده بود، باقی مانده است. از برهم کنش بین تیمارها در سطح ۵ درصد، مشخص گردید که تعداد برگ از ۵۶ عدد در تیمار شاهد در باز شدن ۵۰ درصد غوزه ها تا ۴ عدد در تیمار مخلوط برگ ریزهای گلایفوسیت + پاراکوات + اتفون متغیر است (جدول ۷). با وجودی که از نظر تعداد برگ در بوته گزارش مشابهی یافته نشد، در خصوص سهم برگ از کل ماده خشک تولید بوته، گزارش شده است که از کل ۱۸/۸ گرم ماده خشک یک بوته رقم ورامین، سهم برگ ها حدود ۶ گرم می باشد و به عبارت دیگر حدود ۳۰ درصد ماده خشک بوته این رقم در شرایط بدون تنش به برگ اختصاص دارد (Naderi Arefi, 2017). بیشترین میانگین تعداد برگ خشک روی بوته در تیمار اتفون و پاراکوات در مرحله رسیدگی ۵۰ درصد غوزه ها و تیمار مخلوط هر سه برگ ریز در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه ها مشاهده گردید (۳ برگ، جدول ۷). بیشترین میانگین تعداد برگ ریخته شده از تیمار برگ ریز دف در مرحله باز شدن ۸۵

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی در سال ۱۳۹۹

Table 6. Analysis of variance for vegetative traits in 2020

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد گره	نسبت ارتفاع به گره	تعداد برگ در بوته	برگ سبز	برگ ریخته شده	برگ خشک شده	درصد ریزش برگ
SOV	df	Plant height	Number of nodes	Height to node ratio	Number of leaf	Green leaf	Abscised leaf	Desiccated leaf	Abscission percentage
Block	2	30.73 ^{ns}	1.01 ^{ns}	0.0012 ^{ns}	4.22 ^{ns}	119.73**	14.9*	28.17 ^{ns}	401.65 ^{ns}
برگ ریز	7	188.53**	2.11 ^{ns}	0.24 ^{ns}	55.4*	1617.7**	1135.7**	735.2**	1032.5**
Defoliant	14	18.08	0.7	0.04	6.07	4.02	5.9	7.34	19.88
The main error	1	18.83 ^{ns}	0.3 ^{ns}	0.105 ^{ns}	25.37 ^{ns}	80.6**	8.37 ^{ns}	46.7*	200.9**
مرحله رسیدگی	1	18.83 ^{ns}	0.3 ^{ns}	0.105 ^{ns}	25.37 ^{ns}	80.6**	8.37 ^{ns}	46.7*	200.9**
Maturity	7	104.7**	0.88 ^{ns}	0.18 ^{ns}	23.88*	31.82**	38.16**	49.6**	141.05**
رسیدگی × برگ ریز	7	104.7**	0.88 ^{ns}	0.18 ^{ns}	23.88*	31.82**	38.16**	49.6**	141.05**
Maturity × Defoliant	16	10.3	1.54	0.05	7.7	4.17	2.82	6.82	13.52
اقتیاء فرعی	16	10.3	1.54	0.05	7.7	4.17	2.82	6.82	13.52
Sub error	-	2.86	5.3	4.8	5.85	17.84	7.99	17.43	5.05
درصد ضریب تغییرات	-	2.86	5.3	4.8	5.85	17.84	7.99	17.43	5.05
C.V (%)	-	2.86	5.3	4.8	5.85	17.84	7.99	17.43	5.05

**Significant at %1 level and ^{ns} Not-Significant

^{ns} و * به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و غیر معنی دار

درصد غوزه‌ها حاصل شد (۴۲/۶۷ عدد، جدول ۶). اتفون به همراه دف در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها منجر به بالاترین میزان برگ‌ریزی شدند (به ترتیب ۴۱/۳۳ و ۴۱ برگ از هر بوته). کمترین تعداد برگ ریزش یافته پس از شاهد،

در گلایفوسیت در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها مشاهده گردید (۱۲ عدد جدول ۶). در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها کمترین تعداد برگ ریزش یافته در تیمار مصرف مخلوط گلایفوسیت و اتفون شمارش گردید که علت

جدول ۷- مقایسه میانگین برهم کنش تیمار بر گزیر و زمان پاشش بر صفات رویشی در سال ۱۳۹۹
Table 7. Mean comparison of interactions of defoliant and time of spray on vegetative traits in 2020

