نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 9، شماره 4، زمستان 1396، ص. 1098-1084

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 1084-1098

تأثیر تراکم علف‌هرز و سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشدی ذرت (*Zea mays* L.)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.)

وحید محمدی[1] و سجاد رحیمی مقدم[2*]

تاریخ دریافت: 1394/11/25
تاریخ پذیرش: 1395/08/09

محمدی، و.، و رحیمی‌مقدم، س. 1396. تأثیر تراکم علف‌هرز و سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشدی ذرت (*Zea mays* L.)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، 9(4): 1098-1084.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تراکم علف‌هرز و سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشدی ذرت (Zea may L.)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.)، آزمایشی در سال 1388 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی تربیت مدرس به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام پذیرفت. بر همین اساس، سه عامل کود نیتروژن (138، 184 و 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، گونه علف‌هرز (تاج خروس و ارزن) و تراکم علف‌هرز (به‌ترتیب 5 و 25 بوته در مترمربع برای تاج خروس و 7/5 و 37/5 بوته در متر مربع برای ارزن) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار وزن ماده خشک کل (2429/39 گرم) در تیمارهای کنترل علف‌هرز و 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمد. ذرت در رقابت با علف‌هرز ارزن بیشینه سرعت رشد محصول را در تیمار کم علف‌هرز و 138 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار کسب کرد. همچنین ذرت در رقابت با تاج خروس بیشینه سرعت رشد محصول و بیشینه سرعت رشد نسبی را به ترتیب با مقدارهای 30/83 گرم بر مترمربع در روز و 0/055 گرم بر گرم در تیمار کم علف‌هرز و 138 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار کسب کرد. به‌طور کلی نتایج مشخص کرد، در مزراعی که علف‌هرزهای نیتروژن دوستی مانند تاج خروس غالب هستند، افزایش میزان مصرف کود نه تنها موجب افزایش ماده خشک و شاخص سطح برگ ذرت نمی‌شود، بلکه ضمن کاهش آن‌ها، موجبات آلودگی بیشتر محیط زیست را فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: رقابت، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، ماده خشک، نیتروژن دوست

مقدمه

در میان گیاهان زراعی مختلف، ذرت (*Zea may* L.)، یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی در جهان محسوب می‌شود به گونه‌ای که سهم عمده‌ای در تأمین غذای بسیاری از مردم جهان دارد (Liu et al., 2010; Jans et al., 2010; Panda et al., 2004). در حدود 40 درصد غذای جهان و 25 درصد کالری مصرفی در کشورهای در حال توسعه توسط ذرت تأمین می‌شود. از طرف دیگر ذرت یکی از گیاهان علوفه‌ای مهم در دنیا نیز می‌باشد (Tollenaar et al., 1994). در ایران نیز، این گیاه پس از گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی بوده و بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. بر اساس آمار (FAO, 2012) سطح زیر کشت و متوسط عملکرد دانه این گیاه در ایران به‌ترتیب350000 هکتار و 3494 کیلوگرم در هکتار بوده است.

رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی از طریق تسخیر منابع مورد

1 و 2- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل و دانش‌آموخته دکتری کشاورزی اکولوژیک، گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی
(*- نویسنده مسئول: Email: sajadr.moghaddam@yahoo.com)
DOI:10.22067/JAG.V9I4.52787

نیاز رشد مانند نور، آب و مواد غذایی موجب کاهش رشد و عملکرد گیاهان زراعی شده و بنابراین، حضور علف‌های هرز از مهمترین عوامل محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود (Teasdale & Cavigelli, 2010). مشاهدات نشان داده که در صورت عدم کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت عملکرد این گیاه تا بیش از 80 درصد کاهش می‌یابد (Baghestani et al., 2007). بنابراین مدیریت علف‌های هرز در مزارع ذرت بسیار حائز اهمیت است (Oerke & Dehne, 2004). یکی از مسائلی که در زمینه کاهش عملکرد ذرت در حضور علف‌هرز مطرح است رقابت بر سر منابع غذایی به‌ویژه نیتروژن می‌باشد. نیتروژن جزء مهمترین عوامل تأثیرگذار بر رشد رویشی گیاهان به‌ویژه توسعه سطح برگ و به‌تبع آن، توسعه سایه‌انداز گیاهی است. نیتروژن با تأثیر بر اندازه و طول عمر هر برگ، سبب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. به‌علاوه، کارایی دریافت و جذب تشعشع توسط یک گیاه تا حد زیادی تابع شاخص سطح برگ است (Goksoy et al., 2004; Werker & Jaggard, 1997) و یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد گیاه، کاهش سطح برگ است. بنابراین، حتی در صورتی‌که میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ تغییر نکند، میزان تولید ماده خشک به‌دلیل کاهش میزان فتوسنتز در کل گیاه (که حاصل کاهش سطح برگ فتوسنتزکننده است) کاهش خواهد یافت (Munns & Passioura, 1984).

از دیگر عوامل تأثیرگذار در میزان کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌توان به تراکم علف‌هرز اشاره نمود (Gill & Davidson, 2000). در بسیاری از موارد مشاهده شده است که رابطه بین تراکم علف‌هرز و افت عملکرد گیاه زراعی یک رابطه نمایی می‌باشد (Cousens, 1985). عملکرد مطلق و یا نسبی (نسبت عملکرد دانه در شرایط رقابت و عدم رقابت) با افزایش تراکم علف‌هرز به صورت نمایی کاهش یافته که سرعت افت عملکرد به نوع علف‌هرز نیز بستگی دارد (Gill & Davidson, 2000). در آزمایش نادری و غدیری (Naderi & Ghadiri, 2010) روی تراکم‌های مختلف خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و مقادیر مختلف نیتروژن در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.)، مشخص شد که افزایش مصرف کود نیتروژن بیش از مقدار بهینه، غالباً موجب افزایش قابلیت رقابت علف‌های هرز در مقابل گیاه زراعی شد.

یکی از روش‌های سنجش رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز، مقایسه خصوصیات مرتبط با رشد آن‌ها می‌باشد (Dunan & Zimdahl, 1991; Radosevich & Holt, 1984; Mahmoudi et al., 2014). وزن خشک گیاه، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، نسبت ریشه به شاخساره و روند رشد گونه‌ها، هر یک به نوعی بازگوکننده نحوه رقابت گونه‌ها با یکدیگر می‌باشند (Dunan & Zimdahl, 1991; Mahmoudi et al., 2014). تجزیه و تحلیل صفاتی نظیر سرعت رشد گیاه، سطح برگ و وزن خشک گونه‌های مختلف که روی قدرت رقابت آن‌ها بسیار تأثیرگذار می‌باشد، مقیاسی از قابلیت تولید و ظرفیت فتوسنتزی آن‌ها را ارائه می‌کند (Hargood et al., 1981; Weiner et al., 2001) و این مسئله برای گونه زراعی و علف‌هرز نیز صادق می‌باشد. در این میان، بررسی همزمان شاخص‌های رشد و تغییرات ماده خشک گونه‌های مختلف علف‌هرز و گیاه زراعی از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین، این مطالعه نیز با هدف ارزیابی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم علف‌هرز بر شاخص‌های رشدی ذرت، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.)، به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر 16 اتوبان تهران – کرج و در سال زراعی 1388 انجام پذیرفت. محل اجرای آزمایش در مختصات جغرافیایی 51 درجه و 43 طول شرقی و 35 درجه و 8 دقیقه عرض شمالی واقع می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالانه این منطقه 17/6 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بافت خاک محل اجرای آزمایش از نوع لومی- شنی است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول 1 نشان داده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. عامل اول متشکل از سه سطح کود نیتروژن شامل 138 (75 درصد بهینه)، 184 (بهینه) و 230 (125 درصد بهینه) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (به‌ترتیب برابر با 300، 400 و 500 کیلوگرم اوره) بود. منظور از مقدار بهینه کود نیتروژن، میزان کودی است که برای دست‌یابی به عملکرد مطلوب [عملکردی که در شرایط عدم تنش به عنوان مثال، عدم تنش علف‌هرز به‌دست می‌آید. مبنای محاسبه مقدار بهینه کود نیتروژن به کار رفته، پتانسیل عملکرد و درصد پروتئین استحصالی در دانه رقم زراعی مورد استفاده در این

