دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره دوازدهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۱

بررسی اثر مقادیر کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم شیرین (*Sorghum bicolor* L.)

یحیی سلیمانی[۱]، عادل مدحج[۲*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان،گروه زراعت،اهواز، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

*مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: adelmodhej@yahoo.com
(تاریخ دریافت: ۲ مردادماه۱۴۰۱، تاریخ پذیرش:۱۶ شهریورماه ۱۴۰۱)

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سورگوم شیرین، این پژوهش در مرکز تحقیقات نیشکر و صنایع جانبی بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل مقادیر۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عامل فرعی شامل مقادیر ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود. نتایج نشان داد که اثر برهمکنش مصرف فسفر و نیتروژن بر عملکرد دانه سورگوم شیرین معنی دار نبود. اثر تیمارهای کود نیتروژن و فسفر بر عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، وزن هزاردانه و تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه با ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به تیمار نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص یافت و کمترین عملکرد دانه با ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط در تیمار نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه در تیمار فسفر به ترتیب به مقادیر ۱۲۰ (۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۶۰ (۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) فسفر خالص در هکتار اختصاص داشت. بطور کلی، بیشترین عملکرد دانه در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۲۰ کیلوگرم فسفر مشاهده شد که تفاوت این تیمار با ترکیب کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۹۰ کیلوگرم فسفر معنی‌دار نبود. بنابراین، ترکیب کودی دوم جهت دستیابی به عملکرد مطلوب توصیه شد، اگرچه تحقیقات بیشتر در این خصوص مورد نیاز است.

واژه‌های کلیدی: سورگوم شیرین، شاخص برداشت، عملکرد دانه، کود شیمیایی

مقدمه

سورگوم (*Sorghum bicolor*(L.)Moench) یکی از گیاهان خانواده غلات (Gramineae) برای کاشت در مناطق گرمسیری 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. سطح زیر کشت این گیاه در جهان قریب به ۵۰ میلیون هکتار است. سورگوم جزء گیاهان چهار کربنه بوده و از ویژگی‌های مانند میزان و سرعت بالای فتوسنتز، درصد قندهای قابل تخمیر و عملکرد زیست توده بالا برخوردار است (۱۰). نیتروژن در ساختمان سلولهای گیاهی به صورت پروتئین، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل شرکت دارد. بخش اعظم نیتروژن گیاه به صورت ترکیبات آلی بوده اما کم و بیش به فرم یونهای آمونیوم و نیترات نیز دیده می‌شود (۳). در شرایط خشک و نیمه خشک، رطوبت قابل استفاده خاک کارایی نیتروژن را تنظیم می‌کند و در شرایط رطوبتی پائین خاک، عکس العمل گیاه نسبت به نیتروژن کم ولی در صورت تأمین آب مطلوب می‌باشد (۱۵). فسفر یکی از عناصر ضروری و با اهمیتی است که گیاهان در مراحل رشد و تولید مثل خود به آن احتیاج دارند (۷). فسفراغلب به صورت فسفات‌های معدنی کم محلول و یا نامحلول و یا به صورت فسفر آلی در خاک وجود دارد که به سهولت برای گیاهان قابل استفاده نیستند. به عبارت دیگرکمبود غلظت فسفات‌های قابل جذب خاک‌های زراعی درکشور باعث شده است که از سالها پیش تاکنون برای رفع کمبود فسفر مورد نیاز گیاهان، این عنصر به صورت کودهای شیمیایی فسفردار به خاک اضافه گردد (۳۴). جهت دستیابی به عملکرد بالا در ارقام دارای پتانسیل عملکرد زیاد، لازم است مواد غذایی مورد نیاز گیاه در زمان مناسب و به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار داده شود (۲۰). با توجه به قرار گرفتن ایران در کمربند مناطق خشک و نیمه خشک لزوم بهره برداری از گیاهان با درجه سازگاری بالا به اقلیم و شرایط خاکی کشور بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسد. در مناطق نیمه خشک نظیر خوزستان که محور کشاورزی را آب و آبیاری تشکیل می‌دهد همگرایی کلیه عملیات کشاورزی در جهت استفاده مطلوب از آب و به حداکثر رسانیدن عملکرد به ازاء هر واحد آب مصرفی ضروری می‌باشد (۱۰). از ساقه و دانه سورگوم شیرین می‌توان در تولید شکر، الکل، شربت، شکر زرد، علوفه و سوخت استفاده کرد. یکی از مهمترین عوامل در تولیدگیاهان زراعی از جمله سورگوم، بهینه کردن شرایط از جمله عناصر غذایی و بویژه نیتروژن و فسفر است. با بهینه سازی مقدار مورد نیاز برای زراعت سورگوم شیرین می‌توان ضمن افزایش عملکرد، از مصرف بی رویه این کودها نیز جلوگیری نمود. با توجه به هزینه‌های تهیه کودهای نیتروژنه و فسفره از یک سو و مسائل زیست محیطی مرتبط با کاربرد بیش از حد آنها از سوی دیگر، ضرورت تعیین مقادیر بحرانی این کودها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با وجود برخی تحقیقات انجام شده، با توجه به تفاوت‌های اقلیمی و ویژگی‌های خاکشناسی با شرایط اقلیمی و خاکشناسی مناطق اجرای تحقیقات قبلی و نظر به اینکه مقادیر بحرانی نیتروژن و فسفر در زراعت سورگوم در خوزستان مورد پژوهش قرار نگرفته است انجام این تحقیق ضرورت می‌یابد. هدف از اجرای این پژوهش تعیین اثرات کـود نیتروژن و فسفر بر عملکرد اجزای عملـکرد سورگوم شیرین در این منطقه می‌باشد. با توجه به نقش حیاتی نیتروژن در رشد و نمو، کمبود آن اثر منفی بر گیاه داشته و در موارد استثنایی ممکن است به از دست رفتن کل عملکرد دانه غلات منجر شود، با مصرف کود نیتروژن در غلات، تعداد سنبله در واحد سطح از طریق افزایش تراکم جمعیت پنجه و باروری پنجه ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد و با اثر کلی آن به وسیله میزان و زمان مصرف تعیین می‌شود (۱). در یک تحقیق با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد دانه سورگوم افزایش یافت، بیشترین عملکرد دانه در ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و