زمان تیمار Time of application	برگ ریز Defoliant	ارتفاع بوته Plant height	برگ سبز Green leaf	برگ ریخته شده Abscised leaf	برگ خشک شده Desiccated leaf	درصد ریزش Abscission percentage
پاش شدن ۵۰ درصد غوره ها 50% of the bolls open	شاهد Control group	122.5 ^a	55 ^a	0.5 ^a	0.48 ^a	3.04 ^a
	گلیفوسیت Glyphosate SL 41%	110.1 ^a	9.3 ^e	16.67 ^{de}	24.9 ^a	81.3 ^a
	اتنون Ethephon	103.7 ^a	3.67 ^f	41.33 ^b	3.83 ^j	92.48 ^f
	تری بوتیل فسفورو تیوآت Tributyl Phosphorothioite	108.7 ^a	7 ^h	41 ^c	1.5 ⁱ	85.86 ^d
	پاراکوات + گلیفوسیت Paraquat + Glyphosate SL 41%	109.3 ^{de}	7.67 ^f	13.67 ^{de}	25 ^c	83.47 ^b
	اتنون + گلیفوسیت Ethephon + Glyphosate SL 41%	116.3 ^f	10.3 ^{de}	27 ^f	11.67 ^h	89.9 ^c
	اتنون + پاراکوات Ethephon + Paraquat	102 ^b	3 ^j	14.33 ^f	30 ^h	88.66 ^d
	گلیفوسیت + پاراکوات + اتنون Glyphosate SL 41%+ Paraquat+ Ethephon	121 ^c	7.33 ^{de}	16.67 ^{de}	16 ^f	81.7 ^f
پاش شدن ۵۰ درصد غوره ها 85% of the bolls open	شاهد Control group	117.25 ^c	50.25 ^b	1 ^a	0.55 ^m	1.79 ^m
	گلیفوسیت Glyphosate SL 41%	113 ^f	15.7 ^e	12 ^m	19 ^e	66.4 ^k
	اتنون Ethephon	105.7 ^f	3.67 ^f	31.33 ^d	8.67 ⁱ	92.7 ^{nl}
	تری بوتیل فسفورو تیوآت Tributyl Phosphorothioite	104.3 ^h	2.67 ^h	42.67 ^d	2.67 ^k	96.46 ^a
	پاراکوات + گلیفوسیت Paraquat + Glyphosate SL 41%	115.7 ^{de}	1.33 ^m	16 ⁱ	26.67 ^b	91.5 ^e
	اتنون + گلیفوسیت Ethephon + Glyphosate SL 1%	105 ^m	2.67 ^h	34 ^d	13.3 ^{de}	94.6 ^c
	اتنون + پاراکوات Ethephon + Paraquat	119 ^d	3 ^j	13 ⁱ	26.67 ^b	92.97 ^{nl}
	گلیفوسیت + پاراکوات + اتنون Glyphosate SL 41%+ Paraquat+ Ethephon	121.3 ^b	2 ^j	15 ^j	30 ^h	95.7 ^b

میانگین های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵٪ با هم اختلاف معنی داری ندارند

In each column, means with non similar letters have significant difference based on the Duncan test at p<0.01.

باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها، از نظر تعداد غوزه بسته، تعداد غوزه خسارت دیده، کل تعداد غوزه در بوته و تعداد غوزه باز در بوته با احتمال ۹۵ درصد متفاوت از تأثیر این تیمارها در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها بود. این برهم‌کنش در مورد زودرسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۸).

دف در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها از بیشترین تعداد غوزه در بوته برخوردار بود (۳۶/۱۳ عدد). پس از آن اتفون و پاراکوات و مخلوط سه برگ‌ریز در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها قرار داشتند. در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها بیشترین میانگین غوزه شمارش شده در بوته در تیمار شاهد و دف انجام شد (به ترتیب ۲۴ و ۲۴/۷ عدد). تیمار در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها باعث کاهش تعداد غوزه نسبت به باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها می‌شود. ریزش زود هنگام و کاهش دوام سطح برگ منجر به کاهش اندازه، وزن و تعداد غوزه می‌شود (Stewart et al., 2010). غوزه‌های کوچک و نارس ممکن است تا انتهای فصل باز نشوند (Kerby & Adams, 1985). برخلاف این نتایج، گزارشاتی مبنی بر عدم تأثیر تیمارهای برگ‌ریز بر کل تعداد غوزه در بوته وجود دارد (Haliloglu et al., 2020).

گلایفوسیت و ترکیبات دارای پاراکوات منجر به آسیب به غوزه‌ها شدند. بیشترین میزان آسیب از تیمار مخلوط سه برگ‌ریز باهم و اتفون + پاراکوات در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها مشاهده شد (۴/۷ عدد غوزه در هر بوته). در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها آسیب

احتمالی آن، وجود فرصت کافی برای تولید برگ‌های جدید پس از اعمال تیمار است. تیمارهای مخلوط سه برگ‌ریز با ۹۵/۷ درصد و دف با ۹۶/۵ درصد طی باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها، بیشترین برگ‌ریزی را داشتند. در مرحله ۵۰ درصد باز شدن غوزه‌ها، درصد ریزش ناشی از اتفون بیش از سایر برگ‌ریزها بود (۹۲/۴۸ درصد). کمترین ریزش برگ در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها در تیمار گلایفوسیت به میزان ۸۸/۳ درصد مشاهده شد. این تیمار در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها نیز کمترین درصد ریزش را دارا بود (۶۶/۴). در این مرحله، با توجه به تأثیر تدریجی گلایفوسیت و مواجه با شرایط نامساعد انتهای فصل، فرصت کافی برای تولید برگ جدید وجود نداشت و برگ‌های باقی‌مانده به علت برخورداری از آسیمیلات کافی ناشی از حذف مقاصد رویشی و زایشی رقیب، حفظ شدند. اثرات متفاوت برگ‌ریزها بر درصد ریزش توسط سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Wang et al., 2019; Mrunalini et al., 2018).

