

بررسی اثر کاربرد اتفون و کود نیتروژن بر صفات کمی سورگوم شیرین (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

مریم یوسف زاده^{۱*}، ماشاله دانشور^۲، سمیه شهروسوند^۳ و حسین سرخه^۲
۱، ۳، دانشجویان کارشناسی ارشد، ۲، استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کرمان
(تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۲ - تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۲۸)

چکیده

به منظور بررسی اثرات اتفون و کود نیتروژن روی سورگوم شیرین رقم سوفرا، آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه اصفهان انجام شد. آزمایش با ۴ سطح کود نیتروژن صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار از منبع کود اوره، با میزان نیتروژن به ترتیب برابر با صفر، ۴۶، ۹۲ و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار به عنوان فاکتور اصلی و ۴ غلظت اتفون صفر، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام به عنوان فاکتور فرعی انجام گرفت. عملیات تهیه زمین، کوددهی و مبارزه با علف‌های هرز با علف‌کش ترفلان به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، قبل از کاشت انجام گرفت. ابعاد هر کرت ۳×۴ متر و شامل ۶ ردیف کاشت در نظر گرفته شد. تراکم نهائی بوته در مزرعه ۲۰۰ هزار بوته در هکتار و میزان مصرف بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. اتفون در مرحله آغاز ظهور غلاف‌های گل دهنده انتهای ساقه سورگوم، روی اندام‌های هوایی گیاه محلول پاشی گردید. آبیاری طبق روال منطقه، هر ۱۲ - ۱۰ روز یک مرتبه به روش غرقابی صورت گرفت. برداشت سورگوم در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام شد. اثر متقابل نیتروژن و اتفون بر عملکرد ساقه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد، به طوریکه بیشترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۳۲/۵۳ تن بر هکتار با کاربرد ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفون و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به دست آمد و بالاترین عملکرد ساقه به میزان ۳۰/۹۱ تن بر هکتار زمانی حاصل گردید که بالاترین سطوح نیتروژن و اتفون (۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفون) به کار گرفته شدند. بیشترین شاخص برداشت به میزان ۳۵/۲۰ درصد از تیمار شاهد اتفون و کمترین آن به میزان ۹/۷۰ درصد از تیمار ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفون به دست آمد. بیشترین وزن صد دانه به میزان ۱/۹۱ گرم در تیمار ۸۰۰ پی‌پی‌ام اتفون مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: سورگوم شیرین، اتفون، نیتروژن، عملکرد ساقه، عملکرد بیولوژیک

مقدمه

فروکتوز در عصاره ساقه آن وجود دارد (Almodares et al., 2008). در بین بسیاری از گیاهان جدیدی که امروزه به عنوان ماده خام انرژی و صنعت شناسایی شده اند به نظر می رسد سورگوم شیرین گیاه مناسب تری است. سورگوم شیرین گیاهی با طول دوره رشد کوتاه و نیاز آبی نسبتاً کم است که نسبت به خشکی و شرایط نامساعد محیطی مقاوم بوده و سازگاری خوبی با شرایط

سورگوم شیرین یک غله ۴ کربنه و گیاهی با کارایی فتوسنتزی بالاست. از سورگوم شیرین برای تولید قند، الکل، شربت، شکر زرد، علوفه، سوخت و کاغذ می‌توان استفاده کرد که عمدتاً برای تولید قند و الکل کشت می‌شود. اهمیت سورگوم شیرین به دلیل ساقه آن است که مقدار زیادی قند، عمدتاً ساکارز و همچنین گلوکز و

