فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره نهم، شماره دو، پاییز ۱۳۹۸

کمی‌سازی تأثیر دزهای کاهش یافته علفکش و مقادیر نیتروژن بر رقابت گندم - یولاف زمستانه (*Avena ludoviciana Duriu*)

ایمان احمدی[1*]، عبدالمهدی بخشنده[2] و محمد حسین قرینه[3]

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲- استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۳- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیکی: imanahmadi200@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۳ مرداد ماه ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: ۳۱ شهریور ماه ۱۳۹۸)

چکیده

درک بهتر عوامل موثر بر رقابت بین گندم و علف‌های هرز می‌تواند باعث تسهیل توسعه روش‌های مدیریت زراعی موثرتر شود. با هدف کمی‌سازی رقابت گندم - یولاف زمستانه به سطوح نیتروژن و علف‌کش اُتللو اُو دی، آزمایش مزرعه‌ای در سال ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. کود نیتروژن شامل پنج سطح صفر، ۸۰، ۱۶۰، ۲۴۰ و میزان مصرف غیر متعارف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌عنوان کرت اصلی و دز علف‌کش اُتللو اُو دی در پنج سطح صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ برابر دز توصیه‌شده (میزان دز توصیه شده علف‌کش اُتللو اُو دی ۱/۶ لیتر در هکتار می‌باشد) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که دز مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در شرایط بدون مصرف کود معادل ۷۵ درصد از دز توصیه‌شده علف‌کش بود. افزایش مصرف کود نیتروژن منجر به کاهش دز مصرفی علف‌کش شد بطوری که با مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۳۷ درصد از دزتوصیه‌شده این علف‌کش رسید. همچنین، برای دستیابی به زیست‌توده‌ی گندم در حدود ۷۰۰ گرم در متر مربع با کاربرد ۱۸۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به همراه ۸۵ درصد دز توصیه شده و یا کاربرد ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار با ۶۵ درصد دز توصیه شده علف‌کش مقدور بود.

واژه‌های کلیدی: رقابت، علف کش، مدیریت علف‌های هرز، نیتروژن

مقدمه

رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی چالشی عمده برای تولید محصولات کشاورزی در سرتاسر دنیا است. در حال حاضر، کنترل علف‌های هرز در مزارع بطور عمده به کاربرد علف‌کش‌ها وابسته است. از آنجایی که در گندم عملیات وجین معمول نبوده و روش‌های مکانیکی مبارزه با علف‌های هرز نیز کارایی چندانی ندارند، بنابراین برای مدیریت علف‌های هرز باید از روش‌های پیشگیری، زراعی و شیمیایی استفاده کرد (۲و۴). در ایران عمده‌ترین روش کنترل علف‌های هرز در مزارع گندم استفاده از مواد شیمیایی است. با این وجود، به دلیل خسارت‌های زیست‌محیطی (۲۰)، مسائل سلامتی انسان (۲۱) و تکامل مقاومت به علف‌کش در علف‌های هرز (۱۴) و به تبع آن افزایش هزینه‌های تولید می‌بایست مصرف علف‌کش‌ها در بخش کشاورزی محدود شود.

علف‌های هرز مزارع گندم را می‌توان در پایان مرحله ۳ برگی تا اواسط پنجه‌زنی و با استفاده از برخی از علف‌کش‌های ثبت شده در ایران از جمله دیفنزوکوآت (آونج)، ترالکوکسیدیم (گراسپ)، دایکلوفوپ متیل (ایلوکسان)، فلمپروپ ام ایزوپروپیل متیل (سافیکس بی دبلیو)، کلودینوفوپ پروپارژیل (تاپیک)، فنوکساپروپ پی اتیل (پوماسوپر)، پینوکسادن (آکسیال)، سولفوسولفورون (آپیروس)، یدوسولفورون+ مزوسولفورون (آتلانتیس)، مت‌سولفورون‌متیل+ سولفوسولفورون(توتال) و مزوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم (شوالیه) کنترل کرد (۴). تاکنون ۲۲ علف‌کش برای گندم و جو در ایران به ثبت رسیده است که شامل ۹ باریک‌برگ‌کش، هشت پهن‌برگ‌کش و پنج علف‌کش دو منظوره می‌باشند (۴، ۵). از ۲۲ علف‌کش ذکر شده، پنج علف‌کش (شامل سه باریک‌برگ‌کش، یک پهن‌برگ‌کش و یک علف‌کش دو منظوره) از رده خارج شده و در بازار موجود نمی‌باشند. همچنین یک پهن‌برگ‌کش و یک علف‌کش دو منظوره اخیراً برای ثبت به کمیته نظارت بر سموم کشور ارسال شده است (۶). در ایران طیف باریک‌برگ‌کش‌های گندم و جو از تنوع خوبی برخوردار نیست، زیرا برخی از علف‌کش‌های ثبت شده برای گندم و جو در ایران موجود نمی‌باشند، برخی از کارایی بالایی برخوردار نبوده و علف‌کش‌های باقی‌مانده همگی از گروه بازدارنده‌های ACCase می‌باشند. البته ازآنجاکه می‌توان از علف‌کش‌های دو منظوره برای کنترل علف‌های هرز گندم استفاده نمود، بنابراین در حال حاضر برای کنترل باریک‌برگ‌ها در گندم چندین علف‌کش از گروه‌های مختلف در دسترس است که در صورت اعمال یک مدیریت خوب، می‌توان از بروز پدیده مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و یا مدیریت علف‌های هرز مقاوم استفاده نمود (۴، ۵). برخی از علف‌کش‌های دو منظوره ثبت شده در کشور شامل ایمازامتابنز متیل (آسرت)، سولفوسولفورون (آپیروس)، مزوسولفورون متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم (شوالیه)، مت سولفورون متیل+سولفوسولفورون (توتال)، یدوسولفورون+مزوسولفورون (آتلانتیس) و ایزوپروتورون+دیفلوفنیکان (پنتر) می‌باشند که به استثنای ایزوپروتورون+دیفلوفنیکان (بازدارنده PSII + بازدارنده سنتز کارتنوئید) همگی از بازدارنده‌های آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) می‌باشند(۴، ۷).

مصرف کودهای نیتروژنی در سرتاسر دنیا طی ۴۰ سال گذشته به موازات ۲ برابر شدن تولید مواد غذایی در حدود ۷ برابر افزایش یافته است (۵، ۲۴). تولید کودهای نیتروژنی به روش فرآیند هابربوش با مصرف زیاد انرژی‌های فسیلی و تولید و انتشار مقادیر زیادی گازهای گلخانه‌ای همراه است. علاوه بر این، سوء مصرف نیتروژن در نظام‌های کشاورزی فشرده پیامدهای منفی زیست‌محیطی مانند آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی از طریق آبشویی و انتشار گازهای اکسید نیتروژن و آمونیاک به اتمسفر را به دنبال دارد. از اینرو، مدیریت دقیق نیتروژن و بهبود کارایی مصرف آن بنا به دلایل اقتصادی و محدود کردن آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه آن از اهمیت زیادی برخوردار است. در صورت عدم وجود علف‌های هرز و بیماری‌ها، افزایش کاربرد کود نیتروژن‌دار بطور معمول منجر به بهبود عملکرد گیاه زراعی می‌شود. با این وجود، تغییر مقدار مصرف نیتروژن در شرایط مزرعه می‌تواند منجر به تغییر

توان رقابتی گیاه زراعی و علف‌های هرز شود. باجوا و همکاران (۱۱) مصرف کود نیتروژن‌دار را بر رشد، نمو، توزیع، پویایی، ماندگاری، ظهور و رقابت‌پذیری علف‌های هرز موثر دانستند. در این رابطه گزارش‌های متعددی وجود دارد که علف‌های هرز در شرایط مصرف بیشتر نیتروژن رقابت کننده بهتری نسبت به گیاه زراعی هستند که این موضوع می‌تواند در ارتباط با کارایی بالاتر آنها در استفاده از منابع باشد (۱۲،۱۱). دز توصیه شده برای کاربرد علف‌کش‌ها به گونه‌ای تنظیم می‌شود که تضمین کننده کنترل علف‌های هرز در شرایط مختلف باشد، اما در بسیاری از موارد امکان کاهش دز علف‌کش و کنترل مطلوب علف‌های هرز با دزهای کاهش یافته آن وجود دارد (۱۸). با این وجود، کاربرد علف‌کش به مقدار کمتر از دز توصیه شده ممکن است منجر به کنترل ناکارآمد علف‌های هرز شود و بنابراین رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز تداوم یابد و در نهایت به کاهش عملکرد محصول منتج شود. بنابراین، لازم است که تاثیر دزهای کاهش یافته علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل با نام تجاری (اُتللو اُو دی) بر رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز بررسی شود.