عملکرد و اجزای عملکرد در سال دوم

(۱۳۹۹)

تأثیر تیمارهای برگ‌ریز بر کلیه صفات معنی‌دار شد (وزن غوزه در سطح ۵ درصد و سایر صفات در سطح ۱ درصد، جدول ۸). تأثیر مرحله باز شدن غوزه نیز بر کلیه اجزای عملکرد و صفات مرتبط به غیر از وزن غوزه معنی‌دار بود. وزن غوزه تنها صفتی بود که در برهم‌کنش بین این دو تیمار بر کلیه صفات معنی‌دار نشد. به عبارت دیگر، اثرات برگ‌ریزها در مرحله

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ۱۳۹۹

Table 8. Analysis of variance for yield and yield components in 2022 earliness

منابع تغییر	df	درجه آزادی	میانگین مربعات						مسلکرد	زودرسی
			تعداد غوزه باز در بوته	تعداد غوزه بسته در بوته	غوزه آسیب دیده	کل تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه	Yield		
SOV			Open Boll	Un-open Boll	Damaged boll	Total number of bolls	Boll weight			Earliness
بلوک	2		2.3 ^{ns}	11.78 ^{ns}	0.4 ^{ns}	4.42 ^{ns}	0.0023 ^{ns}	27463988 ^{ns}		35.42 ^{ns}
Block										
برگ ریز	7		72.57**	51.28**	13.22**	32.88**	0.14*	793916276**		108.8**
Defoliant										
اشتیاء اصلی	14		2.73	1.41	0.36	4.06	0.021	33615918		19.92
The main error										
مرحله رسیدگی	1		20.15*	21.98*	4.62*	128.3**	0.007 ^{ns}	175317181*		168.9**
Maturity										
رسیدگی × برگ ریز	7		16.5**	14.03*	1.55*	14.38*	0.018 ^{ns}	152727896*		141.05**
Maturity × Defoliant										
اشتیاء فرعی	16		1.21	1.6	0.43	2.7	0.013	14671521		13.52
Sub error										
درصد ضریب تغییرات	-		6.64	23.03	26.7	6.7	2.17	7.36		5.05
C.V (%)										

^{ns} و ^{**} به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و غیرمعنی دار

*Significant at %5 level, **Significant at %1 level and ^{ns} Not-Significant

ناشی از تیمارهای گلایفوسیت و گلایفوسیت + پاراکوات بیش از سایر تیمارها بود (۳/۶ غوزه در هر بوته). گزارش شده است که گلایفوسیت اثر مواد شیمیایی برگ‌ریز را افزایش می‌دهد، اما دزهای بالاتر می‌تواند منجر به از بین رفتن بذر در غوزه‌های جوان شود (Landivar *et al.*, 1994) که در این آزمایش به صورت تغییر رنگ و نکروز پوسته غوزه، غوزه‌های رشد نیافته و بدشکل ایجاد شدند. کمترین آسیب به غوزه‌ها، پس از شاهد، در تیمارهای دف و اتفون در هر دو مرحله رسیدگی مشاهده شد که کمتر از یک برگ در هر بوته بود (جدول ۹).

در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها، پس از شاهد، بیشترین تعداد غوزه بسته در تیمار مخلوط سه برگ ریز ۷ عدد در هر بوته شمارش گردید. در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها نیز علاوه بر شاهد که ۸۵ درصد از کل غوزه‌های آن باز شده بودند و تعداد غوزه بسته به طور میانگین ۱۲/۵ عدد بود، بیشترین تعداد غوزه بسته در تیمار مخلوط گلایفوسیت و پاراکوات، شمارش گردید (جدول ۹). کارایی تیمار اتفون در باز کردن غوزه‌ها در صورت کاربرد در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها بالاتر از سایر تیمارها بود و منجر به بسته ماندن فقط یک غوزه شد. در مرحله دوم کارایی اتفون کاهش یافت، اما دف با ۱/۳ غوزه بسته در بوته، برتری داشت (جدول ۹). اتفون در مقایسه با سایر برگ‌ریزها، کارایی بالاتری در برگ‌ریزی دارد که می‌تواند در کاهش باز شدن غوزه‌های جوان انتهای فصل مؤثر باشد (Han *et al.*, 2019).