تنظیم می‌کند. این هورمون گازی شکل است و کاربرد آن در مزرعه محدودیت دارد. اتفون^۱ و دیگر ترکیبات آزاد کننده اتیلن، کاربرد تجاری اتیلن را در مزرعه ممکن می‌سازند. اتفون با نام علمی ۲-کلرواتیل فسفونیک اسید^۲ و نام تجاری اتل^۳ در دهه ۱۹۶۰ کشف شده و به صورت محلول آبی روی گیاهان پاشیده می‌شود. این ماده با یک واکنش شیمیایی به آهستگی اتیلن آزاد می‌کند. واکنش گیاه به اتفون بستگی به گونه، رقم، میزان و زمان کاربرد آن دارد (Foster et al., 1991). این محققین همچنین گزارش کردند که اتفون زیست توده و پنجه زنی جو را به طور معنی داری افزایش داد در حالیکه ارتفاع گیاه کاهش یافت. بررسی‌ها نشان دادند که کاربرد اتفون گرده‌افشانی سورگوم دانه‌ای را به تاخیر انداخت (Ockerby et al., 2001)، بنابراین کاربرد اتفون برای طولانی کردن دوران رشد رویشی و تولید زیست توده بیشتر مفید است (Almodares et al., 2011). Ma et al. (1992) در یک تحقیق ۴ ساله در کانادا، پاسخ جو بهاره به ۳ سطح نیتروژن صفر، ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار و اتفون را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تیمار اتفون، از طریق کاهش شدید تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، عملکرد دانه را کاهش داد، اگرچه تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت. تاثیر کلی اتفون بر عملکرد متناقض بود و تا حد زیادی تحت تاثیر شرایط آب و هوایی غالب منطقه قرار گرفت. Khan & Spilde (1992) طی آزمایشی با کاربرد ۲۸۰ گرم در هکتار اتفون روی گندم، گزارش نمودند که عملکرد دانه گندم به میزان ۵/۴ درصد افزایش یافت. به طور کلی، کاربرد اتفون روی گندم باعث افزایش تعداد سنبله در هر متر مربع شد، اما تاثیری بر وزن دانه و تعداد دانه در هر سنبله نداشت. Shekoofa & Emam (2008) اثرات تنظیم کننده های رشد سایکوسل و اتفون را در حضور سطوح مختلف کود نیتروژن، بر رشد و عملکرد گندم بررسی کردند. نتایج نشان داد که هر دو تنظیم کننده رشد اتفون و سایکوسل، ارتفاع بوته ها را کاهش دادند. این کاهش

اقلیمی گرم و خشک و معتدل جهان دارد و در اکثر خاک‌های شنی و رسی دارای راندمان بالایی از نظر تولید قند می‌باشد (Kulkarni et al., 1995).

تعادل عناصر غذایی یکی از مهمترین مشکلاتی است که امروزه کشاورزی با آن مواجه است. افزایش اهمیت کاربرد کود نیتروژن در کشاورزی جهانی منجر به انجام تحقیقات برای یافتن راههای کاهش مشکلات مرتبط با استفاده از این کود گردیده است (Johnston, 2000). از آنجا که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پایین بوده و هر ساله نیاز گیاهان با کاربرد کود تامین می‌گردد. سورگوم شیرین مشابه دیگر گیاهان زراعی نیازمند مقادیر کافی مواد غذایی می‌باشد، که در بین عناصر غذایی، بیشترین نیاز را به نیتروژن دارد. نیتروژن عنصری ضروری برای رشد گیاهان و هنوز یکی از عوامل اصلی محدود کننده عملکرد است (Zhao et al., 2005) که سورگوم شیرین گیاهی با کارایی خوب مصرف نیتروژن و تولید بالای زیست توده است. محققین اظهار نمودند بعد از کاشت گندم، مقدار و زمان کاربرد کود نیتروژن ابزارهای اصلی برای دستکاری رشد و نمو گندم هستند که موجب تولید عملکرد دانه بیشتر در واحد سطح می‌شود (Alley et al., 1999). عکس العمل‌های متفاوت به کاربرد کود نیتروژن در ذرت و سورگوم مشاهده شده است که به علت تفاوت‌های اقلیم، خاک و عوامل ژنوتیپی در طول فصول و موقعیت‌های مختلف است. محققین نشان دادند که در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن، عملکرد ذرت و سورگوم به ترتیب ۴۱ و ۱۹ درصد کاهش یافتند (Mengel & Kirkby, 2001). Johnston (2000) نیز افزایش عملکرد ساقه سورگوم شیرین را با کاربرد کود نیتروژن گزارش نموده است. کاربرد درست کود نیتروژن می‌تواند زیست توده و کربوهیدرات سورگوم شیرین را که عوامل مهمی در مصارف صنعتی و غذایی هستند، افزایش دهد (Almodares et al., 2008). Almodares et al. (2009) به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطوح کود نیتروژن از ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عملکرد سورگوم شیرین به طور معنی‌داری افزایش یافت. اتیلن یک تنظیم کننده رشد گیاهی مهم است که بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و نمو گیاهان را