یولاف زمستانه (*Avena ludoviciana Duriu*) از مهم‌ترین علف‌های هرز مشکل‌ساز در مزارع گندم استان خوزستان است. بروز مقاومت و یا عدم کارایی پهن برگ‌کش‌هایی مانند تری‌بنورون متیل (با نام تجاری گرانستار؛ (۱۳) و نیز توسعه مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در علف‌های‌هرز باریک‌برگ باعث شده که در بسیاری از نقاط کشور مصرف علف‌کش‌های دو منظوره و بویژه علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل توصیه گردد. با این وجود، کشاورزان تمایل چندانی به استفاده از علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل ندارند، چرا که مصرف دز توصیه شده این علف‌کش باعث سرکوب شدن و توقف موقت رشد گندم می‌شود (پیمایش مزارع و پرسش از کشاورزان). بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی برهمکنش دزهای کاهش‌یافته این علف‌کش و کود نیتروژن بر تولید زیست توده گندم چمران ۲ در رقابت با علف هرز یولاف زمستانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. کود نیتروژن در پنج سطح صفر، ۸۰، ۱۶۰، ۲۴۰ و ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در هکتار به‌عنوان فاکتور اصلی و دزعلف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل با نام تجاری (اُتللو اُو دی) در پنج سطح صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵و یک برابر دزتوصیه‌شده (۱/۶ لیتر در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد.

عملیات تهیه بستر شامل انجام شخم با گاوآهن برگردان‌دار سه مرتبه دیسک عمود بر هم و یک مرتبه رتیواتور بود. برای یکنواخت سبز شدن تراکم بوته‌ها، بذور مربوط به هر خط کشت برای هر یک از گیاهان گندم (چمران۲) و یولاف زمستانه و به صورت ضریبی از تراکم مورد نیاز (به‌ترتیب ۴۰۰ و۵۰ بوته در مترمربع) محاسبه و در پاکت‌هایی جداگانه قرار داده شد. گندم (رقم چمران۲) به‌صورت دستی در تاریخ ۱۲ آبان در کرت‌های فرعی به طول ۴ متر روی ۲۰ ردیف کاشت با فواصل ۱۷/۵ سانتی‌متر کشت شد و همچنین بذور یولاف زمستانه به صورت دستی در بین خطوط کشت پخش شد. فاصله در هر تکرار آزمایش، بین کرت‌های فرعی دو متر و بین کرت‌های اصلی سه متر در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن گندم و یولاف زمستانه تعداد بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت طوری تنظیم شد که تراکم نهایی برای هر گیاه معادل ۴۰۰ و ۵۰ بوته در متر مربع به دست آمد. کود نیتروژن به صورت پایه و سرک در مرحله کاشت، پنجه‌زنی و ساقه‌روی در کرت‌ها اعمال شد. سم‌پاشی توسط دستگاه سم‌پاش پشتی شارژی مدل

Matabi با نازل پلی‌جت در فشار ثابت ۲ اتمسفر در اواخر مرحله پنجه‌زنی گندم انجام شد. چهار هفته پس از سمپاشی، نمونه‌برداری تخریبی از هر کرت (گندم و یولاف زمستانه) با استفاده از کادر ۵۰×۵۰ سانتیمتر مربع انجام شد. نمونه‌های گیاهی پس از خشک شدن در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد توزین شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

اسیدیته خاک	نیتروژن (درصد)	هدایت الکتریکی (دیس زیمنس بر متر)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
۷/۲۵	۰/۰۷	۱/۷۰	۱۶۱	۵/۷۶	۴۶	۳۸	۱۱

رابطه بین مجموع زیست‌توده یولاف زمستانه (W) و دزعلف‌کش (dose) در هر سطح از مصرف کود نیتروژن با استفاده از مدل دز-پاسخ زیر توصیف شد (۱۹):

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

W_0، مجموع زیست‌توده یولاف زمستانه در شرایط آلوده به علف هرز یا تیمار بدون کاربرد علف‌کش (گرم در متر مربع)؛ b، شیب منحنی دز-پاسخ و ED_{50}؛ دز مؤثر مورد نیاز (برحسب نسبت از دزتوصیه‌شده علف‌کش) برای ۵۰ درصد کاهش زیست‌توده یولاف زمستانه هستند. سپس، با ارزیابی روابط مختلف تغییرات هر یک از پارامترهای مدل دز- پاسخ با افزایش مصرف کود نیتروژن بررسی و معادله مناسبی برای توصیف آن انتخاب شد.

رابطه بین زیست‌توده گندم (Y) و دزعلف‌کش با استفاده از مدل سیگموئید زیر توصیف شد (۱۸):

$$Y=Y_{wi}+\frac{Y_{wf}-Y_{wi}}{1+\exp\left(-\frac{dose-CD_{50}}{B}\right)}$$

Y_{wi}، زیست‌توده گندم در شرایط آلوده به علف‌هرز (گرم در متر مربع)؛ Y_{wf}، زیست‌توده گندم در شرایط عاری از علف‌هرز؛ CD_{50}، دزعلف‌کش مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش اثر رقابتی علف هرز یولاف زمستانه یا دزی که در آن زیست‌توده گندم نیمی از حداکثر زیست‌توده به دست آمده در شرایط عاری از علف‌هرز است و B، شیب منحنی سیگوئیدی را نشان می‌دهد. سپس، با ارزیابی روابط مختلف تغییرات هر یک از پارامترهای این مدل با افزایش مصرف کود نیتروژن بررسی و معادله مناسبی برای توصیف آن انتخاب شد. رابطه بین زیست‌توده گندم و علف‌های هرز با استفاده از مدل زیر توصیف شد (۱):

$$Y=\frac{Y_{wf}}{(1+\mu\times W)}$$

که در این رابطهμ، توان رقابتی علف هرز یولاف زمستانه در برابر گیاه زراعی را نشان می‌دهد.

تجزیه وتحلیل داده‌ها و نرم افزارهای مورد استفاده

داده‌ها با استفاده از نرم افزارSAS 9.4 تجزیه وتحلیل و همچنین به منظور رسم نمودارها از نرم افزار 14 SigmaPlot استفاده شد.

