دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره پانزدهم، شماره پنجاه و دو، ۱۴۰۲

کمی‌سازی برهم‌کنش دوزهای کاهش‌یافته علف‌کش و مقادیر بذر مصرفی بر تولید ماده خشک گندم (*Triticum aestivum* L.) و علف‌های هرز

مسلم چعب[۱]، سعید سعیدی پور [۲]

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶

چکیده

کاهش مصرف علف‌کش بدون به خطر انداختن عملکرد می‌تواند به آسیب‌های زیست‌محیطی کمتر و هزینه‌های تولید پایین‌تر منجر شود. در این تحقیق آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر در سال زراعی ۰۱-۱۴۰۰ انجام گرفت. میزان بذر مصرفی شامل ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کرت اصلی (جهت رسیدن به تراکم‌های ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع) و دوز علف‌کش مزوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم + دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل با نام تجاری (اتللو ا دی) در شش سطح ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و یک برابر دوز توصیه‌شده (۱/۶ لیتر در هکتار) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که دوز مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش ماده خشک علف‌های هرز در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع ۶۶ درصد مقدار توصیه‌شده بود، افزایش تراکم منجر به کاهش دوز مصرفی علف‌کش شد؛ به‌طوری که در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع به ۳۰ درصد مقدار توصیه‌شده رسید. هم‌چنین دست‌یابی به ماده خشک گندم در حدود ۵۰۰ گرم در متر مربع نیازمند تراکم ۳۲۰ بوته در متر مربع همراه با ۱۰۰ درصد دوز توصیه‌شده یا تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع و ۷۰ درصد دوز توصیه شده بود. توان رقابتی علف‌های هرز با افزایش تراکم گیاه زراعی از ۰/۰۰۳ در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به ۰/۰۰۲ در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع کاهش یافت. براین اساس، در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع در حدود ۱۸۴ گرم و با افزایش تراکم تا ۶۰۰ بوته در متر مربع به حدود ۹۰۴ گرم در متر مربع ماده خشک علف هرز برای ۵۰ درصد کاهش زیست‌توده گیاه زراعی نیاز بود.

واژه‌های کلیدی: دوز علف‌کش، تراکم گندم، ماده خشک علف‌های هرز، علف‌کش اتللو

چعب، م.، س. سعیدی پور. ۱۴۰۲. کمی‌سازی برهم‌کنش دوزهای کاهش‌یافته علف‌کش و مقادیر بذر مصرفی بر تولید ماده خشک گندم (*Triticum aestivum* L.) و علف‌های هرز. ۱۴(۵۲): ۲۳-۱۱.

۱- دانشجوی فارغ التحصیل رشته شناسایی و مبارزه با علفهای هرز گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران.

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، شوشتر، ایران. مسئول مکاتبات: saeeds79@gmail.com

مقدمه

مدیریت علف‌های هرز یکی از اجزای اساسی هر سیستم تولید زراعی به شمار می‌رود، زیرا عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر حضور علف‌های هرز قرار می‌گیرد. مشکلاتی از قبیل آلودگی بالای مزارع کشاورزی به علف هرز، تأخیر در کاشت، تغذیه نامناسب و خشک‌سالی ازجمله دلایل کاهش عملکرد گندم و تهدیدی برای امنیت غذایی به شمار می‌روند (جبران و همکاران، ۲۰۱۱). در سه دهه گذشته عمده‌ترین روش مدیریت علف هرز، استفاده از علف‌کش‌ها به‌عنوان راه‌حل قطعی و کاربردی در برابر سایر روش‌های موجود بوده است (سانتوس، ۲۰۰۹). کنترل شیمیایی علف‌های هرز در درازمدت تنها راه‌حل و به‌ترین شیوه کنترل و مدیریت علف‌های هرز نبوده و از پایداری سیستم‌های زراعی می‌کاهد (شیما و اختر، ۲۰۱۱). برای اطمینان از کنترل رضایت‌بخش علف‌های هرز، تحت رژیم‌های نامطلوب عوامل تولید محصول، تولیدکنندگان اغلب دوز بالاتر از حد مورد نیاز علف‌کش را توصیه می‌کنند؛ هرچند که همیشه اعمال دوز کامل علف‌کش ضرورت ندارد (تالگری و همکاران، ۲۰۰۸) و بسته به طیف علف هرز، تراکم، مرحله رشد و شرایط محیطی منطقه همواره نرخ کاربردی علف‌کش می‌تواند انعطاف‌پذیر باشد. کنترل مطلوب علف‌های هرز با دوزهای کاهش‌یافته علف‌کش در پژوهش‌های متعددی به اثبات رسیده است (کیم و همکارانریال ۲۰۰۶). برای مثال، کاربرد ۵۰ درصد دوز توصیه‌شده ترالکوکسیدیم، یولاف زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu.) را تا بیش از ۸۵ درصد در مزرعه جو کنترل کرد (بلز و همکاران، ۲۰۱۱). اکثر گزارش‌ها در شرایطی که فشار علف هرز متعادل باشد و حداقل یک تیمار مکانیکی کنترل علف هرز طی فصل انجام شود، کاهش دوز علف‌کش‌ها را از ۱۵ تا ۳۰ درصد بدون کاهش معنی‌دار عملکرد ممکن دانسته‌اند (هولم و همکاران، ۲۰۰۰؛ باروس و همکاران، ۲۰۰۷). با وجود گزارش‌های متعدد در مورد کنترل مطلوب علف‌های هرز با دوزهای کاهش‌یافته علف‌کش، خطراتی در ارتباط با اعمال چنین شیوه‌هایی وجود دارد. برای مثال گزارش شده است که کنترل گاو پنبه (*Abutilon theophrasti* Medik.) و ارزنی سبز (*Setaria viridis* [L] Beauv.) با دوزهای کاهش‌یافته آلاکلر و اترازین در ذرت کاملاً متغیر و دارای مزیت اقتصادی اندکی بود (راگن‌کمپ و همکاران، ۲۰۰۰). در گزارش دیگری کاهش میزان علف‌کش به کمتر از ۷۵ درصد مقدار توصیه‌شده، علاوه بر افزایش مقدار دانه و زیست‌توده اندام‌های هوایی یولاف وحشی، کاهش عملکرد گندم و بازده اقتصادی را، حتی در تراکم‌های بالاتر نیز به دنبال داشت (ادونووان و همکاران، ۲۰۰۶). ازاین‌رو، خطر مرتبط با کاهش دوز علف‌کش در غیاب سایر روش‌های مدیریت علف‌های هرز مانند میزان بذر و انتخاب ارقام قابل رقابت افزایش می‌یابد (بلاک‌شاو و همکاران، ۲۰۰۶). روش‌های مدیریتی که توانایی رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز را افزایش می‌دهد می‌توانند جزء مهمی از نظام‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز باشند. تراکم گیاه زراعی عامل مؤثری در افزایش سهم گیاه زراعی از کل منابع محسوب می‌شود و از ظهور علف‌های هرز به دلیل افزایش توان رقابت جلوگیری می‌کند. گیاهان زراعی مانند گندم که قادر به تشکیل کانوپی متراکم می‌باشند، عمدتاً از طریق خسارت فیزیکی بر زیست‌توده علف‌های هرز تأثیر می‌گذارند (راگن‌کمپ و همکاران، ۲۰۰۰). برخی از پژوهش‌گران نشان دادند که افزایش تراکم بوته در غلات می‌تواند نقش مهمی در افزایش مزیت رقابتی محصول بیش از علف‌های هرز داشته باشد (السن و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهشی، کاشت گندم در مقادیر نسبتاً بالاتر ضمن افزایش کارآیی علف‌کش و کنترل به‌تر یولاف وحشی، موجب افزایش عملکرد گندم و بهره‌وری اقتصادی شده است در این مطالعه در اکثر موارد، تفاوت اندکی بین مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده علف‌کش وجود داشت (ادونووان و همکاران، ۲۰۰۶). در گزارشی افزایش تراکم گندم از ۴۰۰ به ۵۰۰ بوته در مترمربع موجب کاهش خسارت علف هرز منداب (*Eruca sativa* Mill.) و میزان زادآوری آن در مزارع گندم گردید (استوگارد و زو، ۲۰۱۰). درک تعامل بین رقابت گیاه زراعی- علف‌های هرز و دوز علف‌کش در بسیاری موارد ممکن است به توصیه کاهش مصرف یک علف‌کش منتج شود که هم از نظر زیست‌محیطی و هم از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است. از طرفی تغییر تراکم گیاه زراعی بر تعادل رقابتی بین گیاهان مؤثر است. از این‌رو، ارزیابی برهم‌کنش دوز علف‌کش و میزان بذر مصرفی جهت مدیریت مناسب علف‌های هرز و و دست‌یابی به عملکرد اقتصادی قابل‌قبول همراه با کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی ضروری است.