کمترین در ۹۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (۳۵). همچنین باه و همکاران(۱۶) گزارش کردند که با افزایش میزان نیتروژن تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه در سورگوم به طور خطی افزایش یافت بالاترین عملکرد دانه با نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. گانش و همکاران (۲۴) اظهار داشتند که عملکرد دانه سورگوم شیرین بیشترین همبستگی مثبت را با وزن خوشه داشت. نیتروژن از طریق افزایش تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه سورگوم سبب افزایش عملکرد گردید و به‌طور کلی تمامی اجزای عملکرد در سورگوم تحت تاثیر مستقیم نیتروژن قرار گرفتند (۱۶). اثر معنی‌دار نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی توسط پارتر و همکاران (۳۶)؛ لیمون اورتگا و همکاران(۳۲) و بورل و هامر(۱۷) گزارش شده است، به طوری که با افزایش کود نیتروژن وزن خشک، عملکرد دانه و به طور کلی تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد. انرژی حاصل از فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات‌های ذخیره شده در ترکیبات فسفاته برای رشد و تولید مثل مصرف می‌شود، کود فسفر بر روی عملکرد دانه اثر قابل توجهی داشته است، همچنین اثر قابل توجهی از کاربرد کود فسفر بر عملکرد ماده خشک و ویژگی‌های مورد بررسی گیاه مانند ارتفاع، تعداد برگ و سطح برگ مشاهده شده است (۱۱). خان و همکاران (۲۷)، مقصود و همکاران (۳۳) و شارما و شارما (۴۰) گزارش کرده اند که با کاربرد نیتروژن و فسفر عملکرد دانه ذرت افزایش یافته است. آراین و همکاران (۱۲) گزارش دادند که با کاربرد فسفر، عملکرد دانه ذرت افزایش یافته است. گزارش شده است که استفاده از کود فسفر، باعث افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، سطح برگ در هر بوته و عملکرد سورگوم گردید (۲۸). داس و همکاران (۲۱) مشاهده کردند که پاسخ سورگوم به فسفر به شدت تحت تاثیر وضعیت فسفر خاک و همچنین کاربرد فسفر در مراحل فیزیولوژیکی رشد محصول قرار داشت. در سورگوم شیرین با افزایش نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار زیست توده و عملکرد دانه افزایش یافت (۳۵). این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای کودی نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم شیرین در شرایط محیطی اهواز انجام شد.