نتایج و بحث

زیست توده علف هرز یولاف زمستانه

زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه در سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن در پاسخ به افزایش دز علف‌کش سیر نزولی را پیش گرفت. برازش منحنی دز-پاسخ به تغییرات زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه با افزایش دزعلف‌کش اُتللو اُو دی در هر سطح از مصرف کود نیتروژن در شکل (۱) و پارامترهای برآورد شده در جدول (۲) ارائه‌شده است. این مدل به‌خوبی تغییرات زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه با افزایش دز علف‌کش را توجیه کرد؛ به‌طوری‌که ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف‌کش، بالاتر از ۹۹/. برآورده شد و همچنین تجزیه واریانس رگرسیون نیز برای همه‌ی سطوح کودی معنی‌دار بود (جدول ۲). زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه در شرایط آلوده به علف هرز (W_0) با افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش یافت، به‌طوری‌که از حدود ۱۵۴/۴۶گرم در متر مربع در تیمار بدون مصرف کود به حدود ۴۶۰/۸۱ گرم در متر مربع در شرایط مصرف ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار رسید (جدول ۲). یک رابطه نمایی افزایشی پاسخ W_0 به مقدار مصرف کود نیتروژن را بخوبی توصیف کرد، بطوریکه ۹۹ درصد از تغییرات این پارامتر با تغییر مقدار مصرف کود قابل توجیه بود (شکل۲). مقادیر خطای استاندارد نشان داد که میان سطوح مختلف مصرف نیتروژن اختلاف معنی‌داری از نظر برآورد پارامتر B وجود نداشت (جدول ۲). بر این اساس، میانگین برآورد این پارامتر در سطوح مختلف مصرف کود در مدل نهایی به‌کار رفت. دز مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه (ED_{50}) در شرایط بدون مصرف کود معادل ۷۵ درصد از دزتوصیه‌شده علف‌کش علفکش اُتللو اُو دی بود که با افزایش مصرف بیشتر کود نیتروژن منجر به کاهش ED_{50} شد و در سطح مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۳۷ درصد از دزتوصیه‌شده این علف‌کش رسید(جدول۲).

رابطه بین ED_{50} و میزان مصرف کود نیتروژن با استفاده از یک رابطه نمایی $ED_{50}=Yo-a*exp(-b*x)$ توصیف شد (شکل ۳). این رابطه در حدود ۹۹ درصد از تغییرات ED_{50} در پاسخ به تغییر میزان مصرف کود را توجیه کرد و تجزیه واریانس رگرسیون از نظر آماری معنی‌دار بود. لازم به ذکر است که رابطه بین ED50 و نیتروژن در ابتدا با استفاده از مدل‌های رگرسیون ساده خطی و کوآدراتیک ارزیابی شد اما قدرت این دو مدل در توصیف این رابطه کمتر از مدل نمایی بود. با جایگذاری روابط کوآدراتیک و نمایی توصیف‌کننده تغییرات W_0 و ED_{50}در پاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن و میانگین برآورد B در سطوح مختلف مصرف کود بجای پارامترهای مذکور در مدل دز-پاسخ (رابطه ۱)، مدل نهایی برای توصیف تغییرات زیست‌توده علف‌های هرز در پاسخ به برهمکنش دزعلف‌کش و کود نیتروژن به شکل زیر به دست آمد:

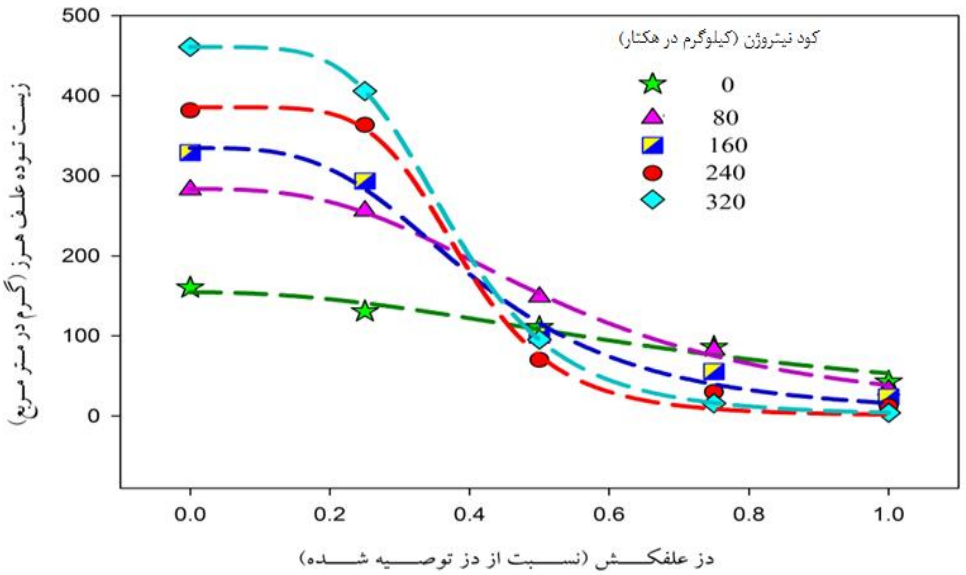
$$W=\frac{y0+a*(1-\exp(-b*x))}{1+\exp\left(\bar{B}\times\left(\ln(dose)\text{-}yo\text{-}a*\exp(-b*x)\right)\right)}$$

پیش‌بینی مجموع زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه در پاسخ به برهمکنش بین دزهای کاهش یافته علف‌کش اُتللو اُو دی و سطوح مصرف کود نیتروژن در قالب نمودار کانتور (شکل۴) ارائه شده است. مجموع زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه با افزایش دز علف‌کش اُتللو اُو دی در تمام سطوح مصرف کود کاهش یافت اما دزهای کمتری از این علف‌کش جهت به حداقل رساندن زیست‌توده علف‌هرز در سطوح بالاتر مصرف کود لازم بود. هر یک از خطوط نمودارکانتور میزان ثابتی از زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه در دزهای مختلف علف‌کش اُتللو اُو دی و مقادیر مختلف کود نیتروژن را نشان می‌دهد. جهت کاهش میزان زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه به کمتر از ۷۰ گرم در متر مربع در شرایط مصرف صفر، ۸۰، ۱۶۰، ۲۴۰ و ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بترتیب دز علف‌کش بیشتری از ۸۵، ۷۰، ۵۵، ۴۵ و ۴۰ درصد از دز توصیه شده علفکش لازم بود (شکل ۴). در آزمایش‌های متعددی، افزایش

زیست‌توده و توان رقابتی علف‌های هرز در مقایسه با گیاه زراعی در پاسخ بـه افـزایش مصـرف کـود نیتـروژن در ارزیـابی رقابت گندم با علف‌هایهرزی مانند بی‌تی‌راخ (*Galium aparine* L.)، یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) (۲۲) و علـف پشمکی (*Bromus sterilis* L.) (۱۷)گزارش‌شده زارع و همکاران (۳) نیز گزاش کردند که افزایش مصرف کود نیتـروژن منجر به افزایش زیست‌توده علف‌های هرز ذرت شد و در نتیجه دزهای بالاتری از علف‌کش نیکوسولفورون جهـت کنتـرل علف‌های هرزلازم بود.

