نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفدهم، شماره 4(68)، زمستان 1402، صفحه 548-529

مقاله پژوهشی DOI:

تأثیر مقادیر نیتروژن و فسفر بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک اکوتیپ پاکستانی گوار (Cyamopsis tetragonoloba L.) در تراکم‌های کاشت

زهرا غربائی طغرکان[1]، احمد آئین [2*]، غلامرضا افشارمنش[2] و محمدحسن شیرزادی[3]

تاریخ دریافت: 1400/6/4 **تاریخ بازنگری**: 1401/3/24 **تاریخ پذیرش**: 1401/3/28

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح نیتروژن و فسفر بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک اکوتیپ پاکستانی گوار در تراکم‌های مختلف کاشت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398 اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن در سه سطح (20، 60و 100کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره)، کود فسفر در دو سطح (صفر و 75کیلوگرم P2O5در هکتار از منبع کود مونو پتاسیم فسفات) و تراکم کاشت بوته (24، 31 و 47بوته در متر مربع معادل فواصل بین ردیف کاشت 30، 45 و 60سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد، اثر متقابل نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر روی تمام صفات به‌غیر از طول غلاف و تعداد شاخه فرعی اثر معنی‌داری داشتند و اثر سال فقط بر صفات میزان کارتنوئید، کلروفیل a و کلروفیلbمعنی‌دار شد. بیش‌ترین میزان عملکرد دانه و اجزای عملکرد در سال اول و دوم از تیمار کاربرد نیتروژن و فسفر به‌ترتیب به‌میزان 60و 75کیلوگرم در هکتار به‌همراه رعایت تراکم کاشت 31بوته در مترمربع به‌میزان 4300و 4200کیلوگرم در هکتار بدست آمد و بیش‌ترین میزان کارتنوئید و کلروفیل a و b مربوط به تیمار کاربرد 100 و 75کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه رعایت تراکم بوته 24مترمربع بود. به‌نظر می‌رسد این گیاه به لحاظ لگوم بودن به سطوح بالای نیتروژن و فسفر نیاز ندارد، اما برای عملکرد بالا و کیفیت محصول تحت تأثیر نیتروژن و فسفر قرار می‌گیرد. درخصوص تراکم کاشت چنان‌چه هدف، حصول عملکرد بالا باشد، تراکم کاشت 31بوته در مترمربع و برای کیفیت بالا تراکم کاشت 24بوته در مترمربع مناسب می‌باشد. گوار می‌تواند به‌عنوان یک گیاه کم توقع از نظر نیاز غذایی در برنامه الگوی کاشت در شرایط اقلیمی جنوب کرمان و مناطق مشابه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اوره، فاصله ردیف کاشت، کلروفیل، جنوب کرمان.

1- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، جیرفت، ایران.
2- دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، جیرفت، ایران.
3- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، جیرفت، ایران.
نگارنده مسئول A.Aien@areeo.ac.ir

مقدمه

گوار یا لوبیای خوشه‌ای با نام علمی Cyamopsis tetragonoloba L.، گیاهی یک‌ساله از تیره‌ی بقولات که تحمل بالایی به خشکی دارد و محصول مناسبی برای مناطق نیمه‌خشک است، به‌دلیل این‌که غلاف‌ها و گل‌ها در محل اتصال برگ به ساقه به‌صورت تجمعی پدیدار می‌شوند به Cluster bean نیز مشهور است (Abidi et al, 2015). هند با تولید حدود 82–75 درصد از گیاه گوار در جهان از نظر تولید در رتبه اول و پس از آن پاکستان (12-10 درصد) قرار دارد (Ashraf et al, 2005). گوار همانند اکثر بقولات یک‌ساله، به‌علت قابلیت همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، در تعادل عناصر معدنی خاک در اکوسیستم‌های زراعی مورد اهمیت قرار دارد (Naseri et al., 2015). نتایج بررسی‌های پژوهشگران روی سه تراکم کاشت (22، 15و 33 بوته در مترمربع) گوار نشان داد که تراکم 33 بوته در مترمربع باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد غلاف، تعداد بذر در غلاف، وزن 100 دانه، طول غلاف، عملکرد بذر در مقایسه با سایر تراکم‌ها گردید (Nandini et al, 2017). پژوهش‌گرانی در ارزیابی اثر تراکم‌های مختلف بوته و سطوح نیتروژن بر رشد، عملکرد علوفه و صفات کیفی گوار گزارش کردند که تراکم بوته بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، مقدار پروتئین و فیبرخام اثر معنی‌داری نداشت. تعداد شاخه‌فرعی در گیاه و مقدار خاکستر با افزایش تراکم بوته، کاهش یافت. همچنین اثرات متقابل نیتروژن و تراکم بوته تنها بر عملکرد ماده خشک و تر معنی‌دار شد (Ayub et al., 2011). در مطالعه‌ی پاسخ گونه‌های جدید گوار به فواصل ردیف متفاوت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه‌ی در فاصله‌ی ردیف 30 سانتی‌متر حاصل شده است (Akhtar et al, 2012). افزایش میزان تراکم بوته باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح تا تراکم بهینه‌شده، اما پس از آن، تحت تأثیر رقابت، عملکرد دانه ثابت مانده و در برخی موارد تا حدی کاهش می‌یابد (Siadat et al, 2013). محققان در بررسی اثر کود فسفر و روی بر رشد و کیفیت گوار گزارش کردند، کاربرد کود فسفر به میزان 40 کیلوگرم در هکتار، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌ی فرعی در بوته، میزان تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ در 45 روز پس از کاشت، محتوای کلروفیل در 30، 45 و 60 روز پس از کاشت، محتوای پروتئین و صمغ گوار را به طور معنی‌داری افزایش داد (Menna et al, 2006). در پژوهشی دیگر بیان شد، نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه گوار نشان داد که مصرف 100 و 150کیلوگرم کود نیتروژن عملکرد دانه را به‌ترتیب 31/6 و 31/4 درصد نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. در واقع به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف کود به‌دلیل نقش اساسی نیتروژن در ساختمان کلروفیل و سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌ها، توسعه سطح برگ و در نتیجه افزایش مواد فتوسنتزی باشد (Momen Keykha et al., 2018). نیتروژن یکی از اجزای تشکیل دهنده بسیاری از ترکیبات مهم از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها، کلروفیل و انواع دیگری از مواد سازنده اولیه و ثانویه گیاهان است (Hopkins, 2004). کاربرد نیتروژن، میزان پروتئین و فیبر خام، درصد خاکستر، کربوهیدارت‌ها، سطح برگ هر گیاه، عملکرد ماده‌ی خشک واریته‌های گوار را افزایش می‌دهد (Khodshenas et al., 2016). فسفر یکی از عناصر پرمصرف و مهم در رشد و نمو گیاهان است و