مواد وروش ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات نیشکر و صنایع جانبی واقع در ۴۰ کیلومتری جاده اهواز-خرمشهر و با مشخصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و۲۲ دقیقه شرقی وعرض جغرافیایی ۳۱ درجه و پنج دقیقه شمالی با ۸/۸ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا گردید. پژوهش به صورت آزمایش کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد که شامل کود نیتروژن از منبع اوره در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار به عنوان فاکتور اصلی و فسفر با سه سطح ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. عملیات آماده سازی زمین که شامل آبیاری زمین قبل از شخم و دوبار دیسک در اوایل اردیبهشت ماه بود انجام شد. قبل از کاشت، کود فسفر را به عنوان یکی از تیمارها بر اساس مقادیر ذکر شده با نیمی از نیتروژن با خاک مخلوط شد. بقیه نیتروژن در مرحله ۶ تا ۸ برگی به صورت نواری توزیع شد. تعداد کرت در هر تکرار تعداد نه کرت بود که در هر کرت شش خط کاشت و هر خط به طول شش متر در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف ها ۷۵ سانتی متر بود و قبل از کاشت بذور توسط قارچ کش کاربوکسین تیرام ضدعفونی شدند. کاشت به صورت دستی و با فاصله ۱۲ سانتی متر برروی ردیف‌ها و به عمق سه تا پنج سانتی متر کشت شد و در هر کپه سه تا پنج بذر قرار داده شد و زمانی که ارتفاع گیاه به پنج تا۱۰ سانتی‌متر رسید مزرعه تنک گشت. در این آزمایش از بذر گیاه سورگوم شیرین رقم سوفرا، که دیررس

و منشاء آن کشور ایتالیا است استفاده گشت. کرت‌های تحقیقاتی در حقیقت به عنوان نمونه ای از مزارع سورگوم شیرین در نظر گرفته شده بودند به این‌صورت که برداشت پس از رسیدن دانه در مرحله‌ی فیزیولوژیکی انجام گرفت و از هرکرت ۲۰ نمونه گیاه بصورت تصادفی انتخاب شد و پس از جداکردن برگ‌ها و پانیکول‌ها از ساقه‌ها هر کدام بصورت جداگانه وزن شدند و هر یک از پارامترهای عملکرد و اجزا عملکرد محاسبه و اندازه‌گیری شدند. پس از جمع آوری داده‌های مورد نیاز، تجزیه واریانس کلیه صفات بوسیله‌ی نرم افزارهای MiniTab و SPSS انجام شد. و میانگین داده ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

جدول ۱- بافت خاک محل انجام پژوهش

بافت خاک	رس	سیلت	شن
رسی لومی	۳۶	۳۴	۳۰

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام پژوهش

عمق خاک (سانتی‌متر)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	عناصر پرمصرف (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			pH	کربن آلی درصد
			K	P	N		
۳۰-۰	۵۵	۵,۳	۱۴۰	۲/۱۲	۸/۵	۷/۷	۶۲/۰
۶۰-۳۰	۵۸	۶,۳	۱۱۱	۵/۱۰	۴/۰	۶/۷	۷۲/۰

نتایج وبحث

عملکرد بیولوژیکی

عملکرد بیولوژیکی بیان‌گر این است که گیاه زراعی چه مقدار فتوسنتز حقیقی خود را قادر است به صورت فتوسنتز خالص درآورد، افزایش فتوسنتز حقیقی عاملی است که فتوسنتز خالص و در نتیجه عملکرد بیولوژیکی گیاه را افزایش می‌دهد (۲۹). نیتروژن سبب افزایش عملکرد وزن تر کل گیاه و افزایش عملکرد بیولوژیکی می‌شود. نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی گیاه موثر بود و با افزایش میزان نیتروژن عملکرد بیولوژیکی نیز در گیاه افزایش یافت. به طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیکی در سطح تیمار نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیکی در سطح تیمار نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۱۰۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول۲). نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش کود فسفر سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی شد به طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۱۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و کمترین عملکرد بیولوژیک با ۱۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد (جدول ۳). در این پژوهش اثر برهمکنش نیتروژن و فسفر نیز بر عملکرد گیاه بررسی و مشخص شد که این مورد با احتمال یک درصد بین سطح‌های تیمار معنی‌دار بود. روند تغییرات عملکرد بیولوژیک در پاسخ به افزایش فسفر در هر سه سطح نیتروژن صعودی شد، بر اساس نتیجه این پژوهش افزایش معنی‌دار عملکرد

بیولوژیکی در واکنش به افزایش فسفر مشخص گردید به طوری که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک تحت تیمار برهمکنش نیتروژن و فسفر ۱۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در سطح تیماری نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کمترین میزان عملکرد بیولوژیکی در گیاه مربوط به سطح تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با فسفر ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۱۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار همراه با سه سطح فسفر عملکرد بیولوژیک یکسانی نشان داد. نتایج این پژوهش با یافته‌های اصغری و همکاران (۲) در مطالعه گیاه سورگوم دانه‌ای و همچنین پارتر و همکاران(۳۶) و بورل و هامر(۱۷) مطابقت داشت.