آزمایش بوده است (Connor et al., 2011) مورد نیاز است. عامل دوم شامل دو گونه علف‌هرز تاج خروس و ارزن می‌باشند. این دو گونه علف‌هرز از علف‌های هرز چهار کربنه‌ای می‌باشند که از نظر ویژگی‌های تاج پوشش کاملاً متفاوت با یکدیگر می‌باشند، به‌طوری‌که تاج خروس یک گونه ایستاده با شاخه‌دهی فراوان بوده و ارزن، گیاهی باریک برگ با حجم کانوپی کوچک‌تر و توان پنجه‌زنی بالا است. عامل سوم تراکم علف‌هرز در دو سطح کم و زیاد می‌باشد (مبنای انتخاب دو سطح کم و زیاد، اعمال کمینه و بیشنیه فشار رقابتی بر ذرت و همچنین بررسی بهتر مدیریت نیتروژن در دو سطح تراکمی متفاوت علف‌هرز بوده است) (Massinga et al., 2003; Knezevic et al., 1994; James et al., 2010; Wilson et al., 1991). بر این اساس، قدرت رقابت هر بوته تاج خروس با توجه به ساختار متفاوت کانوپی این گیاه معادل 1/5 بوته ارزن فرض شد (علت این موضوع بزرگ بودن حجم بوته گیاه تاج خروس نسبت به ارزن است). بدین ترتیب، تاج خروس در تراکم‌های 5 و 25 بوته در مترمربع و ارزن (Massinga et al., 2003; Knezevic et al., 1994) در تراکم‌های 7/5 و 37/5 بوته در متر مربع (James et al., 2010; Wilson et al., 1991) کشت گردیدند. توجه به این نکته ضروری است که با توجه به ساختار متفاوت تاج پوشش علف‌های هرز تاج خروس و ارزن، یکسان در نظر گرفتن تراکم‌های کم و زیاد این دو گیاه با یکدیگر از نظر بیولوژیک صحیح نبوده، زیرا مانع اعمال فشار رقابتی بیشینه، دست کم در یکی از گونه‌ها می‌شود. علاوه بر تیمارهای آزمایشی فوق‌الذکر، سه واحد آزمایشی در هر تکرار به عنوان شاهد به کشت ذرت در شرایط عدم رقابت با علف‌هرز در هر یک از سطوح کودی اختصاص داده شد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از کاشت

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil before planting

ویژگی‌های فیزیکی Physical characteristics					ویژگی‌های شیمیایی Chemical characteristics						
شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) BD ($g.cm^{-3}$)	کربن آلی خاک (درصد) SOM (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر) EC ($mS.cm^{-1}$)	نیترات (گرم بر کیلوگرم) NO_3^- ($g.kg^{-1}$)	آمونیوم (گرم بر کیلوگرم) NH_4^+ ($g.kg^{-1}$)	پتاسیم (گرم بر کیلوگرم) K ($g.kg^{-1}$)	فسفر (گرم بر کیلوگرم) P ($g.kg^{-1}$)	عمق نمونه‌برداری (سانتی متر) Sampling depth (cm)
21.5	53.5	35	1.5	0.81	7.18	1.4	0.018	0.006	0.008	0.041	0- 15
26.5	39	34.5	1.5	0.66	7.18	1.4	0.032	0.009	0.85	0.2	15- 30
21.5	39	39.5	1.5	0.55	7.18	1.4	0.02	0.009	0.093	0.134	30- 60

زمین محل اجرای آزمایش (که در سال قبل تحت کشت ذرت بود) در پاییز سال 1387 با گاوآهن برگردان‌دار شخم عمیق زده شد و در اواخر فروردین سال 1388 پس از گاورو شدن زمین نسبت به عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی و پشته و نهایتاً بلوک‌بندی اقدام گردید. هر واحد آزمایشی متشکل از شش ردیف شش متری بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت 75 سانتی‌متر و بین کرت‌های آزمایشی 1/5 متر در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج آزمون خاک، هیچ گونه نیازی به کاربرد کودهای فسفر و پتاس در ابتدای آزمایش نبود. همچنین با توجه به آنکه مقدار نیتروژن معدنی موجود در خاک نیاز ذرت را تا مرحله گیاهچه‌ای را برطرف می‌نمود، هیچ گونه کود نیتروژنی (اوره) نیز در زمان آماده‌سازی زمین به کار برده نشد. همچنین به منظور اندازه‌گیری حجم آب به کار رفته در مزرعه در طول دوره رشد ذرت، اقدام به نصب یک دستگاه کنتور آب در محل منبع آبیاری گردید.

به‌منظور اطمینان از حصول بیشینه سطح سبز در مزرعه، کشت بذر ذرت به صورت هیرم‌کاری انجام شد، بدین مفهوم که دو الی سه روز قبل از تاریخ مورد نظر برای کاشت، مزرعه به شیوه ردیفی آبیاری شد و سپس کاشت ذرت روی خط آب (داغ آب) صورت گرفت. عملیات کاشت ذرت (در این تحقیق از رقم سینگل کراس 602 استفاده شد) در 9 تیر ماه و به فاصله 17/5 سانتی‌متر روی ردیف

کاشت انجام شد. برای اطمینان از دست‌یابی به تراکم هدف (7/6 بوته ذرت در مترمربع)، در هر چاله که به‌عمق 2/5 سانتی‌متر حفر گردیده بود، دو عدد بذر ذرت رقم سینگل کراس OSSK 602 که جزو ارقام متوسط رس ذرت می‌باشد، کشت شد. شایان ذکر است که بذور ذرت پیش از کاشت با استفاده از قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی شدند.

بلافاصله پس از اتمام عملیات کاشت ذرت، شیارهای طولی در دو طرف خط کشت ذرت ایجاد شد و بذور علف‌های هرز تاج خروس و ارزن با چند برابر تراکم هدف به صورت دستپاش در داخل شیارها ریخته شد و شیارها با خاک پوشانده شدند. چنین شیوه کاشت بذور علف‌های هرز شرایط رقابتی نزدیک‌تری مشابه با آنچه در مزرعه واقعی کشاورز اتفاق می‌افتد را فراهم نمود. بدین ترتیب، فاصله بین ردیف‌های کاشت علف‌های هرز 37/5 سانتی‌متر بود. بلافاصله پس از اتمام عملیات کاشت ذرت و علف‌های هرز مزرعه آبیاری گردید. برای پرهیز از وقوع هر گونه تنش خشکی، آبیاری مزرعه به دلیل سبک بودن خاک آن طی دوره رشد رویشی هفته دو بار و از مرحله گلدهی به بعد و با توجه به پوشش کامل سطح خاک توسط گیاهان و در نتیجه کاهش تبخیر از سطح خاک، هر شش روز یک‌بار انجام پذیرفت. به منظور دستیابی به تراکم‌های هدف، در مرحله سه الی چهار برگی ذرت، اقدام به تنک کردن گیاه زراعی و علف‌های هرز گردید. همچنین به‌منظور عاری نگه‌داشتن واحدهای آزمایش از علف‌های هرز غیر هدف، دوبار و طی مراحل چهار برگی و تاسل‌دهی ذرت، عملیات وجین انجام شد. بلافاصله پس از عملیات تنک و وجین، مزرعه آبیاری می‌گردید تا شوک ناشی از این عملیات بر گیاه زراعی و علف‌های هرز هدف در حداقل مقدار ممکن باشد. به منظور هماهنگ نمودن زمان اعمال تیمارهای کود نیتروژن با زمان اوج نیاز گیاهان و نیز برای کاهش آبشویی کود به کار رفته، اقدام به تقسیط کود نیتروژن گردید. بدین ترتیب که نیمی از کود در مرحله پنج برگی ذرت و نیمی دیگر در مرحله تاسل‌دهی این گیاه به کار برده شد. طی دوره رشد، هیچ گونه آفت و بیماری خاصی که بتواند به ذرت آسیب معنی‌دار رسانده و در نتیجه موجبات مبارزه با آن‌ها را فراهم آورد مشاهده نگردید. با نزدیک شدن ذرت به انتهای دوره رشد و به منظور مشخص نمودن زمان برداشت نهایی، شش عدد از بوته‌های ذرتی که در هر واحد آزمایشی از ابتدای دوره رشد علامت‌گذاری شده بودند، دو بار در هفته مورد ارزیابی قرار گرفتند. معیار رسیدن بوته‌های ذرت به مرحله بلوغ فیزیولوژیک و در نتیجه برداشت نهایی، تشکیل لایه سیاه رنگ در محل اتصال دانه به محور بلال (50 درصد از بوته‌های علامت‌گذاری شده) بود.

