نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۲ شماره۲ / سال ۱۴۰۱/ صفحات ۲۲۹-۲۱۵

Investigation of Morpho-Physiological Characteristics and Yield of Forage Corn (*Zea mays* L.) Cultivars in Response to Weeds Competition and Different Herbicide Doses of Tribenurone Methyl

Maryam Abdollahi[1], Ali Mokhtassi-Bidgoli[2*], Majid AghaAlikhani[3]

Received: 28 March 2021 Accepted: 01 November 2021
1-MSc., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran. Iran.
2- Assist. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3- Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
*Corresponding Author Email: mokhtassi@modares.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Monocroping system increases herbicide consumption, environmental pollution and weeds resistance. Weeds compete with crop for growth resources and more competitive species will receive more resources. In the meantime, more effective methods and herbicides should be used to control resistant weeds.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of tribenuron methyl on growth, physiological and biochemical characteristics of two forage corn cultivars and characteristics of field weeds, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the Research Farm, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University in 2017. The factors consisted of four doses of tribenuron methyl in soil (0, 20, 40 and 60 $g.ha^{-1}$) and two corn cultivars (N.S 640 and SC 704). Each block included 10 plots and each plot consisted of eight rows and one row without plant between plots. To evaluate the characteristics of weeds, a weed free (hand weeding) plot (alone corn), and a plot without corn were also considered in each replication.

Results: The results showed that over time, weed leaf area index increased and total weed density increased until the middle of the growth period and then decreased. Common purslane (*Portulaca oleracea*) and red-root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) were the dominant weeds in the fields. The main effect of cultivar and interaction between herbicide doses and cultivar was not significant in all traits and only the main effect of herbicide doses was significant. With increasing herbicide doses, all traits, with the exception of catalase and peroxidase enzymes and number of seeds per row, had an increasing trend, and the highest yield and harvest index were obtained at doses of 60 g tribenuron methyl. ha^{-1}. In fact, grain yield increased about four grams per square meter with application of each gram of herbicide per hectare.

Conclusion: In general, the results showed that in two forage corn cultivars, the use of 60 g tribenuron $methyl.ha^{-1}$ caused better weed control and reduced competition, increased chlorophyll content, pigment activity and plant photosynthetic rate, reduced stress enzyme activity and improved yield and harvest index. Therefore, the application of 60 g tribenuron $methyl.ha^{-1}$ is recommended to control resistant weeds in forage corn fields.

Keywords: Growth Traits, Photosynthesis, Pigment, Urea Sulphonyl, Yield

بررسی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد ارقام ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) در پاسخ به رقابت علف‌های هرز و دُزهای مختلف علف‌کش تری بنورون متیل

مریم عبداللهی[۱]، علی مختصی بیدگلی[۲*]، مجید آقاعلیخانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۰

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
*مسئول مکاتبه: Email: mokhtassi@modares.ac.ir

چکیده

اهداف: کشت فشرده سبب افزایش مصرف علف‌کش شده و علاوه بر آلودگی زیست‌محیطی، مقاومت علف‌های هرز را نسبت به علف‌کش افزایش می‌دهد. هنگامی که مزارع برای کشت گیاهان ردیفی از جمله ذرت آماده می‌شوند، شرایط مناسبی جهت استقرار و جوانه‌زنی و رویش علف‌های یک‌ساله مهیا می‌گردد. چنان‌چه علف‌های هرز امکان رشد پیدا کنند، برای دسترسی به آب، عناصر غذایی و نور با ذرت رقابت می‌نمایند. علف‌های هرز برای کسب منابع رشد با ارقام زراعی به رقابت پرداخته و رقمی که از قدرت رقابت بالاتری برخوردار باشد، سهم بیشتری از منابع را نیز در اختیار خواهد گرفت. در این بین بایست از روش‌ها و علف‌کش‌های مؤثرتری برای کنترل علف‌های هرز مقاوم استفاده نمود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر علف‌کش تری بنورون متیل بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی دو رقم ذرت علوفه‌ای و ویژگی‌های علف‌های هرز مزرعه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت‌مدرس انجام شد. تیمارهای این آزمایش شامل، چهار دُز علف‌کش تری بنورون متیل به‌صورت خاک‌پاش (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در هکتار) و دو رقم ذرت علوفه‌ای NS 640 و SC 704 بودند. برای ارزیابی خصوصیات علف‌های هرز، یک کرت عاری از علف‌هرز و یک کرت دارای علف‌هرز بدون کشت ذرت نیز در هر تکرار گنجانده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمایش نشان داد که با گذشت زمان، شاخص سطح برگ علف‌های هرز روند افزایشی و تراکم کل علف‌های هرز تا اواسط دوره رشد روند افزایشی داشت و سپس کاهش یافت. خرفه و تاج‌خروس ریشه قرمز علف‌های هرز غالب مزرعه بودند. اثر اصلی رقم و برهمکنش دُز علف‌کش × رقم بر کلیه صفات غیر معنی‌دار بوده و تنها اثر اصلی دُز علف‌کش معنی‌دار بود. با افزایش دُز علف‌کش کلیه صفات با استثنای فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و تعداد دانه در ردیف، روند افزایشی داشتند، و بیشترین عملکرد و شاخص برداشت در دُز ۶۰ گرم در هکتار به‌دست آمد. در واقع به ازای افزایش کاربرد هر گرم علف‌کش در هکتار حدود چهار گرم در مترمربع به عملکرد دانه افزوده شد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج نشان داد که در هر دو رقم ذرت علوفه‌ای استفاده از دُز ۶۰ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون متیل موجب کنترل بهتر علف‌های هرز و کاهش رقابت آن‌ها، افزایش میزان کلروفیل، فعالیت رنگدانه‌ای و سرعت فتوسنتز گیاه، کاهش فعالیت آنزیم‌های تنش و بهبود عملکرد و شاخص برداشت شد. از این رو، کاربرد ۶۰ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون متیل برای کنترل علف‌های هرز مقاوم مزارع ذرت علوفه‌ای توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: رنگدانه، سولفونیل اوره، صفات رشدی، عملکرد، فتوسنتز

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی یک‌ساله از تیره غلات است که به‌دلیل سازگاری با شرایط آب و هوایی مختلف، در بیشتر مناطق دنیا کشت می‌شود (امام ۲۰۱۲). ذرت علوفه‌ای، علوفه بسیار خوش‌خوراکی برای احشام از جمله گاو و گوسفند است و شرایط مکانیزاسیون را به‌خوبی می‌پذیرد. همچنین، این نوع ذرت، دارای مقادیر بسیار زیادی مواد معدنی به‌ویژه نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در مقایسه با مصرف دانه‌ای آن است. این گیاه در اکثر مناطق دنیا بعد از گیاهان زمستانه به‌ویژه گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) کشت شده و وجود علف‌های هرز از جمله عواملی است که عملکرد آن را به شدت تحت تأثیر قرار داده که بسته به شرایط، بین ۲۵ تا ۷۲ درصد عملکرد آن را کاهش می‌دهد (ساین و همکاران ۲۰۱۶).

