مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد هشتم، شماره اول، ۱۳۹۹
۸۵-۱۰۲
www.jcri.ir

بررسی امکان کاهش دُز مصرفی علف‌کش تری‌فلورالین در پنبه کشت شده در شرایط کشت رایج و فواصل ردیف خیلی باریک

ولی‌اله حسینی[۱]، محمد آرمین[۲*]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران
[۲]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۲۶

چکیده

تری‌فلورالین (ترفلان) اصلی‌ترین علف‌کش خاک مصرف برای کنترل علف‌های هرز پنبه است. استفاده از دُزهای کاهش‌یافته علف‌کش‌ها در تلفیق با افزایش توان رقابتی گیاه، یکی از استراتژی‌های مهم در مدیریت پایدار علف‌های هرز است. به منظور بررسی امکان کاهش دُز مصرفی علف‌کش تری‌فلورالین در پنبه در شرایط کشت رایج و فواصل ردیف خیلی کم آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در شهرستان سبزوار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: نظام کشت (رایج؛ فواصل ردیف ۷۰ سانتی‌متر) و بسیار باریک؛ (فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر) و مقادیر علف‌کش در غلظت‌های (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده (۱۴۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار). نتایج نشان داد که وزن و تعداد غوزه در بوته در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک در کلیه مقادیر علف‌کش مصرفی کمتر از کشت با فواصل رایج بود. کشت در فواصل ردیف خیلی باریک، حداکثر وزن خشک علف هرز (۱۱۵ گرم در مترمربع) کمتری در مقایسه با کشت در فواصل ردیف رایج (۱۴۰ گرم در مترمربع) داشت. عدم کاربرد علف‌کش در فواصل ردیف خیلی باریک ۶۹/۹۰ درصد و در کشت با فواصل رایج ۸۱ درصد عملکرد وش را کاهش داد. در مجموع نتایج نشان داد بر اساس درصد کاهش قابل‌قبول ۵ درصدی عملکرد وش در سیستم کشت با فواصل ردیف خیلی باریک تا ۲۵ درصد می‌توان دُز مصرفی علف‌کش را کاهش داد، در حالی که در سیستم کشت با فواصل ردیف رایج امکان کاهش دُز مصرفی علف‌کش وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: پنبه، روش کاشت، کاهش عملکرد، مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش

*نویسنده مسئول: moh_armin@yahoo.com

مقدمه

پنبه بعد از چغندرقند، کلزا و نیشکر با در اختیار داشتن ۱۳/۶ درصد از کل سطح زیر کشت گیاهان صنعتی ایران، جایگاه چهارم را به خود اختصاص داده است (احمدی و همکاران، ۲۰۱۹). با وجود پیشرفت‌های اخیر در تولید پنبه، تداخل علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین مشکلات کشاورزان از کاشت تا برداشت این محصول است. به‌دلیل سرعت رشد اولیه بسیار کم پنبه، علف‌های هرز می‌توانند به سهولت بر پنبه غلبه کنند (خواجه‌پور، ۲۰۱۲). از طرف دیگر طولانی بودن فصل رشد پنبه نیز سبب رشد علف‌های هرز مختلف می‌شود که کنترل آن‌ها را ضروری می‌سازد (سلیمی و همکاران، ۲۰۱۰). مدیریت ضعیف علف‌های هرز در پنبه می‌تواند به کاهش قابل‌توجه عملکرد منجر شود؛ بسته به مدیریت علف‌های هرز، کاهش تولید می‌تواند از ۱۰ تا ۹۰ درصد متغیر باشد (مانالیل و همکاران، ۲۰۱۷).

کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی در زراعت این محصول در کشور چندان رایج نیست و وجین دستی علف‌های هرز و مصرف علف‌کش خاک مصرف تری‌فلورالین رایج‌ترین شیوه مدیریت علف‌های هرز در این محصول محسوب می‌شوند. امروزه نگرانی‌های زیست‌محیطی و فشار اقتصادی باعث کاهش استفاده از علف‌کش‌ها در سیستم‌های رایج کشاورزی گردیده است. تحقیقات زیادی در رابطه با کاهش مصرف علف‌کش‌ها با هدف کاهش هزینه تولید یا کاهش اثرات محیطی انجام شده و امروزه کشاورزان تشویق می‌شوند که کمتر از علف‌کش‌ها استفاده نمایند و روش‌های مختلف کنترل نظیر مکانیکی، شیمیایی، زراعی و غیره را با یکدیگر تلفیق نمایند (باروز و همکاران، ۲۰۱۷). استفاده از تراکم گیاهی به عنوان یکی از روش‌های غیرشیمیایی است که در تلفیق با سایر روش‌های کنترل برای جلوگیری از رشد علف‌های هرز غالب می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (اسلامی، ۲۰۱۴). امروزه گرایش به کشت پنبه در فواصل ردیف خیلی باریک (۲۰ سانتی‌متر) به جای کشت به صورت رایج (فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متری) در حال افزایش است (قادری‌فر و همکاران، ۲۰۱۲). گزارش شده است که ماده خشک علف‌های هرز در کشت با فواصل ۳۸ سانتی‌متری ۳۵ درصد کمتر از ماده خشک علف‌های هرز در کشت در فاصله ردیف ۱۰۲ سانتی‌متر است (ردی و بویکین، ۲۰۱۰). سایر محققان نیز کاهش ماده خشک علف‌های هرز را با کاهش فاصله ردیف گزارش کرده‌اند (استفنسن و برک، ۲۰۱۰). در اکثر این مطالعات دلیل اصلی کاهش ماده خشک علف‌های هرز بسته شدن زودتر کانوپی پنبه و قابلیت رقابتی بیشتر برای مواد غذایی و نور بوده است. کاهش ماده خشک ناشی از کاهش فاصله ردیف می‌تواند سبب افزایش کارایی علف‌کش‌ها و یا کاهش دُز مصرفی علف‌کش طی رشد گیاه شود (مانالیل و همکاران، ۲۰۱۷). موفقیت در استفاده از دزهای کاهش‌یافته علف‌کش‌ها به تلفیق آن‌ها با سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز مانند افزایش تراکم (آرمین و