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس اثر مقادیر نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خوشه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۳/۵۱۲۶*	۰/۰۵۰۹۶^{ns}	۱/۰۱۸۳*	۲۵۰۰^{ns}	۱۳/۷۱۳۷*
نیتروژن	۲	۷/۸۲۲۶**	۰/۷۱۹۶۷**	۹/۵۲۶۸**	۵۷۰۷۰**	۹/۷۴۴۹*
خطای عامل اصلی	۴	۰/۲۵۶۵	۰/۰۱۳۰۴	۰/۱۳۹۴	۱۵۰۶	۱/۱۶۴۶
فسفر	۲	۱/۴۸۴۸**	۰/۰۴۲۷۸**	۰/۱۴۹۷**	۹۰۲۸**	۰/۰۵۶۷^{ns}
اثر برهمکنش‌نیتروژن و فسفر	۴	۰/۰۳۷۰**	۰/۰۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۳۶^{ns}	۰/۰۶۰۰^{ns}
خطای عامل فرعی	۱۲	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۱۰۴	۰/۰۰۷۰	۱۸۹	۰/۰۹۶۴
ضریب تغییرات(درصد)		۱/۶۳۶۲	۱/۵۱۱۶	۱/۵۹۷۶	۱/۹۸۱۴	۱/۶۴۸۵

**و*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال‌های آماری یک درصد و پنج درصد Ns: غیرمعنی‌دار

جدول۴- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی

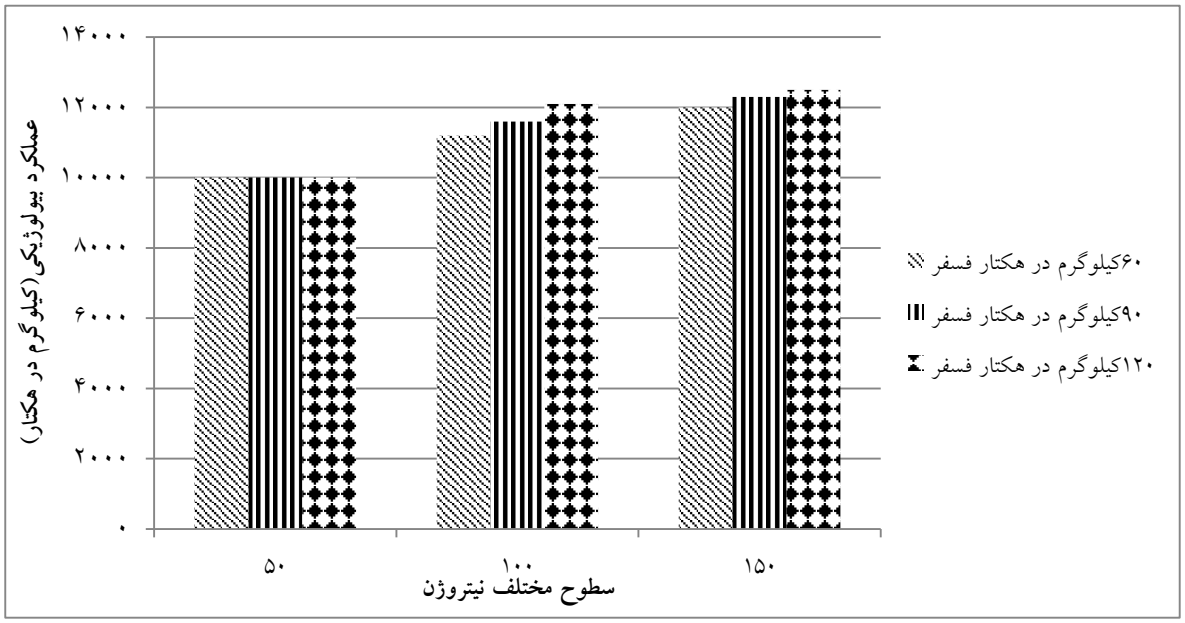
نیتروژن	عملکرد بیولوژیکی(کیلوگرم در هکتار)
۵۰ کیلوگرم در هکتار	**۱۰۴۰۰b**
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	**۱۱۶۰۰ab**
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	**۱۲۰۰۰a**

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و
تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول۵- مقایسه میانگین اثر سطوح فسفر بر عملکرد بیولوژیکی

فسفر	عملکرد بیولوژیکی(کیلوگرم در هکتار)
۶۰ کیلوگرم در هکتار	**۱۱۰۰۰b**
۹۰ کیلوگرم در هکتار	**۱۱۴۰۰ab**
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	**۱۱۸۰۰a**

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و
تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.