بروز مقاومت و یا عدم کارآیی پهن‌برگ‌کش‌هایی مانند تریبنورون متیل (با نام تجاری گرانساتار؛ و نیز توسعه مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در علف‌های هرز باریک‌برگ باعث شده که در بسیاری از نقاط کشور مصرف علف‌کش‌های دومنظوره و به‌ویژه علف‌کش مزوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم + دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل توصیه گردد. با این وجود، کشاورزان تمایل چندانی به استفاده از

علف‌کش مزوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم + دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل ندارند، چرا که مصرف دوز توصیه‌شده این علف‌کش باعث سرکوب و توقف موقت رشد گندم می‌شود. ازاین‌رو، این تحقیق با هدف بررسی برهم‌کنش مقادیر کاهش‌یافته این علف‌کش و میزان بذر مصرفی بر تولید ماده خشک گندم چمران ۲ در رقابت با علف‌های هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، با موقعیت جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی، با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، میانگین بارش ۳۲۱/۴ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالان حداقل و حداکثر به ترتیب ۹/۵ و ۴۶/۳ درجه سلسیوس انجام شد. سایر ویژگی‌های خاک در جدول ۱ آمده است. ابعاد هر کرت ۲×۳ مترمربع در نظر گرفته شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تراکم‌های مختلف گندم (چمران ۲) در چهار سطح ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان فاکتور اصلی (جهت رسیدن به تراکم‌های ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع) و دوز علف‌کش مزوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم + دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل با نام تجاری (اتللو ا دی) در شش سطح ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و یک برابر دوز توصیه‌شده (۱/۶ لیتر در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. عملیات تهیه زمین شامل انجام شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دو مرتبه دیسک و تسطیح بود. مقادیر کود پایه شامل: ۱۲۵ کیلوگرم N،۸۰ کیلوگرم P_2O_5 و ۱۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار به‌ترتیب از منابع اوره (N٪۴۶)، سوپر فسفات (P_2O_5٪۴۶) و سولفات پتاسیم (K_2O٪۵۰) تأمین شد. کل فسفر و پتاس و ۴۰ درصد از نیتروژن در زمان کشت و باقی‌مانده نیتروژن به‌صورت سرک همراه با آب آبیاری در زمان ساقه‌رفتن اضافه شد. رقم چمران ۲ به‌صورت دستی در تاریخ ۲۰ آذرماه سال ۱۴۰۱ در کرت‌هایی به‌طول ۳ متر و ردیف‌هایی با فواصل ۱۳، ۱۵، ۱۷ و ۱۹ سانتی‌متر کشت شد. فاصله بین کرت‌های فرعی یک متر و بین کرت‌های اصلی دو متر در نظر گرفته‌شد. سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش دستی مدل MATABI تک نازله با فشار یکنواخت ۲ تا ۲/۵ بار و حجم آب ۲۰۰ تا ۲۵۰ لیتر در هکتار در اواخر مرحله پنجه‌زنی گندم انجام شد. چهار هفته پس از سم‌پاشی، نمونه‌برداری تخریبی با استفاده از کادری به مساحت ۰/۲۵ متر مربع از سه نقطه هر کرت آزمایشی صورت گرفت. مجموع ماده خشک علف‌های هرز و گندم در هر کرت با قرار دادن در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس توزین شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه انجام آزمایش

ساختمان خاک	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (ds. m^{-1})	میزان نیتروژن (٪)	میزان پتاسیم (ppm)	میزان فسفر (ppm)
لومی - رسی	۷/۳۶	۲۱/۲	۰/۰۴۸	۱۲۴	۲۰/۴

برای توصیف وزن خشک علف‌های هرز و دوز علف‌کش، از مدل لجستیک سه پارامتره (معادله ۱) استفاده شد (استریبیگ و همکاران، ۱۹۹۳).

معادله (۱)
$$W = \frac{W_0}{1+\exp(b(\ln(dose)-\ln(ED_{50}))}$$

در این معادله، W: مجموع ماده خشک علف‌های هرز، W_0: وزن خشک علف‌های هرز در حالتی که دوز علف‌کش صفر باشد، ED_{50}: دوزی از علف‌کش که باعث کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک علف‌های هرز می‌شود و b: شیب منحنی در ناحیه‌ای که روند نمودار خطی می‌شود.

سپس، با ارزیابی روابط مختلف تغییرات هر یک از پارامترهای مدل دوز- پاسخ با افزایش بذر مصرفی بررسی و معادله مناسبی برای توصیف آن انتخاب شد. رابطه بین زیست‌توده گندم (Y) و دوز علف‌کش با استفاده از مدل سیگموئیدی زیر توصیف شد.

