نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۲۸۱-۲۷۳

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 273-281

بررسی تأثیر غلظت و نوع ماده هیومیکی بعنوان پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی و خصوصیات دانه‌رست‌های دو رقم تریتیکاله (*Triticosecale hexaploide* Lart.)

حمید رضا خزاعی[۱]، احمد نظامی[۱]، احسان عیشی رضایی[۲*]، امیرحسین سعید نژاد[۲] و فرزین پور امیر[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

مواد هیومیکی بعنوان بخش فعال مواد آلی موجود در خاک باعث بهبود جوانه‌زنی، استقرار دانه‌رست و رشد گیاه می‌شوند. به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار اسید هیومیک و اسید فلوویک در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست دو رقم تریتیکاله (*Triticosecale hexaploide* Lart.)، مطالعه‌ای در آزمایشگاه گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل (۲×۲×۴) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل غلظت کاربرد پیش تیمار در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، دو نوع پیش تیمار (اسید هیومیک و اسید فلوویک) و دو رقم ترتیکاله (ET 79-17 و ET 89-15) بودند. بذور در تمام تیمارها به صد درصد جوانه‌زنی رسیدند. بر اساس نتایج حاصله بیشترین سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌اولیه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه اولیه و وزن خشک دانه‌رست در تیمارهای با غلظت متوسط پیش تیمار (۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، پیش تیمار اسید فلوویک و رقم ET 89-15 بدست آمد. بطور کلی، پیش تیمار با اسید هیومیک نیز باعث بهبود معنی‌دار در خصوصیات جوانه‌زنی و دانه‌رست‌های ارقام مختلف تریتیکاله نسبت به شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: اسید فلوویک، اسید هیومیک، بهبود خاک، سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

تریتیکاله (*Triticosecale hexaploide* Lart.) به وسیله انسان و از تلاقی مستقیم گندم و چاودار به وجود آمده است که با داشتن ظرفیت بالای تولید، می‌تواند نقش مهمی در تأمین بخش عمده‌ای از نیاز های غذایی انسان و دام ایفاء کند. هر چند هدف اولیه از تولید تریتیکاله تغذیه انسان بوده، ولی اکنون به عنوان یک گیاه علوفه‌ای کشت می‌شود (Lack et al., 2005). ترتیکاله به دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی سازگاری دارد و همین امر یکی از خصوصیات شاخص این گیاه بین غلات است (Lack et al., 2005). از آنجا که تریتیکاله ارزش غذایی بالاتری نسبت به چاودار دارد می‌تواند جایگزین مناسبی برای چاودار مخصوصاً در نقاطی که کشت گندم امکان‌پذیر نیست یا عملکرد مناسبی از آن حاصل نمی‌باشد، که این یک امتیاز اقتصادی مهم برای این گیاه محسوب می‌گردد (Lukaszewski & Gustafson, 1983).

کیفیت خاک کشاورزی به کیفیت، کمیت و پویایی مواد آلی موجود در آن خاک مرتبط است و امروزه، استفاده از مواد آلی و کودهای بیولوژیکی جهت کاهش اثرات منفی کودهای معدنی در محیط زیست در حال افزایش است (Lal, 2000). افزودن مواد آلی از طریق منابع مختلف به خاک یکی از مرسوم‌ترین عملیات احیاء برای بهبود خصوصیات فیزیکی خاک است، زیرا خصوصیات فیزیکی بطور قابل توجهی تحت تأثیر کودهای آلی قرار می‌گیرند. افزودن مواد آلی به خاک‌ها خصوصیاتی مانند تشکیل خاکدانه‌ها، ظرفیت نگهداری رطوبت، هدایت هیدرولیکی، وزن مخصوص ظاهری، درجه تراکم، حاصلخیزی خاک و مقاومت در برابر فرسایش آبی و بادی را بهبود می‌بخشد. مواد آلی درون خاک عمدتاً نقش تامین بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، تامین انرژی بخشی از موجودات زنده خاک (باکتری‌ها، کرم‌های خاکی و قارچ‌ها) را ایفا می‌کنند (Gliessman, 1999).

مواد هیومیکی شامل مخلوطی از مواد آلی هستند که در اثر تجزیه بقایای گیاهی و جانوری به وجود می‌آیند (Maccarthy, 2001). تأثیر اسید هیومیک بر رشد گیاه ممکن است به صورت مستقیم (افزایش کل وزن خشک گیاه) و یا به صورت غیرمستقیم

---

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکترای گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: E-mail:eh_ey145@stu-mail.um.ac.ir)

(افزایش راندمان مصرف کود و کاهش فشردگی خاک) باشد. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰۰-۳۰۰۰۰ کیلو دالتون سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می‌گردد. اسید فولویک نیز با وزن ملکولی ۳۰۰۰۰ کیلو دالتون سبب تشکیل کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌شود (Samavat & Malakoti, 2005). اسید هیومیک در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باعث بهبود رشد گیاه از طریق افزایش طول ریشه و یا افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه می‌شود. همچنین افزودن این ماده آلی به خاک افزایش میزان کلروفیل برگ، افزایش ریشه‌های جانبی و سهولت جذب عناصر ماکرو و میکرو را به دنبال دارد (Nardi et al., 2002). نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که کاربرد اسید هیومیک باعث تحریک رشد، جذب بهتر عناصر بخصوص عناصر کم مصرف می‌شود (Bohme & Thi Lua, 1997).

مواد هیومیکی به عنوان محرک جوانه زنی بذر گونه‌های مختلف گیاهان عمل می‌کنند (Piccolo et al., 1993). بررسی دیگری نشان از تأثیر مثبت مواد هیومیکی بر وزن خشک دانه‌رست ذرت (*Zea mays* L.) و یولاف (*Avena sativa* L.) داشت (Lee & Bartlett, 1976). منحنی رشد گیاه با افزیش غلظت اسید هیومیک روند مستقیمی دارد، ولی با افزایش این غلظت از حد مطلوب رشد گیاه همگام با افزایش غلظت مواد هیومیکی کاهش می‌یابد (Chen & Aviad, 1990). در مطالعه دیگری مواد هیومیکی سبب افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌اولیه و رشد دانه‌رست‌های گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) در حد آستانه متوسط غلظت اسید هیومیک شد (Turkman et al., 2005). کاربرد مواد هیومیکی با غلظت‌های متوسط باعث افزایش درصد جوانه زنی، وزن تر و خشک دانه‌رست ری‌گراس (*Lolium multiflorum* L.) شد، دلیل این افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر نسبت به شاهد عنوان شد (Asenjo et al., 2000). مکانسیم عمل مواد هیومیکی بر تحریک جوانه‌زنی گیاهان مختلف بطور دقیق مشخص نیست، ولی در برخی منابع بر دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمون‌های گیاهی بخصوص اسید جیبرلیک) و غیرمستقیم (جذب بهتر عناصر غذایی) آن بر جوانه‌زنی و رشد گیاه اشاره شده است (Muscolo et al., 1999). برخی دیگر از منابع بر بهبود نفوذپذیری غشاء در اثر کاربرد مواد هیومیکی تأکید دارند (Chen & Aviad, 1990).

هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر غلظت‌های مختلف مواد مختلف هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فلوویک) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه ارقام مختلف تریتیکاله بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل (۲×۲×۴ فاکتور) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول، غلظت کاربرد پیش تیمار در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، فاکتور دوم، دو نوع پیش تیمار (اسید هیومیک و اسید فلوویک) و فاکتور سوم، دو ژنوتیپ ترتیکاله (ET 79-17 و ET 89-15) بودند. بذور مورد استفاده یک روز قبل از آزمایش در داخل محلول‌هایی با غلظت‌های مشخص پیش تیمار ماده آلی قرار داده شدند. بذور مربوط به تیمار شاهد نیز در داخل آب مقطر قرار داده شد. تمامی آزمایش در دمای ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تاریکی انجام و بررسی جوانه‌زنی در پتری‌دیش‌های پلاستیکی نه سانتی‌متر حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک صورت گرفت. قبل از شروع آزمایش پتری‌ها با استفاده از الکل ضدعفونی شده و در داخل هر پتری دیش ۲۵ بذر قرار داده شد. شمارش بذور جوانه زده، به دلیل سرعت جوانه-زنی بالای این گونه بصورت هر ۱۲ ساعت یک بار به مدت هفت روز صورت گرفت. معیار جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه اولیه و قابل رویت بودن آن (حداقل به طول یک میلی‌متر) در نظر گرفته می شد. پارامترهای مورد ارزیابی طول ریشه اولیه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه اولیه و وزن خشک دانه‌رست‌ها بودند که با استفاده خط‌کش و ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. محاسبه سرعت جوانه زنی بذور با استفاده از معادله (۱) انجام گرفت (Piccolo et al., 1993):

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} Si/Di \quad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله، Rs: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه زده در واحد زمان)، Si: تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش و Di: واحد زمان تا شمارش n ام می‌باشد.

برای تجزیه آماری داده‌های آزمایش و رسم نمودارها به‌ترتیب از نرم افزارهای SAS 9.1 و MS Excel استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD (سطح احتمال پنج درصد) انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

درصد جوانه‌زنی تریتیکاله در سطح بسیار بالایی قرار داشت و تمامی بذور در طی مدت آزمایش به ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی دست یافتند. ترتیکاله یک گیاه اصلاح شده و مدرن است. بنابراین، در شرایط مطلوب از لحاظ درصد جوانه‌زنی مشکل چندانی ندارد. براساس نتایج مطالعه‌ای که روی خصوصیات جوانه‌زنی شش رقم تریتیکاله در شرایط بروز تنش‌های مختلف محیطی (شوری و خشکی) انجام شده بود، درصد جوانه‌زنی تمام ارقام مورد مطالعه در تیمار شاهد برابر ۱۰۰ درصد بود (Khazaei et al., 2012).

سرعت جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف پیش تیمار، رقم و اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم، غلظت پیش تیمار و نوع پیش تیمار، رقم و نوع پیش تیمار و اثرات متقابل سه‌گانه بر صفت سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱). بررسی اثرات اصلی نشان داد که بالاترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و صفر میلی‌لیتر بر لیتر تیمار با میانگین‌های ۱۵/۵۷ و ۱۳/۴۵ بذر در هر ۱۲ ساعت بدست آمد (جدول ۲). در بین دو رقم مورد استفاده نیز رقم ET 89-15 (۱۵ بذر در هر ۱۲ ساعت) سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به رقم ET 79-17 (۱۳/۶۲ بذر در هر ۱۲ ساعت) نشان داد، ولی بین نوع پیش تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

بررسی اثر متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم مورد استفاده نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در تیمارهای غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار در رقم ET 89-15 و غلظت ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار در رقم ET 79-17 به ترتیب با میانگین‌های ۱۶/۱۶ و ۱۲/۵ بذر جوانه‌زده در ۱۲ ساعت بدست آمد (شکل ۱). همچنین بررسی اثر متقابل بین غلظت پیش تیمار و نوع پیش تیمار نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسید فلوویک و تیمار شاهد با میانگین‌های ۱۵/۹ و ۱۳/۴۳ بذر جوانه‌زده در ۱۲ ساعت بدست آمد (شکل ۲). مطالعه اثر متقابل بین رقم مورد استفاده و نوع پیش تیمار حاکی از بالاتر بودن سرعت جوانه‌زنی در رقم ET 89-15 و پیش تیمار اسید هیومیک بود، ولی بین پیش تیمار اسید هیومیک و اسید فلوویک در رقم ET 89-15 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳).

نتایج بسیاری از مطالعات نشان داده است که غلظت‌های بین ۴۰ تا ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر مواد هیومیکی بهتر از غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر عمل می‌کند، احتمال دارد که دلیل این امر بهبود و تسریع آزاد شدن آنزیم‌های لازم جهت رشد دانه‌رست در غلظت‌های میانی باشد، زیرا مکانسیم عمل بسیاری از اسیدهای آلی بصورت دندان اره‌ای[1] می‌باشد. بدین معنی که در غلظت‌های مشخصی باعث بهترین واکنش از سوی گیاه می‌شوند و در غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر اثر کمتری را دارا هستند. به نظر می‌رسد که اسید فلوویک با توجه به وزن مولکولی کمتر جذب سریع‌تری نسبت به اسید هیومیک داشته و سریع‌تر جذب بذر می‌شود. به نظر می‌رسد که مواد هیومیکی توانایی تحریک جوانه‌زنی را دارا باشند (Piccolo et al., 1993). همچنین مواد هیومیکی توانایی افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی را در گونه‌های گندم و یولاف دارد (Lee & Bartlett, 1976).

طول ساقه‌چه و ریشه اولیه

نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف پیش تیمار، ارقام مختلف تریتیکاله، نوع ماده پیش تیمار همچنین اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بین آنها بر طول ساقه‌چه و ریشه اولیه تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۰۱) داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین طول ریشه اولیه و ساقه‌چه در بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار، به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر و شاهد به ترتیب با میانگین‌های ۱۱۷ و ۱۲۷/۲۵ میلی‌متر و ۱۵ و ۳۶/۶۵ میلی‌متر بدست آمد (جدول ۲). در بین ارقام مختلف نیز بیشترین طول ریشه اولیه و ساقه‌چه با میانگین‌های ۹۱ و ۱۰۴/۳۷ میلی‌متر متعلق به رقم ET 89-15 بود (جدول ۲). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که پیش تیمار اسید فلوویک باعث افزایش معنی‌دار در صفات طول ریشه اولیه و ساقه‌چه نسبت به پیش تیمار اسید هیومیک شد (جدول ۲).

مطالعه اثرات متقابل بین غلظت های مختلف پیش تیمار و رقم-های مختلف تریتیکاله نشان داد که بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه و ریشه اولیه به ترتیب در تیمارهای غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار و رقم ET 89-15 با میانگین‌های ۱۴۷/۳۳ و ۱۳۲/۵ میلی‌متر و شاهد (غلظت صفر) و رقم ET 79-17 با میانگین های ۲۹ و ۱۵ میلی‌متر بدست آمد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار و نوع پیش تیمار نشان داد که بالاترین طول ریشه اولیه و ساقه‌چه در تیمار ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسید فلوویک و کمترین طول ریشه اولیه و ساقه‌چه در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۳). بررسی میانگین‌های اثرات متقابل ارقام مختلف تریتیکاله و نوع پیش تیمار نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه و ریشه اولیه در رقم ET 89-15 و پیش تیمار اسید هیومیک (به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۵ و ۹۲ میلی‌متر) بدست آمد، ولی پیش تیمار اسید فلوویک (به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۳ و ۹۱ میلی‌متر) تفاوت معنی‌داری با پیش تیمار اسید هیومیک در رقم ET 89-15 نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد که یکی از مهمترین اثرات مواد هیومیکی روی رشد یک گیاه اثر بر تولید هورمون‌های گیاهی بخصوص جیبرلیک اسید باشد، همچنین این هورمون نقش بسیار حیاتی در جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست دارد، بنابراین، احتمال می‌رود که کاربرد مواد هیومیکی در غلظت‌های متوسط باعث تحریک تولید هورمون جیبرلیک در دانه‌رست‌های جوانه‌زده شده و باعث ایجاد تغییرات در غلظت‌های مختلف کاربرد پیش تیمار شده باشد. سرعت جوانه‌زنی بیشتر در تیمارهای با غلظت متوسط زمانی بیشتری را در اختیار دانه‌رست جهت استفاده بیشتر از منابع موجود در بذر جهت افزایش توسعه ریشه اولیه و ساقه‌چه قرار داده است. همبستگی بالایی بین طول ساقه‌چه و ریشه اولیه با سرعت جوانه‌زنی وجود دارد، با افزایش سرعت جوانه‌زنی، روند افزایشی طول ریشه اولیه و ساقه‌چه مشاهده شد (شکل‌های ۴ و ۵).

1- Saw Tooth

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه‌زنی و دانه‌رست‌های تریتیکاله

Table 1- Analysis of variance (mean of square) of germination and seedling properties of triticale

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌اولیه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	وزن خشک ریشه‌اولیه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	وزن خشک دانه‌رست Seedling dry weight
غلظت پیش تیمار (A) Pretreatment concentration (A)	3	11.49***	2730.00***	2200.00***	118.00ns	58.00***	129.00ns
رقم (B) Cultivar (B)	1	23.24***	1646.00***	2058.00***	1.00ns	261.00***	128.00ns
نوع پیش تیمار (C) Type of pretreatment (C)	1	0.02ns	1764.00***	408.00***	563.00*	70.00***	159.00ns
A×B	3	1.10***	2717.00***	1274.00***	217.00*	41.00***	258.00ns
A×C	3	0.64**	693.00***	127.00***	115.00ns	33.80**	115.00ns
B×C	1	0.96**	2255.00***	721.00***	465.00*	10.00ns	59.00ns
A×B ×C	3	0.60**	550.00***	220.00***	187.00ns	2.08ns	245.00ns
اشتباه آزمایشی Error	32	0.09	29.14	7.70	71.64	3.70	100.68
کل Total	47	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	2.12	7.35	3.31	97.00	20.44	30.41

ns، *، ** و *** به ترتیب نشاندهنده غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال پنج، یک و ۰/۱درصد می‌باشد.

ns, *, ** and *** are non-significant and significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

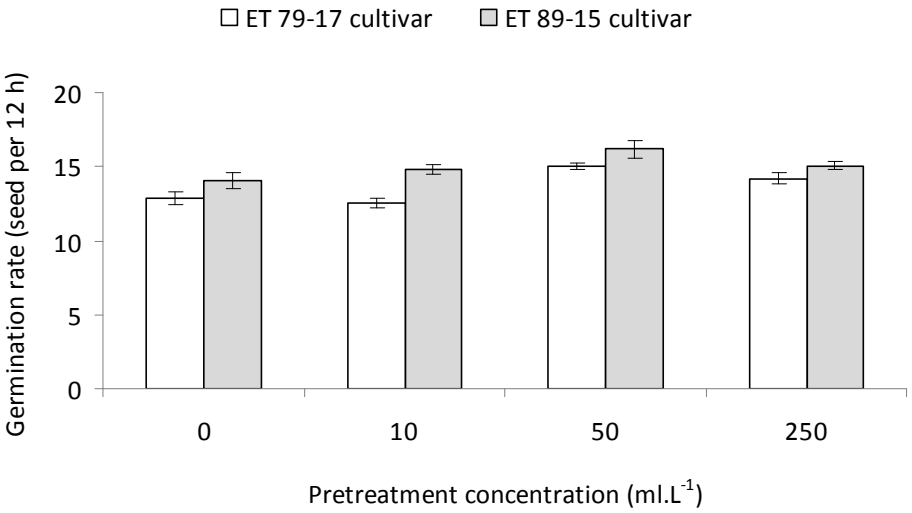
جدول ۲- مقایسات میانگین اثرات اصلی صفات گیاهچه‌ای و جوانه‌زنی ارقام مختلف تریتیکاله تحت غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و اسید فلوویک

Table 2– Mean comparison of germination and seedling properties of two triticale cultivars based on different concentrations of Humic acid and Fulvic acid

غلظت (میلی لیتر بر لیتر) Concentration ($ml.lit^{-1}$)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در ۱۲ ساعت) Germination rate (seed per 12 h)	طول ریشه‌اولیه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه‌اولیه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)	وزن خشک دانه‌رست (میلی‌گرم) Seedling dry weight (mg)
0	13.4c*	15.1d	35.6d	11.3a	7.3b	37.7a
10	13.6c	54.5c	60.5c	6.4a	7.8b	31.1a
50	15.5a	117.9a	127.2a	11.4a	12.7a	34.2a
250	14.6b	106.4b	111.2b	6.5a	10.5a	29.7a
رقم ET 79-17 ET 79-17 cultivar	13.6b	54.1b	63.1b	8.8a	7.0b	34.6a
رقم ET 89-15 ET 89-15 cultivar	15.3a	91.4a	104.3a	8.4a	11.7a	31.3a
اسید هیومیک Humic acid	14.3a	67.3b	80.7b	5.2b	8.2b	34.8a
اسید فلوویک Fulvic acid	14.3a	79.5a	86.5a	12a	10.6a	31.3a

*میانگین‌های دارای حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور، فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD هستند.

*Similar letters in each column show non-significant differences according to LSD Test at 5% level of probability.

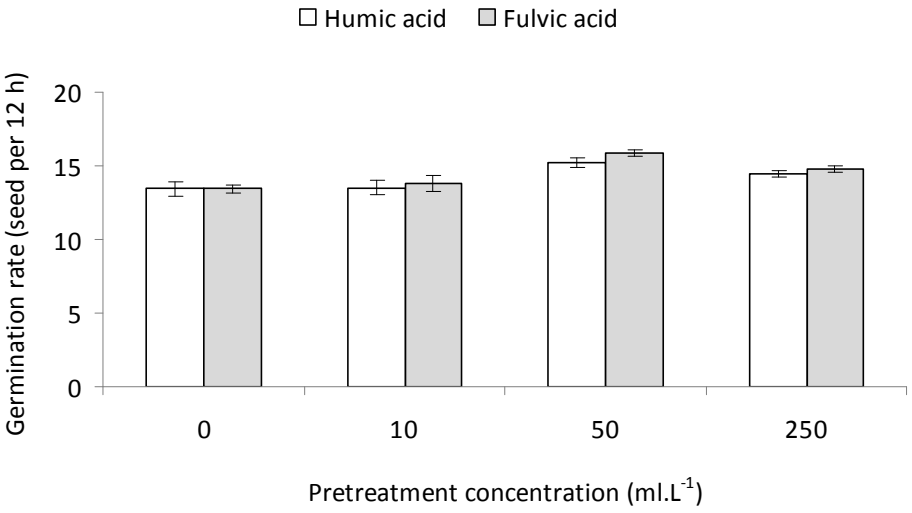


شکل ۱- میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی مربوط به اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم تریتیکاله

Fig. 1– Means of interactions between pretreatment concentration and triticale cultivars for germination rate

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل ۲- میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی مربوط به اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و نوع پیش تیمار

Fig. 2- Means of interactions between pretreatment concentration and pretreatment type for germination rate

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

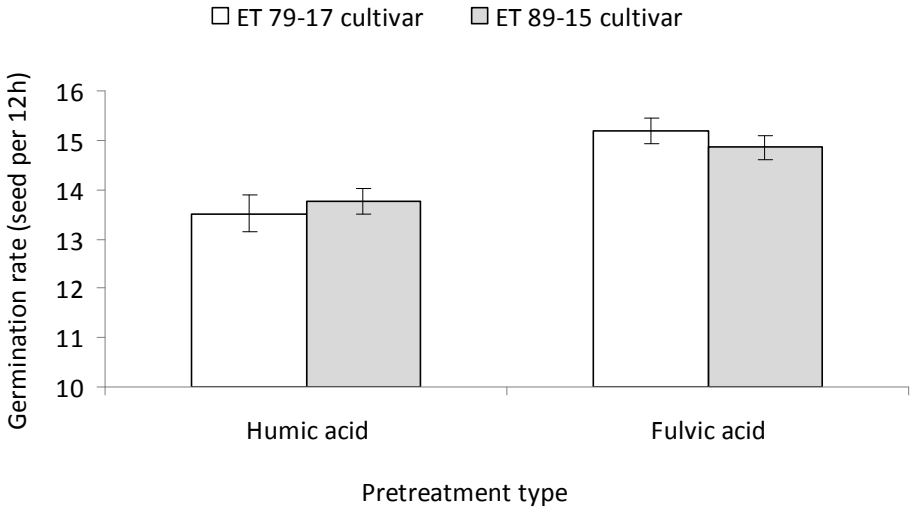
There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

مکانسیم عمل مواد هیومیکی بر تحریک جوانه‌زنی گیاهان مختلف بطور دقیق مشخص نیست، ولی در برخی منابع بر دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمون‌های گیاهی بخصوص جیبرلیک اسید) و غیر مستقیم (جذب بهتر عناصر غذایی) اسید هیومیک بر جوانه‌زنی و رشد گیاه اشاره شده است (Muscolo et al., 1999). برخی دیگر از منابع بر بهبود نفوذپذیری غشاء در اثر کاربرد مواد هیومیکی تأکید دارند (Chen & Aviad, 1990). همچنین پیش تیمار با مواد هیومیکی باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در گیاه گوجه-فرنگی شد (Turkman et al., 2005).

وزن خشک ساقه‌چه و ریشه اولیه

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان از تأثیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۰۱) غلظت‌های مختلف پیش تیمار، ارقام مختلف تریتیکاله و نوع پیش تیمار بر وزن خشک ساقه‌چه داشت، ولی تنها تیمار دارای تأثیر

معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بر وزن خشک ریشه اولیه، نوع ماده پیش تیمار بود (جدول ۱). بررسی اثرات متقابل بین تیمارهای اعمال شده نشان داد که اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم مورد استفاده بر وزن خشک ساقه‌چه (p≤۰/۰۰۱) و ریشه اولیه (p≤۰/۰۵) معنی‌دار بود. اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و نوع ماده پیش‌تیمار بر وزن خشک ریشه اولیه تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی بر وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود (p≤۰/۰۱) (جدول ۱). همچنین مطالعه نتایج اثرات متقابل بین ارقام مختلف تریتیکاله و نوع ماده پیش تیمار نشان داد که این تیمار ها بر وزن خشک ساقه‌چه تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی بر وزن خشک ریشه اولیه معنی‌دار بود (p≤۰/۰۵)، اثرات متقابل سه گانه تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه نشان نداد (جدول ۱). بالاترین و کمترین میانگین وزن خشک ساقه‌چه در غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار با میانگین ۱۲ میلی‌گرم و شاهد با میانگین ۷/۳ بدست آمد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک ساقه‌چه در بین ارقام مختلف تریتیکاله در رقم ET 89-15 با میانگین ۱۱/۷ میلی‌گرم مشاهده شد (جدول ۲). بالاترین و کمترین وزن خشک ریشه اولیه و ساقه در پیش تیمار اسید فلوویک با میانگین های ۱۲ و ۱۰/۶ میلی‌گرم بدست آمد (جدول ۲).

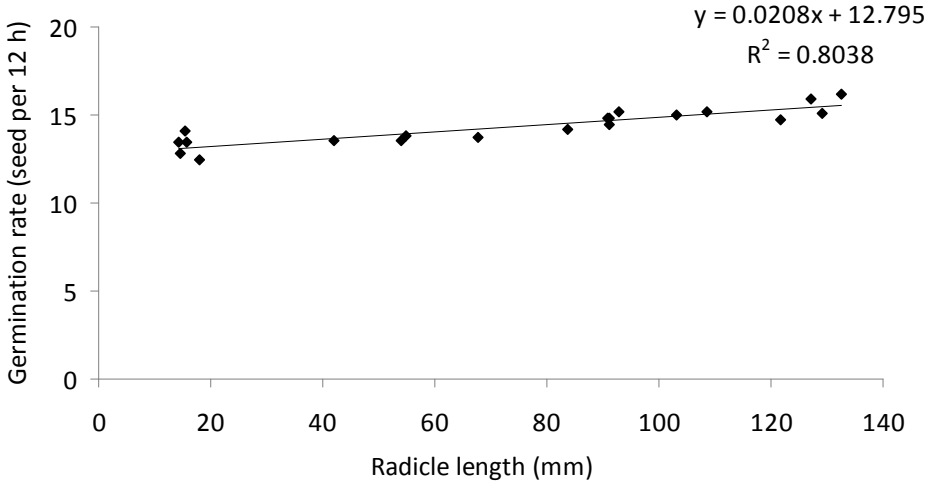


شکل ۳- میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی مربوط به اثرات متقابل بین رقم تریتیکاله و نوع پیش تیمار

Fig. 3- Means of interactions between triticale cultivars and pretreatment type for germination rate

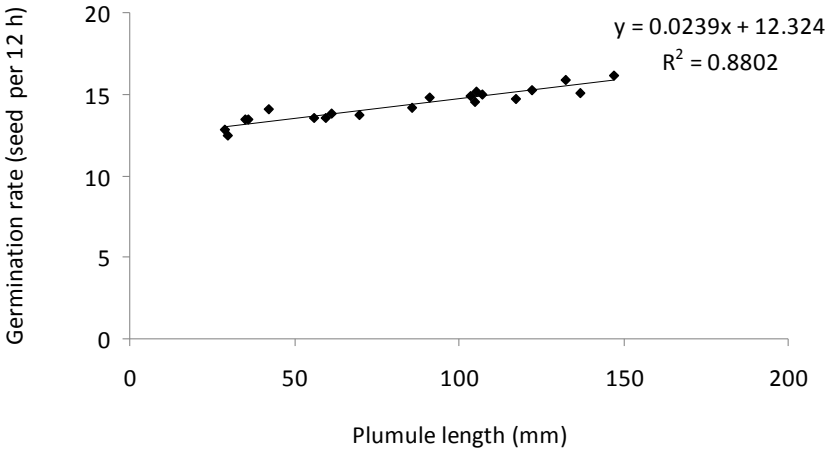
میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل ٤- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه اولیه

Fig. 4- Relationship between germination rate and radicle length

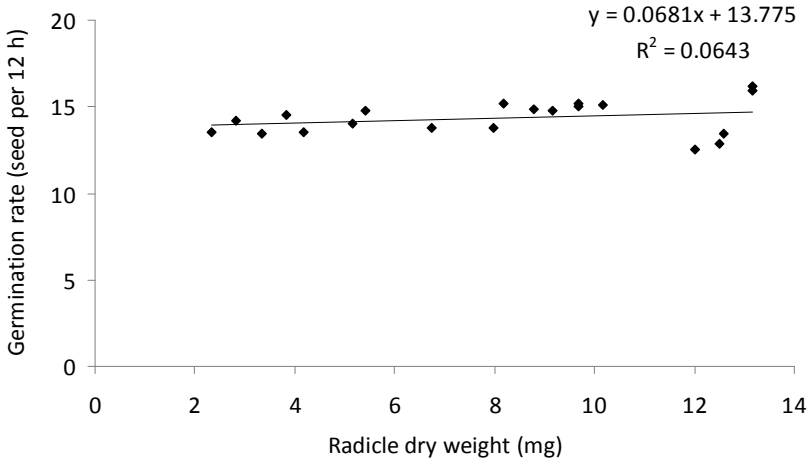


شکل ۵- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه

Fig. 5– Relationship between germination rate and plumule length

بررسی میانگین‌های اثرات متقابل بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار و ارقام مختلف تریتیکاله نشان داد که بیشترین و کمترین میانگین‌های وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه به ترتیب مربوط به غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر رقم ET 89-15 با میانگین‌های ۱۳/۱۶ و ۱۵/۶۶ میلی‌گرم و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر رقم ET 79-17 با میانگین‌های ۴ و ۶/۵ میلی‌گرم است (جدول ۳). مطالعه میانگین‌های اثرات متقابل بین غلظت های مختلف پیش تیمار و نوع پیش تیمار بر وزن خشک ساقه‌چه و ریشه اولیه، نشان از برتری تیمار ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار اسید فلوویک بر سایر تیمارهای اعمال شده به ترتیب با میانگین‌های ۱۵/۵ و ۱۳/۱۶ میلی‌گرم داشت (جدول ۳). همچنین بررسی تأثیر اثرات متقابل بین ارقام تریتیکاله و نوع ماده پیش تیمار حاکی از برتری، پیش تیمار اسید فلوویک و رقم ET 89-15 نسبت به پیش تیمار اسید هیومیک و رقم ET 79-17 در صفات وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه بود (جدول ۳).

به نظر می‌رسد که افزایش وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه در تیمار ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسید فلوویک در رقم ET 89-15 نسبت به سایر تیمارهای اعمال شده، بدلیل بیشتر بودن سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه اولیه و ساقه‌چه باشد که باعث استفاده بهتر دانه‌رست از منابع موجود در بذر در این تیمار جهت استفاده از این منابع جهت افزایش وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه شده است و همبستگی بالای بین وزن خشک ساقه‌چه با سرعت جوانه‌زنی نیز تأیید کننده این نکته است (شکل ۶). کاربرد مواد هیومیکی با غلظت‌های متوسط باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن تر و خشک دانه‌رست ری‌گراس (*Lolium* perenne L.) شد، دلیل این افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر نسبت به شاهد عنوان شد (Asenjo et al., 2000).



شکل ٦- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک ساقه‌چه

Fig. 6– Relationship between germination rate and plumule dry weight

وزن خشک دانه‌رست

اثرات ساده تیمارها و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر وزن خشک کل دانه‌رست معنی‌دار نبود (جدول ۱). به نظر می‌رسد که مهمترین دلیل این امر این است که این آزمایش در تاریکی صورت گرفته و دانه‌رست‌ها فتوسنتزی جهت افزایش وزن خود نداشتند، همچنین احتمال دارد که تفاوت‌های مختصری نیز که در بین میانگین‌های وزن خشک دانه‌رست‌ها در تیمارهای مختلف وجود دارد تحت تأثیر تنفس بذر جهت تولید انرژی برای رشد ریشه اولیه و ساقه‌چه باشد (جدول ۲).

جدول ۳- مقایسات میانگین اثرات متقابل دوگانه بین غلظت پیش تیمار، رقم ترتیکاله و نوع ماده هیومیکی مربوط به ریشه‌اولیه و ساقه‌چه ترتیکاله

Table 3- Mean comparison of interactions between pretreatment concentration, triticale cultivars, and pretreatment type for radicle and plumule parameters.

سطح تیمار Treatment level	طول ریشه‌اولیه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه‌اولیه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)
A_1B_1	14.67d*	28.98g	12.50a	7.33bc
A_1B_2	15.50d	42.33f	5.17ab	7.35bc
A_2B_1	18.00dd	29.83g	5.50ab	6.60c
A_2B_2	90.83c	91.17d	5.42ab	9.50b
A_3B_1	103.17b	107.17c	9.67ab	8.33bc
A_3B_2	132.50a	147.33a	13.17ab	15.67a
A_4B_1	83.83c	85.83e	2.83b	6.50bc
A_4B_2	129.00a	136.67b	10.17ab	14.50a
A_1C_1	15.83e	36.15f	3.33b	6.67c
A_1C_2	14.33e	35.17f	12.58a	8.00c
A_2C_1	54.00d	59.67e	4.17b	8.33c
A_2C_2	54.83d	61.33e	6.75ab	7.33c
A_3C_1	108.50b	122.17b	9.67ab	8.50bc
A_3C_2	127.17a	132.33a	13.17ab	15.50a
A_4C_1	91.17c	105.00d	3.83b	9.33bc
A_4C_2	121.67a	117.50c	9.17ab	11.67b
B_1C_1	42.00c	56.16c	2.33a	5.42c
B_1C_2	67.83b	69.75b	7.99a	8.75b
B_2C_1	92.75b	105.33a	8.17a	11ab
B_2C_1	91.17a	103.42a	8.79a	12.5a

A_1، A_2، A_3 و A_4: به ترتیب غلظت‌های صفر، ۱۰، ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش‌تیمار، B_1 و B_2: به ترتیب رقم‌های ET 79-17 و ET 89-15 و C_1 و C_2: به ترتیب نوع پیش‌تیمار اسید هیومیک و اسید فولوویک هستند.

A_1, A_2, A_3 and A_4: are pretreatment concentration of 0, 10, 50 and 250 $ml.l^{-1}$, B_1 and B_2: are ET 79-17 and ET 89-15 and C_1 and C_2: are Humic acid and Fulvic acid, respectively.

* میانگین‌های در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقداختلاف معنی دار در سطح پنج درصد آزمون LSD هستند.

* Similar letters in each column show non-significant differences according to LSD Test at 5% level of probability.

نتیجه‌گیری

بطورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که پیش تیمار بذر با مواد هیومیکی تأثیر بسیار مناسبی بر خصوصیات جوانه‌زنی و دانه‌رست‌های ترتیکاله دارد. پیش تیمار اسید فلوویک نسبت به پیش تیمار اسید هیومیک تأثیر مناسب‌تری داشت، همچنین رقم ET 89-15 تأثیر پذیری بهتری نسبت به رقم ET 79-17 از پیش تیمار با مواد هیومیکی نشان داد. در بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار نیز غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار تأثیر بهتری نسبت به سایر غلظت‌ها بر سرعت جوانه‌زنی و خصوصیات دانه‌رست داشت.

منابع

1- Asenjo, M.C.G., Gonzalez, J.L., and Maldonado, J.M. 2000. Influence of Humic extracts on germination and

growth of ryegrass. Communications in Soil Science and Plant Analysis 31: 101-114.
2- Bohme, M., and Thi Lua, H. 1997. Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. Acta Horticulture 450: 161-168.
3- Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of Humic substances on plant growth. ASA and SSSA, Madison, WI, 161-186.
4- Gliessman, S.R. 1999. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. USA: Lewis Publishers (CRC Press) 220 pp.
5- Khazaei, H.R., Nezami, A., Eshghizadeh, H.R., Reyahe Neya, S., and Shojaei, K. 2012. Germination and growth characteristics of *Treticale* under drought and salt stresses. Iranian Journal of Field Crops Research 10(1): 33-42. (In Persian with English Summery)
6- Khoocheki, A., and Azizi, G. 2005. Effect of different treatments on breaking dormancy of *Teucrium polium*. Iranian Journal of Field Crops Research 1(3): 81-88. (In Persian with English Summery)
7- Lack, S.H., Golabi, M., Mojaddam, M., Siadat, S.A., and NourMohamadi, G. 2005. Study on the effects of plant density and cutting height on forage and grain yield of triticale under Ahwaz conditions. Iranian Journal of Agronomy 1(7): 29-43. (In Persian with English Summery)
8- Lal, R. 2000. World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. Advance Agronomy 71: 145–191.
9- Lee, Y.S., and Bartlett, R.J. 1976. Stimulation of plant growth by Humic substances. Soil Science 40: 876-879.
10- Lukaszewski, A.J., and Gustafson, J.P. 1983. Translocations and modifications of chromosomes in triticale×wheat hybrids. TAG Theoretical and Applied Genetics 64: 239-248.
11- Maccarthy, P. 2001. The principles of Humic substances. Soil Science 166: 738-751.
12- Muscolo, A., Bavolo, F., Gionfriddo, F. and Nardi, S. 1999. Earthworm Humic matter produced auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry 31: 1303-1311.
13- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of Humic substances on higher plants. Soil Biological Biochemistry 34: 1527-1536.
14- Piccolo, A., Celano, G., and Pietramellara, G. 1993. Effects of fractions of coal-derived Humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). Biology and Fertility of Soils 16: 11-15.
15- Samavat, S. and Malakoti, M. 2005. Necessity of produce and utilization of organic acids for increase of quality and quantity of agricultural products. Sana Publisher. Tehran, Iran 52 pp. (In Persian)
16- Turkman,o., Demir, S., Sensoy, S. and, Dursun, A. 2005. Effect of Arbuscular Mycorrhizal fungus and Humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Biological Sciences 5: 565-574.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۲۹۳-۲۸۲

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 282-293

بررسی رفتار جوانه‌زنی بذر کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) در واکنش به درجه حرارت‌ها و تنش‌های مختلف شوری

سمیرا صبوری راد[۱*]، محمد کافی[۲]، احمد نظامی[۳] و محمد بنایان اول[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی یک‌ساله، شور زیست، مقاوم به شرایط خشکی بوده که قابلیت آبیاری با منبع آب شور را دارد و از جنبه تولید علوفه، منبع ارزشمندی در اکوسیستم‌های تحت تنش خشکی و شوری می‌باشد. به منظور ارزیابی رفتار جوانه‌زنی بذر کوشیا مطالعه‌ای تحت دماها و سطوح مختلف تنش شوری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نه سطح شوری شامل (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از کلرید سدیم و هشت سطح دمایی شامل (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ درجه سانتی‌گراد) بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف تنش شوری و دما بر درصد، میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی، وزن خشک و طول گیاهچه تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) داشت و اثر متقابل خشکی و دما نیز بر صفات مذکور معنی‌دار شد. بالاترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد رخ داد که اختلاف معنی‌داری را با پنج و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نشان نداد. کمترین مقادیر میانگین زمان جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۱/۲۰، ۱/۲۱ و ۱/۱۱ روز، بدون اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سه تیمار اول) و بیشترین زمان میانگین جوانه‌زنی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در سطح شوری ۳۵ دسی-زیمنس بر متر مشاهده شد. بالاترین شاخص جوانه‌زنی نیز (۲۰/۳۷) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد نشان نداد، هر چند با دو سطح بعد خود اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. همچنین افزایش سطح تنش شوری منجر به کاهش میانگین وزن خشک و طول گیاهچه شد. به طور کلی، بر اساس یافته‌های فوق به نظر می‌رسد که بذور کوشیا قادر به جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری است و قدرت بازیافت از تنش بالایی دارد.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی

مقدمه

شوری خاک یکی از مهمترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک است (Ashraf, 1994)، به عبارت دیگر، تأثیرات منفی تنش شوری بر گیاهان را می‌توان به علت کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک (تنش آب)، عدم تعادل عناصر غذایی، تأثیر ویژه یون ها (تنش شوری) و تأثیر تلفیقی این عوامل بر گیاهان دانست (Ashraf & Hariss, 2004). کاهش درصد و سرعت جوانه-زنی در اثر شوری می‌تواند به دلیل افزایش فشار اسمزی محلول که سبب کاهش جذب آب می‌شود و نیز اثر سمیت کلرور سدیم بر جنین و غشای سلول‌های آندوسپرم باشد (Bliss et al.,1986). همچنین شوری در صورت بالا بودن دما اثرات مخرب‌تری بر جوانه‌زنی بذر از خود بر جای می‌گذارد (Bewley & Black,1994; Khan & El-Keblawy & AL-Rawai, 2005; Ungar, 1996). در حقیقت شوری به تنهایی نمی‌تواند تنها عامل بحرانی در جوانه زنی هالوفیت-های یکساله باشد (Khan & Ungar, 1998). اثر متقابل بین شوری و دما شرایط اپتیمم را برای جوانه‌زنی این گیاهان تعیین می-کند(Badger & Rivers & Weber, 1971; Hogan, 1968; Ungar, 1989).

خان و همکاران (Khan et al., 2001) جوانه‌زنی بذور کوشیا را در تیمارهای مختلف شوری تحت دماهای متغیر بررسی کرده و متوجه شدند که بذور کوشیا تا حد زیادی در مرحله جوانه‌زنی متحمل به شوری بوده و تحمل آن با افزایش دما افزایش می‌یابد. خان و ریزوی (Khan & Rizvi, 1994) با آزمایش گونه آتریپلکس (*Atriplex griffithii* L.) تحت شوری و دما نشان دادند که با

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، استاد و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: Samira_ssr@yahoo.com

افزایش شوری از ۳۴۵ میلی مولار درصد جوانه‌زنی تا۱۰ درصد کاهش می‌یابد. صبوری و همکاران (Sabouri Rad et al., 2011) نیز در مطالعه‌ای دیگر گزارش نمودند که بیشترین و کمترین درصد جوانه-زنی به ترتیب در درجه‌حرارت ۳۰-۲۰ و ۴۰ درجه‌سانتی‌گراد به وقوع پیوست. نتایج مشابه در گونه‌های شورپسندی مانند *سالیکورنیا* (*Salicornia rubra* L.) (Khan et al., 2000)، (*Arthrocnemum* sp.) (Rubio-Casal et al., 2003)، (*Sporobolus loclados* L.) (Khan & Gulzar, 2003)، بارهنگ (*Plantago crassifolia* L.) (Vicente et al., 2004) و (*Romanesco* sp.) (Mauromicale & Licander, 2002) گزارش شده است. همچنین تحقیقات نسبتاً زیادی که روی گیاهان زراعی مختلف انجام شده بیانگر این واقعیت است که با افزایش شوری، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و همچنین وزن خشک این اندام‌ها در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد (Kaya et al., 2006; Okcu et al., 2005; Ejazrasell & Rahman Rao, 1997; Ghoulam & Fares, 2001). الفاول و الناتلی (El-Fawal & El-Nathlawy, 1989) با مطالعه روی پنج گیاه علوفه‌ای نشان دادند که جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تأثیر شوری در دماهای بالا کاهش می‌یابد. بذور اکثر هالوفیت‌ها قدرت بقاء خود را برای مدت طولانی که در معرض شوری بالا قرار گیرند حفظ می‌کنند و جوانه‌زنی با کاهش شوری کاهش آغاز می‌شود (Zia & Ajmal Khan, 2004). از آنجا که با افزایش دما و افزایش سطح تنش شوری سمیت یونی بیشتر می‌شود صدمات غیرقابل برگشتی را به بذر وارد می‌آورد و قدرت بازیافت بذور کمتر شد. خان و اونگار (Khan & Ungar, 2001) نشان دادند که بذور سیاه تاغ (*Halogeton glomeratus* L.) پس از انتقال به آب مقطر از شوری ۰/۲ میلی مولار ، ۴۵ درصد جوانه زدند، در حالیکه در بذوری که ابتدا تحت شوری یک میلی‌مولار بودند، این بهبود از شرایط تنش به ۰/۸ درصد نزول یافت. اورلوسکی و همکاران (Orlovsky et al., 2011) در مطالعه اثرات شوری بر درصد بهبود از تنش در *K. scoparia* و *K. prostrata* در دو دمای شش و ۲۲ درجه سانتی‌گراد نشان داد که در *K. scoparia* درصد بهبود از *K. prostrata* بالاتر بود. موفقیت جوامع گیاهی شورزی به مقدار زیادی به واکنش جوانه‌زنی آنها بستگی دارد. بنابراین، از آنجا که کوشیا یک گونه مقاوم به خشکی و شوری است، این آزمایش به منظور دستیابی به اثرات توأمان شوری و درجه حرارت و یافتن حد آستانه در کاهش و توقف جوانه‌زنی کوشیا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ درآزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و تیمارهای نه سطح شوری شامل صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، و۴۰ دسی-زیمنس بر متر با استفاده از NaCl و نیز تیمار بدون اعمال تنش شوری (شاهد) و هشت سطح دمایی شامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. برای انجام این آزمایش ابتدا کلیه بذرها، ظروف و محیط کار ضدعفونی شدند. به این منظور، بذور با محلول هیپوکلریت سدیم سه درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار آبکشی و سپس با محلول قارچ کش بنومیل دو در هزار به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و مجدد سه مرتبه با آب مقطر آبکشی شد (Hadgree, 1994). هشت سطح شوری توسط نمک کلرید سدیم و اندازه گیری با دستگاه EC متر تهیه شد و جهت ایجاد EC صفر (شاهد) نیز از آب مقطر استفاده گردید. جهت جلوگیری از اثرات منفی تبخیر آب، پتری دیش‌های پلاستیکی (قطر هشت سانتی‌متر) حاوی ۲۵ بذر در داخل پلاستیک قرارداده و سر آن کاملاً بسته شد. در این آزمایش از کاغذ صافی واتمن شماره یک استفاده شد. سپس بذور به ژرمیناتور با دمای معین منتقل گردیدند. ضمناً جهت کنترل دقیق‌تر دما یک دماسنج دیجیتالی اضافی در ژرمیناتور تعبیه شده و ماکزیمم نوسان (بیش از ۱± درجه سانتی‌گراد) در طی دوره مشاهده نشد. بذرها بطور روزانه بازبینی و جوانه‌زنی زمانی ثبت شد. در پایان دوره اجرای آزمون جوانه‌زنی، درصد جوانه-زنی‌نهایی و میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی به شرح زیر محاسبه شدند. همچنین طول گیاهچه بوسیله خط‌کش و توزین گیاهچه‌ها (با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) بعد از قرار گرفتن به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه انجام شد. جهت بازیافت بذور جوانه نزده، بذور را با آب مقطر کاملاً شسته و در شرایط جوانه‌زنی استاندارد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. درصد جوانه‌زنی نهایی با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد.

$$FGP=n/N \times 100 \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله، FGP: درصد جوانه‌زنی نهایی، n: تعداد بذرهای جوانه‌زده وN: تعداد کل بذور آزمایش شده می‌باشد.

سرعت یا شاخص جوانه‌زنی نیز با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد.

$$GI= \sum Si/Di \qquad \text{معادله (۲)}$$

که در این معادله، GI: سرعت یا شاخص جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز)، Si: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش و Di: تعداد روز تا شمارش آخر می‌باشد.

میانگین زمان جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از طریق معادله (۳) محاسبه گردید.

$$MGT =\sum nd/\sum n \qquad \text{معادله (۳)}$$

که در این معادله،MGT: میانگین سرعت جوانه‌زنی، d: تعداد روزها، n: تعداد بذرهای جوانه زده طی d روز و $\sum n$: تعداد کل

بذرهای جوانه‌زده می‌باشد (Eliss & Robert, 1981).

درصد بازیافت، نیز با استفاده از معادله (۴) محاسبه شد.