همکاران، ۲۰۰۸)، استفاده از ارقام با قدرت رقابتی بالا (بلاکشاو و همکاران، ۲۰۰۶)، میزان و نحوه مصرف مواد غذایی (محقق نژاد و همکاران، ۲۰۱۴)، زمان مصرف (عنابستانی و آرمین، ۲۰۱۷)، زمان انجام سایر روش‌های کنترل (نوبخت علیزاده و همکاران، ۲۰۱۷) و استفاده از مواد دگرآسیب[1] به همراه علف‌کش (میری و آرمین، ۲۰۱۳) بستگی دارد. یکی دیگر از مزایای کشت در فواصل ردیف خیلی باریک که کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته است، افزایش توان رقابتی گیاه در حضور علف‌های هرز و همچنین امکان کاهش مصرف علف‌کش از دُز توصیه‌شده می‌باشد. افزایش توان رقابتی پنبه بر سر منابع مشترک با علف هرز با کاهش فاصلهٔ ردیف کاشت پنبه به واسطهٔ افزایش تراکم بوته در واحد سطح توسط قربان‌پور و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده است. به همین دلیل پنبهٔ کشت شده با فاصلهٔ ردیف ۴۰ سانتی‌متری و در وضعیت بدون علف‌هرز بیشترین عملکرد وش را تولید کرد. جاست و کوترن (۲۰۰۱) نیز نشان دادند کاهش فاصله ردیف کاشت سبب بهبود توان رقابتی پنبه می‌شود. سایر مطالعات نیز نشان داده است که کاهش فاصله ردیف، سبب افزایش قدرت رقابتی گیاه زراعی می‌شود و در نتیجه از شدت خسارتی که در پی رقابت با علف‌های هرز موجود در جامعه گیاهی بر گیاه زراعی تحمیل می‌گردد، کاسته می‌شود (ردی و بوی‌کین، ۲۰۱۰؛ تورسان و همکاران، ۲۰۱۶؛ رایموندی و همکاران، ۲۰۱۷). نشان داده شده است در شرایطی که فشار علف هرز متعادل باشد و حداقل یک تیمار مکانیکی کنترل علف هرز طی فصل انجام شود، دُز علف‌کش‌ها می‌تواند ۱۵ تا ۳۰٪ کاهش داده شود، بدون اینکه تأثیر معنی‌داری بر افت عملکرد گیاه زراعی داشته باشد (باروز و همکاران، ۲۰۱۷). ژانگ و همکاران (۲۰۱۳) کارایی کنترل علف‌های هرز با استفاده از دزهای مختلف علف‌کش را در گیاهان زراعی در شرایط مختلف محیطی را گزارش کردند. با این وجود اظهار داشتند که در ۵۰ درصد آزمایش‌هایی که با دزهای معادل فقط ۲۰ درصد دُز توصیه‌شده انجام شد، کارایی کنترل ۷۰ درصد یا بیشتر به دست آمد.

امروزه کشت پنبه در فواصل ردیف خیلی باریک که در آن پنبه به جای فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متری در ۲۵-۳۰ سانتی‌متری کشت می‌شود، مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است (قادری فر و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به گسترش استفاده از سیستم کاشت با فواصل ردیف خیلی باریک، امکان کاهش دُز مصرفی علف‌کش تری‌فلورالین در این روش وجود دارد که تاکنون در این زمینه مطالعه‌ای صورت نگرفته است. این بررسی به منظور بررسی امکان کاهش دُز مصرفی علف‌کش ترفلان در دو شرایط کشت رایج و کشت با فواصل ردیف خیلی باریک انجام شد.

1. Allelopathic substance

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه ای واقع در جنوب شهرستان سبزوار در قنات فتح آباد، با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و ارتفاع متوسط ۹۹۰ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: روش کشت (کشت رایج و کشت با فواصل ردیف خیلی باریک) و مقادیر علف‌کش در غلظت‌های (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده). علف‌کش تری‌فلورالین (ترفلان EC%48 با دُز ۱۴۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار قبل از کاشت به خاک مزرعه افزوده شد و توسط کولتیواتور تا عمق حدود ۸ الی ۱۰ سانتی‌متر با خاک کاملاً مخلوط گردید.

کشت بلافاصله بعد از برداشت جو در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. عملیات آماده‌سازی زمین به صورت شخم با گاوآهن برگردان‌دار بلافاصله بعد از برداشت جو انجام شد. قبل از کشت، ابتدا دو دیسک عمود بر هم جهت خرد شدن کلوخه‌ها انجام و سپس تسطیح زمین انجام شد. بر اساس آزمون خاک مقدار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۱۵۰ کیلوگرم P_2O_5 به همراه ۱۰۰ کیلوگرم K_2O به ترتیب از منبع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولوپتاس در هنگام کاشت با خاک مخلوط شد. بقیه نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در دو مرحله به صورت سرک در مرحله رویشی و آغاز گلدهی درست قبل از آبیاری در سطح مزرعه پاشیده شد.

عملیات کشت پس از گذشت حدود ۷ روز از سم‌پاشی و در کرت‌هایی به ابعاد ۴×۱ متر برای کشت در فواصل ردیف خیلی باریک و ۴×۳ متر برای کشت رایج انجام شد. فاصله روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی متر و فاصله هر بوته در کشت رایج ۷۰ و در کشت متراکم ۲۰ سانتی متر بود. کاشت به روش کپه‌کاری و با استفاده از بذر دلینته رقم خرداد انجام شد. آبیاری دوم جهت تعمیق و استقرار کامل ریشه با یک تنش آبی و بعد از ۲۴ روز و سایر عملیات زراعی بر اساس نیاز گیاه و عرف منطقه انجام شد. تاریخ کشت ۹۵/۳/۱۰ بود. با توجه به سطح سبز هر کرت، واکاری صورت نگرفت و در تاریخ ۹۵/۰۴/۱۰ پس از استقرار کامل عملیات تنک کردن پنبه‌ها به فاصله ۲۰ سانتیمتر در روی ردیف انجام شد. علف‌های هرز موجود در مزرعه آزمایشی، فلور طبیعی علف‌های هرز مزرعه بود. عملیات سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی با نازل بادبزنی یکنواخت به شماره ۸۰۰۸ و فشار ۲ بار و مصرف ۳۰۰ لیتر در هکتار آب یک هفته قبل از کاشت انجام و بلافاصله با دیسک سطحی با خاک مخلوط شد.

اثر تیمارهای مورد بررسی بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در پایان فصل رشد مورد ارزیابی قرار گرفت که طی آن در دو نقطه از سطح ۰/۲۵ مترمربع نمونه‌برداری و تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تعیین شد. به منظور بررسی خصوصیات رشدی پنبه تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی

انتخاب و تعداد شاخه جانبی و تعداد غوزه در بوته آن‌ها اندازه‌گیری شد. از غوزه‌های شمارش شده در هر بوته، تعداد ۲۰ غوزه به صورت تصادفی انتخاب و در آن وزن غوزه تعیین شد. جهت تعیین عملکرد وش در هر تیمار، خطوط طرفین و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و محصول مساحت باقی‌مانده به صورت دستی برداشت شد و عملکرد محاسبه گردید. از حاصل‌ضرب عملکرد وش در درصد الیاف، عملکرد الیاف محاسبه شد. از معادله چهار پارامتری لجستیک برای تعیین واکنش تجمع ماده خشک علف‌های هرز در برابر افزایش غلظت علف‌کش استفاده شد (تورسان و همکاران، ۲۰۱۶).