نمودار۱- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی در تیمار نیتروژن و فسفر

عملکرد دانه

نتایج حاصل از بررسی‌های جدول مقایسه میانگین اثر ساده نیتروژن نشان داد که با افزایش نیتروژن عملکرد دانه در گیاه سورگوم افزایش یافت، به طوری که بیشترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در سطح تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین مقدار عملکرد دانه در سطح تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول۴). نتایج حاصل از بررسی‌های جدول مقایسه میانگین اثر ساده فسفر نشان داد که با افزایش فسفر عملکرد دانه در گیاه سورگوم افزایش یافت به طوری که بیشترین مقدار عملکرد دانه ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و کمترین مقدار عملکرد دانه ۲۰۰۰ از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد (جدول۵). اگرچه اثر برهمکنش نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از سطح تیماری نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با ۲۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار از سطح تیماری نیتروژن ۵۰ و فسفر ۶۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. نتایج این

پژوهش با یافته‌های دهقان و جهان گیری (۴)، زالی و کاکش (۶)، پور نیما و همکاران (۳۵) و قلی نژاد و همکاران (۸) مطابقت داشت.

جدول۶- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه

نیتروژن	**عملکرد دانه**(کیلوگرم در هکتار)
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۹۰۰b
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۰۰۰b
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۵۰۰a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول۷- مقایسه میانگین اثر سطوح فسفر بر عملکرد دانه

فسفر	**عملکرد دانه**(کیلوگرم در هکتار)
۶۰ کیلوگرم در هکتار	۲۰۰۰c
۹۰ کیلوگرم در هکتار	۲۲۰۰b
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۲۳۰۰a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند وتفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه با ۱۵ گرم مربوط به سطح سوم نیتروژن با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و کمترین وزن هزار دانه با ۱۳ گرم از سطح اول نیتروژن با ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد (جدول۶). دراین پژوهش نیز با افزایش میزان فسفر وزن هزار دانه افزایش یافت، که این عامل یکی از عوامل موثر بر افزایش عملکرد دانه نیز می باشد. بنابر نتایج مقایسه میانگین اثر فسفر بر وزن هزار دانه در این پژوهش، بیشترین وزن هزار دانه با ۱۵ گرم از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و کمترین وزن هزار دانه با ۱۴ گرم از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد (جدول۷). نیتروژن با اثر بر روند رشد گیاه و با تحریک تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول بر روند باروری گیاه نیز موثر است، بنابر نتایج این پژوهش با افزایش میزان نیتروژن در گروه‌های تیمار، وزن هزار دانه نیز افزایش می‌یابد. نتایج مشابهی نیز توسط زانگو و همکاران (۴۲) و پور نیما و همکاران (۳۵) به دست آمد و افزایش فسفر به طور مستقیم سبب افزایش وزن دانه می‌گردد. نتایج این پژوهش با یافته‌های فرید (۲۳)، الیاس و همکاران (۱۴) و حسین و همکاران (۲۶) که در مطالعه گیاه ذرت اثر معنی‌دار فسفر را در افزایش وزن گزارش کرده‌اند هماهنگ بود.

جدول۸- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر وزن هزار دانه

نیتروژن	وزن هزار دانه(گرم)
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۳c
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴b
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۵a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول۹- مقایسه میانگین اثر سطوح فسفر بر وزن هزار دانه

فسفر	وزن هزار دانه(گرم)
۶۰کیلوگرم در هکتار	۱۴b
۹۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴/۵ab
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۱۵a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

تعداد دانه در خوشه

مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خوشه از سطح سوم نیتروژن با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معادل با ۱۴۷۸ حاصل شد، همچنین کمترین تعداد دانه در خوشه با ۱۳۱۹ از سطح اول با ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول۸). بنابر نتایج این پژوهش با افزایش میزان فسفر تعداد دانه در خوشه افزایش یافت، به طوری که مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین تعداد دانه مربوط به سطح سوم فسفر (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) با ۱۴۳۳ و کمترین آن مربوط به سطح اول آن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) با ۱۳۶۹ بود (جدول۹). نتایج این تحقیق نشان داد که نیتروژن بر باروری گیاه و در نتیجه تعداد دانه در خوشه نیز در گیاه موثر بود و با افزایش میزان نیتروژن تعداد دانه نیز در خوشه افزایش یافت. نتایج این پژوهش با یافته‌های اصغری و همکاران (۲)، توسط زانگو و همکاران (۴۲) در مطالعه گیاه سورگوم دانه‌ای همسو بود.