معادله (۴) PR=a-b/ c-b x 100

که در این معادله، PR: درصد بازیافت، a: تعداد کل بذور جوانه زده بعد انتقال به آب مقطر، b: تعداد کل بذور جوانه‌زده در محلول شوری و c: تعداد کل بذور می‌باشد (Khan, 2002). بازیافت برای بذور قرار گرفته از سطح تنش ۴۰ -۱۵ دسی‌زیمنس بر متر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SAS version 9.0 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درجه حرارت، تنش شوری و اثر متقابل آنها بر صفات مورد مطالعه جوانه‌زنی کوشیا معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) است (جدول ۱).

درصد جوانه‌زنی تجمعی

روند جوانه‌زنی تجمعی بذور کوشیا در واکنش به دما و تنش شوری نشان‌دهنده الگوهای متفاوت جوانه‌زنی در دماها و سطوح مختلف شوری بویژه در طی ۹۶ ساعت اولیه (سه روز اول) است، به طوری که حداکثر جوانه‌زنی تجمعی ارتباط معکوسی با تنش شوری را نشان می‌دهد (شکل ۱). در دو دمای پایین (۵ و۱۰ درجه سانتی‌گراد) و دو دمای بالا (۳۵ و۴۰ درجه سانتی‌گراد) در تمامی سطوح تنش تعداد بذور کمتری در طی ۹۶ ساعت اولیه جوانه زدند. بطورکلی، در تمامی دماها با افزایش سطح تنش شوری از تعداد بذور جوانه‌زده کاسته شد، بطوریکه این اختلاف نسبت به شاهد از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر چشمگیرتر بود. در دمای پنج درجه سانتی‌گراد هیچ بذری در سطوح ۳۵ و۴۰ دسی‌زیمنس بر متر جوانه نزدند، اما سایر سطوح در ۹۶ ساعت اولیه به حداکثر جوانه‌زنی رسیدند. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد تمامی سطوح تنش دارای جوانه‌زنی، طی ۹۶ الی۱۲۰ ساعت جوانه زدند. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دو دمای پایین این زمان در سه سطح اول تنش به ۱۲۰ ساعت و در سایر سطوح به ۹۶ ساعت رسید، زیرا جوانه‌زنی به کمتر از پنج درصد نزول یافت. در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد به ترتیب زمان رسیدن به حداکثر میزان جوانه‌زنی ۱۴۴ و ۹۶ ساعت بود. با افزایش سطوح شوری در هر دو دما این زمان افزایش یافت. در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تمامی سطوح تنش در ۱۲۰ ساعت اولیه به حداکثر جوانه‌زنی خود رسیدند. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دما، تمامی سطوح تنش (بجز در ۳۵ و۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) این میزان به ۹۶ ساعت اولیه رسید نسبت به دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد روند نسبتاً کندتری مشاهده شد. به طور کلی، بسته به دما و سطح تنش شوری بیشترین مقدار جوانه‌زنی تجمعی در ساعات اولیه آزمایش متفاوت بود و با افزایش تنش شوری علاوه بر کاهش کل بذور جوانه زده، زمان رسیدن به ثبات جوانه‌زنی نیز افزایش یافت. در تمامی سطوح دما و تنش در روز هفتم ثبات نسبی مشاهده می‌شود، ولی تعداد کمی از بذور حتی پس از گذشت از روز هفتم آزمایش جوانه زدند (شکل ۱). در این رابطه استفان و وال (Steppuhn & Wall, 1993) گزارش کردند که حداکثر جوانه‌زنی تجمعی بذور کوشیا که در معرض محلول‌های مختلف شوری قرار گرفته بودند، نسبت عکس با شوری سوبسترا داشت.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی حاصل از تأثیر درجه حرارت، تنش شوری و اثرات متقابل آن در بذرهای کوشیا

Table 1- Analysis variance of characteristic germination affected by temperature, salinity stress and their interaction in kochia

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	میانگین زمان جوانه زنی Mean germination time	شاخص جوانه‌زنی Germination index	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	طول گیاهچه Seedling length
درجه حرارت Temperature	7	7829.42**	9.33**	366.88**	0.00004249 **	30.36**
تنش شوری Salinity stress	7	22263.56 **	5.00**	735.89**	0.0001199**	70.69**
درجه حرارت*تنش شوری Temperature* Salinity	49	560. 46**	2.65**	25.74**	0.00000383**	1.78 **
خطا Error	192	74.89	1.17	3.94	0.00000087	0.13

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: significant at 1% probability level

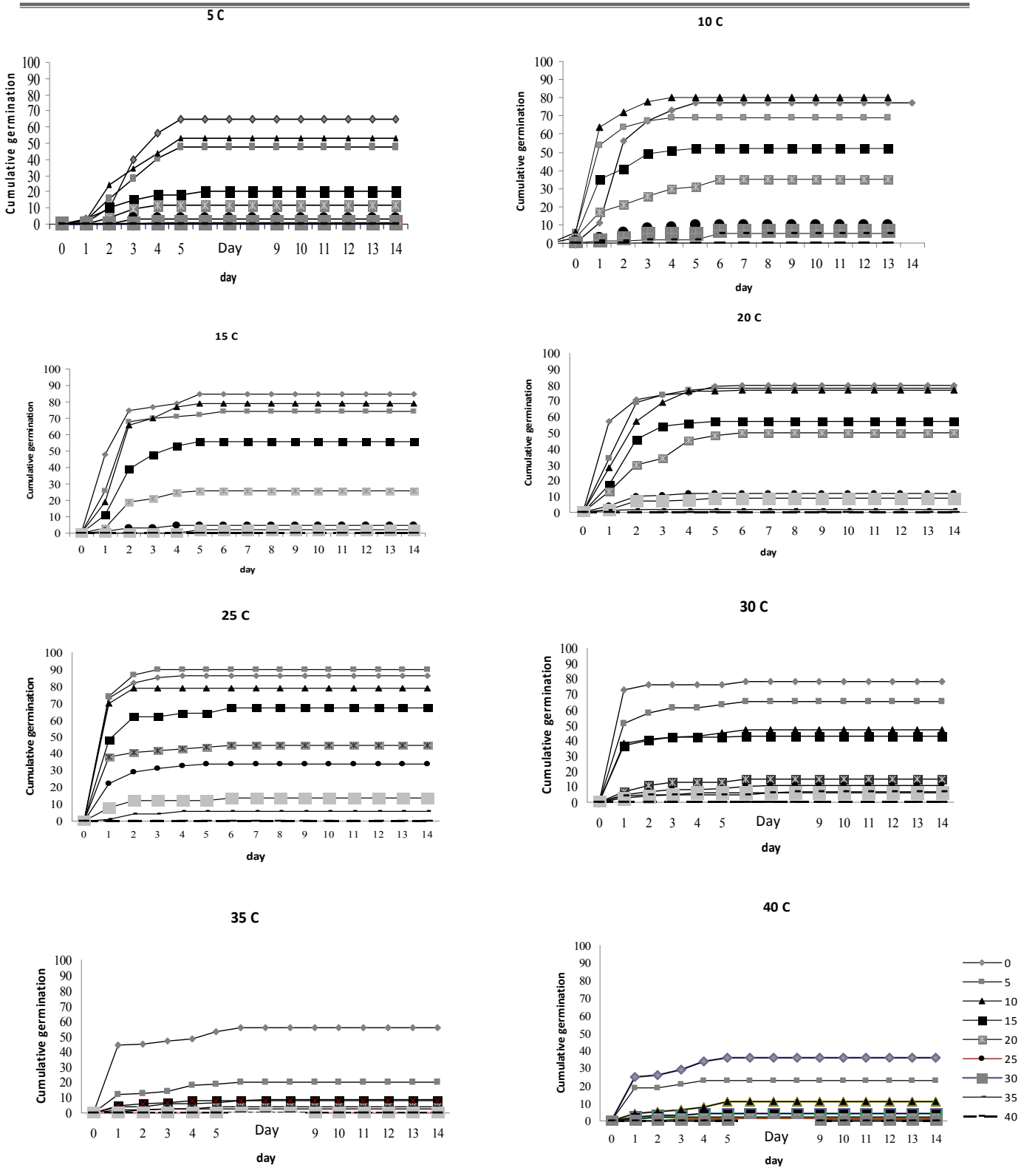
در حقیقت سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو از دلایل حساسیت گیاه به شوری مرحله جوانه‌زنی ذکر شده است (Farokhi & Galeshi, 2005). برخی محققان معتقدند شوری سبب محدود شدن ذخایر قندهای محلول و در نتیجه اختلال در متابولیسم تنفسی رشد جنین می‌شود (Ashraf & Vahid, 2000).

درصد جوانه‌زنی نهایی

رگرسیون غیرخطی با ضریب تبیین بالای ۰/۹ در تمامی سطوح دمایی به میزان قابل توجهی توجیه‌کننده پاسخ جوانه‌زنی به دما و تنش شوری است (شکل۲). در دمای پنج درجه سانتی‌گراد بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد. بین پنج و ۱۰ دسی-زیمنس بر متر در این دما اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. چهار سطح آخر تنش نیز اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند و در ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر جوانه‌زنی به صفر رسید. در دمای ۱۰ ، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین دو سطح اول تنش با شاهد خود اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد هر چند از لحاظ عددی این میزان در تمامی دماها در شاهد بیشتر بود. این موضوع نشان‌دهنده مقاومت بذر کوشیا به تنش شوری بوده که حتی تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان نمی‌دهد. در سطح سوم تنش (۱۵ دسی زیمنس بر متر) با افزایش دما از پنج به ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی از ۲۰ درصد به ترتیب برابر با ۵۲ و ۵۶ درصد افزایش نشان داد. بطور کلی، با افزایش سطح تنش درصد جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش یافت. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بین سطوح تنش سوم و چهارم با یکدیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی با سایر سطوح در این دما اختلاف معنی‌دار بود، بطوریکه جوانه‌زنی از ۸۰ درصد در شاهد به صفر درصد در ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر رسید. در دمای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی در ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر حدودا ۵۰ درصد مشاهده شد، ولی با افزایش دما به حد مطلوب ۲۵ درجه این میزان به ۶۷ درصد رسید. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین هر دو سطح مجاور اختلاف معنی‌دار نبود، بدین مفهوم که بین سطوح دوم و سوم، چهارم و پنجم و ششم و هفتم اختلاف معنی‌دار نبود، این امر نشان‌دهنده این است که با رسیدن به دمای مطلوب تحمل به تنش شوری افزایش یافته است. بطور مثال، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش سطح تنش از ۲۰ به ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش درصد جوانه‌زنی از۵۰ درصد به ۱۲ درصد شده است، در حالیکه این میزان کاهش در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از ۴۵ درصد به ۳۴ درصد بوده است. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بین شاهد تنها با سطح اول تنش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. پنج سطح آخر تنش نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند، هر چند از لحاظ عددی با افزایش سطح تنش درصد جوانه‌زنی از ۱۵ درصد به صفر درصد رسید. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد جوانه‌زنی در شاهد مشاهده شد و افزایش سطح تنش کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی را به همراه داشت. در این دو دما از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر به بعد جوانه‌زنی به کمتر از پنج درصد نزول یافت که نشان می‌دهد با افزایش دما تحمل به سطوح بالای تنش شوری در کوشیا کاهش می‌یابد. درصد جوانه‌زنی نیز با افزایش سطح شوری و دما کاهش یافت و بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و سطوح پایین شوری مشاهده شد. در هیچ تیمار دمایی در سطح شوری۴۰ دسی زیمنس بر متر بذری جوانه نزد، ولی آستانه تحمل به تنش و کاهش معنی‌دار بسته به دما متفاوت بود. بطور معمول این کاهش از ۲۰ دسی زیمنس بر متر مشهود بود. بیولی و بلک (Bewley & Black, 1994) و خان و اونگار (Khan & Ungar, 1996) اعلام نمودند که اثرات مخرب NaCl در درجه حرارت‌های بالاتر بواسطه بالا رفتن سمیت یون سدیم و حساس شدن غشای سیتوپلاسمی می-باشد که می‌تواند خسارات غیرقابل برگشت‌پذیری به سلول وارد نماید. زیا و اجمل خان (Zia & Ajmal Khan, 2004) با مطالعه اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی گونه *Limonium stocksii* L. بیان کردند که بیشترین جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد و با افزایش شوری مقدار جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. از اینرو، احتمال می‌رود که علت کاهش درصد جوانه‌زنی در شوری بیشتر و درجه حرارت‌های بالاتر، صدمه به سلول‌ها در اثر سمیت یونی باشد. فناندو و همکاران (Fenando et al., 2000) روی جوانه‌زنی و رشد گیاه سلمه (*Chenopodium album* L.) تحت شرایط شوری حاصل از نمک طعام نیز نشان داد که در حضور ۰/۴ میلی‌مولار نمک طعام، درصد جوانه‌زنی بذر این گیاه ۱۴ درصد و در شرایط غیرتنش، میزان جوانه-زنی بذر ۸۷ درصد بود.

میانگین زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) در بین تیمارهای دمایی و تنش شوری برای میانگین زمان جوانه‌زنی بود (جدول ۲). بطور کلی، افزایش تنش شوری باعث افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی شد، هر چند در اکثر تیمارهای دمایی (از ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌داری تا سطح ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر با شاهد مشاهده نشد (جدول ۲). در دمای ۲۵ و ۳۰ این رویداد تا سطح شوری ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر دیده شد و تنها با سطح ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف نشان دادند که در این سطح هیچ بذری جوانه نزد. بیشترین زمان میانگین جوانه‌زنی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در سطح شوری ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر مگاپاسکال مشاهده شد.



شکل ۱- جوانه‌زنی تجمعی بذور کوشیا در گستره دمایی ۵ تا ٤٠ درجه سانتی‌گراد در طی ١٤ روز

Fig. 1- Cumulative germination of kochia seed in 5 to 40 ^{0}C during 14 days

کمترین مقادیر میانگین زمان جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (۱/۲۰، ۱/۲۱ و ۱/۱۱ روز، بدون اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سه تیمار اول) که نشانگر بالاترین سرعت جوانه‌زنی در این دما می باشد، همچنین با توجه به (شکل ۲) بالاترین سرعت‌های جوانه‌زنی نیز در این تیمارها دیده شد. همچنین بالاترین میانگین زمان جوانه‌زنی در این دما بدون اختلاف معنی‌دار در سطح شوری ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر (دو روز) بود، درحالیکه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تقریباً معادل همین درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی-داری به ترتیب بین شاهد با سطح چهارم و دوم تنش مشاهده نشد. بدین مفهوم که با رسیدن به دمای مطلوب‌تر میزان زمان برابر برای رسیدن به میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح شوری بالاتر دیده شده و نشان از افزایش مقاومت به تنش شوری در دمای مطلوب دارد. علاوه بر این، اثرات منفی شوری بر نفوذپذیری غشاء، تقسیم سلولی و همچنین بر ساخت پروتئین و فعالیت‌های آنزیمی، سبب افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی و کاهش سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد طولی ریشه‌چه می‌گردد (Bal & Chattopadhyay, 1985; Hardegree & Emmerich, 1990). همچنین مشاهده شد که با افزایش تنش شوری میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش یافت، علت این امر آن است که در سطوح بالای تنش تعداد بذور جوانه‌زده کاهش می‌یابد، لذا در یک دمای ثابت ممکن است میانگین زمان جوانه‌زنی برای جوانه‌زنی این بذور محدود، نسبت به سطوح تنش با درصد جوانه‌زنی بالاتر کاهش نشان دهد. خانی‌نژاد و خواجه‌حسینی (Khaninejad & Khajeh- Hosseini) نیز گزارش نمودند که افزایش سطوح شوری سبب بالا رفتن متوسط زمان جوانه‌زنی کوشیا شد.

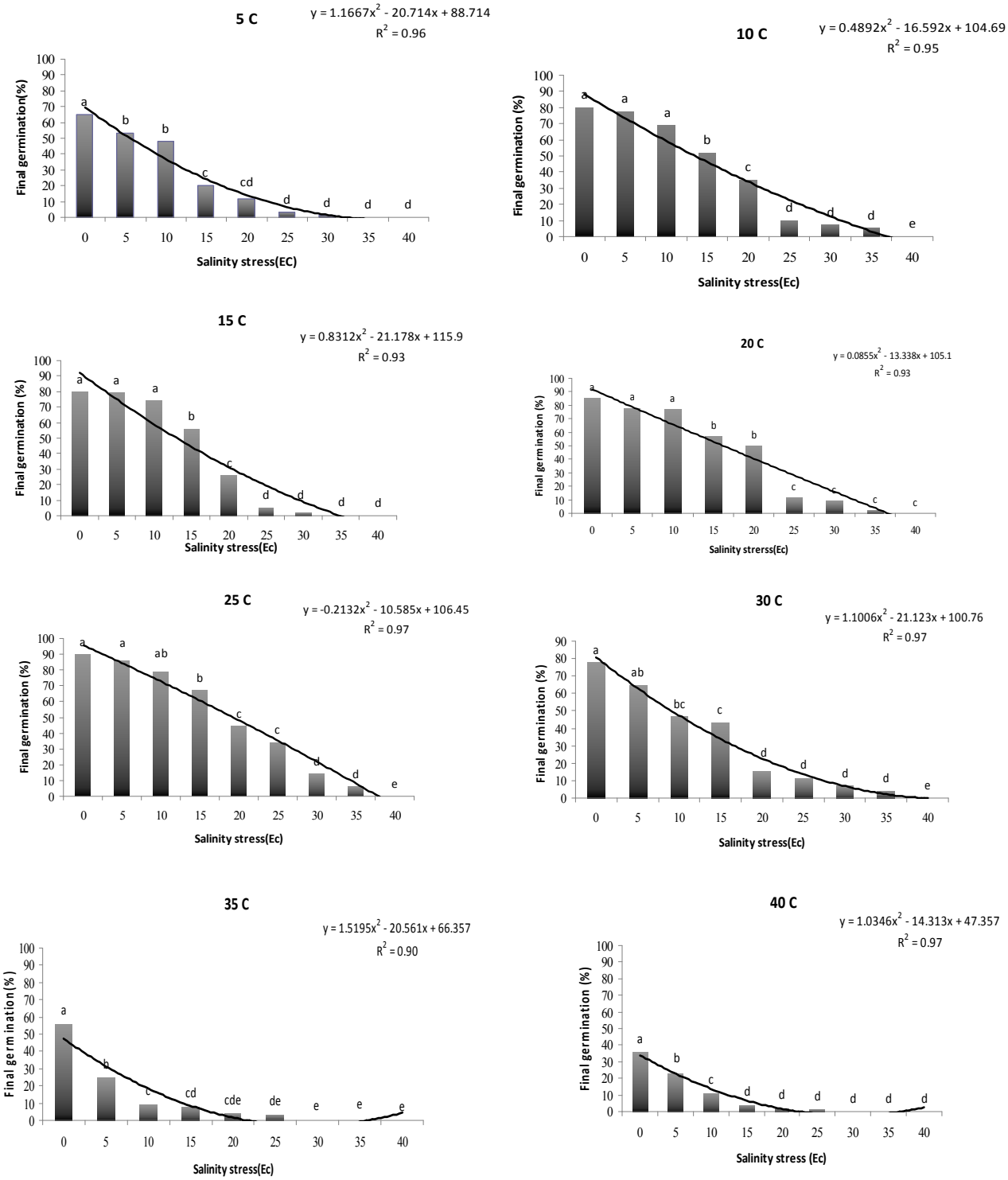
شاخص جوانه‌زنی

بالاترین شاخص جوانه‌زنی در تمامی سطوح پتانسیل در گستره دمایی ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد وجود دارد. با خارج شدن از این گستره کاهش شاخص جوانه‌زنی در دماهای پایین (۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد) و دماهای بالا (۴۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد) دیده شد، بطوریکه این کاهش در دماهای پایین بارزتر است (شکل ۴). بطور مثال، در دمای پنج درجه سانتی‌گراد شاخص جوانه‌زنی در تیمار شاهد ۵/۵۳ بوده است، درحالیکه شاخص جوانه‌زنی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۷/۰۳) بوده است. همچنین بطور کلی، با افزایش تنش شوری در تمامی سطوح دمایی شاخص جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش نشان می‌دهد. در دمای پنج و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بین شاهد با دو سطح بعدی پتانسیل اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بین دو سطح اول تنش بالاترین شاخص جوانه‌زنی (۲۰/۳۷) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد مشاهده شد، هر چند با دو سطح بعد خود اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بین سطوح پایین تنش با سطوح بالاتر اختلاف معنی‌دار بود، ولی بین تنش با پنج دسی‌زیمنس بر متر شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار نشد. با افزایش دما مقاومت به شوری کاهش یافته بطوری که برای مثال میزان شاخص جوانه‌زنی معادل ۱۴ در دمای ماقبل مربوط به شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و در این دما به شوری ۵ دسی‌زیمنس تعلق گرفته است. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین شاخص جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد. در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بجز دو تیمار اول و دو تیمار آخر، اختلاف بین سایر سطوح معنی‌دار نبود. در دمای ۴۰ درجه نیز از سطح دوم تنش به بعد هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و با افزایش سطح شوری شاخص جوانه‌زنی در ۳۵ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر به صفر رسید. شاخص جوانه‌زنی نشان دهنده از سرعت جوانه‌زنی است که تحت تأثیر شوری و درجه حرارت قرار گرفت، بطوری که بالاترین شاخص‌های جوانه‌زنی در گستره دمایی ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. با خارج شدن از این گستره کاهش شاخص جوانه‌زنی در دماهای پایین (۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد) و دماهای بالا (۴۰- ۳۵ درجه سانتی‌گراد) دیده شد، بطوری که این کاهش در دماهای پایین بارزتر است.

وزن خشک گیاهچه

در جدول ۳ میانگین وزن خشک گیاهچه در دماها و سطوح مختلف تنش شوری نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) در بین تیمارهای دمایی و تنش شوری برای میانگین وزن خشک گیاهچه بود. بطورکلی، در هر دما با منفی‌تر شدن پتانسیل آبی محیط میانگین وزن خشک گیاهچه کاهش یافت. همچنین افزایش یا کاهش دما سبب کاهش میانگین وزن خشک گیاهچه شد. تیمار ۵ دسی‌زیمنس بر متر در هیچ یک از تیمارهای درجه‌حرارت اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان نداد، همچنین تیمار ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نیز جز در کمترین (۵ درجه سانتی‌گراد) و بالاترین دما (۴۰ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌دار با شاهد نداشت.

بالاترین وزن خشک از لحاظ عددی در تیمار شاهد و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. در همین دما با افزایش سطح شوری وزن خشک گیاهچه از شاهد تا سطح ۳۰ دسی زیمنس بر متر که آخرین وزن خشک گیاهچه در آن بدست آمد، ۸۳ درصد کاهش نشان داد. همچنین دماهای بالا بیش از دماهای پایین سبب کاهش در وزن خشک شد، بطوریکه برای مثال، در سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در دمای پنج درجه سانتی‌گراد وزن خشک گیاهچه معادل ۳/۵ میلی‌گرم بوده است، در حالیکه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد این میزان به ۰/۵ میلی‌گرم رسیده است. افزایش یا کاهش دما سبب کاهش میانگین وزن خشک گیاهچه شد.



شکل ۲- اثرات متقابل سطوح مختلف دما و تنش شوری بر جوانه‌زنی نهایی بذور کوشیا

Fig. 2- Interaction effects of temperature and salinity stress levels on final germination of kochia seed

جدول ۲- میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف درجه حرارت و تنش شوری بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذور کوشیا

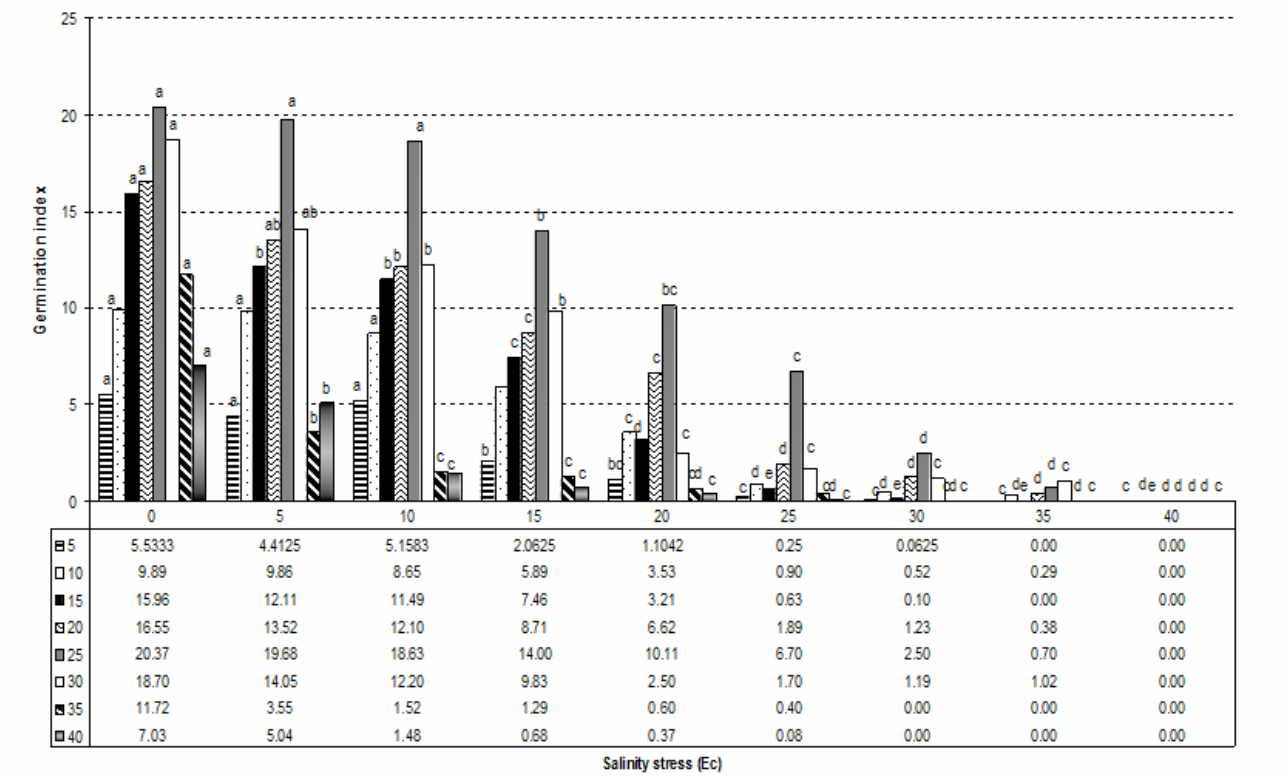
Table 2- Mean interaction effects of temperature and salinity stress levels on mean germination time of kochia seed

40	35	30	25	20	15	10	5	0	تنش شوری (دسی-زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature (° C)
0d	0 d	1.00 cd	1.50 bc	3.05 a	2.84 ab	3.05 a	3.19 a	3.33 a*	5
0b	3. 87 a	3.58 a	3.26 a	3.00 a	2.54 a	2.24 a	2.23 a	2.31 a	10
0 b	0 b	2.50 a	2.12 a	2.57 a	2.37 a	2.06 a	1.84 ab	1.71 ab	15
0b	0.37 b	2.25 a	1.85 a	2.53 a	1.95 a	2.04 a	1.74 a	1.59 a	20
0b	1.70 a	2.00 a	1.56 a	1.42 a	1.49 a	1.11 a	1.21 a	1.20 a	25
0b	2.93 a	1.29 a	2.85 a	1.86 a	1.27 a	1.80 a	1.53 a	1.16 a	30
0 c	0 c	0 c	0.50 bc	1.75 ab	1.66 ab	3.00 a	2.10 a	1.77 ab	35
0 c	0 c	0 c	0 c	0.75 bc	0.75 bc	3.10 a	1.42 bc	1.80 ab	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. صفر نشان‌دهنده عدم جوانه-زنی است.

*** In each row, means with at least one common letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at 5% probability level. Zero indicates no germination**

همچنین بر اساس نتایج وزن خشک گیاهچه در سطوح شوری پایین در برخی از دماها از لحاظ عددی افزایش یافت که با یافته‌های فلور و همکاران (Flowers et al., 1977) در علف شور (*Suaeda maritima* L.) و باجی و همکاران (Bajji et al., 1998) در آتریپلکس (*Atriplex halimus* L.) مطابقت دارد.



شکل ٤- اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر شاخص جوانه‌زنی بذر کوشیا

Fig. 4- Interaction effects of temperature and salinity stress levels on germination index of kochia

جدول ۳- میانگین اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر میانگین وزن خشک گیاهچه کوشیا

Table 3- Mean Interaction effects of temperature and salinity stress levels on seedling mean dry weight of kochia

40	35	30	25	20	15	10	5	0	تنش شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature(° C)
0c	0 c	0 c	0 c	0 c	2.00 b	3.50 ab	4.50 a	4.72 a*	5
0e	0 e	0 e	0 e	2.17 d	3.27 c	4.27 b	5.27 a	5.05 a	10
0 d	0 d	0 d	1.07 cd	2.00 c	3.62 b	4.85 a	5.62 a	5.45 a	15
0b	0 b	0 b	1.24 b	4.25 a	4.57 a	5.12 a	6.12 a	5.65 a	20
0d	0 d	1.25 d	2.87 c	3.23 c	5.27 b	6.07 ab	7.72 a	7.10 ab	25
0c	0 c	0 c	0.50 c	1.70 bc	3.07 ab	3.77 a	3.33 ab	4.80 a	30
0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	0.25 c	0.50 c	1.40 b	3.05 a	35
0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0.50 b	2.00 a	2.10 a	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. عدد صفر نشان‌دهنده عدم جوانه‌زنی است.

* In each row, means with at least one common letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at five percentage probability level. Zero indicates no germination

طول گیاهچه

میانگین طول گیاهچه در پتانسیل‌ها و درجه حرارت‌های مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) در بین تیمارهای دمایی و تنش شوری برای میانگین طول گیاهچه بود. بطور کلی، در هر دما با افزایش سطح تنش شوری محیط طول گیاهچه کاهش یافت. در دمای ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد اختلافی در طول گیاهچه بین شاهد با پنج دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد این اختلاف تا سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر با شاهد معنی‌دار نبود. بیشترین طول گیاهچه در تیمار ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۵/۹۷ سانتی‌متر) و در شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد هر چند با سطح قبل (شاهد) و بعد (۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) اختلاف معنی‌دار نشان نداد. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بین تمام سطوح شوری با شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. کاهش در طول گیاهچه می‌تواند به علت محدودیت فشار تورگر و علت تجمع ماده خشک در بافت‌های ذخیره‌ای ریشه چه باشند که با نتایج شارما و همکاران (Sharma et al., 2004) در مورد کاهش طول گیاهچه بواسطه کاهش میزان آب بافت گیاهچه تحت تأثیر افزایش شوری، مطابقت دارد.

درصد بازیافت

نتایج نشان داد که کوشیا قدرت بازیافت بسیار بالایی دارد و در تمامی دماها و سطوح شوری بازیافت قابل قبول و بالایی دارد (جدول ۵). بالاترین بازیافت در دمای ۲۵ و۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد.

جدول ٤- میانگین اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر میانگین طول گیاهچه کوشیا

Table 4- Mean interaction effects of temperature and salinity stress levels on seedling mean length of kochia

40	35	30	25	20	15	10	5	0	تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature(° C)
0 d	0 d	0 d	0 d	0 d	1.00 c	1.57 b	2.00 a	2.02a*	5
0 d	0 d	0 d	0 d	0.5 d	2.25 c	3.00 b	3.55 a	3.9 a	10
0 e	0 e	0.5 e	1 d	2.07 c	2.45 c	3.32 b	4.01 a	4.12 a	15
0 g	0 g	1.00 f	2.25 e	3.02 d	3.57 cd	3.62 c	4.20 b	5.02 a	20
0 f	0 f	1.54 e	2.30 d	3.32 c	4.20 b	5.44 a	5.97 a	5.85 a	25
0 e	0 e	1.1 d	1.12 d	2.12 c	3.15 b	4.45 a	4.15 a	4.82 a	30
0 e	0 e	0 e	0.77 d	0.8 d	1.00 d	1.32 c	2.50 b	3.02 a	35
0 e	0 e	0 e	0e	0e	1.10 d	1.27 c	1.65 b	1.95 a	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. عدد صفر نشان‌دهنده عدم جوانه‌زنی است.

* In each row, means with at least one same letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at five percentage probability level. Zero indicates no germination

افزایش سطح شوری در ۳۵ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش درصد بازیافت شد، اما بطور مثال، شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر در دمای ۲۵ درجه هنوز ۴۰ درصد بازیافت نشان داد. افزایش توأمان تنش شوری و دمای بالا از قدرت بازیافت کوشیا کاست، بطوری که در یک شوری معین قدرت بازیافت در دمای پنج درجه سانتی‌گراد بیش از ۴۰ درجه بود. بررسی جوانه‌زنی بذور جوانه نزده در شرایط شوری در محیط بدون تنش (آزمایش بهبود) نیز حاکی از بهبود معنی‌دار جوانه‌زنی پس از انتقال به محیط بدون تنش بود که این امر مؤید آنست که در کوشیا اثر اسمزی نقش مهمتری را در بازدارندگی جوانه‌زنی نسبت به سمیت یونی در شرایط شور دارد . درصد جوانه‌زنی بالای بازیافت نشان می‌دهد که تنش اسمزی در شرایط شوری بالا مانع جوانه‌زنی می‌شود و درصد جوانه‌زنی پایین در بازیافت نشان می‌دهد که بذور تحت سمیت یونی قرار گرفته بودند (Khan, 2002). در دماهای پایین‌تر حتی در شوری بالا کاهش جوانه‌زنی احتمالاً مربوط به اثرات اسمزی قابل برگشت است که می‌تواند سبب القا خواب شود و بیشتر بذور پس از رفع تنش و قرار گرفتن در دمای مناسب درصد بهبود بیشتری نسبت به دمای بالا نشان می‌دهند (El-Keblawy et al., 2007).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که اثر متقابل رژیم‌های مختلف دمایی و تنش شوری اثرات معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نهایی، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، وزن خشک و طول گیاهچه داشت. نتایج آزمایش نشان داد که خصوصیات جوانه‌زنی با افزایش سطوح تنش شوری خارج از گستره دمایی۳۰-۱۵ کاهش معنی‌دار داشت. تنش شوری به عنوان عامل محیطی مؤثر بر جوانه‌زنی علاوه مسمومیتی که می‌تواند به واسطه یون‌های زیاد ایجاد کند، جذب آب توسط بذر را نیز با اشکال روبرو می‌کند. عوامل کاهش‌دهندهٔ پتانسیل آب نظیر نمک‌های محلول در آب نیز می‌توانند تأثیر قابل ملاحظه‌ای در این امر داشته باشند. کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر شوری می‌تواند مربوط به افزایش فشار اسمزی محلول و در نتیجه عدم جذب آب کافی به منظور جوانه‌زنی باشد. نتایج نشان دادکه کوشیا تا حد زیادی مقاوم به شوری بود، بطوری که بسته به دما در بیشتر صفات اندازه-گیری شده معمولاً تا شوری۱۵ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی-داری را با شاهد نشان نداد.

جدول ۵- میانگین اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر درصد بازیافت کوشیا

Table 5- Mean interaction effects of temperature and salinity stress levels on recovery percentage of kochia

40	35	30	25	20	15	تنش شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature(° C)
19.50 c	37 b	62.62 a	74.27 a	71.71 a	60.63a*	5
20.13 c	28.87 bc	51.83 a	59.91 ab	51.83 abc	34.24 bc	10
23.50 a	33 a	58.21 a	46.67 a	56.72 a	42.71 a	15
30 bc	13.04 c	51.64 ab	66.71 a	45.98 ab	16.77 c	20
41 b	59.79 ab	70.55 ab	65.30 ab	54.79 ab	74.00 a	25
38 c	52.74 abc	76.72 a	71.75 ab	74.52 a	42.05 bc	30
32.75 b	55 a	62.62 a	69.10 a	52.28 a	64.11 a	35
18 c	30.1 b	37 ab	40.37 ab	34.70 ab	43.83 a	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. عدد صفر نشان‌دهنده عدم جوانه‌زنی است.

* In each row, means with at least one common letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at five percentage probability level. Zero indicates no germination

منابع

1- Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Plant Science 13: 17–42.
2- Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166: 3–16.
3- Ashraf, M., and Vahid, S. 2000. Time–course changing in organic metabolites and mineral nutrients in germination maize seeds under salt (NaCl). Seed Science and Technology 28: 641-656.
4- Badger, K.S., and Ungar, I.A. 1989. The effects of salinity and temperature on the germination of the inland

halophyte *Hordeum jubatum*. Canadian Journal of Botany 67: 1420–1425.
5- Bajji, M., Kinet, J.M., and Lutts, S. 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* and their corresponding callus cultures. Plant Science 137: 131-142.
6- Bal, A.R., and Chattopadhyay, N.C. 1985. Effect of NaCl and PEG 6000 on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L). Biologia Plantarum 27: 65-69.
7- Bewley, J.D., and Black, M. 1994. Stress: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, 445 pp.
8- Bliss, R.D., Platt-Aloia, K.A., and Thomson, W.W. 1986. The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant, Cell and Environment 9: 27-733.
9- Ejazrasell, A.W., and Rahman Rao, A. 1997. Germination responses of sensitive and tolerant sugarcane lines to sodium chloride. Seed Science and Technology 25: 465-471.
10- El-Fawal, M.A., and El-Nathlawy, F.S. 1989 Response of five forage crops to temperature and salt stress at germination. Acta Agronomic Hungarica 38: 305-312.
11- El-Keblawy, A., Al-Ansari, F., Hassan, N., and Al-Shamsi, N. 2007. Salinity, temperature and light affect germination of *Salsola imbricata*. Seed Science and Technology 35: 272–281.
12- El-Keblawy, A., and AL-Rawai, A. 2005. Effect of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora*. Arid Environments 61: 555-565.
13- Epstein, E., Norlyn, J.and Rush, D.W. 1980**.** Saline culture of crops: a genetic approach. Science 210: 218.
14- Farokhi, A., and Galeshi, S. 2005. Evaluation of effect of salinity and seed size on germination, conversation of seed reserves and seedling growth soybean (*Glycin max*. L). Iranian Journal of Agricultural Science 36(5): 1233-1241. (In English with Persian Summary)
15- Fenando, E.P., Boero, C., Gallardo, M., and Gonzalez, J. 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble suger content in *Chenopodium quinona* seeds. Botanical Bulletin of Academia Sinica 41: 27- 34.
16- Flowers, T.S., Torke, P.F., and Yeo, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Plant Physiology 28: 89-121.
17- Ghoulam, C., and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology 29: 357-367.
18- Hardegree, S.P., and Emmerich, W.E. 1990. Partitioning water potential and specific salt effect on seed germination of four grasses. Annals of Botany 65: 587-585
19- Hogan, W.C. 1968. The effect of salinity on the germination and the growth of two halophytes. M.S. Thesis. Ohio University.
20- Huang, Z., Zhang, X., Zheng, G., and Gutterman, Y. 2003. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. Journal of Arid Environment 55: 453-464.
21- Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., and Kolsarici, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy 24: 291-295.
22- Khan, M.A. 2002 Halophyte seed germination: success and pitfalls. In: International Symposium on optimum resource utilization in salt affected ecosystems in arid and semi arid regions (Eds.): A.M. Hegazi, H.M. El-Shaer, S. El-Demerdashe, R.A. Guirgis, A. Abdel Salam Metwally F.A. Hasan and H.E. Khashaba. Desert Research Centre, Cairo, Egypt. pp. 346-358.
23- Khan, M.A., Gul, B., and Weber, D.G. 2009. Seed germination of *Kochia scoparia* under saline conditions: response with germination regulating chemicals. Pakistan Journal of Botany41: 2933-2941.
24- Khan, M.A., and Ungar I.A. 1996. Alleviation of seed dormancy in the desert for *Zygophyllum simplex* L. Pakistan Annuals of Botany 80: 395-400.
25- Khan, M.A., and Rizvi, Y. 1994. Effect of salinity, temperature, and growth regulators on the germination and early seedling growth of *Atriplex griffithii* var. stocksii. Canadian Journal of Botany 72: 457-479.
26- Khan, M.A., Gul, B., and Weber, D.J. 2000. Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. Journal of Arid Environments 45: 270-214.
27- Khan, M.A., and Ungar, I.A. 2001. Seed germination of *Triglochin maritima* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Plant Biology 44: 301-303.
28- Khan, M.A., and Gulzar, S. 2003. Germination responses of *Salicornia ioclados*: a saline desert grass. Journal of Arid Environments 53: 387-394.
29- Khaninejad, S., and Khajeh- Hosseini, M. 2009. Effects of salinity on germination of four ecotypes of *Kochia scoparia* L. Agroecology 2(1): 19-28. (In Persian with English Summary)
30- Lambardo, V., and Saladino, L. 1997. Effect of salinity of water on seed germination capacity, Irrigation-e-Drenaggio 44(1): 3-7.
31- Mauromicale, G., and Licander, P. 2002. Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of globe artichoke, Agronomie 22: 443-450.
32- Okcu, G., Kaya, M.D., and Atak, M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture 29: 237-242.

33- Orlovsky, N.S., Japakova, U.N., Shulgina, I., and Volis, S. 2011. Comparative study of seed germination and growth of *Kochia prostrata* and *K. scoparia* (Chenopodiaceae) under salinity. Journal of Arid Environments 75: 532-537.
34- Philipupallai, J., and Ungar, I.A. 1984. The effect of seed dimorphism on the germination and survival of *Salicornia europaea* L. populations. American Journal of Botany 71: 542–549.
35- Poljakoff, M.A., and Lerner, H.R. 1994. Plants in Saline Environments. Bikaner. pp: 65-96.
36- Rivers, W.G., and Weber, D.J. 1971. The influence of salinity and temperature on seed germination in *Salicornia bigelovii*. Physiologia Plantarum 24: 73–75.
37- Sabouri Rad, S., Kafi, M., Nezami, A., and Bannayan Aval, M. 2011. Evaluation of base, optimum and ceiling temperature for (*Kochia scoparia* L. Schard) with application of Five-Parameters-Beta Model. Agroecology 3(2): 191-197. (In Persian with English Summary)
38- Sharma, A.D., Thakur, M., Rana, M., and Singh, K. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *Sorghum bicolor* L. Moench. seeds. African Journal of Biotechnology 3: 308-312.
39- Steppuhn, H., and Wall, K. 1993. *Kochia scoparia* emergence from saline soil under various water regimes. Journal of Range Management 46: 533-538.
40- Vicente, O., Boscaiu, M., Naranjo, M.A., Estrelles, E., Beles, M., and Soriano, P. 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). Journal of Arid Environments 58: 463-481.
41- Rubio-Casal, A.E., Castllo, J.M., Luque, C.J., and Figueroa, M.E. 2003. Influence of salinity on germination and seeds viability of two primary colonizers of Mediterranean salt pans. Journal of Arid Environments 53: 145-154
42- Zia, S., and Ajmal Khan, M. 2004. Effect of light, salinity and temperature on seed germination of *Limonium stocksii*. Canadian Journal of Botany 82: 151-157.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۰۶-۲۹۴

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 294-306

تأثیر تراکم و تاریخ کاشت گندم پاییزه (*Triticum aestivum* L.) بر تراکم و زیست توده علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی شیروان

رضا قربانی[۱]، سیدوجیه اله میرعلوی[۲] و مژگان ثابت تیموری[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۲۹

چکیده

علف‌های هرز در مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) ایران و جهان مشکل‌ساز بوده و بایستی با روش‌های غیرشیمیایی و مخصوصاً روش-های زراعی مدیریت گردند. آزمایشی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در زمینی به وسعت ۱۰۰۰ متر مربع واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل دو فاکتور تراکم کاشت گندم در سه سطح ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ گیاه در متر مربع و سه تاریخ کاشت ۱۰ آبان، ۳۰ آبان و ۱۰ آذر بودند. مشاهدات بیانگر حضور ۱۶ گونه علف هرز با غالبیت شلمی (*Rapistrum rogosum* L.)، خاکشیر (*Descurainia sophia* L.)، فالاریس (*Phalaris elongata* Braun-Blanq.)، دم روباهی (*Alopecurus myosurides* Huds.) و جوموشی (*Hordeum murinum* L.) بود. نتایج نشان داد که کاشت تأخیری گندم باعث افزایش تراکم نسبی علف‌های هرز شد. کمترین فراوانی نسبی علف‌های هرز در تاریخ کاشت ۱۰ آبان مشاهده شد. افزایش تراکم کاشت گندم باعث کاهش معنی‌دار زیست توده علف‌های هرز شد، اما تأثیری بر روند تغییرات تراکم علف‌های هرز نداشت. اثر تاریخ کاشت گندم نیز بر زیست توده علف های هرز معنی‌دار بود. بیشترین زیست توده علف‌های هرز در تاریخ کاشت ۱۰ آذر تولید شد. بر اساس نتایج این آزمایش، کاشت تأخیری گندم فرصت و فضای بیشتری برای استقرار علف‌های هرز فراهم کرده و لذا برای حصول کمترین خسارت علف‌های هرز، کاشت زودتر و تراکم بیشتر (۶۰۰ گیاه در متر مربع) پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: روش‌های زراعی، غلات، فراوانی نسبی علف‌های هرز، مدیریت علف‌های هرز

مقدمه

در حال حاضر بیشترین سطح زیر کاشت گیاهان زراعی در جهان به گندم نان (*Triticum aestivum* L.) اختصاص دارد، بطوریکه تقریباً یک ششم از کل زمین‌های زراعی جهان زیر کاشت گندم است. در این میان علف‌های هرز مانع دسترسی کامل گیاه زراعی به منابع غذایی، آب و نور می‌شوند (Karaminezhad, 2006)، بطوریکه یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد محسوب می‌شوند. شناسایی و کنترل علف‌های هرز می‌تواند در افزایش عملکرد و بهره‌وری اقتصادی نقش اساسی داشته باشد (Mirkamali et al., 2006).

روش‌های زراعی که در جهت مدیریت علف‌های هرز بکار می-روند باعث کاهش ذخایر بذر علف‌های هرز نیز شده و بدین طریق باعث کاهش مشکلات علف‌های هرز در آینده نیز می‌شوند (Somody et al., 1984). یکی از راهکارهای زراعی مؤثر جهت افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی در برابر علف‌های هرز، افزایش تراکم گیاه زراعی است (Walker et al., 2002) که در اغلب نظام‌های تولید گندم، می‌تواند کنترل گردد (Kafi et al., 2006; Walker et al., 2002). ارقامی از یک گونه گیاهی که تراکم‌پذیری بیشتری در شرایط کاشت خالص دارند، توانایی بالاتری برای دریافت منابع بخصوص تشعشع و آب داشته که نتیجه آن افزایش سرعت رشد اولیه و موفقیت بیشتر در رقابت با علف‌های هرز خواهدبود. وجود رطوبت و خاک مناسب، فضاهای خالی در مزرعه گندم و دریافت نور کافی شرایط مناسبی برای جوانه‌زنی و رویش علف‌های هرز، بخصوص گونه‌های مختلف پهن برگ نظیر انواع سلمه (*Chenopodium album* L.)، اسفناج باغی (*Atriplex hymenelytra* Torr.) و گل زرد بهاری (*Senecio vernalis* L.)

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار، فارغ التحصیل کارشناسی‌ارشد رشته علف‌های هرز و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و پژوهشگر جهاد دانشگاهی مشهد
(* - نویسنده مسئول: E-mail: mozh_st@yahoo.com)

فراهم می‌نماید. واکر و همکاران (Walker et al., 2002) به نقل از محققین مختلف بیان داشتند که افزایش تراکم گندم از ۱۰۰ به ۱۵۰ و ۲۰۰ بوته در متر مربع سبب کنترل بیشتر یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L) و چچم (*Lolium rigidum* L.) گردید. گیاهان زراعی که قادر به تشکیل کانی متراکم می‌باشند، عمدتاً از طریق سرکوب فیزیکی بر زیست توده علف‌های هرز تأثیر می‌گذارند (Grundy et al., 1999). افزایش تراکم علف‌های هرز، سبب افزایش زیست توده و تولید بذر بیشتر شده و به شدت رشد و عملکرد گیاه زراعی را تهدید می‌نماید (Kropff & bastinaans, 1999). بنابراین، می‌توان با افزایش تراکم گیاه زراعی سبب کاهش تولید بذر علف‌های هرز و کاهش تراکم این گونه‌ها شد (Koscelny, 1991). آزمایشات انجام شده توسط قرینه و همکاران (Gharineh et al., 2006) نشان داد که در کاشت متراکم گندم نسبت به کاشت کم تراکم، کمترین تعداد علف هرز مشاهده شد، بطوریکه افزایش تراکم گندم، قدرت رقابت درون گونه‌ای گیاه زراعی را با کاهش دسترسی به نور و اکسیژن کافی افزایش داد و موجب حذف دم روباهی کشیده (*Alopecurus myosuroides* Huds) شد. در حالیکه با کاهش تراکم کاشت گندم از ۲۰۰ به ۴۰ بوته در متر مربع، زیست توده علف‌های هرز بیش از دو برابر افزایش یافت (Kafi et al., 2006). افزایش تراکم گیاه زراعی می‌تواند یک روش مؤثر برای افزایش سهم گیاه زراعی از کل موجودی منابع رشد باشد (Zimdahl, 1980; Aldrich, 1984)، بطوریکه افزایش تراکم گندم زمستانه تا ۳۰۰ بوته در متر مربع باعث کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز گردید (Christensen et al., 2002). کاسلنی و همکاران (Koscelny et al., 1991) بیان کردند که عملکرد گندم زمستانه آلوده به *Bromus secalinus* L. با افزایش میزان بذر از ۹۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار باعث ۱۵ درصد افزایش عملکرد دانه گندم و ۲۵ درصد کاهش بذور بروموس گردید. همچنین افزایش میزان بذر از ۶۷ کیلوگرم در هکتار به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش آلودگی مزارع گندم به بروموس گردید. نتایج دیگری نیز نشان داده‌اند که با افزایش تراکم کاشت گندم، سرکوبی علف‌های هرز یکساله‌ای مثل چچم، طی دوره استقرار گیاه زراعی افزایش یافت (Peltzer, 1999; Mason et al., 2007). بعلاوه افزایش تراکم کاشت گندم، سبب کاهش زیست توده علف‌های هرز شد (Olsen et al., 2005). سولی و همکاران (Solie et al., 1991) بیان کردند که در دو مزرعه گندم آلوده به علف هرز دم روباهی و عاری از دم روباهی، کاهش فاصله ردیف‌های کاشت از ۲۳ به ۷/۵ سانتی‌متر باعث افزایش ۱۸ درصدی عملکرد محصول شد. خسارت یولاف وحشی در تراکم‌های ۱۰ تا ۲۰۰ بوته در متر مربع گندم در ایران، به ترتیب ۱۲ تا ۳۵ درصد (Mousavi, 2001) و در اسپانیا با تراکم ۲۹۸ خوشه در متر مربع گندم (Salimi, 1994) ۳۱ درصد گزارش شده است.