1. ethephon
2. [(2-chloroethyl) phosphonic acid]
3. ethrel

تیمارها تحت شرایط اقلیمی منطقه‌ی آزمایشی با اهداف زیر انجام شد:

۱. تعیین بهترین سطح کود نیتروژن از لحاظ صفات کمی در کشت سورگوم شیرین
۲. تعیین بهترین غلظت اتفون از لحاظ صفات کمی در کشت سورگوم شیرین
۳. بررسی اثر متقابل نیتروژن و اتفون جهت به دست آوردن حداکثر عملکرد کمی

مواد و روش ها

به منظور مطالعه و بررسی مقادیر مختلف کود نیتروژن و غلظت های مختلف اتفون بر صفات کمی سورگوم شیرین رقم سوفرا، آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه اصفهان انجام شد. طول جغرافیایی محل ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی تقریبی ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی بود و حدود ۱۵۴۵ متر از سطح دریا ارتفاع داشت (Karimi, 1987). بافت خاک محل آزمایش لوم رسی بود و خصوصیات شیمیایی خاک شامل pH خاک ۸، کربن آلی ۰/۳ درصد، نیتروژن کل ۰/۰۳ درصد، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۱۲ و ۱۴۰ میلی-گرم بر کیلوگرم بود. متوسط بارندگی سالانه ۱۲۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه در منطقه ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. در این آزمایش کرت اصلی به مقادیر مختلف کود نیتروژن اختصاص یافت که شامل شاهد (بدون کود)، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار از منبع کود اوره با میزان نیتروژن به ترتیب برابر با صفر، ۴۶، ۹۲ و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار بود که در سه مرحله‌ی قبل از کاشت، ۸ برگ‌گی و گلدهی به گیاه داده شد. کرت فرعی شامل غلظت‌های مختلف اتفون در چهار سطح صفر، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام بود که در مرحله آغاز ظهور غلاف‌های گل دهنده انتهای ساقه سورگوم روی اندام‌های هوایی گیاه محلول پاشی شد. ابعاد هر کرت فرعی ۳×۴ متر و شامل ۶ ردیف کاشت بود. فاصله‌ی ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کاشت ۱۰ سانتیمتر بود. به منظور جلوگیری از نشت آب آبیاری و اختلاط کودها،

ارتفاع، انتقال مواد پرورده را در شرایط افزایش نیتروژن، به نفع اندام‌های زایشی و در نهایت عملکرد دانه تغییر داد و بیشترین عملکرد دانه، بدون مشاهده خوابیدگی، در بالاترین سطح کاربرد نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و اعمال سایکوسل به دست آمد. همچنین Emam & Moaied (2000) هم ثابت کردند که کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در غلات، می‌تواند شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد. محققین نشان دادند کاربرد اتفون، عملکرد نی را در نیشکر حدود ۷/۵ درصد افزایش داد (Moore & Osgood, 1989). همچنین در بررسی دیگری نیز اسپری اتفون موجب افزایش عملکرد ساقه در ارقام نیشکر گردید و ۱۰۰ میلی گرم اتفون در لیتر بیشترین تاثیر را داشت (Rao et al., 2005). Shekoofa & Emam سه سطح اتفون صفر، ۰/۵۶ و ۰/۸۴ کیلوگرم در هکتار را در مرحله شش برگگی روی ذرت به کار بردند. نتایج این بررسی نشان داد در شرایط آبیاری، در طول دوره رشد رویشی سطح برگ کاهش یافته که ناشی از کاربرد اتفون بوده و منجر به حصول عملکرد دانه کمتر شده است که احتمالاً نتایج به دست آمده از این بررسی نیز به این دلیل می‌باشند.

از سوی دیگر Turk & Tawaha (2002) نشان دادند کاربرد اتفون بعد از مرحله طویل شدن ساقه، عملکرد دانه گندم را از طریق افزایش تعداد سنبله در هر گیاه، تعداد سنبله در متر مربع و بهبود فرآیند پر شدن دانه افزایش داد. اگرچه، تاثیر اتفون بر سایر گیاهان بررسی شده است، اما بررسی‌های اندکی در مورد تاثیر اتفون بر سورگوم شیرین وجود دارد. به دلیل اینکه اتیلن می‌تواند در مواردی روی سرعت فتوسنتز تاثیر مثبت بگذارد (Wei et al., 2006) و همچنین گلدهی را در مواردی به تاخیر بیندازد (Moore & Osgood, 1989)، ممکن است کاربرد اتفون برای طولانی کردن دوران رشد رویشی و تولید زیست توده بیشتر مفید باشد و بتوان میزان قند را در سورگوم شیرین افزایش داد. بنابراین، انجام آزمایش در مورد تاثیر اتفون بر صفات کمی سورگوم شیرین با ارزش است. به همین منظور این آزمایش برای تعیین میزان مناسب کود نیتروژن و غلظت اتفون بر صفات کمی سورگوم شیرین و اثر متقابل این