معادله (۲)
$$Y = Ywi + \frac{Ywf-Ywi}{1+\exp(\frac{dose-CD50}{B})}$$

در این معادله، Y_{wi}: ماده خشک گندم در شرایط آلوده به علف‌های هرز (گرم در متر مربع)، Y_{wf}: ماده خشک گندم در

شرایط عاری از علف هرز؛ CD_{50}: دوز علف‌کش مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصدی اثر رقابتی علف هرز؛ B: شیب منحنی سیگموئیدی را نشان می‌دهد. سپس با بررسی روابط مختلف، تغییرات هر یک از مؤلفه‌های این مدل با افزایش مقدار بذر مصرفی در واحد سطح ارزیابی و معادله مناسب برای توصیف آن انتخاب شد. به‌این ترتیب رابطه بین ماده خشک گندم و علف‌های هرز با مدل زیر توصیف شد.

معادله (۳) $$Y = \frac{Ywf}{(1+\mu xw)}$$

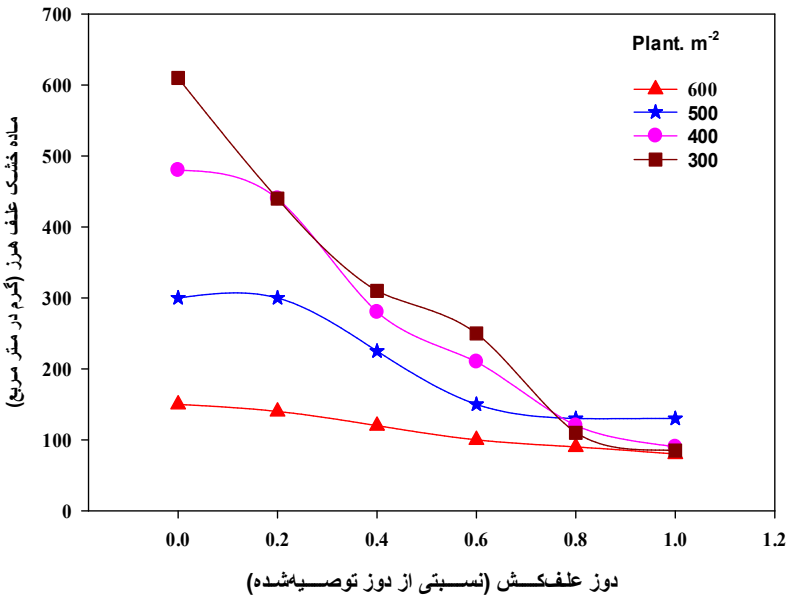
در این رابطه μ، توان رقابتی علف هرز در برابر گیاه زراعی را نشان می‌دهد.

تجزیه رگرسیونی و رسم نمودارها با استفاده با نرم افزار sigma plot (نسخه ١٤)، تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ماده خشک علف‌های هرز

برازش منحنی دوز-پاسخ به تغییرات ماده خشک علف‌های هرز با افزایش مقدار علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در هر سطح از تراکم گندم در شکل ۱ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۲ ارائه شده است. این مدل تغییرات ماده خشک علف‌های هرز را با افزایش تراکم گندم توجیه کرد؛ به‌طوری‌که ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف تراکم، بالاتر از ۰/۹۷ برآورد شد و هم‌چنین تجزیه واریانس رگرسیون نیز برای همه سطوح تراکمی معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی ماده خشک علف‌های هرز در پاسخ به برهم‌کنش علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل و تراکم گندم (شکل ۱) نشان داد که کم‌ترین ماده خشک علف‌های هرز در شرایط تلفیق تراکم بالاتر گندم با مقادیر بیش‌تر علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل به‌دست آمد. ماده خشک علف‌هرز در شرایط عدم سم‌پاشی و کم‌ترین تراکم، درحد اکثر بود (شکل ۱) و با افزایش مقدار علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در تمامی سطوح تراکمی کاهش یافت، اما دوزهای کم‌تری از علف‌کش برای به‌حداقل رساندن زیست‌توده علف‌های هرز در سطوح بالاتر تراکمی لازم بود. برای مثال، ماده خشک علف‌های هرز با کاربرد نیمی از مقدار توصیه‌شده علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در تراکم‌های ۳۰۰، ٤۰۰، ۵۰۰ و ٦۰۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب در حدود ۳۱۰، ۲۸۰، ۲۱۰ و ۱۲۰ گرم در متر مربع رسید.



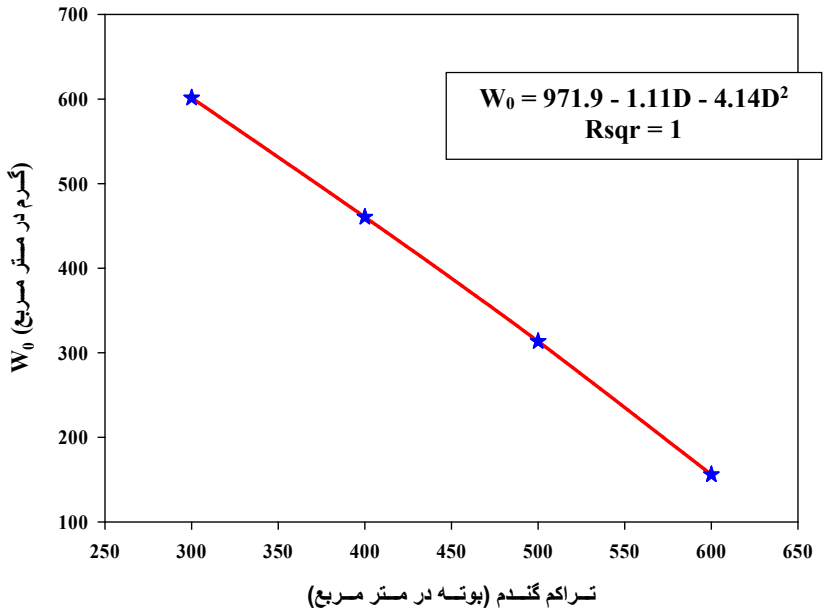
شکل ۱- منحنی دوز- پاسخ برازش داده شده به ماده خشک علف‌های هرز در برابر مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در سطوح مختلف تراکم گندم

ماده خشک علف‌های هرز در شرایط آلوده به علف‌هرز (W_0) با افزایش تراکم گندم کاهش یافت و از حدود ۶۰۱ گرم در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به ۱۵۵ گرم در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع رسید (جدول ۲).

