نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 4، زمستان 1396، ص. 675-662

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 4, Winter 2018, P. 662-675

برهم‌کنش محدودیت تشعشع و نیتروژن بر رقابت دو گیاه چهارکربنه ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) و تاج‌خروس سفید (*Amaranthus albus* L.)

سارا پرنده[1*]- سید وحید اسلامی[2]- مجید جامی‌الاحمدی[3]

تاریخ دریافت: 1395/11/19
تاریخ پذیرش: 1396/05/17

چکیده

به‌منظور بررسی توان رقابتی علف‌هرز تاج‌خروس سفید در مزرعه ارزن و واکنش رشد و عملکرد این گیاهان به برهم‌کنش مقادیر مختلف تشعشع و نیتروژن، دو آزمایش مجزا بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال 1394 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام گرفت. تشعشع به عنوان عامل اصلی در سه سطح (عدم سایه‌دهی، 41 و 75 درصد سایه‌دهی) و تراکم تاج‌خروس سفید به عنوان عامل فرعی در سه سطح (0، 12 و 24 بوته در متر مربع) در دو آزمایش مجزا، یکی در شرایط کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و دیگری در شرایط عدم کاربرد نیتروژن بررسی گردید. کاربرد نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع، درصد ورس، تعداد برگ، طول پانیکول، زیست توده و عملکرد دانه ارزن و همچنین ارتفاع تاج‌خروس سفید گردید. سایه‌دهی در سطح 75 درصد منجر به افزایش درصد ورس ارزن و کاهش زیست توده و عملکرد دانه آن گردید و در عین حال ارتفاع بوته تاج‌خروس را افزایش و تعداد شاخه و بذر آن را کاهش داد. تأثیر تراکم تاج‌خروس سفید نیز بر ارتفاع، قطر ساقه و عملکرد دانه ارزن و همچنین ارتفاع، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد بذر در بوته تاج‌خروس سفید معنی‌دار بود و در بالاترین سطح منجر به کاهش 21 درصدی عملکرد دانه ارزن در مقایسه با شاهد گردید. بر اساس نتایج، سایه می‌تواند باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی و کاهش تولید بذر در تاج‌خروس شود. همچنین به نظر می‌رسد کمبود نیتروژن، کاهش قدرت رقابت علف‌هرز و از طرف دیگر کاهش تولید بذر و ایجاد آلودگی کمتری را به دنبال دارد.

واژه‌های کلیدی: تداخل، سایه‌دهی، صفات مورفولوژیک، عملکرد

مقدمه

ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) گیاهی مقاوم به خشکی با مصرف دوگانه و جزو غلات دانه ریز است که در نواحی وسیعی از جهان کشت می‌گردد. رشد سریع، تطابق بالا در نواحی گرمسیری، تحمل نسبی در مقابل خشکی و شوری، درصد بالای پروتئین، پربرگی، خوش‌خوراکی و عدم وجود اسید پروسیک، توانایی تولید بالای آن در نواحی گرم و خشک و بالا بودن کارایی مصرف آب آن نسبت به گونه‌های سه کربنه، همگی باعث شده که به صورت گیاه ایده‌آلی برای کشت در نواحی گرم و خشک که با محدودیت آب مواجه هستند، محسوب گردد (25). ژنوتیپ‌های مختلف ارزن به دلیل کوتاه بودن فصل رشد و داشتن برخی خصوصیات ویژه به آب کمتری نیاز دارند و می‌توانند در شرایط مساعد محیطی نسبت به سایر غلات محصول بیشتری تولید کنند (24).

از جمله عوامل به‌زراعی که می‌تواند در نیل به افزایش محصولات زراعی و مقابله با فشار علف‌های هرز در مزارع بکار رود، استفاده از گونه‌های با قدرت رقابتی بالا و مصرف کود نیتروژن می باشد. از میان عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه (خصوصاً سه عنصر N، P، K) نیتروژن اثر عمده‌ای در رشد داشته و در آزمایش‌های مختلف ارتباط مستقیم آن با رشد بوته ارزن و عملکرد دانه ثابت شده است (37). در غلات، نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته، تعداد دانه و وزن دانه‌ها را افزایش می‌دهد. این عنصر بیش از عناصر غذایی دیگر در بوم نظام‌های زراعی تلف شده و مقدار جذب آن کمتر از نصف مقدار به‌کاررفته می‌باشد (34). مقدار نیتروژن خاک می‌تواند بر رقابت گیاه زراعی- علف‌هرز تأثیرگذار باشد (8). تحقیقات انجام شده بر تأثیر نیتروژن روی رقابت گیاه زراعی- علف‌هرز نتایج متفاوتی به همراه داشته است. تحقیقات نشان داده است که گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز بطور بالقوه در سطوح بالای نیتروژن خاک پاسخ‌های کاملا متفاوتی می‌دهند (7). بعضی از تحقیقات گزارش کرده‌اند که افزودن نیتروژن قدرت رقابت علف‌های‌هرز را نسبت به گیاه زراعی افزایش می‌دهد و عملکرد گیاه زراعی تغییر نکرده یا کاهش می‌یابد

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: Sara.parande@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jpp.v31i4.61020

که این موضوع شاید به علت افزایش توانایی علف‌های‌هرز در جذب این عناصر باشد (3). ایزدی و همکاران (23)، در بررسی اثر نیتروژن و تداخل علف‌های هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium album*) بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن (*Panicum miliaceum*)، بیان کردند که تداخل این علف‌های هرز باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ارزن گردید؛ همچنین به دلیل فشار زیاد ناشی از رقابت سلمه و تاج‌خروس بر ارزن، افزایش نیتروژن موجب کاهش عملکرد ارزن شد. شایان ذکر است در برخی موارد نیز افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی در برابر علف‌های‌هرز می‌گردد. نتایج تحقیق ایوانز و همکاران (15)، نشان دهنده افزایش قدرت رقابت ذرت در برابر علف‌های هرز به واسطه افزایش مصرف نیتروژن بود. اگرچه نیتروژن بر رشد اکثر گیاهان اثر افزایشی دارد، اما این اثر در گیاهان C_3 و C_4 متفاوت است. گیاهان C_3 بیشتر نیتروژنی که جذب می‌کنند صرف ساختن آنزیم روبیسکو کرده و نیتروژن کمتری را به رشد رویشی خود اختصاص می‌دهند، اما گیاهان C_4 سریعاً تمام نیتروژن جذب کرده را صرف رشد اندام‌های رویشی کرده و از یک طرف با افزایش سطح برگ و افزایش سنتز کلروفیل باعث بالا بردن کارایی فتوسنتز شده و روی گیاه دیگر سایه‌اندازی کرده و از رشد آن می‌کاهد (31). از طرف دیگر با توسعه ریشه، آب و مواد غذایی را جذب کرده و دیگر گیاهان را در محدودیت غذایی قرار می‌دهد. در مجموع می‌توان گفت خسارت علف‌های‌هرز C_4 بیشتر از علف‌های‌هرز C_3 است و می‌توان نتیجه گرفت که گیاهان C_4 به نیتروژن واکنش مثبت‌تری نسبت به گیاهان C_3 از خود نشان می‌دهند (31).

واکنش به نیتروژن در گیاهان در حال رقابت می‌تواند تحت تأثیر دسترسی تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) و حداکثر سرعت رشد پتانسیل قرار بگیرد که نیاز به نیتروژن را تعیین می‌کنند (19).