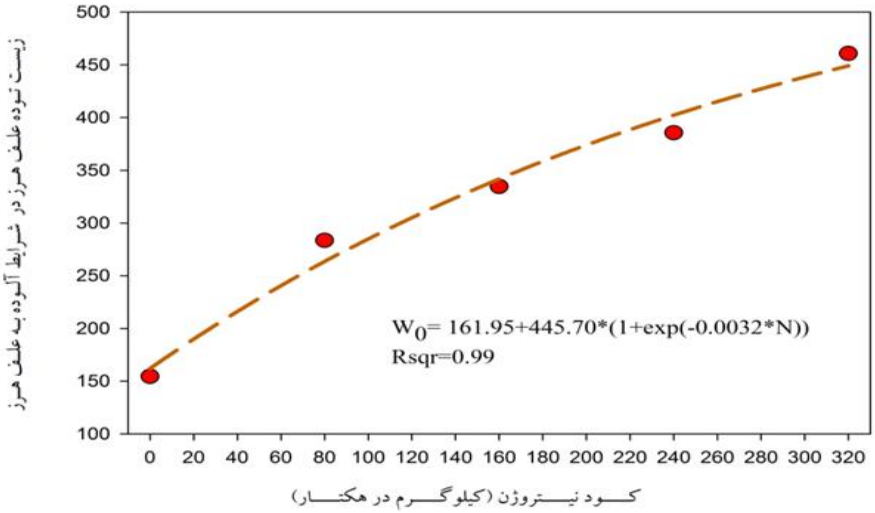
جدول ۲-پارامترهای مدل دز-پاسخ برازش داده شده به زیست‌توده علف‌های هرز در برابر دزهای کاهش‌یافته علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل در هر سطح از مصرف کود نیتروژن

کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	پارامتر±خطای استاندارد برآورد			R^2
	زیست توده علف‌های هرز در شرایط آلوده به علف هرز (گرم در متر مربع)	دز علفکش مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد زیست توده	شیب منحنی دز-پاسخ	
۰	۱۵۴/۴۶±۱۲/۳۷	۰/۷۵±۰/۰۹	۲/۱۴±۰/۷۴	۰/۹۹
۸۰	۲۸۳/۵۴±۶/۸۵	۰/۵۲±۰/۰۱	۲/۸۹±۰/۲۵	۰/۹۹
۱۶۰	۳۳۴/۷۰±۱۷/۸۸	۰/۴۱±۰/۰۳	۳/۳۸±۰/۶۰	۰/۹۹
۲۴۰	۳۸۵/۶۸±۱۶/۹۰	۰/۳۹±۰/۰۲	۵/۷۷±۰/۸۵	۰/۹۹
۳۲۰	۴۶۰/۸۱±۱۱/۸۰	۰/۳۷±۰/۰۸	۴/۸۲±۰/۵۷	۰/۹۹

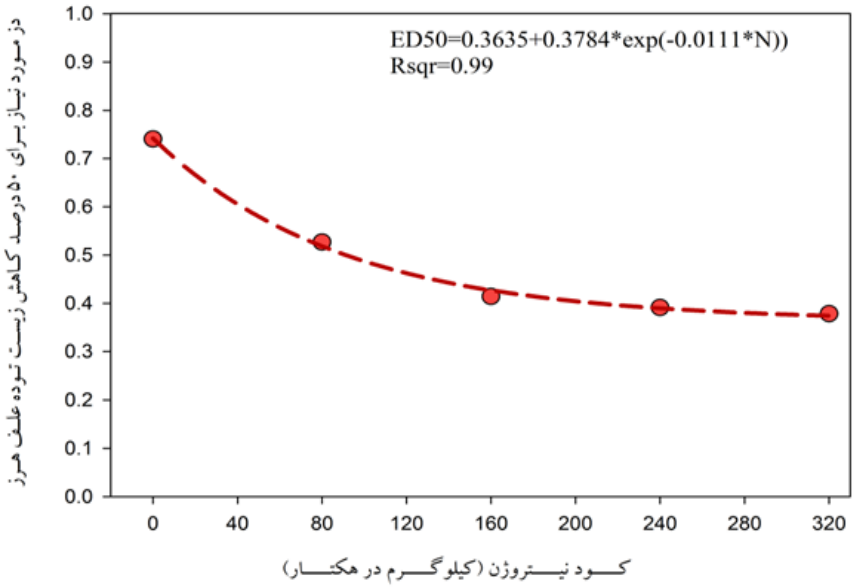


شکل ۱- منحنی دز-پاسخ برازش داده شده به زیست‌توده علف‌های هرز در برابر دزهای کاهش‌یافته علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل در سطوح مصرف کود نیتروژن

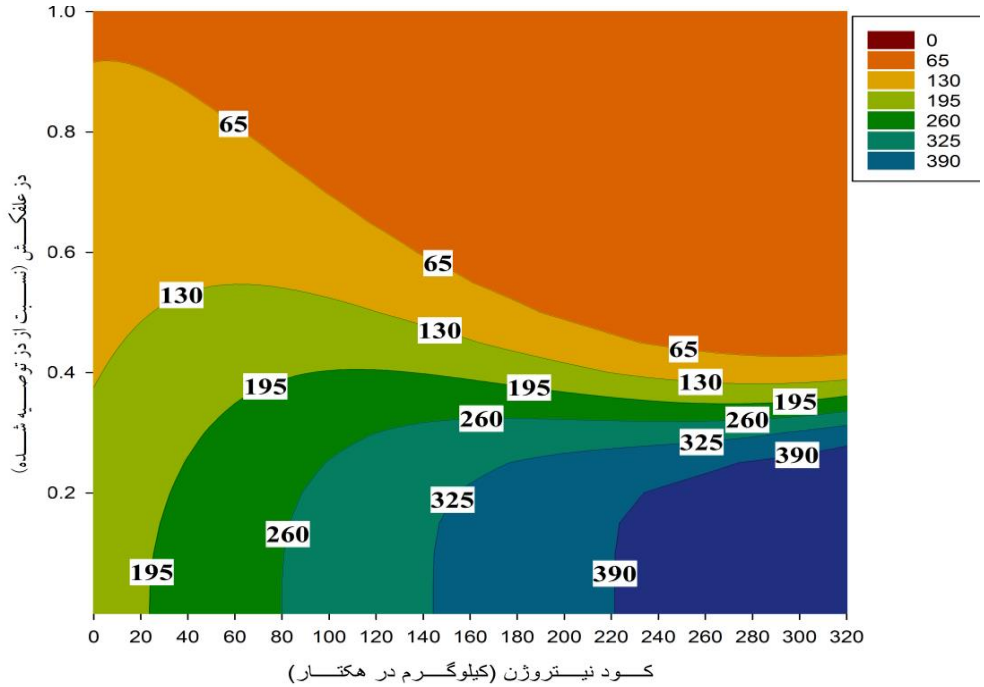
در پژوهشی دیگر مشاهده شد که در شرایط بدون مصرف علف‌کش با افزایش میـزان مصـرف نیتـروژن میـزان مـاده خشک ارشته خطایی(*Lepyrodiclis holosteoides Fenzl.*) در هر دو منطقه افزایش یافت، به‌طـوری کـه در شـرایط بدون مصرف نیتروژن میزان ماده خشک این علف هرز بین ۳۵۰ تا ۴۰۰ گرم در متـر مربـع بـود ولـی بـا افـزایش میـزان نیتروژن به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار میزان ماده خشک آن به بیش از ۱۲۰۰ گرم در مترمربع در هر دو منطقـه شـهریار و کرج افزایش یافت و با افزایش دز علف‌کش به بیش از ۲۰گرم در هکتار میـزان مـاده خشـک ارشـته خطـایی در مقـادیر بالاتر نیتروژن کاهش بیشتری نسبت به مقادیر پایین تر نیتروژن نشان دادند (۹).



شکل ۲- تغییرات زیست‌توده علف‌های هرز در شرایط آلوده به علف‌های هرز (W_0) در پاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن. خط مدل کوآدراتیک برازش داده شده به مقادیر W_0 در پاسخ به تغییر میزان مصرف کود را نشان می‌دهد.



شکل ۳- تغییرات دز مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه (ED_{50}) در پاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن. خط مدل نمایی برازش داده شده به مقادیر ED_{50} در پاسخ به تغییر میزان مصرف کود را نشان می‌دهد.



شکل ۴- دز علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌تیل مورد نیاز برای کاهش زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه به یک سطح معین برای سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن.