جدول ۲- پارامترهای مدل دوز- پاسخ برازش داده شده به ماده خشک علف‌های هرز در برابر مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در سطوح مختلف تراکم گندم

Parameter ± SE					
تراکم گندم	W_0 (g.m^{-2})	P	R^2	ED_{50}	B
۳۰۰	۶۰۱/۴۹±۴۸/۲۹	۰/۰۰۶۱	۰/۹۷	۰/۶۶±۰/۰۵	۲/۲۶±۰/۶
۴۰۰	۴۶۰/۵۵±۲۶/۱۹	۰/۰۰۱۵	۰/۹۸	۰/۵۲±۰/۰۴	۲/۸۲±۰/۵۳
۵۰۰	۳۱۳/۴۳±۱۱/۸۳	۰/۰۰۱۵	۰/۹۹	۰/۴۷±۰/۰۳	۳/۳۹±۰/۵۳
۶۰۰	۱۵۵/۹۳±۴/۹	۰/۰۰۰۴	۰/۹۹	۰/۳۰±۰/۰۳	۲/۰۹±۰/۲

یک رابطه خطی کاهشی، پاسخ W_0 به افزایش تراکم را به‌خوبی توصیف کرد، به‌طوری‌که ۹۹ درصد از تغییرات این پارامتر با تغییر مقدار تراکم گیاه زراعی قابل توجیه بود (شکل ۲).

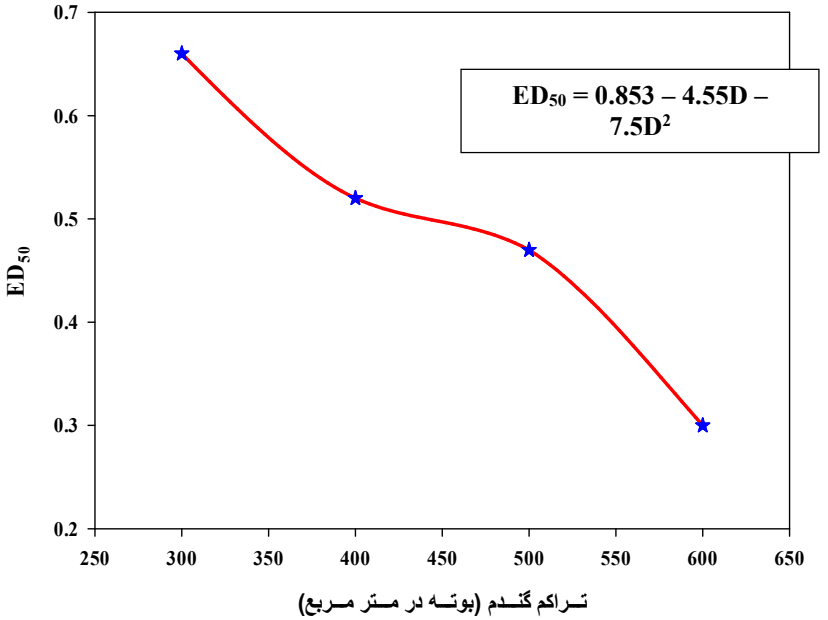


شکل ۲- تغییرات ماده خشک علف‌های هرز در شرایط آلوده به علف هرز (W_0) در پاسخ به افزایش تراکم گندم

مقادیر خطای استاندارد نشان داد که میان سطوح مختلف تراکم گندم اختلاف معنی‌داری از نظر برآورد پارامتر B وجود ندارد (جدول ۲). بر این اساس، میانگین برآورد این پارامتر در سطوح مختلف تراکم در مدل نهایی به‌کار رفت. دوز مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش ماده خشک علف هرز (ED_{50}) در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع ۶۶ درصد مقدارتوصیه شده بود و با افزایش تراکم منجر به کاهش ED_{50} شد؛ به‌طوری که در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع به ۳۰ درصد مقدار توصیه‌شده رسید (جدول ۲).

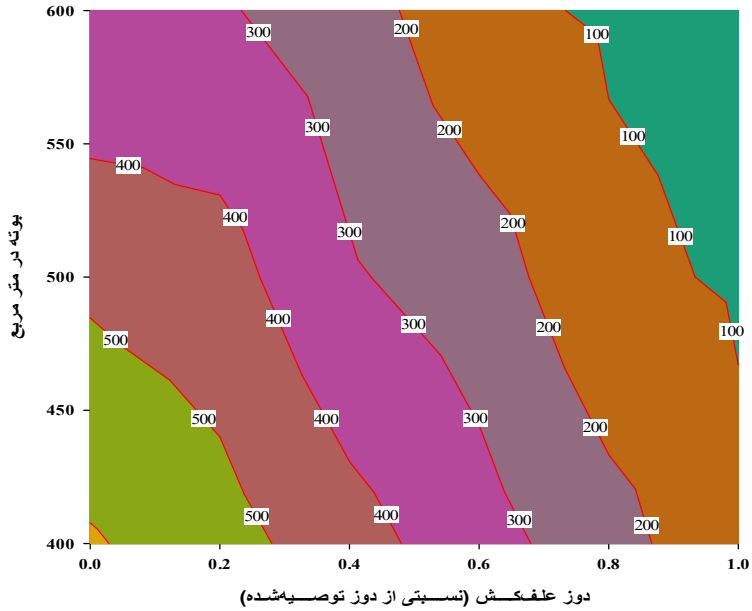
رابطه بین ED_{50} و میزان تراکم با استفاده از رابطه خطی توصیف شد (شکل ۳). این رابطه در حدود ۹۵ درصد از تغییرات ED_{50} در پاسخ به تغییر میزان تراکم را توجیه کرد و تجزیه واریانس رگرسیون از نظر آماری معنی‌دار بود. ازاین‌رو، به‌نظر می‌رسد که افزایش تراکم در رقابت گیاه زراعی- علف هرز می‌تواند از طریق ایجاد شرایط نامناسب برای رشد علف‌های هرز سم‌پاشی شده با علف‌کش منجر به تغییر دوز- پاسخ علف‌کش و کاهش ED_{50} گردد. در این شرایط، توان رقابتی علف‌های هرز تیمار شده با دوزهای کاهش‌یافته علف‌کش

می‌تواند به‌دلیل افزایش سایه‌اندازی ناشی از تراکم گیاه زراعی کاهش یابد. این بدان معنی است که مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش رقابت را به نفع گیاه زراعی تغییر می‌دهد.



