

Study of plant density and irrigation intervals on grain yield and some physiological traits in forage sorghum

پیام معاونی^۱ و یوسف حیدری^۲

. تأثیر تراکم کاشت و دور آبیاری بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی در سورگوم علوفه‌ای، مجله علوم زراعی ایران. جلد ۶، شماره ۴، صفحه ۳۸۲-۳۷۴.

%

%

سطح زیر کشت این گیاه در جهان قریب به ۵۰ میلیون هکتار است. بیشترین آن مربوط به سورگوم دانه‌ای است که سطحی معادل ۴۷ میلیون هکتار را زیر پوشش دارد. سطح زیر کشت این گیاه در کشور ما نزدیک به ۳۰ هزار هکتار است که بیشتر در مناطق جنوبی به ویژه استان‌های خوزستان و فارس کشت

سورگوم *Sorghum bicolor* (L.) Moench یکی از گیاهان خانواده غلات (Gramineae) بوده و عقیده بر این است که قدمت اهلی شدن این گیاه مشابه سایر غلات است. این گیاه از نظر اهمیت مقام پنجم را بعد از گندم، برنج، ذرت، و جو دارد.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۲/۹/۱

۲- مربی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد کازرون

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی- واحد کازرون

می‌شود (FAO, 1999). در حال حاضر این گیاه در سطوح وسیع و در کشورهای متعددی از جمله هند، استرالیا و برخی کشورهای آفریقایی کشت می‌شود همچنین در ایالت‌های غربی ایالت متحده آمریکا یک غله مهم محسوب می‌گردد (Harlan and Dewet, 1972; House, 1985).

پدیده هتروزیس در بسیاری از صفات سورگوم و کشف نر عقیمی در پاره‌ای از ارقام این گیاه باعث گردید تا هیبریدهایی بسیار مطلوب با پتانسیل عملکرد بالا و سازگار با شرایط محیطی به دست آید (House, 1985).

کوکس و جولیف (Cox and Julliff, 1986) برای تعیین واکنش گیاه به کمبود آب در خاک، اندازه‌گیری وضعیت آب در گیاه و واکنش فیزیولوژیکی گیاه را پیشنهاد نمودند. اما متأسفانه در بسیاری از آزمایش‌ها، اندازه‌گیری وضعیت آبی گیاه انجام نشده است. امروزه که فناوری لازم در دسترس است مسأله اصلی، تعیین بهترین روش اندازه‌گیری است که با اهداف پژوهشگران انطباق داشته باشد.

این گیاه با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی منحصر به فردی که دارد به عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی معرفی شده است و نسبت به سایر گیاهان زراعی در شرایط دشوار آبیاری و شرایط دور آبیاری مقاومتر بوده و نیاز آبی کمتری دارد (معاونی، ۱۳۸۲). با توجه به سیستم فتوسنتزی، نحوه فعالیت روزنه‌ای و سیستم ریشه‌ای این گیاه هم‌قادر است آب را بهتر جذب کند و هم این که تلفات آب را به اتمسفر کمتر نماید و حتی بعد از یک دوره خشکی طولانی روزنه‌ها قادر خواهند بود فعالیت مجدد خود را بدون آسیب شروع کنند (کوچکی، ۱۳۶۴). سیستم ریشه‌ای این گیاه افشان و بسیار توانمند و گسترده است به طوری که تا ۲ متری خاک فرو می‌رود. البته در شرایط رطوبت کافی ریشه‌ها در عمق ۶۰ سانتی‌متری قرار می‌گیرند و بیش از نیمی از نیاز آب گیاه را برطرف

می‌کنند (دهقانی، ۱۳۷۵). در شرایط کمبود آب ریشه‌ها گسترش جانبی کمتری داشته و به اعماق بیشتری فرو می‌روند سورگوم در مقایسه با ذرت دارای سیستم ریشه‌ای افشان خیلی وسیع است و در حجم زیادی از خاک نفوذ نموده و به جذب رطوبت از خاک می‌پردازد (House, 1985).

