پژوهش‌های علوم کشاورزی پایدار/جلد ۱/شماره ۳/پاییز ۱٤۰۰/ ص ۱۳-۱
https://www.sarj.iauk.ac.ir

بررسی اثر مقادیر کود فسفر و تراکم بوته بر عملکرد واجزای عملکرد سورگوم شیرین (*Sorghum bicolor* L.)

یحیی سلیمانی[۱]، مجتبی علوی فاضل[*۲]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد علوم وتحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- دانشیار گروه مهندسی زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: mojtaba_alavifazel@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/٦/۱۵- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۹/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر کود فسفر و تراکم بوته بر عملکرد و اجزا عملکرد گیاه سورگوم شیرین، آزمایشی در مرکز تحقیقات نیشکر و صنایع جانبی به صورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. در این آزمایش کود فسفر در ۳سطح (۶۰،۹۰،۱۲۰کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی و تراکم بوته نیز با ۳ سطح (۸۰،۱۰۰،۱۲۰هزار بوته در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد سطوح کود فسفر اثر معنی داری در سطح یک درصد آماری بر عملکرد بیولوژیکی و همچنین اثر معنی داری در سطح پنج درصد آماری بر تعداد دانه در خوشه سورگوم شیرین داشت. اما تفاوت معنی داری بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت دیده نشد. در میان سطوح کود فسفر، تیمار کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه مناسب ترین تیمار شناخته شد. افزایش تراکم بوته سبب افزایش عملکرد دانه سورگوم شیرین شد. در این میان بیشترین عملکرد دانه با ۲۲۰۰کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر وکمترین مقدار عملکرد دانه نیز با ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد. از طرفی بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار با مقداری معادل ۲۳۰۰کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد دانه نیز با ۲۰۰۰کیلوگرم در هکتار از تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد. بر همکنش مصرف کود فسفر و تراکم بوته با یکدیگر نیز بر عملکرد دانه سورگوم شرین معنی دار نبود.

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

مقدمه

سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) گیاهی از خانواده Poaceae است که به علت خصوصیات منحصر به فرد نظیر تحمل بالا به خشکی، سیستم ریشه ای افشان خیلی وسیع، جذب رطوبت بالا، تحمل به شوری و در عین حال مصارف متعدد تغذیه‌ای و صنعتی از اهمیت خاصی برخوردار است. گیاه سورگوم از نظر اهمیت غذایی پنجمین غله دنیا پس از گندم، برنج، ذرت وجو محسوب می شود(Almodares *et al*,. 2008). گیاه سورگوم از پتانسیل تولید بالایی برخوردار است و سطح زیر کشت آن در ایران رو به افزایش است از طرف دیگر سازگاری خوبی با شرایط آب و هوایی ایران بخصوص مناطق گرم وخشک و معتدل آن دارد و

برای تولید محصول نسبت به گیاهان مشابه به آب کمتری نیاز دارد. این موضوعات ایجاب می کند بررسی‌های مداوم روی این گیاه ادامه یابد. عملکرد سورگوم دانه ای در کشور ما ۸-۵ تن در هکتار است(Fouman, 2010). سطح زیر کشت آن در دنیا ٤۲/۳٤ میلیون هکتار است(FAO, 2011). قریب به ٪۹۰ آن به سورگوم دانه‌ای اختصاص دارد(Fouman, 2010).

فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان است و یکی از مهم‌ترین عناصر در تولید محصول می‌باشد، این عنصر در ساختمان هسته و غشای سلولی نقش ویژه-ای دارد، فسفر در بافتهای گیاهی بسیار اندک (حدود ۰/۲ درصد) بوده وتقریباً یک دهم میزان نیتروژن و یا پتاسیم می‌باشد. فسفر در میزان جذب عناصر کم مصرف فلزی توسط ریشه‌ی گیاه نقش دارد و میزان جذب عناصر را افزایش می‌دهد(Marshener, 1995). کود فسفر به عنوان عامل مناسب و نهاده‌ی موثر در رشد، باعث بهبود عملکرد دانه در گیاه ذرت شد. به نحوی که بر افزایش رشد رویشی گیاه نیز تاثیر دارد. این کود در ابتدای رشد به علت زود جذب بودن فسفر باعث افزایش رشد رویشی شده به طوریکه فسفر موثر خود را در اختیار گیاه قرار داده است و رشد رویشی مطلوب را برای گیاه فراهم می‌آورد. یکی از راهکارهای افزایش راندمان زراعی، میزان مصرف کود است (Alias *et al*,. 2003). به طور معمول هنگامیکه اراضی مناطق خشک ونیمه خشک آبیاری شده و در آنها کشت متمرکز انجام گیرد، کمبود فسفر چند فصل زراعی پس از کمبود نیتروزن مطرح می شود. به طور کلی، فسفر قابل استفاده خاک در کشت متمرکز سریعاً به مصرف رسیده و مقدار آن در خاک کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی افزودن کودهای فسفاتی، جهت نیل به عملکرد بهینه، ضرورت می‌یابد، از طرفی استقرار تراکم مطلوبی از بوته‌های سالم در سطح مزرعه پایه واساس یک سیستم موفق زراعی محسوب می‌شود. در تراکم کمتر از حد مطلوب استفاده از عوامل محیطی موجود همچون نور، رطوبت و مواد غذایی حداکثر نبوده و در تراکم بالاتر از حد بهینه نیز وجود رقابت شدید از عملکرد نهایی محصول خواهد کاست(Yazdi Samadi & Postini, 1994). در گیاه سورگوم با افزایش تراکم بوته در واحد سطح ، وزن تک بوته، قطر ساقه و تعداد پنجه در بوته کاهش می‌یابد. در تراکم کم به دلیل استفاده از فضای بیشتر و تراکم کم بین بوته باعث پنجه زیاد و ایجاد رقابت می‌شود که دلیل این امر را می‌توان به رقابت داخل بوته مرتبط دانست (Moosavi, 2012). انتخاب آرایش کاشت مناسب یکی از مهمترین عوامل مدیریت زراعی برای جذب حداکثر توسط کانوپی می‌باشد. حداکثر بهره برداری از عوامل محیطی جهت رشد گیاه وقتی حاصل می‌شود که تراکم بوته فشار زیادی بر تمامی عوامل تولید وارد نسازد که در نتیجه، جامعه‌ی گیاهی به علت عدم رقابت بین بوته‌ها، تحت تنش قرار نگرفته و حداکثر بازدهی را خواهند داشت، تراکم بوته سورگوم در مراحل اولیه رشد گیاه از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا سطح برگ قابل دسترس برای جذب انرژی خورشید تابعی از تراکم بوته است. تراکم کاشت از جمله عواملی است که به طور مستقیم عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. فاصله کاشت بوته‌ها بستگی به هدف کاشت دارد. اگر فاصله کاشت گیاهان بیش از حد معمول باشد مسلماً

تعداد بوته در واحد سطح کاهش یافته و عملکرد با کاهش مواجه می‌شود. از طرفی اگر فاصله کاشت خیلی کم بوده و تراکم کاشت بالا باشد، رقابت درون گونه‌ای پیش می‌آید و این امر سبب کاهش عملکرد خواهد شد، بنابراین تعیین بهترین تراکم کاشت محصول یکی از نیازهای مهم در برنامه ریزی زراعی با هدف دستیابی به عملکرد بالا است(Kouchaki&Sarmadnia, 2005).

نتایج مطالعات پژوهش‌گران زیادی (Khaitir & Vanderlip, 1992)، (Joudi, 2000)، (Javanmard *et al*,. 1998) بر روی سورگوم دانه‌ای تایید کننده این مطلب است که با افزایش تراکم در یک دامنه مشخص عملکرد دانه افزایش می‌یابد، هر چند با افزایش تراکم، تعداد دانه در پانیکول کاهش می‌یابد اما افزایش تعداد بوته در واحد سطح جبران کاهش عملکرد در هر بوته را می‌نماید. از طرفی دیگر افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی می‌گردد ولی دیگر اجزا عملکرد از جمله وزن هزار دانه و شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد.