به‌منظور بررسی روند تغییرات سطح برگ و ماده خشک ذرت و علف‌های هرز تاج خروس و ارزن، نمونه‌برداری تخریبی از گیاهان در چهار مرحله شامل اواسط دوره رشد رویشی (35 روز پس از کاشت، حدوداً 8 برگی)، مرحله گلدهی (62 روز پس از کاشت)، مرحله شیری شدن دانه (84 روز پس از کاشت) و بلوغ فیزیولوژیک (130 روز پس از کاشت) انجام شد. در هر یک از سه مرحله اول نمونه‌برداری تعداد چهار عدد بوته در هر واحد آزمایشی (سطحی معادل 0/525 متر مربع) به همراه تمامی بوته‌های تاج خروس و یا ارزن موجود در این فضا از سطح خاک کف‌بر شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. در مرحله بلوغ فیزیولوژیک با رعایت اثر حاشیه تمامی بوته‌های ذرت و علف‌هرز دو ردیف میانی هر واحد آزمایشی (مساحتی معادل 7/9 مترمربع) از سطح خاک کف‌بر گردیدند.

برای انجام محاسبات مربوط به تجزیه‌های رشد چنین فرض می‌شود (Battery, 1969) که تغییرات وزن خشک گیاه (TDW[1]) و نیز سطح برگ‌ها (شاخص سطح برگ[2]) از چند جمله‌ای درجه 2 پیروی می‌کند. بدین‌ترتیب و با تبدیل این دو به لگاریتم نپرین (Ln) به منظور کاهش هر چه بیشتر وابستگی واریانس‌ها نسبت به میانگین‌ها، روابط زیر برقرار خواهد بود:

$$Ln\ TDW = (a + bt + ct^2)$$ معادله (1)

$$Ln\ LAI = (a_1 + b_1 t + c_1 t^2)$$ معادله (2)

برای محاسبه بقیه شاخص‌های رشدی با توجه به این دوشاخص از روش خودریان و وان لار (Goudriaan & Van Laar, 1994) استفاده شد به‌طوری‌که:

$$RGR = b + 2ct$$ معادله (3)

$$CGR = (b + 2ct) \times TDW$$ معادله (4)

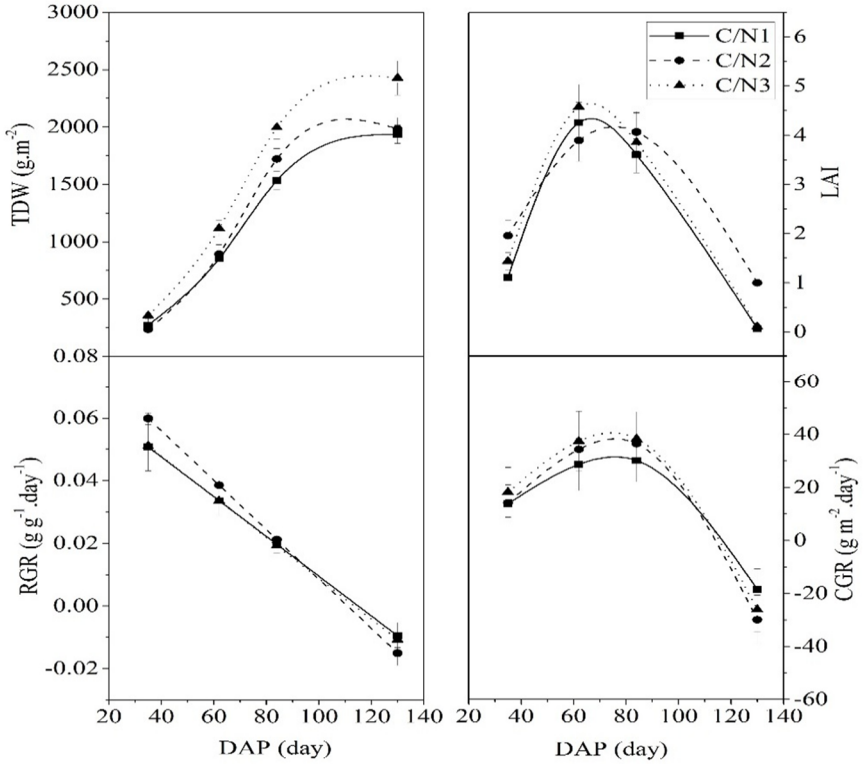
در این معادلات، RGR و CGR: به‌ترتیب سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول می‌باشند. همچنین a، a_1، b، b_1، c و c_1: ضرایب رگرسیون معادلات و t تعداد روز پس از کاشت می‌باشد. جهت برازش معادلات و رسم شکل‌ها از نرم‌افزار OriginPro 9.1 (Seifet, 2014) استفاده گردید.

1- Total Dry Weight
2- Leaf Area Index (LAI)

نتایج و بحث

شاخص‌های رشدی ذرت در شرایط عدم رقابت علف‌هرز

بیشترین مقدار وزن ماده خشک کل (2429/39 گرم) در تیمارهای کنترل علف‌هرز و 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمد (شکل 1). همچنین بیشینه سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ در همین تیمار کودی به‌دست آمده، در حالی‌که بیشینه سرعت رشد نسبی مربوط به تیمار 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود (شکل 1). به‌طور کلی، افزایش نیتروژن از طریق افزایش سطح سبزینه‌ای گیاه باعث افزایش شاخص سطح برگ گیاه می‌شود (Hani et al., 2006). افزایش سطح برگ خود باعث افزایش جذب نور و به تبع آن افزایش سرعت رشد محصول می‌شود که این خود باعث افزایش وزن ماده خشک در ذرت می‌شود. همان‌طور که در شکل 1 مشاهده می‌شود، بیشینه سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ در تیمار 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمده است و روند تغییرات سرعت رشد محصول از روند شاخص سطح برگ تبعیت کرده است. به‌طوری‌که روند این دو شاخص نشان می‌دهد که در 62 روز پس از کاشت به بیشینه مقدار خود رسیده‌اند و بعد از آن یک روند کاهشی را دنبال می‌کنند. همان‌طورکه در شکل 1 مشاهده می‌شود سرعت رشد نسبی از ابتدا تا پایان دوره رشد به صورت خطی کاهش می‌یابد. از آن‌جا که با افزایش سن گیاه بر بافت‌های ساختمانی گیاه افزوده می‌شود و این بافت‌های ساختمانی سهمی در رشد ندارند، به همین دلیل سرعت رشد نسبی با گذشت زمان و در نتیجه رشد گیاه و افزایش مقدار تنفس در اواخر فصل رشد منفی می‌گردد.