علف‌های هرز موجود در مزارع ذرت بسته به تراکم، نوع کشت، زمان نسبی سبز شدن، شرایط آب و هوایی و سایر عوامل متفاوت بوده، از این‌رو باید جمعیت علف‌های هرز به منظور حصول عملکرد مناسب کنترل شوند (غلامی ۲۰۱۴). روش‌های مکانیکی، زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی از جمله روش‌های کنترل علف‌های هرز مزارع بوده، که استفاده از علف‌کش‌ها یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای کنترل علف‌های هرز طی ۳۰ سال اخیر به‌شمار می‌رود (نجفی و قدیری ۲۰۱۲). یکی از روش‌های استفاده از علف‌کش‌ها به‌صورت کاربرد در خاک است. این علف‌کش‌ها قبل از کاشت با خاک مخلوط شده که ترکیب شدن آن با خاک برای جلوگیری از تجزیه نوری و تصعید، بسیار ضروری است و علاوه بر آن جایگذاری مناسب آن را برای کنترل هر چه بیشتر علف‌های هرز به‌ویژه علف‌های هرز چندساله را فرآهم می‌آورد (زند و همکاران ۲۰۰۸). در مسیر تکامل و معرفی علف‌کش‌ها، کشف علف‌کش‌های سولفونیل اوره نقطه عطفی در راهبرد جدید کنترل علف‌های هرز بود، به‌طوری‌که از زمان ساخت کلروسولفورون[1] انقلاب عظیمی در علوم بیوشیمی، فیزیولوژی و سم‌شناسی ایجاد شد (استلا و همکاران ۲۰۰۱). ممانعت از سنتز اسیدهای آمینهٔ ضروری همچون والین، ایزولوسین و لوسین در گیاهان حساس، بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز، جلوگیری از انتقال مواد فتوسنتزی، محدودیت در جابجایی و تحرک در گیاهان، اختلال در تقسیم سلولی، دارا بودن خاصیت انتخابی بالا، فعالیت زیستی بسیار زیاد، متحمل بودن گیاهان زراعی به آن، کنترل مناسب علف‌های هرز در مقادیر پایین مصرف و سمیت پایین آن‌ها برای پستانداران از مزیت‌های مهم کاربرد گسترده علف‌کش‌های سولفونیل اوره در کنترل علف‌های هرز مزارع و باغات است (موسوی و همکاران ۲۰۰۵؛ شین و همکاران ۱۹۹۹).

تری‌بنورون‌متیل از مهم‌ترین علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره است که به‌صورت کاملاً انتخابی برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم در دنیا و ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (باغستانی و همکاران ۲۰۰۷). تحقیقات نشان داده است که این علف‌کش با مقدار کاربرد ۱۰ تا ۲۰ گرم ماده تجاری در هکتار قادر به کنترل دامنه وسیعی از گیاهان دولپه‌ای، تک‌لپه‌ای یک‌ساله و برخی از گیاهان چندساله در غلات می‌باشد (خواجه‌پور ۲۰۰۹). پژوهشگران در ارزیابی حساسیت چهار محصول زراعی کلزا، چغندرقند، جو و ذرت به بقایای دو علف‌کش سولفوسولفورون و تری‌بنورون متیل در خاک، دریافتند که جو متحمل‌ترین، کلزا حساس‌ترین، ذرت و چغندر قند دارای حساسیت نسبی بوده و همچنین این محصولات به بقایای علف‌کش تری‌بنورون‌متیل نسبت به سولفوسولفورون حساسیت نسبی بیشتری نشان داده‌اند (مهدی‌زاده و همکاران ۲۰۱۶). در پژوهشی دیگر، مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون، علف‌های‌هرز نازک برگ سوروف، اویارسلام و همچنین علف‌هرز پهن‌برگ خرفه را با کارآیی بالایی کنترل نمود و باعث افزایش عملکرد

[1] ALS- inhibitors

دانه ذرت شد (مُدحِج و پیلتن ۲۰۱۱). محققین دریافتند کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت به‌صورت محلول‌پاشی سبب کاهش تراکم علف‌های هرز و افزایش وزن خشک ذرت تا ۷۵ درصد گردید و عملکرد آن را تا ۱۵ درصد افزایش داد (سیکما و همکاران ۲۰۰۷). ممنوعی و باغستانی (۲۰۱۳) طی تحقیقات خود گزارش دادند کاربرد علف‌کش‌ها نیکوسولفورون (کروز)، ریم‌سولفورون (تیتوس)، اولتیما، یو ۴۵ کمبی فلوئید (توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ)، بروماپسید آ ام (بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ) و مایستر-ادی، تعداد و وزن خشک سوروف و پنیرک را به‌طور معنی‌داری کاهش داده و همچنین باعث افزایش وزن دانه ذرت گردیده است. همچنین، نصرتی و همکاران (۲۰۰۷) بین داشتند که کارآیی علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ ذرت مؤثر بود و وزن خشک علف‌های‌هرز تا ۷۳ در صد کاهش داد. همچنین، پژوهشگران در بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تری‌بنورون‌متیل بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک در گیاهان نخود، لوبیا، عدس، کلزا، چغندرقند، ذرت و گوجه فرنگی دریافتند که مورفولوژی گیاهان کاملاً تحت‌تأثیر قرار گرفته در حالی که بر درصد ماده خشک آنان تأثیری نداشت. در این بین، بیش‌ترین و کم‌ترین درصد تلفات ماده خشک ساقه و ریشه به‌ترتیب در کلزا و لوبیا مشاهده شد و با افزایش بقایای تری‌بنورون‌متیل در خاک، در همه گیاهان رشد ریشه همانند ساقه، کاهش معنی‌داری نشان داد (ایزدی دربندی و همکاران ۲۰۱۲). حال، هدف این تحقیق ارزیابی تأثیر علف‌کش تری بنورون متیل بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد ارقام میان‌رس و دیررس ذرت علوفه‌ای و بررسی خصوصیات علف‌های هرز موجود در شرایط مزرعه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر علف‌کش تری‌بنورون‌متیل و رقابت علف‌های هرز بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی دو رقم ذرت علوفه‌ای و همچنین خصوصیات علف‌های هرز موجود در مزرعه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت‌مدرس با مختصات طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۸ دقیقه شمالی انجام شد. در این آزمایش، چهار دُز علف‌کش تری بنورون - متیل (گرانستار) (DF 75%) یک‌بار به‌صورت خاک‌پاش قبل از کاشت (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در هکتار) روی دو رقم ذرت NS 640 و SC 704 بررسی شدند. عملیات سمپاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی تلمبه‌ای صورت گرفت. عرض دستگاه ۴۱ سانتی‌متر، طول دستگاه ۵۹ سانتی‌متر، وزن دستگاه ٤/۳ کیلوگرم، دور پمپ ۶ بار، طول پاشش ۴ متر، فشار ۸۰ سانتی‌متر مکعب، ظرفیت ۲۰ لیتر است. فشار سمپاش به وسیله یک پمپ پیستونی ساده دستی تامین می شود که در قسمت داخلی بالای مخزن قرار دارد. و می بایست قبل از شروع مخزن را در حدود نصف تا دو سوم از مایع سم پر کرد و با تلمبه زدن هوا تحت فشاری در حدود ۵ تا ۶ اتمسفر در داخل مخزن ذخیره می شود. قبل از سمپاشی، واسنجی (کالیبراسیون) انجام شد. برای ایجاد غلظت‌های علف‌کش مورد نظر، در ابتدا محلول استوک تهیه شد. برای تهیه این محلول ۱/۲ گرم از علف‌کش گرانستار در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. سپس با رقیق سازی محلول استوک، همه غلظت‌های مورد نظر به‌دست آمده و در کرت‌ها بر اساس نقشه طرح سمپاشی شدند. بافت خاک مزرعه شنی لومی، هدایت الکتریکی ۲/۲۷ دسی‌زیمنس بر متر، pH ۷/۵۹، ماده آلی ۱/۱ درصد و کربن آلی ۱/۹۹ درصد بود. جمعیت علف‌های هرز به صورت فلور طبیعی در مزرعه مورد مطالعه قرار گرفت (خرفه، تاج‌خروس، سلمه تره، تاتوره) و برای ارزیابی خصوصیات علف‌های هرز، یک کرت عاری از علف هرز که به‌صورت دستی وجین گردید و یک کرت بدون کشت ذرت علوفه‌ای و کنترل علف‌هرز نیز در هر تکرار در نظر گرفته شد. به منظور ارزیابی خصوصیات ذرت علوفه‌ای، از کرت‌های بدون کنترل علف هرز برای ارزیابی تأثیر رقابت علف‌های هرز استفاده شد. هر بلوک شامل ۱۰ کرت و هر کرت شامل هشت ردیف