محلول به کرت‌های مجاور، هر کرت توسط دیوار پلاستیکی احاطه گردید. در تیمار شاهد اتفون محلول- پاشی با آب روی اندام‌های هوایی گیاه صورت گرفت. آبیاری طبق روال منطقه، هر ۱۲-۱۰ روز یک مرتبه به روش غرقابی صورت گرفت. برداشت سورگوم در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام شد به این صورت که با رعایت اثرات حاشیه‌ای به مساحت یک متر مربع از هر کرت نمونه برداری شد و صفات مورد بررسی شامل عملکرد ساقه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه اندازه گیری شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات کمی سورگوم شیرین

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و اتفون هر کدام بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. همچنین اثر متقابل نیتروژن و اتفون بر صفت فوق در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار N_4E_4 (300 کیلوگرم در هکتار اوره و 1200 پی‌پی‌ام اتفون) و کم‌ترین آن از تیمار N_2E_1 (100 کیلوگرم در هکتار اوره و صفر پی‌پی‌ام اتفون) به ترتیب به میزان $32/53$ و 14 تن بر هکتار دست آمد (شکل ۱).

نتایج به دست آمده با نتایج Almodares et al. (2009) (al) همخوانی دارد. همچنین Emam & Moaied (2000) و Foster et al. (1991) هم نشان دادند کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی عملکرد را افزایش دادند.

فاصله بین دو بلوک مجاور ۳ متر و فاصله بین هر دو کرت فرعی یک متر در نظر گرفته شدند. تراکم نهایی بوته در مزرعه ۲۰۰ هزار بوته در هکتار و میزان مصرف بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. رقم سورگوم شیرین استفاده شده سوفا بود که یک رقم پا بلند و یکی از ارقام مرسوم مورد کشت در اصفهان می‌باشد. عملیات تهیه زمین، کوددهی و مبارزه با علف‌های هرز با علفکش ترفلان به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار قبل از کاشت در اردیبهشت و کاشت بذر در هفته اول خرداد ۱۳۸۹ انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل کود نیتروژن و اتفون بود. میزان کود نیتروژن مصرفی از منبع اوره با ۴۶ درصد نیتروژن به ترتیب برای تیمارهای صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در هر یک از کرت‌های اصلی برابر با صفر، ۱۶۰، ۳۲۰ و ۴۸۰ گرم در ۴۸ مترمربع (ابعاد کرت اصلی) با میزان نیتروژن به ترتیب برابر با صفر، ۷۶/۳، ۱۴۷/۲ و ۲۲۰/۸ گرم در ۴۸ متر مربع بود. در این آزمایش از محلول اتفون ۳۰ درصد استفاده شد. با توجه به اینکه هر میلی لیتر از این محلول در یک لیتر آب، محلول ۳۰۰ پی‌پی‌ام اتفون تولید می‌کند، بنابراین برای تیمارهای ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفون به ترتیب ۵۳/۳۳، ۶۶/۶۶ و ۸۰ میلی لیتر محلول اتفون در سمپاش ۲۰ لیتری استفاده گردید. در زمان کاربرد اتفون در مرحله آغاز ظهور غلاف‌های گل دهنده انتهای ساقه سورگوم، محلول اتفون به گونه‌ای روی اندام‌های هوایی سورگوم شیرین توسط دستگاه سمپاش پشتی نازل‌دار محلول پاشی گردید که اندام‌های هوایی گیاه را کاملاً خیس نماید. در زمان محلول پاشی، به منظور جلوگیری از پاشیدن