شکل 1- وزن ماده خشک کل، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول ذرت در تیمارهای مختلف نیتروژن در شرایط کنترل علف‌های هرز

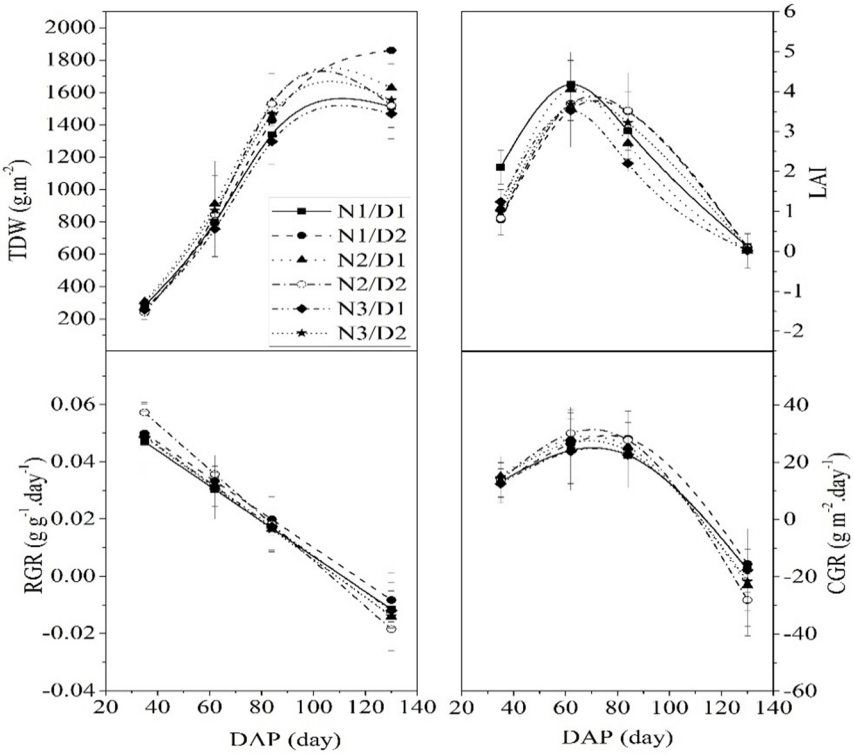
Fig. 1- TDW, RGR, LAI and CGR of corn in different levels of nitrogen and weed control conditions

شاخص‌های رشدی ذرت در شرایط رقابت با علف‌هرز

همانطور که در شکل‌های 2 و 3 مشاهده می‌شود روند سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ ذرت از زمان سبز شدن تا 63 روز پس از کاشت به صورت صعودی بوده و از این تاریخ به بعد بصورت نزولی تغییر یافته است، با این تفاوت که رفتار ذرت در تراکم‌های مختلف علف‌هرز، سطوح مختلف نیتروژن و نوع گونه علف‌هرز

متفاوت بوده است به‌طوری‌که ذرت در رقابت با علف‌هرز ارزن بیشینه سرعت رشد محصول را تیمار کم علف‌هرز و 138 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار کسب کرده است (شکل 2). حال آن‌که بیشینه سطح برگ را در سطح زیاد (همچنین کم) علف‌هرز و 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آورده است (شکل 2). در این بین بالاترین سرعت رشد نسبی نیز مربوط به تیمار سطح زیاد علف‌هرز ارزن و 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. نکته قابل توجه در شکل 2 این است که تیمار کودی 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، چه در سطح زیاد و چه در سطح کم علف‌هرز ارزن توانسته باعث بهبود شاخص‌های رشدی ذرت در رقابت با علف‌هرز ارزن بشود، به‌طوری‌که بالاترین سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول مربوط به این تیمار کودی بوده و شاخص‌های وزن خشک کل و سطح برگ نیز در این تیمار خود را در مقدار بالایی نشان دادند. این موضوع نشان می‌دهد که کاربرد مقدار بهینه کود نیتروژن در هنگام رقابت ذرت با علف‌هرز ارزن موجب بهبود شاخص‌های رشدی ذرت و به موجب آن افزایش عملکرد ماده خشک این گیاه می‌شود (Cathcart & Swanton, 2004). در واقع ذرت در این تیمار با داشتن سرعت رشد نسبی بالا به سرعت کانوپی خود را افزایش داده و مقدار کانوپی بیشتری در واحد سطح به وجود می‌آورد و در نتیجه با سرعت رشد نسبی بالا فرصت بیشتری برای به‌دست آوردن سهم بیشتری از منابع محدودی مانند نور، نیتروژن و آب نسبت به علف‌هرز به دست می‌آورد (Mohammadi, 2007). سهم سرعت رشد نسبی را در بهبود رشد ذرت بیشتر مربوط به طول دوره رشد رویشی می‌باشد چرا که بعد از آن به سرعت کاهش می‌یابد. در طول فصل رشد همان‌طور که گفته شد، سرعت رشد نسبی بالا باعث می‌شود که ذرت کانوپی خود را زودتر و بزرگتر ببند چیزی که در تیمار کودی 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در 62 و 84 روز پس از کاشت در شکل 2 مشاهده می‌شود. این موضوع دو پیامد مهم در پی دارد، اول با افزایش شاخص سطح برگ و زودتر بسته شدن، افزایش جذب نور و به واسطه آن افزایش سرعت رشد محصول اتفاق می‌افتد (چیزی که در 62 و 84 روز پس از کاشت در تیمار کودی 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اتفاق افتاده)، دوم باعث کاهش نور به قسمت‌هایی پایین کانوپی و وارد آوردن فشار رقابتی بر علف‌هرز می‌شود (Schippers & Kropff, 2001). در آزمایشی توسط سو و همکاران (So et al., 2009) مشخص شد وقتی که ارزن وحشی با ذرت شیرین رقابت می‌کند، هیبریدهایی با کانوپی بزرگ، تحمل بالایی به این علف‌هرز نشان می‌دهند و اثر رقابتی بیشتری بر رشد و تولید دانه ارزن می‌گذارند. همچنین در این تحقیق نشان داده شد که بسته شدن سریع و بزرگ کانوپی با توانایی رقابتی ارتباط مستقیم دارد که از عوامل مؤثر در آن سرعت رشد نسبی بالای ذرت در طول دوره رشد رویشی بود.

شاخص‌های رشدی ذرت در رقابت با تاج خروس مقدارها و روندهای متفاوتی در سطوح مختلف کودی نسبت به علف‌هرز ارزن نشان دادند (شکل 3). بیشینه سرعت رشد محصول و بیشینه سرعت رشد نسبی به ترتیب با مقدار 30/83 گرم بر مترمربع در روز و 0/055 گرم بر گرم مربوط تیمار کم علف‌هرز و 138 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود (شکل 3). همچنین بیشینه وزن ماده خشک کل (1815/92 گرم بر مترمربع) و شاخص سطح برگ (5/1) مربوط تیمار کم علف‌هرز و 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود (شکل 3). با وجود بالا بودن سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول در تیمار کم علف‌هرز و 138 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار ولی ماده خشک تولیدی آن نسبت به تیمار کم علف‌هرز و 184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار کمتر بوده است. علت این موضوع را می‌توان دیرتر تشکیل شدن بیشینه کانوپی این تیمار دانست، به‌طوری‌که در تمامی سطوح نیتروژن و تراکم علف‌هرز به غیر از تیمار کم علف‌هرز و 138 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشینه شاخص سطح برگ در 62 روز پس از کاشت به‌دست آمده است در حالی در این تیمار بیشینه شاخص سطح برگ دیرتر و در 84 روز پس از کاشت به‌دست آمده است. به‌طور کلی، روند شاخص‌های رشدی نشان می‌دهد که با افزایش تراکم علف‌هرز تاج خروس در تمامی سطوح مختلف نیتروژن شاخص‌های رشدی ذرت کاهش پیدا کرده است (شکل 3) و این موضوع قدرت رقابتی تاج خروس را در تراکم‌های بالاتر این علف‌هرز نشان می‌دهد. در آزمایشی توسط بهشتی و موسوی سروینه باغی (Beheshti & Moosavi Sarveeneh Baghi, 2009) بر روی اثرات رقابتی تاج خروس و سورگوم (*Sorghum bicolor* L. Moench) در سطوح مختلف تراکم گیاهی نشان داده شد که با افزایش تراکم تاج خروس، بیوماس سورگوم کاهش یافت. همچنین همان‌طور که در شکل 3 مشخص می‌شود، روند شاخص‌های رشدی ذرت در سطوح پایین نیتروژن نسبت به سطوح بالای نیتروژن به‌ویژه در تراکم‌های پایین علف‌هرز تاج خروس مقدار بالاتری به خود اختصاص داده‌اند.