تاریخ کاشت نیز می‌تواند عامل مؤثری بر زیست توده گیاه زراعی و علف هرز، در شرایط مختلف باشد. چنانچه گیاه زراعی قبل از علف هرز سبز شود، معمولاً از توان رقابتی بیشتری نسبت به علف هرز برخوردار است. بنابراین، زمانی که سرعت جوانه زنی علف هرز نسبت به گیاه زراعی با تأخیر و کندتر باشد، گیاه زراعی سریع‌تر مستقر شده و کارآیی رقابتی بیشتری نسبت به علف هرز خواهد داشت (Menges, 1988). با توجه به اینکه معمولاً اندازه گیاه چه گونه‌های زراعی نسبت به گیاهچه علف‌های هرز بزرگتر است، چنانچه این برتری در طول دوره رشد ادامه یابد، رشد علف‌های هرز متوقف خواهد شد (Weiner et al., 2001). گودینگ و همکاران (Gooding et al., 1993) گزارش کردند که تاریخ کاشت مناسب برای تولید ارگانیک گندم اواخر پاییز است، این شرایط فرصت کافی را برای کنترل علف های هرز و بیماری‌ها فراهم می‌کند. بنابراین، چنانچه گیاه زراعی قادر به تشکیل کانی قبل از رویش علف‌های هرز باشد، با افزایش تراکم، سایه‌اندازی گیاه بر علف‌های هرز در زمان زودتری از فصل رشد آغاز شده و این امر منجر به افزایش قدرت رقابت گونه‌های زراعی می‌شود (Najafi, 2006).

دوره رشد و تولید بذر اغلب گراس‌های مهم مزارع گندم مناطق مختلف کشور نظیر یولاف وحشی، علف قناری (*Phalaris elongata* Braun-Blanq)، دم روباهی کشیده و انواع چچم (*Lolium* spp.) تقریباً همزمان با کاشت گندم است. ضمن اینکه طولانی بودن دوره رقابت این علف‌های هرز با گندم یکی از دلائل اصلی اهمیت آنها می‌باشد، بطوریکه نتایج بررسی موس و رابین (Moss & Rubin, 1993) نشان داد که کاشت زودهنگام گندم در مزرعه آلوده به دم روباهی کشیده (*Alopecurus myosuroides* Huds.) و نوعی علف قناری (*Phalaris minor* L.)، باعث اُفت عملکرد محصول شد.

برخی گونه‌های علف هرز مزارع گندم، دوره رویشی مشابه با گندم داشته و لذا رقبای قوی برای گندم می‌باشند از این میان می‌توان به شلمی (*Rapistrum rogosum* L.)، خاکشیر (*Descurainia sophia* L.)، چاودار (*Secale cereale* L.)، جودره (*Hordeum spontaneum* L.)، علف پشمکی (*Bromus commutatus* Schrad.) و جوموشی (*Hordeum murinum* L.) اشاره نمود. بنابراین، در مزرعه گندم زمستانه، گونه‌های علف هرزی که در پائیز جوانه می‌زنند غالب خواهند بود. حسن‌زاده دلویی و همکاران (Hassanzade daluie et al., 2003) نتیجه گرفتند که بسته شدن کانی در یولاف وحشی ۱۵ روز سریع‌تر از گندم است بنابراین، گونه‌ای که بتواند سریع‌تر از بقیه سبز شده و استقرار پیدا کند در رقابت با گونه‌هایی که در مراحل بعد سبز می‌شوند، موفق‌تر خواهد بود.

بنابراین، از آنجا که تراکم و تاریخ کاشت از جمله مهمترین و به

بیان دیگر، ساده‌ترین عملیات زراعی قابل کنترل هستند که بر جمعیت و زیست توده علف‌های هرز تأثیرگذار می‌باشند، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات این عملیات زراعی بر تراکم و زیست توده علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی شیروان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان واقع در۱۰ کیلومتری غرب شیروان در قطعه زمینی به وسعت ۱۰۰۰ متر مربع با خاک دارای pH=۸ به اجرا در آمد. بر اساس آمار هواشناسی منطقه، میانگین بارندگی سالیانه ۲۰۰ میلی‌متر، حداقل و حداکثر دمای مطلق سالیانه به ترتیب ۲۵ – و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. آماده‌سازی بستر کاشت در شهریور ماه سال قبل از شروع آزمایش با استفاده از گاوآهن برگردان-دار برای شخم عمیق و سپس دیسک و لولر برای تسطیح انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار در چهار تکرار به اجرا درآمد. تراکم کاشت گندم شامل ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ گیاه در متر مربع و تاریخ کاشت‌های ۱۰ آبان، ۳۰ آبان و ۱۰ آذر ماه مورد مطالعه قرار گرفتند. همزمان با کاشت بذر رقم الوند، از سه نوع کود سوپر فسفات تریپل، اوره و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۲۰۰، ۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. ابعاد هر کرت ۴ × ۳ متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت گندم بر روی پنج پشته در هر کرت و سه ردیف روی هر پشته انجام شد.

اولین آبیاری پس از کاشت و به صورت نشتی انجام شد. مراحل بعدی آبیاری در پنجه‌دهی، ساقه‌دهی، سنبله رفتن، گل‌دهی و دانه بندی گندم بود. کاربرد کود سرک در دو مرحله ابتدای پنجه‌دهی و ابتدای ساقه‌دهی از کود اوره به میزان ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار بود.

برای نمونه‌برداری از علف‌های هرز در چهار مرحله رشدی گندم (پنجه دهی، ساقه‌دهی (۱۲۷روز بعد از کاشت)، گل‌دهی (۱۴۴روز بعد از کاشت) و مرحله شیری دانه (۱۶۴روز بعد از کاشت))، از کوادرات‌هایی به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر استفاده شد. نمونه‌های علف هرز از سطح خاک برداشت شد و جهت اندازه‌گیری وزن تر و خشک نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ به تفکیک گونه شمارش گردید. پس از توزین وزن تر نمونه‌های علف هرز به مدت ۲۴ ساعت در آون با ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس وزن خشک نمونه‌ها به تفکیک اندازه‌گیری شدند.

جهت تعیین فراوانی هر گونه، آنالیز داده‌های مربوط به تعداد علف های هرز باریک برگ و پهن برگ در هر تاریخ کاشت، تبدیل جذری داده‌ها با استفاده از معادله (۱) انجام و آنالیز شدند.

معادله (۱) $F=(\sqrt{x+0.5})$

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تعداد ۱۶ گونه علف هرز باریک برگ (هشت گونه) و پهن برگ (هشت گونه) مشاهده و ثبت گردیدند.

قابل ذکر است از آنجا که برخی علف‌های هرز از جمله دانارک (*Euclidium syriacum* L.)، علف شور (*Suaeda linearis* L.)، غربیلک (*Lamium amplexicaule* L.)، جو دره (*Hordeum spontaneum* L.) و علف پشمکی (*Bromus commutatus* Schrad.) از تراکم بسیار کمی برخوردار بودند، در بررسی‌های مربوط به فراوانی علف‌های هرز مورد ارزیابی قرار نگرفتند، درحالیکه از گروه علف‌های هرز پهن برگ، گیاهان هرز خانواده شب بو از تراکم و تعداد گونه بیشتری برخوردار بود. کریمی (Karimi, 1975) بیان داشت که گونه‌هایی از علف هرز مزارع گندم همچون شلمی، خاکشیر، چاودار، جودره، علف پشمکی و جوموشی که دوره رویشی مشابه با گندم داشته و در پائیز جوانه می‌زنند، از قدرت رقابت بیشتری با گندم برخوردار هستند.

جدول‌های ۲ و ۳ میانگین مربعات فاکتورهای تراکم، تاریخ کاشت و اثر متقابل آنها را بر تراکم و زیست توده علف‌های هرز نشان می دهند. بر این اساس اثر تراکم کاشت بر تعداد علف‌های هرز، بجز ۱۴۴ روز پس از کاشت برای علف‌های هرز باریک برگ، معنی‌دار بود. اثر تاریخ کاشت نیز بجز ۱۲۷ روز پس از کاشت برای علف‌های هرز باریک برگ و ۱۶۴ روز پس از کاشت برای علف‌های هرز پهن برگ معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود.

میانگین مربعات تیمارهای تراکم گندم بر زیست توده علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در روز ۱۴۴ پس از کاشت و اثر تیمار تاریخ کاشت بر زیست توده علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ نیز در روز ۱۲۷ پس از کاشت معنی‌دار نبود. اثر متقابل این دو فاکتور (تاریخ کاشت و تراکم) نیز تنها در روزهای ۱۴۴ و ۱۶۴ پس از کاشت بر تعداد علف‌های هرز پهن برگ معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود.

جدول ۱- فهرست علف‌های هرز موجود در آزمایش
Table 1- List of observed weed species in the experiment

خانواده Family	نام علمی Scientific name	نام انگلیسی English name	نام فارسی Persian name	
Asteraceae	*Anthemis cotula* L.	Anthemis	بابونه	
Brassicaceae	*Descurainia sophia* L.	Flixweed	خاکشیر	
Brassicaceae	*Euclidium syriacum* L.	Syrian mustard	دانارک (کله گنجشکی)	
Brassicaceae	*Rapistrum rogosum* L.	Bastard cabbage	شلمی	پهن برگ Broad-leaf
Chenopodiaceae	*Chenopodium album* L.	Pigweed	سلمه تره	
Chenopodiaceae	*Suaeda linearis* L.	Seepweed	علف شور	
Labiateae	*Lamium amplexicaule* L.	Henbit	غربیلک	
Polygonaceae	*Polygonum aviculare* L.	Prostrate	هفت بند	
Poaceae	*Avena ludoviciana* L.	Aot	یولاف	
Poaceae	*Alopecurus myosuroides* Huds.	Foxtail	دم روباهی	
Poaceae	*Bromus commutatus* Schrad.	Brome	علف پشمکی	
Poaceae	*Hordeum murinum* L.	Mouse barley	جو موشی	باریک برگ Narrow-leaf
Poaceae	*Hordeum spontaneum* L.	Wild barley	جو دره	
Poaceae	*Lolium perenne* L.	Ryegrass	چچم	
Poaceae	*Phalaris elongata* Braun-Blanq.	Canarygrass	فالاریس	
Poaceae	*Secale cereale* L.	Rye	چاودار	

جدول ۲- میانگین مربعات اثر تراکم و تاریخ کاشت بر تراکم علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ گندم در روزهای مختلف پس از کاشت

Table 2- Analysis of variance (mean square) of the effect of crop density and planting date of wheat on density of broad-leaf and narrow-leaf weeds in wheat field during growing season

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	تعداد علف‌های هرز پهن برگ Number of broad-leaf weeds			تعداد علف‌های هرز باریک برگ Number of narrow-leaf weeds		
		۱۲۷روز پس از کاشت 127 days A.P.	۱۴۴روز پس از کاشت 144 days A.P.	۱۶۴روز پس از کاشت 164 days A.P.	۱۲۷روز پس از کاشت 127 days A.P.	۱۴۴روز پس از کاشت 144 days A.P.	۱۶۴روز پس از کاشت 164 days A.P.
تکرار Replication	3	52.54^{ns}	5.36^{ns}	8.99^{ns}	163.0^{ns}	6.39^{ns}	296.2^{ns}
تراکم Density (A)	2	177.69**	12.19^{ns}	29.52*	66.6*	16.36*	613.5*
تاریخ کاشت Planting date (B)	2	7.86^{ns}	130.19**	92.44**	348.44*	75.5*	159.02^{ns}
اثر متقابل (A×B) Interaction (A×B)	4	6.19^{ns}	26.31^{ns}	30.81**	13.7^{ns}	17.94*	1017.77*
خطا Error	24	29.58	14.09	7.28	127.22	8.81	328.0
کل Total	35	–	–	–	–	–	–

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

A.P.: روزهای پس از کاشت

**,* and ns are significant at 1 and 5 % probability levels and non-significant, respectively.

A.P.: Days after planting time

تأثیر تاریخ کاشت گندم بر فراوانی علف‌های هرز

مقایسه فراوانی علف‌های هرز ۱۲۷ روز پس از کاشت (مرحله ساقه‌دهی گندم) نشان داد (جدول ۴) که از میان گونه‌های مختلف علف هرز ثبت شده در این آزمایش، بیشترین فراوانی مربوط به گونه شلمی (با ۳۵/۷۱ درصد) و کمترین فراوانی مربوط به گونه جوموشی (با ۸/۱۱ درصد) بود. بعد از شلمی، فراوانی گونه فالاریس (با ۲۵/۱۷ درصد) از سایر گونه‌ها بیشتر بود.

جدول ۳- میانگین مربعات اثر تراکم و تاریخ کاشت بر زیست توده علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ گندم درروزهای مختلف پس از کاشت

Table 3- Analysis of variance (mean square) of the effect of density and planting date of wheat on biomass of broad-leaf and narrow-leaf weeds in wheat field during growing season

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	زیست توده علف‌های هرز پهن برگ Broad-leaf weed biomass			زیست توده علف‌های هرز باریک برگ Narrow-leaf weed biomass		
		۱۲۷روز پس از کاشت 127 days A.P.	۱۴۴روز پس از کاشت 144 days A.P.	۱۶۴روز پس از کاشت 164 days A.P.	۱۲۷روز پس از کاشت 127 days A.P.	۱۴۴روز پس از کاشت 144 days A.P.	۱۶۴روز پس از کاشت 164 days A.P.
تکرار Replication	3	0.006 ns	3936.5 ns	1006.98 ns	0.0001 ns	125.45 ns	20.17 ns
تراکم Density (A)	2	0.013**	555.7ns	3646.29**	0.0001**	128.02ns	2420.2*
تاریخ کاشت Planting date (B)	2	0.011ns	48216.35**	6032.48**	0.001ns	77.5*	3537.93**
اثر متقابل (A×B) Interaction (A×B)	4	0.020ns	1113.3ns	1093.57ns	0.0001ns	1008.9**	2795.4**
خطا Error	24	0.012	1764.4	513.22	0.0001	144.10	528.2
کل Total	35	–	–	–	–	–	–

** ، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

A.P.: روزهای پس از کاشت

**,* and ns are significant at 1 and 5 % probability levels and non-significant, respectively.

A.P.: Days after planting time

جدول ۴ ترکیب و فراوانی نسبی گونه‌های مختلف علف‌های هرز در زمان گل‌دهی گندم نشان داده‌شده است. بر این اساس، به غیر از تاریخ کاشت ۱۰ آبان که فراوانی نسبی دم روباهی (۳۱/۸۴ درصد) بیشتر بود، در دو تاریخ کاشت ۳۰ آبان و ۱۰ آذر، گونه شلمی به ترتیب با ۳۳/۵۱ و ۳۵/۷۱ درصد بالاترین فراوانی را در مقایسه با سایر گونه‌ها داشت. در مقابل، فراوانی علف‌های هرز باریک برگ در تاریخ کاشت ۱۰ آذر نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر بیشتر بود (جدول ۴). همان‌گونه که منگس (Menges, 1988) بیان کرده است با سبز شدن گیاه زراعی قبل از گونه علف هرز و تأخیر در سرعت جوانه زنی علف هرز نسبت به گیاه زراعی، کار آیی رقابتی علف هرز کاهش یافت، با تداوم برتری گونه زراعی در طول دوره رشد، رشد گونه‌های علف های هرز متوقف شده و لذا تراکم علف هرز کاهش می‌یابد (Weiner et al., 2001).

تأثیر تاریخ کاشت بر فراوانی علف‌های هرز گندم، ۱۶۴ روز پس از کاشت (مرحله شیری شدن دانه) نشان داد که در این مرحله فراوانی نسبی علف‌های هرز پهن برگ در مقایسه با دو مرحله قبل کاهش یافت، بطوریکه فراوانی نسبی علف‌های هرز باریک برگ، به ویژه علف‌های هرز فالاریس، دم روباهی و جوموشی، افزایش یافت (جدول ۴). دلیل این امر می‌تواند تفاوت طول دوره رشد علف‌های هرز پهن برگ همچون شلمی با گندم و نزدیک شدن به انتهای فصل رشد باشد چرا که رسیدگی این گونه‌ها قبل از گندم حادث شده و خشک می‌شوند، اما علف‌های هرز باریک برگ به دلیل تطابق بیشتر طول دوره رشد و زمان رسیدگی با گندم می‌توانند تا پایان فصل رشد به عنوان رقیب گندم در مزرعه حضور داشته باشند (Olson et al., 2005).

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بیشترین تراکم نسبی کل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در ۱۶۴ روز پس از کاشت تأخیری گندم (با ۳۶/۹ درصد) و کمترین فراوانی نسبی علف‌های هرز در تاریخ کاشت ۱۰ آبان (با ۲۷/۶ درصد) مشاهده شد. این امر می تواند به دلیل جوانه زنی و سبز شدن علف‌های هرز در فضای خالی ناشی از کاشت تأخیری گندم باشد که بدون رقابت ناشی از حضور گندم، استقرار علف‌های هرز را بهبود می‌بخشد. در میان گونه‌های مورد بررسی، بیشترین تراکم به یولاف وحشی اختصاص داشته که از نظر رقابتی بر گندم ارجحیت دارد. گودینگ و همکاران (Gooding et al., 1993) نیز گزارش کردند که تاریخ کاشت مناسب برای تولید ارگانیک گندم، اواخر پاییز است. در این شرایط به هم زدن خاک سبب ریشه‌کن شدن علف‌های هرز موجود خواهد شد. علاوه بر این، بر هم خوردن و زیر و رو شدن بستر کاشت نیز سبب کاهش جوانه‌زنی بذر

علف‌های هرز و در نتیجه کاهش فراوانی آنها می‌شود.

تأثیر تراکم گندم بر تراکم علف‌های هرز

نتایج این بررسی بیانگر تأثیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) تراکم گندم بر تراکم علف‌های هرز پهن برگ بود. نمونه‌برداری در ۱۲۷ روز پس از کاشت (مرحله ساقه‌دهی گندم) نشان داد که با افزایش تراکم کاشت گندم از فراوانی علف‌های هرز پهن برگ به طور معنی‌داری کاسته شد، بطوریکه بیشترین (۲۰ بوته در متر مربع) و کمترین (۱۳ بوته در متر مربع) تعداد علف‌های هرز پهن برگ به ترتیب مربوط به تراکم ۶۰۰ و ۸۰۰ بوته در متر مربع گندم بود ($p\leq$۰/۰۵). نتایج سایر محققان (Peltzer, 1999; Mason et al., 2007) نیز نشان می‌دهد که با افزایش تراکم گیاه زراعی، به دلیل کاهش میزان نور رسیده به سطح خاک، از قدرت جوانه زنی و استقرار علف‌های هرز کاسته و بر قدرت رقابت گیاه زراعی افزوده خواهد شد. خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2009) بیان داشتند که بکار گیری مدیریت زراعی اثر معنی‌داری بر خصوصیات رشدی علف‌های هرز داشت، بطوریکه با افزایش تراکم گیاه زراعی، تراکم نسبی علف‌های هرز کاهش یافت.

نمونه‌برداری در ۱۴۴ روز پس از کاشت (مرحله گل‌دهی گندم) نشان داد که با افزایش تراکم کاشت گندم از تراکم کل علف‌های هرز پهن برگ کاسته شد، ولی تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت بر مقدار کاهش علف‌های هرز پهن برگ معنی‌دار نبود (شکل ۲).

جدول ٤- تأثیر تاریخ کاشت گندم بر ترکیب و فراوانی نسبی گونه‌های علف هرز در روزهای مختلف پس از کاشت

Table 4- The effect of planting date on composition and relative frequency of weeds at various dates after planting

گونه علف هرز Weed species	۱۰ آبان 1 Nov.			۳۰ آبان 21 Nov.			۱۰ آذر 1 Dec.		
	۱۲۷روز پس از کاشت 127 days A.P.	۱٤٤روز پس از کاشت 144 days A.P.	۱٦٤روز پس از کاشت 164 days A.P.	۱۲۷روز پس از کاشت 127 days A.P.	۱٤٤روز پس از کاشت 144 days A.P.	۱٦٤روز پس از کاشت 164 days A.P.	۱۲۷روز پس از کاشت 127 days A.P.	۱٤٤روز پس از کاشت 144 days A.P.	۱٦٤روز پس از کاشت 164 days A.P.
شلمی *Rapistrum rogusum* L.	30.56	22.13	18.13	26.56	33.51	20.23	35.71	32.78	18.18
فالاریس *Phalaris elongata* Braun-Blanq	25.17	-	-	17.28	-	-	16.45	-	-
خاکشیر *Descurainia sophia* L.	14.17	13.27	9.57	14.74	21.28	9.10	15.11	12.13	9.60
بابونه *Anthemis cotula* L.	11.28	-	-	14.57	-	-	14.21	-	-
چاودار *Secale cereal* L.	10.71	-	-	9.39	-	-	10.31	-	-
جوموشی *Hordeum murinum* L.	8.11	18.30	13.77	17.46	7.2	22.9	8.21	14.27	8.38
چچم *Lolium perenne* L.	-	8.72	7.04	-	9.0	14.93	-	12.93	7.17
یولاف وحشی *Avena ludoviciana* L.	-	5.74	5.77	-	13.94	8.40	-	17.18	21.1
دم روباهی *Alopecurus myosurides* Huds.	-	31.84	19.53	-	15.07	11.38	-	10.70	16.55
فالاریس *Phalaris* spp.	-	-	17.89	-	-	5.62	-	-	12.43
هفت بند *Polygonum aviculare* L.	-	-	8.3	-	-	7.44	-	-	6.59
تراکم نسبی کل علف‌های هرز (درصد) Total density of weed (%)	27.6			35.5			36.9		

نمونه‌برداری در مرحله شیری دانه گندم (۱۶۴ روز پس از کاشت)، اثر معنی‌دار افزایش تراکم کاشت گندم را بر کاهش تراکم علف‌های

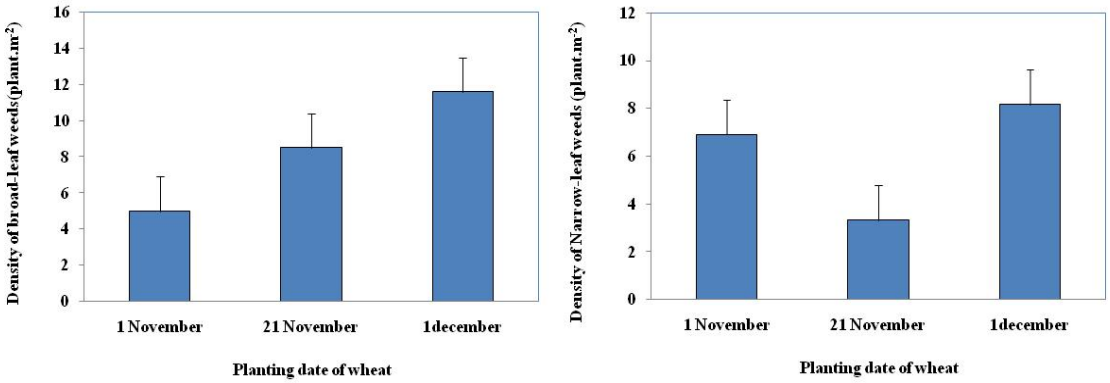
هرز پهن برگ به صورت کاهش معنی‌دار (p≤۰/۰۱) علف‌های هرز پهن برگ از ۱۰ به ۸ بوته در متر مربع با افزایش تراکم کاشت گندم از ۴۰۰ به ۶۰۰ بوته در متر مربع نشان داد، در حالیکه با افزایش تراکم کاشت گندم از ۶۰۰ به ۸۰۰ بوته در متر مربع، تغییر معنی‌داری در تراکم علف‌های هرز پهن برگ مشاهده نشد.

تراکم علف‌های هرز باریک برگ نیز مشابه علف‌های هرز پهن برگ در سه مرحله ابتدای ساقه‌دهی (۱۲۷روز پس از کاشت)، ابتدای گل‌دهی (۱۴۴روز پس از کاشت) و مرحله شیری دانه (۱۶۴روز پس از کاشت) بررسی شد. اثر تراکم کشت گندم بر تراکم علف‌های هرز باریک برگ در مرحله ساقه‌دهی معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بود، بطوریکه با افزایش تراکم کاشت گندم از ۴۰۰ به ۶۰۰ بوته در متر مربع، تراکم علف‌های هرز باریک برگ از ۷ به ۱۲ بوته در متر مربع افزایش یافت. افزایش تراکم کاشت گندم از ۴۰۰ به ۶۰۰ بوته در متر مربع، ۱۴۴روز پس از کاشت، سبب کاهش تراکم علف‌های هرز باریک برگ شد که دلیل این امر می‌تواند به علت سایه‌اندازی گندم و کاهش فضای کافی برای استقرار علف‌های هرز باریک برگ در این مرحله از رشد گندم باشد، ولی افزایش تراکم کاشت به ۸۰۰ بوته در متر مربع سبب افزایش تراکم گونه‌های باریک برگ شد که با نتایج سایر محققان (Carleston & Hill, 1986; Cudney et al., 1991; Kappler et al., 2002) مطابقت ندارد.

اثر تراکم کاشت گندم بر تراکم علف‌های هرز باریک برگ در ۱۶۴ روز پس از کاشت نیز معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بود، بطوریکه بیشترین و کمترین تراکم علف هرز باریک برگ به ترتیب در تراکم ۸۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع گندم با ۵/۲۵ و ۸/۲۵ بوته در متر مربع مشاهده شد، اما اختلاف بین تیمارهای ۴۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع گندم معنی‌دار نبود. این نتایج نشان داد که رفتار علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در شرایط مشابه (۱۶۴ روز پس از کاشت) متفاوت بوده و تابع روند مشابهی نبود. واکر و همکاران (Walker et al., 2002) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم کاشت گندم به ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ بوته در متر مربع سبب کنترل بیشتر علف‌های هرز باریک برگ یولاف و چچم شد. بطورکلی، با افزایش تراکم کاشت گندم از تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ کاسته شد، اما تأثیری مشابه با تراکم گندم بر علف‌های هرز پهن‌برگ، به ویژه در مراحل ابتدایی رشد گندم نداشت که این امر می‌تواند به دلیل مشابهت مورفوفیزیولوژیکی گندم با علف‌های هرز باریک برگ در مقایسه با علف‌های هرز پهن برگ باشد، بطوری که کاپلر و همکاران (Kappler et al., 2002) گزارش کردند که هر چند با افزایش تراکم گندم از میزان بذر و زیست توده علف هرز دانه تسبیحی (*Aegilops cylindrical* L.) کاسته شد، اما افزایش تراکم کاشت گندم به تنهایی عامل مؤثری در کاهش تولید و نمو بذر این گونه هرز نبود.

اثر تاریخ کاشت گندم بر تراکم علف‌های هرز

اثر تاریخ کاشت گندم بر تراکم علف‌های هرز در سه مرحله نمونه‌برداری (۱۲۷، ۱۴۴ و ۱۶۴روز پس از کاشت) در شکل ۱ نشان داده شده است. بر این اساس، تراکم علف‌های هرز باریک برگ در اوایل دوره رشد گندم متأثر از تاریخ کاشت نبود، ولی با افزایش سن گیاه اثر تاریخ کاشت بر تراکم علف‌های هرز معنی‌دار بود، بطوری‌که ۱۶۴روز پس از کاشت، کمترین و بیشترین تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ به ترتیب با ۳/۷ و ۸/۲ بوته در متر مربع مربوط به دو تاریخ کاشت ۳۰ آبان و ۱۰ آذر بود، هرچند که کشت تأخیری گندم سبب کاهش تراکم این گونه‌ها در تاریخ کاشت ۳۰ آبان (۳/۸ بوته در متر مربع) نسبت به ۱۰ آبان (۷ بوته در متر مربع) شد، اما افزایش تأخیر در کشت گندم سبب افزایش تراکم علف هرز در تاریخ کشت ۱۰ آذر شد که از این نظر، نسبت به تاریخ کشت ۳۰ آبان بسیار معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود.

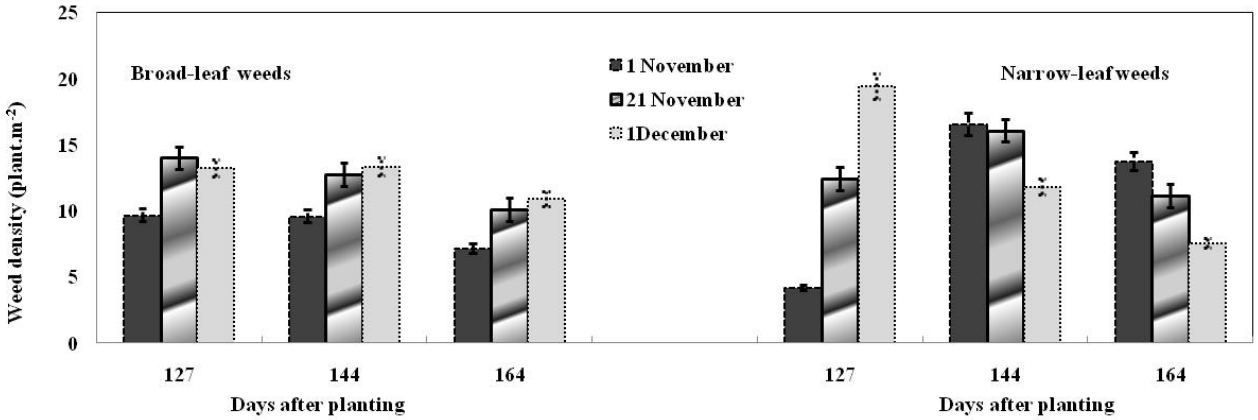


شکل ۱- تأثیر تاریخ کاشت گندم بر تراکم علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در ١٦٤روز پس از کاشت

Fig. 1- Effect of wheat planting dates on broad-leaf and narrow-leaf weed densities at 164 days after planting

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل ۲- اثرات تاریخ کاشت گندم بر تراکم علف‌های هرز در سه مرحله نمونه‌برداری

Fig. 2- Effect of wheat planting dates on weed density at three sampling dates

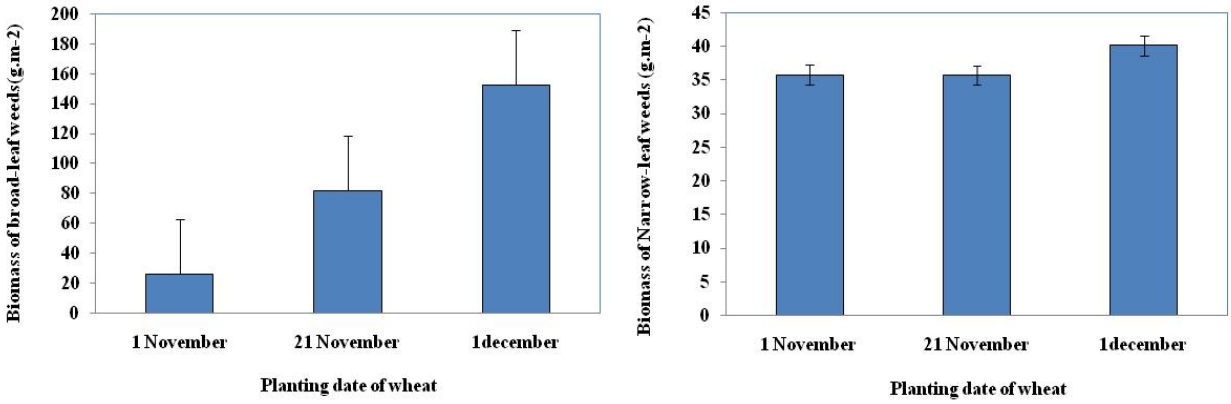
میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

نمونه‌برداری‌های انجام شده در مرحله گلدهی گندم (۱۴۴ روز پس از کاشت) نشان داد (شکل ۲) که با تأخیر در کاشت گندم به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بر تراکم علف‌های هرز پهن برگ افزوده شد.

تأثیر تاریخ کاشت گندم بر زیست توده علف‌های هرز

تأثیر تاریخ کاشت گندم بر زیست توده علف‌های هرز معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، بطوریکه یک ماه تأخیر در کاشت گندم سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز شد. شکل ۳ نشان می‌دهد که در تاریخ کاشت ۱۰ آبان، گندم از توان رقابت بیشتری در مقابل علف‌های هرز پهن برگ برخودار بود، اما کاشت تأخیری گندم موجب افزایش زیست توده علف‌های هرز پهن برگ شد. مقایسه نتایج مربوط به زیست توده و تعداد علف‌های هرز در واحد سطح نشان داد که هرچند کاشت تأخیری گندم موجب کاهش تراکم علف‌های پهن برگ شد، اما گونه‌های سبز شده به دلیل در اختیار داشتن فضا، نور و منابع غذایی کافی قبل از استقرار گندم، از سرعت رشد بیشتری برخوردار بوده و تجمع ماده خشک بیشتری نیز داشته‌اند. این نتایج در مورد علف‌های هرز باریک برگ نیز صادق بود، بطوریکه در مرحله شیری دانه گندم (۱۶۴روز پس از کاشت) زیست توده علف‌های هرز باریک برگ موجود در تیمارهای کاشت تأخیری (۱۰ آذر) بیش از تاریخ کاشت ۱۰ و ۳۰ آبان ماه بود. بنابراین، کاشت زود هنگام گندم به دلیل سبب استقرار زود هنگام گیاه زراعی نسبت به علف‌های هرز، جوانه‌زنی علف‌های هرز را به تأخیر می‌اندازد. بلکشو (Black show, 1994) بیان نمود که کاشت زود هنگام گیاهان زراعی سرمادوست مانند گندم، توانایی رقابت با علف‌های هرز را افزایش داد که این امر باعث کاهش قدرت رقابت و باروری علف‌های هرز، به دلیل جوانه‌زنی و رشد رویشی سریع‌تر گیاه زراعی سرمادوست می‌گردد.



شکل ۳- تأثیر تاریخ کاشت گندم بر زیست توده علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در مرحله شیری دانه گندم

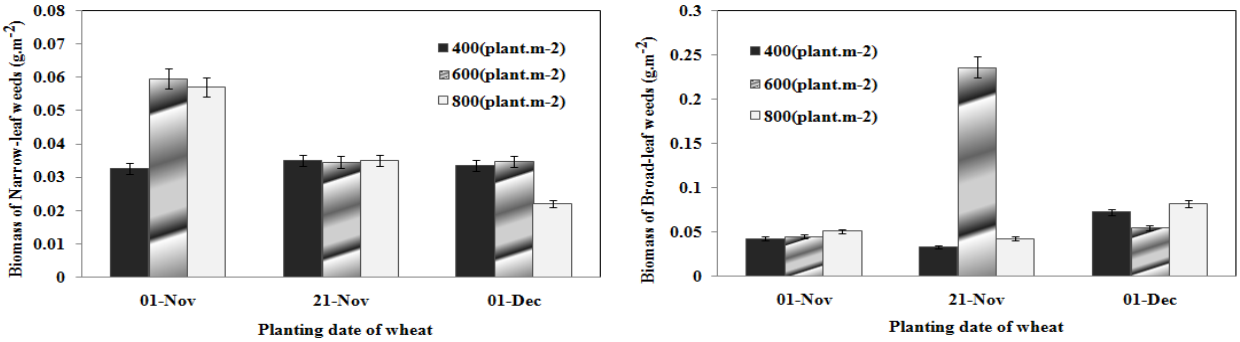
Fig. 3- Effect of wheat planting dates on broad-leaf and narrow-leaf weed biomass at wheat seed milky stage

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

اثر تاریخ کاشت و تراکم گندم بر زیست توده علف‌های هرز

همان‌گونه که در شکل‌های ۴، ۵ و۶ مشاهده می‌شود اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم گندم بر زیست توده علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود. شکل ۴ نشان می‌دهد که با افزایش تراکم کاشت گندم از ۴۰۰ به ۸۰۰ کیلوگرم در هر سه تاریخ کاشت بر میزان زیست توده علف‌های هرز پهن برگ افزوده شد، بطوریکه با تأخیر در کاشت گندم، زیست توده تولید شده علف‌های هرز در تاریخ کاشت ۳۰ آبان و ۱۰ آذر، بیش از تاریخ کاشت ۱۰ آبان بود، در مقابل با افزایش تراکم کاشت گندم از ۴۰۰ به ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار، وزن خشک زیست توده علف‌های هرز باریک برگ کاهش یافت. به نظر می‌رسد که تأخیر در کاشت گندم سبب کاهش وزن زیست توده علف‌های هرز باریک برگ شده است. با افزایش سن گیاه و در نمونه‌برداری ۱۴۴روز پس از کاشت، زیست توده علف‌های هرز پهن برگ به شدت افزایش یافت (شکل ۵)، بطوریکه از ۲۵ گرم در متر مربع به ۱۵۰ گرم در متر مربع رسید. در این دوره از رشد گندم، افزایش تراکم کاشت نیز قادر به کنترل علف‌های هرز نبود. تنها در تاریخ کاشت ۱۰ آبان با افزایش تراکم کاشت از میزان زیست توده این گونه‌های هرز کاسته شد. همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود که کمترین مقدار زیست توده علف‌های هرز باریک برگ با ۲۳ گرم در متر مربع برای تاریخ کاشت ۲۰ آبان و تراکم کاشت ۶۰۰ کیلوگرم گندم در هکتار بدست آمد و بیشترین زیست توده این گونه‌ها با ۵۶ گرم بر متر مربع برای تراکم کاشت ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گندم و تاریخ کاشت ۱۰ آذر مشاهده شد که از این نظر با تراکم‌های ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار گندم و تاریخ ۳۰ آبان و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گندم و تاریخ کاشت ۱۰ آبان، اختلاف معنی‌داری نداشت. تأثیر معنی‌دار تراکم بر کاهش وزن خشک علف‌های هرز توسط برخی دیگر از محققین نیز تأیید شده است (Khorramdel et al., 2009).

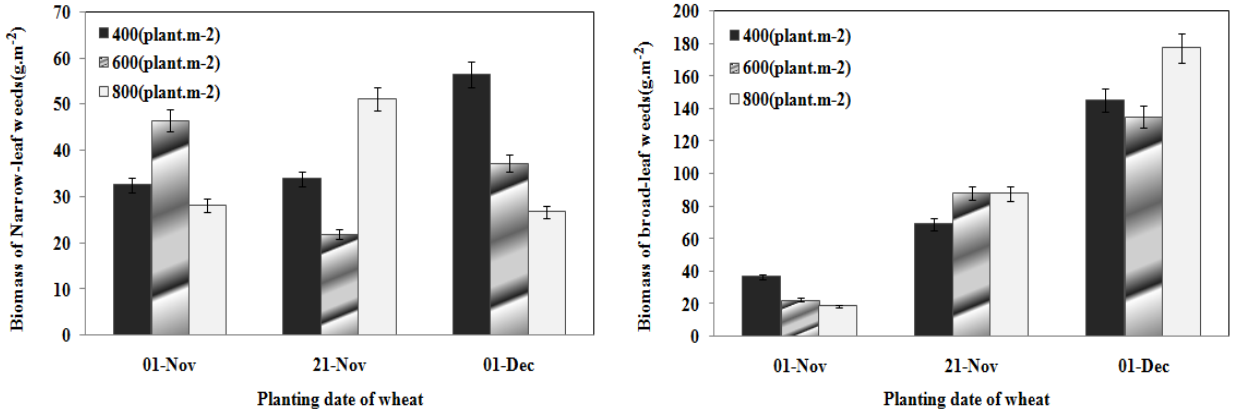


شکل ٤- تأثیر تراکم و تاریخ کاشت گندم بر زیست توده علف‌های هرز در ۱۲۷ روز پس از کاشت

Fig. 4- Effect of wheat density and planting dates on weed biomass at 127 days after planting

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

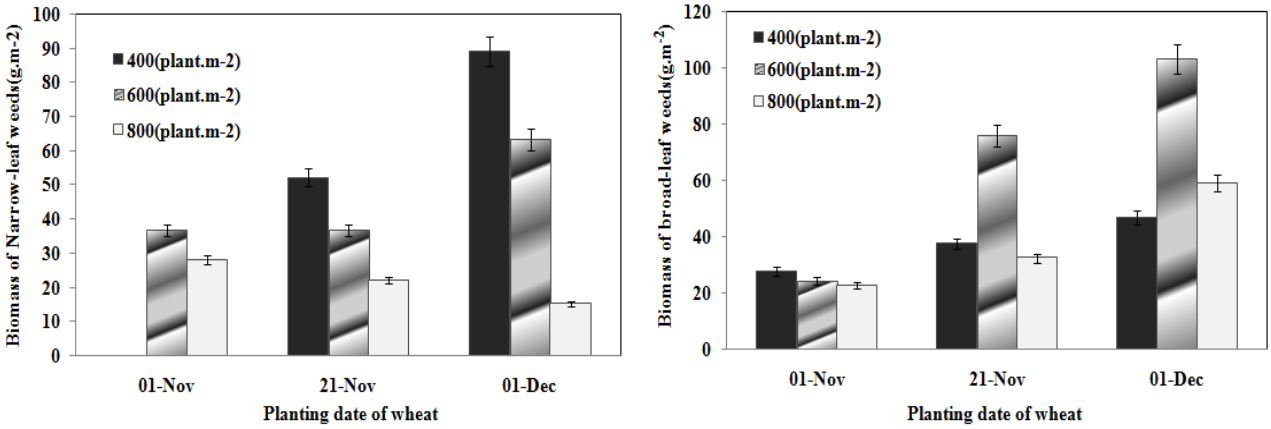


شکل ٥- تأثیر تراکم و تاریخ کاشت گندم بر زیست توده علف‌های هرز در ١٤٤ روز پس از کاشت

Fig. 5- Effect of wheat density and planting dates on weed biomass at 144 days after planting

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل ٦- تأثیر تراکم و تاریخ کاشت گندم بر زیست توده علف‌های هرز در ١٦٤ روز پس از کاشت

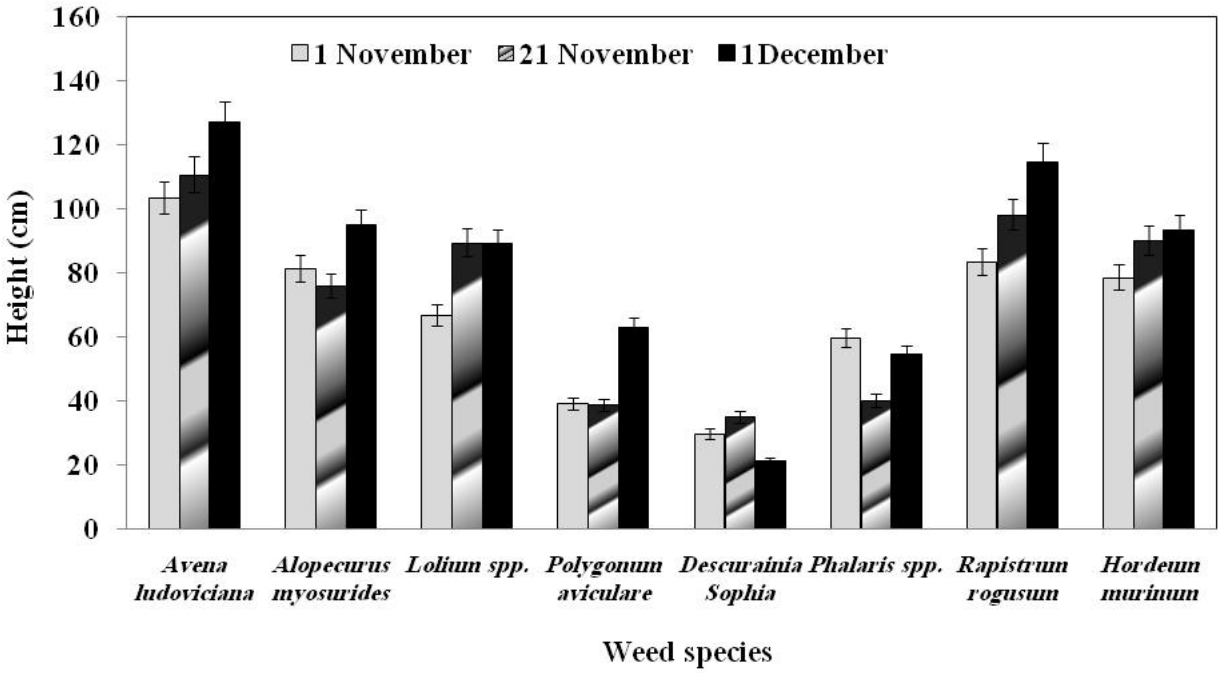
Fig. 6- Effect of wheat density and planting dates on weed biomass at 164 days after planting

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز در ۱۶۴روز پس از کاشت گندم نشان داد که افزایش تراکم کاشت در تاریخ کاشت ۱۰ آبان اختلاف معنی‌داری در تولید زیست توده علف‌های هرز پهن برگ نداشت (شکل ۶)، ولی قادر به کاهش زیست توده این گونه‌ها در شرایط کاشت تأخیری شد، بطوریکه با افزایش تراکم کاشت از ۶۰۰ به ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار، میزان زیست توده علف‌های هرز پهن برگ در تاریخ کاشت ۳۰ آبان ۳۷/۵ درصد و در تاریخ کاشت ۱۰ آذر ۵۹ درصد کاهش یافت. شکل ۶ نشان می‌دهد که کاشت تأخیری گندم سبب افزایش معنی‌دار زیست توده علف‌های هرز باریک برگ شد، ولی افزایش تراکم کاشت به خوبی توانست مقدار زیست توده علف‌های هرز باریک برگ را کاهش دهد، بطوریکه این مقدار از ۹۰ گرم در متر مربع در تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع به ۱۶ گرم در متر مربع در تراکم ۸۰۰ بوته در متر مربع کاهش یافت. گونزالز (Gunsolus, 1990) عنوان کرد که تاریخ کاشت، تعادل رقابتی بین گیاه زراعی و علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این امر به دلیل وابستگی سرعت رشد گیاه زراعی و علف‌های هرز به شرایط محیطی رخ داده و در طول فصل رشد گیاه زراعی تغییر می‌کند.