کشت به طول پنج متر و عرض ۴/۸ متر، فاصله بین ردیف کاشت ۶۰ سانتی‌متر، روی ردیف کاشت ۲۵ سانتی‌متر، به‌صورت کپه‌ای در وسط پشته‌ها در عمق سه الی پنج سانتی‌متر، تراکم کشت ۶۶ هزار بوته در هکتار، فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر درنظر گرفته شد. برای ضدعفونی کردن بذور از وکوزیم سیدپلاس ۲ درصد و حشره‌کش ایمیداکلوپرید استفاده شد. عملیات آبیاری به روش قطره‌ای و کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی انجام شد. هیچ‌گونه آثاری از آفت‌زدگی و بیماری در ذرت مشاهده نگردید. به‌منظور اندازه‌گیری‌های مربوط به علف هرز پنج نمونه‌برداری تخریبی از ابتدای فصل رشد آغاز و تا انتهای فصل رشد (کدهای نمونه‌برداری مطابق BBCH: ۱۵، ۴۵، ۶۹، ۸۹ و ۹۹) انجام شد. برداشت نهایی ذرت علوفه‌ای در زمان رسیدگی از سطحی معادل دو مترمربع صورت پذیرفت. ارتفاع بوته با استفاده از خط‌کش‌های بلند بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سطح برگ ذرت علوفه‌ای و علف‌های هرز بلافاصله پس از نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل DELTA-T DEVICES ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد. در تمامی مراحل نمونه‌برداری ذرت علوفه‌ای، ضمن شمارش تعداد بوته‌های علف‌هرز موجود در سطح نمونه‌برداری، وزن خشک کل اندام هوایی و سطح برگ آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد. سپس وزن خشک اندام هوایی آن‌ها با ترازوی دقت یک صدم توزین شدند. برای سنجش محتوای کلروفیل ۲۰ میلی‌گرم نمونه برگی (نمونه‌گیری در مرحله BBCH ۷۹ و از بالاترین برگ) از هر تیمار آزمایشی را در ۵ میلی‌لیتر ماده دی‌متیل‌سولفوکسید (DMSO) در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم قرار داده شدند. سپس عصاره حاصل را از کاغذ صافی عبورداده و جذب نوری کلروفیل a و b و کارتنوئید در طول موج‌های ۶۴۸، ۶۶۴ و ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری اندازه‌گیری شد و با استفاده از روابط زیر محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید (هیکسکوکس و ایسرائیلستام ۱۹۷۹).

$$Chlorophyll_{ac} = 12.25A_{664}-2.79A_{648}$$ رابطه (۱)

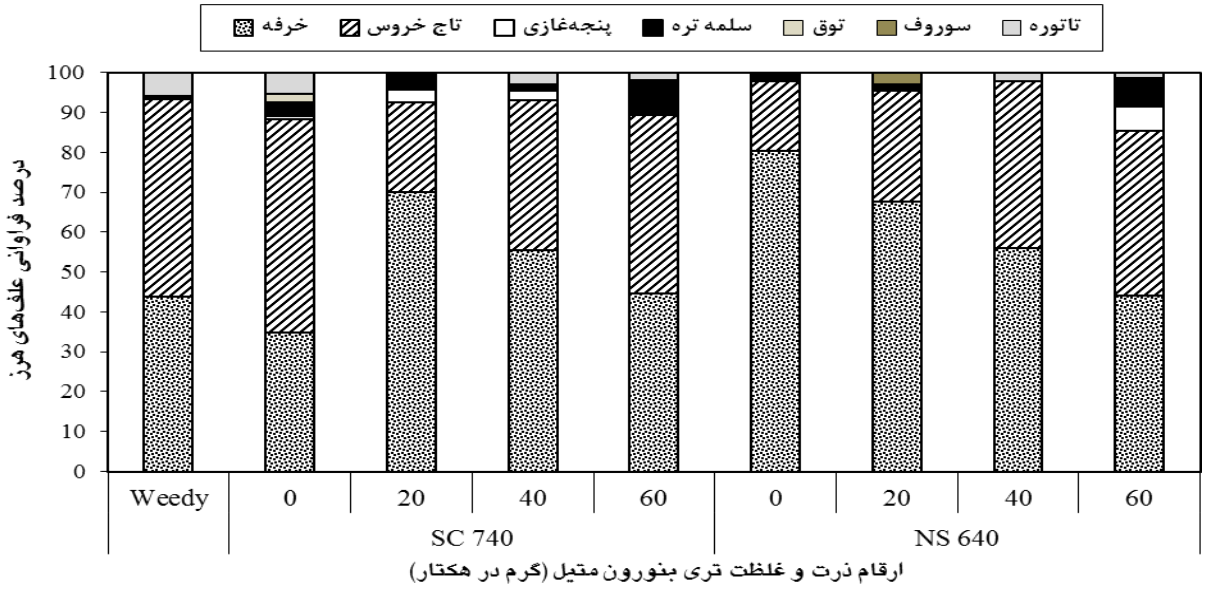
$$Chlorophyll_{bc} = 21.50A_{648}-5.10A_{664}$$ رابطه (۲)

$$Carotenoid_{sc} = 1000A_{470}-1.82\ chl._{ac}-85.02chl._{bc}/198$$ رابطه (۳)

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز (نمونه‌گیری در مرحله BBCH ۷۹ و از بالاترین برگ)، به‌ترتیب از روش‌های چاخماخ و هورست (۱۹۹۱) و قناتی و همکاران (۲۰۰۲) به‌صورت تغییرات جذب در هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی استفاده گردید. فتوسنتز گیاه با استفاده از سیستم تبادل گاز قابل حمل (Li-Cor 6400, Li-Cor Inc., Lincoln, NE, USA) اندازه‌گیری شد. تمامی اندازه‌گیری‌های مرتبط با فتوسنتز در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور معادل ۱۴۰۰– ۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه در کدهای ۱۵، ۴۵، ۶۹، ۸۹ و ۹۵ BBCH معادل ۳۶، ۵۰، ۷۱، ۹۱ و ۱۰۶ روز پس از کاشت اندازه‌گیری شد. در هر تیمار سرعت فتوسنتز از برگ فوقانی و جوان گیاه اندازه‌گیری شد و پس از قرار دادن برگ به‌مدت حداقل یک دقیقه درون محفظه IRGA و به ثبات رسیدن مقادیر فتوسنتز، اعداد دستگاه ثبت گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، تست نرمالیتی روی باقیمانده‌ها انجام گرفته و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال باقیمانده‌ها، تجزیه واریانس از طریق مدل خطی تعمیم یافته (GLM) انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. با استفاده از ضرایب متعامد، معنی‌داری روابط خطی و درجه دو بین دُزهای علف‌کش و صفات اندازه‌گیری شده در ذرت بررسی شد.

جدول ۱- علف‌های هرز شناسایی شده در مزرعه ذرت مورد آزمایش

نام فارسی	نام علمی	خانواده
تاج خروس ریشه قرمز	*Amaranthus retroflexus* L.	Amarantaceae
سلمه‌تره	*Chenopodium album* L.	Chenopdiaceae
تاتوره	*Datura stramonium* L.	Asteraceae
توق	*Xanthium strumarium* L.	Asteraceae
خارخسک	*Tribulus terrestris* L.	Zygophyllaceae
خرفه	*Portulaca oleracea* L.	Portulaceae
سوروف	*Echinochloa crus-galli* L.	Poaceae
چسبک	*Setaria viridis* L.	Poaceae
پنجه‌مرغی	*Cynodon dactylon* L.	Poaceae



شکل ۱- درصد فراوانی علف‌های هرز طی دوره رشد در تیمارهای مختلف آزمایشی اعمال شده در مزرعه ذرت. برای مقایسه بهتر، فراوانی علف‌های هرز در تیمار عدم کنترل و عدم کشت ذرت (Weedy) ارائه شده است.