نور یکی از عوامل محیطی است که معمولاً میزان تولید گیاهان رابطه مستقیم با مقدار نور جذب شده دارد (38). بسیاری از علف‌های هرز هنگامی که از نور زیاد به سایه منتقل می‌شوند، مانند آنچه که در یک کانوپی بسته رخ می‌دهد، سازگاری‌هایی را اتخاذ می‌کنند که اثرات محدود کنندگی سایه را کاهش می‌دهد. هنگامی که گیاهان در معرض سایه قرار می‌گیرند، معمولاً واکنش‌هایی مانند افزایش ارتفاع و نسبت سطح برگ در آنها صورت می‌گیرد که می‌تواند کاهش میزان فتوسنتز و تولید بیوماس را جبران نماید. البته هنگامی که کاهش نور شدید باشد، تولید بذر، تولید مثل رویشی از طریق پنجه‌ها، ریزوم‌ها، و غده‌ها به طور کلی کاهش می‌یابند (43). از جمله پیامدهای ناشی از حضور علف‌های هرز در جامعه گیاهی، کاهش تشعشع رسیده به درون تاج پوشش گیاهی می‌باشد. سازگاری گیاه زراعی و علف‌های هرز به تراکم عموماً به صورت افزایش ارتفاع بوته، حجم پوشش گیاهی، شاخص سطح برگ، کاهش تولید غده، تخصیص ماده خشک بیشتر به لایه‌های بالایی تاج پوشش و تغییر در فنولوژی گیاه نمایان می شود (40). علف هرز تاج‌خروس گیاهی چهار کربنه و یک ساله تابستانه است که بذر بسیار زیادی تولید می‌نماید. ساقه آن بلند و افراشته بوده اما در برخی شرایط قادر است تا در هنگامی که تنها چندین سانتی‌متر طول دارد نیز بذر بدهد (21). این علف‌هرز یکی از مهمترین علف‌های‌هرز در جهان می‌باشد که در اکثر مناطق معتدله و گرمسیری دنیا یافت شده و سبب کاهش عملکرد گیاهان زراعی از طریق رقابت می‌شود. گونه‌های تاج‌خروس مشکل‌سازترین علف‌های هرز مزارع ارزن به حساب می‌آیند (17).

اطلاعات اندکی در مورد تحمل به سایه و اثر نیتروژن بر رشد و نمو ارزن و در رقابت با علف‌های‌هرز وجود دارد. اگر تاج‌خروس به سایه تحمل نداشته باشد، راهبردهای مدیریتی برای فراهم آوردن شرایط برای بسته‌شدن هرچه سریعتر کانوپی (سایه‌دهی)، می‌تواند یک ابزار مدیریتی مفید برای این گونه‌های علف‌هرزی باشد. بنابراین، هدف از این تحقیق، بررسی اثرات سایه‌دهی و مصرف نیتروژن بر خصوصیات رشدی ارزن دم‌روباهی در رقابت با تاج‌خروس است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی رقابت ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) با تاج‌خروس سفید (*Amaranthus albus* L.) در سطوح مختلف تشعشع و نیتروژن، دو آزمایش مجزا بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در تابستان سال 1394 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی 32 درجه و 56 دقیقه شمالی، طول جغرافیایی 59 درجه و 13 دقیقه شرقی و ارتفاع 1480 متر از سطح دریا انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سایه‌دهی به عنوان عامل اصلی در سه سطح (عدم سایه‌دهی، 41 و 75 درصد سایه‌دهی) و تراکم تاج‌خروس سفید به عنوان عامل فرعی در سه سطح (0، 6 و 12 بوته در یک متر ردیف طولی معادل 0، 12 و 24 بوته در متر مربع) بود که در دو آزمایش مجزا، یکی در شرایط کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره (در سه مرحله کاشت، پنجه‌زنی و پیش از ظهور پانیکول) و دیگری در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن، انجام شد. قبل از کاشت، نمونه‌برداری از عمق 30-0 سانتی‌متری خاک محل آزمایش برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و میزان مورد نیاز عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم انجام شد.

برای آماده‌سازی زمین پس از شخم، کلوخه‌ها توسط دیسک نرم شده و در نهایت زمین با لولر تسطیح گردید. کوددهی براساس نیاز (50 کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و 50 کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم) پس از تسطیح زمین صورت گرفت و روش آبیاری به صورت جوی و پشته انجام شد. هر کرت شامل 4 ردیف به طول 4 متر با فاصله ردیف‌های کاشت 50 سانتی‌متر و به عبارتی ابعاد هر کرت 8 متر مربع بود.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Soil physicochemical properties of experiment site

شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	بافت Texture	FC (%)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
50	38	12	Loam	17	8.16	5.26	0.03	12	250

فاصله بین کرت‌های اصلی چهار پشته معادل 2 متر، فاصله بین کرت‌های فرعی از یکدیگر یک پشته معادل 0/5 متر، فاصله بین تکرارها 2 متر و فاصله دو آزمایش از یکدیگر 3 متر در نظر گرفته شد. رقم ارزن مورد استفاده در این آزمایش، رقم باستان و تراکم کشت 60 بوته در متر مربع بود. کاشت علف‌هرز تاج‌خروس سفید به‌طور همزمان با ارزن در زمین اصلی انجام شد به این صورت که بذور ارزن و تاج خروس سفید با فاصله 15 سانتی‌متر از یکدیگر و در طرفین پشته کشت شدند. کود نیتروژن در سه مرحله (زمان کاشت، مرحله پنجه زنی و پیش از ظهور پانیکول) در آزمایش کاربرد کود نیتروژن (150 کیلوگرم در هکتار) مورد استفاده قرار گرفت. سایه‌دهی با استفاده از توری‌های سایبان (از جنس فیبر و دارای پوشش پلی‌اتیلن به همراه UV با درصد کاهش نور متفاوت) اعمال شد. برای این منظور تعداد 12 داربست به ابعاد 4/5 در 7/5 متر به ارتفاع 2 متر روی بلوک‌های مورد نظر در هر تکرار قرار داده شدند و تعداد 6 داربست با توری 41 درصد سایه‌دهی و 6 داربست نیز با توری 75 درصد سایه‌دهی پوشانده شدند. میزان نور عبوری از توری‌ها در طی فصل نیز با اندازه‌گیری تشعشع در بالا و پایین توری پایش گردید. در پایان دوره رشد قبل از برداشت، صفات مورفولوژیک ارزن شامل ارتفاع بوته، طول پانیکول، طول پدانکل، قطر ساقه، تعداد برگ و درصد ورس و صفات مورفولوژیک تاج‌خروس شامل ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، و همچنین عملکرد دانه و زیست توده ارزن و نیز تعداد بذر در بوته و زیست توده تاج‌خروس سفید اندازه‌گیری شدند. برای اندازه-گیری ارتفاع بوته، طول پانیکول، طول پدانکل، قطر ساقه، تعداد برگ و تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد 5 بوته به‌طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری بر روی ساقه اصلی انجام شد. جهت تعیین زیست توده، گیاهان نصف کرت با رعایت اثر حاشیه برداشت و توزین شدند، و پس از بوجاری، عملکرد دانه آنها در متر مربع تعیین گردید. در پایان پس از اطمینان از همگن بودن واریانس خطای دو آزمایش از طریق آزمون بارتلت، تجزیه مرکب و تحلیل آنها به کمک نرم افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD حفاظت شده در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک ارزن دم‌روباهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد نیتروژن، تأثیر معنی‌داری در سطح 5% بر ارتفاع، درصد ورس، و طول پانیکول و همچنین تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر قطر ساقه و تعداد برگ در بوته داشت (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در شرایط مصرف کود بدست آمد که نسبت به عدم مصرف آن 7 درصد افزایش نشان داد (جدول 3). این افزایش ارتفاع با مصرف نیتروژن در ارزن می‌تواند قابل انتظار باشد، زیرا نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی بوته‌های ارزن شده و همچنین مصرف نیتروژن از طریق افزایش دوام و شاخص سطح برگ باعث ایجاد شرایط مطلوب‌تری برای استفاده از نور خورشید و تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد. دوام بیشتر سطح برگ در اثر مصرف نیتروژن در مطالعه وارگا و همکارانش (39) ارائه شده است. اسدی و همکاران (6)، با مطالعه‌ی واکنش گندم (*Triticum aestivum* L.) به تنش رقابت و سطوح مختلف نیتروژن نشان دادند که بیشترین ارتفاع گندم در بالاترین سطح نیتروژن (150 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. در مقابل در تحقیق حاضر بیشترین میانگین قطر ساقه ارزن در حالت عدم کاربرد نیتروژن بدست آمد که نسبت به کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن حدود 9 درصد بیشتر بود (جدول 3). با افزودن نیتروژن تقسیم سلولی و در نتیجه رشد طولی ساقه افزایش می‌یابد بنابراین ارتفاع گیاه به سرعت زیاد شده و ممکن است زمان کافی برای انباشتن مواد در دیواره سلولی و افزایش قطر ساقه وجود نداشته باشد (5). البته این افزایش ارتفاع و کاهش قطر ساقه با کاربرد نیتروژن سبب افزایش 27 درصدی میزان ورس بوته‌ها شد (جدول 3). مصرف زیاد نیتروژن باعث تأخیر در رسیدگی، رشد رویشی بیش از حد و حساسیت به خوابیدگی می‌گردد. موسوی و همکاران (29) نیز در گندم گزارش کردند که کود نیتروژن منجر به افزایش پدیده ورس و از این رو مانع بهره‌گیری گندم از کود پایه نیتروژن شد.

