مطالعه برخی صفات مورفولوژیک برنج تحت تأثیر علف‌کش پنوکسلام

ولی‌اله معاذی‌کجل [۱]، بیژن یعقوبی [۲]، محمدعلی باغستانی [۳] و مهدی مهرپویان [۴]
۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه.
۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات برنج کشور.
۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور.
۴- دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میانه.
* drmmehrpouyan@gmail.com

چکیده

طی آزمایشی مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۰، صفات مورفولوژیک دو رقم خزر و هاشمی تحت تأثیر پنج دُز مصرفی علف‌کش جدید پنوکسولام به مقادیر ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۲ و ۴۸ گرم ماده موثره، همراه با شاهد بدون وجین و شاهد دوبار وجین مورد بررسی قرار گرفتند. روند رشد با برازش مدل‌های رگرسیونی به داده‌های ارتفاع، تعداد پنجه و وزن خشک نشان داد که افزایش دز علف‌کش سبب کاهش صفات مذکور گردید و دو رقم در مرحله رویشی دارای روندی مشابه بودند. اندازه‌گیری صفات فوق‌الذکر در زمان برداشت نشان داد که رقم هاشمی قادر به بازیابی مجدد بود و گیاه‌سوزی مرحله رشد رویشی به مرحله زایشی در این رقم منتقل نگردید، در حالی‌که در رقم خزر گیاه‌سوزی مرحله رویشی به مرحله برداشت انتقال یافت و کاهش معنی‌دار ارتفاع، پنجه و زیست توده را موجب شد.

کلمات کلیدی: پنوکسولام، برنج، علف‌کش، علف‌های‌هرز، مورفولوژیک.

مقدمه

آیین نامه‌های حفاظت محیط زیست کشاورزان را به استفاده کمتر از نهاده‌های شیمیایی از جمله علف‌کش‌ها سوق می‌دهد (Kim *et al.*,2006). هدف کشاورز از مصرف علف‌کش کنترل مطلوب علف‌های‌هرز است، اما قادر به ارزیابی اثرات سوء علف‌کش بر برنج نبوده و هرگونه علائم نامتعارف بر گیاه زراعی را به بیماری و کمبود عناصر غذایی مرتبط می‌داند. به عبارت دیگر مصرف علف‌کش در هر شرایطی را برای برنج بی‌خطر می‌داند. بنابراین واکنش متفاوت ارقام از نکاتی است که کشاورزان در مدیریت مزرعه می‌بایست مورد توجه قرار دهند. واکنش متفاوت ارقام برنج به کاربرد دُزهای مختلف علف‌کش شامل اثرات نامطلوبی مانند کاهش رشد نشاءها، تولید پنجه‌های متراکم، غیرطبیعی یا بدشکل و دیرهنگام، تولید خوشه‌های نامتقارن و شکننده (سخت‌زائی خوشه) و کوتاه، کاهش تعداد دانه پر و افزایش تعداد دانه‌های پوک در خوشه و نیز تأخیر در رسیدگی و برداشت برنج می‌شود (یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین تغییر رنگ بوته‌های آسیب دیده به سبز تیره و زرد بیانگر خسارت در گیاه زراعی برنج است. به طور کلی خسارت عارضه از مرگ گیاهچه‌های آلوده در اول فصل تا کاهش عملکرد دانه در آخر فصل متغیر می‌باشد. در بررسی‌های یعقوبی و همکاران (۱۳۸۹)، کوتولگی ناشی از کاربرد تیوبنکارب در برنج نشایی به شدت تحت تأثیر دُز علف‌کش قرار داشت. هدف از این بررسی، مطالعه واکنش دو رقم برنج هاشمی و خزر که ارقام برنج زراعی غالب استان گیلان هستند به دز مختلف علف‌کش پنوکسولام بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل اول رقم (در دو سطح هاشمی و خزر) و دز علف‌کش پنوکسولام (شامل ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۲ و ۴۸ گرم ماده موثرهٔ در هکتار و شاهد با دوبار وجین و بدون وجین) بود. روش کشت نشائی و عملیات زراعی به روش رایج منطقه بود. علف‌کش طبق دستورالعمل فنی شرکت (Dow Agroscienes) ۷-۵ روز بعد از نشاکاری طبق عرف محل به‌صورت قطره‌پاشی (نمک‌پاش) مصرف گردید. در هنگام کاربرد علف‌کش‌ها ارتفاع آب در هر کرت حدود ۵ سانتی‌متر و تا ۷۲ ساعت از خروج آب جلوگیری شد. صفات مورد بررسی شامل اندازه‌گیری ارتفاع، تعدادپنجه و وزن خشک برنج در چهار هفته پس از نشاءکاری و زمان برداشت بود. تجزیه آماری داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. به دلیل معنی‌داری اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی تجزیه رگرسیونی داده‌ها جهت بررسی روند تغییرات با استفاده از نرم‌افزار Sigmaplot-11 انجام شد (تجزیه رگرسیون حاصل از برازش تابع دز-پاسخ مدل چهار پارامتره لجستیکو تجزیه رگرسیون حاصل از برازش مدل سه پارامتره گوس).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته برنج در هفته چهارم پس از نشاءکاری، تحت تاثیر دز علف‌کش گرفت (جدول-۱).