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی سورگوم شیرین

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد بیولوژیک	عملکرد خشک ساقه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۲۹/۶۳ ^{ns}	۲۵/۹۳ ^{ns}	۳۹/۲۵ ^{ns}
کود نیتروژن (A)	۳	۱۱۲/۸۸ ^{**}	۱۰۹/۵۸ ^{**}	۲۴/۶۸ ^{**}
خطای a	۶	۹/۴۶	۸/۹۹	۱/۲۰
اتفون (B)	۳	۱۹۸/۴۰ ^{**}	۲۰۵/۱۷ ^{**}	۲۶/۴۲ ^{**}
A×B	۹	۱۳/۰۶ [*]	۱۴/۹۹ [*]	۲/۲۲ ^{ns}
خطای b	۲۴	۴/۲۳	۵/۲۲	۱/۵۸
C.V	-	۹/۵۰	۱۱/۷۷	۲۶/۴۷
				۳۰/۱۵

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی دار



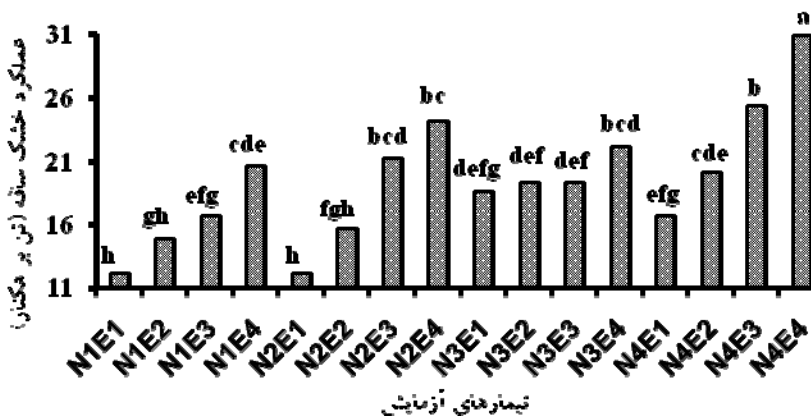
شکل ۱- اثر متقابل نیتروژن و اتفون بر عملکرد بیولوژیک سورگوم شیرین رقم سوفرا حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵٪ آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار نیستند.

عملکرد خشک ساقه

اثر متقابل نیتروژن و اتفون بر عملکرد خشک ساقه در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد خشک ساقه به میزان ۳۰/۹۱ تن بر هکتار از تیمار N₄E₄ (استفاده همزمان از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفون) و کمترین آن به میزان ۱۲/۱۵ تن بر هکتار از تیمارهای N₁E₁ (شاهد) و N₂E₁ (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و صفر پی‌پی‌ام اتفون) به دست آمد (شکل ۲).

فتوسنتز و تولید ماده خشک گیاه تابعی از نور جذب شده است که به خصوصیات ساختاری و فتوسنتزی گونه‌های گیاهی بستگی دارد و این دو خصوصیت به

شدت تحت تاثیر نیتروژن خاک و اندام‌های گیاهی قرار دارند (Beheshti & Behboodi, 2010). این نتایج مبین آنست که احتمالاً نیتروژن کاربردی در مطالعه حاضر سبب افزایش غلظت کلروفیل گردیده و افزایش کلروفیل، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد ساقه سورگوم شیرین گردیده است. Kumar et al. (2008) هم به این نتیجه رسیدند که کاربرد نیتروژن، عملکرد ساقه سورگوم شیرین را افزایش داد. بررسی‌های Moore & Osgood (1989) و Rao et al. (2005) هم بیانگر این بودند که کاربرد اتفون عملکرد ساقه را در نیشکر افزایش داده است.



شکل ۲- اثر متقابل نیتروژن و اتفون بر عملکرد خشک ساقه سورگوم شیرین حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵٪ آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار نیستند.

عملکرد دانه

جدول تجزیه واریانس ۱ نشان می دهد که تیمار کودی نیتروژن و اتفون اثر معنی داری بر عملکرد دانه در سطح

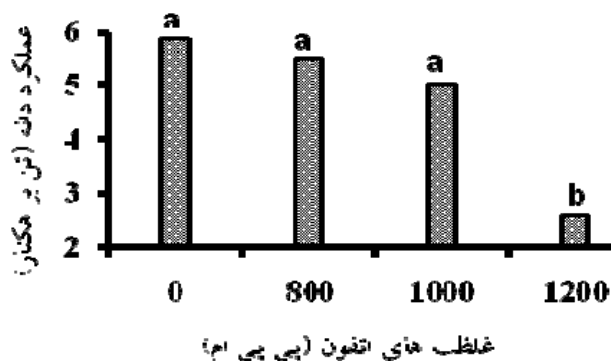
یک درصد داشتند، اما اثر متقابل نیتروژن و اتفون بر این صفت معنی دار نشد (جدول ۱). با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت و بیشترین عملکرد

همچنین با افزایش غلظت اتفون (از صفر تا ۱۲۰۰ پی-پی-ام) عملکرد دانه کاهش یافت و بیشترین عملکرد دانه از تیمار شاهد اتفون به دست آمد (شکل ۴).