$$y = C + \frac{(D - C)}{1 + \exp(B(\log(x) - \log(ED_{50})))} \quad (1)$$

که در آن Y تجمع ماده خشک علف هرز، D بالاترین مقدار ماده خشک علف هرز در طول دوره رشد، C کمترین مقدار ماده خشک علف هرز در طول دوره رشد، B، شیب نسبی منحنی در محدوده نقطه عطف، X، غلظت علف‌کش (درصد از مقدار توصیه‌شده) و ED50 غلظت لازم برای کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک علف هرز. از تابع دز-پاسخ برای بررسی واکنش عملکرد وش به غلظت‌های مختلف علف‌کش استفاده شد (کنزویچ و همکاران، ۲۰۰۷). دُز ۱۰۰ درصد توصیه‌شده به عنوان تیمار شاهد برای محاسبه درصد کاهش سایر غلظت‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

$$y = \frac{Max}{1 + (\frac{Dose}{Ec50})^b}$$

که در آن Y درصد کاهش عملکرد وش، Max حداکثر درصد کاهش عملکرد وش، Ec50 دزی از علف‌کش که سبب کاهش ۵۰ درصدی عملکرد وش می‌شود و b شیب منحنی می‌باشد. برازش معادلات رگرسیونی غیرخطی و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Sigma plot (Ver. 14) انجام شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون محافظت‌شده LSD انجام گرفت. برای اثرات متقابل برش‌دهی معمولی در سطوح مختلف علف‌کش در سطح سیستم کاشت انجام گرفت و مقایسات میانگین نیز بر اساس نتایج برش دهی انجام شد.

نتایج و بحث

سلمه تره (*Chenopodium album*)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*) تاج‌خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*)، خرفه (*Portulaca* sp) و

اویارسلام (*Cyperus rotundus*) از علف‌های هرز غالب مزرعه در طی دوره رشد بود. با توجه به اینکه در این بررسی از فلور طبیعی علف‌های هرز استفاده شده بود، علف‌های هرز مشاهده شده علف‌های هرز غالب مزارع پنبه می‌باشند. سردار و همکاران (۲۰۱۵) نیز ترکیبی از علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک برگ را در مزارع پنبه گزارش کردند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

اثر روش کاشت بر تراکم نهایی، وزن خشک علف هرز، ارتفاع نهایی، تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه، وزن غوزه، عملکرد وش و عملکرد الیاف معنی‌دار بود. غلظت علف‌کش اثر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه داشت و برهم‌کنش روش کاشت و غلظت علف‌کش بر وزن خشک علف‌های هرز، تعداد غوزه، وزن غوزه و عملکرد وش معنی‌دار بود. برش‌دهی اثر متقابل نشان داد که غلظت علف‌کش در هر دو روش کاشت اثر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز، تعداد غوزه، وزن غوزه و عملکرد وش داشت (جدول ۱).

جدول ۱- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات وزن خشک علف هرز، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد وش و عملکرد الیاف پنبه

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم علف هرز	وزن خشک علف هرز	ارتفاع	تعداد شاخه جانبی	تعداد غوزه	وزن غوزه	عملکرد وش	عملکرد الیاف
تکرار	۲	۰/۲۵ ^{ns}	۳/۸۴^{ns}	۱۷۸*	۶/۴**	۶/۱۷*	۴۶۵^{ns}	۶۲۵۶۸^{ns}	۵۵۷۱۹^{ns}
روش کاشت (A)	۱	۸۷/۵**	۱۹۶۸**	۱۵۸*	۱۰/۸**	۴۰/۸**	۳۱۲۲۱**	۲۰۰۱۴۸۶۷**	۲۰۱۵۸۹۱**
دُز علف‌کش (B)	۴	۳۷/۹۵**	۱۴۱۶۱**	۹۸۲**	۱۱/۳۷**	۲۹/۲۷**	۲۷۵۰**	۸۵۱۱۶۵۱**	۱۸۰۵۰۹۲**
A*B	۴	۱۲^{ns}۲/	۹۷*	۴۹/۷ ns	۰/۹۱^{ns}	۶/۱۹**	۷۰۴*	۷۸۴۱۶۸**	۱۴۶۷۱۱^{ns}
خطا	۱۸	۲/۲۵	۳۱/۶۶	۲۹/۸	۰/۹۸	۱/۳۱	۱۶۶	۱۴۰۶۶۱۴	۷۴۷۱۱
ضریب تغییرات		۲۳/۷	۷/۱۵	۶/۲۶۱	۱۰/۳۸	۱۱/۱۲	۱۲/۹۸	۱۰/۸۲	۲۰/۵۴
برش دهی اثر متقابل: میانگین مربعات سطوح طول دوره تداخل در هر سطح سیستم کاشت									
فواصل ردیف خیلی باریک	۴		۶۰۰۹ **			۲/۰۹^{ns}	۴۴۸۱ **	۶۹۵۳۱۹۱ **	-
فواصل ردیف رایج	۴		۸۲۴۹ **			۲۳/۷**	۳۴۷۳ **	۲۳۴۲۶۳ **	-

**، * و بدون علامت به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

اثر روش کاشت: کشت در فواصل ردیف خیلی باریک تراکم علف‌هرز کمتری در مقایسه با کشت با فواصل رایج داشت (جدول ۲). بسته شدن زودتر کانوپی در اوایل فصل رشد و سایه‌اندازی بیشتر در طول فصل رشد از جوانه‌زنی و رشد گونه‌های ضعیف در مزرعه جلوگیری کرد. قوی و آرمین (۲۰۲۰) کاهش ۳۴ درصدی تراکم علف‌های هرز در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک در پنبه را در مقایسه با کشت رایج گزارش کردند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نیکولاس و همکاران (۲۰۰۴) نیز اعتقاد دارند کاهش فاصله ردیف در پنبه کاهش تراکم علف‌های هرز را به همراه دارد. این محققان بسته شدن زودتر کانوپی و سایه‌اندازی بیشتر را دلیل کاهش تراکم علف‌های هرز گزارش کردند. مقایسه میانگین داده‌ها، نشان داد که بیشترین ارتفاع در کاشت با فواصل ردیف خیلی باریک به دست آمد (۹۶/۶۵ سانتی‌متر) و در الگوی کاشت رایج، ارتفاع به میزان ۱۱/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۲). پژوهش‌های مشابه نیز نشان داد که در آرایش کاشت متراکم، به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها، ارتفاع بوته‌ها افزایش می‌یابد (سیبرت و استوارت، ۲۰۰۶؛ مائو و همکاران، ۲۰۱۴). کشت در فواصل رایج ۱۳/۴۰ درصد تعداد شاخه جانبی بیشتری در مقایسه با کشت در فواصل ردیف خیلی باریک داشت (جدول ۲). وجود فضای بیشتر در کشت رایج و نبود رقابت بین بوته‌ای سبب تولید تعداد شاخه جانبی بیشتر در کشت رایج شده است. مطابق با نتایج فوق قوی و آرمین (۲۰۲۰) افزایش ۱۸/۶ درصدی تعداد شاخه جانبی را در کشت رایج گزارش کردند. قجری و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش تعداد شاخه جانبی را با افزایش فاصله ردیف گزارش کردند. کشت در فواصل ردیف خیلی باریک ۷۷۸ کیلوگرم در هکتار عملکرد الیاف بیشتری در مقایسه با کاشت در فواصل ردیف رایج داشت (جدول ۲). از آنجا که درصد کیل تحت تأثیر روش کاشت قرار نگرفت، بالاتر بودن عملکرد الیاف به بالاتر بودن عملکرد وش درکشت با فواصل ردیف خیلی باریک مربوط است.