شکل ۳- تغییرات دوز مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش ماده خشک علف‌های هرز (ED_{50}) در پاسخ به افزایش تراکم گندم

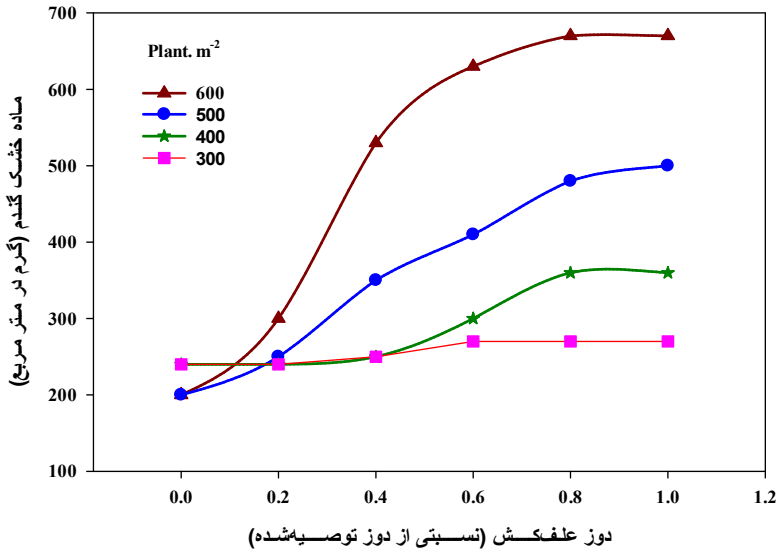
پیش‌بینی مجموع ماده خشک علف‌های هرز در پاسخ به برهم‌کنش دوز یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل و تراکم گندم با استفاده از نمودار کانتور (شکل ٤) ارائه شده است. براین اساس، کاهش ماده خشک علف‌های هرز به ۱۰۰ گرم در متر مربع نیاز به اعمال تیمار دوز کامل علف‌کش و تراکم ٤۷۰ بوته در متر مربع و یا دوز ۸۰ درصد در ترکیب با تراکم ٦۰۰ بوته در متر مربع گندم دارد. (شکل ٤).



شکل ٤- دوز علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل مورد نیاز برای کاهش ماده خشک علف‌های هرز به یک سطح معین برای سطوح مختلف تراکم گندم

ماده خشک گندم

ماده خشک گندم در پاسخ به افزایش مقدار علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در تراکم‌های ٤٠٠، ٥٠٠ و ٦٠٠ بوته در متر مربع افزایش یافت (شکل ٥). در تراکم ٣٠٠ بوته در متر مربع، تغییرات ماده خشک مستقل از دوز علف‌کش بود. اثر افزایش دوز علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در افزایش ماده خشک گندم در تراکم‌های بالا نمایان‌تر بود.



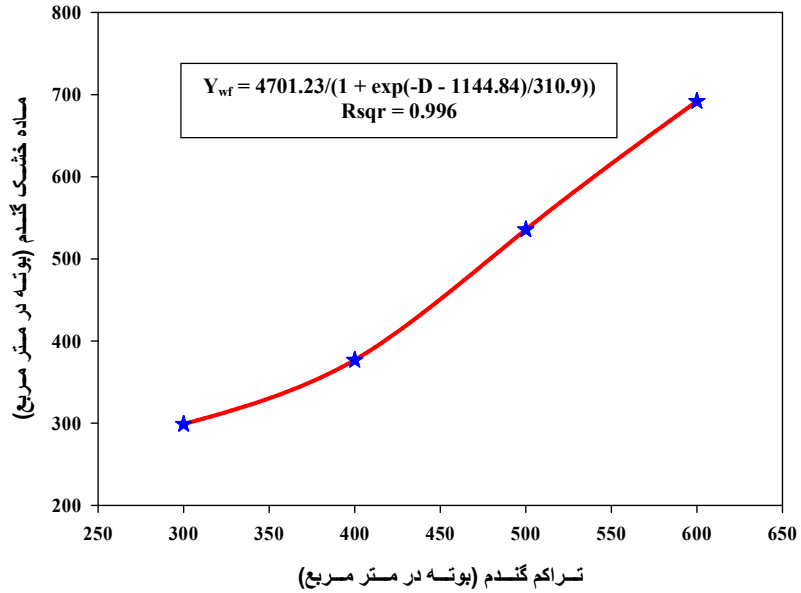
شکل ٥- منحنی سیگموئیدی برازش داده شده به ماده خشک گندم در پاسخ به افزایش مقدار علف کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در سطوح مختلف تراکم گندم

تغییرات مدل سیگموئیدی سه پارامتری (رابطه ٢) به‌خوبی تغییرات ماده خشک گندم را برای سطوح مختلف تراکمی با کم‌ترین خطا پیش‌بینی کرد و تجزیه واریانس رگرسیون برای همه سطوح تراکمی معنی‌دار بود (جدول ٣). بر اساس پیش‌بینی‌های این مدل، ماده خشک گندم در شرایط عاری از علف هرز (Y_{wf}) در پاسخ با افزایش تراکم، افزایش یافت و دوز مورد نیاز برای حفظ نیمی از حداکثر ماده خشک (CD_{50}) به‌دست آمده در شرایط عاری از علف هرز با افزایش تراکم کاهش یافت (جدول ٣). با این حال، ماده خشک گندم در شرایط آلوده به علف هرز (Y_{wi}) و شیب منحنی سیگموئیدی (B) تحت تأثیر سطوح تراکمی قرار نگرفت (جدول ٣).

جدول ٣- پارامترهای مدل سیگموئید برازش داده شده به ماده خشک گندم در برابر مقادیر کاهش یافته علف‌کش" یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل +مفن پایر دی اتیل "در هر سطح از تراکم گندم

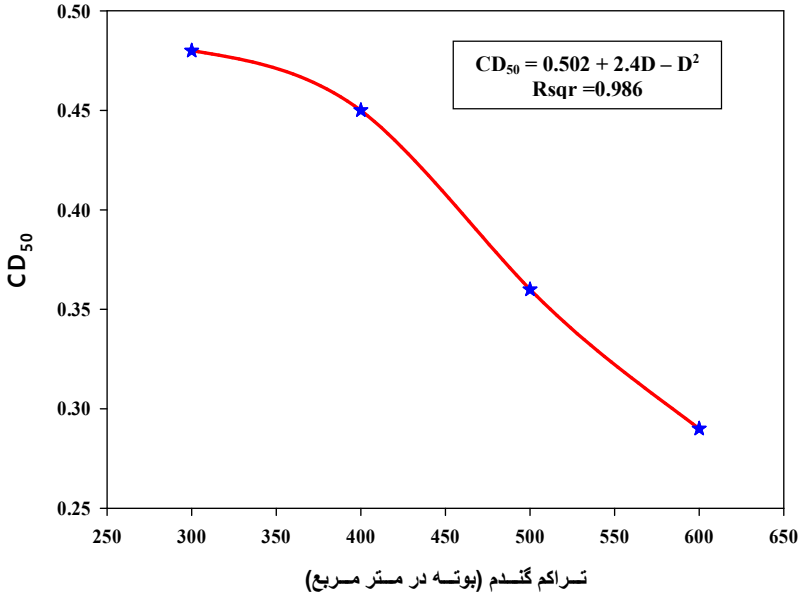
Parameter ± SE						
تراکم گندم	Y_{wf} (g.m^{-2})	Y_{wi} (g.m^{-2})	CD_{50}	B	R^2	P
٣٠٠	٢٩٨/٨٤±٤/٠٢	١٢٥/٢٥±٢٥/١١	٠/٤٨±٠/٠٤	٠/١٥±٠/٠٤	٠/٩٩	٠/٠١١٢
٤٠٠	٣٧٦/٨٩±٩/٤٥	١٤٣/١٢±٥٢/٦٢	٠/٤٥±٠/٠٣	٠/١١±٠/٠٣	٠/٩٨	٠/٠٠٢٣
٥٠٠	٥٣٥/٧٢±٢٣/٥٩	١٦١/٦٥±٢٩/٤٩	٠/٣٦±٠/٠٣	٠/١٣±٠/٠٦	٠/٩٩	٠/٠٠٥٥
٦٠٠	٦٩٢/٠٣±١١/١٩	١٩٤/٥٨±٧٠/٩٩	٠/٢٩±٠/٠٢	٠/١١±٠/٠٢	٠/٩٩	٠/٠٠٣٤