این گیاه در برابر خشکی پایدار است ولی برای تولید علوفه زیاد نیاز به آبیاری دارد، نیاز آبی آن حداقل معادل ۵۰۰ میلی‌متر بارندگی در فصل رشد است (کریمی، ۱۳۷۶). در برابر خشکی مقاوم است و در دوره خشکی فراورده‌های علوفه آن کاهش یافته و ماده سمی اسید پروسیک در آن زیاده‌تر می‌شود (کریمی، ۱۳۷۶). سورگوم نسبت به سایر غلات جهت رشد و نمو به آب کمتری نیاز دارد به طوری که طبق تحقیقات انجام شده برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک به ۳۳۲ لیتر آب نیاز دارد در صورتی که این نیاز آبی برای ذرت ۳۶۸ لیتر، جو ۴۳۴ لیتر و گندم ۵۱۴ لیتر است (House, 1985).

زمانی که رشد سورگوم به دوران خشک و کم آب برخورد می‌کند متوقف گردیده و به محض شروع بارندگی از سرگرفته می‌شود، همچنین این گیاه رطوبت بیش از حد را نیز تحمل می‌کند و از این نظر نیز نسبت به سایر غلات برتری دارد. سلیوان و استین (Sullivan and Eastin, 1975) دریافتند که بسته شدن روزنه‌های ارزن و ذرت در مقایسه با سورگوم در پتانسیل آب بالاتری انجام می‌گیرد و بسته شدن روزنه‌ها باعث متوقف شدن تعرق و جلوگیری از خنک شدن گیاه می‌شود در نتیجه دمای برگ افزایش می‌یابد. احتمالاً ذرت و ارزن در مقایسه با سورگوم به سبب خصوصیات روزنه‌ای فوق به دماهای بالا بهتر سازگار می‌شوند و با توجه به اینکه ذرت و ارزن روزنه‌های خود را سریعتر مسدود می‌کنند نسبت به سورگوم مقاومت بیشتری به گرما دارند و مکانیسم‌هایی را به وجود می‌آورند تا دماهای بالاتر برگ را تحمل کنند که این فرآیند در

خصوصیات تحمل به تنش‌های ناشی از تغییرات دور آبیاری نیز نقش دارد. در گیاهان علوفه‌ای افزایش وزن خشک مهمترین جنبه رشد است (زند، ۱۳۷۲).

در اکثر ارقام حداکثر افزایش ماده خشک ۳۴ الی ۳۸ روز پس از گلدهی رخ می‌دهد (مدیر شانه‌چی، ۱۳۶۹). تولید ماده خشک در شرایط محیطی به بسیاری از خصوصیات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه بستگی دارد (اهدایی، ۱۳۷۲).

این گیاه با شرایط آب و هوایی ایران به خصوص مناطق گرم و خشک مثل سیستان و بلوچستان، کرمان، اصفهان و بنادر جنوب سازگار است (فومن اجیرلو، ۱۳۶۶). مولدون (Muldoon, 1985) بیان نمود که عملکرد سورگوم علوفه‌ای تابعی است از ارتفاع گیاه و ارتفاع برداشت از سطح زمین به طوری که هر چه در هنگام برداشت فاصله قطع تا زمین کمتر و ارتفاع گیاه بیشتر باشد عملکرد ماده خشک بیشتری را شاهد خواهیم بود. گیاهان در مراحل اولیه رشد خود دارای سهم یکسانی از اجزا برگ و اجزا ساقه در ماده خشک هستند و با افزایش سن گیاه این سهم بیشتر می‌شود. میانگین درصد برگ ساقه بین ارقام مختلف به ترتیب بین ۲۵-۱۵٪ و ۸۵-۴۵٪ متغیر است (Sing, 1991). کوکس و جولیف (Cox and Jolliff, 1987) به این نتیجه رسیدند که کاهش میزان فتوسنتز خالص در شرایط تنش خشکی که بیانگر کاهش مقدار تولید ماده خشک در واحد سطح برگ و در نتیجه کاهش عملکرد است، نشان می‌دهد که در اثر تنش خشکی کارایی سطح برگ کاهش یافته است.