جلالی وبحرانی (Jalali & Bahrani, 2001) گزارش کردند که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه سورگروم در تراکم‌های ۱۵۰ و۲۰۰ هزار بوته در هکتار داشت. عامل کاهش تعداد دانه در انشعابات اصلی خوشه با افزایش تراکم را می‌توان به ریختن گلچه‌ها نسبت داد(Mokhtarzade & Rezaei, 1997). به طور کلی تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه اجزا اصلی عملکرد سورگوم به شمار می‌روند(Hegde *et al*,. 1976). عادلی(Adeli, 1995)نتیجه گرفت که تعداد خوشه در متر مربع مهم ترین جزئی است که در تعیین عملکرد دانه‌ی سورگوم سهیم است. گلد سورتی (Goldesworthy, 1970) وپونیلت و اگلی(Poneleit & Egli, 1979) گزارش کردند که اثر تراکم بوته بر تعداد دانه در پانیکول بیش از وزن هزار دانه است. بنابر این، هدف از این پژوهش تعیین حد بهینه فسفر و تراکم مطلوب سورگوم شیرین در خوزستان و بررسی تاثیر آنها بر روی عملکرد و اجزا عملکرد این گیاه بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات نیشکر و صنایع جانبی واقع در ٤٠ کیلومتری جاده اهواز-خرمشهر و با مشخصات طول جغرافیایی ٤٨ درجه و۲۲ دقیقه شرقی وعرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ٥دقیقه شمالی با ۸/۸ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا گردید. این پژوهش به صورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد که شامل کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در سه سطح ۱۲۰،۹۰،٦۰کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل اصلی و تراکم بوته با سه سطح ۱۲۰،۱۰۰،۸۰ هزار بوته در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین که شامل آبیاری زمین قبل از شخم و دوبار دیسک در اوایل اردیبهشت ماه بود انجام شد. قبل از کاشت کود فسفر به عنوان یکی از تیمارها با نسبتهای مختلف و نیمی از نیتروزن مورد نیاز با خاک مخلوط شد و بقیه نیتروژن در مرحله ٦ تا ۸ برگی بصورت نواری توزیع شد. در هر تکرار ۹ کرت قرار داشت که در هر کرت ٦ خط کشت و هر خط به طول ٦ متر وفاصله ی بین ردیف ها ۷۵ سانتی متر در نظر گرفته شده بود. در

این آزمایش از بذر گیاه سورگوم شیرین رقم Sofrah، که دیررس و منشاء آن کشور ایتالیا است استفاده شد و قبل از کاشت کلیه بذور توسط قارچ کش کاربوکسین تیرام ضد عفونی شدند و کاشت به صورت دستی و با فاصله ۱۲ سانتی متر بر روی ردیف ها و به عمق ۳ تا۵ سانتی متر انجام شد. 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 هر کرت ۲۰ نمونه گیاه به صورت تصادفی انتخاب شد و پس از جداکردن برگها و پانیکول ها از ساقه ها هر کدام به صورت جداگانه وزن شدند و هر یک از پارامترهای عملکردی مانند عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت محاسبه و اندازه گیری شدند. پس از جمع آوری داده‌های مورد نیاز، تجزیه واریانس کلیه صفات به وسیله‌ی نرم افزارهای Minitab وMSTATC انجام شد. و میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

جدول ۱- بافت خاک محل انجام پژوهش

بافت خاک	رس	سیلت	شن
رسی لومی	۳٦	۳٤	۳۰

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام پژوهش

عمق خاک cm	درصد اشباع	هدایت الکتریکی ds/m	عناصر پرمصرف ppm			PH	کربن آلی
			K	P	N		درصد
۰-۳۰	۵۵	۵/۳	۱٤۰	۲/۱۲	۸/۵	۷/۷	٦۲
۳۰-٦۰	۵۸	٦/۳	۱۱۱	۵/۱۰	٤	٦/۷	۷۲