در مرحله اول پاشش برگ‌ریزها، بیشترین

تعداد غوزه باز از تیمارهای اتفون (۱۹ غوزه در بوته) و دف (۱۸/۷ غوزه باز در بوته) به دست آمد. تیمار در باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها، بیشترین غوزه باز از برگ‌ریز دف (۲۵/۷ غوزه در بوته) و ترکیب اتفون و گلایفوسیت (۲۲ غوزه در بوته) تعیین گردید (جدول ۹). کمترین تعداد غوزه باز در پایان فصل، در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها از ترکیب گلایفوسیت + پاراکوات حاصل شد (۱۰/۳ غوزه در بوته). در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها گلایفوسیت با میانگین ۱۱ غوزه باز در هر بوته، کمترین مقدار این صفت را دارا بود. با توجه به میزان بالای غوزه بسته و آسیب دیده در این تیمار (جدول ۹)، کاهش تعداد غوزه باز طبیعی به نظر می‌رسد. بیشترین عملکرد در کل ترکیبات تیماری به میزان ۷۶۶۲ کیلوگرم در هکتار از تیمار برگ‌ریز دف در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها حاصل شد که از نظر تعداد غوزه باز شده نیز برتری داشت (جدول ۹). در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها بیشترین عملکرد از تیمار اتفون به میزان ۶۷۸۴ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که از نظر تعداد غوزه باز نیز جزء تیمارهای برتر بود. استفاده از برگ‌ریز در این مرحله باعث افزایش عملکرد به میزان ۲۵۷۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد شد. اثرات مثبت برگ‌ریزها بر عملکرد و کیفیت و ش در پژوهش‌های مختلف به اثبات رسیده است (Beyyavas *et al.*, 2019; He *et al.*, 2015; Balkcom *et al.*, 2010; Bergtold *et al.*, 2009; James *et al.*, 2005).

کمترین عملکرد در بین کل ترکیبات تیماری

جدول ۹- مقایسه میانگین برهم کنش تیمار بر گریز و زمان پاشش بر عملکرد و اجزای عملکرد در سال ۱۳۹۸
Table 9. Mean comparison of interactions of defoliant and spray time on yield and yield components in 2021

زمان تیمار Time of application	بر گریز Defoliant	غوره باز شده Open Boll	غوره بسته Un-open Boll	غوره آسیب دیده Damaged boll	کل تعداد غوزه در بوته Total number of bolls	عملکرد Yield	زودرسی Earliness
باز شدن ۵۰ درصد غوزه ها 50% of the bolls open	کنترل	13 ^{ka}	1 ^o	0.5 ^a	24 ⁿ	4296 ^m	79.85 ^f
	Glyphosate SL 41% + گلافوسیت	15 ^{ga}	3.7 ⁱ	3.6 ^g	22.4 ^k	4785 ^k	66.7 ^j
	Ethephon	19 ^g	1 ^o	3 ^e	22.6 ⁱ	6784 ^e	93.42 ^a
	تری بوتیل فسفورو تیوآت Tributyl Phosphorothioate	18.7 ^e	4.93 ^b	0.5 ^a	24.7 ⁱ	5998 ^e	83.9 ^p
	پاراکوات + گلافوسیت	10.3 ^m	5.5 ^g	3.6 ^g	19.1 ^o	3160 ^p	53 ^p
	Paraquat + Glyphosate SL 41%	17.3 ^e	2.7 ⁱ	3 ^e	23 ⁱ	5442 ⁱ	80.3 ^e
	Ethephon + Glyphosate SL 41% + گلافوسیت	16.3 ^{de}	2.3 ^m	2.2 ^a	20.8 ^m	4951 ⁱ	78.4 ⁱ
	Ethephon + Paraquat	14.7 ^m	7 ^e	2.9 ^g	24.3 ^g	4572 ⁱ	62.03 ^k
	Glyphosate SL 41% + Paraquat + Ethephon	15 ^{ga}	12.5 ^a	0.5 ^a	28 ^d	4881 ^j	79.55 ^g
	کنترل	11 ⁱ	4.5 ⁱ	4.3 ^h	22 ⁱ	3511 ^o	55.09 ⁿ
	Glyphosate SL 41% + گلافوسیت	18.7 ^e	6.6 ^e	1 ^e	26.4 ^e	6014 ^d	86.5 ^e
	Ethephon	35.3 ^h	1.3 ^b	0.83 ^b	36.13 ^h	7662 ^h	91.84 ^b
باز شدن ۵۰ درصد غوزه ها 85% of the bolls open	تری بوتیل فسفورو تیوآت Tributyl Phosphorothioate	13.3 ⁱ	5.33 ^g	3.3 ⁱ	19.9 ^h	3925 ⁿ	60.61
	پاراکوات + گلافوسیت	22 ^o	3.33 ^k	2.6 ^d	28 ^d	6866 ^b	78.5 ^q
	Paraquat + Glyphosate SL 41% + گلافوسیت	16.75 ^f	8 ^b	4.7 ⁱ	29.3 ^b	5202 ^g	56.8 ^h
	Ethephon + Glyphosate SL 1% + گلافوسیت	16.3 ^{de}	6.6 ^e	4.7 ⁱ	28.7 ^g	5025 ⁿ	57.5 ^m
	Ethephon + Paraquat	16.3 ^{de}	6.6 ^e	4.7 ⁱ	28.7 ^g	5025 ⁿ	57.5 ^m
	Glyphosate SL 41% + Paraquat + Ethephon	16.3 ^{de}	6.6 ^e	4.7 ⁱ	28.7 ^g	5025 ⁿ	57.5 ^m
	کنترل	11 ⁱ	4.5 ⁱ	4.3 ^h	22 ⁱ	3511 ^o	55.09 ⁿ
	Glyphosate SL 41% + گلافوسیت	18.7 ^e	6.6 ^e	1 ^e	26.4 ^e	6014 ^d	86.5 ^e
	Ethephon	35.3 ^h	1.3 ^b	0.83 ^b	36.13 ^h	7662 ^h	91.84 ^b
	تری بوتیل فسفورو تیوآت Tributyl Phosphorothioate	13.3 ⁱ	5.33 ^g	3.3 ⁱ	19.9 ^h	3925 ⁿ	60.61
	پاراکوات + گلافوسیت	22 ^o	3.33 ^k	2.6 ^d	28 ^d	6866 ^b	78.5 ^q
	Paraquat + Glyphosate SL 41% + گلافوسیت	16.75 ^f	8 ^b	4.7 ⁱ	29.3 ^b	5202 ^g	56.8 ^h

میانگین های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵٪ با هم اختلاف معنی داری ندارند
In each column, means with non similar letters have significant difference based on the Duncan test at p<0.01.