نقش کلیدی آن در گیاه مانند شرکت در واکنش‌های نقل و انتقال انرژی، فرآیندهای متابولیسمی گیاه، فتوسنتز، تقسیم سلولی، تشکیل فسفولیپیدهای غشای سلول و توسعه قسمت‌های زایشی به اثبات رسیده است (Abdolzadeh et al., 2009). با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی جیرفت که جزو مناطق گرم و خشک کشور است، لازم است متناسب با شرایط موجود، گیاهانی که ویژه این مناطق هستند شناسایی و کشت گردند، لذا گوار به‌عنوان محصولی خوراکی، صنعتی، علوفه‌ای و دارویی می‌تواند در الگوی کشت تابستانه قرار گیرد. بنابراین، مطالعه پیش‌رو با هدف بررسی اثر سطوح نیتروژن و فسفر بر رشد و عملکرد این گیاه در تراکم‌های مختلف کاشت و دست‌یابی به برترین ترکیب تیماری (فاصله ردیف کاشت، نیتروژن و فسفر) در جنوب استان کرمان (منطقه جیرفت) طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان (جیرفت) اجرا شد. مرکز تحقیقات واقع در شهرستان جیرفت با طول جغرافیایی 57 درجه و 41 دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی 28درجه و 37 دقیقه شرقی، 627 متر ارتفاع از سطح دریا، دارای آب و هوای گرم و خشک با زمستان‌های معتدل و تابستان گرم وخشک با متوسط بارندگی سالیانه 140 میلی‌متر، حداکثر درجه حرارت 48 درجه سلسیوس و حداقل درجه حرارت چهار درجه سلسیوس و رطوبت نسبی صفر تا 65 درصد می‌باشد (جدول 1). در زمین محل آزمایش، سال قبل آیش بود. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اقدام به عملیات خاک‌ورزی، از عمق صفر تا 30سانتی‌متری از نقاط مختلف مزرعه نمونه برداری و پس از تهیه 2 نمونه مرکب و ارسال آن به آزمایشگاه، تجزیه خاک شامل pH، EC، کلاس بافت خاک، درصد پتاسیم، نیتروژن و فسفر به دست آمد (جدول 2).

بذر اکوتیپ پاکستانی گوار از شرکت پاکان بذر اصفهان تامین شد. هرکرت آزمایشی شامل 4 جوی و پشته به طول 2متر بود. فواصل بین بوته‌ها 7 سانتی‌متر و فاصله‌ی بین هر کرت و هر تکرار دو متر انتخاب گردید.

کاشت بذرهای گوار در نیمه دوم تیرماه و در عمق دو سانتی‌متری خاک به‌صورت ردیفی انجام گرفت و بعد از استقرار کامل گیاهچه‌ها، بوته‌های اضافی تنک شده و تراکم کاشت بوته در سه سطح 24، 31 و 47 بوته در مترمربع معادل 30، 45 و 60 سانتی‌متر فواصل بین ردیف کاشت و فاصله بذور روی ردیف کاشت 7 سانتی‌متر و مساحت کرت‌ها 3/6 مترمربع در نظر گرفته شد و سپس براساس فواصل ردیف کاشت تعداد 4 خط در هر کرت کشت گردید. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری کرت‌ها به‌صورت قطره‌ای با نوار تیپ و در طول دوره رشدی در چندین مرحله وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. سطوح نیتروژن در دو مرحله‌ی سرک اول و دوم و سطوح فسفر در یک مرحله به‌صورت قبل از کاشت مخلوط با خاک به‌کار رفت. کلیه‌ی عملیات داشت، مطابق با عرف تا قبل از برداشت انجام گردید.

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی درسه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد مطالعه شامل نیتروژن در سه سطح: 20 (N_1)، 60 (N_2) و 100 (N_3) کیلوگرم نیتروژن خالص

در هکتار از منبع کود اوره و فسفر در دو سطح صفر (P_1) و 75 (P_2) کیلوگرم در هکتار بر مبنای P_2O_5 از منبع کود مونو پتاسیم فسفات و تراکم کاشت بوته در سه سطح 24(D_1)، 31 (D_2) و 47 (D_3) بوته در مترمربع معادل 30، 45 و 60 سانتی‌متر فواصل بین ردیف کاشت در نظر گرفته شدند (جدول 3). ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه فرعی، وزن هزاردانه و طول غلاف به‌صورت تصادفی از 5 بوته در داخل هر پلات و برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، محصول دو ردیف میانی پس از حذف حاشیه و خرمن کوبی نمونه‌ها اندازه گیری و ثبت شدند.

به‌منظور اندازه‌گیری محتوای کلروفیل a، b و کاروتنوئید، نمونه‌هایی از برگ سبز که جوان‌تر از سایر برگ‌ها بودند تهیه شد (Lichtenthaler, 1987)، ابتدا 0/5گرم نمونه برگ تازه را با20 میلی‌لیتر استن 80 درصد به‌طور کامل عصاره‌گیری نموده، سپس با دستگاه اسپکترو فوتومتر مدل Spectronic,2D ساخت شرکت Milton Roy آمریکا جذب عصاره‌ها در طول موج‌های 645 ،663 و 470 نانومتر خوانده شدند. از DMSO به‌عنوان بلانک دستگاه استفاده شد. محتوای کلروفیل و کاروتنوئید نمونه‌ها به‌صورت میلی‌گرم در هر گرم وزن تازه برگ، با استفاده از روابط زیر محاسبه گردیدند:

Chla= 12.7 (A663) -2.69 (A645) ×V/1000 W
Chlb=22.9 (A645) -2.69 (A663) ×V/1000 W
Car=1000(A470) 1.82Ca- 85.02 Cb/198

که در این روابط Chla، Chlb، Aλ، V و W به‌ترتیب میزان کلروفیل a، میزان کلروفیل b، جذب در طول موج λ (نانومتر)، میزان حجم DMSO مصرفی و وزن تازه نمونه می‌باشد.