نتایج و بحث

ارزیابی خصوصیات علف‌های هرز

فراوانی علف‌های هرز

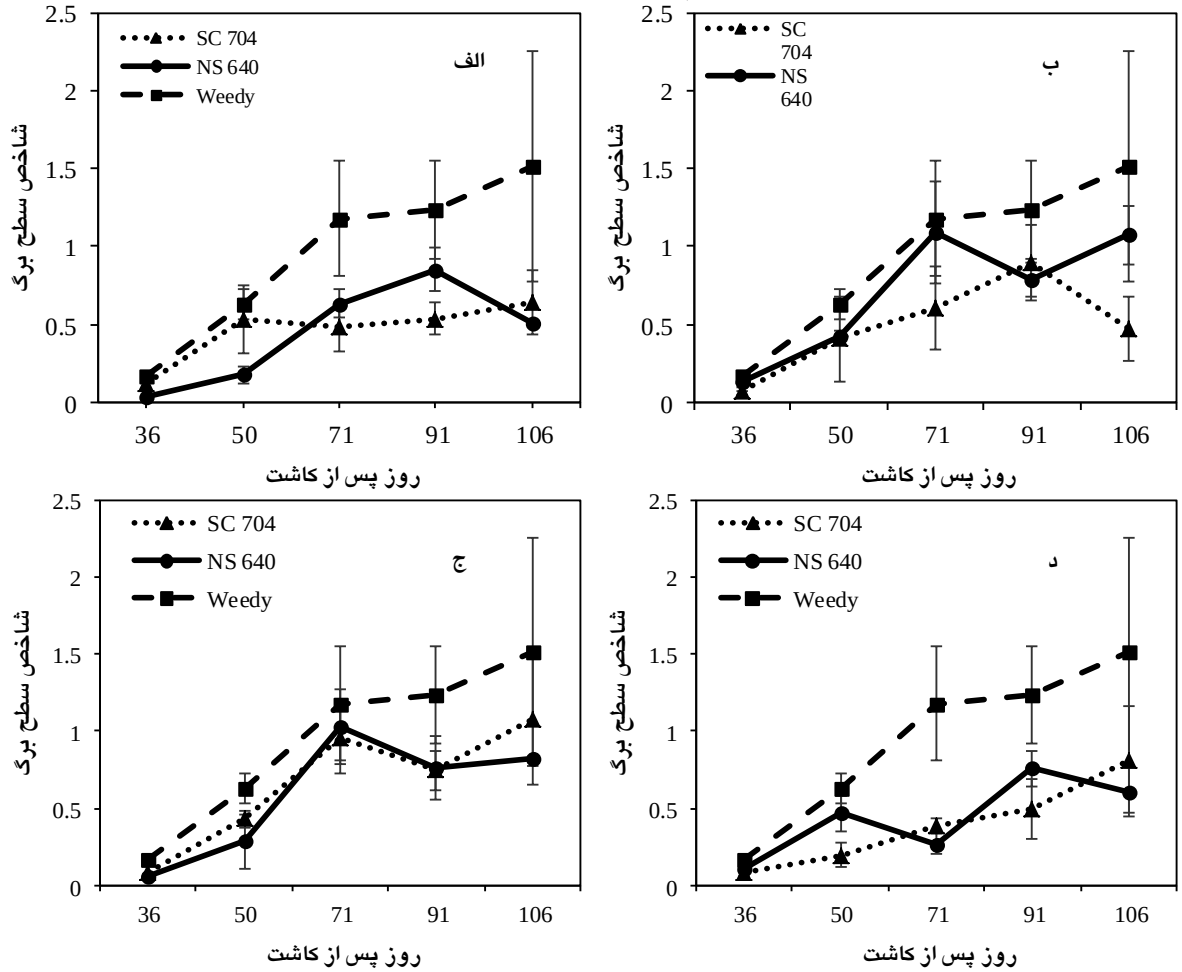
در این آزمایش علف‌های هرز پهن برگ خرفه و تاج‌خروس ریشه قرمز علف‌های هرز غالب مزرعه را تشکیل داده بودند (شکل ۱). این جمعیت از علف‌های هرز به‌دلیل دارا بودن مسیر فتوسنتزی چهار کربنه، در دمای بالا، نور شدید و رطوبت کم به‌ویژه در مزارع گیاهان زارعی تابستانه و گرمادوست مانند ذرت قدرت رقابت بیشتری از خود نشان داده و غالبیت بیشتری در مزارع دارند (رولند ۲۰۰۰).

شاخص سطح برگ علف‌های هرز

با توسعه گیاه پس از کشت ذرت، شاخص سطح برگ علف‌های هرز مزرعه روند افزایشی به خود گرفته و در مقایسه با کرت‌های کشت شده، شاخص سطح برگ علف‌های هرز در کرت‌های کشت نشده (Weedy) بیشتر بود. این روند تا ۷۱ روز پس از کشت با شیب

صعودی و بعد از آن با شیب ملایم ادامه یافت (شکل ۲). کاهش شیب صعودی روند شاخص سطح برگ علف‌های هرز در اواخر دوره رشد را می‌توان به کاهش سرعت رشد و رقابت درون گونه‌ای علف‌های هرز برای دریافت نور، رطوبت و عناصر غذایی در این دوره نسبت داد (خواجه‌پور ۲۰۰۹).

در شرایط عدم کاربرد علف‌کش تری‌بنورون متیل، در اوایل فصل رشد تا حدود ۵۰ روز پس از کاشت، علف‌های هرز مجاور رقم سینگل کراس ۷۰۴ شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به علف‌های هرز مجاور NS 640 داشتند. از این زمان به بعد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ از نظر شاخص سطح برگ رقابت بهتری با علف‌های هرز را از خود نشان داده و شاخص سطح برگ علف‌های هرز را کاهش داد (شکل ۲- الف و ب). با افزایش دُز علف‌کش تری بنورون متیل به ۴۰ و ۶۰ گرم در هکتار اختلاف معنی‌داری بین شاخص سطح برگ علف‌های هرز در کرت‌های کشت شده با ذرت مشاهده نشد ولی در بالاترین دُز به کار رفته، کم‌ترین شاخص سطح برگ علف‌های هرز مشاهده شد (شکل‌های ۲- ج و د). ساختمان سایه‌انداز، زاویه برگ، شاخص سطح برگ و توزیع عمودی آن یکی از عوامل مهم در تعیین توان رقابتی گیاهان از جمله ذرت علوفه‌ای در جذب نور و افزایش توان فتوسنتزی سایه‌انداز در رقابت با علف‌های هرز نقش بسزایی دارد (خواجه‌پور ۲۰۰۹). پژوهش‌ها نشان داد که استفاده این علف‌کش قبل از کاشت با ترکیب شدن آن با خاک و جایگذاری مناسب آن درون خاک کنترل هر چه بیشتر علف‌های هرز به‌ویژه علف‌های هرز چندساله را فرآهم می‌آورد (زند و همکاران ۲۰۰۸).