زیست‌توده گندم

زیست‌توده گندم در پاسخ به افزایش دز علف‌کش اُتللو اُو دی و کاهش توان رقابتی علف هرز یولاف زمستانه در سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن سیر افزایشی و کاهشی را نشان داد (شکل ۵). مدل سیگموئیدی چهار پارامتری (رابطه ۲) به‌خوبی این روند را توصیف کرد به‌طوری‌که ضریب تبیین این مدل بیشتراز ۹۸/. برآوردشد (شکل ۵). بر اساس پیش‌بینی‌های این مدل Y_{wi}(زیست توده گندم در شرایط آلوده به علف هرز) در زمان مصرف مقادیر صفر تا ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن بین ۲۴۹/۸۵ تا۳۹۸/۰۱ متغییر بود. تغییرات پارامتر Y_{wi}در پاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن با استفاده از یک رابطه نمایی افزایشی توصیف شد. به طوری که این مدل تغییرات Y_{wi}را با افزایش مصرف کود نیتروژن با ضریب تبیین ۰/۹۷ توصیف کرد(شکل۶). Y_{wf} (زیست توده گندم در شرایط عاری از علف هرز) در زمان مصرف مقادیر صفر تا ۳۲۰ کیلوگرم کودنیتروژن بین ۳۱۱/۳۹ تا ۶۴۱/۰۱ بود. CD_{50} (دز مؤثر مورد نیاز برای کاهش ۰/۵۰ از تأثیر رقابت علف هرز یولاف زمستانه بر زیست‌توده گندم) بین ۵۴ تا ۳۰ درصد از دزتوصیه شده علف‌کش پیش‌بینی شد. همچنین تغییرات CD_{50} در پاسخ به افزایش مصرف نیتروژن با یک رابطه‌ی نمایی کاهشی توصیف شد (شکل ۷).این رابطه در حدود ۰/۹۴ درصد از تغییرات CD_{50} با افزایش مصرف اوره را توجیه کرد. شیب منحنی سیگموئید بین ۰/۲۳ و ۰/۱۱ در سطوح مختلف مصرف کودنیتروژن متغیر بود (جدول۳).

با جایگذاری متوسط Y_{wi} و B در سطوح مختلف مصرف نیتروژن و روابط توصیف‌کننده تغییرات Y_{wf}و CD_{50}در پاسخ به افزایش مصرف نیتروژن بجای پارامترهای مذکور در مدل سیگموئیدی توصیف‌کننده رابطه بین زیست‌توده گندم و دزعلف‌کش، مدل نهایی برای توصیف تغییرات زیست‌توده گندم تحت تأثیر برهمکنش دزعلف‌کش و کود نیتروژن به شکل زیر به دست آمد:

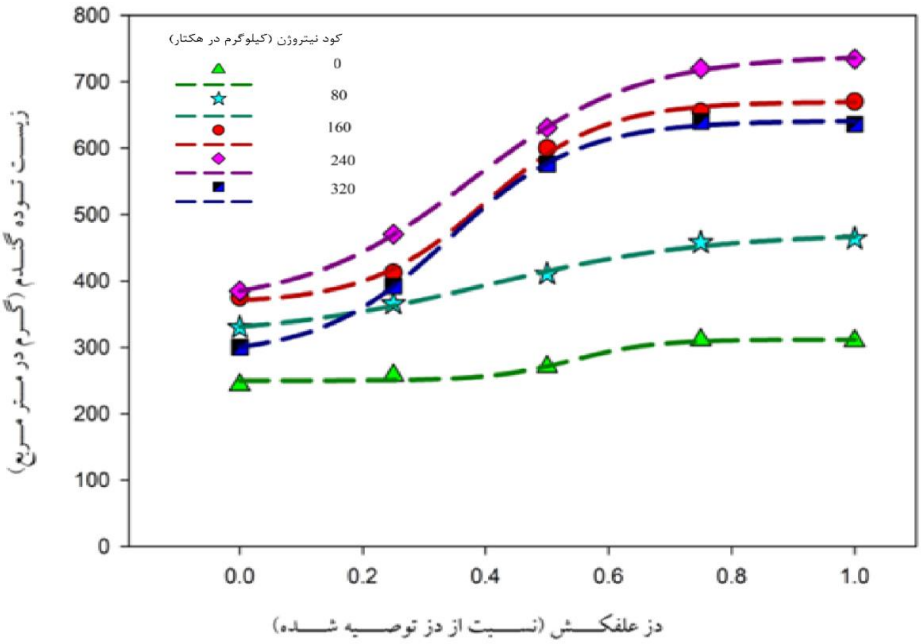
$$Y=\overline{Y}_{wi}+\frac{\left(Y_{wf0}+\alpha\left(1-\exp\left(-\beta N\right)\right)\right)-\overline{Y}_{wi}}{1+\exp\left(-\frac{dose-(yo-a*\exp(-b*x))}{B}\right)}$$

پیش‌بینی زیست‌توده گندم در پاسخ به برهمکنش دز علفکش اُتللو اُو دی و کود نیتروژن با استفاده از این رابطه در قالب نمودار کانتور ارائه‌شده است (شکل۸). بر اساس پیش‌بینی این مدل، زیست‌توده گندم در شرایط مصرف مقادیر بیشتر کود نیتروژن و دزهای بالاتر علفکش اُتللو اُو دی در حداکثر و در شرایط مصرف مقادیر کم کود نیتروژن و علف‌کش در حداقل بود. همچنین در شرایط مصرف مقادیر بیشتر کود نیتروژن تندی شیب کاهش زیست‌توده گندم در اثر رقابت با علف‌های‌هرز با کاربرد دزهای کاهش یافته علف‌کش شدیدتر از شرایط مصرف مقادیر کم نیتروژن بود. همچنین، برای دستیابی به زیست‌توده‌ای در حدود ۷۰۰ گرم در متر مربع با کاربرد ۱۸۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به همراه ۸۵ درصد دز توصیه شده علف‌کش یا کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و ۶۰ درصد دز توصیه شده علف‌کش و یا کاربرد ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار با ۶۵ درصد دز توصیه شده علف‌کش مقدور بود (شکل ۸).

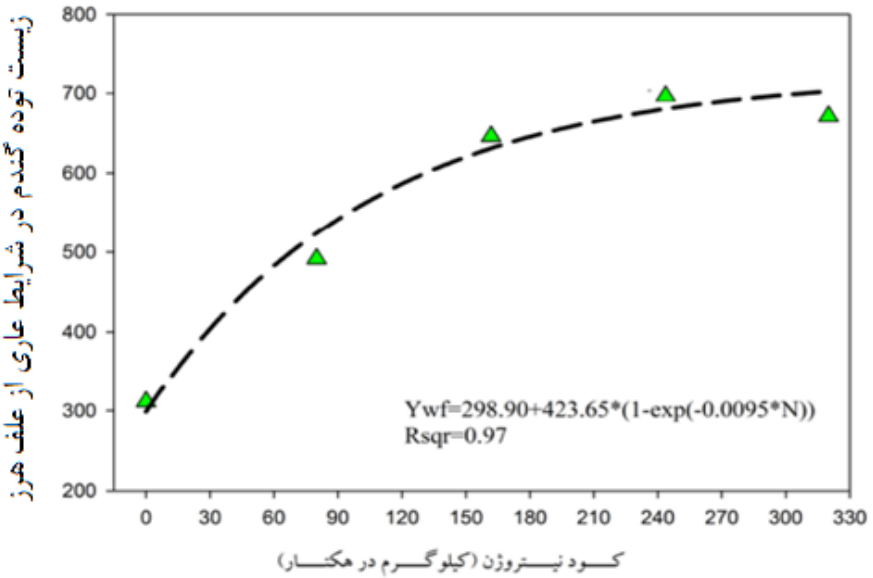
زیست‌توده گندم در شرایط مصرف مقادیر کم نیتروژن به‌طور قابل‌توجهی پایین بود. برای دستیابی به عملکردهای بهینه در گندم بسته به ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی خاک و گیاه زراعی کاشته شده درسال قبل بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نیاز است (۱۶). در این مطالعه، افزایش مصرف کود اوره منجر به افزایش قابل توجه مجموع زیست‌توده علف‌های هرز در واحد سطح شد. با افزایش میزان کاربرد نیتروژن، میزان اسیمیلات‌ها و انتقال آنها و در نتیجه انتقال علف‌کش افزایش می‌یابد زابالتا و همکاران (۲۳). کیم وهمکاران(۱۵) و مون وهمکاران (۱۸) نیاز به مصرف دزهای بالاتر علف‌کش را در شرایط آلودگی شدید مزرعه به علف‌های هرز گزارش کردند. زارع و همکاران (۳) نیز گزاش کردند که افزایش مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش زیست‌توده علف‌های هرز ذرت شد و در نتیجه دزهای بالاتری از علف‌کش نیکوسولفورون جهت کنترل علف‌های هرز لازم بود. گزارش‌شده است که دز-پاسخ علف‌کش برای کلزا (به‌عنوان علف‌هرز مدل) در شرایط تک‌کشتی تحت تاثیر مصرف نیتروژن قرار نگرفت، یعنی ED_{50} و B با تغییر مصرف نیتروژن ثابت بود (۱۶).