احمدی (Ahmadi, 1991) در آزمایشی واکنش چهار رقم سورگوم علوفه‌ای را در سه سطح آبیاری ۱۰۰٪، ۵۰٪، ۲۵٪ اشباع خاک مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که با کاهش مقدار آب، تجمع مواد فتوسنتزی نیز کم می‌شود، در این آزمایش همچنین مشاهده گردید که با کاهش مقدار آب خاک، استفاده مؤثر از آب برای هر ژنوتیپ افزایش یافته است. اونکن

و وندت (Onken and Wendet, 1992) در گزارش خود روی سورگوم نشان دادند که در شرایط دوره‌های آبیاری طولانی کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد. مناسبترین روش آبیاری برای سورگوم، آبیاری نشتی است، به منظور داشتن سطح سبز یکنواخت و عملکرد علوفه خشک بیشتر بهتر است آبیاری‌های اول تا سوم به فاصله ۴-۳ روز انجام گیرد. در این صورت با مناسب بودن درجه حرارت محیط پس از یک هفته بذرها به راحتی جوانه زده در سطح خاک ظاهر می‌شوند و با ظهور گیاهچه‌ها در سطح خاک، فواصل آبیاری افزایش می‌یابد و در مراحل بعدی هر ۷-۱۰ روز یکبار انجام می‌گیرد (بنی‌صدر و مهرور، ۱۳۷۷). جونز و ترنر (Jones and Turner, 1980) و مورگان (Morgan, 1984) با مطالعه اثرات دور آبیاری خشکی بر روی سورگوم علوفه‌ای اظهار داشتند که روند رشد، عملکرد و ارتفاع گیاه در فاصله بیشتر دور آبیاری کاهش چشمگیری نشان می‌دهد.

دور آبیاری زیاد به درجه‌ای که شدت جذب خالص را فقط ۵۰ درصد کاهش دهد، مقداری است که می‌تواند رشد برگ‌ها را کاملاً متوقف نماید این موضوع نمایانگر آن است که سطح برگ‌ها بیشتر از شدت جذب خالص تحت تأثیر دور آبیاری آب قرار می‌گیرد (سید، ۱۳۷۳). احمدی (Ahmadi, 1991) و پاین و همکاران (Payne et al, 1992) در تحقیقات خود به افزایش کارایی مصرف آب در دوره‌های آبیاری طولانی مدت اشاره کرده‌اند اثر دور آبیاری بر عملکرد عمدتاً به این موضوع بستگی دارد که چه مقدار از ماده خشک تولیدی به عنوان ماده مفید برداشت می‌گردد. وقتی که اکثر یا تمام اندام‌های هوایی گیاه در خصوص گیاهان علوفه‌ای عملکرد را تشکیل می‌دهد اثرات دور آبیاری بر عملکرد شبیه اثرات آن بر کل رشد است.

اثرات دور آبیاری طولانی بر رشد، مقدار عملکرد و کیفیت گیاه بسیار وسیع بوده و مهم‌ترین فرآیند دور

آبیاری خشکی کاهش سرعت نمو، کاهش رشد طولی ساقه و کاهش رشد برگ‌ها است (چابوک، ۱۳۷۵).

بیریچ و استوارت (Birch and Stewart, 1989) گزارش کردند که بین عملکرد ماده خشک در سورگوم علوفه‌ای و نسبت برگ به ساقه رابطه منفی وجود دارد. معاونی (۱۳۸۲) با بررسی فاصله کشت بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای به این نتیجه رسید که هیچ اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف فاصله بوته روی ردیف از نظر مقدار اسید پروسیک ملاحظه نمی‌شود.

کاراوتا و چرنی (Caravetta and Cherney, 1990) دریافتند که با تغییر تراکم گیاهی مورفولوژی سورگوم نیز تغییر کرده و بر روی ژنوتیپ‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌داری خواهد داشت. گریک و نلی (Grik and Nelly, 1987) به این نتیجه رسیدند که تراکم کاشت از عوامل مؤثر در اجزاء عملکرد است.

گیاه سورگوم گیاهی است چهارکربنه و پتانسیل تولید بالایی در مناطق گرمسیر به خصوص سیستان و بلوچستان و مناطقی از این استان به ویژه شهرستان ایرانشهر دارد. از آن جایی که میزان تولید علوفه این گیاه در این شهرستان بالا است اما هنوز دوره مناسبی در فصل مناسب کشت از نظر آبیاری مناسب و کارآمد توصیه نشده و با توجه به محدودیت آبی در دوره رشد این گیاه تعیین بهترین دور آبیاری ضروری است. همچنین مناسبترین تعداد بوته در هکتار برای رسیدن به حداکثر عملکرد علوفه خشک با توجه به محدودیت منابع آبی ضروری به نظر می‌رسد.