دانه با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به دست آمد، اگرچه تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۳).



شکل ۳- اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه سورگوم شیرین
حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵٪ آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



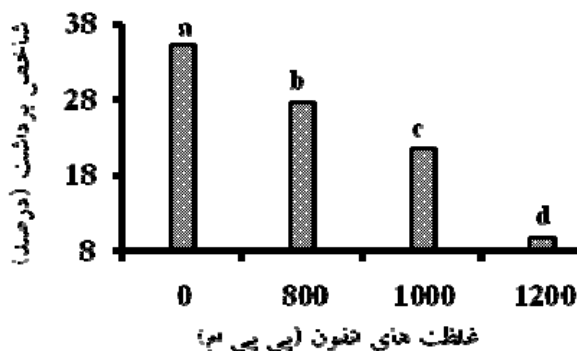
شکل ۴- اثر غلظت‌های اتفون بر عملکرد دانه سورگوم شیرین
حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵٪ آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

کاربرد ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. طی بررسی‌های Shekoofa & Emam (2006) هم مشخص شد عملکرد دانه با کاربرد اتفون کاهش یافت.

شاخص برداشت

شاخص برداشت بیانگر کارایی اندام تولیدکننده و انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن است. نتایج نشان دادند که اثر اتفون بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). با افزایش غلظت اتفون از صفر تا ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام شاخص برداشت کاهش یافت. بیشترین شاخص برداشت به میزان ۳۵/۲۰ درصد از تیمار شاهد اتفون و کمترین آن به میزان ۹/۷۰ درصد از تیمار ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفون به دست آمد (شکل ۵).

جذب نیتروژن در مراحل اولیه رشد به شدت صورت و تا رسیدن فیزیولوژیک دانه همچنان ادامه خواهد داشت. با افزایش نیتروژن در گیاه سرعت فتوسنتز برگ‌ها بیشتر می‌شود و ماده خشک بیشتری تولید می‌کند. یکی از عوامل لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تامین شرایط مطلوب برای تولید بهینه مواد فتوسنتزی می‌باشد که تولید این مواد تحت تاثیر میزان نیتروژن موجود در گیاه و لازم برای فعالیت‌های متابولیکی، قرار دارد (Beheshti & Behboodi, 2010). Guler et al. (2008) نیز گزارش نمودند که سطوح نیتروژن بالاتر به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد دانه سورگوم را افزایش داد و بالاترین میزان عملکرد دانه با



شکل ۵- اثر غلظت‌های اتفون بر شاخص برداشت سورگوم شیرین حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵٪ آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار نیستند.

دانه با کاربرد اتفون منجر به کاهش شاخص برداشت نیز شده است و روند تغییرات شاخص برداشت از روند تغییرات عملکرد دانه پیروی می‌کند. در بررسی Foster et al. (1991) نیز تیمار اتفون، عملکرد و شاخص برداشت را در همه ارقام کاهش داد.

وزن صد دانه

اثر تیمار اتفون بر وزن صد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه به میزان ۱/۹۱ گرم از تیمار ۸۰۰ پی‌پی‌ام اتفون (E₂) به دست آمد. با این حال اختلاف تیمار ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفون با تیمارهای صفر و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام معنی‌دار نبود (شکل ۶).