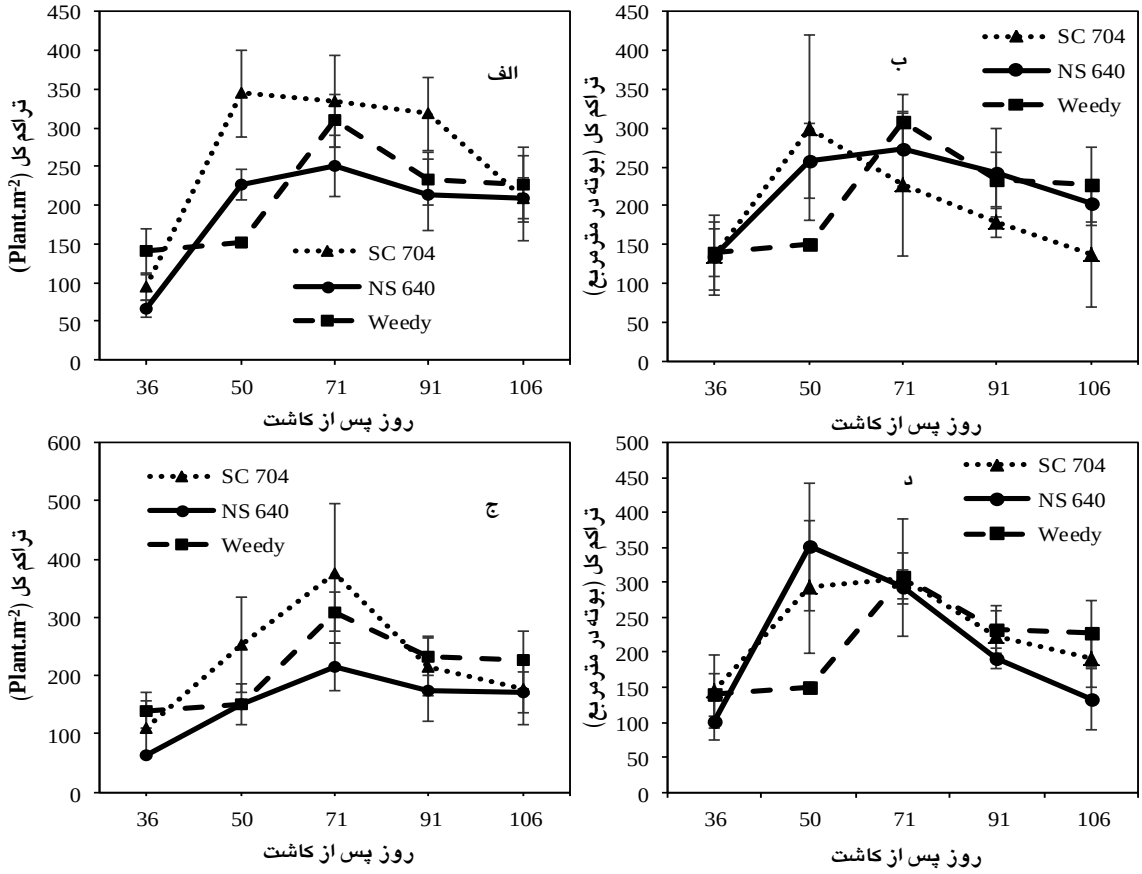


شکل ۲- تغییرات شاخص سطح برگ علف‌های هرز در روزهای مختلف پس از کاشت در دزهای الف: صفر، ب: ۲۰، ج: ۴۰، د: ۶۰ گرم در هکتار علف‌کش تری‌بنورون متیل استفاده شده در کرت‌های کشت شده با دو رقم ذرت. خط‌های عمودی نشان دهنده خطای معیار می‌باشد. برای مقایسه بهتر در همه شکل‌ها روند تغییرات شاخص سطح برگ علف‌های هرز در تیمار عدم کنترل و عدم کشت ذرت (Weedy) ارائه شده است.

تراکم کل علف‌های هرز

تراکم کل علف‌های هرز تا اواسط دوره رشد ذرت روند افزایشی داشته و پس از آن روند کاهشی نشان داد. در همه دوره‌های رشد به‌جز ۵۰ روز بعد از کاشت در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر تراکم کل علف‌های هرز مشاهده نشد (شکل ۳). در شرایط عدم کاربرد علف‌کش و ۵۰ روز بعد از کاشت، به‌ترتیب کم‌ترین تراکم کل علف هرز در کرت‌های کشت نشده و کرت‌های کشت شده با رقم NS 640 و سینگل کراس ۷۰۴ مشاهده شد (شکل ۳- الف).

این نتایج با نتایج کیانی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. همچنین، نتایج نشان داد که از اوایل تا اواسط دوره رشد، تراکم کل علف‌های هرز دارای روند افزایشی بود که علت این امر را می‌توان در رقابت پایین بین گیاه و علف هرز در ابتدای دوره رشد جستجو کرد. از سویی دیگر، کاهش تعداد علف‌های هرز با گذشت زمان، می‌تواند به‌دلیل افزایش رشد و بسته شدن سایه انداز ذرت و افزایش رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌های علف‌های هرز بر سر منابع غذایی، نور و ... باشد که این رقابت سبب حذف گیاهان ضعیف‌تر خواهد شد که اصطلاحاً به این پدیده خودتنکیگفته می‌شود (سیلورتون ۱۹۸۲).



شکل ۳- تغییرات تراکم کل علف‌های هرز در روزهای مختلف پس از کاشت در دزهای الف: صفر، ب: ۲۰، ج: ۴۰، د: ۶۰ گرم در هکتار علف‌کش تری‌بنورون متیل استفاده شده در کرت‌های کشت شده با دو رقم ذرت. خط‌های عمودی نشان دهنده خطای معیار می‌باشد. برای مقایسه بهتر در همه شکل‌ها روند تغییرات تراکم کل علف‌های هرز در تیمار عدم کنترل و عدم کشت ذرت (Weedy) ارائه شده است.

ارزیابی خصوصیات فیزیولوژیک ذرت علوفه‌ای

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی دُز علف‌کش بر کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید، سرعت فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

معادله خطی اثر اصلی دُز علف‌کش بر محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید، سرعت فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز نشان داد که به ازای افزایش هر یک گرم در هکتار دُز علف‌کش، افزایش کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید و سرعت فتوسنتز و کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز را به‌ترتیب (۰/۰۶۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، (۰/۰۱۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، (۰/۰۰۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، (۰/۱۱ میکرومول CO_2 بر متر مربع بر ثانیه)، (۰/۰۰۰۳ تغییرات جذب بر میلی‌گرم پروتئین بر دقیقه) و (۰/۰۱۱ تغییرات جذب بر میلی‌گرم پروتئین بر دقیقه) برآورد کرد (شکل ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه روی ارقام ذرت تحت‌تأثیر علف‌کش تری بنورون متیل

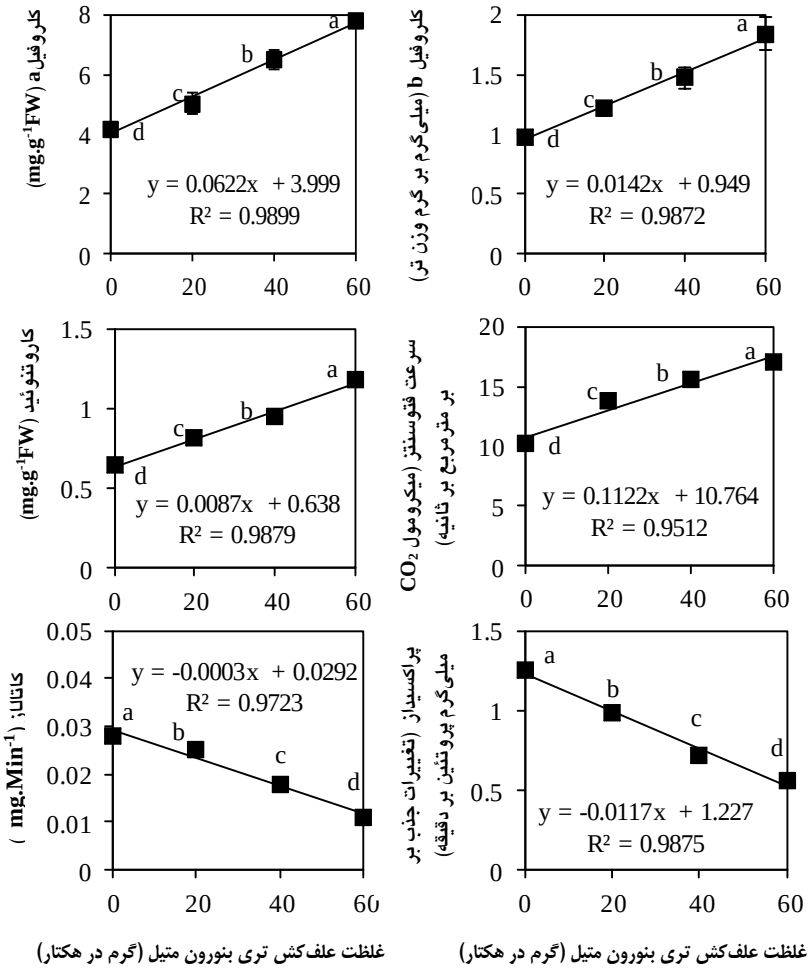
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	سرعت فتوسنتز	کاتالاز	پراکسیداز
بلوک	۲	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
دُز علف‌کش	۳	۰/۱۰**	۰/۰۶**	۰/۰۰۱**	۵۶/۳۳**	۰/۶۶**	۱۷/۹۳**
رقم ذرت	۱	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}
دُز علف‌کش×رقم ذرت	۳	۰/۰۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}
خطای آزمایش	۱۴	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۰۰۴	۰/۰۱
ضریب تغییرات (%)	–	۴/۳۹	۵/۳۹	۳/۹۴	۴/۸۰	۷/۹۸	۲/۹۱

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد، و ns: غیر معنی‌دارمی باشد.