این آزمایش با توجه به اهداف زیر در منطقه اجرا گردید:

۱- تعیین بهترین دور آبیاری

۲- تعیین مناسبترین تراکم

۳- اندازه‌گیری اسید پروسیک به عنوان یک عامل ضد کیفیت در عملکرد علوفه با توجه به دوره‌های مختلف آبیاری و تراکم‌های متفاوت کاشت.

این آزمایش در سال ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی ایرانشهر که داری آب و هوای خشک است و مقدار بارندگی آن کمتر از صد میلی‌متر است انجام شد. بافت خاک محل مورد آزمایش شنی با $pH = 8.5$ است. عملیات آماده‌سازی زمین طبق معمول با شخم پاییزه و افزودن کودهای شیمیایی فسفره در پاییز و کودپاشی اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم N در هکتار انجام گرفت.

طرح به صورت کرت‌های خرده شده یا Split plot در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. دوره‌های آبیاری ۴ روز، ۷ روز و ۱۰ روز به ترتیب در کرت‌های اصلی قرار گرفتند و به طور تصادفی در داخل بلوک‌ها توزیع شدند تراکم‌های کاشت ۸ سانتی‌متر، ۱۲ سانتی‌متر، ۱۵ سانتی‌متر به صورت فاصله بوته روی ردیف در داخل کرت‌های فرعی یا Sub-Plotها مورد بررسی قرار گرفتند. رقم مورد استفاده اسیدفید بود.

کاشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه انجام شد، هر کرت فرعی شامل ۶ خط به طول ۸ متر و به فواصل ۵۰ سانتی‌متر انتخاب شد. برخی صفات مختلف فیزیولوژیکی مربوط به اجزاء عملکرد شامل: عملکرد علوفه تر و خشک، تعداد برگ، ارتفاع ساقه، نسبت وزنی برگ به ساقه، نسبت وزن خشک به وزن تر و میزان اسیدپروسیک موجود در برگ‌ها در طول دوره رشد اندازه‌گیری شدند. بذر مصرفی به صورت نواری روی ردیف‌ها کاشته شد. و در مرحله ۷-۵ برگی با انجام تنک فاصله بوته‌ها بر روی ردیف‌ها به ۸-۱۲ و ۱۵ سانتی‌متر تنظیم شد، جهت اندازه‌گیری پارامترهای تعداد برگ، ارتفاع گیاه، قبل از برداشت ۱۶ بوته در روی هر یک از سه ردیف میانی برداشت شد و در کلیه تیمارها اندازه‌گیری‌ها انجام گردید و میانگین دوجین از برداشت‌ها به دست آمد.

نمونه برداری از ارقام برای تعیین وزن تر و خشک علوفه در ۱۰ مترمربع برای هر رقم انجام گرفت. وزن تر علوفه توسط ترازو اندازه گیری شده و در گیاهان انتخاب شده ساقه ها و برگ ها جدا شدند و در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری و خشک گردیدند. سپس وزن خشک برگ و ساقه با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری گردید، برگ ها در مرحله برداشت نهایی مورد شمارش قرار گرفتند.

میزان اسید پروسیک بر حسب ppm بر اساس روش های آزمایشگاهی و بر اساس تیتراسیون به دست آمد (Samuel, 2003). برداشت نهایی در مرحله ۱۰ درصد گلدهی به دلیل داشتن خصوصیات کمی و کیفی بالا و از ارتفاع ۱۰ سانتی متری سطح زمین انجام گرفت و داده های به دست آمده در برنامه نرم افزاری Mstatc تجزیه گردید.

همان طور که در جدول شماره ۱ ملاحظه می گردد وزن علوفه تر تحت تأثیر نوع تراکم قرار نگیرد، تنها تغییر در عملکرد آن ها ناشی از سطوح آبیاری است. این جدول همچنین نشان می دهد که وزن خشک علوفه در سطوح مختلف آبیاری و نیز اثر متقابل آبیاری و تراکم در سطح ۱٪ معنی دار است.