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS.ver .9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند و انجام آزمون F برای منابع تغییر مذکور بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات (EMS) با فرض تصادفی بودن اثر سال و تکرار و ثابت بون اثر سایر عامل‌ها انجام گردید (جدول 4). سپس تجزیه واریانس داده‌ها برای دو سال به‌صورت جداگانه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام و برای رسم شکل‌ها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده نشان داد، اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن، فسفر، تراکم کاشت و سال بر میزان کاروتنوئید و کلروفیل a و b معنی‌دار شد. اما بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته، طول غلاف، وزن هزاردانه، تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه معنی‌دار نگردید (جدول 4). در صفاتی که اثر سال معنی‌دار نشد نتایج سال اول و دوم به‌صورت جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه مرکب دوساله صفت عملکرد دانه نشان داد که اثر سال بر این صفت معنی دار نشد (جدول 5). براساس نتایج مقایسه میانگین سال اول (شکل 1A)، بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به تیمار $N_2P_2D_2$ (با کاربرد 60و 75کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 31 بوته در مترمربع) به‌میزان 4300 کیلوگرم در هکتار بود که با تیمارهای $N_1P_1D_2$، $N_3P_2D_2$ و $N_3P_1D_2$ اختلاف معنی‌داری نداشت. در

سال دوم نیز بیشترین عملکرد دانه را تیمار $N_2P_2D_2$ (کاربرد توأم 60 و 75 کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 31 بوته در مترمربع) به‌میزان 4200 کیلوگرم در هکتار داشت (شکل 1- A)که با تمام ترکیبات تیماری سطوح نیتروژن و فسفر با تراکم کاشت 31بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت عملکرد گیاه گوار عمدتاً تحت تأثیر تراکم کاشت می‌باشد و سطوح کودی نیتروژن و فسفر تأثیر کمتری بر عملکرد دانه داشتند. کاربرد بهینه 60 و 75کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر می‌تواند عملکرد حداکثری ایجاد نماید. در خصوص فواصل کاشت (تراکم) می‌توان به این نتیجه رسید که تراکم‌های بالا (فواصل بوته با ردیف کاشت کم) و بیش‌تر از حد مطلوب به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای عملکرد دانه را کاهش می‌دهد و تراکم‌های پایین (فواصل ردیف زیاد) به‌دلیل کاهش تعداد بوته در واحد سطح و اجزای عملکرد عملکرد دانه کاهش می‌یابد. لذا تراکم بهینه و مطلوب یعنی تراکم کاشت 31 بوته در مترمربع بهترین تراکم در این گیاه را می‌باشد که با نتایج پاتل و همکاران (Patel et al., 2002) مبنی بر به دست آمدن بیش‌ترین عملکرد در تراکم کاشت 31 بوته در مترمربع مطابقت دارد. نحوه توزیع و تراکم بوته‌ها در مزرعه بر جذب و بهره‌وری از عوامل محیطی مؤثر بر رشد و رقابت درون و برون بوته‌ای تأثیر گذاشته و از عوامل تعیین کننده عملکرد دانه است. با کاهش فاصله بین بوته‌ها، مزرعه سریع‌تر به حداکثر شاخص سطح برگ برای جذب کامل تابش خورشیدی می‌رسد و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای ایجاد زیربنای لازم در تشکیل تعداد بیشتری اجزای عملکرد تولید شده و سرانجام عملکرد دانه بیشتر می‌گردد (Ayneband and Aghasi, 2007).

تعداد غلاف در بوته: نتایج تجزیه مرکب اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر تعداد غلاف در بوته طی دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398 در جدول (5) نشان داده شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود اثر سال زراعی بر تعداد غلاف در بوته از نظر آماری معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین سال اول و دوم نشان داد (شکل 1- B)، تیمار $N_3P_2D_3$ (کاربرد توأم 100 و 75کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه رعایت تراکم کاشت 24 بوته در مترمربع) بیشترین تعداد غلاف به‌ترتیب 67 و 62 عدد دارا بود که با تیمار $N_2P_2D_3$ اختلاف معنی‌داری نداشت و تیمار $N_1P_1D_1$ (کاربرد 20 و صفر کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 47 بوته در مترمربع) کمترین تعداد غلاف در بوته را به‌ترتیب 21 و 26 عدد دارا بودند. تعداد غلاف در بوته با تعداد شاخه فرعی ارتباط مستقیمی دارد که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (Sajid et al., 2009). نتایج محققان دیگر بر روی تراکم بوته گوار نشان داد که در تراکم پایین بوته، گوار با دسترسی به منابع مورد نیاز محیطی در مرحله رویشی و زایشی تعداد بیش‌تری غلاف تولید می‌کند ولی افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد غلاف شد (Mehdipour Afra et al., 2019).

تعداد دانه در غلاف: نتایج تجزیه مرکب اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر تعداد دانه در غلاف در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398 نشان داد اثر سال معنی‌دار نمی‌باشد (جدول 5). بر اساس نتایج مقایسه میانگین در سال اول و دوم (شکل1- C)، تیمار $N_2P_2D_2$ (با

کاربرد 60 و 75 کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 31 بوته در مترمربع) بیشترین تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب 10 و 9 عدد و تیمار $N_1P_1D_3$ (با کاربرد 20 و صفر کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 24 بوته در مترمربع) کمترین تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب 4 و 5 عدد را دارا بودند. به طورکلی با افزایش تراکم کاشت تعداد دانه در غلاف کاهش یافت و بیشترین تعداد دانه در غلاف در بالاترین سطح نیتروژن و فسفر می‌باشد. باتوجه به‌مشاهدات پژوهش‌گران نشان داده شد، تعداد غلاف در هر گیاه، تعداد دانه در هر غلاف و وزن صد دانه بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد نهایی بذر گوار دارند (Shekhawat and Singhania, 2005).