نتایج بدست آمده در مورد صفت تعداد برگ در بوته ارزن نشان داد که با کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تعداد برگ در بوته 13 درصد در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن افزایش نشان داد (جدول 3). احمدی‌نژاد و همکاران (2)، نیز در بررسی خود در گندم مشاهده نمودند که تعداد برگ در تیمار 150 کیلوگرم کود اوره در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد کود اوره) 11 درصد افزایش یافت. نیتروژن بر واکنش‌های بیوشیمیایی، افزایش دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر در اندام‌های هوایی مؤثر است (2). نتایج حاکی از آن بود که طول پانیکول ارزن در تیمار کاربرد نیتروژن با میانگین 14/4

سانتی‌متر بیشتر از تیمار عدم کاربرد آن با میانگین 12/5 سانتی‌متر بود (جدول 3). نتایج تحقیق مهربانیان و فرح بخش (28) بر روی رقابت علف‌هرز چاودار (*Secale cereale* L.) با گندم تحت کاربرد کود نیتروژن نشان داد که با افزایش نیتروژن طول خوشه گندم افزایش یافت و بیشترین طول خوشه در تیمار 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بدون رقابت با چاودار به دست آمد.

در بین صفات مورفولوژیک، اثر سایه‌دهی در سطح 1 درصد بر صفات قطر ساقه، درصد ورس و طول پانیکول معنی‌دار بود (جدول 2). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین میانگین قطر ساقه ارزن در حالت عدم سایه‌دهی بدست آمد که مقدار آن نسبت به تیمار 75 درصد سایه‌دهی 44 درصد بیشتر بود (جدول 3). در شرایط سایه دهی، عدم تخریب هورمون اکسین باعث نازک‌تر شدن میانگره‌ها می‌شود به گونه‌ای که بوته‌ها در شرایط نور ضعیف‌تر، دارای قطر ساقه کم‌تر، ضعیف‌تر و حساس‌تر به خوابیدگی هستند (13). نتایج بدست آمده در مورد اثر اصلی سایه‌دهی بر درصد ورس نشان داد که میزان ورس در تیمار 75 و 41 درصد سایه‌دهی به ترتیب 275 درصد و 159 درصد بیشتر از تیمار شاهد (عدم سایه‌دهی) بود (جدول 3). همانطور که در این بررسی مشاهده گردید سایه منجر به کاهش قطر ساقه شد که این عامل در افزایش ورس گیاه نقش داشته است. از جمله عواملی که ورس را تحت تأثیر قرار می‌دهد، طول دوره رشد، تشعشع، آب و عناصر غذایی است به طوری‌که با افزایش طول دوره رویشی و دریافت تشعشع بیشتر، گیاه بزرگتر شده و از قطر ساقه بیشتری برخوردار خواهد بود (42)، در نتیجه برای افزایش استحکام ساقه، نیاز به دریافت و جذب تشعشع مطلوب می‌باشد (13). بیشترین طول پانیکول در تیمار عدم سایه‌دهی بدست آمد در حالی‌که در تیمار 75 درصد سایه‌دهی میانگین طول پانیکول 21 درصد کاهش یافت (جدول 3). کاهش طول پانیکول تحت سایه‌اندازی با نتایج مطالعه ارادتمند اصلی و جاماسبی (14) در برنج (*Oryza Sativa*) مطابقت دارد. احتمالاً دلیل این کاهش در نتیجه بروز برخی تغییرات در دوره گلدهی بوده که شاید مهمترین آن، تأثیر مستقیم بر اندازه تخمدان و همچنین کاهش منابع تولید اسیمیلات باشد (14). در این ارتباط نتایج مشابهی بر روی گندم نیز توسط سینگ و جنر (33) ارائه شده است.

تراکم تاج‌خروس سفید نیز تنها بر صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه ارزن در سطح 1 درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول 2). مقایسه میانگین‌های ارتفاع ارزن در تراکم‌های مختلف تاج‌خروس سفید نشان داد که در بیشترین تراکم علف‌هرز (24 بوته در متر مربع)، ارزن کمترین ارتفاع را داشت که نسبت به تراکم 12 بوته در متر مربع 6/6 درصد کاهش نشان می‌دهد (جدول 3). به‌نظر می‌رسد رقابت در تراکم کمتر تاج‌خروس سفید موجب افزایش ارتفاع شده، اما تراکم زیاد و تشدید رقابت موجب محدودیت منابع و کاهش شدید رشد گردیده است. اسدی و همکاران (6)، با مطالعه‌ی واکنش گندم به تنش رقابت و سطوح مختلف نیتروژن بیان کردند که بوته‌های گندم کمترین ارتفاع را در شرایط وجود رقابت و سطوح پایین نیتروژن داشتند. کمترین قطر ساقه ارزن نیز در بیشترین تراکم تاج‌خروس (24 بوته در متر مربع) بدست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تراکم کمتر تاج‌خروس (12 بوته در متر مربع) نشان داد (جدول 3). به نظر می‌رسد که افزایش تراکم باعث تشدید رقابت بین گیاهان برای جذب منابع محیطی می‌گردد و در این میان قطر ساقه هم تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. در مطالعه اثر کنترل علف‌های‌هرز و تراکم بوته بر عملکرد و صفات ارقام سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.) *Moench*)، بیشترین قطر ساقه با میانگین 1/29 در تیمار کنترل کامل علف‌هرز در چین اول و کمترین آن نیز در تیمار عدم کنترل علف‌هرز در چین دوم به دست آمد (4).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین اثرات متقابل، اثر متقابل نیتروژن و تراکم تاج‌خروس سفید بر قطر ساقه در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). کمترین قطر ساقه با میانگین 3/62 میلی‌متر در تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم 24 بوته در متر مربع تاج‌خروس بدست آمد که نسبت به شاهد (عدم مصرف نیتروژن و تراکم صفر تاج‌خروس) 19 درصد کاهش نشان داد (جدول 4). در مورد اثر متقابل نیتروژن و سایه‌دهی بر ارتفاع و درصد ورس گیاه ارزن اگرچه تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 2)، اما کمترین ارتفاع از تیمار 75 درصد سایه‌دهی و عدم مصرف نیتروژن بدست آمد در حالی‌که بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار 41 درصد سایه‌دهی و مصرف 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بود (جدول 4). به نظر می‌رسد کمبود نیتروژن قابل دسترس برای گیاه و همچنین کاهش شدت تشعشع رسیده به گیاه در حدی که عاملی محدودکننده برای رشد شود، باعث کاهش بیشتری در میزان رشد و نمو گیاهان گردیده است که این موضوع با گزارش گیبسون و همکاران (16) نیز مطابقت دارد. در ارتباط با درصد ورس نیز، بیشترین مقدار ورس (با میانگین 50 درصد) در تیمار 75 درصد سایه‌دهی با مصرف 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده گردید، در حالی‌که این میزان در تیمار عدم کاربرد نیتروژن و عدم اعمال سایه‌دهی تنها حدود 7 درصد بود (جدول 4). در هر دو شرایط کاربرد یا عدم کاربرد نیتروژن، کمترین میزان ورس در شرایط عدم سایه‌دهی مشاهده شد. اما با کاربرد نیتروژن بیشترین میزان وقوع ورس در شرایط عدم سایه‌دهی بود. در شرایط عدم سایه‌دهی نیتروژن تأثیر بیشتری بر ورس گذاشته، زیرا سایه‌دهی برای گیاه منجر به تأخیر در واکنش به نیتروژن می‌گردد (19).