جدول شماره ۲ نشان می دهد که بین میانگین تراکم های مختلف تفاوت های آماری معنی داری در سطح ۱٪ وجود ندارد و طبق جدول شماره ۲ ملاحظه می گردد که عملکرد علوفه خشک در آبیاری ۴ روز یکبار در تراکم کاشت ۱۲ سانتی متر با میانگین ۱۱۸/۸ تن در هکتار علوفه تر و ۳۷/۱۳ تن در هکتار علوفه خشک نسبت به سایر دوره های آبیاری و تراکم ها برتری دارد.

طبق جدول شماره ۱ ملاحظه می گردد که عملکرد علوفه خشک تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ در سطوح مختلف آبیاری دارد و عملکرد علوفه خشک در این آزمایش تحت تأثیر تراکم قرار نرفته است در صورتی

که اثر متقابل دور آبیاری × تراکم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است علیرغم این که در تراکم ۸ سانتی متر تعداد بوته ها نسبت به تراکم ۱۵ سانتی متر بیشتر است به نظر می رسد که معنی دار نبودن عملکرد علوفه خشک به این علت باشد که به دلیل نزدیکتر بودن فاصله و وجود رقابت بوته ها و اثر سایه اندازی تعداد برگ های بوته ها کمتر شده و همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می شود درصد وزن برگ به ساقه در تراکم ۱۵ سانتی متر بیشتر از تراکم ۸ سانتی متر است و احتمالاً از این نظر توانسته معنی دار نبودن عملکرد علوفه خشک را در سطوح مختلف توجیه کند.

در جدول شماره ۱ و ۲ ملاحظه می گردد که بین دوره های مختلف آبیاری از نظر میانگین عملکرد علوفه خشک اختلاف معنی داری وجود دارد و دوره آبیاری اول با میانگین ۳۳/۵۴ تن در هکتار بر سایر دوره های آبیاری برتری دارد، تفاوتی بین میانگین عملکرد علوفه خشک در تراکم های مختلف به چشم نمی خورد. فاصله بوته ۱۲ سانتی متر یا میانگین عملکرد علوفه خشک ۳۱/۰۹ تن در هکتار بیشترین تولید را نشان می دهد.

طبق جدول ۱ ملاحظه می شود که تراکم بر ارتفاع ساقه تأثیری ندارد ولی تأثیر دور آبیاری و اثر متقابل تراکم × دور آبیاری بر ارتفاع در سطح ۱٪ معنی دار است. جدول شماره ۲ نشان می دهد که بالاترین ارتفاع ساقه مربوط به دور آبیاری اول است. طبق جدول شماره ۲ ارتفاع ساقه در هیچ کدام از تراکم ها اثر معنی دار ندارد.

در جدول شماره ۲ ملاحظه می گردد که فاصله بوته ۱۲ cm در دور آبیاری اول با میانگین ۳۴۰/۳ سانتی متر بالاترین ارتفاع ساقه را دارد و نسبت به سایر تراکم ها و دوره های آبیاری در سطح ۱٪ برتری دارد.

:

ملاحظه می گردد که اثرات دوره های آبیاری، تراکم کاشت و اثر متقابل دوره های آبیاری × تراکم بوته بر این

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سورگوم علوفه‌ای اسپید فید

Table 1. Analysis of variance for studied characters in Forage sorghum var. Speed feed

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه خشک (هکتار / تن)	عملکرد علوفه تر (تن/ هکتار)	ارتفاع ساقه سانتی متر	درصد وزن برگ به ساقه	درصد وزن خشک به وزن تر	اسید پروسیک	
S. O. V	df	Dry forage yield (t/ha)	Fresh forage yield (t/ha)	Plant height (cm)	Leaf/Stem %	Dry / Fresh weight %	Prussic acid %	
Replication	تکرار	2	39.3	20.75	167.256	6.8	13.146	18340
Irrigation rythem	دور آبیاری	2	170.314**	1941.916**	13430.3**	40.571**	4.382*	96774**
Error a	خطای a	4	8.95	93.4	652.3	1.7	.2	3902.17
Density	تراکم	2	5.57 ^{ns}	76.52 ^{ns}	19.9385 ^{ns}	183.802**	17.95**	786.42 ^{ns}
Interaction (I × D)	(اثر متقابل)	4	143.451**	890.550**	1748.581**	152.202**	59.607**	11438.1
Error B	خطای B	12	1.85	45.01	15	17.4	2.3	6020