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(Kouchaki & Sarmadnia, 2005). نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش فسفرتا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیکی نیز تحت تاثیر قرار گرفته و افزایش یافت و در سطح آماری ۱٪ معنی دار شد، به‌طوریکه عملکرد بیولوژیکی از ۱۰۱۰ گرم در متر مربع در تیمار ٦۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به ۱۱٦۰ گرم در متر مربع در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم فسفر در هکتار رسید (جدول3). و همچنین نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیکی نشان داد که در این پژوهش با افزایش تراکم بوته، عملکرد بیولوژیکی در سطح ۱٪ معنی دار شد و عملکرد بیولوژیکی از ۸۷۰ گرم در متر مربع در تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار به ۱۲۵۰ گرم در متر مربع در تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار رسید (جدول٤). یافته‌های این پژوهش در این مورد با نتایج مسعود و همکاران (Masood *et al*,. 2011) در مطالعه‌ی گیاه ذرت(Zea mays L.) ، پیری (Piri, 2012) در مطالعه گیاه سورگوم (Sorghum bicolor L.) مطابقت دارد.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء عملکرد (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	تعداد دانه در خوشه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۲۹۵۳ ns	۰/۰۲۲٤۰۳ ns	۰/۰۵۳۳۳ ns	٦۱٤ ns	۱/٦٦۰ ns
فسفر	۲	۱/۹۱۳٦**	۰/۰۳۲۷٦٤ ns	۰/۳۲۳۳۳ ns	۱۹۷٤۷*	۱/۷۰٤ ns
خطای عامل اصلی	٤	۰/۰٤٦٤	۰/۱۸۲۱۲۸	۰/۰٦۸۳۳	۲۲٦۸	۱٦/۱۲۱
تراکم بوته	۲	۳٤/۱۳۵۳**	۰/۱۷۹۵۷٤**	۳/۷٤۱۱۱**	۱۷۹٦٦۷**	٦۱/٤۷۵**
اثر متقابل فسفر× تراکم بوته	٤	۰/۰۰۹۷ ns	۰/۰۰۵۵۷۰ ns	۰/۰۳٦۱۱ ns	۳۷۱ ns	۰/۵٦٦ ns
خطای عامل فرعی	۱۲	۰/۳۰٤۹	۰/۰۰۷۵۳۲	۰/۰۲۷۷۸	۹۲۱	۲/٤۱۷
درصد ضریب تغییرات		۵	۳	۱	۲	۷

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

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی در سطوح مختلف فسفر

فسفر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)
٦۰	۱۰۱۰۰b
۹۰	۱۰۷۰۰ab
۱۲۰	۱۱٦۰۰a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول ٥- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی در تراکم‌های مختلف بوته

تراکم (بوته در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
۸۰۰۰۰	۸۷۰۰c
۱۰۰۰۰۰	۱۰۵۰۰b
۱۲۰۰۰۰	۱۲۵۰۰a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست

عملکرد دانه

در این تحقیق با افزایش فسفر، عملکرد دانه تغییر یافت، با بررسی جداول مقایسه میانگین مشخص شد که کمترین مقدار عملکرد دانه ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ٦۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و بیشترین مقدار عملکرد دانه ۲۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدست آمد. و همچنین با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه افزایش یافت، مقدار عملکرد دانه از ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۸۰ هزار بوته در هکتار به ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار رسید(جدول٦). اگرچه اثر متقابل فسفر و تراکم‌بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد اما بررسی مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه۲٤۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۱۲۰ هزار بوته در هکتار و کمترین عملکرد دانه با ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار ٦۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۸۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد.