پژوهشگران در آزمایش‌های خود دریافتند که کارآیی علف‌کش فورام‌سولفورون + یدوسولفورون (مایستر) به‌میزان ۱/۵ لیتر در هکتار برای کنترل علف‌های‌هرز توق، تاتوره و دم روباهی نسبت به علف‌کش‌های کروز و اولیتما بهتر بود. علف‌کش بروموایسید آ ام (بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ) به‌خوبی قادر بود اغلب علف‌های‌هرز پهن‌برگ‌ها ذرت را کنترل نماید (لطفی ماوی و همکاران ۲۰۱۳). همچنین، برخی دیگر از محققین بیان کردند علف‌کش مزوتریون + اس متالاکلر + تربوتیلازین تأثیر خوبی بر کاهش وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ تاج خروس، خرفه، پیچک، سلمه‌تره و تاج‌ریزی داشت، به‌طوری‌که، بالاترین تأثیر را در کنترل علف‌هرز سلمه‌تره داشت. نیکوسولفورون و نیکوسولفورون + بروموایسید آ ام نیز دارای تأثیر خوبی در کنترل علف‌های هرز تاج خروس، خرفه و پیچک بودند (نبی‌زاده و همکاران ۲۰۱۳). در واقع علف‌های هرز در طول فصل رشد رقابت قوی‌تری را در جذب نور، آب و مواد غذایی با گیاه ذرت به نمایش گذاردند که این امر موجب کاهش شاخص‌های فیزیولوژیک گیاه ذرت ازجمله محتوای کلروفیل و کاروتنوئید و سرعت فتوسنتز و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گردید (استراهان و همکاران ۲۰۰۰)، لیکن با افزایش دُز علفکش تری بنورون متیل از میزان چیرگی علف‌های هرز ذرت کاسته شده و موجب افزایش محتوای کلروفیل و کاروتنوئید و سرعت فتوسنتز گیاه ذرت گردیده و از میزان فعلیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گیاه کاسته شد (بدمار و همکاران ۱۹۹۹).در حقیقت هر چه سرعت رشد علف‌های هرز بیشتر باشد قابلیت رقابت آن با گیاه زراعی بیشتر می‌گردد زیرا در این حالت علف هرز به طور مؤثرتری بر کانوپی گیاه زراعی غلبه کرده و از

منابع محدود موجود حداکثر استفاده را می‌برد (صادقی و همکاران ۲۰۰۳).

مهاجری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون بیشترین تأثیر را بر کنترل علف‌هرز تاج خروس و پیچک در مزارع ذرت رقم ۷۰۴ داشت. لوم و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که علف‌کش‌های دومنظوره نیکوسولفورون برای کنترل علف‌های هرز باریک و پهن‌برگ در اراضی ذرت بسیار مؤثرند. دلیل کاهش شاخص‌های فیزیولوژیک گیاه ذرت و افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی آن را در اثر افزایش طول دوره رقابت با علف های هرز را می توان به کاهش منابع محیطی اختصاص یافته به گیاه اصلی در اثر تنش علف‌های هرز موجود در مزرعه، در نتیجه مصرف قسمت اعظم منابع توسط علف‌های هرز در مقایسه با گیاه زراعی نسبت داد (فلوز و روث ۱۹۹۲). علاوه بر این، رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی سبب تنک شدن محیط رشد گیاه و در نتیجه، همگام با افزایش طول دوره رقابت، کاهش فضای لازم برای تولید سایه‌انداز مناسب توسط گیاه دانست. کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گیاه با افزایش دُز علف‌کش به حذف تنش ناشی از رقابت علف‌های هرز و افزایش منابع دردسترس گیاه و بالطبع رشد رویشی مطلوب و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به رشد رویشی نسبت داده شده است (آبادیان و همکاران ۲۰۰۸).



شکل ۴- تغییرات صفات فیزیولوژیک ذرت علوفه‌ای در دُزهای صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون متیل. خطای معیار توسط خط‌های عمودی نشان داده شده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکردی و مورفولوژیک روی ارقام ذرت تحت‌تأثیر علف‌کش تری بنورون متیل

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد ردیف بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن صد دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	ارتفاع بوته
بلوک	۲	۹۸/۵۰^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۹/۴۴^{ns}	۱۳۴۱۰/۳۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
دُز علف‌کش	۳	۱۷۳۲/۶۸**	۰/۱۰**	۱۸/۳۸*	۴۱۲۴۴/۰۵**	۰/۰۰۴*	۱۷/۹۳**
رقم ذرت	۱	۷۰/۳۶^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۱۲/۶۶^{ns}	۲۳۲۲/۳۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}
دُز علف‌کش×رقم ذرت	۳	۵۰/۲۹^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}	۱۶/۵۶^{ns}	۲۳۶۷۸/۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}
خطای آزمایش	۱۴	۹۶/۸۲	۰/۰۱	۵/۸۱	۷۶۱۱/۱۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)	–	۶/۸۴	۳/۹۴	۱۰/۷۸	۱۵/۳۳	۶/۷۷	۲/۹۱

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد، و ns: غیر معنی‌دار.

ارزیابی خصوصیات عملکردی و مورفولوژیک ذرت علوفه‌ای

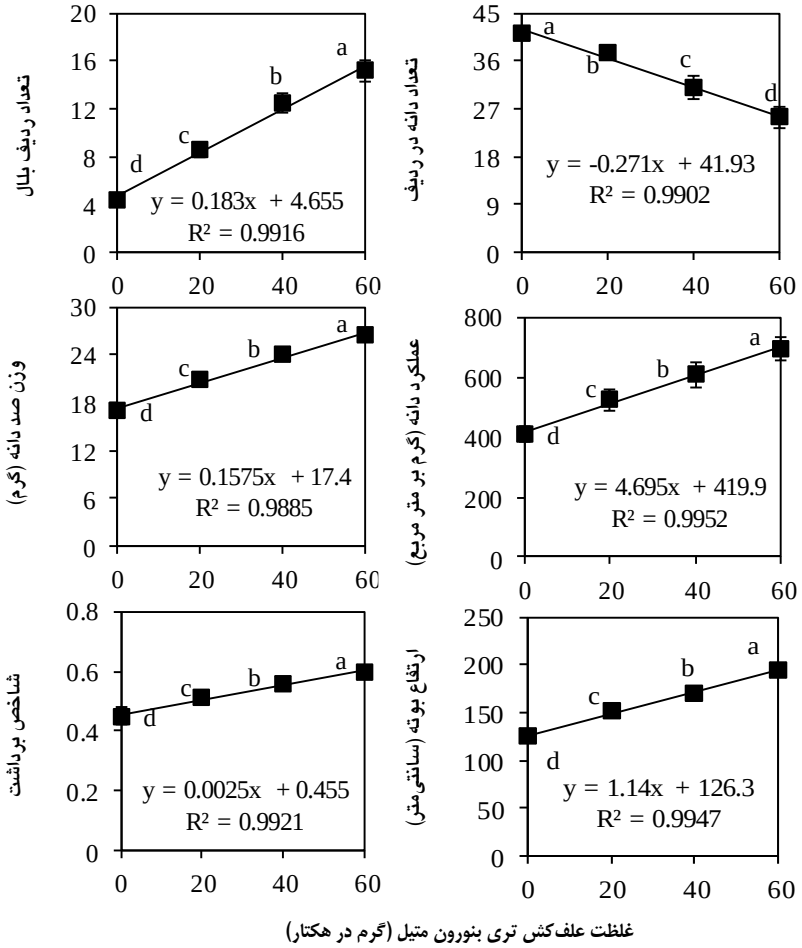
تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی دُز علف‌کش بر تعداد ردیف بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد و از نظر وزن صد دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

معادله خطی اثر اصلی دُز علف‌کش بر تعداد ردیف بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و ارتفاع بوته نشان داد که به ازای افزایش هر یک گرم در هکتار دُز علف‌کش، افزایش تعداد ردیف بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و ارتفاع بوته و کاهش تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب (۰/۱۸)، (۰/۱۵ گرم)، (۴/۶۹ گرم در متر مربع)، (۰/۰۰۲)، (۱/۱۴ سانتی‌متر) و (۰/۲۷) برآورد کرد (شکل ۵).