** : Significant at 1% level

* Significant at 5% level

ns: Not significant

** : معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪

* : معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪

ns : معنی‌دار نیست.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی سورگوم علوفه‌ای رقم اسپید فید در دوره‌های مختلف آبیاری

Table 2. Mean comparison of studied characters in forage sorghum var. Speed feed under different irrigation rythems

تیمار		عملکرد علوفه خشک	عملکرد علوفه تر	ارتفاع ساقه	درصد وزن برگ	درصد وزن خشک	اسید پروسیک
		تن / هکتار	تن/ هکتار	سانتی متر	به ساقه	به وزن تر	
Tratment		Dry forage yield	Fresh forage	Stem height	Leaf/stem	Dry weight/Fresh	Prussic acid
		(t/ha)	yield (t/ha)	(cm)	%	weight %	(ppm)
دور آبیاری	I1(4days)	33.5 a	115 b	310.4 a	35.3 a	29.1 a	230.3 c
Irrigation	I2(7days)	31.4 b	13.5 a	273.3 b	34.2 a	27.7 b	241.4 b
rythem	I3(10days)	23.6 c	85.4 c	270.3 b	32 b	27.6 b	250.1 a
تراکم	D1(8cm)	27.2 a	156 a	273.8 a	29.1 c	19.2 c	240.0 a
Density	D2(12cm)	31.0 a	107.9 a	269 a	31.3 b	28.8 b	240.2 a
	D3(15cm)	29.9 a	99.5 a	254 a	41.5 a	30.1 a	241.1 a
IxD اثر متقابل	I1D1	28.4 c	113 a	198 de	55.6 a	25.4 bc	231.4 a
Interaction	I1D2	37.1 a	118.8 a	340.3 a	29.8 c	31.2 a	230.8 a
	I1 D3	30.4 c	112.9 b	283 bc	57.9 a	26.9 b	228.7 a
	I2 D1	35.8 b	113.4 c	168 e	52.3	31.5 a	240.3 a
	I2 D2	31.0 bc	113.1 a	250 a	34.77 b	27.5 b	240.5 a
	I2 D3	25.1 c	112.4 a	234bc de	51.8 a	26.8 b	243.4 a
	I3 D1	17.6 c	70.3 d	143 e	29.8 c	25.0 bc	248.4 a
	I3D2	13.4 d	75 d	138 e	28.7 c	25.8 bc	249.3 a
	I3D3	14.4 d	76 d	139 e	38 b	26.9 b	252.5 a

میانگین با حروف مشابه در هر ستون تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ در آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at 1% level of probability.

تراکم $\times$ آبیاری اختلاف معنی داری ملاحظه نگردید.

در جدول ۲ ملاحظه می گردد که کمترین مقدار اسید پروسیک در دوره آبیاری ۴ روز یکبار با مقدار ۲۳۰/۳ ppm و بیشترین مقدار آن در دوره آبیاری ده روزه و معادل ۲۵۰/۱ ppm است. به عنوان نتیجه گیری نهایی می توان به موارد زیر اشاره نمود.

۱- وزن تر علوفه تحت تأثیر تراکم قرار نمی گیرد- تغییر در سطوح عملکرد علوفه تر ناشی از سطوح مختلف آبیاری است.

۲- با اطمینان ۹۹٪ سطوح مختلف آبیاری در عملکرد علوفه خشک تأثیر گذارند و بیشترین ماده خشک در آبیاری ۴ روز یکبار به دست می آید.

۳- میزان اسید پروسیک تحت تأثیر تراکم قرار نگرفته و به شدت تحت تأثیر دور آبیاری است و بهتر است برای به حداقل رساندن میزان اسید پروسیک در منطقه گرم ایرانشهر دور آبیاری به ۴ روز یکبار تنظیم شود.