جدول٦ - مقایسه میانگین عملکرد دانه در تراکم‌های مختلف بوته

تراکم (بوته در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۸۰۰۰۰	۲۰۰۰c
۱۰۰۰۰۰	۲۲۰۰b
۱۲۰۰۰۰	۲۳۰۰a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

نتایج این پژوهش با نتایج نور و همکاران (Nour *et al*,. 2000) در مطالعه گیاه ذرت(*Zea L.* *mays*) که بیان داشتند تیمار فسفر به‌تنهایی و بدون استفاده از باکتری و میکوریزا اثری بر عملکرد دانه نداشت و همچنین با نتایج یوسف تبار (Tabar,2012) که کاربرد همزمان فسفر و نیتروژن را بررسی و گزارش کرد که با کاربرد نیتروژن و فسفر عملکرد دانه ذرت(*Zea mayS L.*) افزایش

یافت، مطابقت داشت. اما بانتایج شارما و شارما (Sharma & Sharma,1991)، خان و همکاران (Khan et al,.1999)، مقصود و همکاران (Maqsood *et al*,. 2001)، مسعود و همکاران (Masood *et al*,.2011) در مطالعه گیاه ذرت(*Zea mays L.*) که اثر معنی‌دار فسفر را بر عملکرد دانه گزارش کرده‌اند، هماهنگ نبود زیرا محققین فوق اثر معنی‌دار فسفر را در گروه‌های تیمار فسفات در مقایسه با گروه شاهد (بدون فسفر) مقایسه کرده‌اند و این اختلاف را بین تیمارهای صفر و ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار گزارش کرده‌اند. پس می‌توان نتیجه گرفت افزایش تراکم می‌تواند جبران کاهش وزن هزار دانه و همچنین کاهش تعداد دانه را به منظور افزایش عملکرد دانه بنماید. تراکم زیاد با افزایش رقابت به منظور جذب آب و عناصر و نور دریافت شده توسط پوشش گیاهی به عملکردهای بالاتر دست یافتند، با افزایش تراکم بوته تعداد خوشه در متر مربع افزایش و وزن هزار دانه کاهش یافت، تعداد دانه در خوشه نیز با افزایش تراکم کاهش و با افزایش فسفر افزایش یافت. نتایج این پژوهش با نتایج فوکی و فویل (Fuki & Foale,1988) که نشان دادند تراکم اثری بر عملکرد دانه در تراکم‌های پایین سورگوم (*Sorghum bicolor L.*) ندارد مغایرت داشت.

وزن هزار دانه

در این پژوهش با افزایش فسفر، وزن هزار دانه تحت تاثیر قرار گرفت، به طوری که بیشترین وزن هزار دانه ۱۶ گرم از تیمار ۱۲۰کیلوگرم در هکتار فسفر و کمترین وزن هزار دانه ۱۵/۵۰ گرم از تیمار ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به‌دست آمد. و با افزایش تراکم وزن هزار دانه کاهش یافت، به طوری که بنابر نتایج این پژوهش بیشترین وزن هزار دانه ۱۶ گرم از تیمار ۸۰ هزار بوته در هکتار و کمترین وزن هزار دانه ۱۵ گرم از تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد (جدول۷). به نظر می رسد با افزایش تراکم در واحد سطح تعداد دانه در واحد سطح افزایش می یابد و در نتیجه قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی برای هر دانه کمتر و منجر به کاهش وزن دانه می شود. و همچنین با افزایش تراکم بوته در واحد سطح به علت وجود رقابت در اثر کمبود مواد غذایی و عوامل محیطی مثل نور، آب و غیره در محیط اطراف ریشه احتمالا وزن هزار دانه کاهش یافته است. نتایج تحقیقات صورت گرفته توسط فنایی و همکاران (Fanaei et al,.2002) با توجه به نتایج این پژوهش افزایش میزان مصرف فسفر سبب افزایش وزن دانه شد که نتایج این پژوهش با یافته های الیاس و همکاران (Alias *et al*,.2003) و حسین و همکاران (Hussain *et al*,.2006) که در مطالعه گیاه ذرت (*Zea mays* L.) اثر معنی دار فسفر را در افزایش وزن دانه گزارش کردند مطابقت داشت.