نتایج نشان داد که اثر تراکم کاشت گندم بر تغییرات زیست توده علف‌های هرز باریک برگ در دو مرحله رشدی ۱۲۷ و ۱۴۴ روز پس از کاشت، غیرمعنی‌دار و در مرحله شیری دانه (۱۶۴ روز پس از کاشت) معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، بطوریکه با افزایش تراکم گندم، زیست توده علف‌های هرز باریک برگ کاهش یافت. در این مرحله بین دو تراکم ۴۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع گندم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین زیست توده علف هرز با ۲۳ گرم بر متر مربع برای تراکم ۸۰۰ بوته در متر مربع گندم مشاهده شد. این نتایج می‌تواند اثر منفی افزایش تراکم گندم در کاهش فضای مناسب برای رشد و توسعه علف‌های هرز و در نتیجه کاهش زیست توده علف‌های هرز را روشن کند. نتایج حاصل از سایر بررسی‌ها (Jamnejad, 2007; Baghestani & Atri, 2003; Mohler, 1991) نیز مؤید تأثیر مثبت افزایش تراکم گیاه زراعی بر کاهش زیست توده علف‌های هرز می‌باشد. بطوریکه پلتزر (Peltzer, 1999) نیز بیان کرد که افزایش تراکم کاشت گندم، موجب فرونشانی چچم یکساله طی دوره استقرار گیاه زراعی شد. همچنین دو برابر شدن تراکم کاشت موجب افزایش سرعت فرونشانی علف‌های هرز شد (Mason, 2007). کریستیانسن و همکاران (Kristensen, 2008) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم گیاه زراعی تأثیر منفی زیادی بر زیست توده علف‌های هرز داشت. این نتایج نیز مؤید تأثیر مثبت افزایش تراکم گیاه زراعی بر کاهش زیست توده علف‌های هرز می‌باشد (Jamnejad, 2007; Baghestani & Atri, 2003; Mohler, 1991). نتایج آزمایش سایر محققان (Kappler et al., 2002; Olsen et al., 2005) نیز بیانگر تأثیر تراکم کاشت بر فرونشانی علف‌های هرز بوده است، اما با توجه به عوامل متعدد نظیر گونه گیاه زراعی، ترکیب و تراکم علف‌های هرز، شرایط آب و هوایی، خاک و غیره، میزان فرونشانی علف‌های هرز متفاوت بوده است. مولر (Mohler, 1991) بیان کرد که با افزایش تراکم گیاه زراعی، زیست توده و فراوانی علف‌های هرز کاهش یافت. کاپلر و همکاران (Kappler et al., 2002) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم گندم موجب کاهش پنجه های بارور دانه تسبیحی (*A. cylindrica* L.) شد. نتایج السن و همکاران (Olsen et al., 2005) نیز نشان دادند که با افزایش تراکم کاشت گندم از تراکم کم (۲۰۴ بوته در متر مربع) به تراکم متوسط (۴۴۹ بوته در متر مربع) زیست توده علف‌های هرز ۳۰ درصد و با افزایش تراکم کم به تراکم زیاد (۷۲۱ بوته در متر مربع) این مقدار به ۴۵ درصد کاهش یافت.



شکل ۷- اثر تاریخ کاشت بر تغییرات ارتفاع علف‌های هرز مختلف در ١٦٤ روز پس از کاشت

Fig. 7- Effect of planting dates on plant heights at 164 days after planting

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

با توجه به شکل ۷ و نیز نتایج حاصل از تغییرات زیست توده علف‌های هرز چنین به نظر می‌رسد که کاشت تأخیری با فراهم نمودن فضای کافی، سبب افزایش ارتفاع علف‌های هرز و در نتیجه افزایش زیست توده این گونه‌ها گردیده است. این نتایج نشان می‌دهد که گونه‌های برگ باریک و نیز گونه شلمی که تطابق دوره رشد بیشتری با گندم دارند در شرایط کاشت تأخیری گندم شرایط بهتری برای رشد و رقابت با گیاه زراعی داشته‌اند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از این بررسی، در مجموع ۱۶ گونه علف هرز (هشت گونه پهن برگ و هشت گونه باریک برگ) به عنوان مهمترین علف‌های هرز گندم در شیروان ثبت شد که در این میان گونه‌های شلمی، خاکشیر، فالاریس، دم روباهی و جو موشی از تراکم بالاتری در مقایسه با سایر گونه‌ها برخوردار بودند. با توجه به فراوانی بیشتر علف هرز شلمی در هر سه تاریخ کاشت گندم، می‌توان گفت که احتمالاً این گونه در دامنه وسیع‌تری از درجه حرارت قادر به جوانه‌زنی و رشد می‌باشد. به طور کلی، تراکم نسبی کل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ حذف با تأخیر در کاشت گندم بیشتر شدکه این امر عمدتاً مربوط به جوانه زنی و سبز شدن بیشتر علف‌های هرز در نتیجه تأخیر در کاشت گندم بوده است. کمترین فراوانی نسبی علف‌های هرز در تاریخ کاشت ۱۰ آبان مشاهده شد. بطور کلی، با افزایش تراکم کاشت گندم، زیست توده علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ بطور معنی‌داری کاهش یافت، اما در مورد تأثیر تراکم کاشت بر تراکم علف‌های هرز روند کاملاً مشابهی مشاهده نشد که این شرایط نیز می‌تواند به دلیل ماهیت پراکنش و تجمع بذرهای این گیاهان در بانک بذر خاک می‌باشد. همچنین با افزایش تراکم کاشت گندم، زیست توده کل علف‌های هرز بطور معنی‌داری کاهش یافت. این بررسی نشان داد که اثر تاریخ کاشت گندم بر زیست توده علف‌های هرز معنی‌دار بود، بطوریکه در تاریخ کاشت ۱۰ آذر، زیست توده کل علف‌های هرز بیشتر از دو تاریخ کاشت ۱۰ و ۳۰ آبان بود. در واقع با تاخیر در کاشت فرصت و فضای بیشتری برای جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز فراهم شد. بعلاوه، با افزایش تراکم علف‌های هرز تأثیر نامطلوب آنها بر گیاه زراعی افزایش یافته، که در نهایت موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شود. در حالیکه با افزایش تراکم کاشت گیاه زراعی و نیز کاهش میزان نور عبوری به سطح خاک، جوانه زنی و سبز شدن علف‌های هرز کاهش و توان رقابت گیاه زراعی افزایش می‌یابد. افزایش تراکم کاشت گندم به دلیل فرونشانی بالاتر علف‌های

هرز و احتمالاً کاهش تولید بذر علف‌های هرز باقیمانده می‌تواند راهکاری مناسب جهت کاهش تداخل علف‌های هرز و نیز کاهش بانک بذر علف‌های هرز در خاک باشد.

تاریخ کاشت مناسب بستگی به پتانسیل تراکم علف‌های هرز و تأثیر کنترل آنها خواهد داشت. چنانچه علف‌های هرز به طور جزئی کنترل شوند، عملکرد گیاه زراعی (به عنوان تابعی از تاریخ کاشت) در تاریخ‌های کاشت خاصی به حداکثر مقدار خود خواهد رسید. این زمان تابع درجه کنترل گونه‌های علف‌های هرز موجود در مزرعه بوده و اگر کنترل علف‌های هرز بخوبی صورت گیرد، تاریخ مناسب کاشت مزرعه را به سمت شرایط عاری از علف‌های هرز هدایت خواهد نمود. بدیهی است که تاریخ کاشت زود هنگام یا تأخیری بسته به نوع گیاه زراعی و ترکیب گونه‌های علف هرز (بهاره یا زمستانه) و نیز عوامل محیطی (مانند درجه حرارت) می‌تواند تأثیر متفاوتی بر رقابت گیاه زراعی و علف‌های هرز و عملکرد محصول زراعی داشته باشد.

منابع

1- Hassanzadeh Dalooie, M., Nassiri Mahallati, M., NourMohammadi, G., and Rahimian Mashhadi, H. 2003. The competitive effects of wild oat (*Avena ludviciana* L.) on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) at different densities. Iranian Journal of Crop Science 4(2): 116-127. (In Persian)

2- Rahimian Mashhadi, H., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Khyabani, H. 1994. Weed Ecology. Jihad Danshgahi of Mashhad Publication, Iran. 553 pp. (In Persian)

3- Gharineh, M.H., Ghassemi- Golezani, K., Bakhshandeh, A., Valizadeh, M., and Javanshir, A. 2004. Effects of seed density and seed quality of wheat cultivars on the growth and development of weeds. Agricultural Science 14(2): 21-29. (In Persian with English Summary)

4- Koocheki, A., Zarifketabi, H., and Nakhforoosh, A. 2001. Weed Management in Agroecosystems Ecological Approaches. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. 457 pp. (In Persian)

5- Aldrich, R.J. 1984. Weed-Crop Ecology: Principles of Weed Management, Breton Publishers. North Scituate, Mass. pp: 171-190.

6- Black show, R.E. 1994. Differential competitive ability of winter wheat cultivars against downey brome. Agronomy Journal 86: 649-654.

7- Bowik, P.C., and Reddy, K.N. 1998. Interference of common lambsquarters (*Chenopodium album*) in transplanted tomato (*Lcopersycum esculentum*). Weed Technology 2: 505-508.

8- Carlson, H.L., and Hill, J.E. 1986. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: effects of nitrogen fertilization. Weed Science 34: 29-33.

9- Christensen, S., Rasmussen, G., and Olesen, J.E. 1994. Differential weed suppress and weed control in winter wheat. Aspects of Applied Biology 20: 335-345.

10- Cudney, D.W., Jordan, L.S., and Hall, A.E. 1991. Effect of wild oat (*Avena fauta*) infestation on blight interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). Weed Science 339: 175-179.

11- Gooding, M.J., Davies, W.P., Thompson, A.J., and smith, S.P. 1993. The chal lenge of achieving bread making quality inorganic and low input wheat in the UK-a review. Aspects of Applied Biology 36: 189-198.

12- Grundy, A.C., Mead, A., and Burston, S. 1999. Modeling the effect of cultivation on seed movement with application to the prediction of weed seedling emergence. Applied Ecology 36: 663-678.

13- Gunsolus, J.L. 1990. Mechanical and cultural weed control in corn and soybeans. American Journal of Alternative Agriculture 5: 114-119.

14- Holm, S.J. 1995. Plant responses to light: a potential tool for weed management. Weed science 43: 474-482.

15- Kappler, B.F., Lyon, D.J., Stahlman, P.W., Miller, S.D., and Eskridge, K.M. 2002. Wheat plant density influences jointed goat grass (*Aegilops cylandrica*) competitiveness. Weed Technology 16: 102-108.

16- Khorramdel, S., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Effect of different input management on weed composition, diversity and density of corn field. Agroecology 2(1): 1-10. (In Persian with English Summary)

17- Knezevic, Z., and Swanton, J. 1994. Interference of red root pig weed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). Weed Science 42: 568-573.

18- Koscelny, J.A., Peeper, T.F., Solie, J.B., and Solomon, S.G. 1991. Seeding date, seeding rate, and row spacing affect wheat (*Triticum aestivum*) and cheat (*Bromus secalinus*). Weed Technology 5: 707-712.

19- Kristensen, L., Olsen, J., and Weiner, J. 2008. Crop density, sowing pattern, and nitrogen fertilization effects on weed suppression and yield in spring wheat. Weed Science 56: 97–102.

20- Kropff, M.J., and Spitters, C.T.J. 1991. A simple model of crop loss by weed competition from early observation of the weeds. Weed Research 31: 97–105

21- Kropff, M.J., Bastiaans, L., and Cousens, R.D. 1999. Approaches used in the prediction of weed population dynamics. The Brighton Conference - Weeds, 15-18 November, British Crop Protection Council, Farnham, UK. Conference Proceedings 2: 399–408.

22- Mason, H., Navabi, A., Frick, B., O'Donovan, J., and Spaner, D. 2007. Cultivar and seeding rate effects on the

competitive ability of spring cereals grown under organic production in Northern Canada. Agronomy Journal 99: 1199-1207.
23- Mennan, H., and Zandstra, B.H. 2005. Influence of wheat seeding rate and cultivars on competitive ability of bifra (*Bifora radians*). Weed Technology 19: 128-136.
24- Mohler, C.L. 1991. Ecological bases for the cultural control of annual weeds. Production Agriculture 9: 468-474.
25- Moss, B.R., and Rubin, B. 1993. Herbicide resistant weeds: a worldwide perspective (review). Agricultural Science 120: 141–148.
26- Murphy, S.D., Yackubu, Y., Wiese, S.F., and Swanton, C.J. 1996. Effect of planting patterns on intra row cultivation and competition between corn and late emerging weeds. Weed Science 44: 865-870.
27- Olsen, J., Kristensen, L., and Weiner, J. 2005. Effects of density and spatial pattern of winter wheat on suppression of different weed species. Weed Science 53: 690–694.
28- Peltzer, S. 1999. Controlling weed seed production with crop seeding rate. Weed Updates, Western Australia 17-18 Feb 1999, Rendezvous Observation City WA.
29- Peterson, R.K.D., and Higley, L.G. 2001. Biotic Stress and Yield Loss. CRC Publication. pp: 221-239.
30- Solie, J.B., Solomon, Jr.S.G., Self, K.P., Peeper, T.F., and Koscelny, J.A. 1991. Reduced row spacing for improved wheat yields in weed-free and weed-infested fields. Transaction of the Autordade De Seguranca Alimentar e Economica 34(4): 1654-1660.
31- Somody, C.N., Nalewaja, J.D., and Miller, S.D. 1984. Wild Oat (*Avena fatua*) seed environment and germination. Weed Science 32: 502-507.
32- Stoller, E.W., Harrison, S.K., Wax, L., Regnier, E.E., and Nafziger, E.D. 1987. Weed interference in soy bean (*Glycine max*): review. Weed Science 3: 155-181.
33- Swanton, C.J., and Weise, C.F. 1991. Integrated weed management. The rational and approaches. Weed Technology 5: 657-663.
34- Walker, S.R., Medd, R.W., Robinson, G.R., and Cullis, B.R. 2002. Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxawith* more densely sown wheat and less herbicide. Weed Research 42: 257-270.
35- Zimdahle, R.L. 1999. Fundamental of Weed Science. Academic Publication p. 123-180.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۱۵-۳۰۷

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 307-315

بررسی ساختار جوامع و ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز در مزارع گندم آبی (*Triticum aestivum* L.) استان خراسان جنوبی

سید علیرضا حسینی[1*]، غلامرضا زمانی[2]، اسکندر زند[3] و سهراب محمودی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور بررسی تراکم و غالبیت علف‌های هرز مزارع گندم آبی (*Triticum aestivum* L.) استان خراسان جنوبی مطالعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۹ انجام گرفت. در مجموع تعداد ۲۴۰ مزرعه از هشت شهرستان در سطح استان انتخاب شد. در این مزارع تعداد ۵۶ گونه علف هرز از ۱۶ خانواده گیاهی شناسایی شد. خانواده‌های گندمیان، کاسنی، شب‌بوئیان و چغندریان به ترتیب با ۱۵ (۲۶/۷۹ درصد)، نه (۱۶/۷ درصد)، شش (۱۰/۷۱) و شش گونه (۱۰/۷۱) به ترتیب بیشترین تعداد گونه‌های علف هرز مزارع گندم را تشکیل دادند. بیشترین فراوانی گونه‌ها متعلق به خانواده گندمیان بود. در بین گونه‌های خانواده‌ی کاسنی، علف هرز بومادران (*Achilla biberstinii* L.) با ۳۷/۳۸ درصد، در خانواده‌ی شب بوئیان علف هرز ازمک (*Cardaria draba* L.) با ۲۸/۳۱ درصد و در خانواده‌ی چغندریان، علف هرز سلمه (*Chenopodium album* L.) با ۳۷/۴۷ درصد بیشترین فراوانی را دارا بودند. از نظر تراکم (تعداد بوته در متر مربع) علف‌های هرز ازمک، سلمه، تلخه (*Acroptilon repense* L.)، خارشتر (*Alhagi pseudalhagi* L.) و هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) به ترتیب با ۱/۳۸، ۱/۳۱، ۱/۲۹، ۱/۲۷ و ۱/۰۴ بوته در متر مربع بیشترین میانگین تراکم را در بین علف‌های هرز به خود اختصاص دادند. از نظر شاخص وفور، علف های هرز خارشتر، سلمه و بومادران به ترتیب به عنوان علف‌های هرز غالب شناسایی شدند. شهرستان قاینات با ۲۹ گونه و بیرجند با ۱۳ گونه به ترتیب بیشترین و کم‌ترین غنای گونه‌ای را داشتند.

واژه‌های کلیدی: تنوع، شاخص شانون- وینر، فراوانی، غالبیت، یکنواختی

مقدمه

علف‌های هرز یکی از اجزای مکمل بوم‌نظام‌های کشاورزی و جزئی جدایی‌ناپذیر از نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شوند که از ابتدای کشاورزی به عنوان گونه‌های همراه گیاهان زراعی حضور داشته‌اند، اما به دلیل آثار مخرّب ناشی از رقابت بر عملکرد محصولات زراعی، از دیر باز به عنوان جزیی نامطلوب از بوم نظام‌های کشاورزی شناخته شده و همواره سعی در حذف آن‌ها از این نظام‌ها بوده است (Altieri, 1999).

قابلیت پراکنش علف‌های هرز و قدرت سازگاری آن‌ها در شرایط محیطی مختلف از مهم‌ترین عوامل گسترش این گیاهان محسوب می‌شود. فلور علف‌های هرز موجود در هر منطقه ناشی از ظهور گونه‌های جدید، رقابت درون و برون گونه‌ای و همچنین انجام عملیات زراعی می‌باشد (Renne & Tracy, 2007). شناسایی نوع علف‌های هرز و آگاهی از تراکم و غالبیت در مزارع، گام اصلی و اساسی در مدیریت علف‌های هرز و افزایش عملکرد گیاه زراعی می باشد. با شناخت نوع و نحوه‌ی پراکنش علف‌های هرز هر منطقه می‌توان از پراکنش آنها از منطقه‌ای به منطقه دیگر جلوگیری نمود (Hassan Nejad et al., 2009).

مدیریت علف‌های هرز یک منطقه، مستلزم شناسایی نوع و نحوه‌ی پراکنش علف‌های هرز منطقه‌ی مذکور می‌باشد تا بتوان با آگاهی کامل و برنامه‌ریزی دقیق علف‌های هرز را مدیریت نمود. از این رو شناخت علف‌های هرز، پایه و اساس کنترل آن‌ها بوده و تا زمانیکه آگاهی کافی از نوع علف‌های موجود در منطقه نباشد، کاربرد روش‌های مختلف کنترل از اثرات مطلوبی برخوردار نخواهد بود. با شناخت تراکم، نوع و نحوه‌ی پراکنش علف‌های هرز در هر منطقه می‌توان در مدیریت کوتاه مدت و درازمدت علف‌های هرز آن منطقه موفق بوده و از گسترش علف‌های هرز جلوگیری نمود.

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه بیرجند و دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور
(*- نویسنده مسئول: E-mail: Hosseini1350@gmail.com)

بر اساس تحقیقات مین‌باشی و همکاران (Minbashi et al., 2008)، در مزارع گندم آبی کشور متجاوز از ۴۰۰ گونه علف هرز متعلق به ۴۴ خانواده گیاهی وجود دارد که ۷۴ درصد این گونه‌ها در هفت خانواده گیاهی قرار دارند. گونه‌های هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) ، ازمک (*Cardaria draba* L.)، شیرپنیر (*Galium tricornatum* Dandy.) ، تلخه (*Acroptilon repense* L.) و خاکشیر (*Descurainia Sophia* L.) بترتیب مهم‌ترین علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزارع گندم آبی بودند. گونه‌های یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu.)، دانه قناری (*Phalaris minor* Retz.)، *Secale cereale*، چچم سخت (*Lolium rigidum* Gaud.)، یولاف وحشی بهاره (*Avena fatua* L.) و جودره (*Hordeum spontaneum* C. Koch.) نیز به ترتیب مهم‌ترین علف‌های‌هرز کشیده برگ مزارع گندم آبی کشور بودند. بر اساس همین تحقیق، گونه‌های پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، خارشتر (*Alhagi pesudalhagi* M. B.)، کنگر وحشی (*Cirsium arvense*)، گلرنگ (*Carthamus oxycanthus* L.) و شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) مهم‌ترین رستنی‌های مزاحم قبل از برداشت گندم آبی بودند. توماس (Thomas, 1985)، با استفاده از شاخص وفور نسبی[1] (RA) که سه معادله فراوانی نسبی[2] (RF)، یکنواختی نسبی[3] (RU) و میانگین تراکم نسبی اجزای آن را تشکیل می‌دهند، علف‌های هرز را رتبه بندی نمود، ولی مین‌باشی و همکاران (Minbashi et al., 2008) برای رتبه‌بندی علف‌های هرز از شاخص وفور[4] (AI) که در برگیرنده مقادیر مطلق فراوانی، یکنواختی و میانگین تراکم بود استفاده نمودند. برخلاف عقیده توماس (Thomas, 1985) آنها اعتقاد داشتند که رتبه‌بندی علف‌های هرز به صورت نسبی صحیح نبوده، چرا که با افزایش سطح نمونه‌برداری و افزودن یک گونه‌ی جدید به گونه‌های قبلی، ارزش سایر علف‌های هرز کاسته شده و حضور بعضی گونه‌ها ناچیز شمرده شده و در نتیجه یک گونه خطرناک علف هرز که جدیداً وارد جامعه‌ی علف هرزی شده چندان به چشم نیاید، ولی در شاخص ارائه شده توسط این افراد، این مسأله بر طرف شده و علف‌های هرز، مستقل از هم بررسی می‌شوند.

در اکولوژی علف‌های هرز، استفاده از شاخص تنوع «شانون–وینر[5]»، جهت اندازه‌گیری تنوّع جوامع گیاهی متداول می‌باشد. این شاخص بر اساس غنای گونه‌ای و فراوانی نسبی گونه‌ها محاسبه می‌شود (Norouzzadeh, 2008; Booth et al., 2003; Poggio et al., 2004). روش متداول دیگر، اندازه‌گیری تناسب فراوانی بر مبنای «شاخص چیرگی سیمپسون[6]» است که محاسبه‌ی آن ساده‌تر از شاخص شانون– وینر است و تنها به نمونه‌برداری و برآورد تعداد افراد در هر گونه‌ی مشخص و تعداد کل افراد نیاز است (Koocheki et al., 2006; Poggio et al., 2004). این تحقیق به منظور بررسی ساختار جوامع و تنوّع گونه‌ای علف‌های هرز مزارع گندم آبی (*Triticum aestvum* L.) در استان خراسان جنوبی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

استان خراسان جنوبی، شرقی‌ترین استان ایران، دارای ۹۵۳۸۸ کیلومتر مربع مساحت می‌باشد. این استان بین ۵۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۶۰ درجه‌ی و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۴ درجه‌ی و ۳۶ دقیقه‌ی عرض شمالی قرار گرفته و ۶/۲۲ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، خراسان جنوبی دارای هشت شهرستان (بشرویه، بیرجند، درمیان، سرایان، سربیشه، فردوس، قائنات و نهبندان) ۲۳ شهر، ۱۹ بخش، ۴۹ دهستان، ۲۸۶۹ آبادی می‌باشد. اقلیم استان از نوع خشک و بیابانی است. استان خراسان جنوبی دارای سطح زیر کشت گندم به میزان ۴۲۷۳۵ هکتار می‌باشد.

به منظور شناسایی ساختار جوامع و ارزیابی ترکیب و تنوع گونه‌ای علف‌های هرز مزارع گندم آبی استان خراسان جنوبی در مطالعه‌ای در سال زراعی ۸۹–۱۳۸۸ جمعیت علف‌های هرز در شهرستان‌های استان مورد بررسی قرار گرفت. مزارع گندم آبی در هر شهرستان بر حسب مساحت به مزارع کوچک (از ۰/۵ تا یک هکتار)، مزارع متوسط (از یک تا پنج هکتار) و مزارع بزرگ (پنج هکتار و بیشتر) تقسیم گردید. در هر شهرستان تعداد ۱۰ مزرعه کوچک ۱۰ مزرعه متوسط و ۱۰ مزرعه بزرگ و مجموعاً ۳۰ مزرعه در هر شهرستان، انتخاب گردید. تعیین مزارع مورد نمونه‌گیری به گونه‌ای بود که پراکنش مزارع انتخابی، بیانگر وضعیت کل مزارع گندم آبی در هر شهرستان باشد. در مجموع تعداد ۲۴۰ مزرعه در سطح استان انتخاب شد. نمونه‌برداری بعد از مرحله‌ی خوشه‌دهی گندم، در طول دو هفته و از شهرستان‌هایی شروع شد که کشت گندم زودتر صورت گرفته و زودتر برداشت می‌شد. نمونه‌برداری با الگوی W و بر اساس روش توماس و همکاران (Thomas et al., 1991)، انجام شد. داخل هر کوادرات علف‌های هرز موجود به تفکیک گونه شناسایی شد. از تمامی گونه‌های موجود در هر شهرستان تعداد یک نمونه پرس و پس از ثبت مشخصات به هرباریوم آزمایشگاه گیاه‌شناسی دانشکده کشاورزی بیرجند منتقل و شناسایی گردید. بعد از شناسایی و شمارش، با استفاده از معادلات

1- Relative Abundance
2- Relative Frequency
3- Relative Uniformity
4- Abundance Index
5- Shannon-Weiner
6- Simpson Dominance Index

توماس (Thomas, 1985) به شرح ذیل، فراوانی، یکنواختی، میانگین تراکم گونه‌ها محاسبه گردید (Norouzzadeh, 2008; Hassan Nejad, 2009).

فراوانی (F)، بیانگر نسبت مزارع دارای گونه‌ی علف هرز خاص بر کل مزارع بررسی شده بود که به صورت درصد بیان می‌شود که با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد:

$$F_k = \frac{\sum yi}{n} * 100$$

معادله (۱)

که در این معادله، F_K: فراوانی گونه K، n: تعداد مزارع مورد بازدید و y_i: حضور (۱) و یا عدم حضور (۰) گونه K در مزرعه شماره i می‌باشد.

$$U_k = \frac{\sum^{n}\sum^{m} X_{ij}}{m*n} * 100$$

معادله (۲)

در این معادله، U: یکنواختی (بیانگر درصد کوادرات‌های نمونه-برداری شده آلوده به گونه k بوده که تخمینی از فضای اشغال شده توسط علف هرز می‌باشد)، U_K: یکنواختی گونه‌ای، X_{ij}: حضور (۱) و یا عدم حضور (۰) گونه K در کادر شماره i در مزرعه شماره j، n: تعداد مزارع مورد بازدید و m: میانگین تعداد کوادرات می‌باشد.

$$D_k = \frac{\sum Z_j}{m} * 4$$

معادله (۳)

در این معادله، D_K: تراکم (تعداد بوته در متر مربع) برای گونه K در مزرعه شماره i، Z_j: تعداد گیاهان در کادر (۰/۲۵ متر مربع) و m: تعداد کوادرات می‌باشد.

$$MD_{ki} = \frac{\sum D_{ki}}{n}$$

معادله (۴)

در این معادله، میانگین تراکم (MD) (بیانگر میانگین تعداد گیاه در متر مربع در مزارع مورد بررسی می‌باشد)، MD_K: میانگین تراکم گونه K در مزارع مورد بازدید، D_K: تراکم گونه K مزرعه شماره i و n: تعداد مزارع مورد بازدید می‌باشد.

برای بررسی وفور علف‌های هرز از معادله (۵) (AI) ارائه شده توسط مین‌باشی و همکاران (Minbashi et al., 2008) استفاده شد.

$$AI=F+U+MD$$

معادله (۵)

AI: شاخص غالبیت، F: فراوانی، U: یکنواختی و MD: میانگین تراکم گونه‌ای می‌باشد.

در ادامه، برای بررسی تنّوع علف هرز در هر شهرستان، از شاخص تنّوع گونه‌ای شانون–وینر (H′) استفاده شد.(Booth et al., 2003)

$$H' = \sum[Pi(LnPi])$$

معادله (۶)

P_i: فراوانی نسبی گونه‌ی مشخصی (i ام) است که به صورت $Pi = ni/N$ محاسبه شده و Ln: به معنای لگاریتم طبیعی است. بعد از محاسبه‌ی شاخص شانون–وینر برای هر شهرستان، با استفاده از شاخص یکنواختی (E)، یکنواختی جامعه نیز محاسبه گردید (Booth et al., 2003).

$$E = H' / LnS$$

معادله (۷)

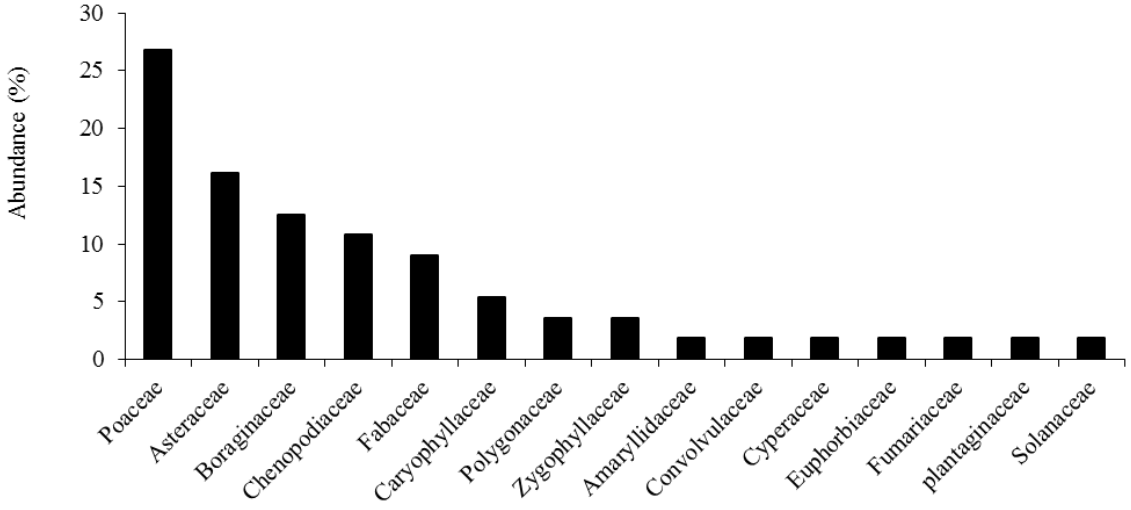
H′: همان شاخص تنوع شانون–وینر و S: بیانگر تعداد گونه علف هرز مشاهده شده در هر جامعه (شهرستان) است که در این رابطه از Ln آن استفاده می‌شود.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، تعداد کل گونه‌های علف هرز موجود در مزارع گندم استان خراسان جنوبی ۵۶ گونه و متعلّق به ۱۶ خانواده‌ی گیاهی بود که در بین آن‌ها تعداد گونه‌های دولپه (۴۱ گونه) بیشتر از تک لپه (۱۵ گونه) بود. خانواده‌های گندمیان (Poaceae)، کاسنی (Asteraceae)، شب‌بو (Brassicaceae) و چغندر (Chenopodiaceae) به ترتیب با ۱۵ گونه (۲۶/۷۹ درصد)، نه گونه (۱۶/۷ درصد)، شش گونه (۱۰/۷۱ درصد) و شش گونه (۱۰/۷۱ درصد) بترتیب بیشترین تعداد گونه‌های علف هرز مزارع گندم را تشکیل دادند (شکل ۱).

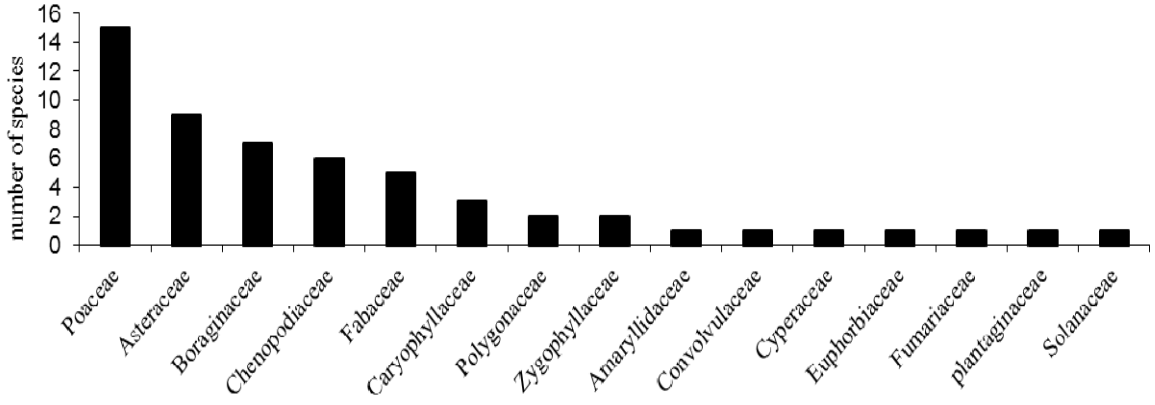
از نظر تراکم، علف‌های هرز ازمک، سلمه، تلخه (*Acroptilon repense* L.)، خارشتر (*Alhagipseudalhagi* L.) و هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) به ترتیب با ۱/۳۸، ۱/۳۱، ۱/۲۹، ۱/۲۷ و ۱/۰۴ بوته در متر مربع بیشترین میانگین تراکم را در بین علف‌های هرز داشتند.

نتایج این تحقیق در استان خراسان جنوبی و در مورد علف‌های هرز غالب (گونه‌هایی که تراکم بالاتر از یک بوته در متر مربع داشتند) نشان داد علف‌های هرز سلمه، بومادران (*Achillea biebersteinii Afan.*)، ازمک ، پیچک صحرایی و هفت‌بند به ترتیب با ۳۷/۴۷، ۳۷/۳۸، ۳۷/۳۸، ۲۷/۳۱ و ۲۷/۲۸ درصد حضور در مزارع مورد مطالعه بیشترین میزان حضور را در شهرستان‌های مورد مطالعه در بین علف‌های هرز دولپه داشتند. علاوه بر این علف‌های جوموشی (*Hordeum glaucum* Steud.)، جودره، جوموشک (*Hordeum murinum* L.) و چچم (*Lolium temulentum* L.) به ترتیب با ۱۹/۴۰، ۱۷/۱۸، ۱۵/۷۴ و ۱۴/۶۲ درصد حضور در مزارع مشاهده و بیشترین حضور را در بین علف‌های هرز باریک برگ داشتند. علف‌های هرز خارشتر و تلخه نیز به ترتیب با ۵۲/۴ و ۲۷/۸۸ درصد حضور، مهم‌ترین علف‌های هرز چند ساله بودند (شکل۳). نتایج فوق با نتایج بررسی مشابهی که توسط نوروز زاده (Norouzzadeh, 2008) انجام گرفته است و تعداد علف‌های هرز در مزارع گندم استان خراسان بزرگ را ۱۲۰ گونه متعلق به ۲۶ خانواده گیاهی اعلام نمود و خانواده‌های Asteraceae و Poacaea را متنوع‌ترین خانواده‌های علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در مزارع گندم استان خراسان بزرگ گزارش کرد، مطابقت می‌کند.



شکل ۱- خانواده‌های مهم علف هرز و درصد آن‌ها در مزارع گندم استان خراسان جنوبی

Fig. 1- Percentage of major weed families in wheat fields of South Khorasan Province

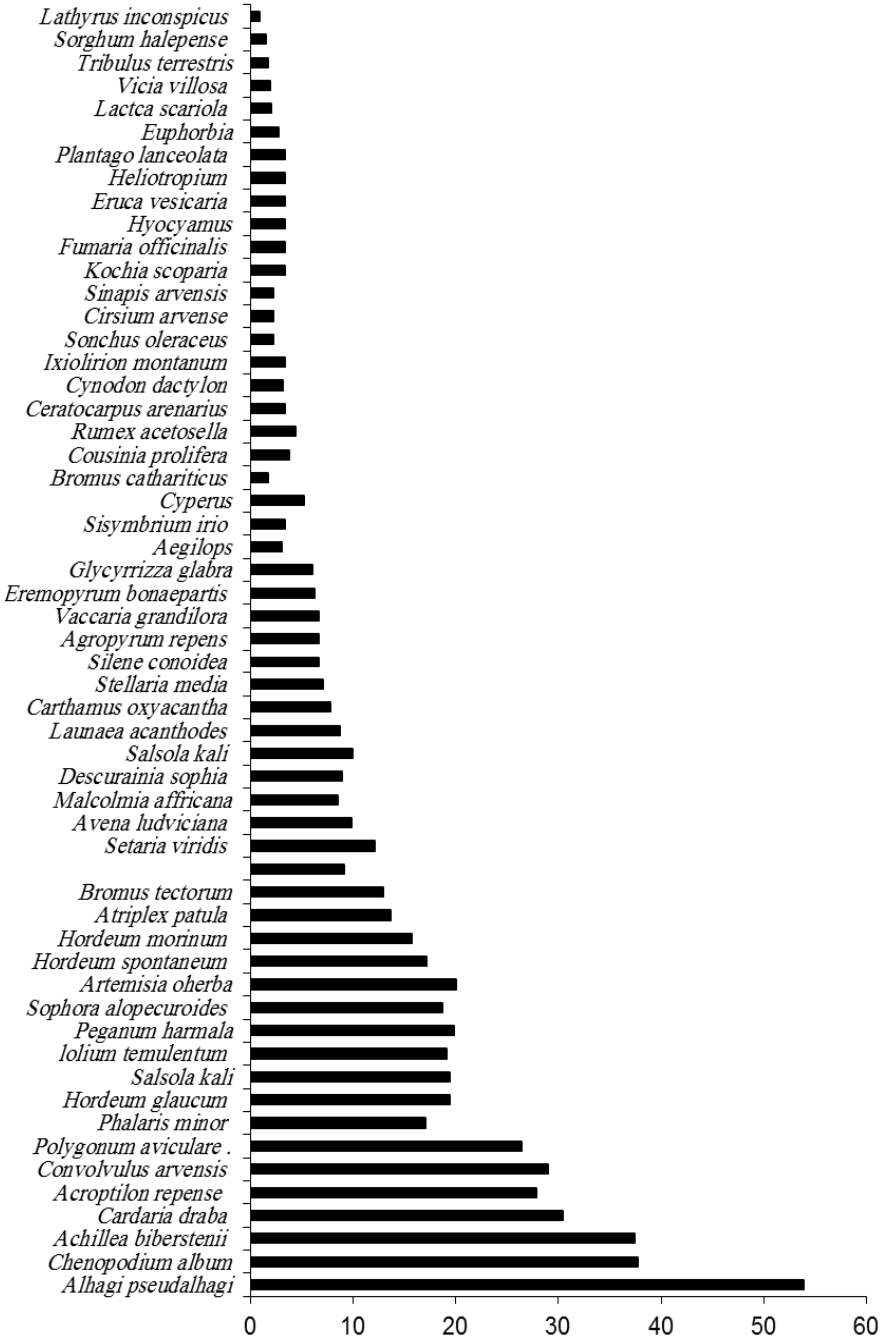


شکل ۲- تعداد گونه در خانواده‌های مهم علف هرز در شهرستان‌های استان خراسان جنوبی

2 - Number of weed species in major families of weeds in the wheat fields of South Khorasan Province.Fig

علف هرز خارشتر بیشترین فراوانی گونه‌ای را در بین جامعه علف‌های هرز مزارع گندم به خود اختصاص داد که با توجه به خصوصیات فیزیولوژیکی این گیاه که خاص مناطق نیمه مرطوب و نیمه خشک بوده و در خاک‌های قلیایی و سنگین بهترین رشد را دارد و تا حدودی به شوری متحمل است، مربوط دانست. جهانی- کندری و همکاران (Jahani-Kondori et al., 2012) گزارش نمودند که ویژگی‌های شیمیایی خاک یکی از عوامل مؤثر بر شاخص تنوع گونه-ای علف‌های هرز در مزارع گندم مشهد می‌باشد. اقلیم گرم و خشک استان مهم‌ترین علت فراوانی زیاد این علف هرز می‌باشد (Derksen et al., 1995) نیز شرایط اقلیمی را به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل پراکنش علف‌های هرز می‌داند. تعداد کمتر گونه علف هرز در دو شهرستان نهبندان و بشرویه را می‌توان به اقلیم خشک و کویری این مناطق نسبت داد. ویکز و همکاران (Wicks et al., 2000) معتقدند آیش بدون شخم محیط مناسبی برای استقرار علف‌های هرز چند ساله فراهم می‌کند. به دلیل خشکی در و استفاده کمتر از شخم در سال آیش لذا فراوانی بیشتر علف‌های هرز چند ساله در منطقه را می‌توان ناشی از این امر دانست.

فراوانی بیشتر علف‌های هرز خانواده گندمیان نیز با توجه به شباهت این گروه از علف‌های هرز با گندم به ویژه از نظر فنولوژیکی و نیازهای تغذیه‌ای طبیعی به نظر می‌رسد. در بین گونه‌های خانواده گندمیان بیشترین فراوانی متعلق به جوموشی با ۱۹/۴ درصد حضور در مزارع بود که ممکن است به دلیل شباهت و مشکل بودن کنترل آن و سازگاری به عملیات زراعی باشد.

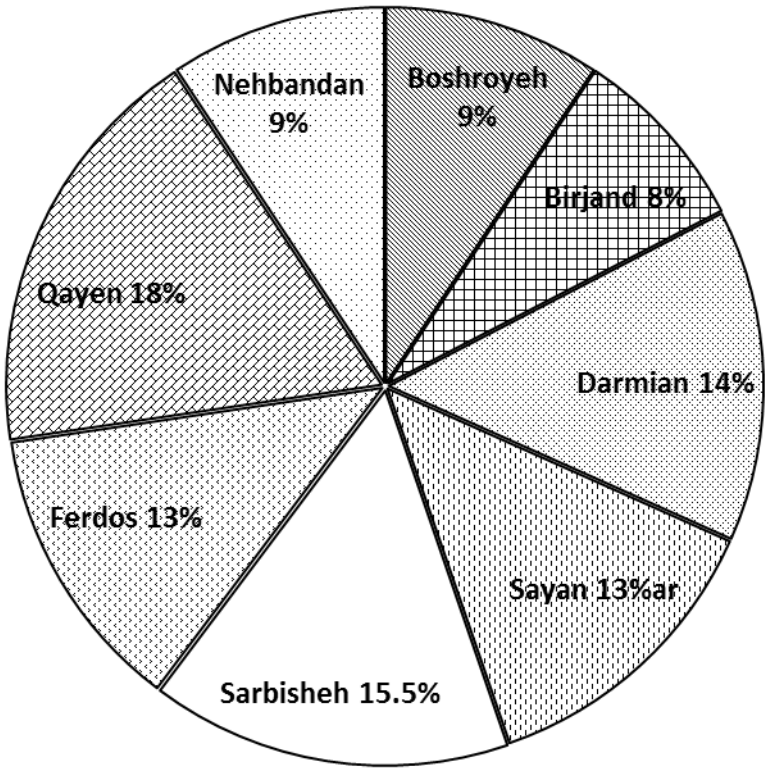


شکل ۳- فراوانی گونه های مختلف علف های هرز در مزارع گندم خراسان جنوبی

Fig. 3 - Frequency of different weed species in wheat fields of South Khorasan

در بین شهرستان‌های مورد مطالعه، بیرجند با ۱۳ گونه و نهبندان و بشرویه هر کدام با تعداد ۱۵ گونه، کم‌ترین و قاینات با تعداد ۲۹ گونه، بیشترین غنای گونه‌ای را داشتند (شکل ۴).

در رابطه با یکنواختی جامعه علف هرز در هر شهرستان، هر قدر عدد بدست آمده به صفر میل کند، نشان از شدت غیر یکنواختی یا غالب بودن یک گونه علف هرز در جامعه دارد، ولی هر قدر عدد بدست آمده به یک میل کند نشان از یکنواختی بالای جامعه (حداکثر تنوع گونه‌ای و عدم غالبیت یگ گونه خاص علف هرز) دارد.



شکل ٤ – تعداد گونه‌های علف‌های هرز در مزارع گندم در شهرستان‌های خراسان جنوبی
Fig. 4 - Number of weed species in wheat fields in South Khorasan province

جدول ۱– شاخص تنوع شانون - وینر، تعداد گونه و یکنواختی گونه‌ای علف‌های هرز مزارع گندم شهرستان‌های استان خراسان جنوبی
Table 1- Shannon – Wiener Index, Number of species, Uniformity of weeds in wheat fields in towns of Southern Khorasan provinces

ردیف Row	شهرستان Town	شاخص شانون - وینر Shannon – Wiener Index	تعداد گونه Number of species	یکنواختی گونه ای Uniformity
1	بشرویه Boshruyeh	2.20	15	0.81
2	بیرجند Birjand	2.16	13	0.84
3	درمیان Darmian	0.38	23	0.12
4	سرایان Sarayan	0.05	21	0.02
5	سربیشه Sarbisheh	0.38	25	0.12
6	فردوس Ferdows	0.41	20	0.14
7	قاین Qayen	0.34	29	0.10
8	نهبندان Nehbandan	0.50	15	0.18

جدول ۲- نام علمی، فراوانی، یکنواختی، میانگین تراکم و شاخص وفور علف‌های هرز مزارع گندم استان خراسان جنوبی (هشت شهرستان) در سال ۱۳۸۹

Table 2 - Scientific name, frequency, uniformity, mean density and abundance index of weeds in wheat fields of South Khorasan province (eight towns) in 2010

ردیف Row	نام علمی گونه Scientific name	خانواده گیاهی Plant family	فراوانی Frequency	یکنواختی Uniformity	میانگین تراکم Mean density	شاخص غالبیت Abundance index
1	*Alhagi pseudalhagi* M.B.	Fabaceae	52.04	39.74	1.27	93.05
2	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	37.47	27.23	1.31	66.01
3	*Achillea biberstenii* Afan.	Asteraceae	37.38	21.06	0.41	58.85
4	*Cardaria draba* L.	Asteraceae	27.88	21.31	1.29	50.47
5	*Acroptilon repense* L.	Brassicaceae	28.31	18.82	1.38	48.51
6	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	27.28	17.53	0.97	45.77
7	*Polygonum aviculare* L.	Polygonaceae	25.66	19.01	1.04	45.70
8	*Phalaris minor* Retz.	Poaceae	19.40	15.13	0.22	34.75
9	*Hordeum glaucum* Steud.	Chenopodiaceae	17.92	14.68	0.45	33.06
10	*Salsola kali* L.	Zygophyllaceae	19.23	11.13	0.37	30.74
11	*lolium temulentum* L.	Fabaceae	18.31	11.86	0.16	30.33
12	*Peganum harmala* L.	Asteraceae	20.00	8.57	0.01	28.58
13	*Sophora alopecuroides* L.	Poaceae	17.18	10.69	0.42	28.29
14	*Artemisia oherba*	Poaceae	15.74	10.88	0.33	26.95
15	*Hordeum spontaneum* C. Koch.	Poaceae	13.64	12.62	0.61	26.87
16	*Hordeum morinum* L.	Chenopodiaceae	13.64	12.31	0.06	26.01
17	*Atriplex patula* L.	Poaceae	14.62	10.00	0.52	25.13
18	*Bromus tectorum* L.	Poaceae	12.95	8.97	0.94	22.87
19	*Polypogon monspeliensis* L.	Polygonaceae	9.09	10.77	0.04	19.90
20	*Setaria viridis* L.	Poaceae	12.12	6.87	0.08	19.07
21	*Avena ludviciana* Dureu.	Poaceae	9.45	6.84	0.39	16.68
22	*Malcolmia affricana* L.	Brassicaceae	8.54	6.74	0.26	15.53
23	*Descurainia sophia* L.	Brassicaceae	8.98	5.36	0.25	14.60
24	*Salsola kali* L.	Chenopodiaceae	10.00	4.29	0.01	14.29
25	*Launaea acanthodes* Boiss.	Asteraceae	8.71	4.98	0.05	13.75
26	*Carthamus oxyacantha* M. B.	Asteraceae	7.78	5.03	0.04	12.84
27	*Silene conoidea* L.	Caryophyllaceae	6.67	4.05	0.04	10.76
28	*Stellaria media* L.	Caryophyllaceae	6.71	3.69	0.32	10.72
29	*Agropyrum repens* L.	Poaceae	6.67	2.86	0.01	9.54
30	*Vaccaria grandilora* Fisch. ex Dc.	Caryophyllaceae	6.67	2.86	0.01	9.53
31	*Glycyrrizza glabra*	Fabaceae	6.06	3.08	0.01	9.15
32	*Aegilops* sp.	Poaceae	3.03	4.62	0.01	7.66
33	*Sisymbrium irio* L.	Brassicaceae	3.33	4.29	0.01	7.63
34	*Cyperus* sp.	Cyperaceae	5.26	2.33	0.01	7.60
35	*Bromus cathariticus* L.	Poaceae	1.79	5.68	0.00	7.48
36	*Cousinia prolifera* Jaub. & Spach.	Asteraceae	3.78	2.91	0.05	6.74
37	*Eremopyrum bonaepartis*	Poaceae	3.17	3.17	0.02	6.37
38	*Ceratocarpus arenarius* L.	Asteraceae	3.33	2.86	0.02	6.21
39	*Cynodon dactylon* L.	Poaceae	3.22	2.63	0.03	5.89
40	*Rumex acetosella* L.	Polygonaceae	3.86	1.96	0.02	5.84
41	*Ixiolirion montanum* Labill.	Euphorbiaceae	3.33	2.22	0.01	5.56
42	*Sonchus oleraceus* L.	Asteraceae	2.27	3.08	0.01	5.36
43	*Cirsium arvense* L.	Asteraceae	2.27	3.08	0.00	5.35
44	*Sinapis arvensis* L.	Brassicaceae	2.27	3.08	0.00	5.35
45	*Kochia scoparia* L.	Chenopodiaceae	3.33	1.43	0.02	4.78
46	*Fumaria officinalis* L.	Fumariaceae	3.33	1.43	0.01	4.77
47	*Hyocyamus* sp.	Solanaceae	3.33	1.43	0.00	4.77
48	*Eruca vesicaria*	Brassicaceae	3.33	1.43	0.00	4.76
49	*Heliotropium* sp.	Boraginaceae	3.33	1.43	0.00	4.76

50	*Plantago lanceolata* L.	plantaginaceae	3.33	1.43	0.00	4.76
51	*Euphorbia* sp.	Euphorbiaceae	2.73	1.47	0.01	4.20
52	*Lactca serriolla* L.	Asteraceae	2.05	1.88	0.05	3.97
53	*Tribulus terrestris* L.	Zygophyllaceae	1.79	1.37	0.01	3.16
54	*Sorghum halepense* L.	Poaceae	1.52	1.54	0.02	3.08
55	*Vicia villosa* Roth.	Fabaceae	1.17	1.56	0.00	2.74
56	*Lathyrus inconspicus* L.	Fabaceae	0.89	1.37	0.00	2.27

در استان خراسان جنوبی، مزارع گندم شهرستان‌های بیرجند و سرایان به ترتیب با ۰/۸۴ و ۰/۰۲ بیشترین و کمترین یکنواختی گونه‌ای به علف‌های هرز را داشتند (جدول ۱). بالا بودن شاخص شانون- وینر دلالت بر بالا بودن تنوّع علف هرز در آن شهرستان بر حسب تعداد گونه دارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در مزارع گندم استان خراسان جنوبی، علاوه بر تنوّع بالا، غالبیت نیز با علف‌های هرز پهن برگ بود. به طوری که ۴۱ گونه علف هرز غالب را دو لپه‌ای‌ها تشکیل می‌دادند. در حالی که غالب‌ترین علف هرز تک‌لپه‌ای، جوموشی با شاخص وفور ۳۴/۷ در رتبه نه قرار گرفت (جدول ۲). برای رتبه‌بندی علف‌های هرز مسأله ساز در سطح استان از شاخص وفور AI ارائه شده توسط مین-باشی و همکاران استفاده شد (Minbashi et al., 2008). نتایج حاصل از محاسبه‌ی این شاخص نشان داد که خارشتر با شاخص وفور ۹۳/۰۵ درصد غالب‌ترین علف هرز مزارع گندم استان خراسان جنوبی بوده و سلمه، بومادران، تلخه و ازمک در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۲). البته باید توجه داشت که با استفاده از AI به تنهایی نمی‌توان به قدرت تهاجمی برخی گونه‌ها پی‌برد. به عنوان مثال، وقتی برای علف هرزی که در یک منطقه خاص با تراکم بالایی شایع شده و از قابلیت تهاجمی بالایی در آن منطقه برخوردار است، شاخص وفور محاسبه می‌شود، فراوانی، یکنواختی و میانگین تراکم آن گونه برای کل استان در نظر گرفته شده، لذا شاخص به دست آمده کوچک‌تر شده و اهمیت آن گونه چندان مشخص نمی‌شود، حال آن‌که آن گونه می‌تواند در یک منطقه خاص علف هرز مشکل‌سازی باشد.