بنابراین برای استحصال عملکرد علوفه خشک و مناسب از ارقام مختلف سورگوم در ایرانشهر با حداقل درصد اسید پروسیک مناسبترین دوره آبیاری ۴ روز یکبار در نظر گرفته می شود و علیرغم این که تفاوت معنی داری بین تراکم های مختلف ۸، ۱۲ و ۱۵ سانتی متر از نظر علوفه خشک، علوفه تر ملاحظه نمی گردد، ولی در فاصله بوته ۱۵ سانتی متر بیشترین درصد وزن برگ به ساقه دیده می شود، توصیه می گردد که در شهرستان ایرانشهر با توجه به اینکه کشت سورگوم علوفه ایی در اواسط اردیبهشت انجام می گیرد و دوران رشد سریع در فصل گرم انجام می شود، فواصل دوره های آبیاری ۴ روز یکبار تنظیم شود و نیز بهتر است که فواصل کشت بذر روی ردیف را ۱۵ سانتی متر در نظر گرفت.

صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۱). دوره های آبیاری اول و دوم به ترتیب با ۳۵/۳ و ۳۴/۲ درصد بالاترین نسبت را به خود اختصاص داده اند و از نظر آماری در یک گروه قرار دارند (جدول ۲). علیرغم این که تفاوت معنی دار فاصله بوته ۸ سانتی متر در دوره های آبیاری اول و دوم با فاصله ۱۵ سانتی متر در دوره های آبیاری اول و دوم دیده نمی شود، ولی ملاحظه می شود که در فاصله ۱۵ سانتی متر در کلیه دوره های آبیاری بیشترین نسبت وزنی برگ به ساقه وجود دارد. که بالاترین آن نیز مربوط به دور آبیاری اول در تراکم کاشت سوم (ID3) با ۵۷/۹٪ است.

طبق جدول ۱ ملاحظه می شود که این نسبت در تیمارهای تراکم، دور آبیاری و اثر متقابل تراکم $\times$ آبیاری در سطح ۵٪ معنی دار است و براساس بررسی میانگین این نسبت طبق جدول شماره ۲ ملاحظه می شود که دور آبیاری اول با میانگین ۲۹/۱۶٪ نسبت به سایر دوره ها برتری دارد و همان طور که در جدول شماره ۲ ملاحظه می شود در بین تراکم های مورد بررسی، فاصله ۱۵ سانتی متر با میانگین ۳۰/۱ درصد برتری معنی دار در سطح احتمال ۱٪ نسبت به دو تراکم دیگر دارد.

اثرات تراکم D1 در دوره آبیاری دوم نسبت به سایر تراکم ها و دوره های آبیاری بالاتر است.

همان طور که در جدول ۱ ملاحظه می گردد. بین سطوح مختلف آبیاری در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار از نظر مقدار اسید پروسیک به چشم می خورد که البته انتظار هم همین است، چرا که یکی از مهم ترین دلایلی که باعث افزایش این ماده سمی در سورگوم می گردد، شوک ناشی از تنش های محیطی به خصوص تنش خشکی است. بین سطوح تراکم و اثرات متقابل

References

. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم، اولین کنگره زراعت، اصلاح نباتات کرج.

-
- . زراعت سورگوم علوفه‌ایی. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
- . ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی مؤثر در مقاومت به خشکی نخود سفید. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- . بررسی اثرات تاریخ کاشت و میزان بذر بر روی سورگوم اسپید فید ایستگاه تحقیقات زهک زابل. کارنامه سال ۱۳۷۰ سازمان تحقیقات کشاورزی .
-
- . تأثیر تراکم و مقادیر مختلف کود ازته سرک بر عملکرد علوفه، پروتئین و اسیدپروسیک سورگوم علوفه‌ایی در کشت دوم در کوشکک و زرقان در استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. ۸۱ صفحه.
-
- . روش سریع تخمین سرعت رشد محصول سورگوم. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۸-۱۷: (۴) ۲۵.
-
- . بررسی و مقایسه عملکرد میزان پروتئین ارقام هیبریدهای جدید سورگوم علوفه‌ایی.
-
- . اثر دور آبیاری خشکی بر بعضی از جنبه‌های فیزیولوژیکی و زراعتی گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
-
- . سورگوم. خاستگاه، پراکنش رشد و نمو و موارد مصرف آن. انتشارات مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر.
-
- . زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۴ صفحه.
-
- . زراعت در مناطق خشک. دانشگاه مشهد.
-
- . تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ایی، معاونت فرهنگی آستان قدس.
-
- . مطالعه اثر فاصله کشت بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایرانشهر.