مدحج و پیلتن (۲۰۱۳) نشان داد که مصرف دو لیتر در هکتار از علف‌کش نیکوسولفورون، علف‌های‌هرز نازک برگ سوروف، اویارسلام و همچنین علف‌هرز پهن‌برگ خرفه را با کارآیی بالا کنترل نمود. بیشترین عملکرد دانه ذرت نیز به این تیمار تعلق داشته و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نیز داشت. افزایش عملکرد دانه در تیمار دو لیتر در هکتار نیکوسولفورون به‌دلیل افزایش تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه بود. نصرتی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند کارآیی علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ ذرت مؤثر بود و وزن خشک علف‌های‌هرز تا ۷۳ در صد کاهش یافت. ممنوعی و باغستانی (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش‌ها نیکوسولفورون (کروز)، ریم‌سولفورون (تیتوس)، اولتیما، یو ۴۵ کمبی فلوئید (توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ)، بروماسید آ ام (بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ) و مایستر–ادی، تعداد و وزن خشک سوروف و پنیرک را به‌طور معنی‌داری کاهش داده و همچنین باعث افزایش عملکرد دانه ذرت و شاخص برداشت آن گردید. افزایش زمان رقابت علف‌های هرز با گیاه ذرت، هر چند باعث کاهش تعداد دانه در ردیف شد، اما این کاهش از طریق افزایش تعداد ردیف دانه و وزن صد دانه جبران شد. دلیل این کاهش را می‌توان به وابستگی بالای این صفت به ساختار ژنتیکی و تأثیرپذیری کم آن از شرایط محیطی نسبت داد (سعادتی ۲۰۰۴). ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تابع شرایط حرارتی محیط در مراحل مختلف رشد بوده، به‌ویژه عملکرد تابع شرایط حرارتی محیط در زمان لقاح و انتقال مواد فتوسنتزی به طرف دانه‌ها می‌باشد. به‌نظر می‌رسد علف‌کش تری بنورون متیل توانسته با از بین بردن علف‌های هرز و یا کاهش تراکم آن‌ها شرایط مطلوبی برای ارقام ذرت ایجاد کند تا کمتر با علف‌های هرز بر سر نور و مواد غذایی و ... رقابت کند (بیژن‌زاده و غدیری ۲۰۰۶). غالباً علف‌های هرز باعث کاهش ارتفاع، اجزای عملکرد و شاخص برداشت شده و به این صورت عملکرد دانه ذرت را کاهش می‌دهند. در واقع می‌توان تغییرات در عملکرد بین تیمارها را به تغییرات در کارآیی کنترل علف‌های هرز بین تیمارها نسبت داد (زند و همکاران ۲۰۰۷). دلیل

کاهش تعداد دانه در ردیف در اثر افزایش طول دوره رقابت با علف‌های هرز را می‌توان به کاهش دریافت مواد پرورده توسط گیاه زراعی و در نتیجه، چروکیده شدن و از بین رفتن دانه‌ها نسبت داد. علت این امر را می‌توان این گونه بیان نمود که با افزایش تداخل، رقابت بین علف‌های هرز و ذرت برای جذب منابع محیطی، بیشتر شده و به دنبال آن، میزان تولید مواد فتوسنتزی و انتقال این مواد به دانه‌ها کاهش یافته و در نهایت دانه های موجود در ردیف، بزرگ‌تر ولی تعداد آن‌ها کم‌تر می‌شود (لیچ و همکاران ۱۹۹۹).

با توجه به این که وزن صد دانه به میزان هیدرات کربن ذخیره شده در شروع پر شدن دانه و ژنوتیپ گیاه بستگی داشته و کمبود عناصر غذایی موجود در خاک در زمان پر شدن دانه‌ها سبب کاهش وزن آن‌ها می‌شود، دلیل افزایش وزن هزار دانه را می‌توان به تشکیل دانه‌های بزرگ‌تر در اثر کاهش دسترسی گیاه به عوامل محیطی به‌ویژه نور در اثر رقابت زیاد بین بوته ها، کاهش تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت انتقال مواد فتوسنتزی کمتر به دانه ها علی الخصوص در زمان پر شدن آن‌ها نسبت داد (امیرمرادی ۱۹۹۹). وجود روند صعودی در شاخص برداشت در اثر افزایش علظت علف‌کش به معنی آن است که با حذف علف‌های هرز به‌دلیل سایه‌اندازی آن‌ها روی گیاهان و افزایش ارتفاع بوته و بالطبع رشد رویشی، مواد فتوسنتزی بیشتری به رشد رویشی اختصاص یافته و در نهایت شیره پرورده بیشتری برای پر شدن دانه‌ها فراهم می‌آید. در نتیجه، عملکرد اقتصادی نسبت به عملکرد بیولوژیک افزایش بیشتری داشته و در نهایت، شاخص برداشت، افزایش بیشتری خواهد داشت (خوشنام ۲۰۰۷).



شکل ۵- تغییرات صفات علمکردی و مورفولوژیک ذرت علوفه‌ای در دُزهای صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون متیل. خطای معیار توسط خط‌های عمودی نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که علف‌های هرز خرفه و تاج خروس ریشه قرمز از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع ذرت علوفه‌ای بوده و شاخص سطح برگ و تراکم کل علف‌های هرز تا اواسط دوره رشد ذرت روند افزایشی داشته و پس از آن روند کاهشی نشان داد. با افزایش دُز علف‌کش تری بنورون متیل، فعالیت رنگدانه‌های فتوسنتزی، سرعت فتوسنتز گیاه، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص برداشت و صفات مورفولوژیک ارقام ذرت علوفه‌ای افزایش یافت و همچنین به‌دلیل تأثیر مثبت علف‌کش تری بنورون متیل در کنترل حداکثری علف‌های هرز مزرعه فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز کاهش یافت. در نهایت، کاربرد ۶۰ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون متیل در مزارع ذرت توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مقاله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس برای تامین هزینه اجرای آزمایش و زحمات جناب آقای دکتر مجید قنبری تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آورند.

منابع مورد استفاده

Abadian H, Latifi N, Kamkar B and Bagheri M. 2008. The effect of late sowing date and plant density on quantitative and qualitative characteristics of Canola (RGS-003) in Gorgan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15(5): 78-87.

Abaspoor M and Rezvani-Moghaddam P. 2004. The critical period of weed control in corn (*Zea mays* L.) at Mashhad, Iran. Iranian Journal of Crop Research, 2(2):182-195. (In Persian).

Alaric NM, Amoatey CA and Ofosu-Anim J. 2013. Efficacy of Four Herbicide Groups on Weed control, Growth and Yield of maize (*Zea Mays L*). Thesis, University of Ghana. 148 p. (In Persian).

Amirmoradi S. 1999. Effect of plant density on yield, yield components and some of growth indices of autumn canola cultivars. MSc Thesis of Agronomy, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan. (In Persian).