جدول۷- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در تراکم‌های مختلف بوته

تراکم (بوته در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)
۸۰۰۰۰	۱٦a
۱۰۰۰۰۰	۱۵/۵ab
۱۲۰۰۰۰	۱۵b

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ 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

بنابر نتایج این پژوهش با افزایش میزان فسفر، تعداد دانه در خوشه افزایش یافت و از ۱٤۰۰ تعداد دانه در خوشه در تراکم ٦۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به ۱۵۰۰ تعداد دانه در خوشه در تراکم ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر رسید (جدول۸). همچنین بنابر نتایج این پژوهش با افزایش تراکم تعداد دانه در خوشه کاهش یافت و از ۱٦۰۰ تعداد دانه در خوشه در تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار به ۱۳۰۰ تعداد دانه در خوشه در تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار کاهش یافت (جدول۹).

جدول ۸-مقایسه میانگین تعداد دانه در خوشه در سطوح مختلف فسفر

فسفر (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه در خوشه (تعداد دانه)
٦۰	۱٤۰۰b
۹۰	۱٤۵۰ab
۱۲۰	۱۵۰۰a

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول ۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در خوشه در تراکم‌های مختلف بوته

تراکم (بوته در هکتار)	تعداد دانه
۸۰۰۰۰	۱٦۰۰a
۱۰۰۰۰۰	۱٤۵۰b
۱۲۰۰۰۰	۱۳۰۰c

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

شاخص برداشت

بنابر نتایج این پژوهش با افزایش میزان فسفر شاخص برداشت تغییر یافت، به طوری که از۲۱/۵ درصد شاخص برداشت در تیمار ٦۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به ۲۰ درصد شاخص برداشت در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر رسید. در این پژوهش با افزایش تراکم بوته، شاخص برداشت کاهش داشت به طوری که بیشترین شاخص برداشت ۲٤ درصد از تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار و کمترین شاخص برداشت ۱۹ درصد از تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد (جدول۱۰).

جدول۱۰- مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر شاخص برداشت

تراکم (بوته در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۸۰۰۰۰	۲٤a
۱۰۰۰۰۰	۲۱b
۱۲۰۰۰۰	۱۹c

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند و تفاوت هر دو میانگین که دارای یک حرف مشترک در هر ستون باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

در این پژوهش بنابر نتایج به‌دست آمده با افزایش مقدار فسفر عملکرد دانه افزایش و عملکرد بیولوژیکی نیز افزایش یافت اما چون میزان افزایش عملکرد بیولوژیکی نسبت به عملکرد دانه بیشتر بود، بنابراین با افزایش فسفر شاخص برداشت کاهش یافت. که نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش الیاس و همکاران (Alias *et al*,.2003) در مطالعه‌ی گیاه ذرت(*Zea mays* L.) ، پیری (Piri, 2012) در مطالعه‌ی گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.)) و میرزایی (Mirzaei, 2007)، در مطالعه‌ی گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) مغایرت داشت، زیرا محققین فوق از تیمارهای بالاتر فسفر (تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و یا از تیمارهای پایین‌تر فسفر به همراه کودهای بیولوژیک استفاده کرده و تغییراتی معنی‌دار را در شاخص برداشت گزارش کرده‌اند. شاخص برداشت با عملکرد دانه نسبت مستقیم و با عملکرد بیولوژیک نسبت عکس داشت و بنابر یافته‌های این پژوهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی سیر صعودی داشتند اما میزان تغییر و افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه بیشتر بود که این موارد سبب کاهش شاخص برداشت گیاه شد و همچنین پایین بودن شاخص برداشت را می‌توان به رقابت ناشی از تراکم بالا بیان کرد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج آزمایش تسکودا و هوشینو (Tsukuda & Hoshino, 1978) و جودی (Joudi, 2000) مطابقت داشت اما نتایج این تحقیق با یافته‌های فیشر و ویلسون (Fisher & Wilson, 1975)، برینگر و فاسی (Berenguer & Faci, 2001) و برادران و همکاران (Baradaran *et al*,. 2006) که در مطالعه گیاه سورگوم