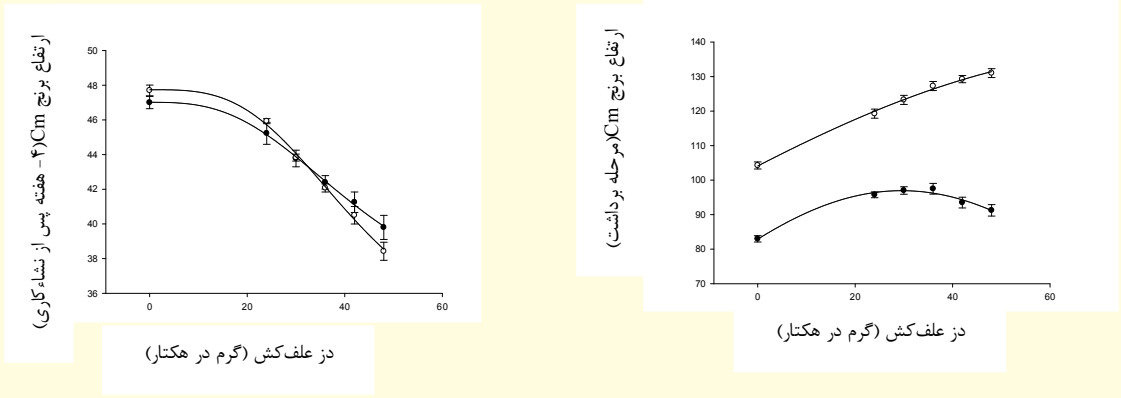
جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) واکنش دو رقم برنج هاشمی و خزر به دزهای مختلف علف‌کش پنوکسولام

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع ۱	ارتفاع ۲	پنجه ۱	پنجه ۲	وزن خشک ۱	وزن خشک ۲
بلوک	۳	۲/۷۷ ns	۱۷/۱۳ ns	۲ ns	۳۰۳ ns	۱۴/۵ ns	۲۸۷۸/۵ ns
رقم	۱	۰/ ۳۳ ns	۹۳۵۲/۰۸**	۴۱۴۴**	۴۱۴۴*	۱۶/۵ ns	۱۸۶۴۴**
خطای بلوک× رقم	۳	۰/۶۶	۶/۲۵	۵/۲	۲۲۶/۸	۹/۸	۵۳۰/۵
دز	۵	۷۴**	۹۱۲/۷۸**	۳۲۰۶**	۲۱۷۰/۷ **	۴۶**	۳۹۶۳/۲**
اثر دز× رقم	۵	۱/۳۴ ns	۱۳۰/۵۸ **	۶/۷ ns	۷۲۱/۹**	۲/۴**	۵۹۰/۹**
خطا	۳۰	۰/۶۴	۲/۶	۴/۱	۲۴	۰/۳	۳/۳۵
ضریب تغییرات (CV٪)		۱/۸	۱/۵	۲/۶	۳/۸	۳/۲	۲/۸