جدول۳- پارامترهای مدل سیگموئید برازش داده‌شده به زیست‌توده گندم در برابر دزهای کاهش‌یافته علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل در هر سطح از مصرف کود نیتروژن

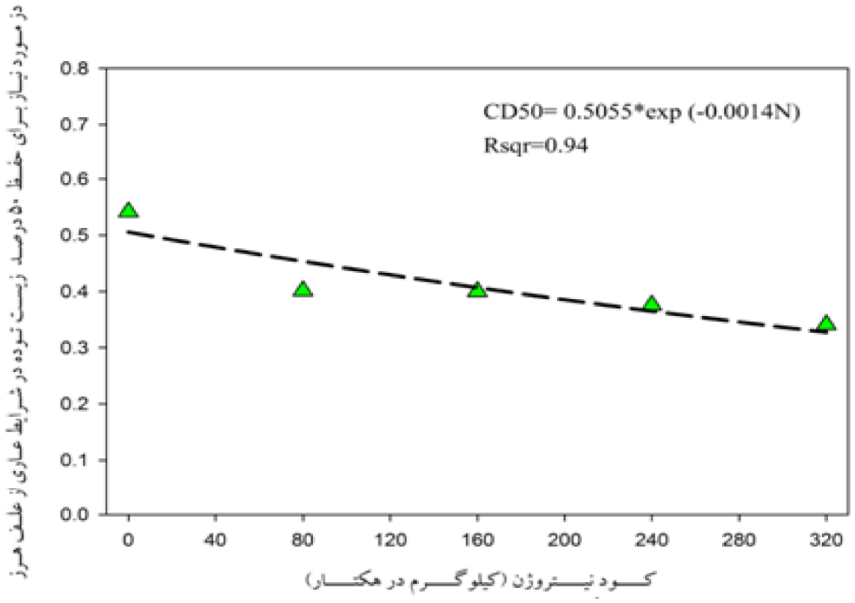
کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	پارامتر± خطای استاندارد برآورد				R^2
	زیست‌توده گندم در شرایط آلوده به علف هرز (گرم در متر مربع)	زیست‌توده گندم در شرایط عاری از علف هرز (گرم در متر مربع)	در مورد نیاز برای حفظ نیمی از حداکثر زیست‌توده گندم در شرایط عاری از علف هرز	شیب منحنی سیگموئیدی	
۰	۲۴۹/۸۵±۷/۸۵	۳۱۱/۳۹±۱۰/۵۷	۰/۵۴±۰/۰۸	۰/۱۸±۰/۱۰	۰/۹۸
۸۰	۳۱۶/۲۹±۲۲/۳۷	۴۱۷/۷۵±۱۳/۰۳	۰/۴۱±۰/۰۶	۰/۱۵±۰/۰۶	۰/۹۹
۱۶۰	۳۶۶/۶۷±۶۰/۸۰	۶۷۰/۰۴±۲۳/۶	۰/۳۸±۰/۰۹	۰/۲۳±۰/۰۶	۰/۹۸
۲۴۰	۳۷۵/۶±۱۱/۶	۷۳۹/۹۵±۱۰/۶	۰/۳۶±۰/۰۸	۰/۱۵±۰/۰۷	۰/۹۹
۳۲۰	۳۹۸/۰۱±۸/۶	۶۴۱/۰۱±۱۱/۱۰	۰/۳۳±۰/۰۱	۰/۱۱±۰/۰۱	۰/۹۹



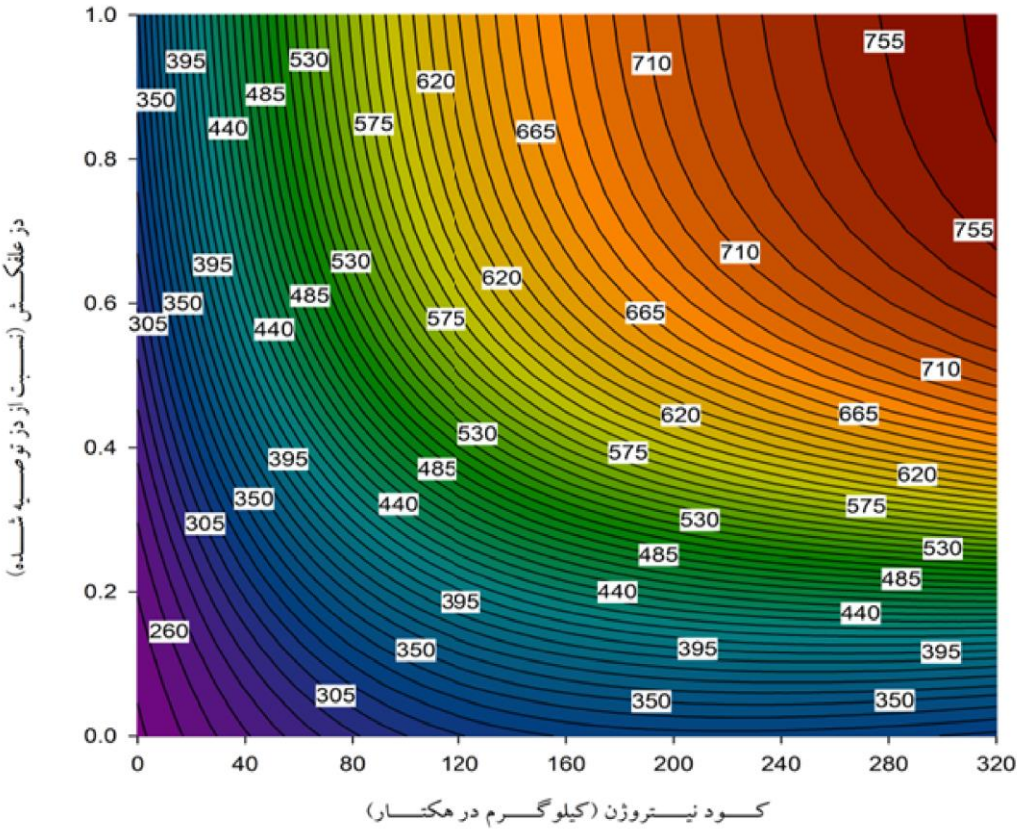
شکل ۵- منحنی سیگموئیدی برازش داده شده به زیست توده گندم در پاسخ به افزایش دزعلف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل در سطوح کود نیتروژن



شکل۶ - تغییرات Y_{wf} (زیست توده گندم در شرایط عاری از علف‌هرز) در پاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن

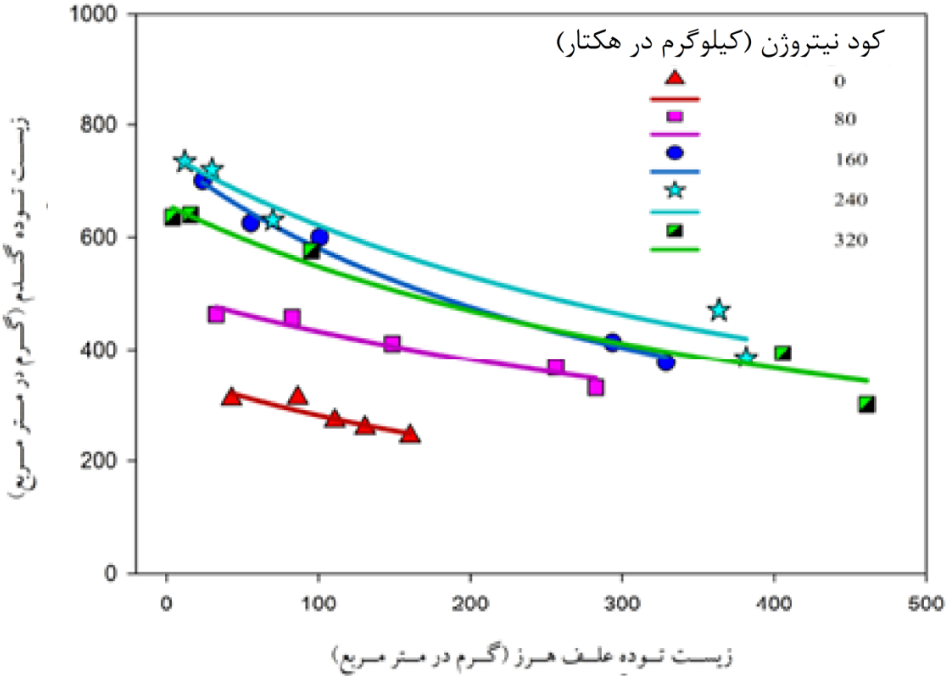


شکل ۷- تغییرات CD_{50} (دز مورد نیاز برای حفظ نیمی از حداکثر زیست‌توده گندم به‌دست‌آمده در شرایط عاری از علف‌هرز) در پاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن

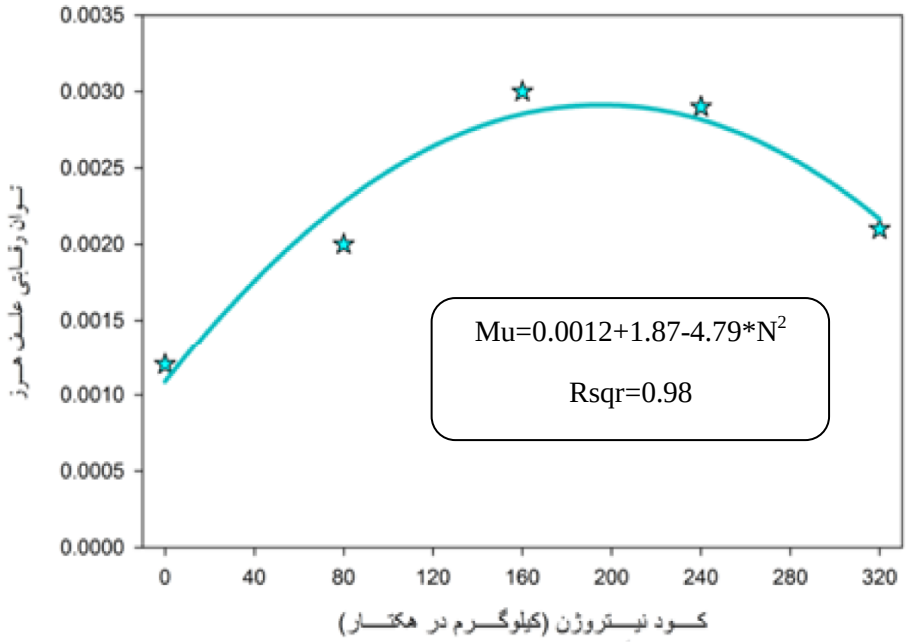


شکل ۸ - پیش‌بینی زیست توده گندم در شرایط رقابت با علف هرز تحت تأثیر دزهای کاهش‌یافته علف‌کش مزوسولفورون‌متیل+ یدوسولفورون متیل سدیم+ دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل و کود نیتروژن

رابطه بین زیست‌توده یولاف زمستانه و گندم در هر سطح از مصرف کود نیتروژن با استفاده از مدل هذلولی راست‌گوشه توصیف شد (شکل۱۱). پارامتر μ در این مدل توانایی رقابتی علف‌هرز در برابر گیاه زراعی و عکس این پارامتر زیست‌توده‌ای از علف هرز که در شرایط رقابت منجر به ۵۰ درصد افت زیست‌توده گیاه زراعی می‌شود را نشان می‌دهد. پارامتر μ برای سطوح مختلف مصرف نیتروژن به‌طور متفاوتی برآورد شد (شکل ۱۱). پارامتر μ درپاسخ به افزایش مصرف کود نیتروژن با تابعیت از یک رابطه‌ی درجه دوم توصیف شد .این مدل ۰/۹۸ از تغییرات μ با افزایش مصرف کود نیتروژن را توجیه کرد (شکل ۱۲). بر اساس این رابطه، پارامتر μ برای شرایط بدون مصرف کود معادل ۰/۰۰۱۲ برآورد شد و در شرایط مصرف ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به ۰/۰۰۲۱ رسید. بر اساس این مدل،مقدار μ با افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش و با مصرف ۱۵۷ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به حداکثر رسید و مصرف کود بیشتر از این حد باعث کاهش توان یولاف زمستانه شد (شکل۱۲). در پژوهشی مرتضی‌پور و همکاران (۸) گزارش کردند طبق پیش بینی مدل توان رقابتی توق در برابر سویا در حالت بدون کاربرد علف‌کش ۰/۳۵ بود که با افزایش دز علف‌کش کاهش یافت. پیش بینی مدل نشان داد که با کاربرد حدود۲۴ گرم علفکش ایمازتاپیر در هکتار توان رقابتی توق تا۰/۵۰ کاهش یافت. در پژوهشی یوسفی و همکاران (۱۰) با مطالعه برهمکنش بین دزهای کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر و تداخل چندگانه علف‌های هرز توق (*Xanthium strumarium*) و تاج‌خروس ریشه قرمز بر عملکرد دانه سویا گزارش کردند که توان رقابتی هر دو گونه با مصرف نیمی از دز توصیه شده به مقدار قابل توجهی کاهش یافت و به افت عملکرد کمتر سویا منتج گردید.



شکل ۱۱- مدل هذلولی راست‌گوشه برازش داده شده به زیست‌توده گندم در برابر زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه در سطوح مصرف کود نیتروژن



شکل ۱۲- تغییرات ضریب رقابتی علف‌های هرز (μ) با افزایش مصرف کود نیتروژن

نتیجه‌گیری

طبق نتایج این پژوهش، جهت کاهش میزان زیست‌توده علف هرز یولاف زمستانه به میزان زیست‌توده علف‌های هرز به کمتر از ۷۰ گرم در متر مربع در شرایط مصرف صفر، ۸۰، ۱۶۰، ۲۴۰ و ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بترتیب دز علف‌کش بیشتری از ۸۵، ۷۰، ۵۵، ۴۵ و ۴۰ درصد از دز توصیه شده علفکش لازم بود. همچنین بر اساس پیش‌بینی‌های مدل ترکیبی به دست آمده، بیشترین زیست توده گندم در متر مربع با کاربرد ۳۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به همراه ۱۰۰ درصد از دز توصیه شده علفکش و یا با کاربرد ۲۹۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار با ۸۵ درصد از دز توصیه شده علفکش مقدور بود.