شکل 2- وزن ماده خشک کل، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول ذرت در تیمارهای مختلف نیتروژن و شرایط رقابت با علف‌هرز ارزن

Fig. 2- TDW, RGR, LAI and CGR of corn in different levels of nitrogen and competition with millet

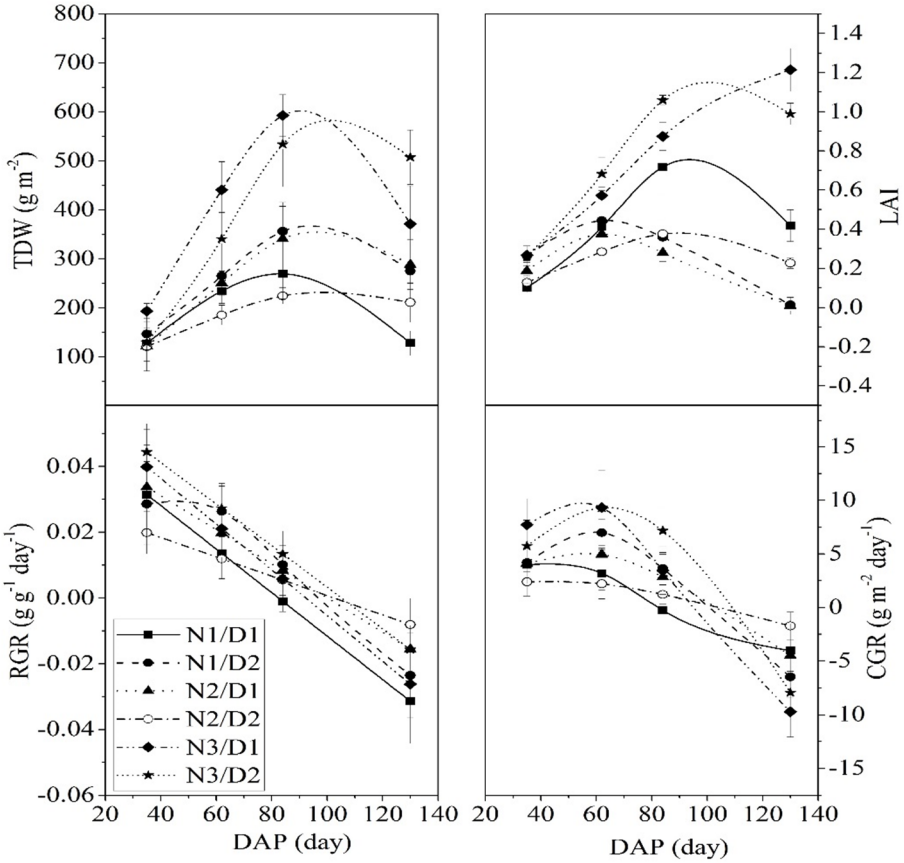
علت این موضوع به ماهیت نیتروژن دوست بودن علف‌هرز تاج خروس و قدرت بالای جذب نیتروژن توسط این علف‌هرز بر می‌گردد (Teyker et al., 1991). در آزمایشی دیگر توسط نادری و غدیری (Naderi & Ghadiri, 2010) بر روی رقابت خردل وحشی و کلزا در سطوح مختلف نیتروژن و تراکم‌های مختلف خردل وحشی نشان داده شد با افزایش تراکم خردل وحشی بیوماس کلزا کاهش یافت.

به‌طورکلی، باتوجه به شکل‌های 2 و 3 مشخص است که علف‌هرز ارزن نسبت به علف‌هرز تاج خروس دارای قدرت رقابتی بالاتری در برابر ذرت می‌باشد. شاخص‌های رشدی ذرت در 62 و 84 روز پس از کاشت در رقابت با علف‌هرز تاج خروس مقدار بالاتری را در مقایسه با رقابت با ارزن (در اکثر تیمارهای نیتروژن) به خود اختصاص داده‌اند (شکل 2 و 3). بالاتر بودن قدرت رقابتی ارزن (نسبت به تاج خروس) در برابر ذرت احتمالاً به خصوصیات رشدی مشابه (با توجه به باریک برگ بودن) این علف‌هرز نسبت به ذرت می‌باشد. همچنین با توجه به مشاهدات مزرعه‌ای، ارزن نسبت به تاج‌خروس می‌تواند کانوپی خود را در ارتفاعات بالاتری تشکیل دهد و این باعث مزیت رقابتی این علف‌هرز در برابر ذرت می‌شود. بلکشاو (Blackshaw, 1993) اظهار داشت که رابطه مستقیم و مثبتی بین ارتفاع گیاه و قدرت رقابتی وجود دارد.

شاخص‌های رشدی علف‌های هرز

روند شاخص‌های رشدی در ارزن و تاج خروس نشان می‌دهد که این دو علف‌هرز بیشینه شاخص‌های رشدی خود را در تمام سطوح نیتروژن و تراکم‌های مختلف علف‌هرز، در 62 روز پس از کاشت تشکیل می‌دهند (شکل‌های 4 و 5). با این وجود در سطوح مختلف و تراکم‌های مختلف علف‌هرز دارای مقدار و روندهای متفاوتی هستند. در علف‌هرز ارزن بیشینه سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، وزن ماده خشک کل و شاخص سطح برگ در تیمار 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم کم و زیاد علف‌هرز به‌دست آمده است (شکل 4). همان‌طور که در شکل 4 مشاهده می‌شود، در این دو تیمار اختلاف شاخص سطح برگ ارزن نسبت به بقیه تیمارها قابل ملاحظه می‌باشد. در واقع شاخص سطح برگ در این دو تیمار باعث

افزایش قدرت رقابتی بیشتر این علف‌هرز در مقابل گیاه ذرت شده است. در تحقیقی بر روی تأثیر زمان سبز شدن علف‌هرز بر روی رقابت سورگوم و علف علف‌هرز توسط کنزویچ و همکاران (Knezevic et al., 1997) مشخص شد که شاخص سطح برگ علف‌هرز یکی از عوامل اصلی تداخل و منکس کننده قدرت رقابت علف‌هرز می‌باشد. افزایش قدرت رقابت علف‌هرز ارزن را در این تیمار کودی را نیز می‌توان در شکل 2 نیز مشاهده کرد، همان‌طوری‌که در این شکل مشاهده می‌شود شاخص‌های رشدی ذرت به‌ویژه شاخص سطح برگ در رقابت با ارزن در تیمار 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مقدار کمتری به خود اختصاص داده‌اند و به‌موجب آن دارای سرعت رشد محصول کمتر و ماده خشک کمتری هستند. در همین رابطه هال و سوانتن (Hall & Sowanton, 1994) در بررسی خود دریافتند که در اثر تداخل علف‌های هرز، سطح برگ ذرت شدیداً کاهش می‌یابد. از آن‌جا که بین کاهش عملکرد ذرت و شاخص سطح برگ همبستگی وجود دارد، در این مورد می‌توان فرض کرد که، علف‌های هرز عمدتاً از طریق کاهش این دو پارامتر موجبات کاهش عملکرد گیاه زراعی را فراهم می‌کنند. بارکر و همکاران (Barker et al., 2006) گزارش کردند که افزایش میزان کود نیتروژن، تراکم علف‌هرز و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* medic.) داشتند. به‌طوری‌که با افزایش تراکم علف‌هرز و کود نیتروژن شاخص سطح برگ گاوپنبه افزایش و قدرت رقابت آن افزایش پیدا نمود.