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه مرکب اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر ارتفاع بوته گیاه گوار در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398در جدول (5) نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر ارتفاع بوته از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول 4). اثر متقابل نیتروژن، فسفر و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول4). بر اساس نتایج مقایسه میانگین سال اول و دوم (شکل2-A)، بیش‌ترین ارتفاع بوته در تیمار $N_3P_2D_3$ (کاربرد 100 و 75 کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه رعایت تراکم 24 بوته در مترمربع) به‌ترتیب به‌میزان 120 و 130 سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در سال اول و دوم تیمار $N_1P_1D_1$ با کاربرد 20 و صفرکیلوگرم در هکتار به ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه رعایت تراکم 47 بوته در مترمربع (فاصله ردیف کاشت 60 سانتی‌متر) به‌ترتیب به‌میزان 50 و 51 سانتی‌متر به‌دست آمد. به‌طورکلی، با کاهش تراکم بوته (افزایش فاصله ردیف کاشت) ارتفاع بوته کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته در بالاترین سطح نیتروژن و فسفر و کمترین فاصله ردیف کاشت (بیشترین تراکم بوته) می‌باشد. ارتفاع گیاه نیز پاسخ مثبتی به کاربرد نیتروژن داد، به‌طوری که با افزایش سطوح نیتروژن ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که با نتایج جباری و همکاران (Jabari et al., 2015) سازگار می‌باشد. آنها همچنین گزارش کردند که افزایش معنی‌داری در ارتفاع گیاه با افزایش تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن به‌دست آمد.

وزن هزاردانه: نتایج تجزیه مرکب اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر وزن هزار دانه در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398 در جدول (5) نشان داده شده است همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، اثر متقابل نیتروژن، فسفر و تراکم بوته بر وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول4). نتایج مقایسه میانگین در سال اول و دوم نشان داد (شکل2-B)، تیمار $N_3P_2D_3$ (کاربرد توأم 100 و 75 کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم 24بوته در مترمربع) بیشترین وزن هزاردانه به‌ترتیب به‌میزان 83/24 و 83/90گرم و تیمار $N_1P_1D_1$ (با کاربرد 20و صفر کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به همراه رعایت تراکم 47بوته در مترمربع) کمترین وزن هزاردانه را به‌ترتیب به‌میزان 68/98 و 68/37گرم دارا بودند. به‌طورکلی با افزایش تراکم کاشت و کاهش نیتروژن و فسفر وزن هزار دانه گوار کاهش یافت. در تراکم‌های بوته بالا (فواصل ردیف کم) به‌دلیل افزایش رقابت برای مواد غذایی و منابع محیطی بوته‌های گوار زودتر به مرحله رسیدگی می‌رسند و طول دوره رشد کاهش

می‌یابد. محققان در آزمایشی گزارش کردند که طول فصل رشد ذرت در تراکم‌های بالا در مقایسه با تراکم‌های پایین کمتر بود. از این‌رو به‌نظر می‌رسد افزایش فاصله ردیف‌ها (کاهش تراکم) سبب افزایش فراهمی مواد غذایی و منابع محیطی شده و به تبع آن طول دوره رویشی افزایش یافته، در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی به دانه زیاد و باعث افزایش وزن هزار دانه می‌گردد (Mendehpour et al, 2015).

طول غلاف: نتایج تجزیه مرکب اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر، تراکم کاشت بر طول غلاف گیاه گوار در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398در جدول (5) نشان داده شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر، تراکم کاشت و سال زراعی بر طول غلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر متقابل نیتروژن× فسفر× تراکم بوته (فاصله ردیف کاشت) بر طول غلاف معنی‌دار نشد(جدول4). اثر متقابل فسفر× تراکم بوته (فاصله ردیف کاشت) و اثر متقابل نیتروژن× فسفر بر طول غلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار شدند(جدول 5). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین طول غلاف در تیمار N_3P_2 (کاربرد توأم 100 و 75کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب نیتروژن و فسفر) به‌میزان 8/91 سانتی‌متر و کمترین طول غلاف در تیمار N_1P_1 (با کاربرد 20 و صفر کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر) به‌میزان 3/84 سانتی‌متر (شکل3 -A) و نیز بیشترین طول غلاف در تیمار P_2D_1 (کاربرد توأم 75 کیلوگرم در هکتار فسفر به‌همراه رعایت تراکم بوته 47 مترمربع) به میزان 7/40 سانتی‌مترکه با تیمار P_2D_2 (کاربرد توأم 75 کیلوگرم در هکتار فسفر به‌همراه رعایت تراکم 31 بوته در مترمربع) اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین طول غلاف با تیمار P_1D_2 (کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار فسفر به‌همراه رعایت تراکم 31بوته در مترمربع) به‌میزان 4/66 سانتی‌متر که با تیمار P_1D_1 (کاربرد توأم صفر کیلوگرم در هکتار فسفر به‌همراه رعایت تراکم 47 بوته در مترمربع) اختلاف معنی‌داری نداشت، به دست آمد (شکل3- B). به‌طورکلی با افزایش سطح فسفر و نیتروژن، طول غلاف افزایش یافته ولی تراکم کاشت تأثیری بر طول غلاف نداشت. بنابراین، مصرف مقادیر بالای نیتروژن 100 کیلوگرم به‌همراه 75کیلوگرم فسفر در تمامی سطوح تراکم کاشت بیشترین طول غلاف را به‌خود اختصاص دادند، افزایش طول غلاف ممکن است به‌علت رشد رویشی بیشتر که در تولید بیشتر مواد فتوسنتزی کمک می‌کند ایجاد شود (Sajid et al, 2009).

تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه مرکب اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر تعداد شاخه فرعی در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398در جدول (5) نشان داده شده است همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، سال زراعی بر تعداد شاخه فرعی از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر متقابل فسفر و تراکم بوته و اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد شاخه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول 4). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار P_2D_3 (کاربرد توأم 75 کیلوگرم در هکتار فسفر به‌همراه رعایت تراکم بوته 24مترمربع) بیشترین تعداد شاخه فرعی (شکل4- به‌ترتیب A و B) و نیز تیمار N_3D_3 (کاربرد توأم 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه رعایت تراکم 24 بوته در مترمربع) بیشترین تعداد شاخه فرعی به‌میزان 12 و تیمار P_1D_2 (کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار

فسفر به‌همراه رعایت تراکم 47 بوته در مترمربع و نیز تیمار N_1D_1 کاربرد 20 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه رعایت تراکم 47 بوته در مترمربع) کمترین تعداد شاخه فرعی را به‌میزان 7 دارا بودند (شکل4- به‌ترتیب A و B). به‌طورکلی با افزایش تراکم بوته (کاهش فاصله ردیف کاشت) و کاهش نیتروژن و فسفر تعداد شاخه فرعی گوار کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد دلیل افزایش تعداد شاخه فرعی در تراکم‌های پایین (فواصل ردیف زیاد)، افزایش قابلیت دسترسی به نور و از طرفی فراهمی سطوح بالای نیتروژن و فسفر و کاهش رقابت بین گونه‌ای است که در نهایت فضا برای رشد تک بوته‌ها فراهم می‌باشد و در نتیجه تعداد شاخه‌های فرعی افزایش می‌یابد. نتایج محققان بر روی تراکم کاشت گوار نشان داد که تراکم‌های پایین سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی می‌گردد (Nandini et al, 2017).