جدول ۲- اثر روش کاشت بر تراکم علف هرز، ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و عملکرد الیاف پنبه

سیستم کشت	تراکم علف هرز (بوته در مترمربع)	ارتفاع پنبه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی پنبه	عملکرد الیاف پنبه (کیلوگرم در هکتار)
فواصل ردیف خیلی باریک	۴/۶۲ b	۹۶/۷ a	۸/۹۵ b	۱۵۸۱ a
فواصل ردیف رایج	۸/۰۴ a	۸۵/۵ b	۱۰/۱۵ a	۱۰۷۳ b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند (α=۰/۰۵، FLSD)

اثر دُز علف‌کش: افزایش دُز مصرفی علف‌کش سبب کاهش معنی‌دار تراکم علف هرز شد. کاربرد ۲۵ درصد مقدار توصیه‌شده نتوانست کنترل مناسبی از علف‌های هرز را انجام دهد و با تیمار عدم کنترل اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. کمترین تراکم علف‌هرز نیز در تیمار دُز توصیه‌شده مشاهده شد.

اگرچه انتظار این بود که در این تیمار کلیه علف‌های هرز کنترل شوند، ولی همان‌طور کـه در جـدول ۳ مشاهده می‌شود در آخر فصل رشد ۲/۷۵ بوته در مترمربع علف هرز در مزرعه وجود دارد کـه دلیـل آن کاهش اثرات علف‌کش در اواخر فصل رشد و عدم کنترل بعضی از گونه‌ها توسط علف‌کش ترفلان اسـت که سبب شده است در انتهای فصل رشد هم علف‌هرز در مزرعه وجود داشته باشد. گزارش شـده اسـت مصرف دُز توصیه‌شده تری‌فلورالین اگرچه سبب کاهش تولید ماده خشک علف‌های هـرز در مقایسـه بـا عدم کنترل می‌شود اما به دلیل وجود علف‌های هرز متفاوت که کنترل همه آن‌ها با تری‌فلـورالین قابـل انجام نیست می‌تواند زمینه حضور و رشد علف‌های هرز در مزارع پنبه را سـبب شـود (قـوی و آرمـین، ۲۰۲۰). روکی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردنـد مصـرف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصـد دُز توصـیه‌شـده علف‌کش نیکوسولفورن در مقایسه با تیمـار شـاهد سـبب کـاهش ۱۸/۱، ۲۴/۶، ۳۲/۷ و ۶۹/۹ درصـدی علف‌های هرز می‌گردد و دُز توصیه‌شده نمی‌تواند به صورت کامل کلیه علف‌های هرز را کنترل کند و در این تیمار ۲/۲۴ بوته در مترمربع علف هرز دیده می‌شود. این محققان عدم کارایی علف‌کـش در کنتـرل علف‌های هرز باریک برگ را دلیل وجود علف هرز در پایان فصل رشد گزارش کردند.

جدول ۳- اثر دُز علف‌کش بر تراکم علف هرز، ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و عملکرد الیاف

دُز علف‌کش (درصد از مقدار توصیه‌شده)	تراکم علف هرز (بوته در مترمربع)	ارتفاع پنبه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی پنبه	عملکرد الیاف پنبه (کیلوگرم در هکتار)
۰	۹/۲۵ a	۷۱/۲ d	۷/۷۵ d	۵۴۸ d
۲۵	۷/۹۶ ab	۷۹/۳ c	۸/۷۵ cd	۱۰۶۷ c
۵۰	۶/۵ bc	۸۷/۲ b	۹/۷۵ bc	۱۳۹۰ bc
۷۵	۵/۲ c	۹۷/۵ a	۱۰/۱۲ b	۱۶۸۱ ab
۱۰۰	۲/۷۵ d	۱۰۲ a	۱۱/۴ a	۱۹۴۶ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند (α=۰/۰۵، FLSD)

با افزایش دُز مصرفی علف‌کش ارتفاع گیاه افزایش پیـدا کـرد. اخـتلاف آمـاری معنـی‌داری بـین دُز توصیه‌شده و ۷۵ درصد دُز توصیه‌شده مشاهده نشد، اما کاهش بیشتر در دُز مصـرفی علـف‌کـش سـبب کاهش ارتفاع نهایی بوته شد. حتی مصرف ۲۵ درصد دُز توصیه‌شده با وجـود ایـن‌کـه نتوانسـت سـبب کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شود، ارتفاع نهایی بوته را در مقایسه بـا تیمـار شـاهد ۱۱/۲۶ درصد افزایش داد. در نتیجه، کاهش جزئی رقابت بین گیـاه زراعـی و پنبـه رشـد بوتـه پنبـه را بهبـود می‌بخشد که این امر با توسعه بیشتر گیاه و افزایش ارتفاع همراه است.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که دُز کامل علف‌کش بالاترین تعداد شـاخه جـانبی، یعنـی ۱۱/۴ عدد در هر بوته را تولید کرد. بین مقادیر ۷۵ و ۵۰ درصد دُز توصیه‌شده از نظر تعداد شاخه‌های جـانبی

اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین تعداد شاخه جانبی در تیمار عدم کنترل علف هرز (بدون مصرف علف‌کش) به دست آمد که با مصرف ۲۵ درصد دُز توصیه‌شده اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۳). احتمالاً دلیل این امر می‌تواند رشد و رقابت علف‌های هرز در تیمارهای شاهد یا کنترل با دُز کمتر علف‌کش باشد که نتوانسته‌اند به خوبی علف‌های هرز را مهار نمایند و بخشی از فضای کاشت و هم چنین مواد غذایی موجود به علف‌های هرز اختصاص می‌یابد. در این حالت، فرصت رشد به گیاه داده نشده و در نهایت منجر به کاهش شاخه‌های جانبی می‌شود. براتی محمودی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند در تیمار تداخل تمام فصل علف‌های هرز، رقابت علف‌های هرز با محصول و پر کردن فضاهای خالی از تشکیل و توسعه تعداد شاخه‌های جانبی پنبه جلوگیری می‌کند. آن‌ها کمترین تعداد شاخه‌های جانبی (زایا و رویا) در بوته‌های پنبه را مربوط به تیمار شاهد بدون کنترل علف هرز دانستند که کاهشی معادل ۷۲ درصد نسبت به تیمار شاهد عاری از علف هرز در طول فصل رشد نشان داد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