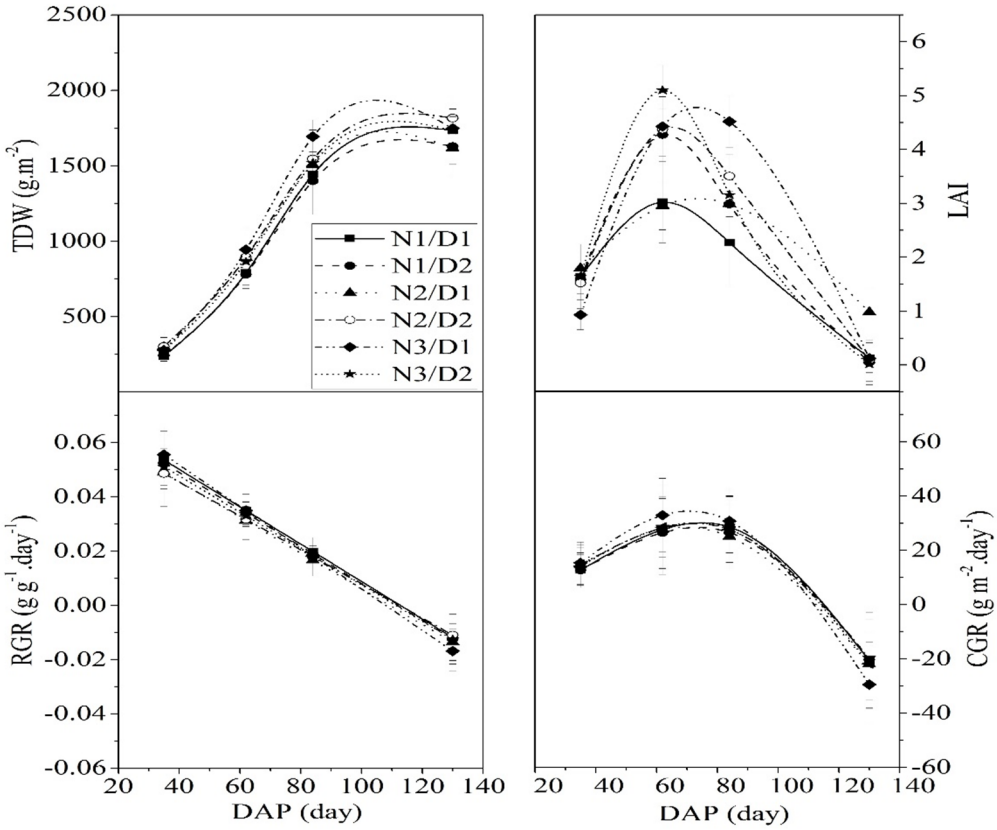


شکل 4- وزن ماده خشک کل، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول علف‌هرز ارزن در سطوح مختلف نیتروژن در شرایط رقابت با ذرت

Fig. 4- TDW, RGR, LAI and CGR of millet in different levels of nitrogen and competition with corn

در شکل 5 می‌توان روند شاخص‌های رشدی تاج خروس را مشاهده کرد که بیشینه شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی این علف در تراکم کم و سطح کودی 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار رخ داده است (شکل 5). در واقع، در این سطح از تراکم و کود نیتروژن تاج خروس بیشترین قدرت رقابت را با گیاه ذرت از خود نشان داده است. همان‌طوری‌که در شکل 3

نشان داده شده در این تیمار شاخص‌های رشدی ذرت دچار کاهش محسوسی نسبت به تیمارهای دیگر در شرایط رقابت با علف‌هرز تاج خروس شده‌اند. مقایسه روند شاخص‌های رشدی ذرت نشان می‌دهد که با همزمان با افزایش سطح کودی و افزایش تراکم قدرت رقابتی این علف‌هرز نیز افزایش یافته و شاخص‌های رشدی مقدارهای بالاتری به خود اختصاص می‌دهند. ولی شاخص‌های رشدی تاج خروس در سطح کودی 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در تراکم زیاد نسبت به تراکم کم در همین سطح کودی مقدار کمتری به خود اختصاص داده‌اند (شکل 5). علت این موضوع به را می‌توان به رقابت درون گونه‌ای تاج خروس مربوط دانست. به‌طورکلی، رقابت درون گونه‌ای نسبت به رقابت بین گونه‌ای دارای شدت بیشتری هست (Vail & Oliver, 1993) و علت کاهش شاخص‌های رشد تاج خروس را در سطح کودی 230 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم زیاد این علف‌هرز را می‌توان افزایش رقابت درون گونه‌ای این علف‌هرز نسبت داد. در مطالعه‌ای توسط کاظمینی و همکاران (Kazemeini et al., 2013) بر روی تأثیر تراکم‌های مختلف یولاف (*Avena sativa* L.) وحشی و نیتروژن بر روی عملکرد کلزا نشان داده شد که یولاف وحشی در شرایط بالای نیتروژن رشد بهتری دارد.



شکل 5- وزن ماده خشک کل، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول علف‌هرز تاج خروس در سطوح مختلف نیتروژن در شرایط رقابت با ذرت

Fig. 5- TDW, RGR, LAI and CGR of redroot pigweed in different levels of nitrogen and competition with corn

اما در شرایط تراکم بالای این علف‌هرز رقابت درون گونه‌ای باعث کاهش رشد و ماده خشک یولاف وحشی می‌شود. در آزمایشی دیگر، توسط ویل و اولیور (Vail & Oliver, 1993) علت کاهش بیوماس علف‌هرز سوروف (*Echinochloa crus- galli* L. Beauv) در تراکم‌های بالاتر، رقابت درون‌گونه‌ای گزارش شد. روهرینگ و استاتزل (Rohrig & Stutzel, 2001) نیز در تحقیق خود رقابت درون‌گونه‌ای را در سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) با افزایش تراکم آن از 17 بوته در مترمربع به 42 بوته در مترمربع گزارش کردند.

همبستگی عملکرد دانه ذرت و شاخص‌های رشدی ذرت و علف‌های هرز

نتایج همبستگی عملکرد دانه ذرت و شاخص‌های رشدی ذرت و علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز نشان داد که عملکرد دانه با ضریب 0/71 همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن ماده خشک کل ذرت داشت (جدول 2). همچنین در این سطح رقابتی همبستگی منفی و معنی‌داری با ضریب 0/71- بین عملکرد دانه ذرت و شاخص سطح برگ علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز وجود داشت (جدول 2). شرایط مشابهی نیز در سطح رقابتی علف‌هرز ارزن وجود داشت به‌طورکه عملکرد دانه ذرت با ضریب 0/62 همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن ماده خشک کل ذرت داشت و همچنین عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری با ضریب 0/71- با شاخص سطح برگ علف‌هرز ارزن وجود داشت (جدول 3).

همبستگی معنی‌دار و مثبت بین ماده خشک ذرت و عملکرد دانه این گیاه که ماده خشک بالاتر می‌تواند در زمان پرشدن دانه به عملکرد دانه ذرت کمک کند (Rahimi Moghaddam et al., 2015b) بسیاری از مطالعات نشان دهنده ارتباط مستقیم و همبستگی مثبت بین ماده خشک کل ذرت و عملکرد دانه این گیاه می‌باشند (Rahimi Moghaddam et al., 2015a; Rahimi Moghaddam et al., 2015b). از طرف دیگر همان‌طور که بیان شد عملکرد دانه ذرت با شاخص سطح برگ دو علف‌هرز همبستگی منفی و معنی‌داری دارد که در واقع افزایش شاخص سطح برگ علف‌هرز باعث کاهش عملکرد دانه ذرت می‌شود. افزایش شاخص سطح برگ علف‌هرز از طریق افزایش سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول باعث افزایش وزن ماده خشک کل علف‌هرز می‌شود، که این موضوع باعث افزایش قدرت رقابتی آن نسبت به ذرت می‌شود. نتایج همبستگی بین شاخص سطح برگ تاج خروس ریشه قرمز و سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و وزن ماده خشک کل تاج خروس ریشه قرمز (به‌تر تیب با ضرایب 0/73، 0/82 و 0/91) (جدول 2) و همچنین همبستگی بین شاخص سطح برگ ارزن و سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و وزن ماده خشک کل ارزن (به‌تر تیب با ضرایب 0/8، 0/81 و 0/77) (جدول 3) نیز مؤید این موضوع است. در واقع این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بالای شاخص سطح برگ علف‌هرز در شرایط رقابتی با گیاه زراعی است. بارکر و همکاران (Barker et al., 2006) گزارش کردند که با افزایش تراکم علف‌هرز و کود نیتروژن شاخص سطح برگ گاوپنبه افزایش و قدرت رقابت آن افزایش پیدا نمود.