جدول۱۰- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر تعداد دانه در خوشه

نیتروژن	تعداد دانه در خوشه
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۳۱۹c
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴۰۵b
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴۷۸a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول۱۱- مقایسه میانگین اثر سطوح فسفر بر تعداد دانه در خوشه

فسفر	تعداد دانه در خوشه
۶۰ کیلوگرم در هکتار	۱۳۶۹b
۹۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴۰۰ab
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴۳۳a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تاثیر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در گیاه می‌باشد، به طوری که بنابر نتایج این پژوهش بیشترین شاخص برداشت ۲۱ درصد از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین شاخص برداشت ۱۷/۵درصد از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد(جدول۱۰). در این پژوهش بنابر نتایج به‌دست آمده با افزایش مقدار فسفر عملکرد دانه افزایش و عملکرد بیولوژیکی نیز افزایش یافت بنابراین با افزایش میزان فسفر شاخص برداشت افزایش یافت، زیرا مقدار افزایش عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک بیشتر بود. به طوری که بیشترین شاخص برداشت با ۱۹/۵ درصد از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و کمترین آن با ۱۸ درصد از گروه تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد. اثر برهمکنش نیتروژن و فسفر بر شاخص برداشت اگرچه معنی‌دار نبود اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت با ۲۰/۵ درصد از سطح تیماری نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با فسفر ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در این مورد نتایج این پژوهش با نتایج الیاس و همکاران (۱۴) در مطالعه گیاه ذرت، پیری (37) در مطالعه گیاه سورگوم و میرزایی(۹) در مطالعه گیاه گندم همسو بود، زیرا محققین فوق از تیمارهای بالاتر فسفر تا (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و یا از تیمارهای پایین‌تر فسفر به همراه کودهای بیولوژیک استفاده کردند و تغییراتی معنی‌دار را در شاخص برداشت گزارش کردند.

جدول۱۲- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر شاخص برداشت

نیتروژن	شاخص برداشت(درصد)
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۸b
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۷/۵b
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۱a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اثر کود نیتروژن روی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه تعداد دانه در خوشه و شاخص برداشت تأثیرگذار بود و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نشان داد. بیشترین مقادیر صفات در بیشترین سطح نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقادیر صفات در کمترین سطح نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد.افزایش فسفر تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش در میزان عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه شد و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نشان داد. اثر برهمکنش نیتروژن و فسفر فقط بر روی عملکرد بیولوژیک معنی دار شد به طوری که بیشترین مقادیر عملکرد بیولوژیک در بیشترین سطح نیتروژن(۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین سطح فسفر(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقادیر آن در کمترین سطح نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین سطح فسفر(۶۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد.

بر اساس نتایج حاصله از این پژوهش، برای بسیاری از صفات مورد بررسی سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به سطوح دیگر برتری نسبی داشت. این برتری ممکن است به علت اثر کود نیتروژن در رشد سلولها و همچنین جذب اکثر مواد غذایی از خاک به گیاه باشد. همچنین در بین سطوح کودی فسفر، سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سطوح دیگر برتری داشت. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که جهت رسیدن به عملکرد مطلوب دانه، بیشترین سطح نیتروژن با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و بیشترین سطح فسفر با ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار مناسب‌تر می‌باشد.

منابع

۱- **امام، ی. و م. نیک نژاد. ۱۳۷۳** . مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه) انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

۲- **اصـــغری، ا. و خ. رزمجو و م. مظاهری تهرانی. ۱۳۸۵**. اثر میزان نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه چهار رقم سورگوم دانه ای.

۳- **خواجه پور.م.۱۳۸۷**. اصول و مبانی زراعت، مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۴۰۲ص.

۴- **دهقان، ا و ب. جهانگیری، ۱۳۸۸**. بررسی بر همکنش روش آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا. اولین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. ۲۱ و ۲۲ مرداد ماه. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۳۶.

۵- **رهنانی، م. ح. ۱۳۷۶**. مروری بر زراعت و فیزیولوژی نیشکر، سمینار (۱)، دوره کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۶- **زالی، کاکشـــی، پ.، لرزاده، ن، آریان نیا و ع. بنی ســـعیدی.۱۳۸۷**. بررســـی اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر عملکرد اقتصـادی آفتابگردان در شـرایط محیطی خوزسـتان. کنگره زراعت و اصـلاح نباتات ایران. کرج ۲۸-۳۰ مرداد ۱۳۸۷.ص۲۴۸.

۷- **سیلسپور.م، و ع. بانیافی، ۱۳۷۹**. امکان سنجی استفاده از کود میکرو بیوفسفاته در زراعت پنبه باهدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی فسفره. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت واصلاح نباتات ایران. بابلسر. صفحه۴۶.

۸- **قلی نژاد، ا. ۱۳۸۸**. ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات اگروفیزیولوژیکی و مرفولوژیکی آفتابگردان رقم ارفلور در مقادیر متفاوت کود نیتروژن و تراکم بوته در شرایط آب و هوایی ارومیه.