Baghestani MA, Zand E, Soufizadeh S, Eskandari A, Pourazar R, Vaysi 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.

Bedmar F, Manetti P and Monterubbiaesl G. 1999. Determination of the critical period of weed control in corn using a thermal basis. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34(2): 188-193.

Bijanzadeh E and Ghadiri H. 2006. Effect of separate and combined treatments of herbicides on weed control and corn (*Zea mays* L.) yield. Weed Technology, 20: 640-645.

Brown HM, Gaddamidi V and Lee PW. 1998. Sulfonylureas. In metabolic pathways of agrochemicals, part1: Herbicides and plant growth regulators, Roberts T R. The Royal society of chemistry information services. sulfonylureas in soil. Weed Research, 41: 229-453.

Brown HM. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. Pesticide Science, 29 (3): 263-281.

Cakmak I and Horst W. 1991. Effect of aluminum on lipid peroxidation superoxide dismutase, catalase and peroxides activities in root tip of soybean (*Glysin max* L.). Plant Physiology, 83: 463-468.

Croos HZ. 1991. Leaf expansion rate effects on yield and yield components in early maturing maize. Crop Science, 31: 579-583.

Emam Y. 2012. Cereal Production (4th Ed). Shiraz University publication. 190 p. (In Persian).

Estela MA, Blancaver A and Kazuyukiitoh U. 2001. Resistance of rotala indica koehne var. uliginosa koehne to sulfonylurea herbicides. weed Biology and management, 4(1): 209-215.

Fellows GM and Roeth FW. 1992. Shattercane (*Sorghum bicolor* L.) interference in soybean (*Glycine max* L.). Weed Science, 40: 68-73.

Ghanati F, Morita A and Yokota H. 2002. Induction of suberin and increase of lignin content by excess Boron in Tobacco cell. Soil Science and Plant Nutrition, 48(3): 357-364.

Gholami M. 2014. The study of the effect of nitrogen rate and duration weed interference periods on grain yield and distribution of dry matter of corn (*Zea mays* L.). International Journal of Pure Applied Biosciences, 4(2): 260-267.

Hiscox JD and Israelstam GF. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany, 57(12), 1332-1334.

Khajehpour M. 2009. Principles and Basics of agriculture, Isfahan University of Technology, 636 p. (In Persian).

Khoshnam M. 2007. Effect of planting spacing's on critical period of weed control in canola. MSc Thesis of Agronomy, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan. (In Persian).

Kiani S, Alizadeh A, Bazrafshan F and Zakernejad S. 2011. Investigation of the effect of weeding time on species composition, plant density, dry weight and physiological characteristics of sweet corn weeds in Ahvaz. Crop Physiology Journal, 4(15): 99-112. (In Persian).

Leach JE, Stevenson AJ, Rainbow L and Mullen LA. 1999. Effects of high plant population on the growth and yield of winter oilseed rape. Journal of Agricultural Sciences, 132(2): 173-180.

Lum AF, Chikoye D, Adesiyan SO. 2005. Effect of nicosulfuron dosages and timing on the post-emergence control of cogongrass (*Imperata cylindrica*) in corn. Weed Technology, 19: 122-127.

Mamnoie E and Baghestsni M. 2015. Investigating the efficacy of some new herbicides on corn weeds in Jiroft region. Journal of Plant Protection, 28(4), 508-516. (In Persian).

Mehdizadeh M, Alebrahim MT, Roushani M and Streibig J C. 2016. Evaluation of four different crops sensitivity to sulfosulfuron and tribenuron methyl soil residues. Acta agriculturae Scandinavica, Section Biology Soil and Plant Science, 66(8):706-713.

Modhej A, Piltan M. 2013. Effect of Nicosulfuron and Foramsulfuron herbicides on weed control and grain yield of corn Sc.704. Crop Physiology Journal, 4(16): 43-52. (In Persian).

Mohajeri F, Honarmandian M, Pour Azar R and Shirali M. 2010. The study of mechanical, chemical and integrated weed management in corn (*Zea Mays* L.) in Ramhormoz., Journal of Weed Ecology, 1(1): 67-76. (In Persian).

Mosalanejad H, Norouzian M and Mohammad Beigy A. 2002. List of pests, plant diseases, weeds and recommended toxicants. Plant Protection Organization, Ministry of Jehad Agriculture. 112 p. (In Persian).

Mousavi K, Zend E and Saremi H. 2005. Physiological function and application of herbicides. Zanjan Publications. Pests and Plant Disease Research Institute. 286 p. (In Persian).

Moyer J R and Hamman W M. 2001. Factors affecting the toxicity of MON 37500 residues to following crops. Weed Technology, 15 (1): 42-47.

Najafi B and Ghadiri H. 2012. Weed control and grain yield response to nitrogen management and herbicides. Journal of Biological and Environmental Science, 6(16): 39-47.

Nosratti I, Muhammad Alizade H and Makmasumi T. 2007. Evaluation the efficiency of three sulfonylurea herbicide and their effects on maize (*Zea mays* L.) grain yield. Journal of Biology Science, 7: 1262-1265.

Ronald A E. 2000. Amaranthus retroflexus / pigweed. U. S. Department of agriculture.

Russell MH, Saladini JL and Lichtner F. 2002. Sulfonylurea herbicides. Pesticide Outlook, 13(4): 166-173.

Saari LL, Cotterman JL and Thill DL. 1994. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. In: Herbicide resistance in plants: Biology and Biochemistry. (eds SB Powles and JAM Holtum). 83-140. Lewis Publishers, Boca raton, F L.

Sadati SH. 2004. The critical period of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) in canola. MSc Thesis of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian).

Sadeghi H, Baghestani MA, Akbari GA and Hejazi A. 2003. Evaluation of soybean (*Glycine max* L.) and several weed species growth indices in competitive conditions. Applied Entomology and Phytopathology, 71(2): 87-106. (In Persian).

Sadek SE, Ahmed MA and Abdel-Ganeey HM. 2006. Correlation and path coefficient analysis in five parents inbred lines and their six white maize (*Zea mayse* L.) single crosses developed and grown egypt. Journal of Applied Science Research, 2(3): 159-167.

Sharma SK, Dhilon AS and Malhra VV. 1984. Evaluation of lines of maize crossed in a dialle system, plant Breeding. Agricultural and Biological Sciences. 54p.

Shinn SL, Thill DC and Price WJ. 1999. Volunteer Barley (*Hordeum vulgare*) control in winter wheat (*Triticum aestivum*) with MON 37500. Weed Technology, 13: 88-93.

Sikkema PH, Kramer C, Vyn JD, Kells J J, Hilger D E and Soltani N. 2007. Control of Muhlenbergia frondosa (*Wirestem muhly*) with post emergence sulfonylurea herbicide in maize (*Zea mays*). Crop Protection, 26: 1585-1588.

Silvertown kJW. 1982. Introduction to plant population Ecology. Longman Inc. 400p.

Singh J, Brar B S, Sekhon B S, Mavi M S, Singh G and Kaur G. 2016. Impact of long-term phosphorous fertilization on Olsen-P and grain yields in maize–wheat cropping sequence. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 106: 157-168.

Strahan RE, Criffin JL, Reynolds DB and Miller Dk. 2000. Interference between *Rottboellia cochinchinensis* and *zea mays* L. Weed Science. 48: 205-211.

Teaney SR, Armstrong L and Bentley K. 1995. DPX KE459: A new sulfonylurea for postemergence grass and broadleaf weed control in cereals. In: Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference, weeds. Brighton. UK. 49- 56.

Zand E, Baghestani MA, Soufizadeh R, Veysi M, Bagherani N, Barjasteh A, Khayami M M and Nezamabadi N. 2007. Broadleaved weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with post-emergence herbicides in Iran. Crop Protection, 26 (5): 746-752. (In Persian).

Zand E, Baghestani MA, Mousavi K, Ovisie M, Ebrahimi M, Rastgoo M and Labafi-Hossein Abadi M R. 2008. Weed Management Guidance (translation). Mashhad University Jahad Publication. 476 p. (In Persian).