جدول 2- همبستگی بین عملکرد دانه و شاخص‌های رشدی ذرت و تارج خروس ریشه قرمز

Table 2- Correlation coefficients between grain yield and growth indexes of maize and redroot pigweed

صفات Traits	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
عملکرد دانه Grain yield (1)	1	0.71^{*}	0.26^{ns}	0.12^{ns}	0.45^{ns}	-0.49^{ns}	-0.59^{*}	-0.2^{ns}	-0.31^{ns}
وزن ماده خشک کل ذرت TDW of maize (2)		1	0.55^{*}	0.16^{ns}	0.84^{**}	-0.82^{**}	-0.75^{*}	-0.75^{*}	-0.76^{*}
شاخص سطح برگ ذرت LAI of maize (3)			1	0.28^{ns}	0.27^{ns}	-0.13^{ns}	-0.45^{ns}	0.04^{ns}	0.05^{ns}
سرعت رشد نسبی ذرت RGR of maize (4)				1	0.51^{ns}	-0.35^{ns}	-0.41^{ns}	-0.35^{ns}	-0.37^{ns}
سرعت رشد محصول ذرت CGR of maize (5)					1	-0.74^{*}	-0.64^{*}	-0.81^{*}	-0.77^{*}
وزن ماده خشک کل تاج خروس ریشه قرمز TDW of redroot pigweed (6)						1	0.91^{**}	0.91^{**}	0.95^{**}
شاخص سطح برگ تاج خروس ریشه قرمز LAI of redroot pigweed (7)							1	0.73^{*}	0.82^{**}
سرعت رشد نسبی تاج خروس ریشه قرمز RGR of redroot pigweed (8)								1	0.96^{**}
سرعت رشد محصول تاج خروس ریشه قرمز CGR of redroot pigweed (9)									1

**: معنی‌داری در سطح یک درصد، *: معنی‌داری در سطح پنج درصد و ns: غیر معنی‌دار.

**: Significant at 1% level, *: Significant at 5% level and ns: non-significant.

جدول 3- همبستگی بین عملکرد دانه و شاخص‌های رشدی ذرت و ارزن

Table 3- Correlation coefficients between grain yield and growth indexes of maize and milt

صفات Traits	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
عملکرد دانه Grain yield (1)	1	0.62*	0.35ns	0.36ns	0.52ns	-0.48ns	-0.78*	-0.55ns	-0.53ns
وزن ماده خشک کل ذرت TDW of maize (2)		1	0.68*	0.26ns	0.87**	-0.6*	-0.42ns	-0.67*	-0.52*
شاخص سطح برگ ذرت LAI of maize (3)			1	0.03ns	0.6ns	-0.74ns	-0.64ns	-0.69*	-0.7*
سرعت رشد نسبی ذرت RGR of maize (4)				1	0.64**	-0.16ns	-0.38ns	-0.32ns	0.14ns
سرعت رشد محصول ذرت CGR of maize (5)					1	-0.51ns	-0.54ns	-0.63*	-0.44ns
وزن ماده خشک کل ارزن TDW of milt (6)						1	0.77**	0.97**	0.99**
شاخص سطح برگ ارزن LAI of milt (7)							1	0.8*	0.81**
سرعت رشد نسبی ارزن RGR of milt (8)								1	0.95**
سرعت رشد محصول ارزن CGR of milt (9)									1

**: معنی‌داری در سطح یک درصد، *: معنی‌داری در سطح پنج درصد و ns: غیر معنی‌دار.

**: Significant at 1% level, *: Significant at 5% level and ns: non-significant.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان می‌دهد که تأثیر افزایش میزان مصرف کود نیتروژن بر افزایش ماده خشک و بهبود شاخص‌های رشدی ذرت در شرایطی که مزرعه آلوده به علف‌هرز می‌باشد، به‌گونه علف‌هرز بستگی دارد. به‌عبارت دیگر در مزارعی که علف‌هرز نیتروژن دوست غالبیت بیشتری دارند، افزایش میزان مصرف کود نه تنها موجب افزایش ماده خشک و شاخص سطح برگ ذرت نمی‌شود بلکه ضمن کاهش آن‌ها، موجبات آلودگی بیشتر محیط زیست را فراهم می‌آورد، ولی به‌طور کلی استفاده از سطح بهینه کود نیتروژن (184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در شرایط رقابت علف‌هرز باعث بهبود شاخص‌های رشدی و افزایش قدرت رقابتی ذرت می‌شود. همچنین مشخص شد که شاخص سطح برگ یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رقابتی ذرت در مقابل علف‌های هرز ارزن و تاج خروس می‌باشد. در نهایت می‌توان پیشنهاد کرد که به کار بردن مقدار بهینه کود نیتروژن (184 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در شرایطی که گونه‌های علف‌هرز ارزن و تاج خروس در مزرعه وجود دارند، می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب جهت به‌حداقل رساندن افت عملکرد ذرت و کاهش مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این مواد شیمیایی محسوب می‌شود.

منابع

Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., PourAzar, R., Veysi, M., and Nassirzadeh, N. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Protection 26: 936- 942.

Barker, D.C., Knezevic, S.Z., Martin, A.R., Walters, D.T., and Lindquist, J.L. 2006. Effect of nitrogen addition on the comparative productivity of corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed science 54: 354-363.

Battery, B.R. 1969. Analysis of the growth of soybeans as affected by planting population and fertilizer. Canadian Journal of Plant Science 49: 675-689.

Beheshti, S.A., and Moosavi Sarveeneh Baghi, S.R. 2009. Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) competition effects on

grain and biomass yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Iranian Journal of Field Crops Research 25(1): 33-49. (In Persian with English Summary)

Blackshaw, R.E. 1993. Downy brome (*Bromus tectotrum*) density and relative time of emergence affects interference in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Science 41(4): 551- 556.

Cathcart, R.J., and Swanton, C.J. 2004. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. Weed science 52: 1039-1049.

Connor, D.J., Loomis, R.S., and Cassman, K.G. 2011. Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems. Cambridge University Press, London, England 576 p.

Cousens, S.R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Annals of Applied Biology 107(2): 239-252.

Dunan, M.C., and Zimdahl, R.L. 1991. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barley (*Hordeum vulgare*). Weed Science 39: 558-563.

Food and Agricultural Organization (FAO). 2012. The FAOSTAT Database, Available at Web site http://faostat.fao.org/default.aspx (verified 1 January 2016).

Gill, G., and Davidson, R. 2000. Weed interference. In. B.M. Sindel (Eds.). Australian Weed Management Systems. RG and FJ Richardson, Meredith. p. 61-80.

Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research 87(2): 167-178.

Goudriaan, J., and Van Laar, H.H. 1994. Modelling Potential Crop Growth Processes. Springer Science and Business Media, Dordrecht, Netherlands 238 p.

Hall, R.C., and Sowanton, G.A. 1994. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). Weed Science 40: 441-447.

Hani, A., Elteliba, M., Hamad, A., and Eltom, E.A. 2006. The effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth, yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.). Agronomy Journal 5(3): 515-518.

Hargood, E.S., Bauman, J.T., Williams, J.L., and Schreiber, M.M. 1981. Growth analysis of soybean (*Glycin max* L.) in competition with jimsonweed (*Datura stramonium* L.). Weed Science 29: 500-504.

James, T.K., Rahman, A., Trivedi, P., and Zydenbos, S.M. 2010. Broom corn millet (*Panicum miliaceum*): a new menace for maize and sweetcorn growers in New Zealand. In Proceedings of the 17th Australasian Weeds Conference, Christchurch, New Zealand, Australia, 26-30 September 2010 p. 32-34.

Jans, W.W.P., Jacobs, C.M.J., Kruijt, B., Elebrs, J.A., Barendse, S., and Moors, E.J. 2010. Carbon exchange of a maize (*Zea mays* L.) crop: Influence of phenology. Agriculture, Ecosystems and Environment 139: 325-335.

Kazemeini, S.A., Naderi, R., and Karimi Aliabadi, H. 2013. Effects of different densities of wild oat (*Avena fatua* L.) and nitrogen rates on oilseed rape (*Brassica napus* L.) yield. Journal of Ecology and Environment 36(3): 167-172.

Knezevic, S.Z., Horak, M.J., and Vanderlip, R.L. 1997. Relative time of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence is critical in pigweed-sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench.) competition. Weed Science 45: 502-505.

Knezevic, S.Z., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1994. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). Weed Science 1: 568-573.

Lemerle, D., Gill, G.S., Murphey, C.E., Walker, S.R., Cousens, R.D., Mokhtari, S., Peltzer, S.J., Coleman, R., and Luckett, D.J. 2001. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. Australian Journal of Agricultural Research 52: 527-548.

Liu, Y., Li, S., Chen, F., Yang, S., and Chen, X. 2010. Soil water dynamics use efficiency in spring maize (*Zea mays* L.) fields subjects to different water management practices on the loess Plateau, China. Agricultural Water Management 97: 769-775.

Mahmoudi, G., Ghanbari, A., and Hosein Panahi, F. 2014. Evaluating of physiological indices of weed species at different density on corn (*Zea mays* L.) growth. Iranian Journal of Field Crops Research 12(1): 118-126. (In Persian with English Summary)

Massinga, R.A., Currie, R.S., and Trooien, T.P. 2003. Water use and light interception under Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and corn competition. Weed Science 51(4): 523-531.