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ (۱: چهارهفته بعد از نشاء کاری و ۲: زمان برداشت)

برازش مدل چهار پارامتره لجستیک به داده‌های ارتفاع چهار هفته پس از کشت نشان داد که افزایش دز علف‌کش سبب کاهش ارتفاع برنج گردید و دو رقم برنج مورد بررسی دارای روند مشابهی بودند (شکل-۱). بیشترین ارتفاع در تیمار شاهد بدون وجین ۴۸/۲ سانتی متر و ۴۶/۲ سانتی‌متر به ترتیب در ارقام هاشمی و خزر و کمترین ارتفاع در بالاترین دز مورد مطالعه، ۳۰/۱ سانتی‌متر و ۳۶/۳ سانتی متر بود که به ترتیب بیانگر ۲۲٪ و ۳۸٪ کاهش ارتفاع در ارقام مورد بررسی بود (جدول-۲). ارتفاع برنج در زمان برداشت نیز تحت تأثیر رقم، دز علف‌کش و اثر متقابل رقم در دز قرار گرفت (جدول-۱). بیشترین ارتفاع رقم هاشمی۱۳۲/۲ سانتی‌متر و رقم خزر ۹۹/۳ سانتی‌متر بود و کمترین ارتفاع در شاهد بدون وجین در هر دو رقم هاشمی و خزر به ترتیب ۳۴ و ۳۵ سانتیمتر بود. در زمان

برداشت افزایش دز علف‌کش سبب افزایش ارتفاع برنج در رقم هاشمی، اما در رقم خزر افزایش دز تا ۳۰ گرم ماده مؤثره در هکتار سبب افزایش ارتفاع و مقدار بیشتر سبب کاهش ارتفاع برنج خزر شد. افزایش بیشتر ارتفاع در رقم هاشمی به دلیل کنترل بهتر علف‌های‌هرز و استفاده بیشتر این رقم از منابع است. بعلاوه این نتایج بیانگر تحمل بیشتر رقم هاشمی به علف‌کش پنوکسولام است. استفاده از علف‌کش و افزایش ارتفاع رقم خزر به مفهوم بهره‌گیری رقم فوق از منابع است، ولی کاهش ارتفاع با افزایش بیشتر دز بیانگر حساسیت بیشتر رقم خزر نسبت به هاشمی به علف‌کش پنوکسولام است. کمترین ارتفاع در مرحله برداشت در تیمار بدون وجین بدست آمد که بیانگر محدودیت شدید منابع در اثر رقابت علف‌های‌هرز با برنج است. در بررسی‌های زانگ و همکاران (۲۰۰۴) کلومازون در ۱۶ روز بعد از ظهور برنج، ۴۹ تا ۷۸ درصد کاهش ارتفاع را سبب گردید، اما کاهش ارتفاع در اوایل فصل به معنای کاهش عملکرد در تمام ارقام نبود. همچنین در این بررسی مشخص شد که اگرچه علف‌کش ممکن است به گیاه آسیب برساند، عملکرد می‌تواند به علت کنترل بهتر علف‌های‌هرز افزایش یابد (Zangh *et al*.,2004). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد پنجه در هفته چهارم پس از نشاءکاری تحت تأثیر رقم برنج و دز علف‌کش قرار گرفت (جدول-۱). برازش مدل چهار پارامتره لجستیک نشان داد که افزایش دز علف‌کش سبب کاهش تعداد پنجه برنج گردید و دو رقم برنج مورد بررسی دارای روند مشابهی بودند. بیشترین تعداد پنجه در تیمار شاهد بدون وجین، ۱۱۰ پنجه در مترمربع و ۹۵ پنجه در مترمربع به ترتیب در ارقام هاشمی و خزر بود. کمترین تعداد پنجه در بالاترین دز مورد مطالعه به ترتیب، ۵۵ و ۲۷/۶ پنجه در مترمربع بود که به ترتیب بیانگر ۵۰٪ و ۳۱٪ کاهش به ترتیب در ارقام هاشمی و خزر است. تعداد پنجه در زمان برداشت نیز تحت تأثیر رقم، دز علف‌کش و اثر متقابل رقم در دز قرار گرفت. بطور کلی تعداد پنجه در رقم هاشمی بیشتر از رقم خزر بود، بیشترین تعداد پنجه در رقم خزر ۱۳۰ پنجه در مترمربع بود، به‌طوری‌که با افزایش دز به بیشتر از ۳۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، روند کاهش تعداد پنجه در مترمربع در رقم خزر مشاهده شد.



شکل۱- بررسی روند تغییرات ارتفاع در دو رقم خزر (●) و هاشمی (○).

جدول۲- **خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون تغییرات ارتفاع (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند)**

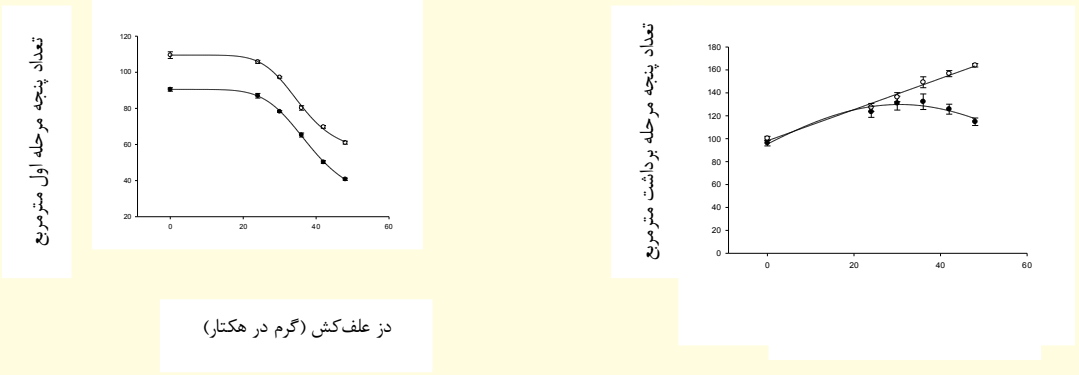
رقم برنج	ضرایب تجزیه رگرسیون در مرحله برداشت			
	a	b	x_0	R^2
خزر	۹۹/۳ (۰/۸)	۴۰/۶ (۱/۸)	۳۰/۵ (۰/۹)	۰/۹۸
هاشمی	۱۳۲/۲ (۰/۹)	۴۷ (۰/۱)	۴۴/۴ (۸/۱)	۰/۹۹

a حداکثر ارتفاع، b شیب خط و x_0 دزی از علف‌کش که در آن حداکثر ارتفاع بدست می‌آید.

رقم برنج	ضرایب تجزیه رگرسیون چهار هفته بعد از نشاء			
	min	max	ED_{50}	R^2
خزر	۳۴/۱ (۳/۳)	۴۷ (۰/۱)	۴۴/۴ (۸/۱)	۰/۹۹
هاشمی	۳۱/۸ (۵/۴)	۴۷/۷ (۰/۳)	۴۳/۴ (۹/۳)	۰/۹۹

min حداقل ارتفاع برنج، max حداکثر ارتفاع برنج، ED_{50} دزی از علف کش که در آن ۵۰٪ کاهش ارتفاع بدست می‌آید

در رقم هاشمی با افزایش دز علف‌کش تعداد پنجه روند افزایشی نشان داد (شکل-۲). بیشترین تعداد پنجه در متر مربع درمرحله برداشت دردو رقم خزر و هاشمی به ترتیب ۱۳۹ و ۱۷۴ پنجه در مترمربع بود. مطالعات استریت و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که تماس مستقیم ریشه برنج با علف‌کش کوئینکلوراک موجب آسیب گیاه می‌شود. ماج (۲۰۰۴) گزارش کرد که افزایش غلظت علف‌کش کلومازون بیشتر از مقدار توصیه شده موجب آسیب و کاهش تعداد پنجه‌های برنج در واحد سطح زمین شد. به منظور بررسی میزان مقاومت برنج به علف‌کش کلومازون، آزمایشی در سال ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ در ایستگاه تحقیقاتی مرکزی برنج در کرولی انجام شد، میزان مصرف کلومازون ۸۹۶ گرم در هکتار و بیشتر از میزان توصیه شده آن (۳۴۰ تا ۶۷۰ گرم در هکتار) بود. نتایج نشان داد که علف‌کش کلومازون موجب آسیب برنج، کاهش تعداد گیاهان هر کرت و تعداد پنجه‌های برنج در واحد سطح زمین در اوایل فصل شد. ارقام برنج در ۱۴ روز پس از تیمار تعداد پنجه کمتری داشتند، اما کاهش تعداد پنجه در اوایل فصل در زمان برداشت وجود نداشت (Mudge, 2004).



شکل۲- بررسی روند تغییرات تعداد پنجه در دو رقم خزر (●) و هاشمی (○) .
چهار هفته بعد از نشاءکاری برنج و مرحله برداشت و به ترتیب سمت چپ و راست.

جدول۳- خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون تغییرات پنجه .(اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند).

ضرائب تجزیه رگرسیون در مرحله برداشت				
رقم برنج	a	b	x_0	R^2
خزر	۱۲۹/۹ (۲/۳)	۳۸/۸ (۳/۵)	۳۰/۵ (۱/۸)	۰/۹۴
هاشمی	۱/۳ (۰/۰۵)	y_0=۹۷/۳ (۱/۹)		۰/۹۹

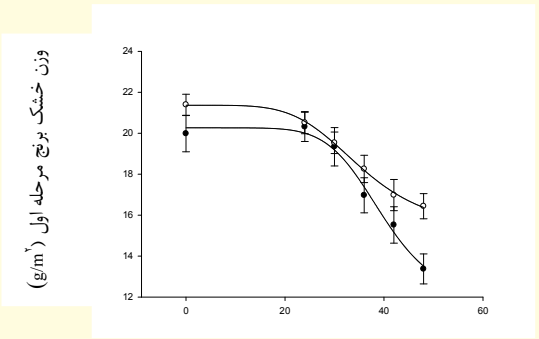
aحداکثر تعداد پنجه، b شیب خط و x_0 دزی از علف‌کش که در آن حداکثر تعداد پنجه در رقم خزر a شیب خطy_0 تعداد پنجه در شرایط بدون علف کش در رقم هاشمی بدست می‌آید.

ضرائب تجزیه رگرسیون چهار هفته بعد از نشاء				
رقم برنج	min	max	ED_{50}	R^2
خزر	۲۷/۶ (۲/۵)	۹۰/۵ (۰/۴)	۳۸/۲ (۰/۶)	۰/۹۹
هاشمی	۵۵ (۳/۶)	۱۱۰ (۱/۲)	۳۵/۶ (۰/۹)	۰/۹۹

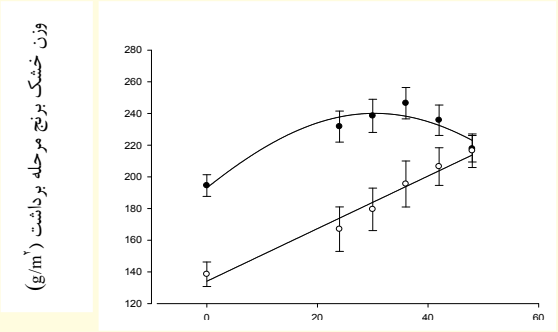
min حداقل پنجه برنج، max حداکثر پنجه برنج، ED_{50} دزی از علف‌کش که در آن ۵۰٪ کاهش پنجه بدست می‌آید.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن خشک در هفته چهارم پس از نشاءکاری تحت تأثیر دز علف‌کش و اثر متقابل رقم در دز قرار گرفت (جدول-۱). برازش مدل چهار پارامتره لجستیک به داده‌های وزن خشک چهار هفته پس از کشت نشان داد که افزایش دز علف کش، سبب کاهش وزن خشک برنج گردید و دو رقم برنج مورد بررسی دارای روند مشابهی بودند. امّا کاهش وزن خشک رقم خزر

بیشتر از رقم هاشمی بود. بیشترین وزن خشک در تیمار شاهد بدون وجین ۲۱/۳ و ۲۰/۲ گرم در مترمربع به ترتیب در ارقام هاشمی و خزر بود. کمترین وزن خشک در بالاترین دز مورد مطالعه ۱۵/۲ گرم در مترمربع و ۱۱/۶ گرم در مترمربع بود که به ترتیب بیانگر ۲۹٪ و ۴۳٪ کاهش وزن خشک به ترتیب در ارقام هاشمی و خزر است. در مرحله برداشت نیز وزن خشک برنج تحت تأثیر رقم، دز علف‌کش و اثر متقابل رقم در دز قرار گرفت (جدول-۱). تجزیه رگرسیونی داده‌ها نشان داد که بطور کلی مقدار وزن خشک در رقم خزر بیشتر از رقم هاشمی در تمام دزهای مورد بررسی بود، بیشترین مقدار وزن خشک۲۴۱/۷ گرم در مترمربع در رقم خزر بود. با افزایش دز به بیشتر از ۳۰ گرم ماده مؤثره در هکتار مقدار وزن خشک در رقم خزر دارای روند کاهشی بود، در حالیکه در رقم هاشمی با افزایش دز علف‌کش مقدار وزن خشک همواره روند افزایش نشان داد. روند این تغییرات با برازش مدل رگرسیونی گوس در رقم خزر و مدل خطی در رقم هاشمی قابل بیان بود، که بر اساس این مدل‌ها دو رقم مورد بررسی دارای واکنش متفاوتی به افزایش دز علف‌کش بودند. وزن خشک بیشتر در رقم خزر را می‌توان به طول دوره رشد طولانی‌تر آن نسبت داد، زیرا که رقم خزر دارای برگ‌های سبز و فعال تا زمان برداشت بود. در ارقام بومی زرد شدن و پیری برگ‌ها به مراتب زودتر اتفاق می‌افتد (یعقوبی و همکاران، ۱۳۸۸). جیتسوپالس و ویلیامز (۲۰۰۴) گزارش دادند که افزایش غلظت علف‌کش اگزادیارژیل در شرایط اشباع موجب کاهش وزن‌خشک برنج نسبت به شرایط غرقاب شد، به‌طوری که در غلظت‌های بالاتر، علائم سمیت شامل توقف و کاهش سرعت رشد و نیز ایجاد لکه‌های نکروزه بر ساقه اصلی و برگ‌های برنج بود (Gitsopoulos and Williams, 2004). روند تغییرات وزن خشک در چهار هفته پس از نشاءکاری با افزایش دز علف کش‌پنوکسولام روند نزولی و در زمان برداشت دارای روند افزایشی بود. همانند دیگر صفات مورد بررسی افزایش بیشتر دز علف‌کش سبب کاهش زیست‌توده خزر گردید، در حالیکه رقم هاشمی اثرات گیاه‌سوزی در زمان برداشت نشان نداد (شکل-۳ و جدول-۴). بررسی‌های ژانگ و همکاران، (۲۰۰۵) علی‌رغم گیاه‌سوزی علف‌کش در بیشتر ارقام برنج در اول فصل، آن‌ها قادر به ترمیم و بازیابی مجدد خود بودند (Zangh *et al*., 2005). به‌طور کلی بر اساس این آزمایش برنج رقم بومی دارای تحمل بیشتری نسبت به رقم خزر به علف‌کش پنوکسولام بود



دز علف‌کش (گرم در هکتار)



دز علف‌کش (گرم در هکتار)

شکل۳- بررسی روند تغییرات وزن خشک در دو رقم خزر (●) و هاشمی (○).

جدول۴ - خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون تغییرات وزن خشک (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند)

ضرائب تجزیه رگرسیون در مرحله برداشت					ضرائب تجزیه رگرسیون چهار هفته بعد از نشاء			
رقم برنج	a	b	x_0	R^2	رقم برنج	min	max	ED_{50}	R^2
خزر	۲۴۱/۷ (۳/۲)	۴۶/۱ (۴/۳)	۳۰/۸ (۱/۹)	۰/۹۴	خزر	۱۱/۶ (۲/۷)	۲۰/۲ (۰/۴)	۳۹/۷ (۴/۲)	۰/۹۹
هاشمی	۱/۷ (۰/۰۶)	y_0=۱۳۷/۳ (۲/۰۳)		۰/۹۹	هاشمی	۱۵/ ۲(۰/۵)	۲۱/۳ (۰/۱)	۳۵/۴ (۱/۵)	۰/۹۹

a حداکثر وزن خشک، b شیب خط و x_0 دزی از علف‌کش که در آن حداکثر وزن خشک در رقم خزر a شیب خط y_0 تعداد وزن خشک در شرایط بدون علف‌کش در رقم هاشمی بدست می‌آید.

min حداقل وزن خشک، max حداکثر وزن خشک، ED_{50} دزی از علف‌کش که در آن ۵۰٪ کاهش وزن بدست می‌آید

منابع

یعقوبی ب، مظاهری د، باغستانی م ع، علیزاده ح، عطری ع ر، ۱۳۸۸. بررسی ویژگی‌های مرفولوژیکی و شاخص‌های رشد ارقام بومی و اصلاح‌شده برنج در تداخل با علف‌هرز سوروف. مجله پژوهش و سازندگی. جلد ۲۳. شماره ۳. صفحه ۶۸-۵۴.

یعقوبی ب، ۱۳۹۰. بررسی اثر برخی علف‌کش‌ها در ایجاد عارضه کوتولگی در برنج. رساله دکتری تخصصی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۳۴ صفحه.

Bond J A, Walker T W, Webester E P, Buehring N W, Dustin L H, 2007. Rice cultivar response to Penoxsulam. Weed Technology. 21:961-965.

.Gitsopoulos T K, Williams R J F, 2004. Effects of oxadiargyl on direct-seeded rice and Echinochloa crus-galli under aerobic and anaerobic conditions. European Weed Research Society. 44:329–334

Mudge C R, 2004. Rice (*Oryza sativa*) cultivar tolerance to clomazone in water-seeded. A thesis submitted to the graduate faculty of the Louisiana State University. 79 P.

Street J E, Teresiak H, Boykin D L, Allen R L, 1995. Interaction between timings and doses of quindorac in rice. Weed Research. 35(2):75–79.

Zhang W, Webster E P, Blouin D C, Linscombe S.D. 2004. Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) cultivars to clomazone in dry- seeded culture. Weed Technology. 18. 73-76.

Zhang W, Webester E P, Chirostopher T..2005.Response of rice cultivar to V-10029. Weed Tecnology.19:307-311.