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به شناخت گونه‌های علف‌های هرز موجود در مزارع مورد بررسی، تراکم و پراکندگی آن‌ها و با استفاده از روش‌های مدیریتی، می‌توان از میزان تداخل گونه‌های مشکل ساز کاسته و از ورود علف‌های هرز به ویژه گونه‌های مسأله‌ساز و قرنطینه‌ای از یک منطقه به منطقه مستعد دیگر جلوگیری نمود. علاوه بر این، با مطالعه شرایط آب و هوایی، اقلیم و خاک منطقه و نیز با در دست داشتن اطلاعاتی در زمینه‌ی روش‌های مدیریت رایج در منطقه می‌توان علل حضور و تغییرات تراکم برخی گونه‌ها در برخی مناطق پی برده و از این اطلاعات در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بهره گرفت.

منابع

1- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19–31.

2- Booth, B.D., Murphy, S.D., and Swanton, C.J. 2003. Weed ecology in natural and agricultural systems. CABI Publishing 303 pp.

3- Derksen, D.A., Thomas, A.G., Lafond, G.P., Loeppky, H.A., and Swanton, C.J., 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. Weed Research 35: 311-320.

4- Fried, G., Norton, L.R., and Reboud, X. 2008. Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. Agriculture, Ecosystems and Environment 128(1-2): 68-76.

5- Hassan Nejad, S., Alizadeh, H., Mozaffarian, and Minbashi Moeini, M. 2009. Surveyof density and abundance for irrigated barely fields weed in Eastern Azarbayjan province. Iranian Journal of Weed Science 5(1): 90-69. (In Persian with English Summary)

6- Jahani-Kondori, M., Koocheki, A., Nassiri Mahalati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2012. The effects of soil chemical characteristics on weed species diversity in eastern Mashhad region wheat (*Triticum aestivum* L.) fields. Agroecology 4(2): 91-103. (In Persian with English Summary)

7- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Tabrizi, L., Azizi, G., and Jahan, M. 2006. Assessing species and functional diversity and community structure for weeds in wheat and sugar beet in Iran. Iranian Journal of Field Crops Research 4: 105-129. (In Persian with English Summary)

8- Minbashi, M., Baghestani, M.A., Rahimian, H., and Aleefard, M. 2008. Weed mapping for irrigated wheat fields

of Tehran province using geographic information system (GIS). Iranian Journal of Weed Science 4(1): 97-118. (In Persian with English Summary)

9- Minbashi, M., Baghestanii, M.A., and Rahimian, H. 2008. Introducing abundance index for assessing weed flora in survey studies. Weed Biology and Management 8: 172-180.

10- Morshedi, E., Montazeri, M., Minbashi, M., and Morshedi, J. 2008. Identification and distribution map of weed in dryland wheat in Shivan-Chardaval (Elam) using GIS and their effect on crop loss at cold and sub-tropic areas. Proceeding of the 2nd National Weed Science Congress. Mashhad, Iran. 29th and 30th January. (In Persian with English Summary)

11- Norouzzadeh, S. 2008. Weed Diversity, community structure and yield Loss in wheat fields of Khorasan province. PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

12- Poggio, S.L., Satorre, E.H., and De la Fuente, E.B. 2004. Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa Argentina. Agriculture, Ecosystems and Environment 103: 225-235.

13- Renne, I.J., and Tracy, B.F. 2007. Disturbance persistence in managed grasslands: shifts in aboveground community structure and the weed seed bank. Plant Ecology 190: 71-80.

14- Thomas, A.G. 1985. Weed survey system used in Saskatchewan for cereal and oilseed crops. Weed Science 33: 34-43.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۲۶-۳۱۶

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 316-326

اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه داروئی سیر (*Allium sativum* L.)

عبداله ملافیلابی[۱]، سرور خرم‌دل[۲*] و هادی شوریده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

بمنظور بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و انواع بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیر (*Alluim sativum* L.) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت جام در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ بصورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کود نیتروژن در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و هفت بستر کاشت (شامل ۲۰ و ۴۰ تن کود حیوانی پوسیده در هکتار، ۲۰ و ۳۰ تن شن در هکتار و پنج و ۱۰ تن کلش گندم در هکتار و شاهد) به ترتیب بعنوان فاکتور اصلی و فرعی مد نظر قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل وزن خشک برگ، تعداد حبه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت سیر بودند. نتایج نشان داد که اثرات ساده کود نیتروژن و بسترهای کاشت بر وزن خشک برگ، تعداد حبه، عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی و شاخص برداشت سیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، بطوریکه مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب باعث بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد شد. همچنین بالاترین عملکرد اقتصادی سیر به ترتیب با ۱۰۸۵/۴ و ۷۲۳/۵ گرم در متر مربع برای بستر کاشت ۴۰ تن کود دامی در هکتار و شاهد مشاهده شد. اثر متقابل سطوح نیتروژن و بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر معنی‌دار نبود. با توجه به وجود رابطه مثبت بین وزن برگ و تعداد حبه با عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر به نظر می‌رسد که بکار گیری عملیات زراعی که خصوصیات رویشی و تعداد حبه را بهبود دهد در نهایت افزایش عملکرد اقتصادی سیر را به دنبال دارد.

واژه‌های کلیدی: تعداد حبه، کود حیوانی، مالچ

مقدمه

سیر (*Alluim sativum* L.) گیاهی علفی از خانواده پیاز بوده که از نظر تولید جهانی در بین گیاهان پیازی پس از پیاز خوراکی رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. برخی از محققان منشأ این گیاه دارویی را به آسیای مرکزی نزدیک مغولستان یا افغانستان مرتبط می‌دانند که پس از آن توسط مهاجرین اولیه به شرق اروپا و آسیا منتقل شده است (Mollafilabi et al., 2005). در منابع مختلف استفاده از این گیاه دارویی برای کاهش کلسترول خون، تنظیم فشار خون، درمان ناراحتی‌های قلبی و عروقی، سرماخورگی و آنفولانزا توصیه شده است (Shaidul Haque et al., 2002; Mirzaei et al., 2007).

عملکرد و کیفیت این محصول دارویی تنوع زیادی با اقلیم منطقه، عرض جغرافیایی، اسیدیته خاک، روش کاشت و رقم دارد (Omid Beygi, 1995; Mirzaei et al., 2007; Moravčević et al., 2011; Rosen et al., 2008; Shaidul Haque et al., 2002; Zare Abyaneh et al., 2011). اصطلاح «**انعطاف‌پذیری زیستی**[۴]» توانایی بالای این گیاه سازگار را برای کاشت در مناطق مختلف آب و هوایی نشان می‌دهد (Iciek et al., 2009). سیر قابلیت سازگاری بالایی برای کاشت در اکثر مناطق معتدل و خنک ایران را نیز دارا می‌باشد (Omid Beygi, 1995; Zare Abyaneh et al., 2011). ایران در گذشته یکی از بزرگترین صادرکنندگان این گیاه بوده است، اما امروزه سایر کشورهای جهان با عملکرد بالا و ارائه به موقع این محصول به بازار، جزء صادرکنندگان مهم آن در دنیا محسوب می‌شوند (Omid Beygi, 1995).

اگرچه ارقام تجاری متنوعی از این گیاه دارویی در سطح جهان تولید شده است، ولی نتایج برخی مطالعات بدلیل پدیده انعطاف پذیری

۱، ۲ و ۳- به ترتیب عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت جام، استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشجوی دکتری رشته اصلاح نباتات دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: E-mail: khorramdel@um.ac.ir)

4- Biological Elasticity

زیستی، کاشت این گیاه را با استفاده از ارقام محلی توصیه کرده است (Stern, 2001). برای کاشت این گیاه نقدینه استفاده از انواع کودهای آلی و محیط دارای آفتاب ضرورت دارد. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که استفاده از انواع مواد آلی در خاک به دلیل بهبود خلل و فرج و ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، افزایش عملکرد سیر را موجب می‌شود (Islam et al., 2001). استفاده از مالچ بعنوان نهاده‌ای آلی یکی دیگر از راهکارهای پایدار برای بهبود عملکرد این گیاه دارویی می‌باشد.

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که استفاده از مالچ در کاشت ارگانیک سیر کاربرد گسترده‌ای دارد (Bhuiya et al., 2003; Islam et al., 2001; Lorion, 2004). مالچ به بقای زمستانی سیر در خاک کمک می‌نماید، علف‌های هرز را کنترل، رطوبت خاک را حفظ و از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند. نتایج بررسی‌های دیگر نشان داده است که درجه حرارت بالاتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد باعث جلوگیری از رشد مطلوب سیر می‌شود و در نتیجه کاهش عملکرد آن را به دنبال دارد (Bhuiya et al., 2003; Lorion, 2004)، لذا بنظر می‌رسد که مالچ بتواند به عنوان عاملی خنک‌کننده از طریق خنک نگه داشتن لایه سطحی خاک در شرایط آب و هوایی گرم، عملکرد سیر را افزایش دهد. نتایج برخی مطالعات (Bhuiya et al., 2003; Lorion, 2004; Stern, 2001) نشان داده است که کاشت یولاف بهاره (*Avena sativa* L.) در اوایل شهریور ماه به عنوان مالچ در زمان کاشت سیر، می‌تواند مفید واقع شود. چنین بنظر می‌رسد که یولاف سرمازده شده مالچ ایده‌آلی برای سیر می‌باشد. بدین ترتیب، اگر چه برخی بررسی‌ها نشان داده است که مالچ کلشی راهکاری مناسب برای بهبود عملکرد سیر می‌باشد، ولی هنوز مالچ ایده آلی که باعث افزایش معنی‌دار عملکرد سیر شود معرفی نشده است (Stern, 2007).

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که کاربرد کنجاله سویا به دلیل آزادسازی آهسته نیتروژن در طول دوره رشد گیاه، تأثیرات مثبتی بر خصوصیات رشدی و عملکرد سیر داشت. با اینوجود، بایستی مدیریت مناسب و زمان مصرف این عنصر پرمصرف را بر سیر به دقت مدنظر قرار داد. بطور مثال، مصرف نیتروژن در مرحله افزایش وزن حبه سیر، بدلیل تحریک رشد رویشی اندام‌های مختلف از جمله برگ‌ها در نهایت کاهش اندازه حبه و کاهش عملکرد را موجب می‌شود (Omid Beygi, 1997). عارفی و همکاران (Arefi et al., 2012) با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد موسیر (*Allium altissimum* Regel.) بیان داشتند که با افزایش نیتروژن، فتوسنتز برگ و به تبع آن عملکرد به طور معنی‌داری بهبود یافت. با این وجود از آنجا که مصرف نیتروژن بعنوان عنصری پرمصرف، تأثیر بسزایی بر رشد و عملکرد این گیاه دارویی دارد، لذا بایستی از راهکارهای مناسب برای حفظ عملکرد مناسب این گیاه نقدینه استفاده کرد (Gaviola & Lipinski, 2008; Panchal et al., 1992).

از جمله راهکارهای مناسب در این زمینه استفاده از کمپوست بعنوان نهاده‌ای آلی در بهار است (Lorion, 2004; Rosen et al., 2008). لازم به ذکر است که اضافه کردن هر گونه منبع نیتروژن به خاک از اواخر فروردین ماه به بعد به دلیل تأثیر منفی بر رشد حبه و در نتیجه کاهش عملکرد سیر، بایستی متوقف گردد. راهکاری دیگر جهت کاهش از کودهای شیمیایی نیتروژنه، محلول پاشی برگی گیاه می‌باشد (Shaheen et al., 2010). با این وجود، این عملیات نیز بایستی تا قبل از ظهور پنجمین برگ سیر در بهار انجام شود. نتایج برخی مطالعات نیز نشان داده است که بمنظور حفظ محلول بر سطح برگ‌های مومی سیر، استفاده از مواد مویان همراه با محلول پاشی برگی ضروری می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده بر روی اثرات نیتروژن و فسفر بر عملکرد سیر در بهبهان نشان داد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد سیر را تولید کرد. نتایج این بررسی بطور کلی نشان داد که مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر رشد این گیاه داشت، در حالیکه اثر مصرف سطوح مختلف فسفر بر آن معنی‌دار نبود (Rafi, 2007). همچنین نتایج بررسی‌های انجام شده در زمینه مصرف نیتروژن در زراعت سیر، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای این گیاه توصیه کرده است، ولی بایستی زمان مصرف آن را به دقت مدنظر قرار داد، زیرا مصرف کود نیتروژن از اواسط فروردین ماه به بعد باعث تأخیر در شکل‌گیری سیر می‌شود (Gaviola & Lipinski, 2008; Panchal et al., 1992).

عناصر غذایی نه تنها بر افزایش کمّیّت محصول از جمله گیاهان دارویی موثرند، بلکه کیفیت محصول را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. وجود خواص آنتاگونیستی و سینرژیستی بین میزان عناصر غذایی در خاک، منجر به بروز تغییراتی در میزان جذب برخی عناصر غیرضروری برای گیاه می‌شود که اغلب اوقات این عناصر برای تولید اسانس و مواد مؤثره در گیاهان دارویی، نامناسب می‌باشند. بنابراین توصیه کودی برای گیاهان دارویی، باید با در نظر گرفتن موارد فوق صورت گیرد، زیرا ممکن است اگرچه استفاده از کودهای مختلف افزایش محصول را موجب گردد، ولی میزان ماده مؤثره را کاهش دهد و یا تغییراتی در اجزای متشکله این مواد ایجاد نماید که در نهایت تأثیر نامطلوبی را بر کیفیّت این گیاهان داشته باشد (Omid Beygi, 1995).

از اینرو، با توجه به اهمیت بسزای تأثیر عملیات زراعی بر تولید کمّی و کیفی گیاهان دارویی (Omid Beygi, 1995)، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و بسترهای کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر در شرایط آب و هوایی تربت جام اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

بمنظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و کاربرد انواع بستر کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیر آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت جام (واقع در ۶۰ درجه و ۲۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۱۳ دقیقه عرض جغرافیایی، با ارتفاع ۱۲۰۰-۸۹۹ متر از سطح دریا) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. کود نیتروژن خالص از منبع کود اوره ۴۶ درصد شامل سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و انواع بستر کاشت شامل ۲۰ و ۴۰ تن کود حیوانی در هکتار، ۲۰ و ۳۰ تن شن در هکتار، پنج و ۱۰ تن کلش در هکتار و بدون بستر کاشت به عنوان شاهد به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی مد نظر قرار گرفتند. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری و جهت تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج برخی خصوصیات خاک قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

قبل از کاشت، بمنظور آماده سازی زمین، از عملیات شخم، دیسک و لولر استفاده شد. عملیات کاشت سیرچه‌ها بصورت ردیفی در عمق چهار سانتی‌متر خاک در نیمه اول مهر ماه بر اساس تراکم ۲۵ بوته در متر مربع انجام شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی-متر مربع بود. ابعاد کرت‌های کاشت ۲×۲ متر در نظر گرفته شد. بمنظور تسهیل در سبز شدن گیاهچه‌های سیر، اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۱۰ و هفت روز یکبار به ترتیب در طی فصل‌های زمستان و بهار انجام شد. کود نیتروژن در دو مرحله اول آبان و فروردین ماه همراه با آب آبیاری اعمال شد. عملیات کنترل علف‌های هرز در دو مرحله در طول فصل رشد سیر در اوایل آذر و اردیبهشت‌ماه به ترتیب بمنظور حذف علف‌های هرز زمستانه و بهاره بصورت دستی انجام شد.

عملیات نمونه‌برداری جهت تعیین صفات مورد مطالعه که شامل وزن خشک اندام هوایی (برگ)، تعداد حبه یا سیرچه و عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر بودند پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح ۰/۴ متر مربع انجام شد. لازم به ذکر است که پس از خشک شدن سیرها در سایه عملکرد در واحد سطح محاسبه شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک مورد بررسی قبل از شروع آزمایش

Table 1- Soil properties prior to the experiment

بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	محتوی کربن آلی (درصد) Organic carbon content (%)
لوم Loam	4.28	8.2	0.42

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع بسترهای کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر

Table 2- Results of variance analysis (mean of squares) of nitrogen application rates and seedling beds on garlic yield and components yield

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد حبه Bulb number	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت HI
تکرار Replication	3	1275.89	44.49	20551.9	395158.04	0.0046
کود نیتروژن (A) Nitrogen (A)	2	12355.74*	750.38**	16928.04*	363578.62**	120.0010*
خطای اصلی Main error	6	4524.75	57.31	2870.23	29404.64	0.0098
بستر کاشت (B) Planting bed (B)	6	4430.39*	1197.78**	7317.6*	121975.98*	114.0071*
A×B	12	833.81ns	80.68ns	3306.5ns	43604.47ns	0.0030ns
خطای فرعی Sub error	54	323.50	121.14	2842.49	42130.28	0.0075
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		30.10	22.06	21.10	13.32	13.70

ns: غیرمعنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: non-significant and * and ** are significant at 5 and 1% probability level, respectively.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افـزار Mstat-C آنـالیز شـدند. بمنظور مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اسـتفاده شـد. تعیـین ضـرایب همبسـتگی و رسـم نمودارها نیز به ترتیـب توسـط نـرم‌افزارهـای Sigma-Stat و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

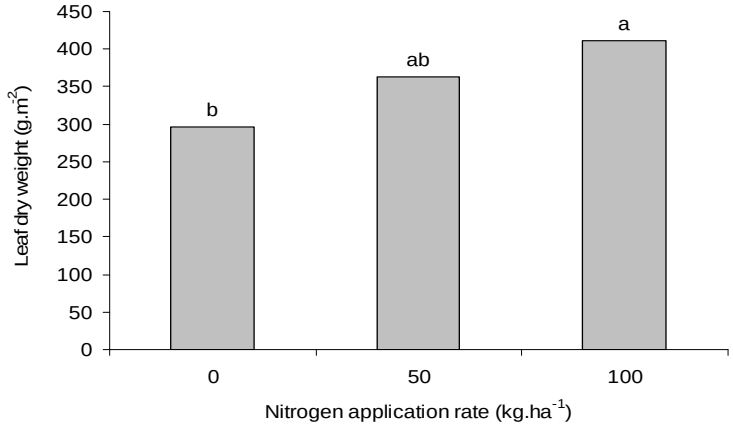
در جدول زیر نتایج آنالیز واریانس اثر کـود نیتـروژن و بسـترهای مختلف کاشت بر عملکرد، اجزای عملکـرد و شـاخص برداشـت سـیر نشان داده شده است.

الف) اثـر مقـادیر مختلـف کـود نیتـروژن بـر خصوصـیات رویشی و عملکرد سیر

وزن خشک برگ: اثر کود نیتروژن بر وزن خشک بـرگ سـیر معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین و کمتـرین وزن خشـک برگ سیر به ترتیب با مصرف ۱۰۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتـار با ۴۱۱ و ۲۹۷ گرم در متر مربع مشاهده شـد (شـکل ۱). بطـور کلـی، همانطور که از شکل ۱ بر می‌آید روند واکنش وزن خشک بـرگ سـیر نسبت به افزایش مصرف کود نیتروژن مثبت است.

اگرچه نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که واکـنش گیاهـان نسبت به مصرف نیتروژن به عنوان یک عنصر ضروری برای رشد، بـه شرایط خاک، گونه گیاهی و میزان عناصر غذایی خـاک بسـتگی دارد (Panchal et al., 1992)، ولی از آنجا که نیتـروژن تحریـک کننـده رشد رویشی و تولید کننده سـطح بـرگ مـی‌باشـد (Sarmadnia & Koocheki, 2001)، لذا با افزایش مصرف نیتروژن وزن خشک برگ سیر نیز افزایش یافت. علاوه بر این، از آنجا که اندام رویشی این گیاه (سوخ) مورد مصرف واقع می‌شود می‌توان چنین بیان داشت که کاربرد بیشتر کود نیتروژنه متناسب با برطرف نمودن نیازهای گیـاه بـه سـایر عناصر غذایی می‌تواند منجر به بهبود سطح سبز مزرعـه شـود کـه در پایان فصل رشد نیز افزایش عملکرد گیاه را بـه دنبـال دارد. عـارفی و همکـاران (Arefi et al., 2012) نیـز گـزارش نمودنـد کـه افـزایش نیتروژن، بهبود فتوسنتز موسیر را به دنبال داشت.

تعداد حبه در واحد سطح: اثر کود نیتروژن بر تعداد حبه سیر در واحد سطح معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول ۲). بطوریکه بیشـترین و کمترین تعداد حبه در سیر به ترتیب در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و بدون مصرف نیتروژن با ۸/۷۷ و ۷/۶۶ حبه در متر مربع مشاهده شد (شکل ۲). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که یکـی از راههـای افزایش عملکرد سیر افزایش تعداد حبه در واحد سطح اسـت (Pelter et al., 2000)، اگرچه به نظر می‌رسد که این صفت بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است، ولی عوامل محیطی نیز می‌تواند تأثیر مثبتـی بـر بهبود رشد عملکرد این گیاه دارویی داشته باشد. نتایج این مطالعه نیـز نشان داد اگرچه واکنش تعداد حبه سیر نسبت به مصرف کود نیتروژن نسبتاً پایین بود، ولی روند بهبود تعداد حبه در سیر همـراه بـا افـزایش مصرف کود نیتروژن مثبت بود (شکل ۲).

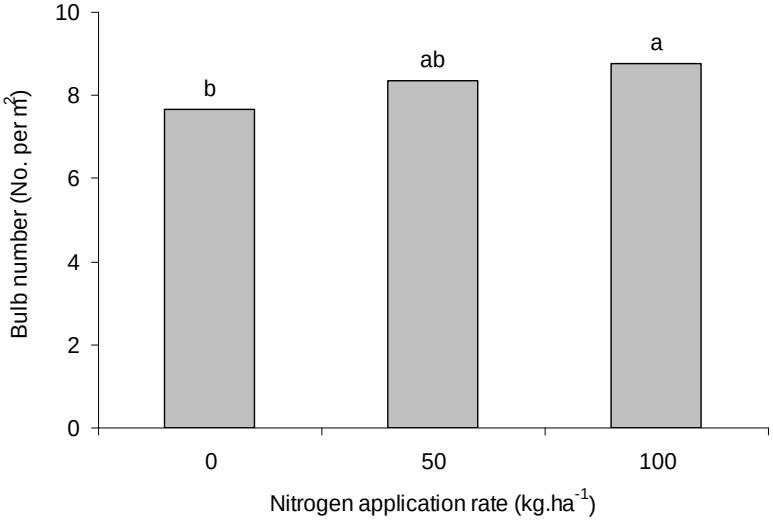


شکل ۱- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر وزن خشک برگ سیر

Fig. 1- Effect of different nitrogen application rates on leaf dry weight of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).



شکل ۲- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر تعداد حبه سیر

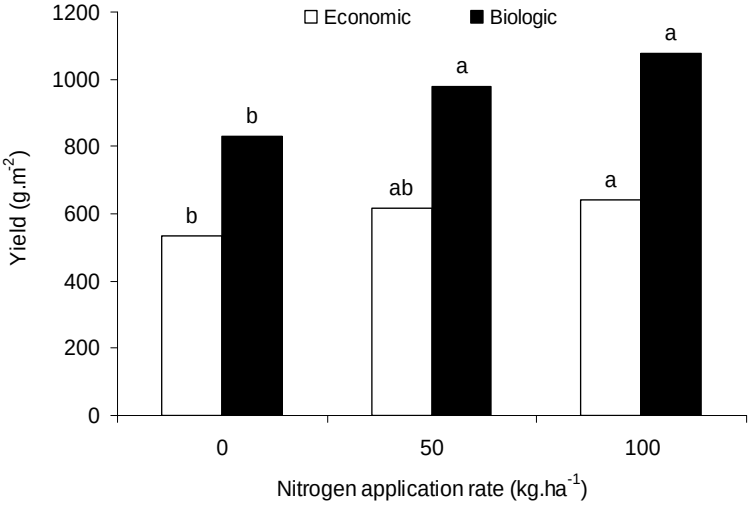
Fig. 2- Effect of different nitrogen application rates on bulb number of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

علاوه بر این چنین بنظر می‌رسد که یکی از دلایل افزایش تعداد حبه در سیر همراه با افزایش مصرف کود نیتروژنه محدود بودن اندازه حبه به عنوان مخزنی برای ذخیره مواد فتوسنتزی است. این گیاه در صورت مناسب بودن شرایط محیطی برای رشد، اقدام به افزایش تجمع مواد فتوسنتزی در هر حبه می‌نماید، در این شرایط اگر گیاه از نظر تعداد حبه دچار محدودیت مخزن گردد می‌تواند مخزن خود را با افزایش تعداد حبه و در نتیجه افزایش قطر سوخ مرتفع نماید (Pelter et al., 2000). بدین ترتیب، می‌توان چنین بیان داشت که یکی از راهکارهای اصلی جهت بهبود عملکرد سیر بعد از افزایش تراکم کاشت و رعایت اصول زراعی و تغذیه‌ای برای این گیاه نقدینه، افزایش تولید حبه در سیر می‌باشد.

عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی: اثر کود نیتروژن بر عملکرد اقتصادی سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). بطوریکه مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب باعث بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد شد. بدین ترتیب، همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است واکنش عملکرد سیر نسبت به افزایش مصرف کود نیتروژن مثبت بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی سیر

Fig. 3- Effect of different nitrogen application rates on economical and biological yield of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

با توجه به این مطلب که عملکرد سیر تابع رشد اندام‌های رویشی گیاه بوده و مصرف کود نیتروژن بهبود رشد رویشی گیاهان و از جمله سیر را به دنبال دارد (Marschner, 2011)، لذا بهبود عملکرد سیر همراه با افزایش مصرف کود نیتروژن در طی دوره رشد فعال این گیاه دارویی منطقی بنظر می‌رسد. عارفی و همکاران (Arefi et al., 2012) نیز گزارش نمودند که با افزایش نیتروژن، عملکرد موسیر به طور معنی‌داری بهبود یافت. بطوریکه بالاترین عملکرد خشک و تر پیاز از تیمار ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۹/۱۱ و ۶۹/۲۸ گرم در بوته بدست آمد.

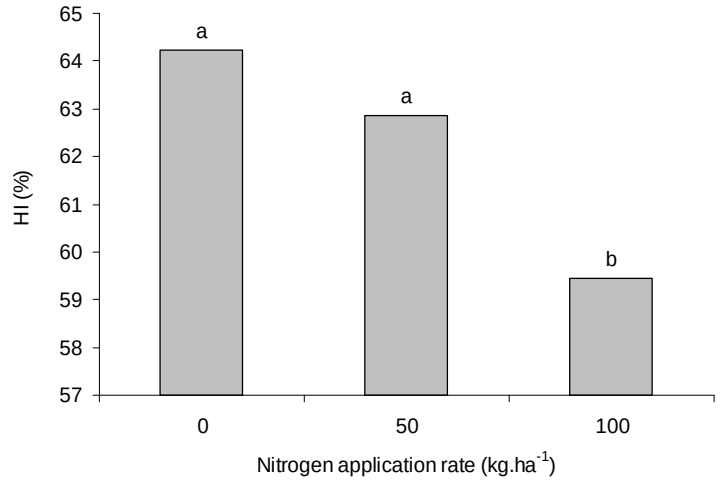
کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) بر عملکرد بیولوژیکی سیر داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی سیر به ترتیب با ۱۰۷۵/۵ و ۸۳۱/۱ گرم در متر مربع در سطوح ۱۰۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد (شکل ۳). همانگونه که نتایج برخی بررسی‌ها (Rafi, 2007) نیز نشان داده است مصرف نیتروژن با تحریک رشد اندام‌های رویشی و در نتیجه بهبود آن تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد بیولوژیکی دارد. همچنین با مقایسه میزان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی سیر مشخص است که واکنش عملکرد بیولوژیکی در مقایسه با عملکرد اقتصادی نسبت به سطوح مختلف نیتروژن مثبت‌تر و بیشتر است (شکل ۳).

شاخص برداشت: اثر کود نیتروژن بر شاخص برداشت سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود (جدول ۲). از افزایش مصرف نیتروژن در واحد سطح، کاهش شاخص برداشت سیر را موجب شد، بطوریکه بالاترین شاخص برداشت سیر در شرایط عدم مصرف نیتروژن با ۶۴ درصد مشاهده شد (شکل ۴).

ب) اثر بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات رویشی و عملکرد سیر

وزن خشک برگ: اثر بسترهای مختلف کاشت بر وزن خشک برگ سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). اگرچه استفاده از کلیه بسترهای کاشت تأثیر مثبتی بر رشد سیر و در نتیجه بهبود وزن خشک برگ این گیاه داشت، ولی بیشترین وزن خشک برگ در شرایط استفاده از ۴۰ تن کود دامی با ۴۱۲/۷ گرم در متر مربع مشاهده شد. چنین بنظر می‌رسد که مصرف کود دامی علاوه بر بهبود خصوصیات فیزیکی (Edwards et al., 1992)، شیمیایی و بیولوژیکی خاک (Naidu, 1998; Haynes & Yin et al., 1996)، با فراهمی بیشتر عناصر غذایی قابل دسترس برای گیاه (Edwards et al., 1992) و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک (Haynes & Naidu, 1998) در نهایت باعث بهبود رشد رویشی و افزایش وزن خشک برگ سیر شده است.

تعداد حبه در واحد سطح: اثر بسترهای مختلف کاشت بر تعداد حبه سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد حبه سیر به ترتیب با ۹/۴ و ۵/۲ حبه در متر مربع برای ۴۰ تن در هکتار کود دامی و شاهد حاصل شد (شکل ۶). مصرف کود دامی بدلیل دارا بودن عناصر غذایی (Edwards et al., 1992) خصوصیات رشدی سیر همچون وزن برگ (شکل ۵) به عنوان اندام فتوسنتزکننده را افزایش داد که در نتیجه بهبود تولید و افزایش تعداد حبه سیر در واحد سطح را نیز موجب شد. نتایج بررسی‌های کارای و یاکیوبیو (Karaye & Yakubu, 2006) نیز اثر معنی‌دار مالچ کاه را بر بهبود تعداد حبه سیر تأیید کرده است.

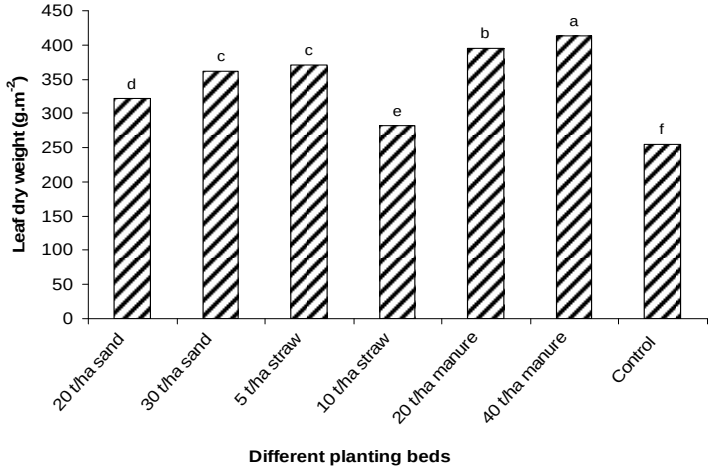


شکل ٤- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر شاخص برداشت سیر

Fig. 4- Effect of different nitrogen application rates on garlic HI

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

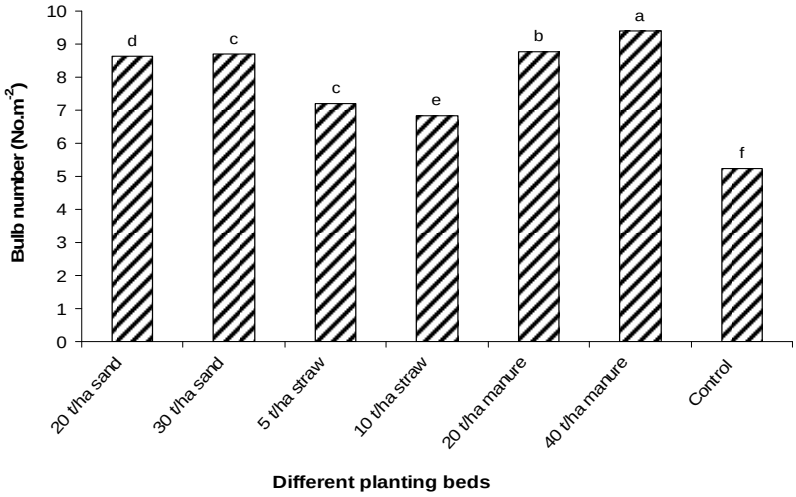


شکل ۵- اثر بسترهای مختلف کاشت بر وزن خشک برگ سیر

Fig. 5- Effect of different planting beds on garlic leaf dry weight

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).



شکل ٦- اثر بسترهای مختلف کاشت بر تعداد حبه سیر

Fig. 6- Effect of different planting beds on garlic bulb number

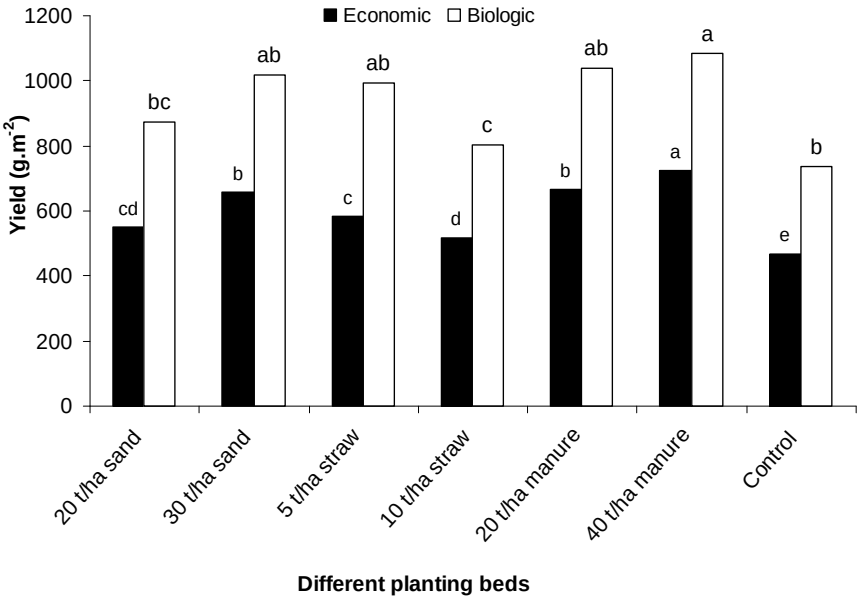
میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر: اثر بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). بطوریکه استفاده از بسترهای مختلف کاشت بهبود عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر را در مقایسه با شاهد موجب شد، اما بالاترین عملکرد اقتصادی سیر به ترتیب با ۱۰۸۵/۴ و ۷۲۳/۵ گرم در متر مربع برای ۴۰ تن کود دامی در هکتار و شاهد بدست آمد (شکل ۷).

مشخص است که استفاده از کود دامی به عنوان بستری برای کاشت با بهبود شرایط محیطی از جمله خصوصیات مختلف خاک و افزایش محتوی رطوبتی آب و عناصر غذایی خاک (Edwards et al., 1992; Haynes & Naidu, 1998; Yin et al., 1996) در نتیجه با افزایش رشد رویشی و وزن خشک برگ (شکل ۵) باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر شد. بنظر می‌رسد که استفاده از شن بعنوان بستر کاشت با تأثیر مثبت بر خصوصیات فیزیکی خاک در نتیجه بهبود رشد و عملکرد سیر را به دنبال داشته است، ولی افزایش مصرف کاه از ۵ به ۱۰ تن در هکتار به عنوان بستری برای کاشت سیر، احتمالاً به دلیل بهبود رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی و در نتیجه غیرمتحرک کردن این عنصر پرمصرف در بافت این موجودات خاکزی (Hooker & Start, 2008) نتوانست تأثیرات مثبتی بر خصوصیات رشدی و در نتیجه عملکرد این

گیاه نقدینه داشته باشد.



شکل ۷- اثر بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر

Fig. 7- Effect of different planting beds on economical and biological yield of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

ملافیلابی (Mollafilabi, 2005) نیز مصرف ۴۸ تن در هکتار کود دامی پوسیده را برای سیر نسبت به سایر بسترهای کاشت مناسب‌تر اعلام نمود. البته لازم است به این نکته نیز توجه شود که کود دامی بایستی پوسیده و عاری از بذر علف‌های هرز باشد، زیرا کود دامی تازه از طریق فرآیند پوسیده شدن، کاهش ناگهانی نیتروژن خاک را موجب شده و بدلیل دارا بودن بذر علف‌های هرز مشکلات فراوانی را نیز برای رشد و عملکرد گیاه بدنبال دارد. در نهایت، چنین بنظر می‌رسد که با توجه به نتایج حاصل شده از این آزمایش بهترین جایگزین بستر کاشت برای سیر، استفاده از شن به جای کود دامی می‌باشد، زیرا بستر شن علاوه بر سبک‌تر کردن بافت خاک تأثیر زیادی بر ترکیب خاک ندارد، ولی کاربرد مالچ کلش با غیرمتحرک کردن نیتروژن در خاک نمی‌تواند تأثیرات مطلوبی بر رشد گیاه داشته باشد. البته می‌توان در صورت استفاده از مالچ کلش مصرف کود نیتروژن را در خاک مد نظر قرار داد. مهدی‌پور افرا و همکاران (Mahdipour Afra et al., 2012) نیز با بررسی اثر خاکپوش‌های آلی بیان داشتند که مصرف این نهاده‌های آلی منجر به افزایش خصوصیات رشدی و عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) شد.

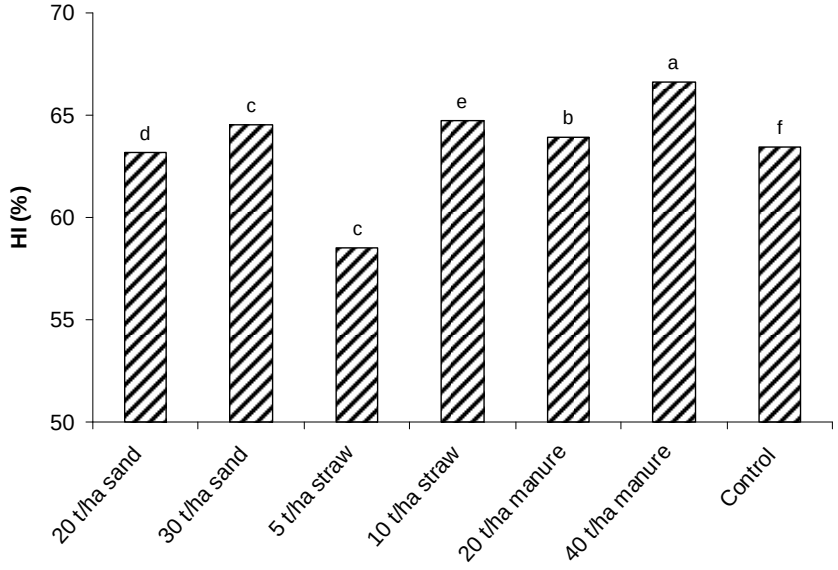
شاخص برداشت: بسترهای مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری (p≤ ۰/۰۵) بر شاخص برداشت سیر داشت (جدول ۲). بطوریکه بیشترین و کمترین شاخص برداشت سیر به ترتیب با ۶۷ و ۶۳ درصد برای ۴۰ تن کود دامی در هکتار و شاهد حاصل شد (شکل ۸). چنین بنظر می‌رسد که تأثیر بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر نسبتاً یکسان و متناسب بوده که در نهایت باعث ثابت ماندن شاخص برداشت سیر تحت تأثیر استفاده از انواع بسترهای کاشت شده است.

ج) اثر متقابل کود نیتروژن و بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات سیر

اثر متقابل سطوح نیتروژن و بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر معنی‌دار نبود (جدول ۱). در همین راستا، اسلام و همکاران (Islam et al., 2001) نیز با بررسی اثر مالچ و انواع کود بر سیر بیان نمودند که هیچ کدام از اثرات متقابل این تیمارها بر خصوصیات رویشی و زایشی سیر معنی‌دار نبود.

د) همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد سیر

نتایج ضرایب همبستگی بین وزن برگ، عملکرد و اجزای عملکرد سیر در جدول ۴ ارائه شده است.



شکل ۸- اثر بسترهای مختلف کاشت بر شاخص برداشت سیر

Fig. 8- Effect of different planting beds on garlic HI

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین وزن خشک برگ، عملکرد و اجزای عملکرد سیر

Table 4- Coefficients of correlation between leaf dry weight, yield and yield components of garlic

صفات Characteristics	وزن خشک برگ Leaf dry weight	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	تعداد حبه Bulb number
وزن خشک برگ Leaf dry weight	1			
عملکرد اقتصادی Economical yield	0.373**	1		
عملکرد بیولوژیکی Biological yield	0.817**	0.839**	1	
تعداد حبه Bulb number	0.251*	0.503**	0.459**	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

همانگونه که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک برگ (r=۰/۳۷۳**)، تعداد حبه (r=۰/۵۰۳**) و عملکرد بیولوژیکی (r=۰/۸۳۹**) با عملکرد اقتصادی و بین وزن خشک برگ (r=۰/۸۱۷**) و تعداد حبه (r=۰/۴۵۹**) با عملکرد بیولوژیکی سیر وجود داشت. بنابراین وجود رابطه مثبت بین وزن برگ و تعداد حبه سیر با عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر نشان می‌دهد که بکارگیری هرگونه عملیات زراعی که بتواند خصوصیات رویشی و تعداد حبه را بهبود دهد در نهایت افزایش عملکرد سیر را به دنبال دارد. همچنین، از آنجا که بالاترین ضریب همبستگی برای عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر بدست آمد (جدول ۴)، بنظر می‌رسد که بهترین راهکار جهت افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه نقدینه بهبود عملکرد بیولوژیکی آن با توجه به بکارگیری مدیریت مناسب در جهت افزایش رشد رویشی آن می‌باشد. علاوه بر این، از آنجا که رابطه عملکرد اقتصادی با تعداد حبه سیر معنی‌دار بود، بنظر می‌رسد که راهکار بعدی جهت افزایش عملکرد سیر، گزینش ژنوتیپ‌های با توانایی حداکثر تولید حبه می‌باشد،

بطوریکه در صورت بهینه بودن شرایط رشدی و فتوسنتز محدودیت مخزن نداشته باشند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله از این آزمایش مشخص شد اگر چه جهت حصول حداکثر عملکرد سیر افزایش مصرف کود نیتروژن تا سطح بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز می‌تواند قابل توصیه باشد، ولی طبق بررسی‌ها و نتایج سایر محققان کاربرد نیتروژن زیاد به دلیل کاهش ماده مؤثره و یا تغییر در اجزای متشکله این مواد مناسب نیست (Omid Beygi, 1995). لذا در خصوص کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن بایستی شرایط خاک و میزان مواد غذایی آن را مد نظر قرار داد. اثر بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات مورد بررسی سیر معنی‌دار بود، بطوریکه بهترین شرایط برای مصرف ۴۰ تن کود دامی در هکتار مشاهده شد.

همچنین با توجه به وجود رابطه مثبت بین وزن برگ و تعداد حبه با عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر مشخص است که بکارگیری عملیات زراعی که خصوصیات رویشی و تعداد حبه را بهبود دهد در نهایت افزایش عملکرد سیر را به دنبال دارد. بطور کلی، بنظر می‌رسد که بهترین راهکار جهت افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه نقدینه افزایش عملکرد بیولوژیکی با توجه به بکارگیری مدیریت مناسب در جهت افزایش رشد رویشی و گزینش ژنوتیپ‌های با توانایی حداکثر تولید حبه و عدم دارا بودن محدودیت مخزن می‌باشد.