Mohammadi, G.R. 2007. Growth parameters enhancing the competitive ability of corn (*Zea mays* L.) against weeds. Weed Biology and Management 7: 232-236.

Munns, R., and Passioura, J.B. 1984. Effect of prolonged exposure to NaCl on the osmstic pressure of leaf xylem sap from intact, transpiring barley plants. Functional Plant Biology 11(6): 497-507.

Naderi, R., and Ghadiri, H. 2010. Competition of wild mustard (*Sinapis arvense* L.) densities with rapeseed (*Brassica napus* L.) under different levels of nitrogen fertilizer. Journal of Agricultural Science and Technology 13: 45-51.

Oerke, E.C., and Dehne, H.W. 2004. Safeguarding production losses in major crops and the role of crop protection. Crop Protection 23: 275-285.

Panda, R.K., Behera, S.K., and Kashyap, P.S. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. Agricultural Water Management 66: 181-203.

Radosevich, S.R., and Holt, J. 1984. Weed Ecology: Implications for Vegetation Management. John Wiley and Sons, New York, USA 589 p.

Rahimi Moghaddam, S., Deihimfard, R., Soufizadeh, S., Kambouzia, J., Nazariyan Firuzabadi, F., and Eyni Nargeseh, H. 2015a. The effect of sowing date on grain yield, yield components and growth physiological indices of six grain maize cultivars in Iran. Journal of Agroecology 5(1): 72- 83. (In Persian with English Summary)

Rahimi Moghaddam, S., Deihimfard, R., Soufizadeh, S., Kambouzia, J., Nazariyan Firuzabadi, F., and Eyni Nargeseh, H. 2015b. Determination of genetic coefficients of some maize (*Zea mays* L.) cultivars of Iran for application in crop simulation models. Iranian Journal of Field Crops Research 13(2): 328-339. (In Persian with English Summary)

Rohrig, M., and Stutzel, H. 2001. A model for light competition between vegetable crops and weeds. European Journal of Agronomy 14: 13-29.

Schippers, P, and Kropff, M.J. 2001. Competition for light and nitrogen among grassland species: a simulation analysis. Functional Ecology 15: 155-164.

Seifert, E. 2014. OriginPro 9.1: Scientific data analysis and graphing software-software review. Journal of Chemical Information and Modeling 54(5): 1552-1552.

Sepehri, A., Modarres Sanavi, S.A., Gharehyazi, B., and Yamini, Y. 2002. Effect of water deficit and different nitrogen rates on growth and development stages, yield and yield component of maize (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 4: 184-200. (In Persian with English Summary)

So, Y.F., Williams, M.M., Pataky, J. K., and Davis, A.S. 2009. Principal canopy factors of sweet corn and relationships to competitive ability with wildproso millet (*Panicum miliaceum*). Weed science 57: 296-303.

Teasdale, J.R., and Cavigelli, M.A. 2010. Subplots facilitate assessment of corn yield losses from weed competition in a long-term systems experiment. Agronomy for Sustainable Development 30: 445-453.

Teyker, R.H., Hoelzer, H.D., and Liebl, R.A. 1991. Maize and pigweed response to N supply and form. Plant Soil 135: 287-292.

Tollenaar, M., Nissanka, S., Aguilera, P., Weise, A., and Swanton, C.J. 1994. Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. Agronomy Journal 86: 596-601.

Vail, G.D., and Oliver, L.R. 1993. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) interference in soybeans (*Glycine max*). Weed Technology 1: 220-225.

Weiner, J., Griepentorg, H.W., and Kristensen, L. 2001. Suppression of weed by spring wheat (*Triticum aestivum*) increases with crop density and spatial uniformity. Journal of Applied Ecology 38: 784-790.

Werker, A.R., and Jaggard, K.W. 1997. Modelling asymmetrical growth curves that rise and fall: Applications to foliage dynamics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Annals of Botany 79(6): 657-665.

Wilson, R.G., and Westra, P. 1991. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in corn (*Zea mays*). Weed Science 1: 217-220.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 1084-1098

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 9، شماره 4، زمستان 1396، ص. 1098-1084

Influence of Weed Densities and Different Nitrogen Levels on Growth Indices of Corn, Red Root Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and Millet (*Panicum miliaceum* L.)

V. Mohammadi[1] and S. Rahimi Moghaddam[2*]

Submitted: 14-02-2016
Accepted: 30-10-2016

Mohammadi, V., and Rahimi Moghaddam, S. 2018. Influence of weed densities and different nitrogen levels on growth indices of corn, red root pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Agroecology 9(4): 1084-1098.

Introduction

Competition for nutrient sources, especially nitrogen, is one of the reasons of corn yield reduction in the presence of weed. Weeds compete with corn for nitrogen uptake and affect its growth and development. Thus management and optimum application of nitrogen fertilizer may help corn to compete against weeds. More consumption of nitrogen fertilizer would change the competition ability of weed and crop. Comparison of crop-weed growth-related characteristics is a way to assess their rate of competition. The main objective of the current study was to evaluate the effects of different weed densities and nitrogen levels on growth indices of corn, red root pigweed and millet.

Material and Methods

In order to study the effects of different weed densities and nitrogen levels on growth indices of corn, red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and millet (*Panicum miliaceum*), a field experiment was conducted in 2009 in the research fields of Tarbiat Modares University of Tehran with factorial arrangement of treatments based on Randomized Complete Block Design with three replications. Accordingly, three factors included different nitrogen fertilizers (75% optimum or 138 kg N ha^{-1}, optimum or 184 kg N ha^{-1} and 125% optimum or 230 kg N ha^{-1}), weed species (redroot pigweed and millet) and weed densities (5 and 25 plants.m^{-1} for redroot pigweed and 7.5 and 37.5 plants.m^{-1} for millet) was considered as main plot. Destructive sampling was carried out in four stages (including mid-vegetative growth [35 days after planting], Tasseling [62 days after planting], milky stage [84 days after planting] and physiological maturity [130 days after planting]), to measure changing trend of the leaf area and dry matter in corn, red root pigweed and millet. Four plants were used at each destructive sampling. The OriginPro 9.1 software was used to fit equations and draw figures.

Results and Discussion

The highest dry matter (2429.39 gr), CGR (38.38 g m^{-1} day^{-1}) and LAI (4.57) was achieved for the treatment of 230 kg N ha^{-1} and weed control. However, the highest RGR with 0.06 $g.g^{-1}$ was obtained in at the treatment of 184 kg N ha^{-1} and weed control. Corn in competition with millet was achieved the maximum CGR in 138 kg N ha^{-1} and 7.5 millet m^{-1} and also the maximum RGR was obtained in 184 kg N ha^{-1} and 7.5 millet m^{-1}. Corn in competition with redroot pigweed was achieved the maximum CGR (30.83 g m^{-1} day^{-1}) and RGR (0.055 g) in 138 kg N ha^{-1} and 5 redroot pigweed m^{-1} and also the maximum TDW (1815.92) and LAI (5.1) belonged to in 184 kg N ha^{-1} and 5 redroot pigweed m^{-1}. Generally, analyzing the trends of growth indicators shows that the corn growth indices are reduced more by increasing the weed density in high levels of nitrogen and as a result, the competitive ability of weeds is more in high levels of nitrogen. The Millet and redroot pigweed growth indices show that their maximum TDW, CGR and RGR (In all different levels of nitrogen and weed densities) occurred at 62 days after planting. However, they have different values and trends at different levels of nitrogen

1 and 2- Former PhD student of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University and Former PhD student in Agroecology, Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, respectively.

(*-Corresponding author Email: sajadr.moghaddam@yahoo.com)
DOI:10.22067/JAG.V9I4.52787

and weed densities.

Conclusion

The results of this study show that the species of weeds in the farm is a determinative factor impress on the role of increasing application of Nitrogen for improving dry matter production and growth indices of corn. Totally, the results indicate that increasing N application beyond the optimum rate not only do not increases corn growth but also reduces its yield, where nitrophile species are the dominants in farms, and leads to environmental pollution .

Keywords: Density, Dry Matter, Leaf Area Index, Nitrophile, Weed