استفاده از دُز توصیه‌شده علف‌کش بالاترین عملکرد الیاف را تولید کرد. اگرچه اختلاف آماری معنی‌داری بین دُز توصیه‌شده و کاهش ۲۵ درصدی دُز توصیه‌شده مشاهده نشد (جدول ۳). مطالعات نشان داده است که درصد الیاف در پنبه تحت تأثیر روش مدیریت یا تداخل علف‌های هرز قرار نمی‌گیرد و کاهش عملکرد الیاف به دلیل کاهش عملکرد وش به دلیل رقابت علف‌های هرز است (تورسان و همکاران، ۲۰۱۶؛ قوی و آرمین، ۲۰۲۰). به نظر می‌رسد با کاهش مصرف علف‌کش توصیه‌شده و یا عدم مصرف علف‌کش، تراکم علف‌های هرز افزایش پیدا می‌کند و افزایش تراکم علف هرز سبب افزایش رقابت بر سر منابع محدود می‌شود و از طرف دیگر سایه‌اندازی علف‌های هرز سبب تولید کمتر مواد فتوسنتزی شده که این امر سبب کاهش وش تولیدی و در نهایت عملکرد وش و الیاف خواهد شد. حسینی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند تداخل علف هرز سلمه تره در پنبه سبب کاهش عملکرد الیاف می شود و هرچه تراکم سلمه تره بیشتر باشد، میزان کاهش عملکرد الیاف نیز بیشتر خواهد شد، به نحوی که تراکم ۶ بوته در مترمربع سلمه تره سبب کاهش ۲۱ درصدی عملکرد الیاف و تراکم ۱۲ بوته در مترمربع سبب کاهش ۵۵ درصد عملکرد الیاف گردید.

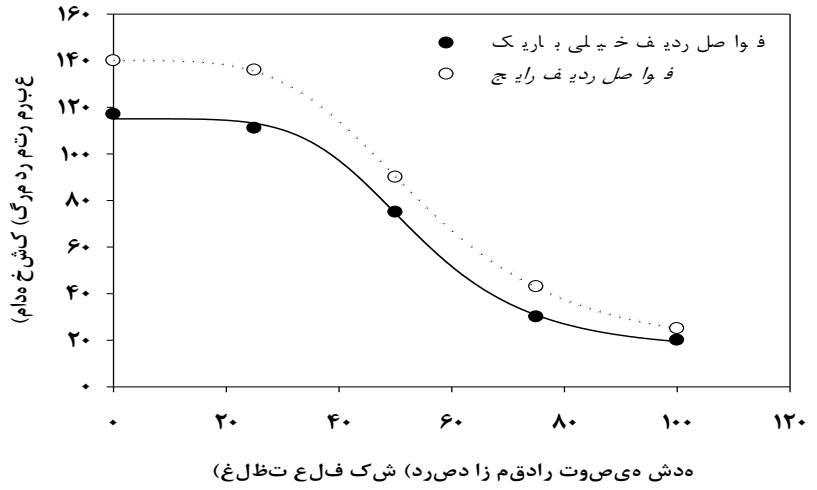
اثرات متقابل روش کاشت و مقادیر علف‌کش: در هر دو روش کاشت با افزایش دُز مصرفی علف‌کش وزن خشک علف‌های هرز کاهش پیدا کرد و بالاترین وزن خشک علف‌های هرز در تیمار عدم کنترل و کشت رایج به دست آمد. تفاوت بین وزن خشک علف‌های هرز در دزهای کاهش‌یافته علف‌کش در کشت در فواصل ردیف خیلی باریک در مقایسه با کشت در فواصل رایج بیشتر بود و با افزایش دُز مصرفی تفاوت بین دو روش کاهش پیدا کرد. بررسی ضرایب تابع لجستیک چهار پارامتره نشان داد که بالاترین وزن خشک علف‌های هرز در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک ۱۱۵ گرم در

مترمربع بود، در حالی که در کشت رایج بالاترین وزن خشک علف‌های هرز ۱۴۰ گرم در مترمربع به دست آمد (شکل ۱، جدول ۴). دُز لازم برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف‌های هرز در دو روش کاشت تقریباً باهم برابر بود و اختلاف آماری معنی‌داری با هم نداشت، اگرچه مقدار آن برای کشت در فواصل رایج بیشتر بود. تفاوت در بالاترین مقدار تابع لجستیک ۴ پارامتره در بررسی تورسان و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش شده است. این محققان بالاترین وزن خشک علف‌های هرز را بر اساس مقدار پیش‌بینی تابع رگرسیونی برای فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری بین ۱۲۸۰ تا ۱۱۷۰ گرم در مترمربع، برای فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متری بین ۱۲۲۰ تا ۱۳۹۰ گرم در مترمربع و برای فاصله ردیف ۹۰ سانتی‌متری بین ۱۶۲۰ تا ۱۷۱۰ گرم در مترمربع گزارش کردند. این یافته‌ها حاکی از بیشتر بودن ماده خشک علف‌های هرز در فواصل ردیف بیشتر است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

جدول ۴- مقادیر پارامترهای رگرسیون غیرخطی تخمین زده شده و مقادیر انحراف معیار برای ماده خشک علف‌های هرز پنبه (درصد افزایش نسبت به شاهد) در دو سیستم کشت با فواصل ردیف خیلی باریک و رایج

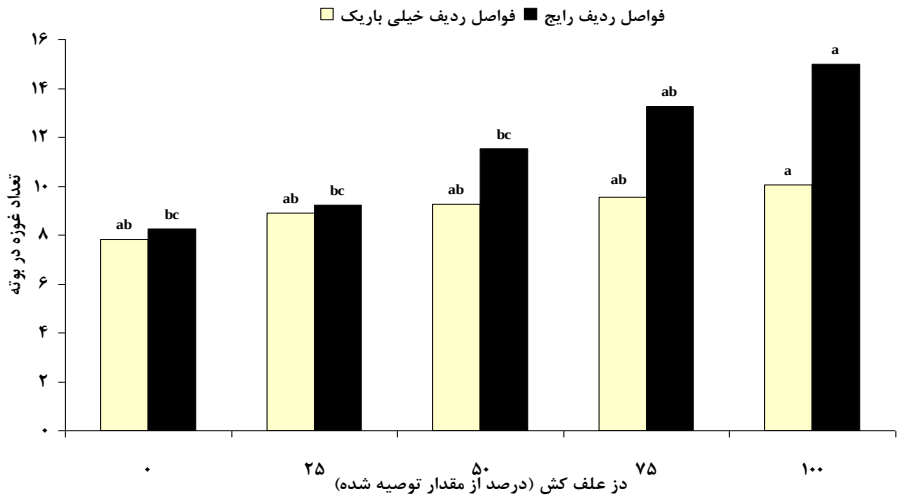
سیستم کاشت	†C	D	B	ED_{50}	R^2
فواصل ردیف خیلی باریک	۱۵/۴۸ (۵/۷۷)	۱۱۵(۲/۴۲)	۱۱/۸۰(۲/۱۴)	۵۳/۷۳(۲/۰۷)	۹۹/۰۸
فواصل ردیف رایج	۱۵/۱۱ (۱/۴۹)	۱۴۰(۰/۹۴)	۹/۴۵(۰/۳۱)	۵۵/۱۸(۲/۱۳)	۹۹/۸۱

† C کمترین مقدار ماده خشک علف هرز در طول دوره رشد، D بالاترین مقدار ماده خشک علف هرز در طول دوره رشد، B، شیب نسبی منحنی در محدوده نقطه عطف، ED50 دُز علف‌کش لازم برای دستیابی به ۵۰ درصد از وزن خشک علف هرز.