منابع

1- Arefi, I., Kafi, M., Khazaee, H.R., and Banayan Aval, M. 2012. Effect of nitrogen phosphorous and potassium fertilizer levels on yield, photosynthetic rate photosynthetic pigments, chlorophyll content, and nitrogen concentration of plant components of *Allium altissimum* Regel. Agroecology 4(3): 207-214. (In Persian with English Summary)
2- Bhuiya, M.A.K., Rahim, M.A., and Chowdhury, M.N.A. 2003. Effect of planting time, mulch and irrigation on the growth and yield of garlic. Asian Journal of Plant Sciences 2(8): 639-643.
3- Edwards, J.H., Wood, C.W., Thurlow, D.L., and Ruf, M.E. 1992. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a hapludult soil. Soil Science Society of America Journal 56: 1577-1582.
4- Gaviola, S., and Lipinski, V.M. 2008. Effect of nitrogen fertilization on yield and color of red garlic (*Allium sativum*) cultivars. Ciencia e Investigation Agraria 35(1): 57-64.
5- Haynes, R.J., and Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. Nutrient Cycling in Agroecosystems 51: 123-137.
6- Hooker, T.D., and Start, J.M. 2008. Soil C and N cycling in three semiarid vegetation types: responses to an in situ pulse of plant detritus. Journal of Soil Biology and Biotechnology 40: 2678-2685.
7- Iciek, M., Kwiecień, I., and Włodek, L. 2009. Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. Environmental and Molecular Mutagenesis 50(3): 247-265.
8- Islam, M.J., Hossain, A.K.M.M., Khanam, F., Majumder, U.K., Rahman, M.M., and Saifur, M.R. 2001. Effect of mulching and fertilization on growth and yield of garlic at Dinajpur in Bangladesh. Asian Journal of Plant Sciences 6(1): 98-101.
9- Karaye, A.K., and Yakubu, A.I. 2006. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. African Journal of Biotechnology 5(3): 260-264.
10- Marschner, P. 2011. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press 672 pp.
11- Lorion, R.M. 2004. Rock phosphate, manure and compost use in garlic and potato systems in a high intermontane valley in Bolivia. Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Soil Science Washington State University Department of Crop and Soil Sciences.
12- Mirzaei, R., Liaghati, H., and Mahdavi Damghani, A. 2007. Evaluating yield quality and quantity of garlic as affected by different farming systems and garlic clones. Pakistan Journal of Biological Sciences 10(13): 2219-2224.
13- Mollafilabi, A. 2005. The effects of different mulches on garlic (*Allium sativum* L.) yield. National Congress of Sustainable Development for Medicinal Plants. Mashhad, Iran.
14- Mollafilabi, A., Hosseini, M., and Moosapour, S. 2005. Garlic Agronomy (*Allium sativum* L.). Didactic Issue of Jihad, Iran (In Persian)
15- Moravčević, Đ., Bjelić, V., Moravčević, M., Varga, J.G., Beatović, D., and Jelačić, S. 2011. The effect of plant density on bulb quality and yield of spring garlic (*Allium sativum*). Proceedings of 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia, 14–18 February p. 554-557.
16- Omid Beygi, R. 1995. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 1. Tarrahan Nashr Publication, Iran 424 pp. (In Persian)
17- Omid Beygi, R. 1997. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 3. Fekrooz Publication,

Iran 283 pp. (In Persian)
18- Panchal, G.N., Modhwadia, M.M., Patel, J.C., Sadaria, S.G., and Patel, N.S. 1992. Response of garlic (*Allium sativum*) to irrigation, nitrogen and phosphorus. Indian Journal of Agronomy 37: 397-398.
19- Pelter, G.Q., Sorensen, E.J., Van Den Burgh, and Hannan, R.W. 2000. Effect of scape removal on bulb yield and quality of garlic grown in Central Washington. In: Proceedings of the 3rd International Symposium on Edible Alliaceae, Athens, Georgia, 29th October to 3rd November.
20- Rafi, M. 2007. The effects of nitrogen and phosphorous on the yield and components yield of Selected garlic of Ramhormoz. 5th Congress of Horticultural Sciences of Iran, Shiraz University, Iran. (In Persian)
21- Rosen, C., Becker, R., Fritz, V., B., Hutchison, Percich, J., Tong, C., and Wright, J. 2008. Growing garlic in Minnesota. University of Minnesota Extension service. Regents of the University of Minnesota. Available at: www.extension.umn.edu
22- Sarmadnia, G.H., and Koocheki, A. 2001. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Mashhad, Iran 400 pp. (In Persian)
23- Shaheen, A.M., Rizk, F.A., Habib, H.A.M., and Abd El – Baky, M.M.H. 2010. Nitrogen soil dressing and foliar spraying by sugar and amino acids as affected the growth, yield and its quality of onion plant. Journal of American Science 6(8): 420-427.
24- Shaidul Haque, M.D., Sattar, A., and Pramanik, M.H.R. 2002. Dry matter accumulation and partitioning and growth of garlic as influenced by land configuration and cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences 5(10): 1028-1031.
25- Stern, D. 2001. Director, The Garlic Seed Foundation. Personal Communication.
26- Stern, D. 2007. Director, The Garlic Seed Foundation. Telephone Conversation, January 2007.
27- Yin Y., Allen H.E., Li Y., Huang C.P., and Sanders P.F. 1996. Adsorption of mercury (II) by soil: effects of pH, chloride, and organic matter. American Society of Agronomy 25: 837-844.
28- Zare Abyaneh, H., Bayat Varkeshi, M., Ghasemi, A., Marofi, S., and Amiri Chayjan, R. 2011. Determination of water requirement, single and dual crop coefficient of garlic (*Allium sativum*) in the cold semi-arid climate. Australian Journal of Crop Science 5(8): 1050-1054.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۳۴-۳۲۷

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 327-334

بررسی اثرات الگوی کاشت بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط شور

علی یزدی مطلق[۱*]، سعید خاوری خراسانی[۲]، سعید بختیاری[۳] و جعفر موسی‌آبادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۰۱

چکیده

به منظور بررسی اثر روش کاشت بر عملکرد و اجزای آن در ارقام مختلف ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) آزمایشی در منطقه‌ی شور (EC= 6.43 $dS.m^{-1}$) دشت ملحه از توابع شهرستان نیشابور در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. بر این اساس نه تیمار آزمایشی شامل سه روش کاشت یک ردیف روی پشته، دو ردیف روی پشته و یک ردیف کف جوی بعنوان کرت‌های اصلی و سه رقم KSC 704، ZP 644 و NS 540 بعنوان کرت‌های فرعی، در قالب طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل ارتفاع بوته و بلال، قطر ساقه، روز تا ظهور تاسل، روز تا گرده‌افشانی، فاصله گرده‌افشانی تا کاکل‌دهی، تعداد برگ در بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، قطر و طول بلال، تعداد بلال در بوته، شاخص کیفیت، درصد پروتئین و عملکرد علوفه بود. نتایج تجزیه آماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد علوفه و اغلب صفات مورد بررسی بین الگوهای مختلف کاشت و ارقام مورد مطالعه وجود داشت، بطوریکه بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به روش کاشت کف فارو و رقم KSC 704 با متوسط ۴۹/۱۳ تن در هکتار بود. برتری الگوی کشت کف فارو می‌تواند بدلیل برتری معنی‌دار آن نسبت به سایر روش‌ها در صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد بلال در بوته، طول و قطر بلال و نیز شاخص برداشت باشد.

واژه‌های کلیدی: روش کاشت، شوری، عملکرد علوفه

مقدمه

ذرت سیلویی (*Zea mays* L.) در تغذیه دام از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و یکی از منابع مهم تأمین انرژی برای دام‌های اهلی است. سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) در کشور بالغ بر ۱۵۰ هزار هکتار با میانگین عملکرد ۴۹۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2009). شوری یکی از مهمترین موانع در تولید محصولات زراعی و باغی در بسیار از نقاط دنیا به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است (Epstein et al., 1987).

بنلاک و همکاران (Benlloch et al., 1994) گزارش نمودند که بدلیل تجمع نمک روی پشته‌ها در اراضی شور کاشت گیاهان با کاهش استقرار بوته و افت عملکرد همراه است. بعلاوه شوری کمتر از ۳/۷ دسی زیمنس بر متر تأثیر قابل توجهی بر میزان عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) ندارد. با اینکه اثر اصلی نمک و شوری زیاد خاک بر ریشه‌ها اعمال می‌گردد. لیکن بخش‌های هوایی گیاه ممکن است خسارت را نشان دهند، در حالیکه ریشه‌ها هنوز به وضوح تحت تأثیر قرار نگرفته‌اند. همچنین ممکن است در شرایطی که نمک‌های محلول در خاک بطور فزاینده افزایش یابد، ریشه‌ها قادر به جذب آب نیستند و گیاه پژمرده می‌شود (Levay & Buder, 2002).

بنابر گزارش مس و همکاران (Mass et al., 1983) تحمل نسبی ذرت (*Zea mays* L.) در مراحل مختلف رشد، بسته به میزان شوری آب آبیاری و سرعت افزایش آن، می‌تواند بدون کاهش عملکرد در طول فصل رشد افزایش یابد. نجفی و پوران (Najafi & Poran, 2000) نیز با بررسی تأثیر شوری‌های متفاوت آب آبیاری بر رشد پنج رقم متفاوت ذرت(*Zea mays* L.) گزارش دادند که افزایش غلظت نمک درآب آبیاری کلیه ارقام را مورد تأثیر قرار داد و فاصله بین مراحل رشد زایشی گل نر و ماده را به فاصله ۵-۴ روز به تأخیر انداخت.

در خصوص اثر روش کاشت بر اجزاء عملکرد ذرت محققان

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور و دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: E-mail: ali.yazdi.f@gmail.com)

مختلف گزارش کردند که وزن بلال و نسبت وزن بلال به کل وزن گیاه در روش کاشت مربع بیشتر شده است (Nilson et al., 1998; Outman & Welch, 1989). نتایج تحقیقات انجام شده در رابطه با مقایسه روش‌های کشت یک و دو ردیفه ذرت بر روی پشته‌ها نشان داده است که تفاوت بین روش‌های کشت مذکور به لحاظ تولید دانه اغلب غیرمعنی‌دار بوده است، هر چند در مواردی نیز تفاوت معنی‌دار گزارش شده است (به نقل از Zarandi et al., 2008).

رفیعی و همکاران (Rafiei et al., 2003) نتیجه گرفتند که الگوی کاشت دو ردیفه روی پشته با حداقل ۳۰ درصد افزایش در عملکرد از اختلاف معنی‌داری نسبت به یک ردیفه برخوردار بود. آنها با توجه به اثر متقابل دوگانه الگوی کاشت و تراکم بوته، الگوی کاشت دو ردیفه و تراکم بوته ۹۵ هزار بوته در هکتار را در رقم سینگل کراس کرج ۷۰۰ (KSC700) توصیه کردند.

تحقیقات انجام شده توسط مظاهری و همکاران (Mazaheri et al., 2002) در منطقه کرج روی هیبرید سینگل کراس ۶۴۷ نشان داد که الگوی کشت دو ردیفه با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی پشته در تراکم زیاد گیاهی باعث افزایش عملکرد شده است. مطالعات انجام شده پیرامون آرایش کاشت ذرت در کشور حاکی از برتری آرایش کاشت دو ردیفه نسبت به یک ردیف می‌باشد (Bazrafshan et al., 2004; Tahmasbi & Iaghmori, 2004).

نجفی‌نژاد و همکاران (Najafi Nejad et al., 2004) تفاوت معنی‌داری بین آرایش کاشت دوردیفه و یک ردیفه ذرت دانه‌ای ۷۰۴ پیدا نکردند. به گزارش آن‌ها آزمایش در طول فصل تابستان و در منطقه‌ای گرم با شدت بالای تشعشع خورشید اجرا گردید و محدودیتی از نظر جذب نور و رقابت بین بوته‌ها در الگوی کاشت یک ردیفه وجود نداشت که با تغییر الگوی کاشت برطرف شود، ولی افزایش تراکم از ۶۶۶۰۰ به ۱۱۱۱۰۰ بوته در هکتار اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزا عملکرد دانه داشت، بطوریکه با افزایش تراکم، عملکرد دانه افزایش یافت، ولی اجزاء عملکرد دانه کاهش نشان داد که علت آن به تعداد بوته بیشتر در واحد سطح نسبت داده شده است.

بنائی و همکاران (Banaeei et al., 2004) با انجام آزمایش دوساله گزارش کردند که رقم سینگل کراس ۷۰۴ در آرایش کاشت دو ردیفه فاصله دو ردیف ۲۰ سانتی‌متر روی پشته با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار با متوسط عملکرد دانه ۱۵/۲۲ تن در هکتار نسبت به تراکم‌های کمتر و بیشتر و آرایش کاشت یک ردیفه برتری معنی‌داری دارد.

حسن‌زاده (Hasanzadeh, 2004) در پژوهشی اثرات روش کاشت (کاشت یک ردیفه و کاشت دو ردیفه)، محل کاشت (کاشت در روی پشته و کاشت در کف شیار) و همچنین تراکم بوته بر روی عملکرد علوفه و صفات مهم زراعی را مورد بررسی قرار داد. نتایج بدست آمده از دو منطقه نیشابور و تربت حیدریه نشان داد که تغییر محل کاشت از روی پشته (حالت معمول) به کف جوی عملکرد علوفه را بطور قابل توجهی (حداقل ۱۰ درصد) افزایش می‌دهد.

هدف از اجرای این آزمایش انتخاب بهترین روش کشت در ارقام مختلف ذرت علوفه‌ای تحت شرایط شور در منطقه دشت ملحه نیشابور بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی عملکرد علوفه و اجزای آن در سه هیبرید KSC704، ZP644 و NS540، در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ تحت شرایط شور ($EC= 6.43\ dS.m^{-1}$) در منطقه دشت ملحه واقع در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان نیشابور انجام شد (عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی، طول جغرافیایی ۶۷ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۱۷ متر).

نه تیمار حاصل از سه نوع آرایش کشت یک ردیف روی پشته، دو ردیف روی پشته و یک ردیف کف جوی بعنوان کرت‌های فرعی و سه هیبرید ذکر شده بعنوان کرت‌های فرعی در قالب طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک توسط نمونه‌گیری از خاک در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری و تهیه نمونه مرکب تعیین شد. متوسط هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک محل مورد بحث ۵/۸ دسی زیمنس بر متر و هدایت الکتریکی آب آبیاری ۶/۴۳ دسی زیمنس بر متر برآورد گردید.

هر کرت آزمایشی دارای چهار خط کاشت (در مورد روش کاشت دو ردیف روی پشته تعداد خط کاشت هشت عدد بود) با فاصله پشته ۰/۷۵ متر و به صورت دستی با تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار در تاریخ ۲۰ خرداد ماه کشت شد. مقدار کود مصرفی براساس نتایج آزمون خاک، ۲۰۰ کیلوگرم فسفات،۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که تمامی کودهای فسفات و پتاسیم به همراه یک چهارم کود ازته در زمان کشت و مابقی کود ازته بصورت سرک مصرف گردید.

صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل صفات فنولوژیک (تعداد روز تا ظهور دانه گرده و رشته‌های ابریشمی بر مبنای بروز حداقل ۵۰ درصد صفت در هر کرت)، صفات مورفوفیزلوژیک (ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، قطر ساقه و تعداد برگ که روی ۱۰ بوته رقابت-کننده تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شدند، عملکرد علوفه و شاخص کیفیت علوفه (نسبت وزن بلال به کل وزن علوفه تر) بودند.

همچنین اجزای عملکرد (شامل طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه و وزن هزار دانه) هر کدام در زمان برداشت روی ۱۰ بلال تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای تعیین میزان پروتئین، از هر کرت پنج نمونه تصادفی اندام هوایی گیاه

کامل از بالای سطح خاک قطع و پس از خرد کردن، خشک و در آزمایشگاه بروش کجلدال میزان ازت گیاه بر حسب درصد اندازه گیری و سپس با استفاده از رابطه p=6.25×n میزان پروتئین گیاه بدست آمد. برای تجزیه آماری از نرم‌افزارهای Mstat–C و Slidwrite Plus و Minitab ver. 15 استفاده شد. مقایسه میانگین-ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاکی از معنی‌داری اثر آرایش کشت برای صفات عملکرد، شاخص کیفیت، تعداد ردیف در بلال، طول و قطر بلال، ارتفاع بوته و بلال، قطر ساقه، ظهور تاسل و گرده و فاصله ظهور گرده تا کاکل-دهی (ASI)[1] ذرت بود. اثر آرایش کاشت بر سایر صفات غیرمعنی‌دار بود. این امر نشان‌دهنده تأثیر نوع کشت بر این صفات می‌باشد. همچنین در این آزمایش برای عملکرد، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال، طول و قطر بلال، ارتفاع بوته و بلال، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، ظهور تاسل و گرده، اثر نوع رقم معنی‌دار بود، در نتیجه این صفات بین هیبریدهای مورد استفاده در این آزمایش تفاوت داشته‌اند. اثر متقابل آرایش کشت×رقم فقط برای صفات ارتفاع بوته و بلال و ASI معنی‌دار بود، یعنی ارقام مختلف در آرایش کشت‌های مختلف الگوی متفاوتی را برای این صفات ارائه می‌دهند (جدول ۱).

بیشترین و کمترین عملکرد زیست توده به ترتیب مربوط به روش کشت کف جوی با میانگین ۵۰/۵۱ تن در هکتار و روش کشت یک - دیفه روی پشته با میانگین ۴۴ تن در هکتار بود (شکل ۱). از طرفی صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2006) گزارش نمودند که روش کاشت دو ردیفه بر یک ردیفه برتری نسبی دارد (به نقل از Hasanzadeh & Basafa, 2006). حسن‌زاده و باصفا (Hasanzadeh & Basafa, 2006) با بررسی اثر روش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد علوفه ذرت در اراضی شور دریافتند که تغییر محل کاشت از روی پشته به کف جوی عملکرد علوفه را بطور قابل ملاحظه‌ای (حداقل ۱۰ درصد) افزایش می‌دهد که با نتایج این تحقیق تطابق دارد. علت کاهش عملکرد در کشت روی پشته در اراضی شور نیز می‌تواند به دلیل تجمع نمک در محل کاشت روی پشته باشد.

میانگین طول بلال در روش کاشت دو ردیفه با روش کاشت یک ردیف روی پشته، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشت، ولی در روش کشت کف فارو مقدار این صفت بیشتر می‌باشد (جدول ۲). نصرالله الحسینی و همکاران (Nasralah Alhoseini et al., 2009) و حسن‌زاده و باصفا (Hasanzadeh & Basafa, 2006) دریافتند که در شرایط شور روش کاشت کف فارو از نظر صفت طول بلال نسبت به روش کاشت روی پشته برتری نشان داد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین نتایج نشان داد که اثر روش‌های مختلف کاشت (یک ردیفه و دو ردیفه) بر روی صفت طول بلال غیرمعنی‌دار بود. بیشترین میانگین قطر بلال در روش کشت کف جوی بود. در این مورد نتایج تحقیق با یافته‌های حسن‌زاده و باصفا (Hasanzadeh & Basafa, 2006) مطابقت دارد، در حالیکه با نتایج نصرالله الحسینی و همکاران (Nasralah Alhoseini et al., 2009) مغایرت دارد.

تجزیه واریانس مقدار پروتئین برای هیچ یک از منابع تغییر معنی‌دار نگردید (جدول ۱). بیشترین میزان پروتئین مربوط به روش کاشت کف جوی با میانگین ۱۰/۴ درصد بود، که تفاوت معنی‌داری با سایر روش‌های کاشت نداشت. هوف و مدرسکی (Hoof & Medreski, 1972) با بررسی رابطه‌ی اجزاء عملکرد با میزان پروتئین ذرت، گزارش کردند که میزان پروتئین در کاشت کف فارو بیشتر می-باشد. بیشترین ارتفاع بوته و بلال در روش کاشت کف جوی به ترتیب با میانگین ۱۶۷/۵ و ۸۵/۲۹ سانتی‌متر می‌باشد. نتایج حسن‌زاده و باصفا (Hasanzadeh & Basafa, 2006) نشان داد که اثر روش-های مختلف کاشت (یک ردیفه- دو ردیفه) بر روی صفت ارتفاع بوته غیرمعنی‌دار می‌باشد، که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد. نجفی نژاد و فرزام نیا (Najafi Nejad & Farzamnia, 2006) نیز بیان کردند که روش کاشت یک ردیف کف فارو نسبت به سایر روش‌های کاشت در صفت ارتفاع بلال و ارتفاع بوته برتری قابل ملاحظه‌ای داشت. این نتایج با یافته‌های نصرالله الحسینی (Nasralah Alhoseini et al., 2009)، رمضانی مقدم (Ramezani Moghaddam, 1990)، نجفی نژاد و فرزام نیا (Najafi Nejad & Farzamnia, 2006) و رنجی و همکاران (Ranji et al., 2002) مطابقت دارد. بیشترین میانگین قطر ساقه، تعداد روز تا ظهور گرده و تعداد برگ در بوته برای این تحقیق با روش کشت کف جوی بدست آمد که با نتایج نصرالله الحسینی (Nasralah Alhoseini et al., 2009) مطابقت دارد. تفاوت در نتایج بدست آمده از آزمایشات می‌تواند ناشی از اثرات محیط و تفاوت ژنتیکی بذور مورد استفاده در آزمایشات باشد.

نتیجه‌گیری

با بررسی کلی ارقام می‌توان از این تحقیق چنین نتیجه گرفت که رقم KSC704 برای صفات عملکرد علوفه (۴۹/۱۳ تن در هکتار)، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، طول و قطر بلال، ارتفاع بوته و بلال، قطر ساقه، تعداد برگ و روز تا ظهور گرده بیشترین میانگین را دارا است.

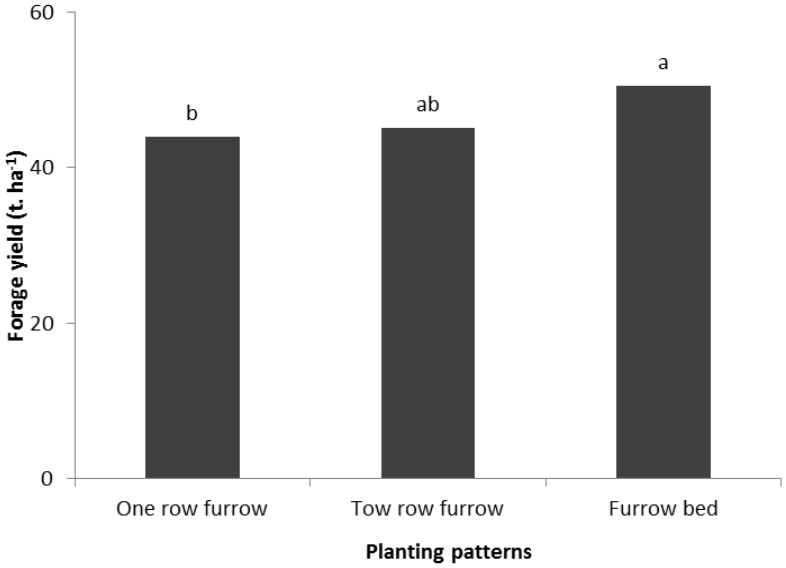
با توجه به برتری کشت کف جوی در رابطه با صفات ارتفاع

1- Anthesis- Silking Interval

بوته، ارتفاع بلال، قطر ساقه، تعداد برگ، عملکرد زیست توده، طول بلال و تعداد ردیف بلال در مناطق شور می‌توان گفت که کشت کف جوی در مناطق شور نسبت به کشت روی پشته بهتر می‌باشد، البته بایستی توجه داشت که در خاک‌های با بافت سنگین به دلیل سله بستن بعد از آبیاری موفقیت این نوع آرایش کاشت کمتر می‌باشد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از همکاری و مساعدت‌های آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور و شرکت کشاورزی و دامپروری سوران کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.



شکل ۱ - اثر الگوهای مختلف کاشت بر عملکرد علوفه ذرت

Fig. 1- Effects of different planting patterns on forage yield of corn

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters have not significant difference at 5% probability based on Duncan's test.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد علوفه و اجزای آن در ذرت علوفه‌ای

Table 1- Results of variance analysis (mean of squares) of forage yield and its components in forage corn

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول بلال Ear length	تعداد ردیف در بلال Row No./ear	تعداد دانه در ردیف Kernel No./row	تعداد بلال در بوته Ear No./plant	شاخص کیفیت Quality index	مقدار پروتئین Protein content	عملکرد علوفه Forage yield
تکرار Replication	2	4.954	4.012	4.593	0.074	1.288	6.768	5.409
آرایش کشت Planting pattern	2	39.301*	4.825**	13.593ns	0.374ns	55.72*	2.791ns	108.586**
خطای اصلی Main error	4	4.519	0.091	2.87	0.042	3.424	4.839	2.779
رقم Variety	2	69.201**	16.063**	2.704ns	0.173*	9.648ns	8.614ns	96.087**
رقم×الگوی کشت Variety×Planting pattern	4	0.206ns	0.001ns	0.815ns	0.11ns	1.639ns	3.329ns	2.707ns
خطای فرعی sub error	12	1.276	0.667	0.667	0.27	4.358	3.477	1.617
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		4.59	6.8	2.87	14.46	6.98	18.99	2.73

ns، * و**: غیرمعنی‌دار و معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

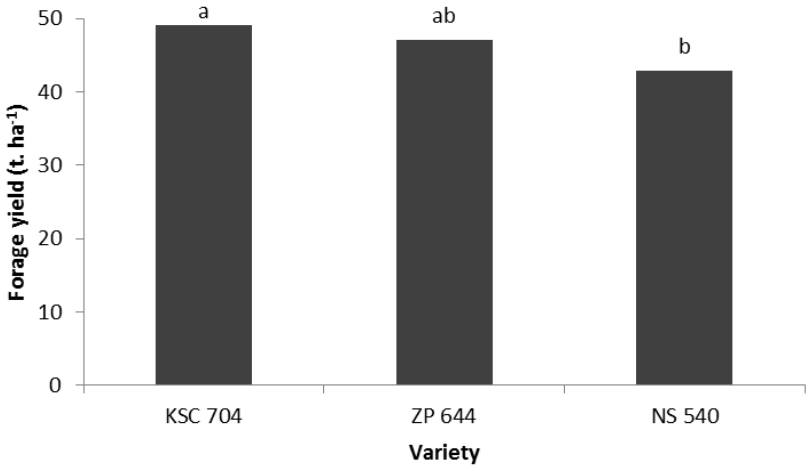
ادامه ی جدول ۱

Continue table 1

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ظهور تاسل تا گرده افشانی ASI	گرده افشانی Anthesis	ظهور تاسل Tasseling	تعداد برگ در بوته Leaves No./plant	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع بلال Ear height	ارتفاع بوته Plant height	قطر بلال Ear diameter
تکرار Replication	2	1.44	1.81	0.14	2.37	0.4	16.6	89.7	0.4
آرایش کشت Planting pattern	2	2.11*	51.59	37.81**	3.37ns	1.4*	409.2*	2062**	1.58*
خطای اصلی Main error	4	0.22	0.42	0.03	0.59	0.16	54.9	66.7	0.2
رقم Variety	2	0.44ns	79.59**	83.37**	58.92**	0.93**	148.1**	676.5**	7.27**
رقم×الگوی کشت Variety×Planting pattern	4	1.05*	0.37ns	0.42ns	1.14ns	0.02ns	55.5*	125.9*	0.11ns
خطای فرعی sub error	12	0.296	0.83	0.63	0.85	0.07	18.6	26.2	0.41
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		11.95	1.48	1.39	4.52	2.82	5.28	3.39	4.48

ns، * و**: غیرمعنی‌دار و معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.



شکل ۲ – عملکرد علوفه ارقام مختلف ذرت

Fig. 2- Forage yield of different corn varieties

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters have not significant difference at 5% probability based on Duncan's test.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده آرایش کاشت و رقم بر عملکرد علوفه و اجزای آن در ذرت علوفه‌ای

Table 2- Mean comparison of simple effects of planting pattern and variety on forage yield and yield components for forage corn

تعداد ردیف بلال Row No./ear	طول بلال (سانتی‌متر) Ear length (cm)	روز از کاشت تا ظهور گل تاجی Day planting to tasseling	قطر بلال (میلی‌متر) Ear diameter (mm)	عملکرد زیست توده (تن در هکتار) Biomass yield (ton/ha)	تعداد برگ در بوته Leaf No./plant	قطرساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	فاصله بلال تا سطح خاک (سانتی‌متر) Ear height (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تیمار Treatment
									آرایش کاشت Planting pattern
12ab	23.07b	55.44c	24.18ab	44b	19.78b	20.03a	75.06b	148.8b*	یک ردیفه One furrow
11.33b	23.78b	59.44a	23.96b	45.15b	20.44ab	19.36b	85.05a	137.6b	دو ردیفه Tow furrow
12.67a	26.99a	56.67b	24.77a	50.51a	21a	20.07a	85.29a	167.5a	کف جوی Furrow bed
									رقم Cultivar
13.33a	26.82a	59.89a	24.97a	49.13a	22.89a	20.16a	86.76a	160.7a	KSC704
12b	25.51b	57.78b	24.66a	47.11ab	20.56b	19.8b	83ab	149.5b	ZP 644
10.67c	21.5c	53.89c	23.28b	42.88b	17.78c	19.51c	80.21b	143.6b	NS540

* در هر ستون و برای هر فاکتور میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means in each column and for each factor followed by similar letter(S) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

منابع

1- Banaeei, T., Shamlo, J., and Moeini, R. 2004. Effect of planting density on yield and yield components of four kernel corn varieties in Karaj region. The Book Abstract of 8th Agronomy and Plant Breeding Sciences Conference of Iran. Agriculture Sciences College, Guilan University, Iran 349 pp. (In Persian with English Summary)

2- Bazrafshan, F.G., Fathi, E., Siadat, S.K., Alami, V., and Aieneband, A. 2004. Effect of planting method and density on yield, yield compenants and laigth attraction in plant society of sweet corn. The 8th Conference in Agronomy and Plant Breeding Sciences, Iran. Agriculture Sciences College, Guilan University, Iran. (In Persian with English Summary)

3- Benlloch, M., Ojeda, M.A., Ramos, J., and Rodriguez – Navarro, A. 1994. Salt sensivity and low discrimination between potassium and sodium in bean plants. Plant and Soil 166: 117-123.

4- Epstein, E., and Rains, D.W. 1987. Advance in salt tolerance. Plant and Soil 99: 17-29.

5- Hasanzadeh, H. 2004. Study of planting method and density plant on kernel and forage yield of corn in saline conditions. Final Report of Research Project. Khorasan Razavi Agriculture Research and Natural Resources Institute. (In Persian)

6- Hasanzadeh, H., and Basafa, M. 2006. Study the effect of planting method and density plant on forage yield of corn in saline conditions. The 9th Conference of Agronomy and Plant Breeding Sciences Iran. (In Persian with English Summary)

7- Hoof, D.J., and Medreski, H.J. 1972. Effect of equidistant corn plant spacing in yield. Agronomy Journal 54: 295-297.

8- Levay A., and Buder, J. 2002. Screening for salt tolerant forage species. Montana State University. Plant Growth Center, U.S.A.

9- Mass, E.V., Hoffman, G.L., Chaba, G.D., Poss, J.A., and Shannon, M.C. 1983. Salt sensitivity of corn at various growth stages. Irrigation Science 4(1): 47-54.

10- Mazaheri, D., Askari Rad, M., and Bankeh Saz, A. 2002. Study of effect planting arrangement and plant density on yield and yield components in medium maturity hybrid SC 647. The 7th Conference of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Iran. (In Persian with English Summary)

11- Najafi Nejad, H., and Farzamnia, M. 2006. Study of effect planting pattern on yield, agronomic characters and water use efficiency in two varieties of kernel corn (SC 700 and 704). Research Design Final Report. Kerman Agriculture Research and Natural Resources Institute.

12- Najafi Nejad, J., Javaheri, M.A., and Arjmand, A. 2004. Study of effect planting arrangement and plant density on yield and yield components of corn hybrid KSC704 in Kerman, Orzoeieh region. Articles Abstract of 8th Agronomy and Plant Breeding Sciences Conference of Iran. Agriculture Sciences College, Guilan University. (In Persian with English Summary)

13- Najafi, A., and Poran, M. 2000. Study of effect four water salt treatment on yield of kernel corn cultivars in raining irrigation in Eshtehard area, Karaj. The 8th Conference of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Iran. Agriculture Sciences College, Guilan University, Iran 263 pp. (In Persian with English Summary)

14- Nasralah Alhoseini, S.M., Zekri, S., and Nabavi Kalat, S.M. 2009. Study of saline stress on germination traits of three sweet corn varieties. In First Environmental Stresses National Conference in Agricultural Sciences 27-30 February, Birajand University, Iran. (In Persian with English Summary)

15- Nilson, S., Bullock, R., and Nqtuist, W. 1998. A growth analysis comparison of growing conventional and equidistant plant spacing. Crop Science 28: 254-258

16- Outman, M., and Welch, L. 1989. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient and yield in corn. Agronomy Journal 81: 167-174.

17- Rafiei, M., Khademi, K., Sabzi, H., and Khani R.M. 2003. Effects of density and planting arrangement on some of corn morphological characters. In Eighth Agronomy and Plant Breeding Sciences Conference of Iran. Agriculture Sciences College, Guilan University. (In Persian with English Summary)

18- Ramazani Moghadam, M.R., and Parekar, M. 2000. Effect of planting method on cotton crop production in saline soil and water. 7th Conference of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Iran. (In Persian with English Summary)

19- Ranji, Z.A., Ebrahimian, H., and Khorshid, A.A. 2002. Study of effect planting and irrigation method on quantity and quality of sugar beet crop in saline conditions. Articles Abstract of the 7th Agronomy and Plant Breeding Sciences Conference of Iran. (In Persian with English Summary)

20- Tahmasbi, A., and Iaghmori, S. 2004. Effect of plant density and planting arrangement on yield and yield components tow corn hybrids (SC704 and SC700). The 8th Agronomy and Plant Breeding Sciences Conference of Iran. Agriculture Sciences College, Guilan University. (In Persian with English Summary)

21- Zarandi, S., Chokan, R., and Behamta, M.R. 2008. Study of response to saline stress in corn commercial hybrids. The Plant Breeding Field Master Science dissertation, Agriculture College, Tehran University. (In Persian with English Summary)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۴۶-۳۳۵

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 335-346

ارزیابی کارایی اردک به عنوان عامل بیولوژیک بر تنوع و تراکم علف‌های هرز در کشت توأم برنج- اردک (*Oryza sativa* L.)

محمود محمدی[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲*]، قاسم آقاجانی مازندرانی[۳] و سیدیوسف موسوی طغانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۰۱

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تراکم اردک در مزارع برنج (*Oryza sativa* L.) بر تنوع و تراکم علف‌های هرز، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا در آمد. در این آزمایش عامل اصلی تعداد اردک در سه سطح (شامل شاهد، ۴۰۰ و ۸۰۰ اردک در هکتار) و عامل فرعی رقم برنج در سه سطح (شامل طارم به عنوان رقم محلی، شیرودی و قائم به عنوان ارقام اصلاح‌شده) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر اختلاف کاملاً معنی‌دار تعداد اردک، رقم و برهمکنش آنها از نظر تراکم علف‌های هرز اویارسلام (*Cyperus* ssp.)، قاشق‌واش (*Alisma plantago-aquatica* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، عدسک آبی (*Lemna minor* L.)، آزولا (*Azolla pinata* R.Br.) و عملکرد شلتوک ارقام برنج بود. نتایج نشان داد که کمترین میزان تنوع و تراکم علف‌های هرز به ترتیب مربوط به تراکم‌های ۸۰۰ و ۴۰۰ اردک در هکتار بوده است. در میان ارقام مورد بررسی در این آزمایش، رقم طارم دارای کم‌ترین و رقم قائم دارای بالاترین میزان تنوع و تراکم علف‌های هرز بودند. بالاترین میزان تراکم علف هرز اویارسلام بذری در شاهد (بدون اردک) و در رقم قائم (۶۷ بوته در متر مربع) مشاهده شد که نسبت به تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار حدود ۹۷ درصد افزایش یافته بود. بالاترین عملکرد شلتوک در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار به ترتیب در ارقام شیرودی (۵/۳ تن در هکتار)، قائم (۴/۳ تن در هکتار) و طارم (۳/۶ تن در هکتار) بدست آمد که نسبت به ارقام شیرودی (۴/۱ تن در هکتار)، قائم (۴ تن در هکتار) و طارم (۲/۹ تن در هکتار) در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار به میزان ۲۳، ۷ و ۲۰ درصد بالاتر بود. در مجموع نتایج نشان داد که در شرایط آزمایش حاضر، رقم طارم و تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار با کم‌ترین میزان تنوع و تراکم علف‌های هرز برتر از سایر ارقام و تراکم‌های مورد بررسی در این آزمایش بودند.

واژه‌های کلیدی: آزولا، اویارسلام، سوروف، عدسک آبی، عملکرد شلتوک

مقدمه

یکی از مشکلات بسیار مهم در تولید محصولات کشاورزی، وجود علف‌های هرز به عنوان عامل مهم در کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (Krogh et al., 2003). کاهش عملکرد ناشی از علف‌های هرز در کشورهای در حال توسعه با اعمال روش های مختلف کنترل، حدود ۱۰ درصد و در صورت عدم کنترل، بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد (Jia & Misra, 2007).

اهمیت مطالعات بیولوژیکی در مدیریت علف‌های هرز، از جمله موضوعاتی است که کمتر مورد توجه محققان علف‌های هرز قرار گرفته است (Morin et al., 2009). در همین زمینه مدیریت مناسب و کارآمد علف های هرز تا وقتی که روابط ابتدایی و پایه‌ای بین گیاه زراعی و علف هرز شناخته نشود، شکوفا نخواهد شد و روش های مناسب کنترل و مدیریت علف‌های هرز، وابسته به شناسایی و تراکم آنها در مزارع کشاورزی می‌باشد (Macfadyen et al., 2009). اصطلاح کنترل بیولوژیکی بیانگر بهره‌گیری از دشمنان طبیعی (انگل‌ها، مهاجمین و عوامل بیماری‌زا) برای مقابله با علف‌های هرز، جهت کاهش جمعیت این عوامل خسارت‌زا تا حد آستانه اقتصادی می‌باشد (Frei et al., 2007). استفاده از کنترل بیولوژیک برای تنظیم تراکم علف‌های هرز، علاوه بر صرفه اقتصادی، از لحاظ محیطی نیز یک

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، مربی گروه آبیاری و کارشناس کشاورزی، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: E-mail: h.pirdashti @sanru.ac.ir)

روش سالم و بی‌خطر است (Tang et al., 2011). در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی در رابطه با مبارزه بیولوژیک علف‌های هرز مزارع برنج صورت گرفته است (Xuan et al., 2005). در این میان، اردک به عنوان عامل بیولوژیک در مزارع برنج و ارایه مکانیسم‌های موفق در کنترل عوامل زنده خسارت‌زا (آفات و علف‌های هرز)، سیستم زراعی را به سمت پایداری در تولید و حفاظت از محیط زیست سوق می‌دهد (Shouhui et al., 2006). اردک در کشت توأم برنج–اردک به عنوان یک ابزار قدرتمند در مدیریت تلفیقی آفات (IPM[1]) و علف-های هرز عمل کرده و باعث کاهش تراکم آفات، بیماری‌ها و علف-های هرز در این مزارع می‌شود (Hossain et al., 2002). اردک بسیاری از علف‌های هرز کوچک و در حال رشد را که در زیر سطح آب قرار دارند به همراه بذر آنها در خاک، مورد تغذیه قرار داده و با گل‌آلود نمودن آب به کمک منقار و شکل خاص پاهای خود، مانع از رسیدن نور کافی به سطح خاک شالیزار شده و از جوانه‌زنی و رشد مجدد علف‌های هرز در این مزارع به طور چشمگیری جلوگیری می-کند(Zhang et al., 2009; Isobe et al., 1998). در نتیجه به دلیل حداقل استفاده از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها برای کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها در این مزارع، باعث آلودگی کمتر آب رودخانه-ها و افزایش تنوع زیستی در این مناطق می‌شود (Yonghua & Guobin, 1998; Zheng et al., 1997; Zhen et al., 2004). در همین زمینه، درک تأثیر تراکم اردک در واحد سطح به منظور استفاده بهینه از عوامل اقلیمی، مدیریت زراعی و مصرف بهینه نهاده‌های کشاورزی در تولید برنج، از طریق کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌تواند کمک مؤثری در جهت تولید محصولات سالم با کیفیت مطلوب محصول و کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی نماید. با انتخاب تراکم صحیح اردک در مزارع کشت توأم برنج– اردک می‌توان ضمن حفاظت از محیط زیست، افزایش عملکرد برنج، میزان بیماری-های ناشی از مصرف این مواد شیمیایی در مزارع برنج را کاهش داد (Wang et al., 2003; Huang et al., 2003). لیو و همکاران (Liu et al., 2004) با انجام تحقیقاتی در بررسی تنوع و تراکم علف‌های در مزارع کشت توأم برنج–اردک گزارش نمودند که میزان تنوع و تراکم علف‌های هرز در تیمار تراکم ۳۰۰ اردک در هکتار نسبت به شاهد (بدون حضور اردک) به میزان ۸۰ درصد کاهش یافته بود. همچنین تحقیقات دیگر پژوهشگران در رابطه با میزان تراکم علف‌های هرز عدسک آبی (*Lemna minor* L.) و آزولا (*Azolla* sp.) بیانگر کاهش ۸۰ تا ۹۵ درصدی تراکم این علف‌های هرز در مزارع کشت توأم برنج– اردک به دلیل تغذیه مناسب اردک از آنها بود (Liu et al., 1998; Yamazaki et al., 2004; Giang et al., 2010; Khandaker et al., 2007). نتایج مطالعه‌ای دیگر، با بررسی تراکم علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، اویارسلام زرد (*Cyperus esculentus* L.)، اویارسلام بذری (*C. difformis* L.)، بندواش (*Paspalum distichum* L.) و قاشق‌واش (*Alisma plantago-aquatica* L.) در کشت توأم برنج–اردک نیز نشان داد که تراکم این علف‌های هرز در تراکم ۴۰۰ عدد اردک در هکتار نسبت به شاهد، به میزان ۶۰ تا ۸۵ درصد کاهش می‌یابد (Shou et al., 2006; Ahmed et al., 2004; Zhang et al., 2009). این در حالی است که علاوه بر این تراکم‌ها، در سایر منابع، تراکم‌های متفاوتی از ۲۲۵ تا ۸۰۰ عدد اردک در واحد سطح مزارع برنج برای کنترل تراکم علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها توصیه شده است که این موضوع نشان می‌دهد تراکم‌های توصیه‌شده در واحد سطح بستگی به شرایط آب و هوایی، ارقام برنج و نوع اردک مورد بررسی در آزمایش دارد (Kim et al., 1994; Wang et al., 2003; Zhang et al., 2002; Zhang et al., .2005; Xi & Qin, 2009). آزمایش حاضر با هدف بررسی واکنش تنوع و تراکم علف‌های هرز در سه رقم برنج به تراکم اردک در کشت توأم برنج–اردک و تعیین مناسب‌ترین رقم و تراکم اردک به مرحله اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۱–۱۳۹۰ در مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر نه جاده دریا انجام شد. این منطقه در مختصات ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. پس از آماده‌سازی زمین خزانه به صورت جوی پشته، بذرهای برنج در آن قرار داده شد و در طول مدت رشد نشای برنج، عملیات تهیه بستر زمین اصلی به مساحت ۱۵۰۰ متر مربع شامل شخم، تسطیح، مرزبندی و ماله‌کشی انجام شد. میزان بذر مصرفی ۶۰ کیلوگرم در هکتار، ابعاد هر کرت ۳۳ متر مربع، فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی هر خط ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین آرایش بوته‌ها در داخل کرت‌ها به حالت مربعی و فاصله بین تکرارها یک متر بود. همچنین برای تأمین نیاز مواد غذایی ارقام برنج در طول دوره‌ی آزمایش، به ترتیب به میزان ۲۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۳۴۰ کیلوگرم در هکتار از کودهای حیوانی مرغی، گاوی و همچنین کود ارگانیک هیومیسل (از منبع کودهای حیوانی و سنگ‌های معدنی) برای تأمین نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر میکرو در سه مرحله نشاکاری، پنجه‌زنی و خوشه‌دهی استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت (جدول ۱)، کودهای حیوانی (جدول ۲) و کود ارگانیک هیومیسل (جدول ۳) ارائه شده است.

در این پژوهش تأثیر دو عامل تعداد اردک و رقم برنج در قالب کرت‌های یک بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند.

1- Integrated Pest Management

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (۳۰-۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physical and chemical properties of soil (0-30 cm)

بافت خاک Soil texture	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	مواد آلی Organic Matter	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
	(میلی‌گرم در کیلوگرم) ($mg.kg^{-1}$)					(درصد) (٪)			
رسی – سیلتی Silty-clay	3.2	3.7	4.2	209.7	8.7	0.02	2.01	7.22	1.84

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده

Table 2- Some chemical properties of organic fertilizers

نوع نهاده Type of inputs	مس Cu	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
	(میلی‌گرم در کیلوگرم) ($mg.\ kg^{-1}$)				(درصد) (٪)				
کود مرغی Poultry manure	36	209	298	955	0.77	1.39	2.9	5.14	11.82
کود گاوی Cow manure	4	72	54	1611	0.81	1.02	2.4	7.73	13.6

جدول ۳- برخی از خصوصیات شیمیایی کود ارگانیک هیومیسل

Table 3- Some chemical properties of organic Hiumiesal fertilizers

نوع نهاده Type of inputs	بور B	مس Cu	روی Zn	آهن Fe	مواد آلی Organic matter	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	فولویک اسید Acid fulvic	هیومیک اسید Acid Hyumick
	(میلی‌گرم در کیلوگرم) ($mg.kg^{-1}$)				(درصد) (٪)					
کود هیومیسل Hiumiesal	100	200	500	2000	20	10	3	2	11.82	12

عامل اصلی تعداد اردک در سه سطح شامل D_1 (بدون حضور اردک)، D_2 (تراکم ۴۰۰ اردک در هکتار) و D_3 (تراکم ۸۰۰ اردک در هکتار) و عامل فرعی رقم برنج در سه سطح شامل R_1 (طارم) به عنوان رقم محلی، R_2 (شیرودی) و R_3 (قائم) به عنوان ارقام اصلاح شده در نظر گرفته شدند. آزادسازی جوجه اردک‌ها از نوع محلی با سن ۳۰ روز بعد از گذشت ۲۰ روز از نشاکاری انجام گرفت. در ضمن برای جداسازی اردک‌ها و اعمال تیمارها، اطراف مزرعه به وسیله‌ی توری‌های فلزی و درون مزرعه به وسیله‌ی توری‌های پلاستیکی از یکدیگر جدا گردیدند و روزانه جهت اجبار فعالیت اردک‌ها برای کنترل بهتر تراکم آفات و علف‌های هرز به میزان ۳۰ درصد کمتر از حد مطلوب تغذیه شدند. همچنین در طول دوره‌ی رشد ارقام برنج برای مبارزه با آفات از جمله کرم ساقه‌خوار برنج از اسپری سیلیس مایع در دو مرحله پنجه‌زنی و خوشه‌دهی (غلظت سه در ۱۰۰۰)، زنبور تریکوگراما (۱۰۰ بسته در هکتار)، فرمون‌های جنسی (سه کپسول در هکتار برای هر دوره از سیکل زندگی کرم ساقه‌خوار برنج) و اختلال کننده‌های جنسی (۴۰ گرم در هکتار) استفاده شد. کلیه نمونه‌برداری‌ها از علف‌های هرز (عدسک آبی، آزولا، بندواش، اویارسلام بذری، اویارسلام زرد، قاشق‌واش و سوروف) و ارقام برنج برای تعیین عملکرد شلتوک با استفاده از کوادرات، از درون هر کرت با رعایت اثر حاشیه به طور جداگانه براساس دستورالعمل مؤسسه‌ی بین‌المللی تحقیقات برنج(IRRI, 2002) انجام گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه‌ی ۶/۱۲ (SAS Institute, 1997) انجام و مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل صفات با استفاده از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. برای رسم شکل‌ها از برنامه SPSS نسخه‌ی ۱۶ (Liu et al., 2003) استفاده شد.

نتایج و بحث

- عدسک آبی (*Lemna minor* L.)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس عامل رقم، تعداد اردک و برهمکنش رقم × تعداد اردک در سطح احتمال یک درصد، اثر معنی‌دار در تراکم علف هرز عدسک آبی در واحد سطح داشتند (جدول ۴). بررسی اثر متقابل نشان داد که میزان تراکم این علف هرز با افزایش تراکم اردک در واحد سطح کاهش یافت، بطوریکه کم‌ترین میزان تراکم این علف هرز در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار در ارقام طارم،

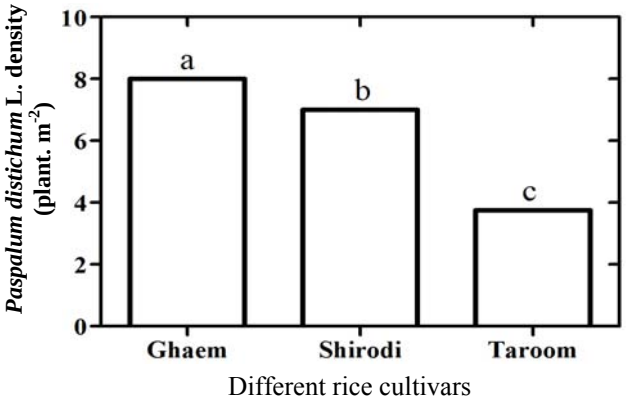
شیرودی و قائم (بدون علف هرز عدسک آبی) بود. بالاترین میزان تراکم این علف هرز، در شاهد (بدون حضور اردک) در رقم قائم (۲۶۰۰ عدد در متر مربع) نسبت به ارقام شیرودی (۲۲۴۵ عدد در متر مربع) و طارم (۱۶۰۰ عدد در متر مربع) در همین تیمار به ترتیب به میزان ۱۴ و ۳۸ درصد افزایش تراکم این علف هرز را به خود اختصاص داد. تعداد علف هرز عدسک آبی در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار در رقم‌های طارم (پنج عدد در متر مربع)، شیرودی (۲۹ عدد در متر مربع) و قائم (۶۰ عدد در متر مربع) نسبت به همین ارقام در شاهد به ترتیب به میزان ۹۹، ۹۸ و ۹۶ درصد کاهش داشت (جدول ۵ و شکل ۳). بسررا و همکاران (Becerra et al., 1994) گزارش نمودند که عدسک آبی با سرعت تکثیر بسیار بالا در تغذیه اردک در مزارع کشت برنج–اردک نقش بسیار مهمی دارد. این در حالی است که ارزش غذایی علف هرز عدسک آبی از نظر میزان پروتئین، ویتامین و اسیدهای آمینه ضروری بسیار شبیه به میزان آن، در کنجاله سویا بوده و اردک به تغذیه از این علف هرز به عنوان یک منبع غذایی در مزارع کشت توأم برنج–اردک، تمایل بسیار فراوانی دارد (Men et al., 1996). در همین زمینه نتایج مشابهی نیز توسط سایر پژوهشگران در رابطه با کاهش معنی‌دار این علف هرز در مزارع کشت توأم برنج–اردک گزارش شده است (Khanduker et al., 2007; Men et al., 2001; Giang et al., 2010).

– آزولا (*Azolla piñata* R. Br.)