ارتفاع بوته نسبت به سایر تیمارها بود. کاربرد دف و اتفون موجب افزایش درصد ریزش برگ در سال اول آزمایش گردید، اما در سال دوم در تیمار مخلوط گلایفوسیت + پاراکوات + اتفون بالاتر بود. تیمارهای دف و اتفون نیز از نظر ریزش تعداد بیشتری برگ، جزء تیمارهای برتر بودند. تعداد غوزه باز شده و در واقع هم‌رسی با مصرف دف، اتفون و اتفون + گلایفوسیت در سال اول بهبود یافت. مصرف دف و اتفون در سال دوم نیز منجر به یکنواختی باز شدن غوزه‌ها شد که کاربرد این دو برگ‌ریز در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها تأثیر بیشتری نسبت به مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها نشان داد. کاربرد گلایفوسیت و به‌ویژه پاراکوات به تنهایی یا وجود آنها در ترکیبات تیماری، منجر به آسیب به غوزه‌ها و ریزش غوزه‌های جوان گردید. عملکرد تیمارهای دف، اتفون یا ترکیبات تیماری مرتبط با آنها، بالاتر بود. بالاترین عملکرد به میزان ۷۶۶۲ کیلوگرم در هکتار با مصرف دف در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها مشاهده گردید. از نظر زودرسی در هر دو سال آزمایش تیمارهای دف و اتفون به سایر تیمارها برتری نشان دادند. به‌طور کلی کاربرد یکی از برگ‌ریزهای اتفون و دف، علاوه بر افزایش عملکرد منجر به زودرسی نیز شد.

از کاربرد گلایفوسیت + پاراکوات در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها (۳۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. کاربرد این ترکیب تیماری در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها منجر به عملکردی معادل ۳۹۵۲ کیلوگرم گردید.

زودرسی ناشی از باز شدن تعداد بیشتری از غوزه‌ها در اوایل فصل برداشت، از دیگر آثار مثبت تیمارهای برگ‌ریز است که با انتخاب زمان پاشش و نوع مناسب برگ‌ریز امکان‌پذیر است. کاربرد اتفون در زمان باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها موجب افزایش زودرسی شد (۹۳/۴۲ درصد در مقایسه با شاهد، ۷۹/۸۵ درصد). پاشش دف و در رتبه بعد اتفون در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها منجر به افزایش زودرسی به ترتیب تا ۹۱/۸۴ و ۸۶/۵ درصد در مقایسه با شاهد (۷۹/۵۵ درصد) گردید. تلفیق ۳۰۰ میلی‌لیتر درآپ با ۳۰۰ میلی‌لیتر اتفون منجر به بیشترین درصد زودرسی گردید (Beyyavas *et al.*, 2019). کمترین زودرسی (۵۳ درصد) در تیمار گلایفوسیت + پاراکوات در مرحله باز شدن ۵۰ درصد غوزه‌ها حاصل شد. پس از آن تیمار گلایفوسیت در مرحله باز شدن ۸۵ درصد غوزه‌ها قرار داشت (۵۵ درصد، جدول ۹).

نتیجه‌گیری کلی

در سال نخست به غیر از نسبت ارتفاع به گره و وزن غوزه، سایر صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای برگ‌ریز قرار گرفتند. مخلوط گلایفوسیت + پاراکوات + اتفون در مرحله باز شدن ۵۰ و ۸۵ درصد غوزه‌ها، در هر دو سال اجرای آزمایش، منجر به ریزش اندام‌های رویشی و زایشی گردید که حاصل آن افزایش

References

- Ayala, F., and Silvertooth, J.C. 2001. Physiology of cotton defoliation. Arizona cooperative extension. No. az1240. <http://cals.arizona.edu/pubs/crops/az1240.pdf>.
- Balkcom, K. S., Bergtold, J.S., Price, A.J., and Dennis, P. 2010. Delaney. planting and defoliation timing impacts on cotton yield and quality. Beltwide Cotton Conferences, New Orleans, Louisiana, January 4-7, 2010.
- Bariola, L.A., Chu, C.C., and Henneberry, T.J. 1990. Timing applications of plant growth regulators and last irrigation for pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) control. *Journal of Economic Entomology*, ۸۳:۱۰۷۴-۱۰۷۷ <https://doi.org/10.1093/jee/83.3.1074>
- Bergtold, J., Monks, C. D., Balkcom, K. S., Raper, R., and Arriaga, F. J. 2009. Agronomic and economic impact of timing for planting and defoliation of cotton on cotton yield, quality and profitability. AU Crops: cotton research report. No.33.
- Beyyavas, V. 2019. The effect of different harvest aiding chemicals on yield and yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 2733-2743.
- Bozkıran Yılmaz, S., and Gören, H. K. 2024. Trend analysis of cotton production and trade. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 8(3), 656-662. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2024.3.19>.
- Cathey, G. W. 1986. Physiology of defoliation in cotton production. *Cotton physiology*, 1: 143-153.
- Cothren, J. T., Jost, P. H., and Biles, S. P. 1999. Cotton desiccation and defoliation by paraquat influenced by time of day. *Crop science*, 39(3), 859-862.
- Darvish Mojeni, F., Abdollahpour, S., Nowrouzieh, S., and Darvish Mojeni, T. 2017. Effect of spraying time defoliator and speed of cotton harvesting machine