تغیرات Y_{wf} در پاسخ به افزایش تراکم گندم با استفاده یک رابطه سیگموئیدی توصیف شد (شکل ٥). این رابطه در حدود ٩٩ درصد از تغییرات Y_{wf} با افزایش تراکم را توجیه کرد.



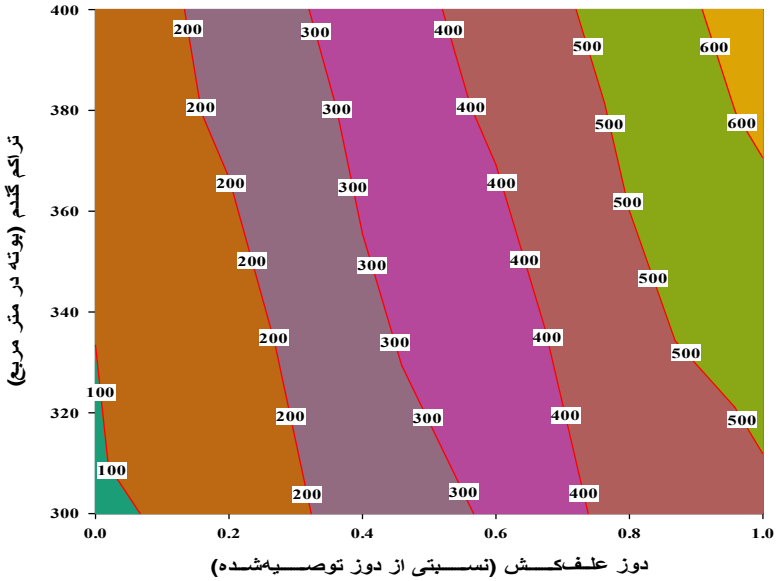
شکل ۵- تغییرات ماده خشک گندم در شرایط عاری از علف هرز در پاسخ به افزایش تراکم گندم

مقادیر CD_{50} از حدود ۴۸ درصد از دوز توصیه‌شده علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به حدود ۲۹ درصد از دوز توصیه‌شده در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع کاهش یافت (جدول ۳). تغییرات CD_{50} در پاسخ به افزایش تراکم با رابطه کوادراتیک توصیف شد (شکل ٦). این رابطه در حدود ۹۸ درصد از تغییرات CD_{50} با افزایش تراکم را توجیه کرد. بر این اساس، میزان کاهش CD_{50}، به ازاء هر واحد افزایش در تراکم گیاه زراعی ۰/۰۸ درصد ارزیابی شد (شکل ٦).



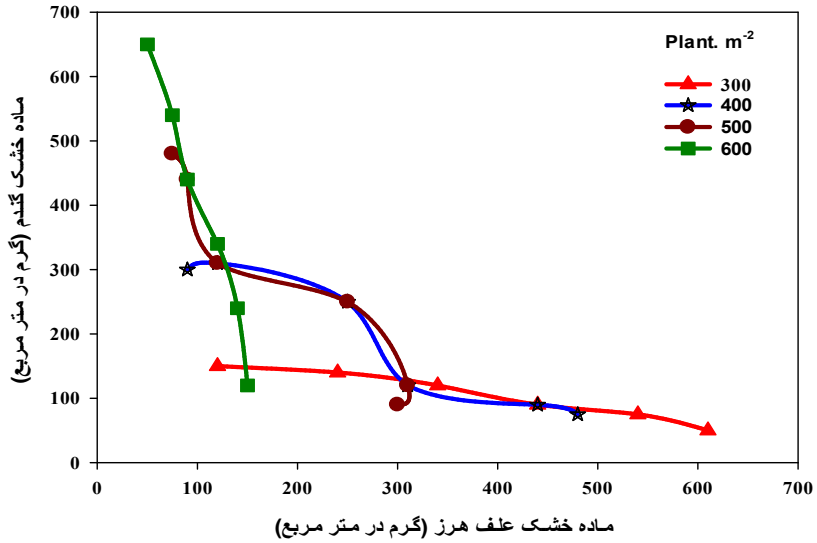
شکل ٦- تغییرات CD_{50} (دوز مورد نیاز برای حفظ نیمی از حداکثر زیست‌توده به‌دست‌آمده در شرایط عاری از علف هرز در پاسخ به افزایش تراکم گندم

دوز مورد نیاز از علف‌کش یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + مفن پایر دی‌اتیل برای دست‌یابی به‌میزان معینی از ماده خشک گندم تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز در سطوح مختلف تراکمی در قالب نمودار کانتور در شکل ۷ ارائه شده است. براین اساس دست‌یابی به ماده خشک ۵۰۰ گرم، با تراکم نزدیک به ۳۲۰ بوته در متر مربع همراه با ۱۰۰ درصد دوز توصیه‌شده علف‌کش یا با تراکم ۳۶۰ بوته در متر مربع و ۸۰ درصد دوز توصیه‌شده و یا با تراکم ۶۰۰ و دوز ۷۰ درصد ممکن بود (شکل ۷).