رقم، تعداد اردک و برهمکنش رقم × تعداد اردک در سطح احتمال یک درصد، تعداد علف هرز آزولا در واحد سطح را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۴). میزان تراکم این علف هرز در تمامی ارقام برنج با افزایش تراکم اردک در واحد سطح سیر نزولی داشت و بالاترین میزان تراکم این علف هرز در شاهد (بدون حضور اردک) به ترتیب در ارقام قائم (۳۴۹ عدد در متر مربع)، شیرودی (۲۹۰ عدد در متر مربع) و طارم (۱۱۶ عدد در متر مربع) بود؛ این در حالی است که کم‌ترین میزان تراکم این علف هرز در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار با بالاترین تراکم اردک در واحد سطح در ارقام طارم، شیرودی و قائم (بدون علف هرز آزولا) مشاهده شد (شکل ۳). بررسی اثر متقابل نشان داد که تراکم علف هرز آزولا در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار در ارقام طارم، شیرودی و قائم به ترتیب برابر با ۸، ۳۹ و ۵۸ عدد در متر مربع نسبت به شاهد در ارقام طارم (۱۱۶ عدد در متر مربع)، شیرودی (۳۱۰ عدد در متر مربع) و قائم (۳۵۱ عدد در متر مربع) به ترتیب به میزان ۹۳، ۸۷ و ۸۳ درصد کاهش تعداد علف هرز آزولا را به خود اختصاص دادند. همچنین تفاوت معنی‌داری بین ارقام طارم، شیرودی و قائم (بدون علف هرز آزولا) در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار از نظر تراکم این علف هرز وجود نداشت (جدول ۵). در مورد ارزش غذایی علف‌هرز آزولا و کنترل بسیار دقیق این علف هرز با تغذیه اردک، در مزارع کشت توأم برنج–اردک گزارش‌هایی منتشر شده است (Hossain et al., 2002). گیاه آزولا علاوه بر ارزش غذایی بالا (۲۳ تا ۳۰ درصد پروتئین خام، چهار درصد چربی خام، ۳/۵ درصد قند محلول و یک درصد فسفر) برای اردک بسیار خوش خوراک بوده و در رشد اردک اثر معنی‌دار دارد (Men et al., 1996). در همین زمینه یونگ و همکاران (Yong et al., 2007) در کشور چین گزارش نمودند که تراکم ۳۰۰ اردک در هکتار باعث کاهش معنی‌دار تراکم این علف هرز در مزارع کشت توأم برنج–اردک می‌شود. همچنین نتایج تحقیقات کیشیدا و اوتسومیا (Kishida & Utsumiya, 1998) در کشور ژاپن مشخص نمود با افزایش تراکم اردک در واحد سطح میزان تراکم این علف هرز به میزان ۱۰۰ درصد (بدون علف هرز آزولا) کاهش می‌یابد. از نتایج این آزمایش نیز استنباط می‌شود که اردک با تغذیه از این علف هرز در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار نسبت به تیمار ۴۰۰ اردک باعث کاهش معنی‌دار تراکم علف هرز آزولا در این مزارع می‌شود.

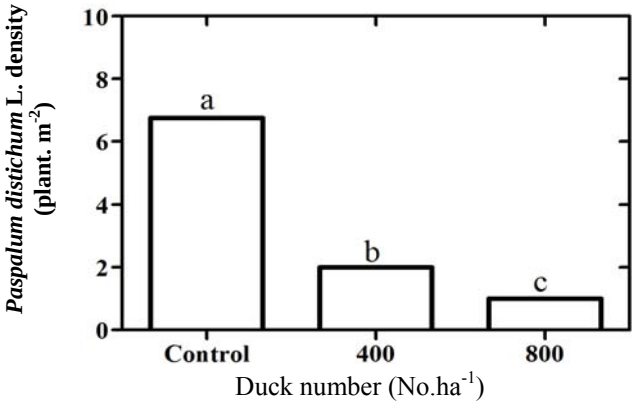
– بندواش (*Paspalum distichum* L.)

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بین رقم و تعداد اردک بود (جدول ۴). براساس نتایج حاصل از میانگین اثرات ساده از میان رقم‌های مورد ارزیابی بالاترین میزان تراکم علف هرز بندواش مربوط به رقم قائم (هشت بوته در متر مربع) نسبت به رقم شیرودی (هفت بوته در متر مربع) و طارم (سه بوته در متر مربع) به ترتیب به میزان ۱۲ و ۶۲ درصد افزایش تراکم بوته بندواش را به خود اختصاص داد (شکل ۱). همچنین بالاترین میزان تراکم این علف هرز در شاهد (هفت بوته در متر مربع) نسبت به تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار (دو بوته در متر مربع) و تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار (یک بوته در متر مربع) به ترتیب به میزان ۷۱ و ۸۵ درصد افزایش داشت (شکل ۲). در همین زمینه گزارش شد که اردک با گل-آلود نمودن آب، به کمک منقار و پاهای خود مانع از رسیدن نور کافی به سطح خاک مزارع شالیزار شده و از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز در این مزارع به طور چشمگیری جلوگیری می‌کند (Zhang et al., 2009). همچنین استفاده از ارقام سنتی و بومی مانند رقم طارم به دلیل قدرت بالای آن در رقابت با انواع علف‌های هرز نسبت به ارقام اصلاح‌شده و هیبرید مانند ارقام شیرودی و قائم، باعث کاهش معنی-دار تراکم علف‌های هرز از جمله علف‌های هرز بندواش، اویارسلام و سوروف در مزارع برنج می‌شود (Yong et al., 2010). در این آزمایش تراکم ۸۰۰ اردک در هکتار به دلیل تغییرات بیشتر در محیط زیست میکروکلیمایی شالیزار این مزارع نسبت به تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار و همچنین رقم بومی طارم نسبت به ارقام پاکوتاه و اصلاح شده‌ی مورد ارزیابی در این آزمایش، جمعیت علف هرز بندواش را بیشتر تحت تأثیر قرار داد.



شکل ۱- میانگین تراکم علف هرز بندواش در ارقام مختلف برنج

Fig. 1- Average number of *Paspalum distichum* L. in different rice cultivars



شکل ۲- اثر تعداد اردک در تراکم بوته بندواش

Fig. 2- Effect of ducks number on *Paspalum distichum* L. density

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در شکل تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند

* Means with the same letters haven't significant difference based on LSD test on 5% probability level.

- اویارسلام بذری (*Cyperus difformis* L.)

تعداد اردک، رقم و برهمکنش رقم × تعداد اردک اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر میزان تراکم علف‌هرز اویارسلام بذری، در واحد سطح داشتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که بالاترین میزان تراکم این علف هرز در شاهد و به ترتیب در ارقام قائم (۱۸ بوته در متر مربع)، شیرودی (۱۱ بوته در متر مربع) و طارم (پنج بوته در متر مربع) بود که نسبت به ارقام قائم (هشت بوته در متر مربع)، شیرودی (دو بوته در متر مربع) و طارم (سه بوته در متر مربع) در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۵۵، ۸۱ و ۶۶ درصد افزایش تعداد این علف هرز را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). کم‌ترین میزان تراکم این علف هرز در ارقام طارم و شیرودی (۱ بوته در متر مربع) در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار بود که نسبت به همین ارقام در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار (سه و دو بوته در متر مربع) به ترتیب به میزان ۶۶ و ۵۰ درصد افزایش داشت. میزان تراکم این علف هرز در رقم طارم در شاهد نسبت به همین رقم در تیمار ۴۰۰ و ۸۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۴۰ و ۸۰ درصد افزایش تراکم این علف هرز را به خود اختصاص داد (شکل ۳).

لیو و همکاران (Liu et al., 1998) بیان نمودند که یکی از بهترین راه‌حل‌های موجود، برای کاهش تراکم علف هرز اویارسلام زرد و بذری با توجه به قدرت تکثیر آنها در مزارع برنج بدون استفاده از سموم کشاورزی، استفاده از اردک در این مزارع می‌باشد. اردک بسیاری از علف‌های هرز کوچک و در حال رشد را که در زیر یا نزدیک سطح آب قرار دارند به همراه بذرهای موجود در خاک این مزارع مورد تغذیه قرار می‌دهد و بدین طریق از جوانه‌زنی و رشد مجدد علف‌های هرز به طور چشمگیری جلوگیری می‌کند (Wei et al., 2010; Shouhui et al., 2006). نتایج مشابهی توسط دیگر محققان در رابطه با تأثیر اردک در کاهش تراکم علف هرز اویارسلام بذری گزارش شده است (Shou et al., 2006; Yong et al., 2005).

- اویارسلام زرد (*Cyperus esculentus* L.)

تراکم بوته علف هرز اویارسلام زرد برای تعداد اردک، رقم و برهمکنش رقم × تعداد اردک معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۴). بررسی اثر متقابل تیمارها نشان داد که بالاترین میزان تراکم این علف هرز در شاهد (بدون حضور اردک) در رقم قائم (۶۷ بوته در متر مربع) بود که نسبت به ارقام طارم (چهار بوته در متر مربع)، شیرودی (هفت بوته در متر مربع) و قائم (پنج بوته در متر مربع) در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۹۴، ۸۹ و ۹۲ درصد افزایش تراکم بوته‌ی علف هرز اویارسلام زرد را به خود اختصاص داد. کم‌ترین میزان تراکم علف هرز اویارسلام زرد در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار در ارقام طارم، شیرودی و قائم (دو بوته در متر مربع) بود که نسبت به ارقام طارم (چهار بوته در متر مربع)، شیرودی (هفت بوته در متر مربع) و قائم (شش بوته در متر مربع) در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۵۰، ۷۱ و ۶۶ درصد افزایش داشت. بالاترین میزان تراکم این علف هرز در شاهد (بدون حضور اردک) در رقم قائم (۶۷ بوته در متر مربع) نسبت به کم‌ترین میزان تراکم این علف هرز در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار در ارقام طارم، شیرودی و قائم (دو بوته در متر مربع) به میزان ۹۷ درصد افزایش تراکم علف هرز اویارسلام زرد را به خود اختصاص داد (جدول ۵ و شکل ۳).

جدول ٤- میانگین مربعات فلور و تراکم علف‌های هرز (متر مربع) به همراه میزان عملکرد شلتوک در تیمارهای تعداد اردک و رقم

Table 4- Mean squares of weeds flora and density (m^2) along with paddy yield in ducks number and rice cultivar treatments

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df	عدسک آبی *Lemna minor* L.	آزولا *Azolla piñata* R. Br.	بندواش *Paspalum distichum* L.	اویارسلام بذری *Cyperus difformis* L.	اویارسلام زرد *Cyperus esculentus* L.	قاشق‌واش *Alisma plantago-aquatica* L.	سوروف *Echinochloa crus-galli* L.	تنوع علف هرز Weed diversity	تعداد علف هرز Weed number	عملکرد شلتوک Yield paddy
Rep.	تکرار	3	0.32	0.16	0.05	0.08	0.05	0.01	0.04	0.05	1828	207
Duck (D)	تعداد اردک	2	7245.50**	673.89**	5.17**	13.60**	83.07**	3.55**	8.99**	4.28**	23369825**	186348**
Error a	خطای نوع اول	6	0.65	0.28	0.03	0.05	0.07	0.01	0.04	0.05	2047	1168
Cultivar (C)	رقم	2	113.76**	76.96**	0.87**	3.13**	3.56**	0.82**	1.90**	0.42^{ns}	801279**	43574**
D×C	تعداد اردک × رقم	4	36.85**	21.23**	0.05^{ns}	0.78**	1.22**	0.22**	0.26**	0.14^{ns}	644439**	8495**
Error	خطای آزمایشی	18	0.93	0.21	0.03	0.05	0.09	0.01	0.03	0.04	6841	1046
C.V (%)	ضریب تغییرات (٪)	-	5.8	6.9	11.5	11.5	9.9	10.2	10.7	9.2	9.8	9.30

ns: غیر معنی‌دار

ns: Non-significant

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

*, **: are significant at 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد شلتوک، فلور و تراکم علف‌های هرز (متر مربع) در برهمکنش تیمارهای تعداد اردک × رقم

Table 5- Mean comparison of paddy yield, weeds flora and density (m^2) in interaction effect of ducks number and rice cultivars

تعداد اردک (تعداد در هکتار) Ducks number (No. ha^{-1})	رقم برنج Rice cultivar	عدسک آبی *Lemna minor* L.	آزولا *Azolla pinata* R. Br.	اویارسلام بذری *Cyperus difformis* L.	اویارسلام زرد *Cyperus esculentus* L.	قاشق‌واش *Alisma plantago-aquatica* L.	سوروف *Echinochloa crus-galli* L.	تعداد علف هرز (تعداد در متر مربع) Weed number (No. m^{-2})	عملکرد شلتوک (گرم در متر مربع) Yield paddy (g. m^{-2})
0	طارم Tarom	1527 c*	117 c	4 c	28 c	2 c	3 c	1681 c	202.50 e
	شیرودی Shirodi	2116 b	295 b	9 b	37 b	3 b	6 b	2466 b	224.50 e
	قائم Ghaem	2592 a	340 a	14 a	56 a	4 a	10 a	3016 a	198.50 e
400	طارم Tarom	0 f	0 f	3 d	4 e	0 d	1 de	20 d	299.00 d
	شیرودی Shirodi	22 e	30 e	2 d	6 d	0 d	2 d	56 d	410.120 d
	قائم Ghaem	52 d	42 d	6 c	5 de	2 c	3 c	110 d	400.50 b
800	طارم Tarom	0 f	0 f	1 e	2 f	0 d	0 f	3 e	361.8 c
	شیرودی Shirodi	0 f	0 f	1 e	2 f	0 d	0 f	3 e	536.00 a
	قائم Ghaem	0 f	0 f	2 d	2 f	0 d	1 de	5 f	437.80 b

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارد.

* Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using LSD test.

استفاده از ارقام بومی و پابلند نقش بسیار مؤثری در کنترل تراکم علف‌های هرز (اویارسلام زرد و بذری) نسبت به ارقام اصلاح شده دارد (By et al., 2004). در آزمایش حاضر نیز کم‌ترین تراکم تمامی علف‌های هرز از جمله علف هرز اویارسلام زرد در رقم طارم به عنوان رقم بومی و پابلند بدست آمد. در آزمایش‌های انجام شده توسط ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2009) در کشور چین نشان داده شد که کشت توأم برنج–اردک به دلیل تحرک و فعالیت زیاد اردک در این مزارع و به دلیل نامساعد کردن شرایط اکولوژیکی رشد علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌دار تراکم علف‌های هرز در این مزارع می‌شود. بنابراین با افزایش تراکم اردک در واحد سطح (تراکم ۸۰۰ اردک در هکتار) به دلیل نامساعدتر شدن شرایط اکولوژیکی رشد علف‌های هرز نسبت به تراکم‌های کمتر اردک (تراکم ۴۰۰ اردک در هکتار)، احتمال کاهش تراکم علف‌های هرز در واحد سطح بیشتری وجود دارد. در همین زمینه نتایج مشابهی توسط یانگ و همکاران گزارش شده است (Yong et al., 2005).

– قاشق‌واش (*Alisma plantago-aquatica* L.)

براساس نتایج تجزیه واریانس عامل تعداد اردک، رقم و اثر متقابل رقم × تعداد اردک در سطح احتمال یک درصد، اثر معنی‌دار در تراکم بوته‌ی علف هرز قاشق‌واش داشتند (جدول ۴). بررسی اثر متقابل نشان داد که بالاترین میزان تراکم این بوته در شاهد در رقم قائم (پنج بوته در متر مربع) نسبت به رقم شیرودی (سه بوته در متر مربع) و طارم (۲ بوته در متر مربع) در همین تیمار به ترتیب به میزان ۴۰ و ۶۰ درصد افزایش تراکم این علف هرز را به خود اختصاص داد. همچنین تفاوت معنی‌دار بین ارقام مورد ارزیابی در تیمار ۴۰۰ و ۸۰۰ اردک در هکتار از نظر تراکم بوته‌ی این علف هرز مشاهده نشد (جدول ۵). بنا بر گزارش شوو و همکاران (Shou et al., 2006) در کشور چین معلوم شد که تراکم ۳۰۰ اردک در هکتار در مزارع کشت توأم برنج–اردک توانایی و قدرت بسیار بالایی در کنترل تراکم علف‌های هرز پهن برگ (علف هرز قاشق‌واش) دارد. با توجه به نتایج آزمایش حاضر، تفاوت معنی‌دار بین تراکم‌های ۸۰۰ و ۴۰۰ اردک در هکتار (بدون علف هرز قاشق‌واش) از نظر تراکم این علف هرز وجود نداشت.

– سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بین رقم، تعداد اردک و اثر متقابل رقم × تعداد اردک بود (جدول ۴). مقایسه میانگین صفات نشان داد که کم‌ترین میزان تراکم این علف هرز در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار در ارقام طارم و شیرودی (بدون علف‌هرز سوروف) و بالاترین میزان تراکم این علف هرز در شاهد (بدون حضور اردک) در رقم قائم (۱۰ بوته در متر مربع) بود. تراکم این علف هرز در شاهد در ارقام طارم، شیرودی و قائم به ترتیب برابر با ۴، ۷ و ۱۰ بوته در متر مربع بود که نسبت به ارقام طارم (یک بوته در متر مربع)، شیرودی (سه بوته در متر مربع) و قائم (چهار بوته در متر مربع) در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۷۵، ۵۷ و ۶۰ درصد افزایش تعداد این علف هرز را به خود اختصاص دادند (جدول ۵ و شکل ۳). بر اساس نظر شوو و همکاران (Shou et al., 2006) میزان تراکم این علف هرز در تراکم ۳۰۰ اردک در هکتار نسبت به شاهد (بدون حضور اردک)، به میزان ۹۹ درصد کاهش یافته بود. این در حالی است که در آزمایش حاضر، میزان تراکم این علف هرز در تراکم ۸۰۰ اردک در هکتار به میزان ۹۹ درصد نسبت به شاهد کاهش یافته است و تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار توانایی لازم برای کنترل این علف هرز را دارا نبود. همچنین در بین ارقام مورد بررسی، رقم طارم به عنوان رقم بومی و پا بلند با قدرت بالاتر در رقابت با علف‌های هرز نسبت به ارقام دیگر در تراکم ۴۰۰ اردک در هکتار، دارای تراکم کمتری از این علف هرز بود. در همین زمینه نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (Tojo et al., 2007; Shou et al., 2006).

– تعداد علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بین رقم، تعداد اردک و برهمکنش رقم × تعداد اردک از نظر تعداد علف هرز بود (جدول ۴). بررسی اثر متقابل نشان داد که بالاترین میزان تعداد علف هرز در واحد سطح در شاهد در رقم قائم (۳۱۱۸ بوته در متر مربع) نسبت به ارقام طارم (۱۶۸۶ بوته در متر مربع) و شیرودی (۲۵۵۲ بوته در متر مربع) در همین تیمار به ترتیب به میزان ۴۶ و ۱۸ درصد افزایش داشت. تعداد علف هرز در واحد سطح در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار در ارقام طارم (چهار بوته در متر مربع)، شیرودی (پنج بوته در متر مربع) و قائم (نه بوته در متر مربع) نسبت به ارقام طارم (۱۲ بوته در متر مربع)، شیرودی (۶۸ بوته در متر مربع) و قائم (۱۱۵ بوته در متر مربع) در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۶۶، ۹۲ و ۹۶ درصد افزایش تعداد علف هرز در واحد سطح را به خود اختصاص دادند. این در حالی است که تفاوت معنی‌دار در بین ارقام مورد ارزیابی در تیمار ۴۰۰ و ۸۰۰ اردک در هکتار از نظر تعداد علف هرز در واحد سطح وجود نداشت (جدول ۵ و شکل ۳). تغییرات تراکم علف‌های هرز در واحد سطح از جمع تراکم علف‌های هرز در واحد سطح تیمار ارقام برنج (طارم، شیرودی و قائم) در تراکم‌های اردک در واحد سطح (شاهد، ۴۰۰ و ۸۰۰ اردک در هکتار) تشکیل شده است.

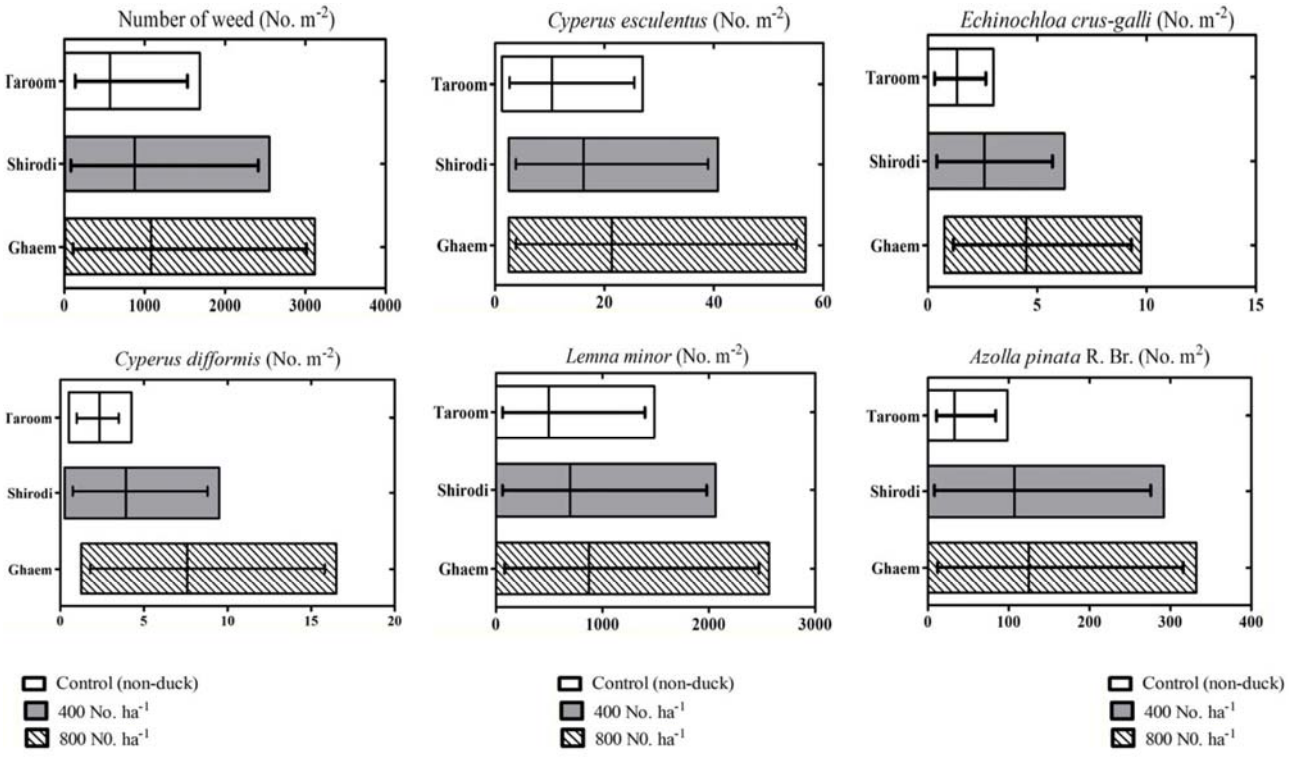
- تنوع علف‌های هرز

تنوع علف‌های هرز در واحد سطح فقط برای تعداد اردک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بر اساس نتایج حاصل از میانگین اثرات ساده از میان رقم‌های مورد ارزیابی بالاترین میزان تنوع علف هرز در واحد سطح مربوط به رقم قائم (هشت گونه‌ی علف هرز در متر مربع) نسبت به رقم طارم و شیرودی (هفت گونه‌ی علف هرز در متر مربع) به میزان ۱۲ درصد افزایش داشت (شکل ۴). همچنین بالاترین میزان تنوع علف هرز در شاهد (هشت گونه‌ی علف هرز در متر مربع) نسب به تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار (چهار گونه‌ی علف هرز در متر مربع) و تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار (یک گونه‌ی علف هرز در متر مربع) به ترتیب به میزان ۵۰ و ۸۷ درصد افزایش تنوع علف هرز را به خود اختصاص داد (شکل ۵). همان‌طور که شوو و همکاران (Shou et al., 2006) گزارش نمودند، مشخص گردید که ارقام هیبرید و اصلاح شده به دلیل ضعف در رقابت با علف‌های هرز در مقایسه با ارقام بومی دارای تنوع علف هرز بالاتری می‌باشند.

نتایج مربوط به تنوع علف‌های هرز در واحد سطح نیز نشان دادند ارقام شیرودی و قائم به عنوان ارقام اصلاح شده، بالاترین میزان تنوع علف هرز را به خود اختصاص داد. این در حالی است که افزایش تراکم اردک در واحد سطح مزارع برنج باعث کاهش معنی‌دار تنوع علف‌های هرز در واحد سطح این مزارع می‌شود. در آزمایش حاضر نیز کم‌ترین میزان تنوع علف‌های هرز در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار مشاهده شد.

عملکرد شلتوک

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین رقم، تعداد اردک و برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد از نظر صفت عملکرد شلتوک بود (جدول ۴).

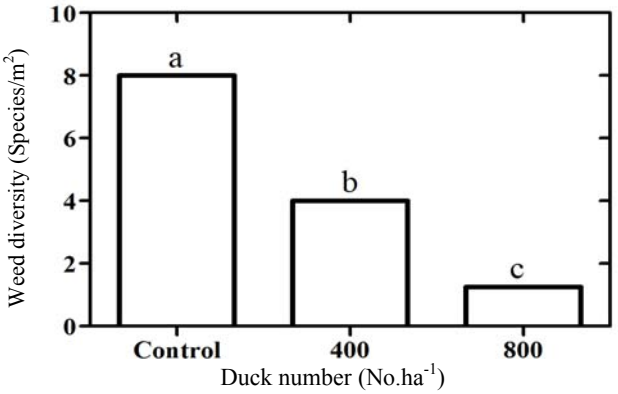


شکل ۳- حداقل، حداکثر، مجموع و تراکم علف‌های هرز مختلف به طور جداگانه در کشت توأم برنج-اردک

Fig. 3- Minimum, maximum, total and density of different weeds in rice-duck farming

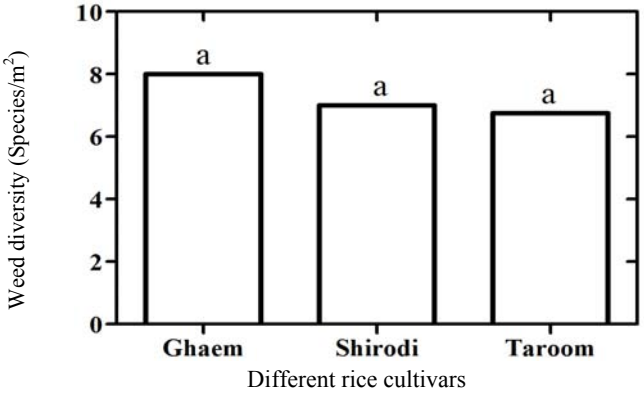
* میانگین‌های دارای دامنه‌ی همپوشانی یکسان بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

* Means with the same overlap range haven't significant difference based on LSD test at 5% probability level.



شکل ۵- اثر تعداد اردک در تنوع علف هرز

Figure 5- Effect of ducks number on weeds diversity



شکل ٤- میانگین تنوع علف هرز در ارقام مختلف برنج

Figure 4- Weed diversity in different rice cultivars

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در شکل تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند

* Means with the same letters haven't significant difference based on LSD test on 5% probability level.

بررسی اثر متقابل نشان داد که عملکرد شلتوک در تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار به ترتیب در ارقام شیرودی (۵/۳ تن در هکتار)، قائم (۴/۳ تن در هکتار) و طارم (۳/۶ تن در هکتار) نسبت به ارقام شیرودی (۴/۱ تن در هکتار)، قائم (۴ تن در هکتار) و طارم (۲/۹ تن در هکتار) در تیمار ۴۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۲۳، ۷ و ۲۰ درصد افزایش یافته بود و این میزان نسبت به همین ارقام در شاهد به ترتیب به میزان ۵۸، ۵۶ و ۴۴ درصد افزایش یافت (جدول ۵). سان و همکاران (Xuan et al., 2005) اظهار داشتند عملکرد شلتوک در تراکم ۶۰۰ اردک در هکتار نسبت به تراکم ۳۰۰ اردک در هکتار به ترتیب به میزان ۱۵ و ۱۰ درصد به دلیل بهبود کنترل علف-های هرز افزایش یافته بود.

در همین زمینه نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (Tojo et al., 2007; By et al., 2004). از نتایج این بخش آزمایش می‌توان استنباط نمود که تراکم ۸۰۰ اردک در هکتار با کنترل مناسب‌تر تراکم آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز نسبت به تراکم ۴۰۰ اردک در هکتار و شاهد از افزایش عملکرد بیشتری برخوردار بوده است.

نتیجه‌گیری

انتخاب بهترین تراکم اردک در واحد سطح مزارع کشت توأم برنج–اردک، به عنوان یک عامل مهم در کنترل بیولوژیکی تراکم علف‌های هرز در این مزارع شناخته شده است. به طوری که با تغییر تراکم علف‌های هرز به وسیله‌ی تغییر تراکم اردک در واحد سطح، عملکرد تولیدی نیز تحت تأثیر قرار گرفت. همان‌طور که از نتایج آزمایش حاضر استنباط می‌شود، تراکم علف‌های هرز در مزارع کشت توأم برنج–اردک وابسته به میزان تراکم اردک در واحد سطح است و با افزایش تراکم اردک در واحد سطح از میزان تراکم و تنوع علف‌های هرز مخصوصاً پهن برگ‌ها در این مزارع کاسته شد. همچنین به نظر می‌رسد که استفاده از ارقام پا بلند و بومی منطقه مانند رقم طارم با قدرت رقابتی بالاتر نسبت به ارقام پاکوتاه و اصلاح‌شده مانند ارقام قائم و شیرودی، تا حدود زیادی به کنترل تراکم علف‌های هرز در این مزارع کمک نمود. در مجموع هفت گونه علف هرز، از پنج تیره گیاهی شناسایی شد که شش گونه از علف‌های هرز شناسایی شده، باریک برگ و یک مورد نیز پهن برگ بود. در همین زمینه بالاترین میزان تراکم علف‌های هرز عدسک آبی (۲۶۰۰ عدد در متر مربع)، آزولا (۳۵۰ عدد در متر مربع)، اویارسلام زرد (۶۰ بوته در متر مربع)، اویارسلام بذری (۱۸ بوته در متر مربع)، سوروف (۱۰ بوته در متر مربع)، بندواش (هشت بوته در متر مربع) و قاشق‌واش (چهار بوته در متر مربع) در شاهد و در رقم قائم مشاهده شد. همچنین در بین ارقام مورد ارزیابی کم‌ترین و بالاترین میزان تنوع و تراکم علف‌های هرز به ترتیب در ارقام طارم (بومی) و قائم (اصلاح شده) بود. در پایان، در شرایط آزمایش حاضر رقم طارم و تیمار ۸۰۰ اردک در هکتار با کم‌ترین میزان تنوع و تراکم علف‌های هرز در واحد سطح، برتر از سایر ارقام برنج و تراکم‌های دیگر اردک در واحد سطح بودند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مسئولان محترم پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان به‌خاطر حمایت‌های مالی در انجام این پژوهش و مهندس کریم باباجانی به خاطر نظرات ارزنده و راهگشا، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1- Ahmed, G.J.U., Hossain, S.T., Islam, M.D.R., and Rabbi, M.D.F. 2004. Rice-duck farming reduces weeding and insecticide requirement and increases grain yield and income of farmers. International Rice Research Notes 29(1): 74-77.

2- Becerra, M., Ogle, B., and Preston T.R. 1994. Effect of replacing whole boiled soybeans with duckweed (*Lemna* sp) in the diets of growing ducks. Livestock Research for Rural Development 7: 34-44.

3- By, D.E., Johnson, M.C.S., Wopereis, D., Mbodj, S., Diallo, S., Powers, S., and Haefele, M. 2004. Timing of weed management and yield losses due to weeds in irrigated rice in the Sahel. Field Crops Research 85: 31-42.

4- Frei, M., Khan, M.A.M., Razzak, M.A., Hossain, M.M., Dewan, S., and Becker, K. 2007. Effects of a mixed culture of *common carp*, *Cyprinus carpio* L., and *Nile tilapia*, *Oreochromis niloticus* (L.), on terrestrial arthropod population, benthic fauna, and weed biomass in rice fields in Bangladesh. Biological Control 41: 207-213.

5- Giang, N., Preston, T.R., and Ogle, B. 2010. Effect on the performance of common ducks of supplementing rice polishings with taro (*Colocacia esculenta*) foliage. Livestock Research for Rural Development 22(10): 10-23.

6- Hossain, S.T., Ahmed, G.J.U., Islam, M.R., and Mahabub, A.A. 2002. Role of ducks in controlling weeds and insects in integrated rice-duck farming. Bangladesh Journal Environment Sciences 6(2): 424-427.

7- Huang, M., Huang, H., and Gan, D.X. 2003. Study on application duck-culturing technique to no-tillage cast-transplant. Journal of Hunan Agricultural University 29: 207-210.

8- International Rice Research Institute (IRRI). 2002. Find out how the qualities of rice are evaluated and scored in this authoritative sourcebook. Standard Evaluation System for Rice. p. 1-54.

9- Isobe, K., Asano, H., and Tsuboki, Y. 1998. Effects of cultivation methods on the emergence of weeds and the growth and yield of paddy rice, with special reference to using aigamo ducks. Japanese Journal Crop Science 67(3): 297-301.

10- Jia, Z., and Misra, P.H. 2007. Developmental exposure to pesticides Zineb and/or Endosulfan renders the nigrostriatal dopamine system more susceptible to these environmental chemicals later in life. Neuro Toxicology 28: 727-735.

11- Khandaker, T., Khan, M.J., Shahjalal, M.D., and Rahman, M. 2007. Use of duckweed (*Lemna perpusilla*) as a protein source feed item in the diet of semi-scavenging jinding layer ducks. The Journal of Poultry Science 44: 314-321.

12- Kim, H.D., Park, J.S., Bang, K.H., Cho, Y.C., Park, K.Y., Kwon, K.C., and Rhoe, Y.D. 1994. Rice growth and yield response in a rice/duck farming system in paddy fields. Korean Journal Crop Sciences 39(4): 339-347.

13- Kishida, Y., and Utsumiya, N. 1988. Integrated farming system of *Azolla-Aigamo* duck meat-rice production in paddy fields, I: effects of aquatic fern *Azolla* on growth of aigamo duck and rice yield. Vocational Agriculture 46(1): 19-23.

14- Krogh, K.A., Mogensen, K., and Vejrup, V. 2003. Environmental properties and effects of nonionic surfactant adjuvants in pesticides: a review. Chemosphere 50: 871-901.

15- Liu, X., Zhiping, L., and Huang, H. 2004. Rules of field weeds in wetland rice-duck compounded system. Journal of Hunan Agricultural University 30(3): 292-294.

16- Liu, R.X., Kuang, J., Gong, Q., and Hou, X.L. 2003. Principal component regression analysis with SPSS. Computer Methods and Program in Biomedicine 71: 141-147.

17- Liu, X., Takayama, K., Yamashita, K., Nakanishi, Y., Manda, M., Inanaga, J., Matsumoto, S., and Nakagama, A. 1998. The effects of integrated azolla-duck-rice farming system on weeding, pest control and the behavior of ducks. Japanese Journal of Livestock Management 34(1): 13-22.

18- Macfadyen, S., Gibson, R., Raso, L., Sint, D., Traugott, M., and Memmott, M. 2009. Parasitoid control of aphids in organic and conventional farming systems. Agricultural Ecosystem Environment 133: 14-18.

19- Men, B.X., Ogle, B., and Lindberg, E. 2001. Use of duckweed as a protein supplement for growing ducks. Department of Animal Nutrition and Management 23: 1741-1746.

20- Men, B.X., Ogle, B., and Preston, T.R. 1996. Duckweed (*Lemna* spp.) as replacement for roasted soya beans in diets of broken rice for fattening ducks on a small scale farm in the Mekong delta. Livestock Research for Rural Development 8: 34-41.

21- Morin, L., Reid, A.M., Sims-Chilton, N.M., Buckley, Y.M., Dhileepan, K., Hastwell, G.T., Nordblom, T.I., and Raghu, S. 2009. Review of approaches to evaluate the effectiveness of weed biological control agents. Biological Control 51: 1-15.

22- SAS Institute Inc. 2002. The SAS System for Windows, Release 9.0. Statistical Analysis 810 Systems Institute, Cary. NC. USA.

23- Shou, W., Sheng, H.Q., and Jian, W.Q. 2006. Influence of long-term rice-duck farming systems on the composition and diversity of weed communities in paddy fields. Journal of Plant Ecology 1: 1-9.

24- Shouhui, W., Sheng, Q., and Bo, M. 2006. Influence of long-term rice-duck farming systems on the composition and diversity old weed communities in paddy fields. Acta Phytoecologica Science 30(1): 9-16.

25- Tang, W., Zhu, Y.Z., Hua, Q.H., Qiang, S., and Bruce, A.A. 2011. Field evaluation of *Sclerotium rolfsii*, a biological control agent for broadleaf weeds in dry, direct-seeded rice. Crop Protection 30: 1315-1320.
26- Tojo, S., Yoshizawa, M., and Motobayashi, T. 2007. Effects of loosing aigamo ducks on the growth of rice plants, weeds, and the number of arthropods in paddy fields. Weed Biology and Management 7: 38-43.
27- Wang, H., Huang, H., Yang, Z.H., and Liao, X.L. 2003. Integrated benefits of rice-duck complex ecosystem. Rural Ecological Environment 19: 23-26.
28- Wei, W., Xiaoli, X., and Yonghong, X. 2010. Progress in the researches of seed bank in rice paddy fields. Ecology and Environmental Sciences 19(11): 2758-2763.
29- Xi, Y.G., and P. Qin. 2009. Emergy evaluation of organic rice-duck mutualism system. Ecology Engineering 35: 1677-1683.
30- Xuan, T.D., Shinkichi, T., Khanh, T.D., and Chung, L.M. 2005. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: an overview. Crop Protection 24: 197-206.
31- Yamazaki, M., Yasuda, N., Yamada, T., Ota, K., and Kimura, M. 2004. Comparison of aquatic organisms communities between paddy fields under rice-duck (aigamo) farming and paddy fields under conventional farming. Soil Science and Plant Nutrition 50: 375-383.
32- Yong, Y., Tai, S., and Bao, X. 2010. Effects of different rice farming systems on paddy field weed community. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research 21(6): 1603-8.
33- Yong, Y., Tai, S., and Bao, X. 2007. Controlling effects of multiple species coexistence on rice diseases, pests and weeds in paddy field ecosystem. Institute of Agroecology and Eco-engineering 18(5): 113-126.
34- Yong, Y., Tai, S., and Bao, X. 2005, Control effects of rice-duck farming and other weed management strategies on weed communities in paddy fields. Weed Research Laboratory 16(6): 1067-1071.
35- Yonghua, Z. and Guobin, D. 1998. Benefits analysis and comprehensive evaluation of rice-fish-duck symbiotic model. China Journal Ecological Agriculture 6(1): 48–51.
36- Zhang, J.E., Xu, R., Chen, X., and Quan, G. 2009. Effects of duck activities on a weed community under a transplanted rice-duck farming system in southern China. Weed Biology and Management 9: 250-257.
37- Zhang, J.E., Zhao, M.Y., and Chen, J. 2005. Effects of integrated rice duck farming system on the growth of rice. Ecology Science 24(2): 117-119.
38- Zhang, J., Lu, E., and Zhang, X.J. 2002. Study on the function and benefit of rice-duck agroecosystem. Ecology Science 21(1): 6-10.
39- Zhen, N.H., Wang, Q.S., Shen, X.K., Zhang, W.J., Bian, X.M., and Huang, P.S. 2004. Current status and technical prospect of rice-duck mutualistic eco-farming in China. Journal of Ecology and Rural Environment 20(4): 64–67.
40- Zheng, Y.H., Deng, G.B., and Lu, G.M. 1997. A study on economic benefits of rice-fish-duck complex ecosystem. Chinese Journal of Applied Ecology 8(4): 431-434.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۵۵-۳۴۷

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 347-355

واکنش‌های فیزیولوژیکی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) به محدودیت آب

اسماعیل رضائی چیانه[1*]، سعید زهتاب سلماسی[2]، کاظم قاسمی گلعذانی[2] و عباس دل‌آذر[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۱/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۰۱

چکیده

بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی توده‌های بومی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) به تنش خشکی می‌تواند به شناسایی مکانیسم‌های مؤثر در مقاومت به خشکی و نیز انتخاب بهترین توده بومی برای کاشت در مناطق کم باران ایران کمک کند. در این راستا، آزمایش طی سال‌های زراعی ۸۹ – ۱۳۸۸ و ۹۰– ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد که در آن چهار رژیم آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (آبیاری بعد از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی متر) در کرت‌های اصلی و سه توده بومی رازیانه (توده بومی همدان از ایران و دو توده ازمیر و گازی آنتپ از ترکیه) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در هر دو سال آزمایش صفاتی از قبیل پرولین، قندهای محلول، کلروفیل، میزان نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ در شروع مرحله گلدهی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که سطوح مختلف تیمارهای آبیاری بر تمام صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشته است. با افزایش سطح آبیاری از ۶۰ میلی‌متر به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب غلظت کلرفیل a و b، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ ۳۰، ۲۴، ۲۷ و ۴۱ درصد کاهش یافت و بر غلظت پرولین و قندهای محلول برگ ۴۱ و ۲۳ درصد افزوده شد. توده‌های بومی ازمیر و همدان در مقایسه با توده گازی آنتپ از نظر صفات فوق تحمل بهتری به تأخیر درآبیاری نشان دادند. بنابراین، گیاه رازیانه به عنوان یک واکنش در برابر کم آبی برای حفظ وضعیت آبی خود، هم قندهای محلول و هم مقدار پرولین خود را افزایش داده تا از طریق مکانیسم تنظیم اسمزی تا حدودی با خشکی مقابله کند.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل آب برگ، پرولین، قندهای محلول، کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ

مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال-زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشند. رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) گیاهی است چندساله و متعلق به تیره چتریان است که از مهمترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی این تیره به شمار می‌آید و عمدتاً به منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت قرار می‌گیرد (Omidbaigi, 2007). از آنجا که تنش آب از بزرگترین مشکلات در تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه شک، از جمله ایران به شمار می‌رود، شناخت واکنش‌های متفاوت گیاهان دارویی به کمبود آب از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. با ارزیابی توده‌های بومی از هر گیاه که تحت شرایط کم آبی قادر به تولید عملکرد نسبتاً قابل قبولی باشند، می‌توان با اطمینان بیشتری در نواحی خشک و نیمه-خشک آنها را کشت نمود.

از آنجا که گیاهان طی دوره رشد با تنش‌های متعدد محیطی از جمله تنش خشکی مواجه می‌شوند، مطالعه آثار تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و همچنین ذخیرهٔ و مصرف کارآمد آب، مؤثر خواهد بود. هر یک از این تنش‌ها می‌توانند با توجه به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی متعددی را در گیاهان سبب شوند که این امر سبب بازدارندگی شدیدی در رشد گیاه و در نتیجه سبب کاهش محصول می‌شود (Imam & Zavarehi, 2005). خشکی در بین عوامل ایجاد کننده تنش‌زای زنده (بیماری‌ها، آفات، علف‌های هرز و ...) و غیرزنده (خشکی، شوری، سرما، گرما، غرقابی و...) به تنهایی مسبب ۴۵ درصد

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دوره دکتری اکوفیزیولوژی گیاهی و استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز و استاد گروه داروسازی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
(* - نویسنده مسئول: E-mail: Ismaeil.rezaei@gmail.com)

از کاهش عملکرد گیاهان زراعی در نقاط مختلف جهان بوده است (Kafi et al., 2009). تنش خشکی در حقیقت کاهش پتانسیل آب خاک است. در چنین شرایطی گیاه بمنظور ادامه جذب آب و بقای خود، از طریق تجمع ترکیبات اسمزی از جمله پرولین و کربوهیدرات-های محلول، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهد و یا به عبارت دیگر، تنظیم اسمزی انجام می‌دهد (Imam & Zavarehi, 2005). تنظیم اسمزی یک پدیده فیزیولوژیکی است که طی آن مواد محلول با وزن مولکولی کم که مواد محلول سازگار نامیده می‌شوند، در گیاهان تجمع پیدا می‌کنند و سبب حفظ فشار آماس سلول‌ها، ثبات و پایداری غشاها و ماکرومولکول‌ها، طویل شدن سلول‌ها، باز نگهداشتن شکاف روزنه‌ها و ادامه فتوسنتز، بقاء در هنگام بروز پسابیدگی و گسترش بیشتر ریشه می‌گردند.

طی تنش خشکی، فعالیت آنزیم‌هایی چون کلروفیلاز و پراکسیداز، افزایش یافته و در فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز کلروفیل اختلال ایجاد می‌شود و باعث کاهش کلروفیل و به دنبال آن سبب تقلیل فتوسنتز می‌گردد (Smirnoff, 1993). بر اساس نظر هیر (Heuer, 1994) در طی بروز تنش خشکی در گیاهان بر میزان ترکیب‌های اسمزی افزوده می‌شود. صفی‌خانی و همکاران (Safikhani et al., 2009) در تحقیقات خود روی گیاه دارویی بادرشبویه (*Deracocephalum moldavica* L.) دریافتند که با اعمال تیمارهای خشکی ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین میزان پرولین و کلروفیل به ترتیب در تیمار ۴۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بدست آمده است. عباس زاده و همکاران (Abbaszadeh et al., 2008) گزارش کردند که بروز تنش خشکی میزان پرولین و قند محلول را در گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) افزایش، ولی محتوای نسبی آب برگ و غلظت کلروفیل a را کاهش داده است. رضاپور و همکاران (Rezapor et al., 2011) با بررسی اثر تنش خشکی روی تنظیم‌کننده‌های اسمزی در گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) دریافتند که با افزایش سطح تنش از ۵۰ میلی-متر تبخیر از تشتک تبخیر به ۱۵۰ میلی‌متر، مقادیر پرولین و کربوهیدرات بترتیب ۲۵/۷ درصد و ۳۰/۸ درصد افزایش یافته است.

یکی از مهمترین تغییرات ناشی از تنش خشکی کاهش محتوای نسبی آب برگ[1] می‌باشد. محتوای نسبی آب برگ بالاتر به معنای توانایی برگ در حفظ مقادیر بیشتری آب در شرایط تنش است که از طریق قابلیت تنظیم اسمزی و یا توانایی ریشه در جذب آب حاصل می‌شود (Kafi et al., 2009). این صفت می‌تواند توانمندی گیاه را در تحمل تنش خشکی نشان دهد. پتانسیل آب برگ نیز شاخصی مناسب برای تنش آبی گیاه و محتوای آبی برگ است. پتانسیل آب برگ در واقع اندازه‌گیری موقعیت انرژی آزاد آب در بافت گیاه، خاک و محلول-ها می‌باشد (Romos & Gordon, 1999). مونی و آلرج (Munne & Alerge, 1999) با بررسی اثر تنش خشکی روی بادرنجبویه نتیجه گرفتند که تنش خشکی موجب کاهش سه مگاپاسگالی پتانسیل آب گیاه و کاهش ۳۴ درصدی محتوای نسبی آب برگ گردیده است. سیمون و همکاران (Simon et al., 1992) اثر رژیم‌های مختلف آبی شامل هر ۲۴ ساعت دوبار آبیاری (شاهد) هر ۴۸ ساعت یکبار آبیاری (تنش آبی ملایم) و هر ۷۲ ساعت یکبار آبیاری (تنش آبی متوسط) را روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) بررسی کرده و مشاهده نمودند که تشدید تنش آبی، پتانسیل آب برگ را به طور میانگین ۰/۶۸– مگاپاسکال کاهش داد. از این‌رو، شناخت اثرات تنش‌های مختلف بر فیزیولوژی گیاهان برای آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت و بقای آنها به منظور افزایش تحمل تنش ضرورت دارد. این تحقیق با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف سطوح آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیکی و تعیین بهترین سطح آبیاری و معرفی مقاوم‌ترین توده بومی رازیانه در شرایط تنش کم آبی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های زراعی ۸۹ –۱۳۸۸ و ۹۰–۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در هشت کیلومتری شرق تبریز در اراضی کرکج اجرا گردید. اقلیم منطقه آزمایش نیمه خشک بوده و میانگین‌های متوسط دما و بارندگی سالیانه در طی یک دوره ده ساله به ترتیب برابر ۱۰ درجه سانتیگراد و۲۷۱ میلیمتر گزارش شده است. خاک محل آزمایش از نوع شنی لومی می‌باشد. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع، هدایت الکتریکی معادل ۰/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر و میزان pH خاک در حدود ۷/۳ است. آزمایش‌ها به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش‌ها چهار تیمار آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (آبیاری بعد از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر) در کرت‌های اصلی و سه توده بومی رازیانه (توده بومی همدان از ایران و دو توده ازمیر و گازی آنتپ از ترکیه) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. پس از عملیات آماده-سازی زمین (شخم، دیسک و تسطیح)، بذور در عمق سه سانتی‌متری به صورت کرتی کشت و آبیاری شدند. پس از استقرار کامل بوته‌ها، تیمارهای آبیاری اعمال گردید. هر واحد آزمایشی شامل هشت ردیف کاشت به طول چهار متر و با فاصله‌ی بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین در یک بلوک فاصله کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین دو بلوک سه متر در نظر گرفته شد. در هر دو سال زراعی صفاتی مانند پرولین، قندهای محلول، کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ در شروع مرحله گلدهی اندازه‌گیری شدند. برای تعیین مقادیر کلروفیل‌های a و b،

1- Relative Water Content

مقدار ۰/۲ گرم از بافت تازه برگی با پنج میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به تدریج در هاون سائیده شد تا کلروفیل وارد محلول استونی شد و در نهایت، حجم محلول با استون ۸۰ درصد به ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده شد. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ و جذب نوری کلروفیل‌های a و b به ترتیب در طول موج های ۶۴۵ و۶۶۳ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر مدل UV 2100 خوانده شد و با استفاده از فرمول مربوطه غلظت کلروفیل‌های a و b بر حسب میلی‌گرم بر گرم برگ تازه به ترتیب با استفاده از معادله‌های (۱) و (۲) به دست آمد (Arnon, 1949).

$$\text{کلروفیل } a = \frac{[۱۲/۷(D_{۶۶۳}) - ۲/۶۹(D_{۶۴۵})] \times V}{۱۰۰۰W}$$ معادله (۱)

$$\text{کلروفیل } b = \frac{[۲۲/۹(D_{۶۴۵}) - ۴/۶۸(D_{۶۶۳})] \times V}{۱۰۰۰W}$$ معادله (۲)

که در این معادلات، D: جذب در طول موج خاص،V: حجم نمونه بر حسب میلی‌متر و W: وزن تر نمونه بر حسب گرم می‌باشد.