on quality of cotton fiber. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 4(2), 115-130. doi: 10.22092/ijcr.2017.113081 (In Persian).

Du, M. W., Ren, X. M., Tian, X. L., Duan, L. S., Zhang, M. C., Tan, W. M., and Li, Z. H. 2013. Evaluation of harvest aid chemicals for the cotton-winter wheat double cropping system. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(2), 273-282.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2023. The Impact of Mechanization on Cotton Production.

Grichar, W. J., Dotray, P. A., and Langham, D. R. 2020. Effects of harvest aids on sesame (*Sesamum indicum* L.) drydown and maturity. In herbicides-current research and case studies in use. IntechOpen.

Guangyao, W., Randy, N., and Shawna, L. 2012. Choosing harvest aid chemicals for Arizona cotton. Arizona cooperative extension. No. AZ1556

Haliloglu, CEVHERİ H. C. İ., and Beyyavas, V. 2020. The effect of defoliant application on yield and yield components of some cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars at timely and late sowing. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4(2), 157-164.

Han, X., Yu, J., Lan, Y., Kong, F., and Yi, L. 2019. Determination of application parameters for cotton defoliants in the Yellow River Basin. *International Journal of Precision Agricultural Aviation*, 2(1).

He, Y. Q., Cheng, J. P., Liu, L. F., Li, X. D., Yang, B., Zhang, H. S., and Wang, Z. F. 2015. Effects of pre-harvest chemical application on rice desiccation and seed quality. *Journal of Zhejiang University-Science B*, 16(10), 813-823.

Idowu, J., and Beck, L. 2018. Harvest aid chemicals for New Mexico cotton. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences.

Jin, D., Wang, X., Xu, Y., Gui, H., Zhang, H., Dong, Q., and Song, M. 2020. Chemical defoliant promotes leaf abscission by altering ROS metabolism and photosynthetic efficiency in *Gossypium hirsutum*. *International Journal of*

Molecular Sciences, 21(8), 2738.

Jin, D., Xu, Y., Gui, H., Zhang, H., Dong, Q., Sikder, R. K., ... and Song, M. 2021. Evaluation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaf abscission sensitivity triggered by thidiazuron through membership function value. *Plants*, 10(1), 49.

Jones, E.J., Willis, G.D., and Hanks, J.E. 1998. Influence of surfactants, nitrogen salts, and ethephon on cotton defoliation. pp. 1489-1490. In: P. Dugger and D.A. Richter (Eds.). *Proc.*

Khan, H., Mujtaba, Gh., Khan, N. M., Khan, N., Kashif, M., Ashraf, H. and Khan, M. 2024. Exploring prospects of cotton cultivation under rainfed conditions of pothwar. <https://scite.ai/reports/exploring-prospects-of-cotton-cultivation-5G0apvrA.10.21203/rs.3.rs-5336733/v1>. DOI: 10.21203/rs.3.rs-5336733/v1

Kong, H., Yi, L., Lan, Y., Kong, F., and Han, X. 2020. Exploring the operation mode of spraying cotton defoliation agent by plant protection UAV. *International Journal of Precision Agricultural Aviation*, 3(1).

Landivar, J.A., Perkins, R., Johnson, A., and Davidonis, G. 1997. Texas coast plains cotton, motes and fiber quality II. Effects of Pix (mepiquat chloride). In: *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. National Cotton Council*, Memphis, Tenn. pp. 1418-1420.

Larson, J.A., Gwathmey, C.O. and Hayes, R. M. 2005. Effects of defoliation timing and desiccation on net revenues from ultra-narrow-row cotton. *The Journal of Cotton Science*, 9:204–214.

Lascano, R., Muñoz, N., Robert, G., Rodriguez, M., Melchiorre, M., Trippi, V., and Quero, G. 2012. Paraquat: an oxidative stress inducer. *Herbicides-properties, synthesis and control of weeds*, 135-148.

Liao, J., Zang, Y., Luo, X., Zhou, Z., Zang, Y., Wang, P., and Hewitt, A. J. 2020. The relations of leaf area index with the spray quality and efficacy of cotton defoliant spraying using unmanned aerial systems (UASs). *Computers*

and Electronics in Agriculture, 169, 105228.

Mrunalini, K., Rekha, M. S., and Murthy, V. R. K. 2018. Effectiveness of harvest-aid defoliant and environmental conditions in high density cotton. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 2312-2316.