عملکرد دانه و زیست توده ارزن دم‌روباهی

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که کاربرد نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح 5 درصد بر زیست توده و عملکرد دانه ارزن دم‌روباهی داشت (جدول 2). با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به 150 کیلوگرم در هکتار، میانگین عملکرد دانه ارزن 18/8 درصد افزایش پیدا کرد (جدول 3).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica*)

Table 2- Variance analysis results for the investigated traits of foxtail millet (*Setaria italica*)

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean Square							
		ارتفاع Height	قطر ساقه Stem Diameter	ورس Lodging	طول پانیکول Panicule length	طول پدانکل Peduncle length	تعداد برگ در بوته No. Leaf/plant	زیست توده Biomass	عملکرد دانه Grain yield
نیتروژن Nitrogen	1	1117.03*	1.50**	633.80*	52.57*	30.68 ns	17.57**	29.94*	3.06*
خطای نیتروژن Error Nitrogen	4	165.64	0.18	234.26	2.98	6.87	1.13	3.81	0.51
سایه‌دهی Shading	2	326.46 ns	10.50**	4709.72**	46.81**	5.06 ns	2.26 ns	57.91**	25.74**
نیتروژن×سایه‌دهی Nitrogen*Shading	2	167.15 ns	0.11 ns	250.46 ns	0.91 ns	14.97 ns	1.92 ns	3.77 ns	1.61 ns
خطای اول Error a	8	134.33	0.12	68.29	5.00	7.39	1.16	6.42	0.47
تراکم تاج‌خروس Pigweed density	2	382.89**	1.42**	51.39 ns	2.88 ns	0.43 ns	0.12 ns	5.45 ns	1.89*
نیتروژن×تراکم تاج‌خروس Nitrogen*Pigweed density	2	57.25 ns	0.99*	19.91 ns	1.25 ns	5.72 ns	0.10 ns	1.42 ns	1.57*
سایه‌دهی×تراکم تاج‌خروس Shading* Pigweed density	4	50.57 ns	0.27 ns	36.11 ns	1.07 ns	12.37 ns	0.22 ns	1.76 ns	0.25 ns
نیتروژن×سایه‌دهی×تراکم تاج‌خروس Nitrogen*Shading* Pigweed density	4	78.22 ns	0.46 ns	11.57 ns	1.30 ns	3.34 ns	0.67 ns	6.06*	0.55 ns
خطای باقیمانده Error	24	42.06	0.20	68.75	1.48	6.83	0.50	2.16	0.45
کل Total	53	117.86	0.70	264.54	4.78	7.48	1.05	5.60	1.59
ضریب تغییرات (درصد) C.V.	-	5.29	10.99	28.99	9.05	12.09	7.91	18.65	24.09

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و عدم معنی‌داری

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

جدول ۳- مقایسه میانگین های اثرات نیتروژن، سایه‌دهی و تراکم تاج‌خروس بر صفات مورد بررسی ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica*)

Table 3- Means comparisons for effects of nitrogen, shading and pigweed density on the investigated traits of foxtail millet (*Setaria italica*)

تیمار Treatment	ارتفاع Height (cm)	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	ورس Lodging (%)	طول پانیکول Panicule length (cm)	طول پدانکل Peduncle length (cm)	تعداد برگ در بوته No. Leaf/plant	زیست توده Biomass (ton/ha)	عملکرد دانه Grain yield (ton/ha)
نیتروژنNitrogen								
0 Kg/ha	118.1 b	4.21 a	25.2 b	12.5 b	20.9 a	8.4 b	7.13 b	2.55 b
150 Kg/ha	127.2 a	3.87 b	32.0 a	14.4 a	22.4 a	9.5 a	8.62 a	3.03 a
سایه‌دهیShading								
0%	121.9 a	4.87 a	11.7 c	14.7 a	21.9 a	9.0 a	9.67 a	3.70 a
41%	127.2 a	3.89 b	30.3 b	14.0 a	21.9 a	9.3 a	7.88 ab	3.24 a
75%	118.8 a	3.36 c	43.9 a	11.6 b	21.0 a	8.6 a	6.08 b	1.44 b
تراکم تاج‌خروس Pigweed density								
0 plant/m^2	120.6 b	4.17 a	26.7 a	13.8 a	21.8 a	8.9 a	8.26 a	3.08 a
12 plant/m^2	127.9 a	4.24 a	29.7 a	13.5 a	21.5 a	9.0 a	8.12 ab	2.86 ab
24 plant/m^2	119.4 b	3.72 b	29.4 a	13.0 a	21.5 a	9.0 a	7.25 b	2.44 b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند.

Means with same letters in each column are not significantly different based on LSD test at 5% probability level

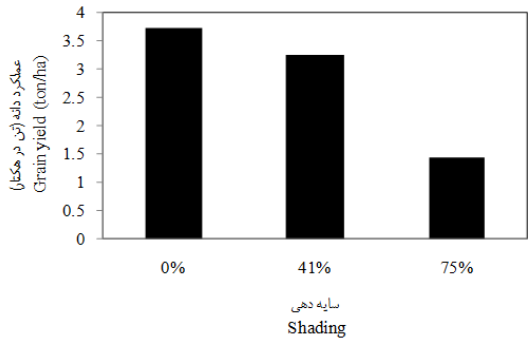
جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل بر صفات مورد بررسی

Table 4- Means comparisons for interactions effects on investigated traits

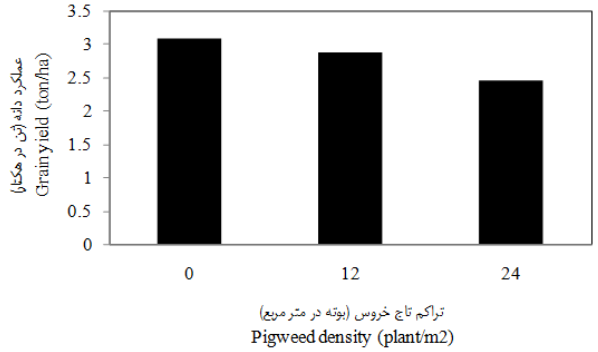
نیتروژن Nitrogen	سایه‌دهی Shading	ارتفاع Height (cm)		قطر ساقه Stem Diameter (mm)		ورس Lodging (%)		طول پانیکول Panicule length (cm)		طول پدانکل Peduncle length (cm)		تعداد برگ در بوته No. Leaf/plant		زیست توده Biomass (ton/ha)		عملکرد دانه Grain yield (ton/ha)	
	0%	120.6	b	5.12	a	6.7	d	13.5	b	20.1	b	8.6	c	8.39	b	3.12	b
0 Kg/ha	41%	122.1	b	4.00	c	31.1	b	13.3	b	22.0	ab	8.4	c	7.42	bc	3.14	b
	75%	111.5	c	3.51	de	37.8	b	10.6	c	20.4	b	8.3	c	5.58	d	1.40	c
	0%	123.2	b	4.62	b	16.7	c	15.9	a	23.6	a	9.5	b	10.05	a	4.28	a
150 Kg/ha	41%	132.3	a	3.79	cd	29.4	b	14.7	a	21.9	ab	10.2	a	8.34	b	3.34	b
	75%	126.1	ab	3.22	e	50.0	a	12.7	b	21.6	ab	8.9	bc	6.58	cd	1.47	c
Nitrogen	Pigweed density																
	0 plant/m^2	115.7	b	4.48	a	22.8	b	12.5	c	21.0	a	8.4	b	7.42	abc	2.58	bc
0 Kg/ha	12 plant/m^2	125.3	a	4.53	a	25.6	ab	12.6	c	20.2	a	8.4	b	7.16	bc	2.55	bc
	24 plant/m^2	113.2	b	3.62	b	27.2	ab	12.3	c	21.3	a	8.5	b	6.82	c	2.53	bc
	0 plant/m^2	125.5	a	3.86	b	30.6	ab	15.1	a	22.6	a	9.4	a	9.11	a	3.57	a
150 Kg/ha	12 plant/m^2	130.5	a	3.94	b	33.9	a	14.4	ab	22.8	a	9.7	a	9.08	ab	3.17	ab
	24 plant/m^2	125.5	a	3.82	b	31.7	ab	13.8	b	21.7	a	9.6	a	7.67	abc	2.35	c
Shading	Pigweed density																
	0 plant/m^2	118.7	c	5.19	a	10.8	c	15.0	a	21.8	ab	9.0	ab	10.54	a	4.08	a
0%	12 plant/m^2	130.2	ab	4.94	ab	12.5	c	14.7	a	21.9	ab	9.2	ab	10.01	ab	3.60	a
	24 plant/m^2	116.7	c	4.48	bc	11.7	c	14.4	a	21.9	ab	8.9	ab	8.45	abc	3.43	ab
	0 plant/m^2	125.0	abc	3.74	de	30.0	b	14.9	a	21.0	ab	9.2	ab	8.29	bc	3.63	a
41%	12 plant/m^2	132.9	a	4.25	cd	29.2	b	13.8	a	23.4	a	9.1	ab	8.07	bc	3.40	ab
	24 plant/m^2	123.6	bc	3.68	e	31.7	b	13.4	ab	21.4	ab	9.5	a	7.28	cd	2.69	b
	0 plant/m^2	118.1	c	3.57	ef	39.2	ab	11.5	c	22.5	ab	8.4	b	5.96	d	1.52	c
75%	12 plant/m^2	120.5	c	3.52	ef	47.5	a	12.0	bc	19.3	b	8.7	ab	6.26	d	1.59	c
	24 plant/m^2	117.7	c	3.00	f	45.0	a	11.3	c	21.2	ab	8.6	ab	6.01	d	1.21	c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند

Means with same letters in each column are not significantly different based on LSD test at 5% probability level



شکل 1- تأثیر سایه‌دهی بر عملکرد دانه ارزن دم‌روباهی
Figure 1- Effects of shading on grain yield of foxtail millet



شکل 2- تأثیر تراکم تاج‌خروس بر عملکرد دانه ارزن دم‌روباهی
Figure 2- Effects of pigweed density on grain yield of foxtail millet

حاتمی و همکاران (20) نیز با بررسی اثر کود نیتروژن بر رشد و عملکرد ارقام سویا به این نتیجه رسیدند که کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف اوره) منجر به افزایش 28 درصدی عملکرد دانه شد. همچنین با افزایش نیتروژن از صفر به 150 کیلوگرم در هکتار، زیست توده حدود 21 درصد افزایش یافت (جدول 3). شهسواری و صفاری (32) نیز در مطالعه‌ای مزرعه‌ای افزایش وزن خشک اندام هوایی گندم بر اثر مصرف کود اوره را گزارش دادند و بیان نمودند که مصرف نیتروژن تا حدی که مقدار آن در خاک برای رفع نیاز گیاه طی مراحل رشد و نمو آن کافی باشد باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود.

سایه‌دهی نیز تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر زیست توده و عملکرد دانه ارزن داشت (جدول 2). بین تیمارهای عدم سایه‌دهی و 41 درصد سایه‌دهی اختلاف آماری معنی‌داری از نظر عملکرد دانه مشاهده نگردید اما با افزایش شدت سایه‌دهی، به طور معنی‌داری و برابر 61/1 درصد از عملکرد دانه ارزن در مقایسه با تیمار شاهد کاسته شد (جدول 3؛ شکل 1). به طور کلی می‌توان گفت که سایه‌اندازی به دلیل کاهش سنتز کلروفیل، سبب کاهش فتوسنتز در گیاه شده و در نتیجه چنین کاهشی در قدرت منبع، مواد فتوسنتزی کمتری به دانه‌ها انتقال یافته و کاهش تولید ماده خشک، کاهش وزن دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه را به دنبال دارد (30). مقایسه میانگین‌ها حاکی از کاهش 37 درصدی زیست توده ارزن در تیمار 75 درصد سایه‌دهی در مقایسه با شاهد بود (جدول 3). لی و همکاران (26) با بررسی تأثیر سایه بر گندم مشاهده نمودند که در ابتدا با افزایش سطح سایه عملکرد بیولوژیک افزایش یافت ولی در سطح 77 درصد سایه، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت.

تراکم علف‌هرز تاج‌خروس سفید نیز تنها بر عملکرد دانه ارزن معنی‌دار بود (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم تاج‌خروس از صفر به 24 بوته در متر مربع، میانگین عملکرد دانه از 3/08 به 2/44 تن در هکتار (برابر 20/8 درصد) کاهش یافت (جدول 3؛ شکل 2). به نظر می‌رسد که کمبود منابع نیتروژن و تشعشع، سبب محدودیت تولید شده و اعمال رقابت با افزایش تراکم علف‌هرز سبب انحراف منابع از سمت بخش‌های اقتصادی به سمت مقابله با شرایط نامساعد و رقابت با علف‌هرز گردیده است. بسیاری از گونه‌های علف‌های‌هرز در تراکم‌های بالا، نسبت به گیاهان زراعی در جذب مواد معدنی اضافه شده به عنوان کود برتری داشته و به کاهش حاصلخیزی خاک و نهایتاً افت عملکرد گیاهان زراعی منجر می‌شوند (1). هگر و همکاران (18)، نیز در ارزیابی تداخل تاج‌خروس معمولی (*Amaranthus rudis*) با سویا (*Glycine max*) مشاهده کردند که رقابت تاج‌خروس می‌تواند عملکرد سویا را تا 43 درصد کاهش دهد.

اثر متقابل نیتروژن در تراکم تاج‌خروس بر عملکرد دانه در سطح 5 درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل سه گانه نیز بر زیست توده ارزن معنی‌دار بود (جدول 2). اثر متقابل نیتروژن و تراکم تاج‌خروس سفید بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین 3/57 تن در هکتار از کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم حضور علف‌هرز تاج‌خروس بدست آمد که نسبت به تیمار کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم 24 بوته تاج‌خروس، 34 درصد افزایش داشت؛ این موضوع حاکی از افزایش توان رقابتی تاج‌خروس سفید با ارزن در شرایط کاربرد نیتروژن می‌باشد چرا که کاهش عملکرد ارزن در شرایط عدم مصرف نیتروژن در تیمارهای رقابت خیلی کمتر بود، بطوری‌که در شرایط عدم کاربرد نیتروژن و تراکم 24 بوته تاج‌خروس عملکرد ارزن حدود 1 درصد در مقایسه با تراکم 12 بوته تاج‌خروس و عدم کاربرد نیتروژن کاهش پیدا کرد، در حالی‌که با کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم 24 بوته تاج‌خروس عملکرد ارزن 26 درصد در مقایسه با تراکم 12 بوته تاج‌خروس و کاربرد نیتروژن کاهش نشان داد (جدول 4). نتایج آزمایش اسدی و

همکاران (6)، نشان داد که هر دو تیمار نیتروژن و رقابت بر عملکرد و اجزای عملکرد کمی و کیفی گندم تأثیرگذار بودند و بیشترین عملکرد دانه در شرایط عدم رقابت و کاربرد 100 یا 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد و با افزایش شدت رقابت عملکرد دانه کاهش یافت. نتایج چمنی‌اصغری و همکاران (10) نیز نشان داد که افزایش نیتروژن در طول مرحله رشد رویشی می‌تواند توانایی رقابتی یولاف وحشی (*Avena fatua*) را هنگام تداخل با گندم افزایش دهد. اکثر علف‌های‌هرز بیش از میزان مورد نیازشان عناصر غذایی را جذب می کنند و در نتیجه این مصرف‌کننده‌های لوکس ممکن است بیشتر از گیاه زراعی از افزودن کود بهره ببرند (9). در مورد اثر متقابل نیتروژن و سایه‌دهی بر عملکرد دانه، بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار عدم سایه‌دهی و مصرف 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین 4/28 تن در هکتار بود در حالی‌که کمترین عملکرد دانه با میانگین 1/40 تن در هکتار از تیمار 75 درصد سایه‌دهی و عدم مصرف نیتروژن به دست آمد (جدول 4). در هر دو سطح نیتروژن، افزایش سایه‌دهی تقریبا به یک نسبت میزان زیست توده را کاهش داد (حدود 34 درصد) که نشانگر تأثیر زیاد تشعشع بر تولید زیست توده است. کاهش همزمان نیتروژن و سایه‌دهی منجر به کاهش سرعت ماده سازی خالص (NAR) می‌گردد بنابراین کاهش در NAR ناشی از سایه‌دهی، تقاضای نیتروژن را کاهش داده، بنابراین تشعشع می‌تواند نقش مهمی در تعیین واکنش گیاه به دسترسی نیتروژن داشته باشد؛ به عنوان مثال، گیاهی که شدیداً در سایه گیاه دیگری قرار داشته باشد، واکنش کمتری به دسترسی نیتروژن نشان خواهد داد، از طرفی اختصاص زیست توده در داخل گیاه نیز تحت تأثیر نیتروژن و تشعشع تغییر پیدا می‌کند به گونه‌ای که در گیاهان در معرض شدت تشعشع کمتر، ماده خشک بیشتری به بافت برگ در مقایسه با اندام‌های زیرزمینی اختصاص پیدا می‌کند (19).

صفات مربوط به تاج‌خروس سفید

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کاربرد نیتروژن تنها تأثیر معنی داری در سطح 1 درصد بر ارتفاع بوته تاج‌خروس سفید داشت (جدول 5) به گونه‌ای که کاربرد نیتروژن باعث افزایش 8/5 درصدی ارتفاع تاج‌خروس نسبت به عدم کاربرد نیتروژن در مقایسه با افزایش 7/7 درصد ارزن شد (جدول 6). این افزایش در ارتفاع با مصرف نیتروژن به دلیل افزایش رشد رویشی بوته‌های تاج‌خروس سفید می‌باشد. سلیمانی و همکاران (35) نیز گزارش نمودند که افزایش مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش ارتفاع خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) در رقابت با کلزا گردید. نصیری‌نژاد و همکاران (31)، نیز بیان کردند که گیاه C_4 به نیتروژن واکنش بیشتری نشان می‌دهد به این صورت که با افزایش نیتروژن، توانایی رقابتی علف‌هرز C_4 تاج‌خروس افزایش یافت، اما در مقادیر کم نیتروژن گیاهان C_3 مانند سلمه‌تره و آفتابگردان موفق‌تر بودند.