شکل ۱. منحنی دز-پاسخ واکنش ماده خشک علف‌های هرز در دزهای مختلف علف‌کش تری‌فلورالین. خطوط پاسخ برآورد شده‌اند و نقاط، داده‌های مشاهده شده می‌باشند. پارامترهای برآورد شده در جدول ۴ ارائه شده‌اند.

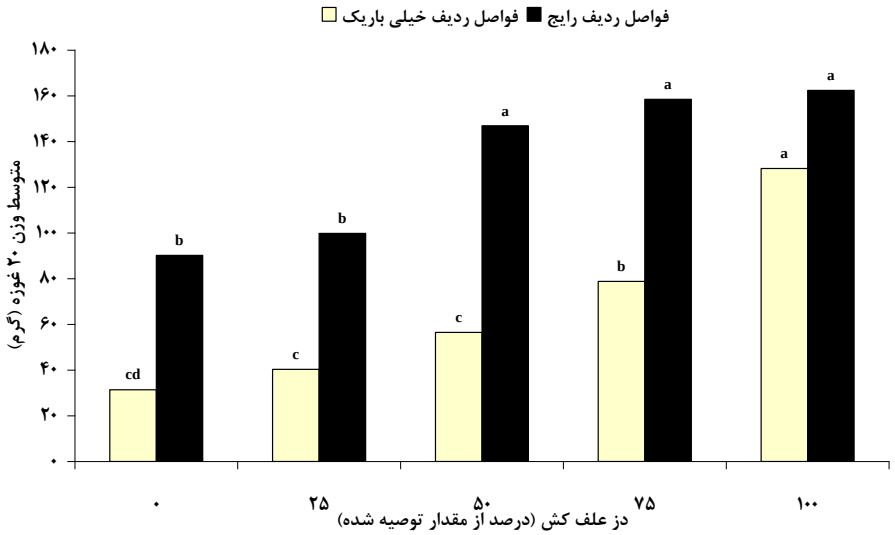
نتایج برش‌دهی اثر متقابل نشان داد که در فواصل ردیف خیلی باریک اثر دُز علف‌کش معنی‌دار نبود، ولی در روش کشت رایج اثر دُز علف‌کش در سطح آماری ۱ درصد تعداد غوزه در بوته در تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). در هر دو روش کاشت افزایش دُز مصرفی علف‌کش سبب افزایش تعداد غوزه در بوته شد که این مقدار افزایش برای کشت در فواصل رایج (۸۲/۰۳ درصد) بیشتر از فواصل ردیف خیلی باریک (۲۸/۳۸ درصد) بود. تفاوت بین دو روش کاشت از نظر تعداد غوزه در بوته در دزهای کاهش‌یافته و تیمار عدم کنترل کمتر بود، اگرچه در کلیه موارد کشت در فواصل ردیف خیلی باریک تعداد غوزه در بوته کمتری داشت (شکل ۳). به نظر می‌رسد در کاشت غیرمتراکم که افزایش تعداد شاخه‌های جانبی را به دنبال دارد، تعداد غوزه در بوته که تابعی از آن است، افزایش یابد. برعکس، در کاشت متراکم چون از تعداد شاخه‌های جانبی کم می‌شود، کاهش در تعداد غوزه را می‌توان ناشی از کاهش شاخه‌های فرعی دانست.



شکل ۲- برهمکنش روش کاشت و دُز مصرفی علف‌کش بر تعداد غوزه در بوته (مقایسات میانگین نتایج برش دهی برای هر روش کاشت می‌باشد (α=۰/۰۵، FLSD).

در هر دو روش کاشت متوسط وزن ۲۰ غوزه با افزایش دُز مصرفی علف‌کش افزایش پیدا کرد. افزایش وزن غوزه در شرایط کشت با فواصل ردیف خیلی باریک در مقایسه با فواصل کشت رایج بیشتر بود (شکل ۳). به نظر می‌رسد دلیل تغییرات کمتر وزن غوزه در کشت رایج با افزایش دُز مصرفی علف‌کش در مقایسه با کشت با فواصل ردیف خیلی باریک به بیشتر بودن تعداد غوزه در بوته ارتباط داشته باشد. در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک به دلیل این‌که تعداد غوزه در بوته کمتری وجود

دارد، بخش اعظم مواد فتوسنتزی توسط غوزه‌ها جذب می‌شود. به عبارت دیگر، محدودیت منبع وجود ندارد و با افزایش دُز مصرفی علف‌کش که رقابت علف‌های هرز را کاهش می‌دهد، وزن غوزه نیز افزایش می‌یابد، در حالی که در کشت با فواصل رایج رقابت بیشتر علف‌های هرز از یک طرف سبب تولید کمتر مواد فتوسنتزی می‌شود و از طرف دیگر، رقابت بین غوزه‌ها برای جذب مواد فتوسنتزی، سهم هر غوزه از مواد فتوسنتزی را کاهش می‌دهد. حتی با وجود کاهش اثر رقابتی علف‌های هرز به دلیل افزایش دُز مصرفی، رقابت بین غوزه برای جذب مواد غذایی سبب می‌شود تغییرات وزن غوزه با افزایش دُز مصرفی در مقایسه با کشت با فواصل ردیف خیلی باریک زیاد نباشد. قوی و آرمین (۲۰۲۰) نیز معتقدند در کشت با فواصل ردیف رایج گیاه توانسته است نور را بهتر جذب کند و مواد فتوسنتزی کافی برای رشد غوزه را تولید نماید، در نتیجه وزن غوزه‌ها افزایش پیدا کرده است. یافته‌های قربان‌پور و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان داد که افزایش تراکم گاوپنبه وزن غوزه را کاهش می‌دهد، اما در کلیه فواصل کشت، کاهش وزن غوزه تقریباً با هم برابر بوده است. با این وجود بیشترین وزن غوزه در کشت با فواصل رایج و در تیمار بدون علف هرز مشاهده گردید و کاهش فاصله ردیف به ۴۰ و ۲۰ به ترتیب سبب کاهش ۱۲/۵۷ و ۱۵/۴۷ درصدی وزن غوزه شد. آن‌ها کاهش وزن غوزه با افزایش تراکم بوته در واحد سطح را به افزایش رقابت بر سر منابع مرتبط دانستند.