- Ahmadi, A. M. 1991.** Stomatal conductance and CO₂ assimilation as screening tools for drought resistance Sorghum. J. plant sci., 71: 689-694.
- Birch, C. Y., and A. D. Stewart. 1989.** The effect of nitrogen fertilizer rate and timing on the yield of hybrid forage sorghum serial harvest, Australian sorghum workshop.
- Caraveta, J. H. and J. H. Cherney, 1990.** Within-row spacing influences on diverse Sorghum genotypes. I. Morphology. Agronomy Journal 82: 206-210. Toowamba.
- Cox, W. J., and G. D. Jolliff, 1987.** Crop-water relations of sunflower and soybean under irrigated and dryland condition, Crop Sci, 27: 533-557.
- Fao production yearbook. 1999.** Rome, Italy
- Gerik, T. J. and C. L. Nelly, 1987.** Plant density effects on main culm and tiller development of grain Sorghum. Crop science 27: 1225-1230.
- Harlan, J. R., and J. M. Devet. 1972.** A simplified classification of cultivated sorghum. Crop Science 12: 172-176.
- House, L. R. 1985.** A guide to sorghum Breeding. ICRISAT. Patancheru p.o. Andhra Pradesh, 344-502, India.

- Jones, M. M and Turner, N. C. 1980.** Osmotic adjustment in expanding and fully expanding leaves of sunflower in response to water deficits. *Aus. J. plant physiol*, 7: 181-182.
- Morgan, J. M. 1984.** Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat *Aus. J.Agric. Res.* 34: 607-617.
- Muldoon, D. K. 1985.** Summer forage under irrigation. To growth and development.
- Onken, A. B., C. W. Wendet, W. A. Payane, and M. C. Drew. 1992.** soil phosphorus availability and pearl millet water use efficiency. *Crop Sci.* 32: 1010-1015.
- Payne, W. A., M. C. Drew, L. R. Hossner, and R. J. Lascono. 1992.** Soil phosphorus availability and pearl millet water use efficiency. *Crop. Sci.* 32:937-941
- SINGH, A. 1991.,** Sorghum prouction technology. Metropolitan Booh co.
- Samuel, R. 2003.** The Samuel Roberts Nobe foundation, Agricultural Division, P.O. Box 2180, Ardmore, ok 73402.
- Sulvian, C. Y. and Eastin, J. D. 1975.** Plant physiological responses to water stress. *Agri.Meterology.* 14: 113-128.
- Westgate, M. E. and Boyer, Y. S. 1985.** Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root , stem and silk growth at low water potentials in maize. *Planta*, 164: 540-549.

Study of plant density and irrigation intervals on forage yield and some physiological traits in forage sorghum

Moaveni¹, P. and U. Heidari²

ABSTRACT

Forage yield and some physiological traits of a forage sorghum cultivar (Speed feed) was studied in three irrigation intervals 4, 7 and 10 days in the Azad university of Iranshahr in 2003 cropping season. The experimental design was split plot based on randomized complete blocks with three replications. Irrigation intervals were studied in main plots and plant density of 8, 12 and 15cm were assigned to sub-plots. Planting was carried out in May 5, 2003. Different physiological traits associated to forage yield and its components were measured during growing season. Analysis of variance and mean comparison were performed using the principles of split plot design and DMRT, respectively. The best irrigation intervals and plant density determined. In this experiment the best irrigation interval, were 4 and 7 days and the best plant density was 12cm. Results indicated that fresh forages are in the same group as irrigation interval, of 4 and 7 days, and the best plant density was 12cm. However, after drying the dry forage at first irrigation level and the second plant density level (37130 kg/ha) was the highest.

Key words: Forage sorghum, Irrigation intervals, Planting density, Fresh forage, Dry Forage.

Received: November, 2003

1- Assistant Professor, Kazeroon Islamic Azad University, Iran

2- Lecturer, Kazeroon Islamic Azad University, Iran