سایه‌دهی تأثیر معنی‌داری در سطح 5 درصد بر تعداد بذر تاج خروس سفید در بوته و در سطح 1 درصد بر تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع و زیست توده آن داشت (جدول 5). بیشترین تعداد بذر در بوته در تیمار عدم سایه‌دهی بدست آمد در حالی‌که کمترین تعداد بذر مربوط به تیمار 75 درصد سایه‌دهی بود (جدول 6). نتایج تحقیقات دسوزا و همکاران (12)، در مورد تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) نیز حاکی از کاهش بذور تولید شده در تاج‌خروس به واسطه سایه‌اندازی ذرت می‌باشد. اعتقاد بر این است که کاهش تشعشع رسیده به گیاه باعث کاهش وزن خشک و در نهایت کاهش تعداد بذور تولید شده در آن می‌گردد (27). در ارتباط با ارتفاع و تعداد شاخه‌های فرعی تاج‌خروس سفید نیز مشاهده گردید که با افزایش سایه‌دهی به طور معنی‌داری از تعداد شاخه فرعی در هر بوته کاهش و بر ارتفاع بوته افزوده شد. تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته تاج‌خروس سفید در تیمار 75 درصد سایه‌دهی شدیداً کاهش پیدا کرد (جدول 6). افزایش شدید ارتفاع تاج‌خروس سفید در تیمار 75 درصد سایه‌دهی ممکن است علت کاهش ارتفاع ارزن در همان تیمار باشد. تاج‌خروس در شرایط محدودیت تشعشع و کاهش زیست توده تولیدی، برای موفقیت در رقابت برای نور ترجیح می‌دهد تعداد ساقه را کاهش و ارتفاع ساقه‌های باقیمانده را افزایش دهد. یعقوبی و همکاران (41)، نیز بیان کردند که با کاهش شدت تشعشع تعداد ساقه‌های فرعی علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز کاهش نشان داد. در تحقیقی بر روی گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) گزارش گردید زمانی‌که گاوپنبه در معرض نور کامل قرار داشت، شعاع کانوپی را از طریق شاخه‌های زیاد در این شرایط افزایش داد (36). استینماس و نوریس (36) گزارش کردند در شرایط سایه، اختصاص ماده خشک در گاوپنبه در درجه اول به بافت ساقه بود که باعث افزایش ارتفاع آن گردید. در مورد زیست توده تاج‌خروس سفید نیز مشاهده گردید که بیشترین زیست توده در تیمار عدم سایه‌دهی و کمترین زیست توده در تیمار 75 درصد سایه‌دهی بدست آمد. کاهش بیشتر زیست توده تاج‌خروس سفید (53 درصد) در تیمار 75 درصد سایه‌دهی نسبت به عدم سایه دهی در مقایسه با ارزن (34 درصد) اگرچه ممکن است نشان‌دهنده تأثیر گرفتن بیشتر علف‌هرز از کمبود تشعشع نسبت به ارزن باشد اما می‌تواند انعطاف‌پذیری بیشتر تاج‌خروس سفید به شرایط محیط در قیاس با ارزن را نیز نشان دهد. در تحقیقی اثر سایه بر رشد سه علف-هرز گونه *Echinochloa* (*Echinochloa colona*, *Echinochloa crus-galli*, and *Echinochloa glabrescens*) در شرایط نور کامل خورشید، 50 و 25 درصد نور کامل خورشید مورد بررسی قرار گرفته که نتایج نشان داد سایه‌ی ایجاد شده در اوایل فصل رشد، باعث کاهش زیست توده برگ در تمامی گونه‌های علف‌هرز مورد

بررسی گردید (11). نتایج تحقیقات دسوزا و همکاران (12)، در مورد تاج‌خروس ریشه قرمز نیز نشان داد که وزن خشک تاج‌خروس به واسطه سایه‌اندازی ذرت کاهش یافت. استینماس و نوریس (36)، در تحقیق خود بر روی گاوپنبه گزارش کردند که گیاهان رشد کرده تحت شرایط نور کامل به میزان 1370 گرم وزن خشک تولید کردند در حالی‌که گاوپنبه‌های رشد کرده تحت سایه‌ی ایجاد شده توسط پارچه، دارای وزن خشک حد واسطی در مقایسه با آنهایی بودند که در شرایط نور کامل رشد کرده بودند. هنگامی که گیاهان در معرض سایه قرار می‌گیرند، معمولاً واکنش‌هایی مانند افزایش ارتفاع و نسبت سطح برگ در آنها صورت می‌گیرد که می‌تواند کاهش میزان فتوسنتز و تولید بیوماس را جبران نماید. البته هنگامی که کاهش نور شدید باشد، تولید بذر، تولید مثل رویشی از طریق پنجه‌ها، ریزوم‌ها، و غده‌ها به طور کلی کاهش می‌یابد (43).

تراکم علف‌هرز تاج‌خروس سفید تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر تمامی صفات مرتبط با آن داشت (جدول 5). با افزایش تراکم تاج‌خروس سفید از 12 به 24 بوته در متر مربع، تعداد بذر در بوته و تعداد ساقه کاهش پیدا کرد در حالی‌که ارتفاع بوته و زیست توده آن در واحد سطح افزایش یافت (جدول 6). ایزدی‌دربندی و همکاران (22) در مطالعه رقابت لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) با علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) گزارش کردند که به رغم اینکه تعداد گره تحت تأثیر رقابت واقع نشد اما تعداد ساقه فرعی به شدت در اثر افزایش تراکم علف‌های‌هرز کاهش یافت. سلیمانی و همکاران (35) بیان کردند که با افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی، میزان بذر تولیدی تک بوته‌ی علف‌هرز کاهش و تولید بذر در واحد سطح افزایش یافت.

اثر متقابل نیتروژن و سایه‌دهی بر ارتفاع بوته تاج‌خروس سفید معنی‌دار گردید (جدول 5). اثر متقابل نیتروژن و تراکم تاج‌خروس نیز تنها بر ارتفاع بوته و اثر متقابل سایه‌دهی و تراکم تاج‌خروس نیز بر تعداد بذر در بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و زیست توده معنی‌دار بود (جدول 5). اثر متقابل سه گانه نیز بر ارتفاع بوته تاج خروس سفید معنی‌دار گردید. اثر متقابل نیتروژن و سایه‌دهی بر ارتفاع بوته تاج‌خروس حاکی از آن بود که تیمار 75 درصد سایه‌دهی و کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن دارای بیشترین ارتفاع بود در حالی‌که کمترین ارتفاع مربوط به تیمار عدم سایه‌دهی و عدم کاربرد نیتروژن بود (جدول 7). یعقوبی و همکاران (40)، در ارزیابی پارامترهای رشد علف‌هرز ارشته خطایی (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.) در سطوح مختلف شدت تشعشع و مقدار نیتروژن، نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن و شدت تشعشع، ارتفاع بوته از 40 به 10 سانتی‌متر کاهش یافت. در مورد اثر متقابل نیتروژن و سایه‌دهی بر تعداد بذر نیز مشاهده گردید که با افزایش نیتروژن از صفر به 150 کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم سایه‌دهی، تعداد بذر افزایش یافت. کمترین تعداد بذر مربوط به تیمار 75 درصد سایه‌دهی و کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود (جدول 7). یعقوبی و همکاران (40)، در ارزیابی پارامترهای رشد علف‌هرز ارشته خطایی (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.) در سطوح مختلف شدت تشعشع و مقدار نیتروژن، نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن و شدت تشعشع از 30 و 25 درصد به 100 درصد، تعداد دانه در بوته افزایش یافت.