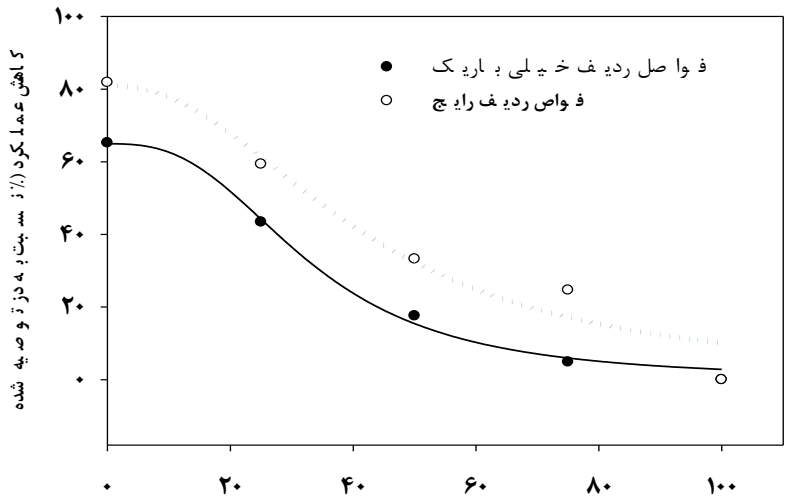


شکل ۳- برهمکنش روش کاشت و دُز مصرفی علف‌کش بر متوسط وزن ۲۰ غوزه (مقایسات میانگین نتایج برش دهی برای هر روش کاشت می‌باشد)

نتایج حاصل از برازش منحنی دُز پاسخ نشان داد که درصد کاهش عملکرد در شرایط عدم کاربرد علف‌کش در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک ۶۹/۹۰ درصد و در کشت با فواصل رایج ۸۱ درصد بود. در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک استفاده از ۳۲/۸۲ درصد دُز توصیه‌شده و در کشت با فواصل رایج ۴۱/۶۰ درصد دُز توصیه‌شده برای جلوگیری از کاهش ۵۰ درصدی عملکرد وش لازم بود (جدول ۵، شکل ۴). دُز علف‌کش لازم بر اساس کاهش قابل‌قبول ۵ و ۱۰ درصد عملکرد وش در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک به ترتیب ۷۵/۰۵ و ۶۰/۶۸ درصد دُز توصیه‌شده و در کشت با فواصل ردیف رایج، ۱۰۰ درصد دُز توصیه‌شده بود (داده‌ها براساس درون‌یابی از معادله ۲ به دست آمده‌اند). برای کاهش ۵ درصدی عملکرد وش مقادیر بالاتر از دُز توصیه‌شده لازم بود که بیانگر این مطلب است که در این روش کاشت باید از سایر روش‌های تلفیقی برای به دست آوردن حداکثر عملکرد استفاده کرد یا دُز علف‌کش را بالاتر از مقادیر توصیه‌شده به کار برد. گزارش شده است که نیمه‌عمر علف‌کش تری‌فلورالین ۴۵ روز می‌باشد (موناکو و همکاران، ۲۰۰۲) و از آنجا که طول دوره رشد ارقام دیررس پنبه بیش از ۱۸۰ روز است، چنان‌چه گیاه زراعی نتواند با سایه‌اندازی یا رقابت اثرات منفی علف‌های هرز را کاهش دهد، عملکرد قابل قبولی با دُز توصیه‌شده نمی‌توان به دست آورد. کاهش بیشتر عملکرد وش در کشت با فواصل ردیف رایج در مقایسه با کشت فواصل ردیف خیلی باریک را می‌توان به کاهش بیشتر تعداد غوزه و وزن غوزه در مترمربع نسبت داد. اگرچه در کشت با فواصل رایج تعداد غوزه یا وزن غوزه در بوته افزایش پیدا کرد، اما بالاتر بودن تعداد بوته در واحد سطح سبب افزایش تعداد و وزن غوزه در واحد سطح می‌شود و از آنجا که بین تعداد غوزه و عملکرد وش همبستگی بالایی وجود دارد، لذا عملکرد وش افزایش می‌یابد. قوی و آرمین (۲۰۲۰) نیز گزارش کردند هم در شرایط تداخل و هم در شرایط عاری از علف هرز عملکرد وش در کشت با فواصل ردیف خیلی باریک بیشتر از عملکرد وش در کشت در فواصل رایج است. در بررسی گرموس و یوسل (۲۰۰۲) رابطه بسیار قوی و معنی‌داری بین وزن غوزه و عملکرد وش در پنبه گزارش شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. در حالی‌که ضیاء الحسن و همکاران (۲۰۱۴) نقش تعداد غوزه در افزایش عملکرد را بیشتر از وزن غوزه گزارش کرده‌اند. بعضی از محققان عقیده دارند که کنترل و افزایش عملکرد در فواصل ردیف متوسط (۷۶ سانتی‌متر) از فواصل ردیف خیلی باریک (۲۵ سانتی‌متر) و خیلی پهن (۱۰۲ سانتی‌متر) بیشتر است. در این مطالعه درصد کاهش جلوگیری از رشد علف‌های هرز در فاصله ردیف متوسط با فواصل ردیف خیلی باریک برابر و از فاصله ردیف پهن بیشتر بود (گواثمی و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول ۵- مقادیر پارامترهای رگرسیون غیرخطی تخمین زده شده و مقادیر انحراف معیار برای کاهش عملکرد وش پنبه (درصد کاهش نسبت به دُز توصیه‌شده) در دو سیستم کشت با فواصل ردیف خیلی باریک و رایج

سیستم کشت	پارامترهای برآورد شده			RMSE	R^2_{Adj}
	Max	b	Ec50		
خیلی باریک	۶۴/۹۵±۲/۶۸	۲/۷۷±۰/۳۴	۳۲/۸۲±۲/۰۷	۲/۶۹	۹۹/۰۵
رایج	۸۱/۰۳±۸/۹۰	۲/۲۲±۰/۷۳	۴۱/۶۰±۷/۹۸	۹/۰۴	۹۱/۸۳



شکل ۴- منحنی دز-پاسخ کاهش عملکرد وش در دزهای مختلف علف‌کش تری‌فلورالین. خطوط پاسخ برآورد شده و نقاط داده‌های مشاهده شده می‌باشند. پارامترهای برآورد شده در جدول ۵ ارائه شده‌اند.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد امکان کاهش دُز علف‌کش تری‌فلورالین در سیستم کشت با فواصل ردیف خیلی باریک در مقایسه با سیستم کشت با فواصل ردیف رایج بیشتر بود، در حالی که عدم کاربرد علف‌کش در سیستم کشت با فواصل ردیف خیلی باریک سبب کاهش ۶۹/۹۰ درصدی عملکرد وش شد. اما در سیستم کشت با فواصل ردیف رایج، عدم کنترل علف‌های هرز عملکرد وش را تا ۸۱ درصد کاهش داد. می‌توان گفت بر اساس درصد کاهش قابل‌قبول ۵ درصدی عملکرد وش در سیستم کشت با فواصل ردیف خیلی باریک، می‌توان دُز علف‌کش را تا ۲۵ درصد کاهش داد. در حالی

که در سیستم کشت با فواصل ردیف رایج استفاده از دُز کامل هم نتوانست اثرات منفی علف‌های هرز را تا آستانه قابل‌قبول کاهش عملکرد از بین ببرد، بنابراین، در ایـن سیسـتم اسـتفاده از سـایر روش‌هـای کنترل در تلفیق با روش شیمیایی توصیه می‌شود.