ساجید و همکاران (Sajid et al., 2009) در بررسی اثرات سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گوار گزارش کردند که در بین 5 سطح کود نیتروژن (صفر، 18، 22، 26 و 30) کیلوگرم نیتروژن مورد آزمایش، بیشترین تعداد شاخه فرعی از کاربرد 30کیلوگرم (بیشترین سطح) نیتروژن در هکتار به‌دست آمد.

میزان کلروفیل a: نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و فاصله ردیف کاشت بر میزان کلروفیل a در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398در جدول (5) نشان داده شده است همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، اثر سال بر میزان کلروفیل a از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد (جدول 6)، تیمار $N_3P_2D_3$ (کاربرد توأم 100 و 75 کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 24بوته در مترمربع) بیشترین میزان کلروفیل a به‌میزان 2/69 میلی‌گرم بر گرم و تیمار $N_1P_1D_1$ (با کاربرد 20 و صفر کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 47بوته در مترمربع) کمترین میزان کلروفیل a را به‌میزان 1/85میلی‌گرم بر گرم دارا بودند. به‌طورکلی با افزایش فاصله ردیف کاشت (کاهش تراکم) و افزایش کاربرد نیتروژن و فسفر میزان کلروفیل a در گوار افزایش یافت. سطوح بالای نیتروژن و فسفر از یک طرف و فضای مناسب بین ردیف‌ها منجر به بهبود رشد رویشی، افزایش تعداد برگ‌ها و افزایش سطح جذب نوری، کلروفیل‌ها و سطح فتوسنتزی در گیاه می‌شود (Ajeng et al, 2020). بر اساس تحقیقات ملکی و همکاران (Maleki et al., 2013) کاربرد کود نیتروژن محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی ذرت شیرین را افزایش داد. با افزایش تراکم بوته ذرت در واحد سطح در کلروپلاست اختلال ایجاد شده و ساختار تیلاکوئید تخریب که این امر زمینه را برای کاهش محتوای کلروفیل در واحد سطح فراهم می‌سازد (Ren et al., 2017).

میزان کلروفیل b: نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر میزان کلروفیل b در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398 در جدول (5) نشان داده شده است همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، اثر سال بر میزان کلروفیل b از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد (جدول6)، تیمار $N_3P_2D_3$ (کاربرد توأم 100 و 75 کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 24بوته در مترمربع) بیشترین میزان کلروفیل b به‌میزان 1/97میلی‌گرم بر گرم و تیمار $N_1P_1D_1$ (با کاربرد 20 و صفر کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و

فسفر به همراه تراکم کاشت 47 بوته در مترمربع) کمترین میزان کلروفیل b را به مقدار 1/25 میلی‌گرم بر گرم دارا بودند. به‌طورکلی، با کاهش تراکم کاشت و افزایش کاربرد نیتروژن و فسفر میزان کلروفیل b گوار افزایش یافت. در سطوح بالای نیتروژن و فسفر، میزان تراکم بوته نقش تعیین‌کننده‌تری در میزان کلروفیل b دارد، به طوری‌که تیمارهای $N_3P_2D_3$، $N_3P_2D_1$ و $N_3P_2D_2$ به‌ترتیب بیشترین میزان کلروفیل b را دارا بودند.

کاروتنوئید برگ: نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت بر میزان کارتنوئید در دو سال زراعی 98-1397 و 99-1398در جدول (5) نشان داد اثر سال بر میزان کارتنوئید از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد (جدول 6)، تیمار $N_3P_2D_3$ (کاربرد توأم 100 و 75کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 24 بوته در مترمربع) بیشترین میزان کارتنوئید به‌میزان 2/64 میلی‌گرم بر گرم و تیمارهای $N_3P_2D_2$، $N_3P_2D_1$ و $N_3P_1D_1$ در رده بعدی قرار گرفتند و تیمار $N_1P_1D_1$ (با کاربرد 20 و صفر کیلوگرم به‌ترتیب نیتروژن و فسفر به‌همراه تراکم کاشت 47بوته در مترمربع) کمترین میزان کارتنوئید را به مقدار 1/72میلی‌گرم بر گرم دارا بودند. به‌نظر می‌رسد بیشترین تأثیر را در میزان کارتنوئید سطوح بالای نیتروژن دارد. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد کود نیتروژن اثرات معنی‌داری بر صفات بیوشیمیایی گوار داشته و موجب افزایش معنی‌دار کارتنوئیدها، قند محلول و پروتئین بذر شد (Gill and Tuteja, 2010; Xu et al., 2020).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد اگرچه سطوح کودی نیتروزن و فسفر بر اجزای عملکرد تک بوته‌ها تاحدودی مؤثر بود اما بر عملکرد کل رقم محلی گوار مؤثر نیست و عملکرد دانه گوار عمدتاً تحت تأثیر تراکم کاشت می‌باشد. بنابراین سطوح کود شیمیایی به تنهایی نمی‌تواند اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی عملکرد دانه داشته باشد و دلیل این موضوع را می‌توان به کم توقع بودن و یا در واقع نیاز کم گیاه به عناصر غذایی و از طرفی لگوم بودن گیاه که قادر است درصد بالایی از نیازهای غذایی خود را از طریق تثبیت نیتروژن اتمسفری تأمین نماید، نسبت داد. در خصوص تراکم کاشت می‌توان نتیجه گرفت که تراکم بالا (فواصل ردیف پایین) به‌دلیل افزایش رقابت درون گونه و تراکم پایین (فواصل ردیف بالا) نیز به دلیل کاهش تراکم و کاهش تعداد بوته در واحد سطح، عملکرد را کاهش می‌دهند. لذا تراکم بهینه و مطلوب با هدف افزایش عملکرد تراکم 31 بوته در مترمربع می‌باشد.