تعیین میزان قند محلول: میزان قندهای محلول گیاه با استفاده از روش فنل اسید سولفوریک اندازه‌گیری شد. در این روش به ۰/۱ گرم از بافت خشک گیاهی بطور جداگانه ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد اضافه و به مدت یک هفته در یخچال نگه‌داری شدند. هر روز نمونه‌ها به هم زده شدند تا قند محلول جدا گردند. پس از یک هفته از محلول رویی نمونه‌ها یک میلی‌لیتر برداشته و به حجم دو میلی‌لیتر رسانیده شد. سپس یک میلی‌لیتر فنل پنج درصد و پنج میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به نمونه‌ها اضافه و توسط ورتکس به خوبی بهم زده شد. سپس لوله آزمایش به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد و بعد از این مدت در دمای آزمایشگاه سرد گردید و سر انجام نیم ساعت به حال خود رها شد و پس از آن میزان جذب به وسیله اسپکتوفتومتر مدل UV 2100 در طول موج ۴۸۵ نانومتر خوانده و از محلول‌هایی با غلظت صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر گلوکز برای تهیه منحنی استاندارد استفاده شد و با در دست داشتن وزن خشک نمونه‌ها، مقدار قند محلول بر اساس میلی-گرم بر گرم وزن خشک نمونه‌ها محاسبه گردید (Irrigoyen et al., 1992).

تعیین میزان پرولین: برای سنجش پرولین آزاد از روش بیتز و همکاران (Bates et al., 1973) استفاده شد. بدین ترتیب که ۰/۲ گرم از بافت گیاهی در ۱۰ میلی‌لیتر محلول سه درصد اسید سولفوسالسیک در هاون سائیده شده و محلول با کاغذ صافی واتمن صاف گردید. عصاره حاصل با استفاده از سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. آنگاه دو میلی‌لیتر از مایع رویی با دو میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین (۱۲۵ میلی‌گرم نین هیدرین+ ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک شش مولار + ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال) در درون لوله‌های درپوش مخلوط شده و به مدت یک ساعت در درون بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد جوشانده شدند. بعد از این مدت جهت قطع انجام کلیه واکنش‌ها لوله‌های آزمایش را به حمام یخ منتقل شدند تا سرد شوند. سپس به لوله‌های آزمایش چهار میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد و لوله‌ها را به خوبی با دستگاه ورتکس به مدت ۲۰ ثانیه هم زده شد. با ثابت نگه داشتن لوله‌ها به مدت ۲۰ دقیقه دو لایه مجزا در آنها تشکیل شد. سرانجام از لایه‌ی رنگی فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین بود، در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید و غلظت پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد.

پتانسیل آب برگ: برای اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ سه ساعت بعد از طلوع آفتاب، به منظور اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ‌های بالغ و کاملاً رشد یافته گیاهان در شروع گلدهی از محل نزدیک به طوقه با کمک تیغ (اسکالپل) از ساقه مقادیر جدا و بلافاصله به محل اندازه‌گیری انتقال و توسط دستگاه محفظه فشار[1] آنها اندازه‌گیری گردید. از آنجا که رازیانه برگ‌های رشته‌ای و بسیار نازک و کوچک دارد، اندازه‌گیری پتانسیل آب در برگ‌ها با دستگاه مذکور ممکن نبود، بنابراین، در این آزمایش پتانسیل آب گیاه در ناحیه نزدیک به طوقه اندازه‌گیری شد. نمونه‌های مذکور در داخل محفظهٔ مشخص قرار داده شده و بعد از باز کردن شیر خروج گاز به محض مشاهدهٔ حباب‌های هوا و خروج شیره از آوند پتانسیل آب برگ آنها یادداشت گردید (Ferrat & Lovat, 1999).

محتوای نسبی آب برگ: همچنین جهت اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، به دلیل اینکه تهیه دیسک برگی از برگ‌های رازیانه امکان پذیر نبود، از برگ کامل استفاده گردید. در شروع گلدهی از هر واحد آزمایشی ۱۰ برگ کامل از برگ‌های میانی جمع‌آوری و پس از توزین با دقت ۰۰۰۱/ گرم، به پتری‌دیش‌های درب دار حاوی آب دوبار تقطیر انتقال یافتند و به مدت ۲۴ ساعت جهت آبگیری کامل در دمای چهار درجه سانتیگراد در سردخانه و تاریکی نگهداری شدند. پس از خارج کردن برگ‌های فوق جهت حذف رطوبت اضافی، آنها را در بین دو لایه کاغذ صافی خشک نموده و سپس وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد. برگ‌های فوق بعد در آون ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و دوباره توزین شدند. بدین ترتیب محتوای آبی نسبی برگ‌ها با استفاده از معادله (۳) تعیین شد (Mahmood et al., 2003):

$$RWC= (F_W-D_W)/ (T_W-D_W) \times 100$$ معادله (۳)

که در این معادله، F_W: وزن تر برگ، D_W: وزن خشک برگ و T_W: وزن آماس یافته برگ (اشباع شده از آب) است.

در نهایت، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1

1- Pressure Bombe

تجزیه و مقایسات میانگین بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب دو ساله داده‌ها نشان داد که تیمارهای آبیاری برکلیه صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی (کلروفیل‌های a و b، پرولین، قندهای محلول، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ) معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. تأثیر تیمارهای تنش خشکی بر توده‌های بومی مختلف گیاه رازیانه بر صفات محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ ($p\leq$۰/۰۱) و بر کلروفیل برگ و محتوی پرولین معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) به دست آمد اما، روی قندهای محلول بی‌تأثیر بود. اثر سال نیز بر میزان کلروفیل a، پرولین و پتانسیل آب برگ معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، اما اثر متقابل بر هیچ یک از صفات مذکور تأثیر معنی‌داری نداشت.

محتوی کلروفیل: مقایسه میانگین‌های دو ساله نشان که با افزایش سطوح آبیاری از میزان کلروفیل‌های a و b به طور معنی‌داری کاسته شد. بیشترین میزان کلروفیل‌های a و b در تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_1) و کمترین آن در تیمار ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_4) به دست آمد. هر چند که میزان کلروفیل a بین تیمارهای S_1، S_2 و S_3 و میزان کلروفیل b بین تیمارهای S_1 با S_2 و S_2 با S_3 از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۱). با افزایش سطح آبیاری از ۶۰ میلی‌متر به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر میزان کلرفیل a به طور میانگین ۳۰ درصد و میزان کلروفیل b، ۲۴ درصد کاهش یافت. همچنین مقایسه میانگین (جدول ۲) حاکی از اختلاف معنی‌دار بین توده‌های بومی رازیانه بود، به طوری‌که میزان کلروفیل‌های a و b در توده‌های بومی ازمیر و همدان به ترتیب شش و ۱۰ درصد بالاتر از توده گازی آنتپ بدست آمد. نتیجه فعالیت پژوهشی برخی از محققین نشان داده است که در تنش خشکی با کاهش پتانسیل آب برگ و افزایش مقدار برخی از هورمون‌ها نظیر اتیلن و اسیدآبسزیک، فعالیت کلروفیلاز به طور ناگهانی زیاد شده و موجب تخریب کلروفیل می‌شود (Loggini et al., 1999). از طرفی، طی تنش خشکی تولید رادیکال‌های اکسیژن افزایش می‌یابد و این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه‌ها می‌گردد (Schutz & Fangmeir, 2001) نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج تحقیقات خالد و همکاران (Khalid et al., 2010) روی گیاه دارویی شمعدانی معطر (*Pelargonium odoratissimum* L.)، عبدالجلیل و همکاران (Abdul- Jalil et al., 2008) روی پروانش (*Catharanthus roseus* L.)، عبدل‌ویسی و خالد (Abdul Wasea & Khalid, 2011) روی گیاه جعفری (*Tagetes erecta* L.)، دامایانتی و همکاران (Damayanthi et al., 2010) روی چای (*Camellia sinensis* L.) و ثابت‌تیموری و همکاران (Sabet Timori et al., 2010) روی زعفران (*Crocus sativus* L.) مطابقت داشت. بیک-خورمیزی و همکاران (Beyk Khurmizi et al., 2012) نیز گزارش نمودند که بروز تنش کاهش فتوسنتز گیاه را به دنبال داشت.

پسرکلی (Pessarakli, 1999) بیان می‌کند که دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل در برگ تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است. نتیجه تحقیق حاضر نشان داد که تنش خشکی تنها در تیمار۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_4) توانسته موجب کاهش مقدار کلروفیل a در توده‌های بومی رازیانه شود که نشان می‌دهد در برابر تنش خشکی متوسط از مقاومت نسبی بالاتری برخوردارند. همچنین، پایداری کلروفیل در توده‌های بومی ازمیر و همدان بالاتر از توده گازی آنتپ بود. این مقدار پایداری کلروفیل می‌تواند منجر به حفظ نسبی ثبات در فتوسنتز و در نهایت عملکرد دانه شود.

جدول ۱- میانگین‌های صفات فیزیولوژیکی رازیانه در تیمارهای مختلف آبیاری

Table 1- Means of physiological traits of fennel at different irrigation treatments

تنش Stress	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll b ($mg.g^{-1}$)	پرولین (میلی‌گرم بر گرم) Proline ($mg.g^{-1}$)	قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم) Soluble carbohydrate ($mg.g^{-1}$)	محتوای نسبی آب برگ (درصد) RWC (%)	پتانسیل آب برگ (مگاپا سکال) Leaf water potential (MPa)
S_1	2.711 a*	1.5311 a	0.9394 c	1.9722 b	85.83 a	-0.6928 c
S_2	2.697 a	1.4272 ab	1.03 c	1.9828 b	85.39 a	-0.6739 c
S_3	2.701 a	1.3367 b	1.3609 b	2.5861 a	75.11 b	-0.94 b
S_4	1.901 b	1.1544 c	1.6017 a	2.5744 a	62.39 c	-1.1872 a

S_1, S_2, S_3 وS_4: به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

S_1, S_2, S_3 and S_4: irrigation after 60, 90, 120 and 150 mm evaporation from class A pan, respectively.

* میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

* Means with different letters in each column are significantly different based on Duncan's multiple range tests at $p\leq0.05$.

جدول۲- مقایسه میانگین سطوح آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی توده‌های بومی رازیانه

Table 2- Means of comparison of irrigation levels on physiological traits in local races of fennel

توده بومی Landrace	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll b ($mg.g^{-1}$)	پرولین (میلی‌گرم بر گرم) Proline ($mg.g^{-1}$)	قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم) soluble carbohydrate ($mg.g^{-1}$)	محتوای نسبی آب برگ (درصد) RWC (%)	پتانسیل آب برگ (مگاپاسکال) Leaf water potential (MPa)
ازمیر Ezmir	2.54 a*	1.46 a	1.27 a	2.3325 a	80.75 a	-0.81 b
همدان Hamadan	2.50 a	1.41 a	1.30 a	2.2571 a	76.92 b	-0.9 a
گازی آنتپ Gaziantep	2.37 b	1.30 b	1.12 b	2.2471 a	75.87 b	-0.87 a

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test $p \leq 0.05$.

میزان پرولین: نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب دو ساله، در این آزمایش نشان می‌دهد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر میزان تجمع تنظیم کننده اسمزی پرولین در گیاه رازیانه داشت .مقایسه میانگین داده‌های دو ساله (جدول ۱) نشان داد که با افزایش سطوح آبیاری به طور معنی‌داری بر میزان پرولین افزوده شده است. بالاترین و پایین‌ترین میزان پرولین به ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_1) برابر با ۰/۹۳ میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر برابر (S_4) با ۱/۶۰ میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ از تشتک تبخیر به دست آمد. با افزایش سطح آبیاری از ۶۰ میلی متر به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، به طور میانگین ۴۱ درصد بر میزان پرولین افزوده شد. همچنین اختلاف معنی‌دار بین توده‌های بومی رازیانه وجود داشت، بطوریکه میزان پرولین در توده‌های بومی ازمیر و همدان به طور میانگین ۱۳ درصد بالاتر از توده گازی آنتپ بدست آمد (جدول ۲). شایان ذکر است که در این تحقیق می‌تواند ارتباط بین پرولین و کلروفیل در توده‌های بومی رازیانه مطرح شود، به طوری که افزایش میزان پرولین در توده‌های بومی ازمیر و همدان نسبت به توده گازی آنتپ منجر به حفظ و دوام کلروفیل شده است. مشخص شده است که تجمع پرولین در سیتوپلاسم مانند یک اسموتیکوم در حفاظت ساختمان ماکرومولکول‌ها، حفظ تورم و کاهش خسارت غشاء عمل کرده و به عنوان منبع انرژی، کربن و نیتروژن در گیاهان به شمار می‌رود (Sanchez et al., 1998). همچنین، پرولین محلول، می‌تواند حلالیت پروتئین‌های مختلف را تحت تأثیر قرار داده و از تغییر ماهیت آنها جلوگیری کند. آنزیم‌ها نیز به دلیل ساختمان پروتئینی خود تحت تأثیر این سازوکار پرولین قرار گرفته و محافظت می‌شوند & (Kuznetsov Shevykova, 1999). بدین ترتیب، با مکانیسم تنظیم اسمزی تحمل گیاهان به تنش کم آبی افزایش یافته و نتیجتاً به حفظ و پایداری سلول‌ها کمک می‌کند. در نتیجه می‌توان دریافت که گیاه رازیانه با بکارگیری راهبرد مناسب جهت پاسخ به خشکی می‌تواند به عنوان گونه‌ای متحمل به خشکی با مقادیر مناسب در نظر رفته شود. احتمالاً در این تحقیق گیاه رازیانه به دلایل فوق پرولین خود را افزایش داده که این مکانیسم سبب شده میزان کلروفیل تنها در تیمار۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_4) یعنی در سطح تنش خیلی شدید کاهش یابد، اما درسایر تیمارهای آبیاری (S_1، S_2 و S_3) از نظر میزان کلروفیل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین، افزایش پرولین در گیاه رازیانه می‌تواند سبب پایداری کلروفیل تحت تنش کم آبی شود و به دنبال آن منجر به حفظ ظرفیت فتوسنتزی و ثبات نسبی عملکرد دانه گردد. نتایج حاصل با تحقیقات انجام یافته توسط خالد و همکاران (Khalid et al., 2010) در شمعدانی معطر، گووان-فی و همکاران (Guan Fu et al., 2011) در برنج (*Oriza sativa* L.)، مسعودی صدیقانی و همکاران (Masoudi sadaghiani et al., 2011) در سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و کون‌هووا و همکاران (Cunhua et al., 2011) در تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) مطابقت دارد.

میزان قندهای محلول: نتایج نشان داد که تنش خشکی بر میزان قندهای محلول مؤثر بوده و با افزایش سطوح آبیاری بر میزان قندهای محلول به طور معنی‌داری افزوده شده است. بالاترین مقدار قند محلول در تیمار ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_4) برابر ۲/۵۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک و کمترین مقدار در تیمار۶۰ میلی-متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_1) برابر ۱/۹۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک به دست آمد (جدول ۱). بنابراین، در تیمار S_4 به طور میانگین ۲۳ درصد نسبت به تیمار S_1 میزان قندهای محلول بالاتر بود. بین توده‌های بومی رازیانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تجمع قندهای محلول داخل سلول‌ها در تنظیم اسمزی نقش مهم ایفاء نموده و کمک می‌کند تا پتانسیل آب سلول کاهش یافته و آب بیشتری برای حفظ تورگر تحت تنش کم آبی داخل سلول باقی بماند (Kafi & Damghani, 2000). این مکانیسم موجب پایداری غشاهای زیستی، پروتئین‌ها، افزایش فتوسنتز و مقاومت به تنش خشکی می‌گردد (Sato

et al., 2004). افزایش بیشتر قندهای محلول در تنش می‌تواند به دلیل تبدیل نشاسته به قندهای محلول، کاهش مصرف آنها به علت کاهش رشد، سنتز این ترکیبات از مسیرهای غیرفتوسنتزی و یا کاهش انتقال از برگ‌ها به دیگر اندام‌ها باشد (Premachander et al., 1991). لازم به ذکر است که گزارش‌هایی نیز مبنی بر ارتباط بین پرولین و کربوهیدرات‌ها مطرح شده است. در این تحقیق نیز یک روند فزاینده در مقدار پرولین و همسو با آن در قندهای محلول مشاهده شد. به طور کلی، پاسخ گیاهان زراعی به شرایط نامناسب محیطی بدون بررسی و آنالیز مکانیسم‌های مربوطه غیرممکن به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، می‌توان با شناسایی ارقام مقاوم به تنش خشکی برای مناطقی که دچار محدودیت آب می‌باشند، معرفی شوند. باهر نیک و همکاران (Bahernik et al., 2007) در بررسی روی گیاه دارویی وایول (*Vitis vinifera* L.) دریافتند که تنش خشکی بر میزان قندهای محلول گیاه مؤثر بوده و سبب افزایش قندهای محلول شده است. چنانچه میزان قند محلول در تیمار در حد ظرفیت زراعی ۱/۰۷ گرم بر گرم وزن تر بوده است، در حالیکه با کاهش میزان آبیاری تا حد ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، به ۲/۹ گرم بر گرم وزن تر رسید. همچنین، احمدیان و همکاران (Ahmadian et al., 2009) نیز گزارش کردند که با افزایش سطح تنش خشکی از شاهد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، بر مقدار پرولین و کربوهیدرات برگ بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) افزوده شد. نتایج مشابه نیز توسط خالد و همکاران (Khalid et al., 2010)، دامایانتی و همکاران (Damayanthi et al., 2010)، مسعودی صدیقانی و همکاران (Masoudi Sadaghiani et al., 2011) و کونهوا و همکاران (Cunhua et al., 2011) گزارش شده است.

محتوای نسبی آب برگ: محتوای نسبی آب برگ در تجزیه مرکب دو ساله به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفت. همچنین تأثیر تیمارهای آبیاری بر توده‌های بومی مختلف گیاه رازیانه نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) بود. بررسی میانگین‌های حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که بالاترین محتوای نسبی آب برگ‌ها با ۸۵/۸۳ درصد مربوط به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_1) و کمترین آن با (۶۲/۳۹) درصد مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_4) بود. از نظر آماری اختلاف مشاهده شده در تیمار S_4 با سه تیمار دیگر کاملاً معنی‌دار بود، در صورتیکه اختلاف محتوای نسبی آب بین دو تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_1) و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_2) معنی‌دار نبود (جدول ۱). همچنین بین توده‌های بومی رازیانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به طوریکه محتوای نسبی آب برگ در توده بومی ازمیر نسبت به دو توده دیگر بالاتر بود. در این تحقیق میزان تنش خشکی اثر مشخصی روی موقعیت آبی گیاه داشته و با افزایش سطح تنش خشکی از ۶۰ میلی‌متر به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، به طور میانگین ۲۷ درصد از میزان محتوای آب نسبی برگ‌ها کاسته شد. از آنجا که محتوای آب برگی، یک شاخص مناسب برای تنش آبی گیاه است، از نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان دریافت که تنش آبی اعمال شده بر متابولیسم گیاه رازیانه مؤثر بوده و حرکت آب در طی شیب کاهش پتانسیل آب به درون گیاه هدایت یافته است. بنابراین، گیاه رازیانه توانسته است محتوای آب نسبی خود را تحت تنش خشکی متوسط نسبتاً بالا نگاه دارد. گزارش شده است که محتوای نسبی آب برگ[1] (RWC) بالاتر تحت تنش کمبود آب، نتیجه تنظیم اسمزی بیشتر یا تفاوت در ارتجاع پذیری دیواره سلولی است(Irrigoyen et al., 1992). کاهش آب آبیاری به ۸۰ درصد آب قابل استفاده در گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) تأثیری بر محتوای نسبی آب نداشت، ولی در کمتر از ۸۰ درصد آب قابل استفاده کاهش معنی‌داری در محتوای نسبی آب به دست آمد (Zehtab-Salmasi., 2001). کونهووا و همکاران (Cunhua et al., 2011)، گزارش کردند که بالاترین RWC در گیاه تاج خروس در گیاه شاهد (۹۴/۰۷ درصد) و کمترین آن تحت شرایط تنش کم آبی شدید (۶۴/۰۳ درصد) کاهش یافته است. محققان دیگر نیز نتیجه به دست آمده از این تحقیق را تأیید می‌کنند (Damayanthi et al., 2010; Sabet-Timori et al., 2010).

پتانسیل آب برگ: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو ساله آزمایش مشخص گردید که اثر تیمار آبیاری بر پتانسیل آب برگ در سطح احتمال یک درصد ($p\leq۰/۰۱$) معنی‌دار است. همچنین اثر تیمار آبیاری بر توده‌های بومی رایانه نیز معنی‌دار بود. پتانسیل آب برگ در تیمارهای۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_1)، ۹۰ میلی-متر تبخیر از تشتک تبخیر(S_2)، ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_3) و ۱۵۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (S_4) به ترتیب برابر ۰/۶۹-، ۰/۶۷-، ۰/۹۴- و ۱/۱۸- مگاپاسکال بوده است. از نظر آماری بین تیمار S_1 با تیمار S_2 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما با افزایش سطح آبیاری به طور معنی‌داری پتانسیل آب برگ کاهش یافت (جدول۱). همچنین بین توده‌های بومی رازیانه اختلاف معنی وجود داشت. به طوری که توده بومی ازمیر پتانسیل آب برگ بیشتری نسبت به توده بومی همدان و گازی آنتپ داشت (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان دریافت با افزایش سطح آبیاری از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به طور میانگین ۴۱ درصد از پتانسیل آب برگ و ۲۷ درصد از محتوای آب نسبی برگ‌های رازیانه کاسته شده است. با ملاحظه روند تغییرات پتانسیل آب برگ و محتوای آب نسبی برگ‌ها در جدول ۲ مشخص می‌شود که بین این دو صفت رابطه تنگاتنگی وجود دارد.

1 -Relative Water Content

یعنی با کاهش محتوای آب نسبی برگ‌ها در شرایط کم آبی، پتانسیل آب برگ نیز کمتر (منفی‌تر) می‌شود. گاهی اوقات از ارتباط بین پتانسیل آب برگ و محتوای نسبی آب برگ‌ها به عنوان معیار انتخاب جهت تحمل به خشکی استفاده می‌شود. به طور کلی، نظر بر این است که بافت‌هایی که با وجود کاهش پتانسیل آب برگ قادر به حفظ مقادیر بالاتری از RWC هستند به پسابیدگی نیز مقاوم هستند. قابلیت برخورداری از محتوای نسبی آب بالاتر در پتانسیل‌های آبی پایین ممکن است منعکس کننده استحکام بیشتر دیواره سلولی و توانایی آنها برای تحمل تخریب‌ها و آسیب‌های مکانیکی ناشی از آب‌کشیدگی باشد (Irrigoyen et al., 1992). با توجه به نتیجه این تحقیق، با پایین رفتن پتانسیل آب خاک، جذب آب به وسیله ریشه‌ها کاهش یافته، در نتیجه محتوای نسبی آب برگ (RWC) و پتانسیل آب برگ نیز کاهش پیداه کرده است، اما توده‌های مختلف بومی رازیانه با استفاده از مکانیسم تنظیم اسمزی، سعی در حفظ و بالا نگه داشتن فشار آماس خود را دارند. گومز (Gomes et al., 2010) در نارگیل (*Cocos nucifera* L.) نیز گزارش کردند که با افزایش سطح تنش خشکی، پتانسیل آب برگ به ۱/۲- مگاپاسکال کاهش یافت، ولی به طور معنی‌داری به غلظت پرولین افزوده شده است. رادکسی و همکاران (Radacsi et al., 2010) نیزگزارش کردند که RWC و پتانسیل آب برگ گیاه دارویی ریحان در ۳۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۲۰ و ۴۵ درصد کاهش یافته است. بهار و همکاران Bahar et al., 2011)، دامایانتی و همکاران (Damayanthi et al., 2010) و کامپوز و همکاران (Campos et al., 2011) نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند.

بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان دریافت که محدودیت آب موجب کاهش میزان کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ شد و گیاه رازیانه به عنوان یک واکنش در برابر کم آبی برای حفظ وضعیت آبی خود هم قندهای محلول و هم مقدار پرولین خود را افزایش داد تا از طریق مکانیسم تنظیم اسمزی به شرایط تنش، سازش و تا حدودی با کم آبی مقابله کند. با بررسی کلیه صفات اندازه‌گیری شده می‌توان نتیجه گرفت که گیاه دارویی رازیانه یک گیاه نیمه مقاوم به کم آبی بود و می‌توان این گیاه را در مناطقی که محدودیت آب دارند معرفی نمود و با اعمال مدیریت مناسب، عملکرد کافی بدست آورد.

منابع

1- Abbaszadeh, B., Sharifi-Ashourabadi, E., Lebaschi, M.H., Naderi-Hajibagher-Kandy., M., and Moghadami, F. 2008. The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23: 504-513. (In Persian with English Summary)

2- Abdul-Jaleel, C., Manivannan, P., Lakshmanan, G.M.A., Gomathinayagam, M., and Panneerselvam, R. 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits. Colloids and Surfaces 61: 298-303.

3- Abdul- Wasea, A. A., and Khalid., M.E. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plant by using arbuscular mycorrhizal fungi. Saudi Journal of Biological Sciences 18: 93-98.

4- Ahmadian, A., Ghanbari, A., Siahsar, B., Heidari, M., Ramroodi, M., and S.M, Moosavi-Nik. 2010. Residual effect of chemical and animal fertilizers and compost on yield, yield components content of *Matricaria chamomilla* L. under drought stress conditions. Journal of Agroecology 4: 668-676. (In Persian with English Summary)

5- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24:1-15.

6- Bahar, E., Carbonneau, A., and Korkutal, L. 2011. The effect of extreme water stress on leaf drying limits and possibilities of recovering in three grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. African Journal of Agricultural Research 6: 1151-1160.

7- Bahernik, Z., Mirza, M., Abbaszadeh, B., and Naderi Hajy Bagher Candy, M. 2007. The effect of metabolism in response to water stress in *Parthenium argentatum* Gray. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23: 315-322. (In Persian with English Summary)

8- Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

9- Beyk Khurmizi, A., Ganjeali, A., Abrishamchi, P., and Parsa, M. 2012. Effect of vermicompost on photosynthesis and transpiration rate and water use efficiency of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress. Agroecology 4(3): 223-234. (In Persian with English Summary)

10- Campos, M.K.F., Carvalho, K., Souza, F.S., Marur, C.J., Pereira, L.F.P., Filho, J.C.B., and Vieira, L.G.E. 2011. Drought tolerance and antioxidant enzymatic activity in transgenic swingle citrumelo plants over- accumulating proline. Environmental and Experimental Botany 72: 242-250.

11- Cunhua, S., Jian-jie, S., Dan, W., Bai-Wei, L., and Dong, S. 2011. Effects on physiological and biochemical characteristics of medicinal plant pig weed by drought stresses. Journal of Medicinal plants Research 5: 4041- 4048.

12- Damayanthi, M.M.N., Mohtti, A.J., and Nissanka, S.P. 2010. Comparison of tolerant ability of mature field grown tea (*Camellia sinensis* L.) cultivars exposed to a drought stress in *Passara* Area. Tropical Agriculture Research 22: 66-75.
13- Imam, Y., and Zavarehi, M. 2005. Drought Tolerance in Higher Plants (Genetically, Physiological and Molecular Biological Analysis). Academic Publishing Center of Tehran, Iran 186 pp. (In Persian)
14- Ferrat, I.L., and Lovat, C.J. 1999. Relation between relative water content, Nitrogen pools and growth of *Phaseolus vulgaris* L. and *P. acutifolius*, A. Gray during water deficit. Crop Science 39: 467-474.
15- Gomes, F.P., Oliva, M.A., Mielke, M.S., Almeida, A.F., and Aquino, A.L. 2010. Osmotic adjustment, proline accumulation and cell membrane stability in leaves of *Cocos nucifera* submitted to drought stress. Scintia Horticulturae 126: 379-384.
16- Guan- Fu, F., Jian, S., Jie, X., Yu-Rong, L., Hui-Zhe, C., Ming-Kai, L., and Long-Xing, T. 2011. Change of oxidative stress and soluble sugar in anthers involve in rice pollen abortion under drought stress. Agriculture science in china 10: 1016-1025.
17- Heuer, B. 1994. Osmo-regulatory role of proline in water stress and salt-stressed plants. p. 363-481.
18- Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W., and Sanchez Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plant. Physiological Pantarum 84: 55-60.
19- Kafi, M., and Damghani, A. 2000. Mechanism of Environmental Stress Resistance in Plants. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. 467 pp. (In Persian)
20- Kafi, M., Borzoee, A., Salehi, Kamandi. A., Masoumi, A., and Nabati, A. 2009. Physiology of Environmental Stresses in Plant. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. 502 pp (In Persian)
21- Khalid, A.K.H., Silva, J.A.T., and Cai, W. 2010.Water deficit and polyethylene glycol 6000 affects morphological and biochemical characters of *Pelargonium odoratissimum*. Scintia Horticulturae 125: 159-166.
22- Kuznetsov, V.I., and Shevykova, N.I. 1999. Proline under stress: Biological role, metabolism, and regulation. Russian Journal of Plant Physiology 46: 274-287.
23- Loggini, B., Scartazza, A., Brugnoli, E., and Navari Izzo, F. 1999. Antioxidative defense system pigment composition and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to Drought. Plant Physiology 119:1091-1100.
24- Mahmood, S., Iram, S., and Athar, H.R. 2003. Intra- specific various quantitative and qualitative attributes under differential salt region. Journal of Research in Science Teaching 14: 177-186.
25- Masoudi- Sadaghiani, F., Abdollahi Mandoulakani, B., Zardoshti, M.R., Rasouli Sadaghiani, M. H., and Tavakoli, A. 2011. Response of proline, souluble sugar, photosynthetitic pigments and antioxidant enzymes in potato (*Solanum tuberosum* L.) to different irrigation regimes in greenhouse condition. Australian Journal of crop Science 5: 55-60.
26- Munne, S., and Alegre, L. 1999. Role of dew on the recovery of water stressed *Melissa officinalis* L. Journal of Plant Physiology 154: 759-766.
27- Omidbaigi, R. 2007. Production and processing of medicinal plants. (4th Edition). Astan Ghods Publication, Iran Vol. 2, 438 pp. (In Persian)
28- Pessarkli, M. 1999. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker. New York Inc. 697 pp.
29- Premachander, G. S., Sanekoka, H., and Fujita, K. 1991. Osmotic adjustment and stomata response to water deficits in maize. Journal of Experimental Botany 43: 1451-1456.
30- Radacsi, P., Inotai, K., Sarosi, Z., Czovek, P., Bernath, J., and Nemeth, E. 2010. Effect of water supply on the physiological characteristic and production of basil (*Ocimum bsilicum* L.). European Journal Horticulture Sciences 75: 193-197.
31- Ramos, M.L.G., and Gordon, A.J. 1999. Effect of water stress on nodule physiology and biochemistry of a drought tolerant cultivar of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Annuals of Botany 83: 57-63.
32- Rezapor, A.R., Heidari, M., Galavi, M., and Ramrodi, M. 2011. Effect of water stress and different amounts of sulfur fertilizer on grain yield, grain yield components and osmotic adjustment in *Nigella sativa* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27: 384-396.
33- Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, Z., and Orooji, K. 2010. Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions. Journal of Agroecology 2: 323-334. (In Persian with English Summary)
34- Safikhani, F., Heydari sharifabad, H., Syadat, A., Sharifi ashorabadi, A., Syednejad, M., and Abbaszadeh, B. 2009. The effect of drought stress on percentage and yield of essential oil and physiological characteristics of *Deracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23: 86-99.
35- Sanchez, F.J., Manzanares, M., Andres, E.F., Ternorio, J.L., Ayerbe, L., and De Andres, E.F. 1998. Turgor maintenance. Osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 Pea cultivars in response to water stress. Field Crops Research 59: 225-235.
36- Sato, F., Yoshioka, H., Fujiwara, T., Higashio, H., Uragami, A., and Tokuda, S. 2004. Physiological responses of

cabbage plug seedlings to water stress during low-temperature storage in darkness. Science Horticulturae 101: 349-357.

37- Schutz, M., and Fangmeir, E. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated CO2 and water limitation. Environmental Pollution 114: 187-194.

38- Simon, J.E., Bubenheim, R.D., Joly, R.J., and Charles, D.J. 1992. Water stress induced alterations inessential oil content and composition of sweet basil. Journal of Essential Oil Research 4: 71-75.

39- Smirnoff, N. 1993. The role active oxygen in the response of plants to water tolerance. Trend in Plant Science 6: 431- 438.

40- Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Omidbigi, R., Alyari, H., and Ghassemi-Golezani, K. 2001. Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Acta Agronomy Hungary 49: 75-81.

Evaluation of the effect of Humic substance types and concentrations on germination and seedling properties of two triticale (*Triticosecale hexaploide* Lart.) varieties

H.R. Khazaei [1], A. Nezami[1], E. Eyshi Rezaei[2*], A.H. Saeidnejad[2] and F. Pouramir[2]

Submitted: 16-03-2011
Accepted: 20-08-2011

Abstract

Humic substances as an active part of soil organic maters can improve germination and seedling properties, plant establishment and plant growth. In order to study the effects of different concentrations of Humic and Fulvic acids on germination and seedling properties of two varieties of triticale (*Triticosecale hexaploide* Lart.), a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications was conducted at the Special Crops Laboratory of Ferdowsi University of Mashhad during year of 2010. The studied factors included pretreatment concentrations at 4 levels (0, 10, 50 and 250 $ml.l^{-1}$), triticale varieties at two levels (ET 79-17 and ET 89-15) and Humic substances type at two levels (Humic and Fulvic acids). Germination percentage of triticale was 100%, in all treatments. Results showed that the highest germination rate, radicle and plumule length, radical and plumule dry weight and seedling dry weight of triticale were in 50 $ml.l^{-1}$ concentration of Fulvic acid and the second variety treatments. Generally, Humic acid pretreatments improved germination rate and seedling properties such as Fulvic acid compare to control. Seed pretreatment with Humic substances had significant effects on germination and seedling criteria of triticale.

Keywords: Fulvic acid, Germination rate, Humic acid, Soil improvement

1 and 2- Associate Prof., and PhD student in Crop Physiology, Agronomy Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author E-mail: eh_ey145@stu-mail.um.ac.ir)

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 356

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 4، شماره 4، زمستان 1391، ص. 356

Evaluation of germination behavior of kochia seed (*Kochia scoparia* L. Schard.), under different temperatures and salinity stress levels

S. Sabouri Rad[1*], M. Kafi[2], A. Nezami[3] and M. Banayan Aval[3]

Submitted: 16-03-2011
Accepted: 20-08-2011

Abstract

Kochia (*Kochia scoparia L. Schard*) is an annual, halophyte and drought resistant plant that can be irrigated with saline water and a valuable source for forage under drought and saline ecosystem. In order to evaluate the germination characteristic of kochia under different temperatures and salinity stress levels**,** an experiment was conducted at Physiology Lab of Ferdowsi University of Mashhad, Iran during year of 2009. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. Treatments included nine levels of salinity (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 $dS.m^{-1}$) using NaCl and eight temperature levels (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40^0C). Analysis of variance showed that the different levels of temperature and salinity stress had significant effects ($p\leq0.05$) on percentage of germination, mean germination time, germination index, dry weight and length of seedling and interaction between temperature and salinity stress had the same effect. The highest percentage of germination was in 25^0C and in control levels that didn't show any significant effect with 5 and 10 $dS.m^{-1}$. The shortest mean germination time observed at 25^0C (20.1, 21.1 and 11.1 days in three primary treatments) and the highest one observed in 35 $dS.m^{-1}$ at 10^0C. The highest germination index (20.37) occurred at 25^0C and in control level. Also, by increasing in salinity level, dry weight and length of seedling decreased. Anyway, based on the results of the present study, kochia is able to germinate in different salinity levels and has a high ability to recover itself.

Keywords: Germination index, Germination percentage, Mean germination time

1, 2 and 3- PhD student in Crop Physiology, Prof., and Associate Prof., Agronomy Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran respectively.
(*- Corresponding Author E-mail: samira_ssr@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 357

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 4، شماره 4، زمستان 1391، ص. 357

Effect of planting date and crop density of autumn wheat (*Triticum aestivum* L.) on density and biomass of weeds

R. Ghorbani[1], S.V. MirAlavi[2] and M. Sabet Teimouri[3*]

Submitted: 19-02-2012
Accepted: 21-07-2012

Abstract

Weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.) fields have always been a big problem in Iran and worldwide and must be managed by non-chemical especially cultural methods. A field experiment as factorial based on a randomized complete block design with four replications in a 1000 m^2 field in Research Farm of Shirvan College of Agriculture was conducted during 2007-2008. Treatments included wheat densities of 400, 600 and 800 plants.$m^{-2}$and planting dates of 1st of Nov., 20th of Nov., and 1st of Dec 2007. The results represented that the presence of *Rapistrum rogusum*, *Phalaris* spp., *Descurainia sophia, Alopecurus myosurides* and *Hordeum murinum* dominance. Delay in planting of wheat increased relative density of weeds. The lowest relative frequency of weeds was observed in planting date of 1st of November. Increase in crop density significantly decreased weed biomass, while it showed little effect on weed density trend. Effect of planting date was also significant on weed biomass. The highest weed biomass occurred in the planting date of Dec. the 1st. In conclusion, delay in planting of wheat create more chance and space for weed establishment, and therefore planting dense (600 plants.m^{-2}) and early in season of wheat is recommended for lower weed damage.

Keywords: Cereals, Cultural methods, Weed management, Weed relative frequency

1, 2 and 3- Associate Prof., Graduated of weeds attitude in MSc and PhD student in Crop Ecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and ACECR Researcher, Mashhad Branch, Iran, respectively.
(* - Corresponding Author E-mail: mozh_st @yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 358

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 4، شماره 4، زمستان 1391، ص. 358

Survey of composition and abundance of weeds in irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.) fields in South Khorasan province

S.A.R. Hosseini [1*], G.R. Zamani[2], E. Zand[3] and S. Mahmoodi[2]

Submitted: 10-03-2012
Accepted: 21-07-2012

Abstract

The present study was conducted to quantify the density and abundance of weeds in wheat fields of South Khorasan province during 2010 and 56 species of weed form 16 plant families were identified in 240 farms of eight towns around this province. The most families in number of species were pertaining to Poaceae, Asteraceae and Chenopodiaceae with 15 (26.79%), nine (16.7%), six (10.71%) and six (10.71%) species, respectively. The most frequencies were related to yarrow (*Achilla biberstinii* L.) by 37.38% from the Asteraceae family, hoary cress (*Cardaria draba* L.) form Bressicaseae family by 28.3% and common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) from Chenopodiaseae family by 37.47%. Hoary cress, common lambs quarters, bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.), camelthorn and prostrate knotweed (*Polygonum aviculare* L.) were allocated the highest average density of the weeds with 1.38, 1.31, 1.29, 1.27 and 1.04 plant.m^{-2}, respectively. The most abundant of weeds were camelthorn, common lambsquarters and yarrow. The highest and the lowest diversity were related to Qaen city with 29 species and Birjand City with 13 Species, respectively.

Keywords: Abundance Index, Diversity, Frequency, Shannon–Wiener Index, Uniformity

1, 2 and 3- Student in Weed Science and Assistant Prof., Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture Birjand and Associate Prof., Iranian Research Institute of Plant Protection, Weed Research Department, Tehran, Iran, respectively.
(* - Corresponding Author E-mail: Hosseini1350@gmail.com)

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 359

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 4، شماره 4، زمستان 1391، ص. 359

Effect of different nitrogen fertilizers and various mulches rates on yield and yield components of garlic *(Allium sativum* L.)

A. Mollafilabi[1], S. Khorramdel[2*] and H. Shoorideh[3]

Submitted: 15-03-2012
Accepted: 21-07-2012

Abstract

In order to investigate the effects of nitrogen application rates and different planting beds on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.), a field experiment was conducted as split plot based on a randomized complete block design with four replications at the Agricultural Research Station, Azad University of Torbat-e-Jam, Iran, during 2009-2010. Three Nitrogen application rates (0, 50 and 100 kg.ha^{-1}) and seven planting beds (20 and 40 t.ha^{-1} manure, 20 and 30 t.ha^{-1} sand and 5 and 10 t.ha^{-1} wheat straw and control) were allocated to the main and the sub plots, respectively. Results indicated that the simple effects of nitrogen application rate and planting bed were significant ($p\leq0.05$) on the leaf dry weight, bulb number, economical yield, biological yield and HI of garlic. Also, the interaction between nitrogen application rate and planting bed had not significant effect. By increasing in 50 and 100 kg Nitrogen ha^{-1} enhanced economical yield of garlic up to 15 and 20%, respectively. The highest garlic economical yield was observed in 40 kg manure (1085.4 g.m^{-2}) and the lowest was for control (723.5 g.m^{-2}). There was a positive correlation between leaf weight and bulb number with economical and biological yield of garlic. It can be concluded that the agronomic operations enhanced growth characteristics and bulb number of garlic. It seems that increase economical and biological yields of garlic was due to improvement of its growth characteristics and bulb numbers.

Keywords: Bulb number, Manure, Mulch

1, 2 and 3- Faculty Member of Islamic Azad University, Torbat-e- Jam Branch, Torbat-e- Jam, Assistant Prof., College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, PhD Student in Plant Breeding of Tehran University, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author E-mail: khorramdel@um.ac.ir)

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 360

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 4، شماره 4، زمستان 1391، ص. 360

Effects of planting methods on morpho-physiological traits, yield and yield components of forage corn (*Zea mays* L.) cultivars in saline condition

A. Yazdi Motlagh[1*], S. Khavari Khorasani[2], S. Bakhtiari[3] and J. Musa-Abadi[4]

Submitted: 08-04-2012
Accepted: 21-07-2012

Abstract

In order to study the effects of planting pattern on yield and yield components in different cultivars of forage corn (*Zea mays* L.), an experiment was conducted at saline conditions (EC=6.43 $dS.m^{-1}$) of Dasht-e-Malhe, Neyshabour during growing season of 2009-2010. Nine treatments and two furrow planting and furrow bed planting as main plots and three cultivars (KSC 704, ZP 644 and NS540) as sub plots as split plot based on RCBD (Randomized complete block design) were evaluated with three replications. Criteria such as plant and ear height, number of $leaf.plant^{-1}$, number of row/ear, number of $kernel.row^{-1}$, stem diameter, day to tasseling, day to anthesis, anthesis-silking interval (ASI), ear diameter and length quality index, number of $ear.plant^{-1}$, protein percentage and forage yield of corn were measured. The results showed that the significant differences between planting methods and corn cultivars for forage yield and most of measured traits. The highest forage yield (49.13 $t.ha^{-1}$) was belonged to raised bed planting method and KSC 704 corn variety. Superiority of raised bed planting than other methods can be related to its superiority in many of measured traits like plant height, ear no. plant, ear length and ear diameter of corn.

Keywords: Forage yield, Planting method, Salinity

1, 2, 3 and 4- MSc Graduated student of Agronomy, Agronomy and Plant Breeding Department, Azad University, Neyshabour Branch, Neyshabour, Iran, Assistant Prof., Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashhad, Iran., Scientific Membrane of Azad University, Neyshabour branch, Neyshabour, Iran and MSc Graduated student of plant breeding, Agronomy and Plant Breeding Department, Zabol University, Zabol, Iran.
(*- Corresponding Author E-mail: ali.yazdi.f@gmail.com)

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 361

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 4، شماره 4، زمستان 1391، ص. 361

Evaluation of duck efficiency as a biocontrol agent on weed density and diversity in rice-duck farming (*Oryza sativa* L.)

M. Mohammadi[1], H. Pirdashti[2*], G. Aghajaniye Mazandarani[3] and S.Y. Mosavi Toghani[4]

Submitted: 13-04-2012
Accepted: 21-07-2012

Abstract

In order to evaluate the effect of ducks number on weeds diversity and density in paddy fields, an experiment was conducted at Sari Agricultural Sciences and Natural Resource University during growing season of 2011-2012. Experiment was arranged in split plot based on complete randomized block design with four replications. Main factors were duck number at three levels (consisting of control, 400 and 800 ducks.ha^{-1}) and sub plots were three contrast cultivars (including Tarom as a traditional, and Shirodi and Ghaem as improved cultivars). Results of ANOVA showed highly significant differences between ducks, cultivars and ducks × cultivar interaction in terms of weeds density including nutsedge (*Cyperus* spp. L.), common Water-plantain (*Alisma plantago-aquatica* L.), barnyard grass *(Echinochloa crus-galli* L.), duckweed (*Lemna minor* L.), azolla *(Azolla pinata* R.Br.) and paddy yield. Accordingly, the lowest weed density and diversity were recorded at 800 and 400 ducks.ha^{-1}, respectively. Among rice cultivars Tarom and Ghaem had the minimum and the maximum weeds density and diversity. The highest nutsedge density (67 plant.m^{-2}) was related to Ghaem cultivar in control (without duck) plots as much as 97% higher than 800 ducks.ha^{-1}. Maximum paddy yield was observed in 800 ducks.ha^{-1} in Shirodi (5.3 t.ha^{-1}), Ghaem (4.3 t.ha^{-1}) and Tarom (3.6 t.ha^{-1}) as much as 23, 7 and 20% higher than those cultivars in 400 ducks.ha^{-1}, respectively. Finally, in the current research conditions using 800 ducks.ha^{-1}and Tarom cultivar resulted the best performance because of the lowest weed diversity and density as compared to other treatments.

Keywords: *Azolla*, Barnyard grass, Duck weed, Nutsedge, Paddy yield

1, 2, 3 and 4- MSc Student of Agronomy, Associate Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Agriculture Instructor in Department of Irrigation and Agriculture Expert, Genetic and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran,
(* - Corresponding Author E-mail: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 362

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 4، شماره 4، زمستان 1391، ص. 362

Physiological responses of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) to water limitation

E. Rezaei Chiyaneh[1*], S. Zehtab Salmasi[2], K. Ghassemi Golezani[2] and A. Delazar[3]

Submitted: 19-04-2012
Accepted: 21-07-2012

Abstract

Two field experiments were conducted at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran during 2009-2010 and 2010-2011, to evaluate the response of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) landraces to limited irrigation. Experiments were arranged as split plot based on randomized complete block design in three replications with irrigation treatments (Irrigation after 60, 90, 120 and 150 mm evaporation from class A pan) in main plots and landraces (Hamdan, Ezmir and Gaziantep) in subplots. Chlorophyll a, Chlorophyll b and Proline contents, soluble carbohydrates, relative water content and leaf water potential of fennel were recorded at flowering stage. The results showed that the all traits of fennel were significantly affected by limited irrigation. Chlorophyll a, chlorophyll b, relative water content and leaf water potential decreased by 30, 24, 27 and 41%, but proline and soluble carbohydrate increased by 41 and 23%, respectively, due to water deficit. Ezmir and Hamdan were more drought tolerant than Gaziantep land race. Therefore, fennel plant uses osmoregulation by increasing proline and soluble carbohydrate in order to tolerate water limitation.

Keywords: Chlorophyll, Leaf water potential, Relative water content, Proline, Soluble carbohydrate

1, 2 and 3- PhD student in agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Prof. of Department of Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, Tabriz University and Prof. of Faculty of Pharmacy and Drug Applied Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran, respectively.
(* - Corresponding Author E-mail:Ismaeil.rezaei@gmail.com)