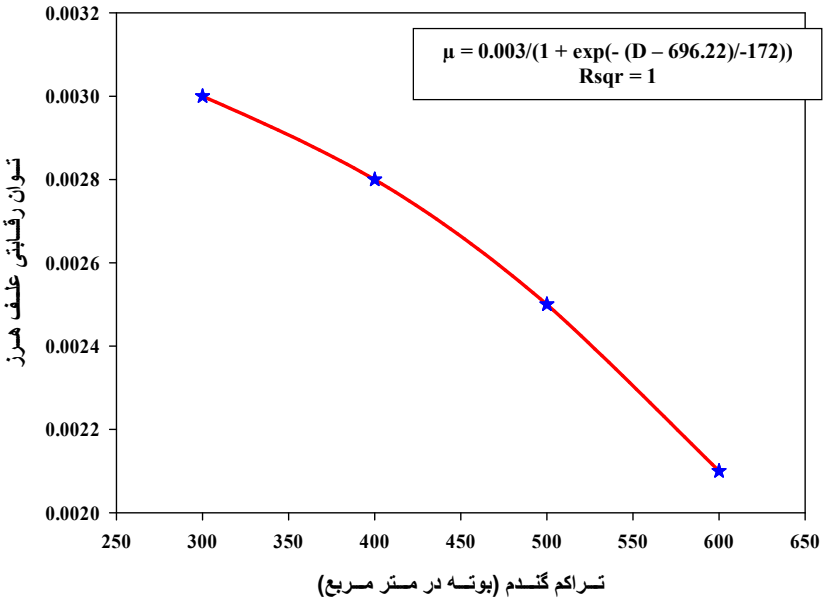


شکل ۷- دوز علف‌کش " یدوسولفورون- متیل سدیم + مزوسولفورون متیل +مفن پایر دی اتیل "و میزان تراکم مورد نیاز برای حفظ سطح معینی از ماده خشک گندم در شرایط رقابت با علف‌های هرز

رابطه بین ماده خشک گندم و علف‌های هرز در هر یک از سطوح تراکمی با استفاده از رابطه ۳ توصیف شد. پارامتر μ در این مدل توانایی رقابت علف‌های هرز در برابر گیاه زراعی و عکس این پارامتر ماده خشکی از علف‌های هرز که در شرایط رقابت منجربه ۵۰ درصد کاهش ماده خشک گیاه زراعی می‌شود را نشان می‌دهد (برین و همکاران، ۱۹۹۵). تغییرات μ در پاسخ به افزایش تراکم با تابعیت از یک رابطه سیگموئیدی توصیف شد (شکل ۹). بر اساس این رابطه، پارامتر μ برای تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع ۰/۰۰۳ و برای تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع ۰/۰۰۲ برآورد شد. براین اساس، در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع در حدود ۱۸۴ گرم در متر مربع ماده خشک علف هرز برای ۵۰ درصد کاهش زیست‌توده گیاه زراعی لازم بود و با افزایش تراکم تا ۶۰۰ بوته در متر مربع به حدود ۹۰۴ گرم در متر مربع افزایش پیدا کرد.



شکل ۸- منحنی سیگموئیدی ماده خشک گندم برازش داده شده به ماده خشک علف هرز در سطوح مختلف تراکم گندم



شکل ۹- تغییرات ضریب رقابتی علف هرز با افزایش تراکم گندم

در این آزمایش، ماده خشک گندم با تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع در حداکثر بود. البته، دست‌یابی به ماده خشک بالاتر به معنای رسیدن به عملکرد دانه بالاتر نیست چرا که عملکرد دانه ممکن است در اثر سایه‌اندازی بیش‌تر (وانس و نوی، ۲۰۰۷)، کاهش تعداد پنجه‌های بارور (کیم و همکاران، ۲۰۰۶) و افزایش رقابت درون‌گونه‌ای برای نور (ریان و همکاران، ۲۰۰۹) تحت تأثیر قرار گیرد. حداکثر ماده خشک علف‌های هرز در رقابت با گندم در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد (شکل ۸). با افزایش تراکم گندم فشار رقابتی گیاه زراعی بر علف هرز افزایش، و ماده خشک علف هرز کاهش یافت. کاهش ماده خشک علف هرز به موازت افزایش ترکم در اکثر مطالعات گزارش شده است (السن و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعات نشان داده که کاهش تشعشع فتوسنتزی عبوری از کانوپی که ناشی از تراکم بالای گندم می‌باشد منجر به کاهش تولید ماده خشک

پنیرک می‌شود (موهلر، ۲۰۰۱). افزایش تراکم گیاه زراعی منجر به تشکیل جمعیت بالاتر و ارائه فضای کمتر برای علف هرز شده ازاین‌رو قدرت رقابت گیاه زراعی در بهره‌گیری از منابع (نور، مواد مغذی، آب و سایر عوامل) بیش‌تر شده است. برخی محققان نشان دادند که در مناطقی با تراکم بوته بالا یک مزیت رقابتی به لحاظ توسعه سریع‌تر تاج‌پوش گیاه زراعی نسبت به علف هرز ایجاد می‌شود (رابرتز، ۲۰۰۱). همین‌طور این مزیت ممکن است ناشی از جذب سریع‌تر منابع محدود توسط گیاه زراعی باشد (اسکارسون و ساتوری، ۲۰۰۵). از طرفی اثر کنترلی افزایش تراکم گیاه زراعی بر فلور علف هرز مزرعه ممکن است به دلیل اثر خفگی نیز باشد (ماهاجان و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری

کاهش توان رقابتی علف‌های هرز (μ) در پاسخ به افزایش تراکم به افزایش بیش‌تر ماده خشک گندم در سطوح بالای تراکم منتج شد. کاربرد علف‌کش در سطوح بالاتر تراکم با کاهش بیش‌تر توان رقابتی علف‌های هرز نسبت به سطوح تراکمی پایین همراه بود. از طرف دیگر، ED_{50} و به‌طور مشابه CD_{50} با افزایش بذر مصرفی تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (۶۰۰ بوته در متر مربع) کاهش یافت. ازاین‌رو، به‌نظر می‌رسد در شرایط رقابت طبیعی گندم با علف‌های هرز افزایش بذر مصرفی به‌همراه کاربرد دوز مناسب علف‌کش می‌تواند رقابت را به نفع گیاه زراعی تغییر دهد. می‌توان از مدل‌های ارائه شده در این مطالعه در خصوص پیش‌بینی زیست‌توده گندم در رقابت با علف‌های هرز و برآورد دوز علف‌کش مورد نیاز جهت محدود ساختن کاهش زیست‌توده گیاه زراعی و یا تولید ماده خشک علف هرز به کم‌تر از یک مقدار مشخص بهره گرفت. در این مطالعه سعی شد برای ادغام مدیریت بذر مصرفی و علف‌های هرز گندم، چارچوبی ارائه شود. با توجه به این‌که میزان بذر مصرفی زیست‌توده گیاه زراعی و به‌طور هم‌زمان زیست‌توده علف هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد در حالی که، تیمار علف‌کش در مقادیر کم‌تر از دوز توصیه‌شده به‌طور معمول تنها بر زیست‌توده علف‌های هرز تأثیرگذار است؛ در تصمیم‌گیری برای کنترل مناسب علف‌های هرز باید میزان بذر مصرفی و دوز علف‌کش را توأمان درنظر گرفت. افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی منجربه توسعه نظام‌های زراعی با ورودی کم‌تر علف‌کش شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در تراکم‌های بالاتر گندم و دوزهای کاهش‌یافته علف‌کش بسیار بیش‌تر از دوزهای نزدیک به مقادیر توصیه‌شده علف‌کش بود.