(*Sorghum bicolor* L.) از تراکم‌های بالا استفاده کرده‌اند هماهنگ نبود علت را شاید بتوان در رقابت بسیار شدید در تراکم‌های بالا و در نتیجه کاهش وزن‌تر کل و به دنبال آن کاهش عملکرد بیولوژیک دانست.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اثر کود فسفر بر تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیولوژیکی در گیاه سورگوم شیرین رقم سفرا تأثیرگذار بوده و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نشان داد. اما در مورد سایر شاخص‌ها اثر معنی‌داری نداشت. بیشترین مقادیر صفات در بیشترین سطح فسفر (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقادیر صفات در کمترین سطح فسفر (٦۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد.

اثر تراکم بوته بر شاخص‌های تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت از نظر آماری معنی‌دار بود. بیشترین مقادیر صفات در بیشترین تراکم‌بوته (۱۲۰ هزار بوته در هکتار) و کمترین مقادیر در کمترین تراکم‌بوته (۸۰ هزار بوته در هکتار) بدست آمد. اثر متقابل فسفر و تراکم بوته بر روی هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نگردید. همچنین به منظور ایجاد بهترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ، بنابر نتایج این پژوهش تیمار فسفر ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با تراکم بوته ۱۲۰ هزار بوته در هکتار پیشنهاد می‌گردد.

REFRENCES

Almodares A.R., Taheri and Vajiha. Safavid, .1387. Sorghum. *Isfahan University Jihad Publications*. 264 pages. (In Farsi)

Baradaran, R., Javadi, H., Mousavi, Gh. 2006. Investigation of the effect of plant density on yield and yield components of seed sorghum cultivars in Birjand climatic conditions. Special Scientific-Research Letter, *Agricultural Sciences*, Twelfth Year, No. (1).

Fanaei, J.,Valizade,. J., and Akbari Moghadam, H. 2002. Effect of Plant density on yield and yield components of seed sorghum hybrids in sistan. *Seedlings and seeds*.18: 283-293.

Jalali. Bahrani.A. M, 2001. Quantitative and qualitative characteristics of sorghum grain yield under the influence of nitrogen and plant density. *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, Volume Five, Number Three.125-118.

Judy, Gh.R. 2000. Analysis of grain sorghum cultivars in different cultivation densities in climatic conditions of Ahvaz. *Master Thesis*. Tabriz Faculty of Agriculture.

Adeli, S.1996. Relationship between growth indices of stem sugars in different stages of cultivars and cultivars of sweet sorghum lines. *Master Thesis in Plant Science*. Faculty of Science. University of Esfahan. (In Farsi)

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

Mokhtarzadeh, H. and Gh.R. Rezaei. 1997. Investigation of the effects of density and planting method on grain yield and yield components of KGS-5 grain sorghum line in Isfahan climate. *Annual report of Isfahan Seed and Seedling Breeding Research Institute.*

Mirzaei, M. 2007. Investigation of the effect of phosphate biofertilizer and different amounts of phosphorus fertilizer on yield and yield components of wheat, Proceedings of *the 10th Iranian Soil Science and Soil Congress, Karaj*, September 4-6.

Yazdi Samadi.B, K. Postini, 1995. Principles of crop production (translation). *University Publishing Center*, 300 p. (In Farsi)

Alias, A., Usman, M., Ullah, E., and Warraich, E, A.2003. Effect 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.

Berenguer,M.J.,and J.M.Faci.2001.Sorghum yield compensation processes under different plant density and variable water supply.*Euro.J.Agron*.15: 14-55.

Fisher, K.S. and G. L. Wilson. 1975.Studies of grains production on sorghum biocolor L. Moench on growth. V. Effect of planting density and yield. *Aust. J. Agric. Res*. 26: 31-41.

Food and Agricultural Organization (FAO). 2011. *FAO data based*, [Onelione]. Available at, http://faostat.fao.org.