۹- **میرزایی، م. ۱۳۸۶**. بررسی اثر کود زیستی فسفاته و مقادیر متفاوت کود فسفره بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم، مجموع مقالات دهمین کنگره علوم و خاک ایران، کرج.

۱۰- **مدیر شانه چی. م، ۱۳۶۹**. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای، معاونت فرهنگی آستان قدس. ۱۴۲ص.

11- **Ayub, M., M.A. Nadeem, M.S. Sharar and N. Mahmood. 2002**. Response of maize (Zea mays L.) fodder to different levels of nitrogen and phosphorus. Asian J. Pl. Sci. 1: 352-354.

12-**Arain, A.S., S.M. Aslam and A.K.G. Tunio. 1989**. Performance of maize hybrids under varying NP fertilizer environments. Sarhad J. Agric. 5(6): 623-626.

13-**Almodares, A., A. Aghamiri and A. Sepahi.1996**. Effects of the amountand time of nitrogen fertilization on carbohydrate contents of threesweet sorghum cultivars. Ann. plant physiol. 10:56-60.

14-**Alias, A., Usman, M., Ullah, E., and Warraich, E,A. 2003**. Effects of Different Phosphorus Levels on the Growth and Yield of Two Cultivars of Maize (Zea mays L.).INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE &BIOLOGY, 1560–853- 1–632–634.

15-**Bumdy ,L.G,T,W.Andraski ,and R.P.Wolkowski.1993**.Nitrogen credits in soybean – corn crops : sequence on three soils . Agron .j. 85:1061 – 1067.

16-**Buah,S.S.J.,J.W.Maranville,A.Traore,and P.JBramel-Cox.1998**.Response of nitrogen use efficient sorghum to nitrogen fertilizer. Journal of Plant Nutr. 21\11: 2303-2318.

17-**Borrell, A.K., and Hammer, G.L. 2000**.Nitrogen dynamics and the physiological basis of stay-green in sorghum. Crop Sci. 40:1295-1307.

18-**Constantin, D. 1996**.Productivity, shugar yield, ethanol potentional and Bottlenecks of sweet sorghum in European union. First internashtional sweet sorghum conference, Chinese Academy of sciences.P : 65-79.

19-**Cai, B., J, Ge. 2004**. The Effect of Nitrogen Level on mMain Nutrient of Sugar Beet. Nature and Science, 2(4),79-83.

20-**Dobermann ,A.,andT.Fairhurst .2000** Rice nutrient . disorders and nutrient management . IRRI.Philippines . Newsletter No : 1271.

21-**Das, S. K., K. L. Sharma, B. R. Singh, B. R. C. P. Rao,K. Srinivas, and M. N. Reddy (1996)**.Availability of desorbed phosphorus and internalphosphorus requirement by sorghum in anAlfisol. J. India Soc. Soil Sci. 44(3) 427-433.

22-**FAO production yearbook.1999-2000**.Room, Italy.

23-**Fareed, M.K. 1996**. Effect of varying fertilizer rate and plant stand density on growth and yield of spring maize. M.Sc. (Hons) Thesis, Deptt. ofAgron. Univ. of Agric. Faisalabad, Pakistan.

24-**Ganesh, S., A. Khan., N. Senthil and M. Suresh. 1995**. Character association for grain yield in sweet sorghum. Madras agricultural jornal .82 : 5. 363-364 .

25-**Graham, J. H, 1981**.Membrane-Mediated Decrease in Root Exudation Responsible for Phorphorus Inhibition of Vesicular-ArbuscularMycorrhiza Formation. Plant Physiology September 1981 vol. 68 no. 3 548-552 .

26-**Hussain, N., A.Z. Khan, H. Akbar and S. Akhtar. 2006**. Growth factors and yield of maize as influenced by phosphorus and potash fertilization. Sarhad J. Agric. 22(4): 579-583.

27-**Khan, M.A., M.U. Khan, K. Ahmad and M. Sadiq. 1999**. Yield of maize hybrid-3335 as affected by NP levels. Pak. J. Biol. Sci. 2: 857-859.

28-**Khalid, M., A. Ijaz.and A. Muhammad. 2003**. Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two Sorghum cultivars (Sorghum bicolor L.). Int. J. Agri. Biol., 5(1): 61-63.

۲۹-**Kochaki.A., Gh. Sarmadnia, 2005.** Crop physiology, translation. Mashhad University Jihad Publications, 400 p.