به کارگیری میزان مناسب کود نیتروژن در مراحل اولیه رشد می‌تواند با افزایش کارایی تثبیت کربن و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک و در مراحل بعدی رشد از طریق تغییر الگوی توزیع، نهایتاً در افزایش شاخص برداشت موثر واقع شود. Jafariani et al. (2000) طی یک بررسی نشان دادند با افزایش سطوح نیتروژن، شاخص برداشت سورگوم دانه‌ای کاهش یافت و این میزان کاهش در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۳/۴۷ درصد بود. با توجه به اینکه شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک در ۱۰۰ به دست می‌آید به همین دلیل در بررسی حاضر کاهش عملکرد

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس وزن صد دانه سورگوم شیرین

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۰۴ ^{ns}	۲	بلوک
۰/۱۲ ^{ns}	۳	کود نیتروژن (A)
۰/۰۳	۶	خطای a
۰/۱۰ ^o	۳	اتفون (B)
۰/۰۴ ^{ns}	۹	A×B
۰/۰۲	۲۴	خطای b
۸/۹۲	-	C.V

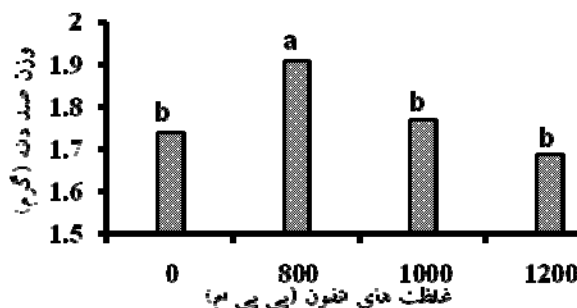
* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و غیر معنی دار

وزن هزار دانه در برنج یکی از پایدارترین خصوصیات رقم به شمار می‌رود که معمولاً تحت تاثیر عوامل محیطی و زراعی قرار نمی‌گیرد. به نظر می‌رسد چون دانه‌ها در پایان مرحله رشد به وزن نهایی و تکامل خود می‌رسند،

Guler et al. (2008) در آزمایشی بر روی سورگوم مشاهده کردند که سطوح نیتروژن تاثیری بر وزن هزار دانه نداشت، که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد. Isfahani et al. (2004) هم به این نتیجه رسیدند که

تاثیر کاربرد تنظیم کننده رشد بر وزن دانه دارای یک حد آستانه است که کاربرد بیشتر نه تنها باعث افزایش وزن صد دانه نمی‌شود، بلکه ممکن است اثرات منفی به علت طولانی شدن رشد رویشی بر وزن صد دانه داشته باشد.

شرایط محیطی کمتر بر آن‌ها موثر است. وزن صد دانه به دست آمده در بررسی حاضر، در غلظت ۸۰۰ پی‌پی‌ام اتفون، می‌تواند به دلیل میزان فتوسنتز بیشتر و توزیع بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها باشد و در غلظت‌های بالاتر وزن صد دانه کاهش یافته است که به نظر می‌رسد



شکل ۶- اثر غلظت‌های اتفون بر وزن صد دانه سورگوم شیرین
حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵٪ آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار نیستند

آن‌ها، رقم، میزان کاربرد نیتروژن و شرایط محیطی نیاز به درک بهتر مکانیسم جذب و فعالیت تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان دارد. از این رو، بررسی‌های بیشتر برای فهمیدن بهتر مکانیسم اثرات مفید تنظیم کننده‌های رشد بر سورگوم شیرین تحت مقادیر مختلف نیتروژن و شرایط اقلیمی متفاوت، به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد ساقه و قند مورد نیاز می‌باشد.

در مقابل این نتایج به دست آمده، در مطالعه‌ی Shekoofa & Emam (2008) کاربرد اتفون وزن هزار دانه گندم را افزایش داد. از نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کود نیتروژن و اتفون عملکرد ساقه و تولید زیست توده را در سورگوم شیرین افزایش می‌دهد ولی با افزایش غلظت اتفون، عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش یافتند. اگرچه، اثرات متناقض تنظیم کننده‌های رشد در خصوص میزان و زمان کاربرد