در مورد اثر متقابل نیتروژن و تراکم تاج‌خروس سفید نیز بیشترین ارتفاع با کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و در تراکم بالای علف‌هرز (24 بوته در متر مربع) بدست آمد که نسبت به عدم کاربرد نیتروژن و در همان تراکم 5 درصد افزایش نشان داد. کمترین ارتفاع نیز در تیمار عدم کاربرد نیتروژن و تراکم 12 بوته در متر مربع مشاهده شد (جدول 7). اثر متقابل سایه‌دهی و تراکم تاج‌خروس سفید بر ارتفاع نیز نشان داد که بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار 75 درصد سایه‌دهی و تراکم بالای علف‌هرز (24 بوته در متر مربع) و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار عدم سایه‌دهی با تراکم 12 بوته در متر مربع بود (جدول 7). اثر متقابل سایه‌دهی و تراکم تاج‌خروس سفید بر تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته نیز نشان داد که بیشترین تعداد ساقه در تیمار عدم سایه‌دهی و تراکم 12 بوته در متر مربع و کمترین تعداد ساقه در تیمار 75 درصد سایه‌دهی و تراکم 24 بوته در متر مربع بدست آمد (جدول 7). در تیمار عدم سایه‌دهی و تراکم 12 بوته در متر مربع بیشترین تعداد بذر در بوته بدست آمد در حالیکه کمترین تعداد بذر مربوط به تیمار 75 درصد سایه‌دهی و تراکم 24 بوته در متر مربع بود (جدول 7). اثر متقابل سایه‌دهی و تراکم تاج‌خروس سفید بر زیست توده نیز نشان داد که بیشترین و کمترین زیست توده تاج خروس سفید به ترتیب مربوط به تیمار عدم سایه‌دهی و تراکم بالای علف هرز (24 بوته در متر مربع) و تیمار 75 درصد سایه‌دهی با تراکم 12 بوته در متر مربع بود (جدول 7).

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش شدت سایه‌دهی از 41 به 75 درصد، عملکرد دانه ارزن دم‌روباهی به میزان 61/1 درصد در مقایسه با عدم سایه‌دهی کاسته شد. همچنین عملکرد دانه در بالاترین سطح از تراکم تاج‌خروس سفید حدود 21 درصد کاهش نشان داد. بررسی صفات علف‌هرز تاج‌خروس سفید رشدکرده در شرایط با نور کمتر نشان داد که هم زیست‌توده و هم تعداد بذر تولیدی آن در این شرایط افت زیادی نمود که بنابراین سهم این علف‌هرز در بانک بذر سال بعد می‌تواند کاهش قابل‌توجهی داشته باشد. لذا مدیریت‌های زراعی از قبیل فاصله ردیف‌های کمتر، تراکم بیشینه مطلوب، گیاهان پوششی و ... که منجر به کاهش دسترسی نور می‌شوند در کاهش آلودگی تاج‌خروس سفید مؤثر هستند. زمانی‌که یک کانوپی متراکم شکل می‌گیرد، رشد رویشی و توان زایشی تاج-

خروس کاهش پیدا می‌کند. یک کانوپی متراکم و یکنواخت، رویـه‌ای تلفیقی برای کنترل این علف‌هرز به شمار می‌رود زیرا هر گونه فضایی در کانوپی که اجازه ورود نور را بدهد منجر به رشد سریع و تولید بذر تاج‌خروس سفید خواهد گردید.

جدول5- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در تاج‌خروس سفید

Table 5- Variance analysis for Pigweed traits

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares			
		ارتفاع Height	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته No.Lateral branches/plant	تعداد بذر در بوته No. Seed/plant	زیست توده Biomass (gr/m^2)
نیتروژن Nitrogen	1	224.07**	3.84 ns	400244.46 ns	21014.31 ns
خطای نیتروژن Error Nitrogen	4	15.71	1.97	341805.74	3947.22
سایه‌دهی Shading	2	1523.53**	312.91**	2431965.93*	127709.23**
نیتروژن x سایه‌دهی Nitrogen*Shading	2	96.54*	2.55 ns	898274.74 ns	4217.30 ns
خطای اول Error a	8	18.74	1.49	337254.90	9430.37
تراکم تاج‌خروس Pigweed density	2	34284.09**	516.31**	45953794.30**	664546.33**
نیتروژن x تراکم تاج‌خروس Nitrogen*Pigweed density	2	80.52**	1.04 ns	156901.80 ns	6624.46 ns
سایه‌دهی x تراکم تاج‌خروس Shading* Pigweed density	4	389.35**	79.45**	783961.58*	34275.18 **
نیتروژن x سایه‌دهی x تراکم تاج‌خروس Nitrogen*Shading* Pigweed density	4	35.74*	0.91 ns	416772.59 ns	1919.01 ns
خطای باقیمانده Error	24	12.32	2.16	208834.48	4654.63
کل Total	53	1403.82	38.92	2135138.57	37262.80
ضریب تغییرات (درصد) C.V.	-	6.97	24.12	25.05	31.23

به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و عدم معنی‌داری ns، * و **

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

جدول 6- مقایسه میانگین‌های اثرات نیتروژن، سایه‌دهی و تراکم تاج‌خروس بر صفات مورد بررسی در تاج‌خروس سفید

Table 6- Means comparisons for effects of nitrogen, shading and pigweed density on investigated traits

تیمار Treatment	ارتفاع Height (cm)	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته No.Lateral branches/plant	تعداد بذر در بوته No.Seed/plant	زیست توده Biomass (gr/m^2)
نیتروژن Nitrogen				
0 Kg/ha	48.3 b	5.8 a	1738.0 a	198.7 a
150 Kg/ha	52.4 a	6.4 a	1910.2 a	238.1 a
سایه‌دهی Shading				
0%	41.1 c	9.9 a	2145.2 a	310.0 a
41%	50.3 b	6.7 b	1903.9 a	201.1 b
75%	59.5 a	1.7 c	1423.2 b	144.2 b
تراکم تاج‌خروس Pigweed density				
0 plant/m^2	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c
12 plant/m^2	73.1 b	10.0 a	2975.8 a	293.9 b
24 plant/m^2	77.9 a	8.2 b	2496.5 b	361.4 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند

Means with same letters in each column are not significantly different based on LSD test at 5% probability level

جدول 7- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل بر صفات مورد بررسی در تاج‌خروس سفید

Table 7- Means comparisons for interactions effects on investigated traits

نیتروژن Nitrogen	سایه‌دهی Shading	ارتفاع Height (cm)		تعداد شاخه‌های فرعی در بوته No.Lateral branches/plant		تعداد بذر در بوته No. Seed/plant		زیست توده Biomass (gr/m^2)	
	0%	41.1	d	9.9	a	1952.7	ab	272.6	a
0 Kg/ha	41%	48.8	c	6.0	b	1667.5	bc	188.6	a
	75%	55.0	b	1.6	c	1593.8	bc	134.8	a
	0%	41.2	d	10.0	a	2337.7	a	347.3	a
150 Kg/ha	41%	51.8	bc	7.4	b	2140.3	a	213.6	a
	75%	64.1	a	1.7	c	1252.6	c	153.6	a
Nitrogen	Pigweed density								
	0 plant/m^2	0.0	d	0.0	d	0.0	c	0	a
0 Kg/ha	12 plant/m^2	68.9	c	9.7	ab	2902.9	a	273	a
	24 plant/m^2	76.0	b	7.8	c	2311.2	b	323.1	a
	0 plant/m^2	0.0	d	0.0	d	0.0	c	0	a
150 Kg/ha	12 plant/m^2	77.3	ab	10.4	a	3048.8	a	314.7	a
	24 plant/m^2	79.8	a	8.7	bc	2681.9	ab	399.7	a
Shading	Pigweed density								
	0 plant/m^2	0.0	f	0.0	e	0.0	d	0	e
0%	12 plant/m^2	58.3	e	16.3	a	3266.7	a	415.2	ab
	24 plant/m^2	65.1	d	13.5	b	3169.1	a	514.7	a
	0 plant/m^2	0.0	f	0.0	e	0.0	d	0	e
41%	12 plant/m^2	72.7	c	10.6	c	3235.8	a	261.7	cd
	24 plant/m^2	78.2	b	9.4	c	2475.9	b	341.5	bc
	0 plant/m^2	0.0	f	0.0	e	0.0	d	0	e
75%	12 plant/m^2	88.2	a	3.2	d	2425.1	b	204.7	d
	24 plant/m^2	90.4	a	1.8	de	1844.6	c	227.9	d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند

Means with same letters in each column are not significantly different based on LSD test at 5% probability level

منابع

1- Abouziena H.F., El-Karmany M.F., Singh M., and Sharma S.D. 2007. Effect of nitrogen rates and weed control treatments on maize yield and associated weeds in sandy soils. Weed Technology, 21:1049-1053.