منابع

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Shah, H.A., Kazemian, A. and Rafi, M. 2019. Agricultural Statistics, First Volume, Crop Products. Pages 124. Available; https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub165/Amarnamehj121-195-196-site.pdf. (In Persian).

Anabestani, V., and Armin, M. 2017. Reduction of Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesate Herbicides dosage based on application timing in sugar beet Journal of Crop Ecophysiology, 40(4): 823-838. (in Persian with English Abstract).

Armin, M., Zand, E., and Baghestani, M.M. 2008. The effect of low herbicide dose of clodinafop-propargyl on percentage of wild oat (*Avena ludoviciana*) control, yield and economic return of wheat (*Triticum aestivum)*. Journal of Plant Protection, 22(2): 109-118. (in Persian with English Abstract).

Barati Mahmoodi, H., Jami Alahmadi, M., Rashed Mohassel, M.H., Mahmoodi, S., and Shikhzadeh, N. 2011. The effect of integrated weed management (chemical and mechanical) on density and dry weight of weed and introduction of new herbicide (Envoke) in cotton (*Gossypium hirsutum*) field in Birjand region. Iranian Journal of Field Crops Research, 9 (2):176-181. (in Persian with English Abstract).

Barros, J.F., Basch, G., and de Carvalho, M. 2007. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broad-leaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions. Crop Protec. 26 (10):1538-1545.

Blackshaw, R.E., O'donovan, J.T., Harker, K.N., Clayton, G.W., and Stougaard, R.N. 2006. Reduced herbicide doses in field crops: a review. Weed Biology Management 6 (1):10-17.

Eslami , S.V. 2014. Weed management in conservation agriculture systems. Pages 87-124 In: B.S. Chauhan, and G. Mahajan (ed). Recent advances in weed management. Springer.

Ghaderifar, F., Aali, M.S., Cancholi, O., Yousefi-Daz, M., and Miri, A. 2012. Yield and fiber quality comparison of cotton planted in ultra-narrow row and conventional row. Electronic Journal of Crop Production, 5(2):75-91. (in Persian with English Abstract).

Ghavi, A.R., Armin, M. 2020. Integrated weed management of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing. Journal of Crop Ecophysiology, In press. (in Persian with English abstract).

Ghorbanpour, E., Ghaderifar, F., and Gherekhloo, J. 2014. Effect of row spacing on competition of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.) with Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Journal of Crop Production and Processing, 4 (12):285-294. (in Persian with English Abstract).

Gormus, O., and Yucel, C. 2002. Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Cukurova region, Turkey. Field Crops Research, 78 (2): 141-149.

Gwathmey, C.O., Steckel, L.E. and Larson, J.A. 2008. Solid and skip-row spacings for irrigated and nonirrigated upland cotton. Agronomy Journal, 100 (3):672-680.

Hosseini, S.A., Velayati, M. and Attarzadeh, M. 2014. Effect of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and Common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) densities on yield and yield components of cotton. Journal of Weed Ecology, 1 (2):121-129. (In Persian with English Abstract).

Jost, P.H., and Cothren, J.T. 2001. Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. Crop Science, 41(4): 1150-1159.

Khajepoor, M.R. 2012. Indusrial Plant. Mashhad University of Jahad publications, Mashhad, Iran, 582 p. (In Persian).

Knezevic, S.Z., Streibig, J.C., and Ritz, C. 2007. Utilizing R software package for dose-response studies: the concept and data analysis. Weed Technology, 21 (3):840-848.

Manalil, S., Coast, O., Werth, J. and Chauhan, B.S. 2017. Weed management in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) through weed-crop competition: A review. Crop Protecection, 95: 53-59

Mao, L., Zhang, L., Zhao, X., Liu, S., van der Werf, W., Zhang, S., Spiertz, H., and Li, Z. 2014 .Crop growth, light utilization and yield of relay intercropped cotton as affected by plant density and a plant growth regulator. Field Crops Research, 155:67-76.

Miri, H., and Armin, M. 2013. The use of plant water extracts in order to reduce herbicide application in wheat. European Journal of Experimental Biology, 3 (5):155-164.

Mohaghegh Nezhad, R., Armin, M. and Heydari, M. 2014. The effect of split application of nitrogen and herbicide doses on yield and yield components of wheat in competition with weeds. Journal of Crop Ecophysiology, 28 (4): 453-468. (in Persian with English Abstract).

Monaco, T.J., Weller, S.C. and Ashton, F.M. 2002. Weed science: principles and practices. John Wiley & Sons.

Nichols, S., Snipes, C. and Jones, M. 2004. Cotton growth, lint yield, and fiber quality as affected by row spacing and cultivar. Journal of Cotton Science, 8:1-12.

Nowbakht Alizadeh Sabzevari, M., Armin, M., and Jami moeini, M. 2017. The effect of hand weeding times on the reduce of herbicide application in sugar beet. Journal of Crop Ecophysiology, 43(3):667-684**.** (In Persian with English Abstract)**.**

Raimondi, M.A., Oliveira Junior, R.S.D., Constantin, J., Franchini, L.H.M., Blainski, E., and Raimondi, R.T. 2017. Weed interference in cotton plants grown with reduced spacing in the second harvest season. Revista Caatinga, 30 (1):1-12**.**

Reddy, K.N., and Boykin, J.C. 2010. Weed control and yield comparisons of twin- and single-row glyphosate-resistant cotton production systems. Weed Techology, 24 (2):95-101**.**

Rooki, I., Armin, M. and Jamimoeini, M. 2019. The response of corn varieties with different maturity groups to low dose of Nicosulfuron herbicide. Journal of Crop Ecophysiology, 50(2):341-358. (in Persian with English abstract)**.**

Salimi, H., Bazoubandi, M., and Fereydounpour, M. 2010. Investigating different methods of integrated weed management in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Electronic Journal of Crop Production, 3 (1):187-197**.** (in Persian with English Abstract)**.**

Sardar, M., Behdani, M.A., Eslami, S.V. and Mahmoodi, S. 2015. The effect of different weeds control and tillage systems on cotton's weeds manangment in second planting after of winter wheat. Journal of Plant Protection, 29 (1):95-101**.** (In Persian with English Abstract)**.**

Siebert, J.D. and Stewart, A.M. 2006. Influence of plant density on cotton response to mepiquat chloride application. Agronomy Journal, 98 (6):1634-1639**.**

Stephenson, D.O., and Brecke, B.J. 2010. Weed management in single-vs. twin-row cotton (*Gossypium hirsutum*). Weed Technology, 24 (3):275-280**.**

Tursun, N., Datta, A., Budak, S., Kantarci, Z., and Knezevic, S.Z. 2016. Row spacing impacts the critical period for weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*). Phytoparasitica, 44 (1):139-149**.**

Zhang, J., Zheng, L., Jäck, O., Yan, D., Zhang, Z., Gerhards, R. and Ni, H. 2013. Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. Crop Protection, 52:26-32**.**

Zia-ul-hassan, M.A., Basra, S., Rajpar, I., Shah, A., Galani, S., and Biology. 2014. Response of potassium-use-efficient cotton genotypes to soil applied potassium. International Journal of Agriculture 16 (4): 12-23.