Fouman, A.2010. Sorghum Breeding and Production. Agricultural Research, *Education and Extension Organization*, Tehran, Iran. 129 pp. (In Farsi)

Fuki, S., M. A. Foale.1988. Effects of row spacing on growth and grain yield of early and late sorghum cultivars. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 28(6): 771-777.

Goldesworthy, P. R. 1970. The growth and yield of tall and short sorghum in Nigeria. J. *Agric. sci*. 75: 109-122.

Hegde, B.R., Majord. J., Wilson, D.B., and Krogman, K.K. 1976. Effects of row spacing and population density on grain sorghum production in southern Alberta. *Conidian Journal of Plant Science* 56:31-37.

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.

Khaitir, Y. O., and R. L. Vanderlip. 1992. Grain sorghum and pearl millet response to data and rate of planting. *Agronomy, Journal*. 84: 579-582.

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.

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.

Marshener, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. *Academic Press London.*

Masood,T., Gul, R., Munsif, F., Jalal, F., Hussain, Z., Noreen, N., Khan, H. 2011. Effects OF Different Phosphorus Levels on The Yield and Yield Components of Maize. *Sarhad J. Agric*. Vol.27, No.2.167-170.

Moosavi, S. G. 2012. Effect of density plant and planting pattern on yield, yield components and morphological traits of forage sorghum in the second cultivation. *International Journal of Agriculture and crop sciences*, IJACS/4-1 / 28- 32.

Nour, A.M., M.E. Lazim and A. A. Fattah. 2000. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of maize.

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

Poneleit, C. G., and D. B. Egli. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Sci*. 19: 380-385.

Sharma, J.P. and U.C. Sharma. 1991. Effect of nitrogen and phosphorus on the yield and severity of turcicum blight in maize Nagaland. *Indian Phytopath*. 44: 383-385.

Tabar, Y, S. 2012. Effect of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer on Growth and Yield Rice (*Oryza Sativa* L). *International journal of Agronomy and Plant Production*. Vol., 3 (12), 579-584.

Tsukuda, K., and M. Hoshino. 1978. The effect of density on yield of grain sorghum. *J. of JapaneseSoc. of Grassland sci.* 24: 210-215.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 1/No.3/Fall 2021/P: 1-13

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Effect of Plant Density and Amounts of Phosphorus on Yield and Yield Components of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.)

Yahya Soleymani[1], Mojtaba Alavi Fazel[*2]

[1] Master of Science, Department of Agronomy, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

[2*]Associate Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Corresponding Author's Email: mojtaba_alavifazel@yahoo.com

(Received: September. 6, 2021– Accepted: December. 21, 2021)

ABSTRACT

In order to investigate effects of Amount of phosphorus fertilizer and plant density on yield and yield components of sweet Sorghum, an experiment has been executed in the sugarcane research center and lateral industries. The experiment is done in the Split plot way and the complete random blocks format with three replications. In this experiment, phosphorus fertilizer is considered in three levels (60, 90,120 kg in a hectare). Also, plant density is considered in three levels (80000, 100000,120000 plants in a hectare) as a secondary factor. The results show that increasing amount of phosphor to 120 kg in a hectare causes meaningful changes in operation, biological yield and number of seeds in bunches. Also rising plant density to 120,000 plants in a hectare changes seed operation, number of seeds in bunches, weight of 1000 seeds, biological yield and harvest index dramatically. So, maximum and minimum seed yield are 2200 and 2100 kg in a hectare from 120 and 60 kg treatment in phosphor hectare, respectively. Moreover, maximum seed yield which is about 2300 kg in a hectare has been obtained from density of 120000 plants in a hectare. Also, minimum seed yield which is 2000 kg in a hectare has been gotten from density of 80000 plants. Generally, obtained results from investigation of mutual effects of phosphor average and plant density on seed yield shows that most amounts belong to 120 kg phosphorous treatment hybrid and density of 120000 plants in a hectare.

Keywords: Sweet sorghum, Harvest index, Seed yield, Chemical fertilizer.