جدول 1- میزان درجه حرارت و بارندگی ماهیانه در دو سال‌زراعی 97- 1398 و 98-1399 در جنوب کرمان

Table 1- Temperature and total monthly precipitation registered during 2019- 2020 in southern Kerman

ماه Month	Temperature (°C) دما (درجه سلسیوس)			بارندگی ماهانه (میلی‌متر) Total monthly precipitation (mm)
	میانگین Average	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	
March	20.2	30.8	11	64.1
April	29.1	39.8	14.4	2.9
May	33.8	46.4	21	6.1
June	37.8	48.2	26.8	0
July	38.1	46.2	28.6	0.8
August	37.2	44.4	27	2
September	33.6	43	22	0
October	29.2	39.4	17.8	0
November	20.9	33.6	9.6	6
December	15.3	38	4	0
January	13.5	18	9	10
February	19.5	24	15	22

جدول2- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Physical and chemical propertiessoil of the experimental location

Physical properties خصوصیات فیزیکی			
رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن ریز Fine sand (%)	بافت خاک Soil texture
12	18.5	69.5	لوم شنی Sandy loam

Chemical properties خصوصیات شیمیایی					
اسیدیته pH	هدایت الکتریکی ECe (ds/m)	ماده آلی Organic matter (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)
7.4	2.23	0.48	0.48	7.5	2.1

جدول3- تیمارهای آزمایش
Table 3- Experimental treatments

تیمار treatment	خلاصه Summary
$N_1P_1D_1$	20 کیلوگرم/ هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 47 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_1P_1D_2$	20 کیلوگرم/ هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 31 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_1P_1D_3$	20 کیلوگرم/ هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 24 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_1P_2D_1$	20 کیلوگرم/ هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 47 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_1P_2D_2$	20 کیلوگرم/ هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 31 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_1P_2D_3$	20 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 24 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_2P_1D_1$	60 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 47 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_2P_1D_2$	60 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 31 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_2P_1D_3$	60 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 24 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_2P_2D_1$	60 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 47 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_2P_2D_2$	60 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 31 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_2P_2D_3$	60 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 24 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_3P_1D_1$	100 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 47 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_3P_1D_2$	100 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 31 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_3P_1D_3$	100 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ صفر کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 24 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_3P_2D_1$	100 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 47 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_3P_2D_2$	100 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 31 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته
$N_3P_2D_3$	100 کیلوگرم/هکتار نیتروژن+ 75 کیلوگرم/ هکتار فسفر+ 24 بوته در مترمربع تراکم کاشت بوته

جدول4- امید ریاضی میانگین مربعات صفات مورد مطالعه
Table 4 - Mathematical expectation of the mean squares of the studied traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات E(MS)
سال Y	1	Var(Error) + 18 Var(Y(r)) + 54 Var(Y)
خطای 1 Erorr1	4	Var(Error) + 18 Var(Y(r))
نیتروژن N	2	Var(Error) + 18 Var(Y*N) + 36 Var(N)
سال × نیتروژن Y*N	2	Var(Error) + 18 Var(Y*N)
فسفر P	1	Var(Error) + 27 Var(Y*P) + 54 Var(P)
سال × فسفر Y*P	1	Var(Error) + 27 Var(Y*P)
فاصله ردیف کاشت Rs	2	Var(Error) + 18 Var(Y*Rs) + 36 Var(Rs)
سال × فاصله ردیف کاشت Y*Rs	2	Var(Error) + 18 Var(Y*Rs)
نیتروژن × فسفر NP	2	Var(Error) + 9 Var(Y*NP) + 18 Var(NP)
سال × نیتروژن× فسفر Y*NP	2	Var(Error) + 9 Var(Y*NP)
نیتروژن × فاصله ردیف کاشت NRs	4	Var(Error) + 6 Var(Y*NRs) + 12 Var(NRs)
سال × نیتروژن× فاصله ردیف کاشت Y*NRs	4	Var(Error) + 6 Var(Y*NRs)
فسفر × فاصله ردیف کاشت PRs	2	Var(Error) + 9 Var(Y*PRs) + 18 Var(PRs)
سال × فسفر× فاصله ردیف کاشت Y*PRs	2	Var(Error) + 9 Var(Y*PRs)
نیتروژن × فسفر× فاصله ردیف کاشت NPRs	4	Var(Error) + 3 Var(Y* NPRs) + 6 Var(NPRs)
سال × نیتروژن× فسفر× فاصله ردیف کاشت Y* NPRs	4	Var(Error) + 3 Var(Y* NPRs)
خطا Error2	68	Var(Error)

جدول 5- نتایج تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های مورد بررسی گوار تحت تأثیر نیتروژن، فسفر و تراکم کاشت

Table 5- Results Composite analysis of variance of studied traits of guar under the influence of nitrogen, phosphorus and planting density

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	کاروتنوئید car	کلروفیل b Chl b	کلروفیل a Chl a	تعداد غلاف در بوته pod number in plant	وزن هزار دانه 1000 seeds weight
سال Year (Y)	1	$0.008^{n.s}$	$0.001^{n.s}$	$0.001^{n.s}$	$0.59^{n.s}$	$2.48^{n.s}$
خطا1 Error1	4	0.016	0.008	0.02	43.76	0.99
نیتروژن Nitrogen (N)	2	0.61^{ns}	0.44^{ns}	0.29^{ns}	171.29^{ns}	100.01^{*}
سال× نیتروژن Year × Nitrogen(Y.N)	2	0.12^{**}	0.26^{**}	0.61^{**}	$12.90^{n.s}$	$2.38^{n.s}$
فسفر Phosphor(P)	1	0.67^{ns}	0.38^{ns}	0.59^{ns}	$948.14^{n.s}$	$200.90^{n.s}$
سال× فسفر (Y.P)	1	0.07^{*}	0.21^{**}	0.11^{**}	$14.81^{n.s}$	$6.27^{n.s}$
تراکم کاشت Row Spacing (D)	2	$0.001^{n.s}$	0.06^{ns}	0.15^{*}	4090.45^{*}	31.82^{*}
سال× تراکم کاشت (Y.D)	2	0.03^{*}	0.01^{*}	0.03^{*}	$112.01^{n.s}$	$1.35^{n.s}$
نیتروژن × فسفر (N.P)	2	0.16^{ns}	0.36^{ns}	0.46^{n}	$55.84^{n.s}$	29.94^{**}
سال× نیتروژن× فسفر(Y.P)	2	0.14^{**}	0.15^{**}	0.02^{*}	$18.45^{n.s}$	$0.26^{n.s}$
نیتروژن × تراکم کاشت(N.D)	4	0.02^{ns}	0.04^{ns}	0.18^{ns}	$110.49^{n.s}$	40.85^{**}
سال × نیتروژن× تراکم (Y.N.D)	4	0.05^{**}	0.02^{**}	0.08^{**}	$22.94^{n.s}$	$0.76^{n.s}$
فسفر × تراکم کاشت (P.D)	2	0.08^{ns}	0.04^{ns}	0.04^{ns}	$240.62^{n.s}$	17.92^{*}
سال× فسفر× تراکم (Y.P.D)	2	$0.007^{n.s}$	0.07^{**}	0.13^{**}	$37.29^{n.s}$	$0.61^{n.s}$
نیتروژن×فسفر× تراکم (Y.N.P.D)	4	0.23^{**}	0.05^{ns}	0.19^{ns}	189.27^{*}	105.84^{**}
سال×نیتروژن×فسفر×تراکم (Y.N.P.D)	4	0.01^{*}	0.07^{**}	0.03^{*}	$8.05^{n.s}$	$1.53^{n.s}$
خطا2 Error2	68	0.02	0.001	0.02	90.53	1.69
ضریب تغییرات (%) C.V.		6.62	1.91	6.06	25.82	1.79

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

ns, * and ** are non- significant and significant in probabilitie levels of 5 and 1 %, respectively.

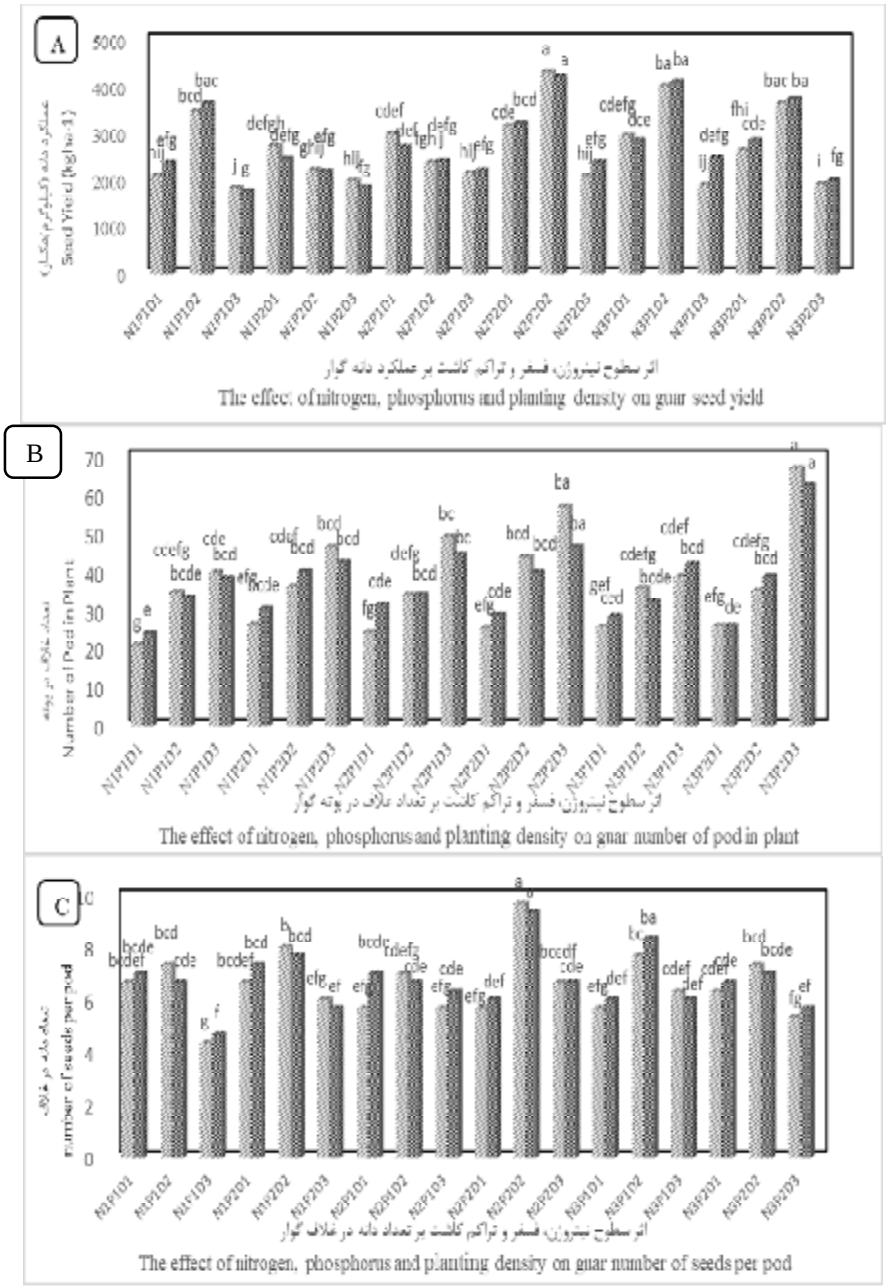
ادامه جدول 5-

Table 5- Continued

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد دانه در غلاف Seed number in pod	عملکرد دانه Seed yield	ارتفاع بوته plant Height	تعداد شاخه فرعی Branches number	طول غلاف Pod length
سال Year (Y)	1	$0.59^{n.s}$	$70380.08^{n.s}$	$0.23^{n.s}$	$3.00^{n.s}$	$0.01^{n.s}$
خطا1 Error1	4	0.31	277657.07	50.81	2.72	0.51
نیتروژن Nitrogen (N)	2	$1.45^{n.s}$	3016913.45^{*}	780.26^{ns}	$6.29^{n.s}$	44.82^{**}
سال× نیتروژن Year × Nitrogen(Y.N)	2	$0.17^{n.s}$	$68232.53^{n.s}$	$44.59^{n.s}$	$1.36^{n.s}$	$0.002^{n.s}$
فسفر Phosphor(P)	1	$6.26^{n.s}$	$128340.08^{n.s}$	2305.56^{**}	$29.04^{n.s}$	133.78^{*}
سال× فسفر (Y.P)	1	$0.33^{n.s}$	$31450.45^{n.s}$	$0.08^{n.s}$	7.26^{*}	$0.12^{n.s}$
تراکم کاشت Row Spacing (D)	2	35.59^{*}	15463578.73^{**}	8342.37^{*}	159.37^{**}	$0.01^{n.s}$
سال× تراکم کاشت (Y.D)	2	$1.37^{n.s}$	$63780.58^{n.s}$	$106.93^{n.s}$	$0.11^{n.s}$	$0.19^{n.s}$
نیتروژن × فسفر (N.P)	2	3.95^{*}	3137820.86^{*}	184.26^{*}	$1.79^{n.s}$	15.00^{**}
سال× نیتروژن× فسفر(Y.P)	2	$0.19^{n.s}$	$101630.68^{n.s}$	$6.33^{n.s}$	$2.12^{n.s}$	$0.02^{n.s}$
نیتروژن × تراکم کاشت(N.D)	4	3.52^{*}	695957.79^{*}	616.40^{*}	5.61^{*}	$0.48^{n.s}$
سال × نیتروژن× تراکم کاشت (Y.N.D)	4	$0.24^{n.s}$	$54805.19^{n.s}$	$47.038^{n.s}$	$0.60^{n.s}$	$0.51^{n.s}$