منابع

۱-**اویسی، م.، رحیمیان مشهدی، ح.، باغستانی، م.، و علیزاده، ح. ۱۳۹۲**. پیش بینی رویش علف‌های هرز توق و تاج خروس در ذرت با مدل‌های زمان دمایی. دانش علف‌های هرز ایران، ۱۱(۱):۹۰-۷۷

۲-**ایزدی دربندی، ا.، راستگو، م.، و افریکان، ر.۱۳۹۴**. امکان سنجی کاهش مقدار کاربرد علف کش سولفوسولفورون (آپیروس) در گندم (*Triticum aestivum* L.) با کمک مدیریت کاربرد نیتروژن. مطالعات حفاظت گیاهان، ۴(۲۹):۵۸۱-۵۷۱

۳-**زارع، ا.، رحیمیان مشهدی، ح.، علیزاده، ح.، و بهشتیان مسگران، م. ۱۳۸۸**. واکنش علف های هرز مزارع ذرت به مقادیر مختلف کود نیتروژن و دزهای علفکش. سومین همایش علوم علف های هرز ایران بابلسر، مازندران. صفحه۲۱.

۴-**زند، ا.، باغستانی میبدی، م.، بیطرفان، م.،و شیمی، پ. ۱۳۸۹**. راهنمای کاربرد علف‌کش‌های ثبت شده در ایران، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۶۵ صفحه.

۵-زیدعلی، ا.، ناصری، ر.، میرزایی، ا.، و چیت بند، ع. ۱۳۹۵. بررسی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی گندم متاثر از تراکم و کاربرد علف‌کش‌ها. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۴(۴): ۸۵۶-۸۳۹.

۶-قرخلو، ج.، و زند، ا. ۱۳۸۹. مروری بر تحقیقات انجام شده پیرامون مقاومت علف‌های هرز به علفکش‌ها در ایران. مجموعه مقالات کلیدی یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی تهران. صفحه ۱۱۰.

۷-محمد دوست چمن آباد، ح. ۱۳۹۰. مقدمه ای بر اصول علمی و عملی کنترل علف‌های هرز، انتشارات جهاد دانشگاهی. ص ۲۳۶.

۸-مرتضی پور، ح.، اویسی، م.، وزان، س.، و زند، ا.۱۳۸۹. مدلسازی بر همکنش دز علف کش ایمازتاپیر و تراکم توق بر عملکرد سویا. دانش علف‌های هرز ایران، ۶ (۲): ۱۱-۱.

۹-یعقوبی، س.، آقاعلی خانی،م.، قلاوند، ا.، و زند، ا.۱۳۹۰. ارزیابی برهمکنش علف کش و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در رقابت با علف هرز ارشته خطایی (*Lepyrodiclis holosteoides Fenzl.*). دانش علف‌های هرز ایران، ۷ (۱):۳۱-۱۳

۱۰-یوسفی، ع.، علیزاده، ح.، باغستانی،م.، و رحیمیان، ح.۱۳۸۷. مدلسازی رقابت توأم توق (*Xanthium strumarium*) و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) در سویا. دانش علف‌های هرز ایران، ۴ (۲):۷۸-۶۹

11-Bajwa, A. A., Mahajan, G. and Chauhan, B.S. 2014. Nonconventional Weed Management Strategies for Modern Agriculture. Weed Science, 63(4):723-747.

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

13-Derakhshan, A. and Gherekhloo, J. 2013. Investigating cross-resistance of resistant-*Phalaris minor* to ACCase herbicides. Weed Research, 4: 15-25.

14-Heap, I. 2017. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: http://weedscience.org/summary/MOA.aspx.

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

16-Kim, D. S., Marshall, E. J. P., Caseley, J.C. and Brain, P. 2006b. Modelling interactions between herbicide dose and multiple weed species interference in crop–weed competition. Weed Research, 46: 175–184.

17-Lintell-Smith, G., Watkinson, A. R. and Firbank, L.G. 1991. The effects of reduced nitrogen and weed-weed competition on the populations of three common cereal weeds. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Weeds. Brighton, UK. 135–140 p.

18-Moon, B.C., Kim, J. W., Cho, S.H., Park, J.E., Song, J.S. and Kim, D.S. 2014. Modelling the effects of herbicide dose and weed density on rice-weed competition. Weed Research, 54:484–491.

19-Sterling, T. M., Balke, N.E. and Silverman, D. S. 1990. Uptake and accumulation of the herbicide bentazon by cultured plant cells. Plant Physiology, 92: 1121-1127.

20-Stoate, C., Boatman, N.D., Borralho, R.J., arvalho, C.R., de Snoo, G.R. and Eden, P. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. Journal of Environmental Management, 63:337–365.

21-Waggoner, J. K., Henneberger, O. K., Kullman, G. J., Umbach, D.M., Kamel, F., Beane Freeman, L.E., Alavanja, M.C.R., Sandler, D.P. and Hoppin, J.A. 2012. Pesticide use and fatal injury among farmers in the agricultural health study. International Archives of Occupational and Environmental Health, 86: 177–187.

22-Wright, K. J. and Wilson, B. J. 1992. Effects of nitrogen on competition and seed production of *Avena fatua* and *Galiuma parine*in in winter wheat. Applied. Biology, 30: 1051–1058.

23-Zabalza, A., Gaston, S., Ribas-Carbó, M., Orcaray, L., Igal, M. and Royuela, M. 2006. Nitrogen assimilation studies using 15N in soybean plants treated with imazethapyr, an inhibitor of branched-chain amino acid biosynthesis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54:18-23.

24-Zhao, B., Liu, Z., Ata-Ul-Karim, S.T., Xiao, J., Liu, Z., Qi, A., Ning, D., Nan, J. and Duan, A. 2016. Rapid and nondestructive estimation of the nitrogen nutrition index in winter barley using chlorophyll measurements. Field Crops Research, 185: 59–68.

Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 9, No. 2, Autumn 2019

Quantification the effects of reduced herbicide doses and nitrogen levels on wheat-*Avena ludoviciana Duriu* competition

Iman Ahmadi[*1], Abdolmahdi Bakhshandeh [2], Mohmmad-Hossein Gharineh[3]

1- Ph.D. Candidate of Plant Production and Genetic Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Professor of Plant Production and Genetic Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Associate Professor of Plant Production and Genetic Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University

Corresponding Author; Email: imanahmadi200@gmail.com

(Received: 25 July 2019; Accepted: 22 September 2019)

Abstract

A better understanding of factors affecting competition between wheat and weeds can facilitate the development of more effective crop management methods. In order to quantification wheat- *Avena ludoviciana Duriu* competition in response to nitrogen and Othello OD herbicide. A field experiment in 2018-19 was conducted as split plots in a randomized complete block design with four replications at Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Nitrogen fertilizer in included five levels of 0, 80, 160, 240 and Unconventional consumption 320 kg ha^{-1} of Nitrogen fertilizer was considered as the main plot and the herbicide dose of Othello OD herbicide in five levels of 0, 0.25, 0.5, 0.75, and 1 times the recommended dose (The recommended dose of herbicide is 1.6 L ha^{-1}) was considered as the sub plot. The results showed the dose required for 50% reduction of weed biomass in non-fertilized conditions, was equal to 75% of the recommended herbicide was used. That with increasing nitrogen fertilizer consumption led to lower herbicide dose. So that by consumption 320 kg N ha^{-1} reached 37% of the recommended dosage of this herbicide. Also, to achieve about 700 g m^{-2} of wheat biomass, using 185 kg ha^{-1} of nitrogen fertilizer plus 85% of the recommended herbicide dose, or applying 320 kg ha^{-1} of nitrogen fertilizer and 65% of the recommended dose of herbicide.

Keywords: competition, herbicide, nitrogen, weed management