Naderi Arefi, A., and Abedini Esfahlani, M. 2013. Effect of planting date and final irrigation on cotton yield at Garmsar condition. *Journal of Crops Improvement*, 15(3), 201-211. doi: 10.22059/jci.2013.36396. (In Persian).

Naderi Arefi, A., and Hamidi, A. 2014. Seed cotton yield and some related traits in different cultivars of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in Garmsar conditions. *Seed and Plant Production Journal*, 30(4), 401-420. doi: 10.22092/sppj.2017.110558. (In Persian).

Norton, R., Wang, G., and Loper, Sh. 2012. Defoliation timing for Arizona cotton. <http://cals.arizona.edu/pubs/crops/az1561.pdf>.

Nowrouzieh, S. 2019. The effect of defoliator on quantitative and qualitative properties of cotton varieties. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 7(1), 57-68. doi: 10.22092/ijcr.2019.101334.1011. (In Persian with English Summary)

Nowrouzieh, S., Zangi, M., and Heravi, P. 2021. Evaluation of planting patterns on the performance and quality of mechanical harvesting of cluster cotton cultivars. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 9(1), 231-234. doi: 10.22092/ijcr.2020.109150.1076. (In Persian).

Pereira, I. S., Soares, L. H., Cabral, E. M. A., Fontana, D. C., Umburanas, R. C., Santos, L. L. S., and Fagan, E. B. 2020. Harvest-aid herbicides influence soybean seed yield, quality and oxidative metabolism. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v. 15, art. e7022, n. 2, p. 1-7, 2020. DOI: [10.5039/agraria.v15i2a7022](https://doi.org/10.5039/agraria.v15i2a7022)

Plumlee, M. T., Dodds, D. M., Krutz, L. J., Raper, T. B., Jones, A. S., Catchot

Jr, A. L., ... and Jenkins, J. N. 2020. Effect of physical damage to early and late maturing cotton cultivars. *Agronomy Journal*, 112(2), 1140-1147.

Raisse, E. R., Assis, M. D. O., Araujo, E. F., Freitas, F. C. L. D., and Araujo, R. F. 2020. Chemical desiccant for anticipation of harvest and physiological quality of cowpea seeds. *Revista Caatinga*, 33(4), 878-887.

Ren, Y., Meng, Y., Huang, W., Ye, H., Han, Y., Kong, W., ... and Geng, Y. 2020. Novel vegetation indices for cotton boll opening status estimation using sentinel-2 data. *Remote Sensing*, 12(11), 1712.

Rostami, H., Shamsabadi, H., and Nourouzieh, S. 2016. Evaluation of semi-mechanized cotton harvester machine. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 4(1), 103-118. doi: 10.22092/ijcr.2017.109355. (In Persian).

Sadras, V.O. 1996c. Population-level compensation after loss of vegetative buds: Interactions among damaged and undamaged neighbours. *Oecologia* 106:417-423.

Scott, W.P. 1990. Evaluation of aldicarb and ethephon in cotton production. pp. 278-280. In: J.M. Brown and D.A. Richter (eds.). Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf., National Cotton Council of America, Memphis, Tenn.

Seyedi, S.R., Amirshakari, H., Omid, H., and Rabee, M. 2018. Effect of ethephon application and harvesting date on yield, seed losses and oil percent of rapeseed. *Crop physiology journal*, 10(39), 113-130. magiran.com/p1947783, (In Persian).

Sriram, J., Vallalkannan, S., Ragavan, T., Sheeba, S., and Sivasankari, B. 2024. Mechanization in cotton farming: addressing labor shortages and enhancing productivity in India. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30. 617-630. [10.9734/jsrr/2024/v30i102488](https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i102488).

Stewart, J. McD., Derrick, M., Oosterhuis, J., and Heitholt, J. 2010. Physiology

of cotton. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. Springer Science+Business Media B.V.

Tuppad, G. B., Shashidhara, G. B., Alagundagi, S. C., Biradar, D. P., and Patil, S. S. 2017. Effect of chemical defoliant on growth, yield and fibre quality of compact cotton genotypes. *Journal of Farm Sciences*, 30(1), 28-36.

Wang, F. Y., Han, H. Y., Hai, L., Bing, C. H. E. N., Kong, X. H., Ning, X. Z., ... and Liu, J. D. 2019. Effects of planting patterns on yield, quality, and defoliation in machine-harvested cotton. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(9).

Wang, J., Zhang, Z., Zhang, N., Liang, Y., Gong, Z., Wang, J., Ditta, A., Sang, Z., Li, X., and Zheng, J. 2023. The correlation of machine-picked cotton defoliant in different gossypium hirsutum varieties. *Agronomy*, 13(8), 2151. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082151>.

Williford, J.R. 1992. Influence of harvest factors on cotton yield and quality. 1992. Trans. ASAE 35:1103-1107.

Yusefzadeh, M., Daneshvar, M., Shahrvasvand, S., and Sorkhe, H. 2013. The effects of ethephon and nitrogen fertilizer on yield and yield components of sweet sorghum. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(2), 199-207. doi: 10.22059/ijfcs.2013.35110. (In Persian).