2- Ahmadinezhad R., Najafi N., Aliasgharzad N., and Oustan S.H. 2013. Effects of Organic and Nitrogen Fertilizers on Water Use Efficiency, Yield and the Growth Characteristics of Wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). Water and Soil Science, 23(2):177-194. (In Persian with English abstract)

3- Andreasen C., Litz A.S., and Streibig J.C. 2006. Growth response of six weed species and spring barely (*Hordeum Vulgare*) to increasing levels of nitrogen and phosphorus. Weed Research, 46:503-512.

4- Arabi M., and Saffari M. 2014. The Effect of Weeding and Plant Density on Yield and Yield Components of Forage Sorghum Cultivars. Journal of Agronomy Knowledge, 5(10):39-52. (in Persian with English abstract)

5- Asadi E., Haghnia G.H., Lakzian A., and Maftoun M. 2014. Effect of Silicon and Nitrogen different quantities on morphology characteristics, yield and yield components of two varieties of wheat. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 103:167-178. (in Persian with English abstract)

6- Asadi S., Inehband A., and Rahnama Ghahfarkhi A. 2013. Study of response of wheat yield to competitive stress and different levels of nitrogen. Iranian Journal of Field Crops Research, 11(2):365-376. (in Persian)

7- Blackshaw R. E., Molnar L.J., and Janzen H.H. 2004. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. Weed Science, 52:614-622.

8- Blackshaw R.E., Brandt R.N. 2008. Nitrogen fertilizer rate effect on weed competitiveness is species dependent. Weed Science, 56:743-747.

9- Burgos N.R., Norman R.J., Gealy D.R., and Black H. 2006. Competitive N uptake between rice and weedy rice. Field Crops Research, 99(2-3):96-105.

10- Chamani Asghari T., Mahmoudi S., Rashid Mohassel M.H., and Zamani Q. 2011. Effect of nitrogen on wild oat (*Avena fatua*) and wheat (*Triticum aestivum*) at the vegetative stage. Iranian Journal of Field Crops Research, 9(1):131-138. (in Persian)

11- Chauhan B.S. 2013. Shade reduces growth and seed production of *Echinochloa colona*, Echinochloa crus-galli,

and Echinochloa glabrescens. Crop Protection, 43:241- 245.
12- De Sousa N., Griffiths J.T., and Swanton C.J. 2003. Predispersal seed predation of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Weed Science, 51:60-68.
13- Dwyer L.M. 2003. Row spacing and fertilizer nitrogen effects on Plant growth and grain yield of maize. Canadian Journal of Plant Science, 83:241-248.
14- Eradatmand Asli D., and Jamasebi N. 2013. Effect of shading on remobilization of dry matter, yield and yield components of rice varieties. Plant and ecosystem, 9(34):93-105. (in Persian)
15- Evans S.P., Knezevic S.Z., Lindquist J.L., Shapiro C.A., and Blankenship E.E. 2003. Nitrogen application influence the critical period for weed control in corn. Weed Science, 51:408-417.
16- Gibson K.D., Fischer A.J., and Foin T.C. 2004. Compensatory responses of late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*) and rice to resource limitations. Weed Science, 52:271-280.
17- Grabouski P.H. 1971. Selective control of weeds in Proso Millet with herbicides. Weed Science, 19(3):207-209.
18- Hager A.G., Wax L.M., Stoller E.W., Bollero G.A. 2002. Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in soybean. Weed Science, 50:607-610.
19- Harbur M., and Owen D.K. 2004. Light and growth rate effects on crop and weed responses to nitrogen. Weed Science, 52:578-583.
20- Hatami H., Inehband A., Azizi M., and Dadkhah A. 2009. Effect of N fertilizer on growth and yield of soybean at North Khorasan. Electronic Journal of Crop Production, 2(2):25-42. (in Persian with English abstract)
21- Horak M.J., Peterson D.E., Chessman D.J., and Wax L.M. 1994. Pigweed identification: a Pictoral guide to the common pigweeds of the Great Plains. 12 pp.
22- Izadi darbandi E., Rashed Mohasel M.H. and Nasiri Mahalati M. 2003. Study on competition effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) on yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). European Journal of Agronomy, 1:13-23.
23- Izadi F., Bagheri A.R., and Miri H.R. 2012. The effect of nitrogen and weeds interference on millet (*Panicum miliaceum*) yield and yield components. Journal of Plant Ecophysiology, 5(12):85-94. (In Persian with English abstract)
24- Kazemi H. 1995. Private Agriculture. Volume I: Cereals. Center of University Press, Tehran.
25- Kusaka M., Lalusin A.G., and Fujimura T. 2005. The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L. Leeke) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. Plant Science, 168:1-14.
26- Li H., Jiang D., Wollenweber B., Dai T., and Cao W. 2010. Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. European Journal of Agronomy, 33(4):267-275.
27- Mahoney K.J. and Swanton C.J. 2008. Exploring Chenopodium album adaptive traits in response to light and temperature stresses. Weed Research, 48:552-560.
28- Mehrabanian M., and Farahbakhsh, A.N. 2011. Weed competition of rye with wheat, in relation with application of nitrogen fertilizer. 1th National Conference Modern Topic in Agriculture. November 6-1.
29- Moosavi S.K., Feizian M., Ahmadi A.R. 2012. Effect of nitrogen fertilizer on morphological characteristics and production of winter wheat in dryland conditions of Lorestan Province. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(3):532-545. (in Persian)
30- Mosavifar B.E., Behdani M.A., Jamialahmadi M., and Mosavifar S.A. 2011. Spring safflower genotypes reaction to shading on head and surrounding leaves in Birjand. Iranian Journal of Field Crops Research, 9(2):265-272. (in Persian)
31- Nasirinejad M., Bagheri A., and Jafari A. 2012. Evaluation the effect of C3 and C4 weeds and different levels of nitrogen on growth and biomass production of sunflower (*Heliantheus annus* L.). Journal of Plant Ecophysiology, 4(2):14-24. (In Persian with English abstract)
32- Shahsawari N., and Saffari M. 2005. The effect of different levels of nitrogen on the function and elements of the varieties of wheat in Kerman. Journal of Research and Construction, 66:82-87. (in Persian with English abstract)
33- Singh B.K., and Jenner C.F. 1984. Factors controlling endosperm cell number and grain dry weight in wheat: Effect of shading on intact plants and of variation in nutritional supply to detached, cultured ears. Australian Journal of Plant Physiology, 11:151–163.
34- Smil V. 2000. Feeding the World: A Challenge for the Twenty-first Century. Springer, Berlin.
35- Soleymani F., Ahmadvand G., and Saadatian B. 2011. The effect of nitrogen levels and wild mustard densities on yield and economic threshold of canola. Electronic Journal of Crop Production, 4(3):85-102. (in Persian with English abstract)
36- Steinmaus Scott J., and Robert Norris F. 2002. Growth analysis and canopy architecture of velvetleaf grown under light conditions representative of irrigated Mediterranean-type agroecosystems. Weed Science, 50:42-53.
37- Tavasoli A., Ghanbari A., Ahmadi M.M., and Heydari M. 2010. Effect of manure and chemical fertilizers on forage and grain yield millet (*Panicum miliaceum*) and beans *(Phaseolus vulgaris)* in mixed culture. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(2):203-212. (in Persian)

38- Tsubo M., Walker S., and Mukhala E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. Field Crops Research, 71:17-29.
39- Varga P., Sardi K., and Beres I. 2002. Effect of N imbalances on shoot and root growth of corn and velvet leaf. Plant physiol. 46:213-214.
40- Yaghobi S.R., AghaAlikhani M., Ghalavand A., and Zand E. 2011. Evaluation of important growth parameters of Lepyrodiclis (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.) under different light densities and nitrogen rates. Iranian Journal of weed Science, 7(1):31-43. (in Persian with English abstract)
41- Yaghoobi S.R., Aghaalikhani M., and Zand E. 2010. Morphological and structural changes of Redroot pigweed in competition with sunflower under different time of emergence. Iranian Journal Crop Science, 13:32-48. (In Persian with English abstract)
42- Zamani G., and Koocheki A. 1995. The effect of planting pattern and density on light interception, yield and yield components of maize cultivar. Agricultural Sciences and Technology Journal, 2(2):17-30. (In Persian with English abstract)
43- Zand A., Rahimian H., Kochaki A., Khalghany J., Mousavi S.K., and Ramezani K. 2004. weeds Ecology (management applications). Jihad Daneshgahi of Mashhad Publications.