30-**Kumar R, S. Seth, GK.Natarajan, Dwivedi.andShivay YS (2008)**. Seed yield response of marvel grass (Dichanthiumannulatum) to cutting management and nitrogen fertilization in central India. Agron. Res. 6:499-509.

31-**Khamis S, S Chaillou and T Lamaze 1990**. CO2 assimilation and partitioning of carbon in maize plants deprived of orthophosphate. J. Expt. Bot. 41: 1619-1625.

32-**Limon-Ortega, A., Mason, S.C., and Martin, A.R. 1998**. Production practices improve grain sorghum and pearl millet competitiveness with weeds. Agron. J. 90:227-232.

33-**Maqsood, M., A.M. Abid, A. Iqbal and M.I. Hussain. 2001**. Effect of various rates of nitrogen and phosphorus on growth and yield of maize. Pak. J. Biol. Sci. 1: 19-20.

34-**Pant, H.K. and K.R. Reddy, 2003**. Potential internal loading of phosphorus in a wetlands constructed in agricultural land water research, 37: 965-972

35-**Poornima, s., Geethalakshmi, V., Leelamathi, M., 2008**.Sowing Dates and Nitrogen Levels on Yield and Juice Quality of Sweet Sorghum. Research J. Agric. Biological Sci. 4, 651-654.

36-**Porter, L.K., Follett, R.F., and Halvorson, A.D. 1996**. Fertilizer nitrogen recovery in a no-till wheat-sorghum-fallow-wheat sequence.Agron.J.88:750-757.

37-**Piri, I. 2012**.Effect of phosphorus fertilizer and micronutrients foliar application on sorghum yield. Annals of Biological Research, 3 (8): 3998-4001

38-**Sanjana Reddy.P, Reddy.BVS, A. Kumar and P. SrinivasaRao. 2008**. Standardization of nitrogen fertilizer rate for sugar yield optimization in sweet sorghum. Journal of SAT Agricultural Research 6.

39-**Soileau, J. M., B. N. Bradfrod. 1985**. Biomass and sugar yield response of sweet sorghum to lime and fertilizer .agron .J .11 : 471-475 .

40-**Sharma, J.P. and U.C. Sharma. 1996**. Effect of nitrogen and phosphorus on the yield and severity of turcicum blight in maize Nagaland. Indian Phytopath. 44: 383-385.

41-**Wortmann, C.S., Liska, A.J., Ferguson, R.B., Lyon, D.J., Klein, R.M. and I. Dweikat. (2010)**.Dryland performance of sweet sorghum and grain crops for biofuel.Agron J., Vol.102, No. 1, pp. 319-326.

42-**Zaongo, C.G.L., Wentdt. C. W., Lasccano,R.J., and Juo, A.S.R. 1997**. Interactions of water, mulch and nitrogen on sorghum in Niger.Plant and soil. 197:119-126.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 12, Issue 1, Spring and Summer 2022

Effect of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer on Yield and Yield Components of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.)

Yahya Soleimani[1], Adel Madhaj[2]*

1- Master's Degree in Agriculture, Islamic Azad University, Khuzestan Science and Research Unit, Department of Agriculture, Ahvaz, Iran
2- Associate Professor of Agriculture Department, Shushtar Branch, Islamic Azad University, Shushtar, Iran

Corresponding Author; Email:adel.modhej@yahoo.com
(Received: 29 July 2022; Accepted: 7 September 2022)

Abstract

In order to investigate the effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and yield components of sweet sorghum, this research carried out in the research center of sugarcane and related industries in the form of split plots in the form of a randomized complete block design with three replications. The main factor included 50, 100 and 150 kg/ha of nitrogen and the sub plots included 60, 90 and 120 kg/ha of phosphorus. The results showed that the interaction effect of phosphorus and nitrogen consumption on sweet sorghum grain yield was not significant. The effect of nitrogen and phosphorus fertilizer treatments on biological yield, grain yield, 1000 seed weight and number of seeds per panicle was significant at the 1% probability level. The highest grain yield with 2500 kg/ha was assigned to the nitrogen treatment of 150 kg/ha and the lowest grain yield with 1900 kg/ha was observed in the nitrogen treatment of 50 kg/ha. The highest and lowest grain yields in phosphorus treatment were assigned to 120 (2300 kg/ha) and 60 (2000 kg/ha) of pure phosphorus per hectare, respectively. In general, the highest grain yield was observed in the fertilizer treatment of 150 kg of nitrogen and 120 kg of phosphorus, and the difference between this treatment and the fertilizer combination of 150 kg of nitrogen and 90 kg of phosphorus was not significant. Therefore, the second fertilizer combination was recommended to achieve optimal yield, although more research is needed in this regard.

Key words: Sweet Sorghum, Harvest index, Seed yield, Chemical fertilizer.