منابع

Barros, J. F. C., G. Basch and M. Carvalho. 2007. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broadleaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions. Crop Prot. 26: 1538-1545.

Bells, D. S., D. C. Thill and B. Shafi. 2011. PP 604 rate and *Avena fatue* density effect on seed production and viability in *Hordeum vulgar*. Weed Sci. 48: 378-384.

Blackshaw, R. E., J. T. O'Donovan, K. N. Harker, and G. W. Clayton. 2006. Reduced herbicide doses in field crops: A review. Weed Biol. Manag. 6:10–17.

Brain, P., B. J. Wilson, K. J. Wright, G. P. Seavers and J. C. Caseley. 1999. Modelling the effect of crop and weed on herbicide efficacy in wheat. Weed Res. 39:21–35.

Cheema, M. S. and M. Akhtar. 2011. Efficacy of different post emergence herbicides and their application methods in controlling weeds in wheat. Pakistan J Weed Sci. Res. 11(1-2): 23-30.

Holm, F. A., K. J. Kirkland and F. C. Stevenson. 2000. Defining optimum rates and timing for wild oat control inspring wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technol. 14: 167-175.

Jabran, K., Z.A. Cheema, M. Farooq and M.B. Khan. 2011. Fertigation and foliar application of fertilizers alone and in combination with canola extracts enhances yield in wheat crop. Crop Environ. 2(1): 42–45.

Kim, D. S., E. J. P. Marshall, P. Brain and J. C. Caseley. 2006. Modelling the effects of sub-lethal doses of herbicide and nitrogen fertilizer on crop–weed competition. Weed Res. 46:492–502.

Mahajan, G., M. S. Gill and K. Singh. 2010. Optimizing seed rate to suppress weeds and to increase yield in aerobic direct-seeded rice in northwestern indo-gangetic plains. J. New Seeds. 11: 225-238.

Mohler, C. L. 2001. Enhancing the competitive ability of crops. In: Liebman M., C. L. Mohler and C.P. Staver. (Eds). Ecological Management of Agricultural Weeds. Cambridge University Press, Cambridge. 322 p.

O'Donovan J. T., R. E. Blackshaw, K. N. Harker and G. W. Clayton. 2006. Wheat seeding rate influences herbicide performance in wild oat (*Avena fatua*). Agron. J. 98: 815-822.

Olsen, J.M., H.W. Griepentrog, J. Nielsen and J. Weiner. 2012. How important are crop spatial pattern and density for weed suppression by spring wheat? Weed Sci. 60: 501-509.

Roberts, J. R., T. F. Peeper and J. B. Solie. 2001. Wheat (*Triticum aestivum* L.) row spacing, seeding rate, and cultivar affect interference from rye (*Secale cereal* L.). Weed Tech. 15: 19-25

Roggenkamp, G. J., S. C. Mason and A. R. Martin. 2000. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and green foxtail (*Setaria viridis*) response to corn (*Zea mays*) hybrid. Weed Technol. 14:304–311.

Ryan, M. R., R. G. Smith, D. A. Mortensen, G. R. Teasdale, W. S. Curran, R. Seidel and D. L. Shumway. 2009. Weed–crop competition relationships differ between organic and conventional cropping systems. Weed Res. 49:572–580.

Santos, B.M. 2009. Drip-applied metam potassium and herbicides as methyl bromide alternatives for Cyperus control in tomato. Crop Prot. 28(1): 68–71.

Scurson, J. A. and E. H. Satorre. 2005. Barley (*Hordeum Vulgare* L.) and wild oat (*Avena fatua* L.) competition is affected by crop and weed density. Weed Technol. 19:790-795.

Stougaard, R.N. and Q. Xue. 2010. Spring wheat seed size and seeding rate effects on yield loss due to wild oat (*Avena fatua* L.) interference. Weed Sci. 52: 133-141.

Streibig J. C. M., M. Rudemo and J. E. Jensen. 1993. Dose-response curves and statistical models. pp. 29–55. In: Streibig J C and Kudsk P (eds). Herbicide Bioassays. CRC Press, USA.

Talgre, L., E. Lauringson and M. Koppel. 2008. Effect of reduced herbicide dosages on weed infestation in spring barley. Zemdirbyste-Agri. 95: 194-201.

Vance, R. R. and A. L. Nevai. 2007. Plant population growth and competition in a light gradient a mathematical model of canopy partitioning. J. Theo. Biol. 245: 210–219.

Quantifying the interaction of reduced doses of herbicide and the amount of seed used on dry matter production of wheat (*Triticum aestivum* L.) and weeds

M. Chaab[۱], S. Saeedipour[۲]

Received: 2023-07-16 Accepted: 2023-11-17

Abstract

Reducing herbicide use without compromising yield can lead to less environmental damage and lower production costs. In this research, a field experiment was conducted in the form of split plots in the form of randomized complete blocks with four replications in the research farm of Shushtar branch of Islamic Azad University in the crop year of 2021-22. The amount of seed consumed including 120, 140, 160 and 180 kg/ha as the main plot (to reach to the densities of 300, 400, 500 and 600 plants.m^{-2}) and the herbicide dose of Mesosulfuron Methyl + Iodosulfuron Methyl Sodium + Diflufenican + Mefenpyridiethyl with the brand name (Otello AD) at six levels of 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and one times the recommended dose (1.6 liters per hectare) were considered as subplot. The results of the experiment showed that the dose required for 50% reduction of the dry matter of weeds at a density of 300 plants m^{-2} was 66% of the recommended dose. Increasing the density led to a decrease in the dosage of herbicide. So that in the density of 600 plants m^{-2} it reached 30% of the recommended dose. It was also possible to achieve wheat dry matter of about 500 g m^{-2} with a density of 320 plants m^{-2} with 100% of the recommended dose or with a density of 600 plants m^{-2} and 70% of the recommended dose. The competitive power of weeds decreased from 0.003 at a density of 300 plants m^{-2} to 0.002 at a density of 600 plants m^{-2}. Therefore, at a density of 300 plants m^{-2}, about 184 g and with an increase in density up to 600 plants m^{-2}, about 904 g per square meter of weed dry matter was needed for a 50% reduction in crop plant biomass.

Keywords: Herbicide dose, wheat density, weed dry matter, Othello herbicide

۱ Post Graduate Student in Weed Science, Department. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran.
2 Corresponding Author, department of agronomy, Faculty of Agriculture, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran.