نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره سوم، ۱۳۹٤
http://jopp.gau.ac.ir

بررسی ویژگی‌های گونه تازه‌وارد سوروف‌آبی (*Echinochloa oryzoides*) و گونه شایع سوروف (*Echinochloa crus-galli*) در رقابت با برنج

***المیرا محمدوند[۱]، علیرضا کوچکی[۲]، مهدی نصیری محلاتی[۲]، عباس شهدی‌کومله[۳] و زینب اورسجی[۴]**

[۱]استادیار، گروه زراعت، دانشگاه گیلان، [۲]استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، [۳]عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، [٤]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۹

چکیده

سابقه و هدف: سوروف‌آبی زودرس (*Echinochloa oryzoides*) به‌عنوان یک گونه تازه‌وارد و در نتیجه یک مهاجم بالقوه در مزارع برنج استان گیلان مطرح است. بررسی خصوصیات رقابتی این‌گونه و مقایسه آن با گونه شایع سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، یکی از مهم‌ترین علف‌های‌هرز شالیزارهای استان گیلان، می‌تواند در تعیین امکان گسترش و مسئله‌ساز شدن آن در شالیزارها مفید واقع شود. لذا در این پژوهش خصوصیات رقابتی دو گونه علف‌هرز مذکور با برنج مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارها شامل گونه علف‌هرز (سوروف و سوروف‌آبی) و نسبت تراکم علف‌هرز: برنج (رقم هاشمی) در هرکپه (پنج سطح شامل ۰:٤، ۱:۳، ۲:۲، ۳:۱ و ٤:۰ (علف‌هرز: برنج)) بود. با جایگزینی گیاهچه‌های برنج و علف‌هرز در

*مسئول مکاتبه: mohammadvand@guilan.ac.ir

هر کپه، تراکم‌های مختلف ایجاد شد. جهت بررسی رشد و نمو برنج و علف‌هرز، ۵ مرحله نمونه‌برداری تخریبی به فواصل ١٤ روز و آخرین نمونه‌برداری در هنگام رسیدگی گیاه‌زراعی (۹۰ روز پس از نشاکاری) صورت گرفت.

یافته‌ها: حدود ۸ هفته پس از نشاکاری، بیشترین ارتفاع مربوط به سوروف‌آبی بود؛ اما در هنگام برداشت، ارتفاع سوروف بیشتر شد. ۱۰ هفته پس از نشاکاری، شاخص سطح برگ سوروف‌آبی کمتر از سوروف بود که بیانگر دوام سطح برگ کمتر این‌گونه است. در هنگام برداشت، حدود ۱۳ هفته پس از نشاکاری، وزن خشک برگ سوروف‌آبی بیشتر از سوروف و کل ماده خشک تولیدی این‌گونه کمتر از سوروف بود. به‌طورکلی گونه تازه‌وارد ارتفاع نهایی، دوام برگ و تولید زیست‌توده کمتری نسبت به سوروف داشت؛ اگرچه شروع پنجه‌دهی، توسعه برگ، غلاف‌روی و ظهور پانیکول در آن سریع‌تر رخ داد. افزایش سهم هر گونه در نسبت کاشت سبب افزایش عمدهٔ متغیرها به جز ارتفاع بوته شد؛ چنانکه افزایش تعداد گیاهچه سبب افزایش تعداد پنجه، سطح برگ، وزن خشک برگ و کل ماده خشک تولیدی در هر گونه شد. شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ و زیست‌توده در کلیه نسبت‌های کاشت در علف‌هرز بیشتر از برنج بود.

نتیجه‌گیری: رشد اولیه در گونهٔ تازه‌وارد سریع‌تر و دورهٔ رشد گیاه کوتاه‌تر از گونه شایع بود. ارتفاع نهایی، تعداد پنجه، شاخص سطح‌برگ، حداکثر وزن خشک برگ و زیست‌توده کل، بیانگر قابلیت رقابت بالاتر علف‌هرز نسبت به گیاه‌زراعی بود. به‌جز در نسبت یک‌علف‌هرز: سه‌برنج که تعداد نهایی پنجه مشابه بود؛ در تمام نسبت‌ها، علف‌هرز بر برنج برتری نشان داد؛ چنان‌که حضور تنها یک بوته علف‌هرز توانست تولیدی برابر و در بیشتر موارد، بالاتر از سه بوته برنج داشته باشد. این نتایج حاکی از آن است که گونه تازه‌وارد سوروف‌آبی همانند گونه شایع سوروف، توانایی رقابت بالایی با برنج دارد.

واژه‌های کلیدی: تهاجم علف‌های‌هرز، قابلیت رقابت، نسبت کاشت

مقدمه

تهاجم زیستی زمانی روی می‌دهد که موجود زنده‌ای وارد محل جدیدی شود. یک گیاه مهاجم می‌تواند هر نوع گونه‌ای باشد که به هر نوع زیستگاهی وارد شود. بنابراین همه نظام‌ها پتانسیل تهاجم‌پذیری دارند (۳۰). مهاجمان بالقوه در بوم‌نظام‌ها کشاورزی نه‌تنها باید از دشواری‌های شرایط آب و هوایی، رقابت با گیاه‌زراعی و علف‌خواران اجتناب کنند، بلکه باید با تخریب ناشی از عملیات زراعیِ کشاورزان، نظیر عملیات شخم، کاربرد علف‌کش و عملیات کاشت گیاه‌زراعی نیز مقابله کنند (١٤). گونه‌های مهاجم از نظر کشاورزان به‌عنوان علف‌هرز در نظر گرفته می‌شوند و زمان و هزینه زیادی صرف کنترل آن‌ها می‌شود. تداخل علف‌های‌هرز با رشد و توسعه گیاه‌زراعی می‌تواند از راه رقابت بر سر منابع موجود باشد (۱۱). بنابراین شناخت دقیق روابط پویای علف‌هرز با گیاه‌زراعی برای به‌کارگیری رهیافت‌های مدیریتی مستلزم بررسی رقابت میان گونه‌ها می‌باشد (۲۰). رقابت علف‌هرز- گیاه‌زراعی تحت تأثیر تراکم علف‌هرز قرار می‌گیرد (۲۸)؛ به‌طوری که خسارات نسبی گیاه‌زراعی اغلب فقط با تراکم علف‌هرز ارتباط دارد (۱۳). تراکم یا تعداد گیاهان در واحد سطح، یکی از مهم‌ترین عوامل برای مطالعهٔ رقابت می‌باشد؛ زیرا بین عملکرد گیاه، تعداد افراد و فراهمی منابع رابطه وجود دارد (۲۵).

رقابت علف‌هرز- گیاه‌زراعی یکی از علل عمده خسارت عملکرد در مزارع برنج به‌شمار می‌رود (٤) و عدم کنترل علف‌های‌هرز می‌تواند تا ۸۰ درصد عملکرد برنج را کاهش دهد (٢٦). گونه‌های مختلفی از جنس *Echinochloa* به‌عنوان علف‌هرز مزارع برنج شناخته می‌شوند که از آن جمله می‌توان سوروف (*E. crus-galli* L.) را نام برد. اگرچه گونه‌های دیگری از این جنس نیز وجود دارند که علف‌هرز مهم مزارع برنج محسوب می‌شوند. یکی از این گونه‌ها، سوروف‌آبی زودرس (یا سوروف‌برنج) (*E. oryzoides* (Ard) Fritsch Vasing) است. سوروف‌آبی زودرس گیاهی چهارکربنه و دارای قابلیت رقابت بالا است که می‌تواند کاهش عملکرد زیادی را حتی در تراکم‌های کم به‌بار آورد (۳). بایر و هیل (۱۹۹۲) اظهار داشتند که این گونه از نظر اقتصادی مهم‌ترین علف‌هرز در تولید برنج کالیفرنیا است (۳).

در زراعت برنج استان گیلان، سوروف یکی از علف‌های‌هرز مهم به شمار می‌رود؛ اگرچه اخیراً حضور سوروف‌آبی زودرس نیز از مزارع برنج استان گیلان گزارش شده است (۳۱). اثبات تفاوت یا تشابه دو گونه از نظر نیازهای نوری و حرارتی، واکنش به غرقاب، رشد و ساختار و خصوصیات رقابتی در طی فصل رشد ممکن است حداقل تا حدودی به تعیین درجه سازگاری گونهٔ تازه‌وارد با

شرایط محیطی منطقه و در نتیجه احتمال گسترش و مسئله‌ساز شدن آن در شالیزارهای گیلان کمک کرده و در راستای بهبود و تقویت توانایی متخصصان در طراحی راهکارهای مدیریت این گونه مفید واقع شود. بنابراین مجموعه مطالعاتی بر روی این‌گونه و نیز گونه شایع (سوروف) صورت گرفت (۱۷، ۱۸، ۱٦، ۱۵). در این مقاله، نتایج مطالعه مزرعه‌ای رقابت علف‌هرز- گیاه‌زراعی طی فصل رشد در نسبت‌های مختلف کاشت برنج و دو گونه *Echinochloa* ارائه شده است.

مواد و روش‌ها

جهت آماده‌کردن زمین اصلی، شخم اول حدود ۲ ماه قبل از اجرای آزمایش و شخم دوم در اواخر اردیبهشت‌ماه عمود بر شخم اول، انجام شده و سطح مزرعه ماله‌کشی و تسطیح شد. سپس با استفاده از نشانگرهای خطی، خطوط عمود بر هم به فواصل ۲۵×۲۰ سانتی‌متر در سطح مزرعه ایجاد شد تا نشاکاری در محل تلاقی این خطوط انجام شود. بعد از گذشت یک ماه از بذرپاشی، انتقال گیاهچه‌های برنج و علف‌هرز به زمین اصلی طی دو روز صورت گرفت. نشاکاری بلوک اول و دوم در یک روز و بلوک سوم در روز بعد انجام شد. نشاکاری با دست و طبق روش رایج در منطقه به تعداد چهار گیاهچه در هر کپه با تراکم ۲۰ کپه در مترمربع انجام شد. مساحت کرت‌ها ۷/۷ مترمربع و ابعاد آن‌ها ۵/۵ متر (شامل ۲۲ کپه) × ۱/٤ متر (شامل ۷ کپه) بود. برای تمایز کرت‌ها از یکدیگر ٤۰ یا ۵۰ سانتی‌متر فاصله بین آن‌ها از طریق عدم کاشت نشا بر روی ردیف میانی ایجاد شد. همچنین برای حذف اثر حاشیه‌ای یک ردیف از کناره‌های هر کرت به‌عنوان حاشیه در نظرگرفته شد.

تیمارهای آزمایشی شامل ترکیب فاکتوریل گونه علف‌هرز (سوروف و سوروف‌آبی) و نسبت تراکم علف‌هرز: برنج در هرکپه (پنج سطح شامل ٤:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:٤ (علف‌هرز: برنج)) بود؛ که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تراکم‌های مختلف برنج و علف‌هرز از جایگزین کردن گیاهچه‌ها در هر کپه حاصل شد. جهت اطمینان از حصول تراکم موردنظر، یک هفته بعد از کاشت، کلیهٔ کرت‌ها از نظر تعداد گیاهچهٔ برنج و علف‌هرز در هر کپه بررسی و درصورت نیاز اصلاح شدند.

آبیاری به‌صورت غرقابی و مطابق روش رایج در منطقه انجام شد. کوددهی بر اساس توصیهٔ کودی بخش تحقیقات خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد که شامل کاربرد ۱٤۰ کیلوگرم در هکتار اوره (٤٦ درصد نیتروژن) طی دو مرحله تقسیط (۱/۲ زمان نشاکاری و ۱/۲ زمان پنجه‌دهی)، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل (٤٦ درصد فسفر) در پایان مرحله آماده‌سازی زمین و کاربرد

۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم طی دو مرحله تقسیط (۲/۱ زمان نشاکاری و ۲/۱ زمان پنجه‌دهی) بود. وجین علف‌های‌هرز به‌صورت دستی مطابق روش رایج در منطقه در دو نوبت انجام شد. وجین اول دو هفته بعد از نشاکاری صورت گرفت. وجین دوم همراه با کوددهی سرک (اوره و سولفات پتاسیم) چهارهفته پس از نشاکاری صورت گرفت. جهت مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج مطابق توصیهٔ مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت، سم دیازینون ۱۰ درصد به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار در زمان اوج پرواز پروانهٔ این آفت در سطح مزرعه گرانول‌پاشی گردید. مبارزه با بلاست برگ برنج به علت عدم مشاهده آلودگی به‌این بیماری انجام نشد.

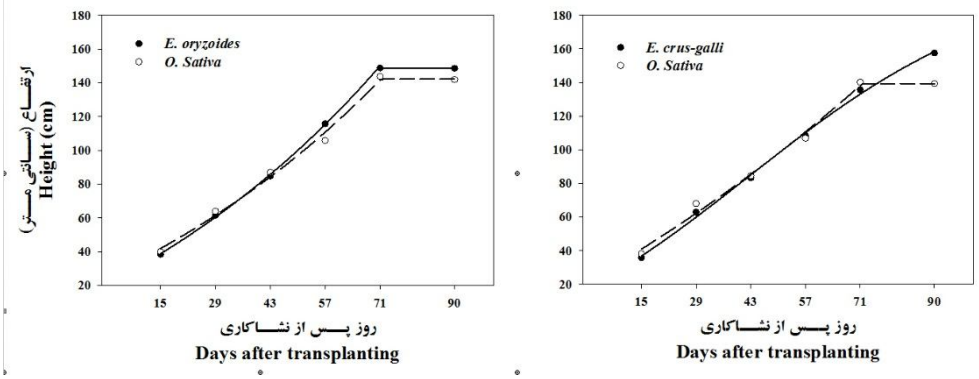
جهت بررسی اثر تیمارها بر رشد و نمو برنج و علف‌هرز، اولین نمونه‌برداری ۱۵ روز بعد از انتقال نشا و پس از آن به فواصل ١٤ روز (۵ مرحله نمونه‌برداری تا ۷۱ روز پس از نشاکاری) و آخرین نمونه‌برداری در هنگام رسیدگی گیاه‌زراعی (۹۰ روز پس از نشاکاری) صورت گرفت. نمونه‌برداری تخریبی در مراحل نمونه‌برداری از چهار کپه (۰/۲ مترمربع) و در هنگام رسیدگی از ۲۰ کپه (یک مترمربع) انجام شد. در هر مرحله نمونه‌برداری، مناطق تخریب‌شده در نمونه‌برداری‌های قبلی مورد استفاده قرار نگرفت و یک ردیف از بوته‌ها به‌عنوان حاشیه درنظر گرفته شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، پنجه‌های متعلق به هر گونه (برنج و علف‌هرز) در هر کپه از یکدیگر جدا شده و شمارش گردیدند. همچنین حداکثر ارتفاع بوته‌ها در هر کپه (ارتفاع تا نوک بلندترین برگ یا گل‌آذین درنظر گرفته شد) و وزن خشک کل هر گونه ثبت شد. اندازه‌گیری سطح‌برگ، طی فصل رشد (۵ نوبت) و با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج Li-Cor (LI-2500) انجام شد. جهت جلوگیری از جمع‌شدن برگ‌ها، برداشت بوته‌ها با ریشه انجام شده (به‌جز آخرین مرحله که خروج ریشه از خاک امکان‌پذیر نبود) و بلافاصله درون کیسه‌های پلاستیکی حاوی آب قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از اندازه‌گیری سطح برگ کلیه پنجه‌های هر کپه، برگ‌ها و ساقه‌ها به‌طور جداگانه و به تفکیک گونه (برنج و علف‌هرز) درون پاکت قرار گرفته و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. توزین وزن خشک برگ و ساقه در مراحل اولیه و نمونه‌های کوچک با ترازوی حساس با دقت یک‌ده‌هزارم گرم و در مراحل انتهایی با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی به دقت یک صدم گرم انجام شد.

تجزیه داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌طور جداگانه برای برنج و علف‌هرز انجام شد. همچنین جهت مقایسه برنج و علف‌هرز در هر تیمار، تجزیه با استفاده آرایش فاکتوریل اسپلیت که در آن گیاه برنج و علف‌هرز در کرت‌های اصلی، خرد شده بودند نیز صورت گرفت. پس از مرتب‌سازی داده‌ها در نرم‌افزار Excel، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از رویه مدل

خطی عمومی در نرم‌افزار SAS, ver. 9.1 انجام شد. در هر واحد آزمایشی (کرت) مقادیر صفت اندازه‌گیری شده شامل کل بوته‌های موجود از هر گونه (برنج یا علف‌هرز) در یک مترمربع بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. نمودار مقادیر صفات اندازه‌گیری شده طی فصل رشد، جهت بررسی روند تغییرات صفات موردنظر (شامل ارتفاع، تعدادپنجه، سطح برگ، وزن خشک برگ و مجموع وزن خشک) با استفاده از نرم‌افزار Sigma Plot, نسخه ۱۱ رسم شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: نسبت حضور گونه‌ها در مخلوط، تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع آن‌ها در طول فصل رشد نداشت. در مطالعه دیگری نیز استفاده از طرح سری‌های جانشینی در مطالعهٔ تداخل سه رقم برنج (رقم بازدارندهٔ علف‌هرز قوی و ضعیف و هیبرید دو رقم) و سوروف نشان داد که نسبت کاشت، اثری بر ارتفاع سوروف و برنج ندارد و در کلیهٔ نسبت‌های کاشت، ارتفاع سوروف بیشتر از برنج بود (۷).



شکل ۱- تغییرات ارتفاع برنج و علف‌هرز (سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)) طی مراحل نمونه‌برداری. نقاط نمایانگر میانگین ارتفاع برنج و علف‌هرز در نسبت‌های مختلف کاشت هستند.

Figure 1. Rice and weed (barnyardgrass (*E. crus-galli*) and watergrass (*E. oryzoides*)) height variations during sampling times. data points are means of rice and weed height in different planting proportions.

ارتفاع علف‌هرز و برنج و همچنین دو گونه علف‌هرز تا مرحله سوم نمونه‌برداری تفاوتی نداشت (شکل ۱)؛ اگرچه در حدود ۵۷ روز پس از نشاکاری ارتفاع سوروف‌آبی از سوروف و برنج بیشتر شد. به‌نظر می‌رسد این زمان آغاز دوره غلاف‌روی در این‌گونه باشد. در این مرحله سوروف و برنج همچنان ارتفاع مشابهی داشتند. ۷۱ روز پس از نشاکاری ارتفاع سوروف‌آبی همچنان از سوروف بیشتر

بود؛ اما تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای با گیاه‌زراعی نداشت. در این مرحله ارتفاع برنج و سوروف‌آبی ثابت شده و مقادیر اندازه‌گیری‌شده در هنگام برداشت تفاوت چندانی با مقادیر گزارش‌شده در ۷۱ روز پس از نشاکاری نداشت. اما در سوروف افزایش ارتفاع تا مرحله برداشت همچنان ادامه داشت. در هنگام برداشت، ارتفاع دو گونه‌هرز به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه‌زراعی بود. همچنین ارتفاع سوروف با میانگین ۱۶۲ سانتی‌متر بیشتر از سوروف‌آبی (۱۵۰ سانتی‌متر) و برنج (۱۴۰ سانتی‌متر) بود. مقایسه تک‌کشتی گونه‌ها هنگام برداشت نشان داد که ارتفاع سوروف (۱۶۲/۷۸ سانتی‌متر) از سوروف‌آبی (۱۴۹/۳۸ سانتی‌متر) و برنج (۱۴۲/۸۶ سانتی‌متر) بیشتر بوده و دو گونهٔ اخیر تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع با هم نداشتند.

ارتفاع گیاه با توانایی رقابت آن ارتباط دارد (۵). ارتفاع زیاد می‌تواند ضعف ناشی از داشتن شاخص‌سطح‌برگ کم‌تر را جبران کند (۱۰). توزیع سطح برگ در رقابت گیاه زراعی با علف‌های‌هرز از طریق تأثیر بر ارتفاع سطح فتوسنتزکننده ایفای نقش می‌کند (۱۲). استابر و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که ارقام نیمه پاکوتاه در مقایسه با ارقام دارای ارتفاع رایج، توانایی کمتری در رقابت تمام‌فصل با سوروف دارند (۲۷). اگرچه ارتفاع گیاه‌زراعی معمولاً با عمکرد همبستگی ندارد؛ زیرا ارقام پابلند حساس به ورس بوده و توانایی پنجه‌دهی کمتر و شاخص سطح‌برگ نسبتاً بزرگ‌تری دارند که سبب سایه‌دهی برگ‌ها می‌شود (۵).

تعداد پنجه: تولید پنجه در برنج و علف‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری و هنگام برداشت متفاوت بوده و در کلیه مراحل، میانگین تعداد پنجه علف‌هرز، بیشتر از برنج بود. همچنین تعداد پنجه در واحد سطح تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفت و افزایش سهم برنج در نسبت کاشت، تعداد پنجهٔ آن را در مقایسه با علف‌هرز به‌طور متفاوتی تحت‌تأثیر قرار داد (جدول ۱). در برنج (۱) و دو گونه علف‌هرز تعداد پنجه‌ها پس از رسیدن به یک مقدار حداکثر، با از بین رفتن تعدادی از پنجه‌های غیرمؤثر کاهش می‌یابد. در اولین نمونه‌برداری مشاهده شد که تعداد پنجه برنج در نسبت کاشت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) تفاوت معنی‌داری با تک‌کشتی برنج ندارد؛ همچنین نسبت‌های کاشت ۲:۲ و ۱:۳ (علف‌هرز: برنج) نیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند؛ اما پس از این مرحله تعداد پنجه برنج در چهار سطح تراکم به‌طور معنی‌داری متفاوت بوده و با افزایش بوته برنج در نسبت کاشت، تعداد پنجهٔ آن نیز افزایش یافت. در هنگام برداشت، افزایش آلودگیِ علف‌هرز به ۱، ۲ و ۳ بوته به‌ترتیب سبب ۴۳، ۶۷ و ۷۸ درصد کاهش تولید پنجه بارور (خوشه) در برنج نسبت به شاهد شد (جدول ۱). سوزوکی و سوتو (۱۹۷۵) اظهار داشتند که عدم کنترل علف‌های‌هرز، سبب افزایش سریع وزن آن‌ها

طی ٤٠ تا ٦٠ روز پس از نشاکاری شده و بازدارندگی شدیدی بر پنجه‌دهی برنج که عامل اصلی کاهش عملکرد است، اعمال داشت (۲۹). مون و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که سوروف سبب کاهش معنی‌دار تعداد پنجه برنج در مراحل اولیه رشد و تعداد سنبله‌ها و دیگر اجزای عملکرد مثل تعداد دانه‌ها و وزن هزار دانه در مراحل بعدی شد (۱۹).

در علف‌هرز نیز تعداد پنجه تحت تأثیر نسبت کاشت قرار گرفت. در اولین نمونه‌برداری افزایش تعداد علف‌هرز در نسبت‌کاشت، تعداد پنجه در واحد سطح را افزایش داد (جدول ۱). با بیشتر بودن تعداد بوته در واحد سطح، بیشتر بودن تعداد پنجه تولید شده بدیهی به‌نظر می‌رسد. تعداد پنجه بارور در هنگام برداشت تفاوت معنی‌داری بین چهار نسبت مختلف کاشت نشان داد. کاهش تعداد علف‌هرز به ۳، ۲ و ۱ بوته در نسبت کاشت، تولید نهایی پنجه علف‌هرز را در مقایسه با تک‌کشتی علف‌هرز به‌ترتیب ۱۷، ۳۰ و ٤٥ درصد کاهش داد. مقایسه کاهش مشاهده شده به‌ازای افزایش بوته‌های گونه رقیب نشان می‌دهد که توانایی رقابت هر بوته علف‌هرز بیشتر از برنج است.

۱۵ روز پس از نشاکاری و در نسبت کاشت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج)، تعداد پنجه برنج بیشتر از علف‌هرز بود. در این زمان احتمالاً تعداد گیاهچه بیشتر برنج در نسبت کاشت توانسته است پنجه بیشتری تولید کند؛ اما با پیشرفت فصل رشد این تفاوت از بین رفته و تنها یک بوته علف‌هرز توانست تعداد پنجه‌ای مشابه با ۳ بوته برنج تولید کند (۱٦۲ و ۱۷٦ پنجهٔ بارور در مترمربع به‌ترتیب در برنج و علف‌هرز در هنگام برداشت). با افزایش آلودگی علف‌هرز به ۲ و ۳ گیاهچه در نسبت کاشت، در کلیه مراحل و هنگام برداشت تولید پنجه در علف‌هرز به‌طور معنی‌داری بیشتر از برنج بود. این مقادیر برای برنج و علف‌هرز در هنگام برداشت به‌ترتیب ۹۵ و ۲۲۵ پنجه در مترمربع در نسبت‌کاشت ۲:۲ (علف‌هرز: برنج) و ٦۲ و ۲٦۸ پنجه در مترمربع در نسبت کاشت ۱:۳ (علف‌هرز: برنج) بودند. مقایسه تک‌کشتی برنج و علف‌هرز نشان داد که در ابتدای فصل رشد (اولین و دومین نمونه‌برداری) علف‌هرز پنجه بیشتری تولید می‌کند؛ اما از حدود ٤۳ روز پس از نشاکاری تعداد پنجه در دو گونه تفاوت معنی‌داری نداشت. تعداد پنجه بارور در تک‌کشتی سوروف‌آبی، سوروف و برنج فاقد تفاوت معنی‌دار و به‌ترتیب ۳۳۵، ۳۰۷ و ۲۸٦ پنجه بود. گزارش شده که تولید پنجه برنج و سوروف در تک‌کشتی تفاوت معنی‌داری ندارد؛ اما تغییر نسبت مخلوط سبب تغییر تعداد پنجه می‌شود (۷). در اولین نمونه‌برداری تعداد پنجه در سوروف‌آبی به‌میزان ۱٤۲ عدد در مترمربع و به‌طور معنی‌داری بیشتر از سوروف به میزان ۱۰۲ عدد در مترمربع بود. ولی پس از آن تفاوت معنی‌داری نشان نداد و در هنگام برداشت به‌ترتیب به ۲٦۰ و ۲۳٦ پنجه بارور در مترمربع رسید (داده‌ها نشان داده نشده است).

جدول ۱- تعداد پنجه (در مترمربع) در نسبت‌های مختلف کاشت برنج و علف‌هرز در مراحل نمونه‌برداری و هنگام برداشت.[a]

Table 1. Tiller number (no. m^{-2}) in different planting proportions of rice and weed in sampling and harvest times.[a]

نسبت علف‌هرز به گیاه‌زراعی proportion of weed to rice	مرحله نمونه‌برداری (روز پس از نشاکاری) Sampling times (days after transplanting, DAT)																	
	مرحله اول (۱۵ روز پس از نشاکاری) First (15 DAT)		تفاوت[b]	مرحله دوم (۲۹ روز پس از نشاکاری) Second (29 DAT)		تفاوت	مرحله سوم (۴۳ روز پس از نشاکاری) Third (43 DAT)		تفاوت	مرحله چهارم (۵۷ روز پس از نشاکاری) Fourth (57 DAT)		تفاوت	مرحله پنجم (۷۱ روز پس از نشاکاری) Fifth (71 DAT)		تفاوت	برداشت (۹۰ روز پس از نشاکاری) Harvest (90 DAT)		تفاوت
	برنج Rice	علف‌هرز Weed	Dif	برنج Rice	علف‌هرز Weed	Dif	برنج Rice	علف‌هرز Weed	Dif	برنج Rice	علف‌هرز Weed	Dif	برنج Rice	علف‌هرز Weed	Dif	برنج Rice	علف‌هرز Weed	Dif	برنج Rice	علف‌هرز Weed	Dif
3:1	94.17 [a]	61.67 [d]	**	188.89 [b]	197.86 [c]	**	263.33 [b]	270.00 [b]	ns	215.00 [b]	236.67 [b]	ns	173.33 [b]	188.33 [c]	ns	162.00 [b]	176.33 [d]	ns
2:2	49.17 [b]	93.33 [c]	**	111.11 [c]	251.11 [b]	**	145.00 [c]	363.33 [a]	**	136.67 [c]	335.00 [a]	**	111.67 [c]	240.00 [b]	**	95.33 [c]	225.00 [c]	**
1:3	36.67 [b]	142.50 [b]	**	68.89 [d]	386.67 [a]	**	83.33 [d]	420.00 [a]	**	66.67 [d]	380.00 [a]	**	58.33 [d]	271.67 [b]	**	62.00 [d]	268.00 [b]	**
تک‌کشی monoculture	108.33 [a]	190.83 [a]	**	317.78 [a]	403.33 [a]	*	400.00 [a]	433.33 [a]	ns	336.67 [a]	391.67 [a]	ns	283.33 [a]	326.67 [a]	ns	286.00 [a]	321.00 [a]	ns

[a] اعداد میانگین دو گونه علف‌هرز (سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)) می‌باشند؛ میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (در سطح احتمال ۰/۰۵)؛ [b] معنی‌دار بودن تفاوت برنج و علف‌هرز در هریک از نسبت‌های کاشت؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱؛ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار.

Values are means of two weed species (barnyardgrass (*E. crus-galli*) and watergrass (*E. oryzoides*)); Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the α=0.05 (LSD test); [b] significant differences of rice and weed in each planting proportions; * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively; ns: Non significant.

شاخص سطح برگ: شاخص سطح برگ برنج و علف‌هرز در طول فصل رشد متفاوت بوده و در کلیه مراحل در علف‌هرز بیشتر از برنج بود (شکل ۲). رسیدن به حداکثر توسعه سطح برگ در برنج زودتر از علف‌هرز صورت گرفت. شاخص سطح برگ دو گونه علف‌هرز تنها در ۷۱ روز پس از نشاکاری متفاوت و در سوروف معادل ۱/٦ و بیشتر از سوروف‌آبی (۱/۲) بود که بیانگر دوام سطح برگ بیشتر است. باتوجه به طولانی‌تر بودن دورهٔ رشد این علف‌هرز نسبت به سوروف‌آبی دوره طولانی‌تر دوام سطح برگ نیز قابل‌انتظار بود (شکل ۲). تولید کل ماده خشک و سطح‌برگ، فرآیندهای اصلی رشد رویشی هستند (۲٤) که می‌توانند جهت تجزیه و تحلیل رشد گونه‌های گیاهی مورد استفاده قرار گیرند. نقش پراهمیت سطح‌برگ در جذب نور سبب می‌شود که این عامل در نتیجهٔ رقابت بین گیاه‌زراعی و علف‌های‌هرز تعیین‌کننده باشد (۳۲). تولید سطح‌برگ بیشتر در گونه‌هایی که رشد سریع‌تری دارند نسبت به گونه‌های دارای رشد کندتر، می‌تواند به‌این گونه‌ها در تسخیر منابع رشد و قابلیت رقابت بیشتر کمک کند (۹).

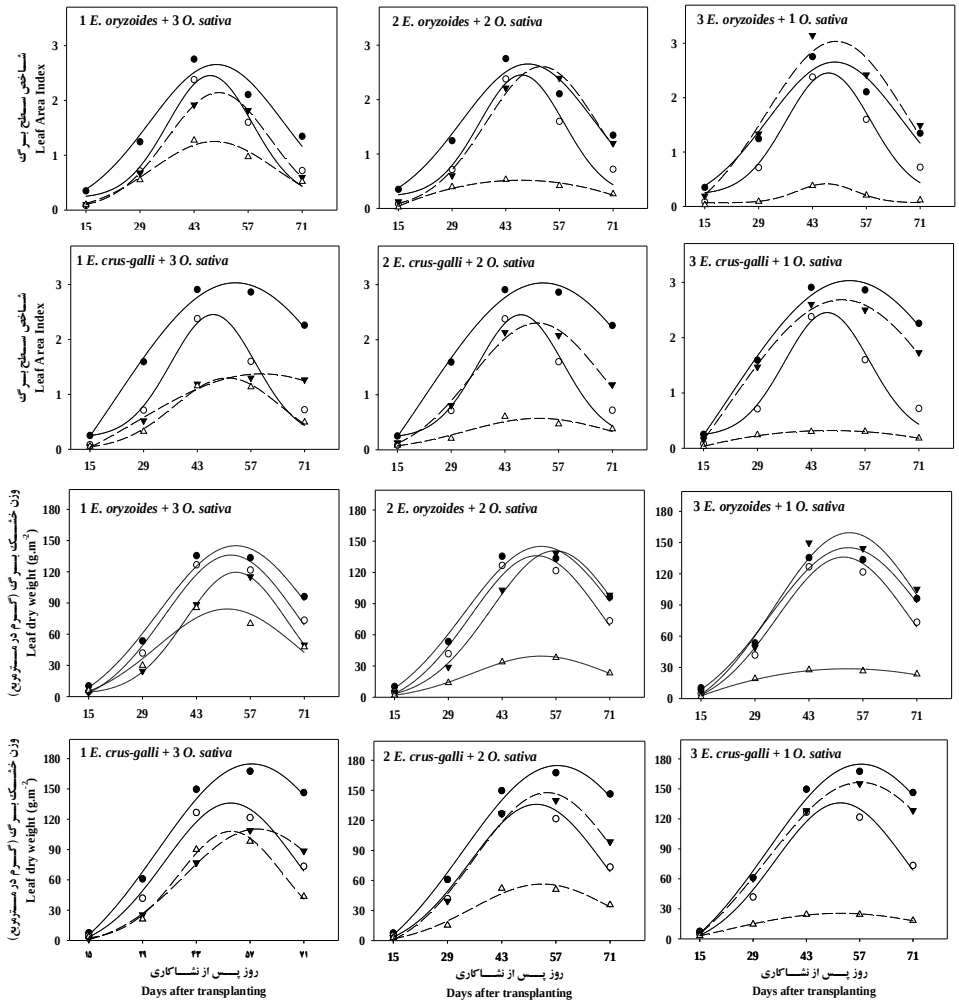
نسبت‌های مختلف کاشت نیز شاخص سطح برگ را تحت‌تأثیر قرار دادند؛ اگرچه این تأثیر در برنج و علف‌هرز متفاوت بود (شکل ۲). در گیاه‌زراعی برنج، شاخص سطح برگ در اولین نمونه‌برداری میان نسبت‌های کاشت ۳:۱ و ٤:۰ و همچنین بین تیمارهای ۱:۳ و ۲:۲ (علف‌هرز: برنج) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان نداد؛ اما پس از گذشت ٤۳ روز از نشاکاری تا آخرین نمونه‌برداری، افزایش تعداد در نسبت کاشت، شاخص سطح برگ را افزایش داد. در بررسی نمودارهای توسعهٔ سطح برگ به‌نظر می‌رسد که برنج در ٤۰ تا ۵۰ روز پس از نشاکاری به حداکثر توسعه سطح برگ رسیده باشد. در میان مراحل نمونه‌برداری بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در سومین نمونه‌برداری مشاهده شد. در این مرحله مقدار شاخص سطح برگ برنج در نسبت‌های کاشت ۱:۳، ۲:۲، ۳:۱ و ٤:۰ (علف‌هرز: برنج) به‌ترتیب ۰/۳٤، ۰/۵۷، ۱/۲۱ و ۲/۳۸ بود و تفاوت معنی‌داری بین کلیه سطوح تراکم علف‌هرز: برنج دیده می‌شد. در این مرحله افزایش آلودگیِ علف‌هرز به ۱، ۲ و ۳ بوته در نسبت کاشت به‌ترتیب سبب ٤۹، ۷٦ و ۸٦ درصد کاهش در مقدار شاخص سطح برگ برنج نسبت به شاهد شد. شاخص سطح برگ علف‌هرز با افزایش تعداد آن در نسبت کاشت، افزایش یافت؛ هرچند عموماً دو تراکم نزدیک به هم تفاوت معنی‌داری نداشتند.

وجود ارتباط قوی بین شاخص‌سطح‌برگ برنج در اوایل فصل‌رشد تحت شرایط عاری از علف‌هرز و وزن‌خشک سوروف‌آبی توسط گیبسون و همکاران (۲۰۰۳) گزارش شده است (۸). ایشان نتیجه

گرفتند که شدت بخشیدن به سرعت بسته‌شدن تاج‌پوشش می‌تواند کنترل گونه‌های علف‌هرز سوروف‌آبی را افزایش دهد. فیشر و همکاران (۲۰۰۱) نیز اظهار داشتند که پنجه‌زنی و سطح برگ برنج، توانایی رقابتی آن را تعیین می‌کند (٦). نی و همکاران (۲۰۰۰) زیست‌توده و سرعت رشد اولیه بیشتر، شاخص سطح‌برگ بالاتر و زیست‌توده بیشتر درهنگام پنجه‌زنی را در توانایی رقابت برنج با علف‌های‌هرز مهم دانستند. زیست‌توده برنج هنگام پنجه‌زنی به‌طور مستقیم بر زیست‌توده علف‌هرز تأثیر دارد و زیست‌توده اولیه، سرعت رشد گیاه و شاخص سطح برگ به‌طور غیرمستقیم از طریق زیست‌توده برنج، زیست‌تودهٔ علف‌هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۲).

وزن خشک برگ: وزن خشک برگ تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفته و در برنج و علف‌هرز با هم تفاوت داشت (شکل ۲). مشابه سطح‌برگ، مشاهده شد که رسیدن به حداکثر رشد برگ در برنج زودتر از علف‌هرز صورت گرفت. در هر دو گونه علف‌هرز و به‌ویژه در سوروف دوره دوام برگ بیشتر از برنج بود. از سوی دیگر در مرحله اول نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری در وزن خشک برگ دو گونه علف‌هرز وجود داشت و در سوروف‌آبی، ٦/٤٦ گرم در مترمربع و بیشتر از سوروف به مقدار ٤/۳۸ گرم در مترمربع بود. این نتایج نشان می‌دهد که در گونه تازه‌وارد رشد اولیه سریع‌تر بوده و دوره رشد گیاه کوتاه‌تر می‌باشد و گونه شایع دورهٔ رشد طولانی‌تری دارد.

وزن خشک برگ برنج در تک‌کشتی بیشتر از تیمارهای آلوده به علف‌هرز بود. تنها در اولین نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری میان نسبت‌های کاشت ۳:۱ و ٤:۰ (علف‌هرز: برنج) وجود نداشت. حداکثر وزن خشک برگ در گیاه زراعی بین مراحل سوم تا چهارم نمونه‌برداری یعنی حدود ٤۳ تا ۵۷ روز پس از نشاکاری مشاهده شد. در سومین نمونه‌برداری مقدار وزن خشک برگ برنج در نسبت‌های کاشت ۳:۱، ۲:۲ و ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۰، ۳٤ و ٦۹ درصد بود. گزارش شده که رقابت برنج و سوروف، سبب کاهش وزن‌خشک برگ‌ها و شاخص سطح برگ برنج می‌شود (۲۳). وزن خشک برگ علف‌هرز در نتیجهٔ تراکم بیشتر آن افزایش سریع‌تری در اوایل فصل رشد داشت؛ اگرچه عموماً دو تراکم نزدیک به هم تفاوت معنی‌داری نداشتند؛ اما دوام وزن خشک برگ تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت و در آخرین نمونه‌برداری، چهار تراکم علف‌هرز وزن خشک برگ مشابهی داشتند. بیشترین مقدار وزن‌خشک برگ، با در نظر گرفتن میانگین دو گونه علف‌هرز، در ۵۷ روز پس از نشاکاری مشاهده شد که در این هنگام کاهش تراکم علف‌هرز به ۲ و ۳ بوته در نسبت‌کاشت، کاهش معنی‌داری در وزن خشک برگ علف‌هرز ایجاد نکرد و در مخلوط ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) نسبت به تک‌کشتی علف‌هرز ۲٦ درصد کاهش پیدا کرد.

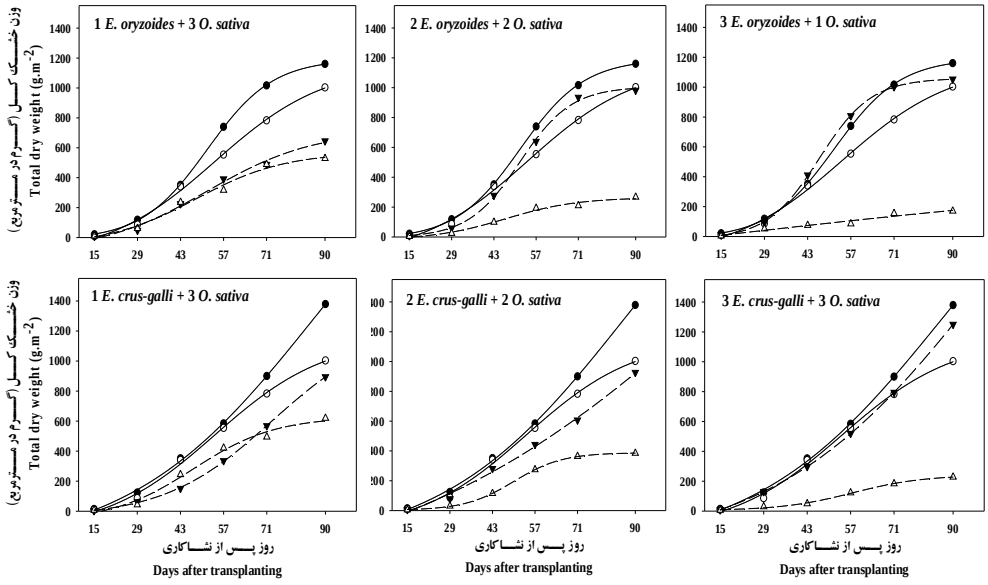


شکل ۲- تغییرات شاخص‌سطح‌برگ و وزن‌خشک‌برگ برنج و علف‌هرز (سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)) طی مراحل نمونه‌برداری در نسبت‌های مختلف کاشت. ● شاهد علف‌هرز، ○ شاهد برنج، ▼ علف‌هرز در مخلوط، △ برنج آلوده به علف‌هرز. برای رسم نمودارها ازتابع گوس چهارپارامتری، $y=y_0+a*exp(-.5*((x-x_0)/b)^2)$ استفاده شده است.

Rice and weed (barnyardgrass (*E. crus-galli*) and watergrass (*E. oryzoides*)) leaf area index and leaf dry weight variations during sampling times in different planting proportions. ● weed monoculture, ○ rice monoculture, ▼ weed in mixture, △ rice in mixture. Fitted lines are calculated from 4- parameter gaussian function ($y=y_0+a*exp(-.5*((x-x_0)/b)^2)$).

در نسبت کاشت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) در ۱۵ روز پس از نشاکاری وجود ۳ گیاهچه برنج در نسبت‌کاشت، وزن خشک برگ بیشتری را نسبت به یک گیاهچه علف‌هرز تولید کرد. اما یک گیاهچه علف‌هرز توانست این تفاوت را جبران نماید و در اواخر فصل رشد با داشتن دوام برگ بیشتر، وزن خشک برگ بالاتری نسبت به برنج داشته باشد. در نسبت کاشت ۲:۲ و ۱:۳ (علف‌هرز: برنج) وزن خشک برگ علف‌هرز در کلیه مراحل بیشتر از برنج بود. مقایسه تک‌کشتی دو گونه نشان داد که از میانهٔ فصل رشد به بعد و به‌ویژه در سوروف وزن خشک برگ علف‌هرز بیشتر از برنج است.

زیست‌توده: تولید ماده خشک در برنج و علف‌هرز متفاوت بوده و تحت اثر متقابل با نسبت‌کاشت و نیز گونه علف‌هرز قرار داشت. تولید زیست‌توده علف‌هرز در تمام طول فصل رشد بیشتر از برنج بود (شکل ۳). در اولین نمونه‌برداری وزن خشک تولیدشده توسط سوروف‌آبی به‌طور معنی‌داری بیشتر از برنج و علف‌هرز سوروف بود؛ اما دو گونه اخیر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. ۲۹ و ٤۳ روز پس از نشاکاری، تولید ماده خشک دو گونه علف‌هرز یکسان و به‌طور معنی‌داری بالاتر از برنج بود. اما در حدود ۵۷ روز پس از نشاکاری همراه با افزایش ارتفاع در گونه سوروف‌آبی، وزن خشک این‌گونه در واحد سطح نیز به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به سوروف و برنج افزایش یافت و تقریباً دو برابر شد. به‌نظر می‌رسد شروع دوره غلاف‌روی در این‌گونه زودتر از برنج و سوروف باشد. بررسی‌های مزرعه‌ای نیز ظهور زودتر خوشه در این‌گونه نسبت به برنج و سوروف را که مؤید این مطلب است، تأیید می‌کند. زمان ۵۰ درصد گلدهی به‌ترتیب در سوروف‌آبی، برنج و سوروف مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده است). ۷۱ روز پس از نشاکاری افزایش بیشتر وزن خشک سوروف نسبت به گونه دیگر علف‌هرز سبب شد که دو گونه علف‌هرز تفاوت معنی‌داری از نظر تولید ماده خشک نشان ندهند؛ و همچنان بر برنج برتری داشته باشند. در هنگام برداشت تولید مادهٔخشک در گونه شایع با ۵۵ درصد افزایش به ۱۱۱۳ گرم در مترمربع رسید که به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از گونه تازه‌وارد به‌میزان ۹٦۱ گرم در مترمربع بود. تولید ماده خشک در سوروف‌آبی ۱۲ درصد نسبت به مرحله قبل افزایش نشان داد. میانگین تولید ماده خشک در برنج ۵۱۵ گرم در مترمربع و به‌نحو معنی‌داری کمتر از دو گونه علف هرز بود.



شکل ۳- تغییرات وزن خشک‌کل برنج و علف‌هرز (سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)) طی مراحل نمونه‌برداری در نسبت‌های مختلف کاشت. ● شاهد علف‌هرز، ○ شاهد برنج، ▼ علف‌هرز در مخلوط، △ برنج آلوده به علف‌هرز. برای رسم نمودارها از تابع سیگموئیدی چهارپارامتری ($y=y_0+a/(1+\exp(-(x-x_0)/b))$) استفاده شده است.

Rice and weed (barnyardgrass (*E. crus-galli*) and watergrass (*E. oryzoides*)) total dry weight variation during sampling times in different planting proportions. ● weed monoculture, ○ rice monoculture, ▼ weed in mixture, △ rice in mixture. Fitted lines are calculated from 4- parameter sigmoidal function ($y=y_0+a/(1+\exp(-(x-x_0)/b))$).

تولید ماده خشک در برنج و سوروف‌آبی تحت تأثیر تعداد گیاهچه هر گونه در نسبت کاشت نیز قرار گرفت. تراکم علف‌هرز بر رقابت علف‌هرز- گیاه‌زراعی تأثیر می‌گذارد (۲۸). تغییر تراکم گیاه‌زراعی نیز می‌تواند رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز را تحت تأثیر قرار دهد. لذا افزایش تراکم محصول می‌تواند سهم گیاه زراعی از کل موجودی منابع را بالا ببرد و قابلیت دسترسی علف‌های‌هرز به آن را کم کند. (۲). مون و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که وزن خشک سوروف در اندازه‌گیری‌های اولیه (۳۰ و ٦۰ روز بعد از نشاکاری) با افزایش تراکم علف‌هرز (۰ تا ۱۰۰ بوته در مترمربع) بدون رقابت قابل‌توجه درون‌گونه‌ای به‌صورت خطی افزایش یافت، در حالی‌که وقتی

اندازه‌گیری ۹۰ روز بعد از نشاکاری انجام شد، در نتیجهٔ رقابت قابل‌توجه درون‌گونه‌ای به‌صورت هایپربولیکی افزایش یافت (۱۹). نی و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند که در تراکم‌های پایین سوروف، افزایش تراکم علف‌هرز، کاهش عملکرد را به‌سرعت افزایش می‌دهد، پس از آن با افزایش بیشتر تراکم علف‌هرز، سرعت کاهش عملکرد کندتر می‌شود و آن‌جا که کاهش عملکرد بیشتری مشاهده نمی‌شود، به حداکثر مقدار می‌رسد (۲۱).

در اولین نمونه‌برداری وزن خشک تولید شده برنج، تفاوت معنی‌داری میان نسبت‌های کاشت ۳:۱ و ٤:۰ و همچنین ۱:۳ و ۲:۲ (علف‌هرز: برنج) نشان نداد؛ اما پس از آن تا هنگام برداشت، تفاوت معنی‌داری بین چهار نسبت کاشت، مشاهده شد و با افزایش سهم برنج در نسبت کاشت، وزن خشک آن نیز افزایش یافت. در هنگام برداشت با افزایش تعداد برنج در نسبت کاشت به ۱، ۲ و ۳ بوته (به‌ترتیب تراکم‌های ۲۰، ٤۰ و ٦۰ بوته در مترمربع)، تولید مادهٔ خشک به‌ترتیب ۲۱، ۳٤ و ٦۰ درصد نسبت به شاهد (تراکم ۸۰ بوته در مترمربع) بود. در علف‌هرز تولید وزن خشک تحت تأثیر تعداد گیاهچه در نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفت و به‌طور کلی با کاهش سهم علف‌هرز در نسبت کاشت، تولید مادهٔخشک نیز کاهش یافت (شکل ۳). در هنگام برداشت با حضور علف‌هرز در نسبت کاشت به‌تعداد ۱، ۲ و ۳ بوته، تولید مادهٔ خشک علف‌هرز به‌ترتیب ٦۱، ۷۵ و ۹۱ درصد نسبت به‌تک‌کشتی بود. زیست‌توده یک پارامتر تلفیقی است که به‌طور مستقیم بر توانایی کسب منابع اثر می‌گذارد. در برنج دوره بحرانی رقابت در مراحل اولیهٔ رشد است. نی و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام چندمتغیره خطی نتیجه گرفتند که زیست‌توده علف‌های‌هرز به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر زیست‌توده بوته‌های برنج درهنگام پنجه‌زنی قرار می‌گیرد (۲۲).

در ۱۵ روز پس از نشاکاری، تولید مادهٔ خشک برنج در نسبت کاشت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) بیشتر از علف‌هرز بود که به‌واسطه بیشتر بودن تعداد گیاهچهٔ برنج در نسبت کاشت قابل انتظار بود. اما با پیشرفت فصل رشد این تفاوت از بین رفت و در هنگام برداشت یک بوته علف‌هرز توانست مادهٔ خشکی بیشتر از ۳ بوته برنج تولید کند. در نسبت‌کاشت ۲:۲ و ۱:۳ (علف‌هرز: برنج)، همواره برتری علف‌هرز مشاهده شد؛ اما تک‌کشتی دو گونهٔ برنج و علف‌هرز در هنگام برداشت وزن خشک مشابهی در واحد سطح تولید کرد. در بررسی تک‌کشتی گونه‌ها سوروف بر دو گونه دیگر برتری نشان داد و با تولید ۱۳۷۹ گرم ماده خشک در مترمربع (۱۳/۷۹ تن در هکتار) از برنج و سوروف‌آبی تولید بیشتری

داشت. عملکرد سوروف‌آبی نیز ۱۱٦۱ گرم ماده خشک در مترمربع (۱۱/٦۱ تن در هکتار) و به‌شکل قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از برنج (۹۵۹ گرم مادهٔ خشک در مترمربع معادل ۹/۵۹ تن در هکتار) بود.

نتیجه‌گیری

در هنگام برداشت، سوروف دارای ارتفاع بیشتری نسبت به سوروف‌آبی بود و این‌گونه نیز ارتفاع بیشتری از برنج داشت. اگرچه حدود ۵۷ روز پس از نشاکاری سوروف‌آبی بیشترین ارتفاع را داشت و غلاف‌روی و ظهور خوشه در این‌گونه سریع‌تر بود. همچنین تعداد پنجه سوروف‌آبی ۱۵ روز پس از نشاکاری به‌طور معنی‌داری بیشتر از سوروف بود؛ اگرچه پس از آن و در هنگام برداشت تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در این زمان وزن خشک برگ سوروف‌آبی، ٦/٤٦ گرم در مترمربع و بیشتر از سوروف به مقدار ٤/۳۸ گرم در مترمربع بود. این نتایج نشان می‌دهد که در گونه تازه‌وارد رشد اولیه سریع‌تر بوده و دوره رشد گیاه کوتاه‌تر می‌باشد. شاخص سطح برگ دو گونه علف‌هرز در ۷۱ روز پس از نشاکاری متفاوت و در سوروف معادل ۱/٦ و بیشتر از سوروف‌آبی (۱/۲) بود که بیانگر دوام سطح برگ بیشتر سوروف است. در گونه شایع دورهٔ رشد طولانی‌تر و کل ماده خشک تولیدی نیز بیشتر از گونه تازه‌وارد بود.

افزایش تعداد گیاهچه در نسبت‌های مختلف کاشت سبب افزایش تعداد پنجه، سطح برگ، وزن خشک برگ و کل ماده خشک تولیدی در هر گونه شد؛ اما در مقایسه گیاه‌زراعی برنج و علف‌هرز نسبت‌کاشت تأثیر چندانی نداشت؛ چنانکه با پیشرفت فصل رشد تفاوت تیمارها از بین رفته و شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ و کل ماده خشک در کلیه نسبت‌های کاشت در علف‌هرز بیشتر از برنج بود. برتری رقابتی علف‌هرز موجب شد که با پیشرفت فصل رشد، حتی یک گیاهچه علف‌هرز بتواند رشدی برابر یا بیشتر از ۳ گیاهچه برنج داشته باشد. شباهت گیاهچه سوروف‌آبی به برنج که حتی از شباهت سوروف به برنج نیز بیشتر است، امکان کشت علف‌هرز همراه با گیاهچه برنج را محتمل می‌سازد. از آنجا که در نشاکاری برنج چند گیاهچه در یک کپه کشت می‌شود و باتوجه به این واقعیت که علی‌رغم کاربرد علفکش‌های انتخابی در خزانه، عموماً بعضی گیاهچه‌های علف‌هرز قادر به فرار از عملیات کنترل شده و همراه با گیاهچه‌های برنج به زمین اصلی منتقل می‌شوند و نیز افزایش روزافزون پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها و ظهور بیوتیپ‌های مقاوم به علف‌کش در بسیاری گونه‌های علف‌هرز از جمله سوروف و سوروف‌آبی، اهمیت انتقال علف‌هرز از خزانه افزایش می‌یابد. زیرا حتی یک گیاهچه علف‌هرز که از خزانه به زمین اصلی منتقل شود، می‌تواند خسارت قابل‌ملاحظه‌ای ایجاد کند.

منابع

1. Akhgari, H. 2004. Rice: Agronomy, Ratooning, Nutrition. Islamic Azad University Press. 481p. (In persian)
2. Aldrich, R.J. 1984. Weed-Crop Ecology: Principles in Weed Management. North Scituate, MA: Breton. Pp: 189–214.
3. Bayer, D.E., and Hill, J.E. 1992. Weeds. In: Integrated Pest Management for Rice. Flint, M.L., Ohleneger, B.P.O. (Eds.), Publication 3280. University of California Statewide Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resource.
4. Cao, Q.J., Li, B., Song, Z.P., Cai, X.X., and Lu, B.R. 2007. Impact of weedy rice populations on the growth and yield of direct-seeded and transplanted rice. Weed Biol. Manag. 7: 97–104.
5. Chung, I.M., Ahn, J.K., and Yun, S.J. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Crop Prot. 20: 921–928.
6. Fischer, A.J., Ramirez, H.V., Gibson, K.D., and Da Silveira Pinheiro, B. 2001. Competitiveness of semidwarf upland rice cultivars against palisadegrass (*Brachiaria brizantha*) and signalgrass (*B. decumbens*). Agron. J. 93: 967–973.
7. Gealy, D.R., Estorninos, Jr. L.E., Gbur, E.E., and Chavez, R.S.C. 2005. Interference interactions of two rice cultivars and their F3 cross with barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in a replacement series study. Weed Sci. 53: 323–330.
8. Gibson, K.D., Fischer, A.J., Foin, T.C., and Hill, J.E. 2003. Crop traits related to weed suppression on water-seeded rice (*Oryza sativa* L.). Weed Sci. 51: 87–93.
9. Horak, M.J., and Loughlin, T.M. 2000. Growth analysis of four Amaranthus species. Weed Sci. 48: 347–355.
10. Kropff, M.J. 1993. Mechanisms of competition for light. Pages 33–61 In: Modeling Crop-Weed Interactions. Kropff, M.J., and van Laar, H.H. (Eds.), Wallingford, UK: CAB International and the International Rice Research Institute.
11. Leblanc, M.L., Cloutier, D.C., Legere, A., Lemieux, C., Assemat, L., Benoit, D.L., and Hamel, C. 2002. Effect of the presence or absence of corn on common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) emergence. Weed Technol. 16: 638–644.
12. Lindquist, J.L., and Mortensen, D.A. 1999. Ecophysiological characteristics of four maize hybrids and *Abutilon theophrasti*. Weed Res. 39: 271–285.
13. Mamolos, A.P., and Kalburtji, K.L. 2001. Competition between Canada thistle and winter wheat. Weed Sci. 49: 755–759.
14. Martinez-ghersa, M.A.M., Ghersa, C.M., Benech-Arnold, R.L., Donough, R.M., and Sanchez, R.A. 2000. Adaptive traits regulating dormancy and germination of invasive species. Plant Spec. Biol. 15: 127–137.

15. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Shahdi, A. 2013. The effects of seed burial and flooding depths on emergence and seedling growth of watergrass (*Echinochloa oryzoides*) and barnyardgrass (*E. crus-galli*). Iran. J. Field Crop Res. 10: 4.699-708. (In persian)
16. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Shahdi Kumleh, A. 2014. Phenology, morphology and yield characteristics of two *Echinochloa* species. J. Plant protec. 28: 346-360. (In persian)
17. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Shahdi Kumleh, A., and Avarseji, Z. 2015. Elect. J. Crop. Prod. 8: 205-222. (In persian)
18. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Shahdi Kumleh, A. 2015. Investigating the germination response of two *Echinochloa* species to temperature and photoperiod with emphasis on invasiveness. Iran. J. Field Crop Sci. 45: 639-648. (In persian)
19. Moon, B.C., Cho, S.H., Kwon, O.D., Lee, S.G., Lee, B.W., and Kim, D.S. 2010. Modelling rice competition with *Echinochloa crus-galli* and *Eleocharis kuroguwai* in transplanted rice cultivation. J. Crop Sci. Biotech. 13: 121–126.
20. Mortimer, A.M. 1997. Phenological adaptation in weeds-an evolutionary response to the use of herbicides. Pestic. Sci. 51: 299–304.
21. Ni, H., Moody, K., and Robles, R.P. 2000. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. Weed Sci. 48: 200–204.
22. Ni, H., Moody, K., and Robles, R.P. 2004. Analysis of competition between wet-seeded rice and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) using a response–surface model. Weed Sci. 52: 142–146.
23. Noda, K., Ozawa, K., and Ibaraki, K. 1968. Studies on the damage to rice plants due to weed competition-effect of barnyardgrass competition on growth, yield, and some eco-physiological aspects of rice plants. Weed Res. Japan. 7: 49-54.
24. Radosevich, S.R., Holt, J.S., and Ghersa, C.M. 1997. Weed Ecology. Implications for Vegetation Management. John Wiley and Sons, New York.
25. Radosevich, S.R. 1987. Methods of interactions among crops and weeds. Weed Technol. 1: 190–198.
26. Smith, Jr. R.J. 1983. Weeds of major economic importance in rice and yield losses due to weed competition. Pages 19–36 In: Proceedings of the Conference on Weed Control in Rice. Manila, Philippines: International Rice Research Institute.
27. Stauber, L.G., Smith, Jr. R.J., and Talbert, R.E. 1991. Density and spatial interference of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) with rice (*Oryza sativa*). Weed Sci. 39: 163–168.
28. Steckel, L.E., and Sprague, C.L. 2004. Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in corn. Weed Sci. 52: 359-364.

29. Suzuki, M., and Suto, T. 1975. Emergence of weeds in paddy rice fields 3. weed emergence and weed damage in paddy rice fields. Weed Res. Japan. 20: 114–117.
30. Williamson, M. 1996. Biological invasions. Chapman and hall. London. 244p.
31. Yaghoubi, B., Jauhar Ali, A., and Zand, E. 2006. New species of barnyardgrass (*Echinochloa oryzoides*): a new emerging threat to paddy fields of Iran. 17th *Iranian Plant Protection Congress*, 2-5 Sept., Karaj, 8p. (In persian)
32. Zhu, C., Zeng, Q., Ziska, L.H., Zhu, J., Xie, Z., and Liu, G. 2008. Effect of nitrogen supply on carbon dioxide–induced changes in competition between rice and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Weed Sci. 56: 66–71.