REFERENCES

- Alley, M. M., Brann, D. E., Hammons, J. L. & Baethgen, W. E. (1999). Nitrogen management for winter wheat: Principles and Recommendation. *Crop and Soil Environmental Science*, 424-429.
- Almodares, A., Taheri, R. & Adeli, S. (2008). Stalk yield and carbohydrate composition of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars and lines at different growth stages. *Malesian Appl Biological Journal*, 37, 31-36.
- Almodares, A., Jafarina, M. & Hadi, M. R. (2009). The Effects of Nitrogen Fertilizer on Chemical Compositions in Corn and Sweet Sorghum. *Agricultural and Environmental Science*, 6, 441-446.
- Almodares, A., Taheri, R. & Eraghizadeh, F. (2011). The effects of ethephon on biomass and carbohydrate content in two sweet sorghum cultivars. *Plant Production*, 5, 221-226.
- Beheshti, A. R. & Behboodi, B. (2010). Dry matter accumulation and remobilization in grain sorghum genotypes (*sorghum bicolor* (L.) Monech) under drought stress condition. *Crop Science*, 4, 185-189.
- Emam, Y. & Moaied, G. R. (2000). Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological and physiological characteristics of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar "Valfajr". *Agricultural Science and Technology*, 2, 75-83.
- Foster, K. R., Reid, D. M. & Taylor, J. S. (1991). Tillering and yield responses to ethephon in three barley cultivars. *Crop Science*, 31, 130-134.
- Guler, M., Gul, I., Yilmaz, S., Emeklier, H. Y. & Akdogan, G. (2008). Nitrogen and plant density effects on sorghum. *Agronomy Journal*, 7, 220-228.
- Isfahani, M., Sadrzadeh, M., Kavooosi, M. & Dabbagh mahammadi nasab, A. (2004). The effect of Nitrogen and Potassium Fertilizers on the Yield, Growth and Yield Components of Rice (*Oriza Sativa* L.) cv. Khazar. *Iran Agricultural Science Journal*, 7(3), 226-240.
- Jafariani, M., Beheshti, A. R. & Taheri, GH. (2000). Evaluation of efficiency Nitrogen in grain sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Agricultural Ecology*, 3 (2), 502-511.

11. Johnston, A. E. (2000). Efficient use of nutrients in agricultural production systems. *Soil Science and Plant analysis*, 31, 1599-1620.
12. Karimi, M. (1987). *The wear of central region of Iran*. Esfahan Industrial University Press. (In Farsi).
13. Khan, A. & Spilde, L. (1992). Agronomic and economic response of spring wheat cultivars to ethephon. *Agronomy Journal*, 84, 399-402.
14. Kulkarni, D. P., Almodares, A. & Somani, R. B. (1995). Sweet sorghum: A supplementary sugar crop in Iran. *Annals of Plant Physiology*, 9, 90-94.
15. Kumar, S. R., Shrotria, P. K. & Deshmukh, J. P. (2008). Characterizing Nutrient Management Effect on Yield of Sweet Sorghum Genotypes. *Agricultural Science*, 4, 787-789.
16. Ma, B. L., Leibovitch, S., Maloba, W. E. & Smith, D. L. (1992). Spring barley responses to nitrogen fertilizer and ethephon in regions with a short crop growing season. *Agronomy and Crop Science Journal*, 169, 151-160.
17. Mengel, K. & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of plant nutrients*. 5nd Ed.
18. Moore, P. H. & Osgood, R. V. (1989). Prevention of flowering and increasing sugar yield of sugarcane by application of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid). *Plant growth regulation*, 8, 205-210.
19. Ockerby, S. E., Midmore, D. J. & Yule, D. F. (2001). Leaf modification delays panicle initiation and anthesis in grain sorghum. *Agricultural Research*, 52, 127-135.
20. Rao, M. S., Krishnamurthi, M. & Weerathaworn, P. (2005). Beneficial Effect of Ethephon on Yield and Sucrose Productivity of Sugarcane Cultivars in Thailand. *Sugar Technology*, 7, 48-52.
21. Shekoofa, A. & Emam, Y. (2006). Maize (*Zea Mays* L.) Growth and yield response to Ethephon application under water stress conditions. *Iran Agricultural Research*, 24, 39-52.
22. Shekoofa, A. & Emam, Y. (2008). Effects of Nitrogen Fertilization and Plant Growth Regulators (PGRs) on Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Shiraz. *Agricultural Science and Technology*, 10, 101-108.
23. Turk, M. A. & Tawaha, A. M. (2002). Response of winter wheat to applied N with or without ethrel spray under irrigation planted in semi-arid environments. *Plant Science*, 1, 464-466.
24. Wei, Y. W., Hu, C. J., Deng, Z. N. & Li, Y. R. (2006). Differential Gene Expression in Sugarcane Regulated by Ethephon at Early Growth Stage. *Sugar Technology*, 8, 306-308.
25. Zhao, D., Reddy, K. R., Kakani, V. G. & Reddy, V. R. (2005). Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. *Agronomy Journal*, 22, 391-403.