Effects of various types of defoliants on some vegetative characteristics and yield of cotton CV Varamin in Garmsar conditions

Ali NaderiArefi^{1*}, Saeid Mohammadi², Latif Mohammadzadeh³

1. Cotton and fiber crop research department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Tehran, AREEO, Varaminiran . (Corresponding author)
2. Cotton and fiber crop research department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Tehran, AREEO, Varaminiran.
3. Cotton and fiber crop research department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Tehran, AREEO, Varaminiran.

Received: 000 000 Accepted: 000 2021- DOI: 10.22092/aj.2025.368168.1690

Extended Abstract

NaderiArefi, A., Mohammadi, S., Mohammadzadeh, L.,, Effects of various types of defoliants on some vegetative characteristics and yield of cotton CV Varamin in Garmsar conditions.

Applied Research in Field Crops Vol 37, No.2, 2024, 7-9: 34-59(in Persian)

Introduction

The phenomenon of leaf drop, often observed in cotton plants, plays a significant role in the overall efficiency and productivity of cotton harvesting (Wang et al, 2023). As cotton plants mature, the shedding of leaves can influence the exposure of the cotton bolls to sunlight, thereby affecting their development and quality (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2013). Moreover, reduced leaf coverage can facilitate easier access for mechanical harvesters, ultimately increasing harvest speed and lowering labor costs (Nowrouzieh et al, 2021). Understanding the dynamics of leaf drop is crucial for farmers aiming to optimize their yield and enhance the quality of their cotton crop. In other words, seed cotton quality can be lost by trash and leaf contaminants through harvest process. Cotton indeterminate growth habit leads to co-occurrence of vegetative and reproductive growth. Under conditions of excessive vegetative growth (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2013), plant residues- particularly unopened bolls- can serve as overwintering sites for pests. To mitigate the adverse effects of rank growth and facilitate crop
Email address of the corresponding author: amirndr@gmail.com

termination, defoliants are commonly applied (Nowrouzieh et al., 2021).

Materials & Methods

To investigate the effects of different types of defoliants on the yield and earliness of cotton CV Varamin under Garmsar conditions, a two-year field experiment was conducted during 2019–2020 using a split-plot arrangement in a randomized complete block design with three replications. The study was carried out at the Agriculture and Natural Resources Research Center of Tehran Province (ANRCT), located in central Varamin.

The main plots were allocated to application stage (50 and 85 percent open boll) and the subplots were defoliant treatments (glyphosate, paraquat, def, ethphone, glyphosate + paraquat, glyphosate + ethphone, ethphone + paraquat and glyphosate + paraquat + ethphone).

To determine the vegetative characteristics and yield components, 5 plants were selected from each plot and the average of the measurements was recorded. To determine the yield, after removing the two side rows and 1 meter above and below the remaining rows, the entire plant was harvested. The results were recorded in Excel software and the data were analyzed with SAS 1.9 software. Due to the non-significance of the Bartlett test, combined analysis was not performed and the results of the two years were analyzed separately.

Results & Discussion

The results showed that the application of glyphosate + paraquat + ethphone at 50% and 85% open boll stages in both years led to abscission of some vegetative and reproductive organs, which in turn promoted regrowth and increased plant height. In first year of the experiment, the number of open bolls increased following the application of DEF and glyphosate + ehphone. In the second year, DEF and ethphone treatments at the 85% open boll stage were more effective in promoting boll opening compared to the 50% stage. The highest yield (7662 kg h⁻¹) was achieved with DEF treatment at the 85% open boll stage. DEF and ethphone also demonstrated superiority in terms of earliness. In the first ear, the earliest harvests

were recorded with DEF and ethphone applied at 50% open boll, and DEF at 85% open boll, reaching 91% earliness. In the second year, ethphone at 50% open boll resulted in the earliest harvest, while DEF at 85% achieved the highest earliness rate of 91.84%, outperforming all other treatments at that stage. Overall, defoliation at the 85% open boll stage proved more effective than at 50%, and treatments with DEF or ethephon consistently led to higher yields and improved earliness.

Conclusion

Considering the promising results of certain treatments in this study, particularly in terms of defoliation and improved boll opening, optimizing their dosage and application timing could lead to the development of new, cost-effective defoliant.

Keywords

Abscission, Desiccated Leaf, Open Boll, Uniform Mathurity, Un-open Boll.

References

- Naderi Arefi, A., and Abedini Esfahlani, M. 2013. Effect of planting date and final irrigation on cotton yield at Garmsar condition. *Journal of Crops Improvement*, 15(3), 201-211. doi: 10.22059/jci.2013.36396. (In Persian).
- Wang, J., Zhang, Z., Zhang, N., Liang, Y., Gong, Z., Wang, J., Ditta, A., Sang, Z., Li, X., and Zheng, J. 2023. The correlation of machine-picked cotton defoliant in different *Gossypium hirsutum* varieties. *Agronomy*, 13(8), 2151. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082151>.
- Nowrouzieh, S., Zangi, M., and Heravi, P. 2021. Evaluation of planting patterns on the performance and quality of mechanical harvesting of cluster cotton cultivars. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 9(1), 231-234. doi: 10.22092/ijcr.2020.109150.1076. (In Persian).