فسفر × تراکم کاشت (P.D)	2	1.37^{**}	$89496.69^{n.s}$	$2017.81^{n.s}$	20.48^{*}	6.95^{*}
سال× فسفر× تراکم کاشت(Y.P.D)	2	$0.00^{n.s}$	$15134.84^{n.s}$	142.11^{*}	$1.04^{n.s}$	$0.08^{n.s}$
نیتروژن×فسفر× تراکم (Y.N.P.D)	4	4.69^{*}	2619982.14^{**}	2593.51^{*}	$6.69^{n.s}$	$0.60^{n.s}$
سال×نیتروژن×فسفر×تراکم (Y.N.P.D)	4	$0.49^{n.s}$	$100478.06^{n.s}$	$59.44^{n.s}$	$1.27^{n.s}$	$0.50^{n.s}$
خطا2 Error2	68	0.86	229709.48	41.66	1.71	0.47
ضریب تغییرات (%) C.V.		14.02	17.65	7.91	14.93	11.38

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

ns, * and ** are non- significant and significant in probabilitie levels of 5 and 1 %, respectively.

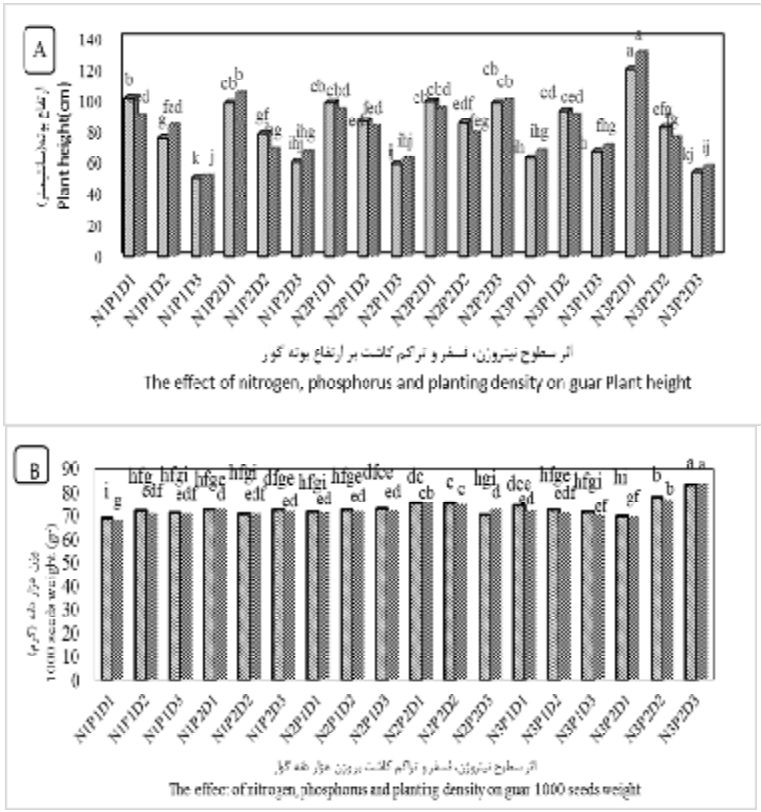


شکل 1- میانگین سطوح مختلف نیتروژن و فسفر و تراکم کاشت بر A- عملکرد دانه، B – تعداد غلاف در بوته و C- تعداد دانه در غلاف گوار در سال اول و دوم

Figure 1- Average of effect of levels of nitrogen, phosphorus and planting density on A- Seed Yield, B- Number of Pod in Plant and C- number of seeds per pod of Cluster bean in first year and second year

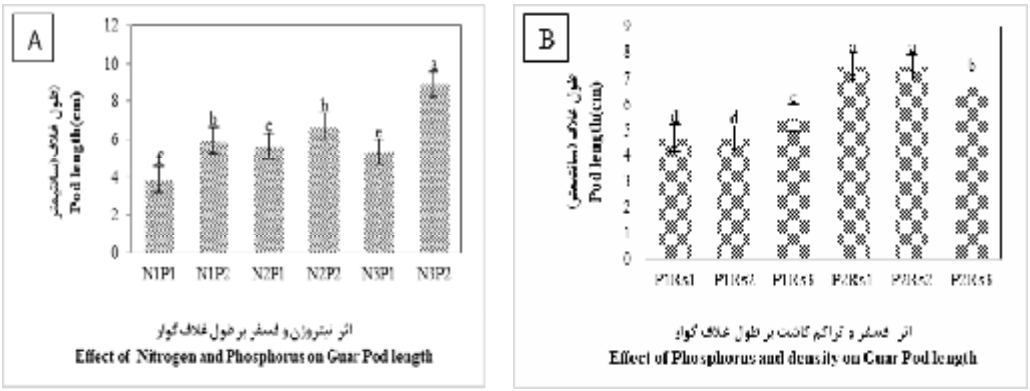
در هر ستون ، تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف آماری معنی دار ندارند

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments ($P < 0.05$).



شکل 2- میانگین سطوح نیتروژن و فسفر و تراکم کاشت بر A- ارتفاع بوته و B –وزن هزار دانه گوار در سال اول و دوم

Figure 2- Average of effect of levels of nitrogen, phosphorus and planting density on A- Plant height, B- 1000 seeds weight of Cluster bean in first year and second year

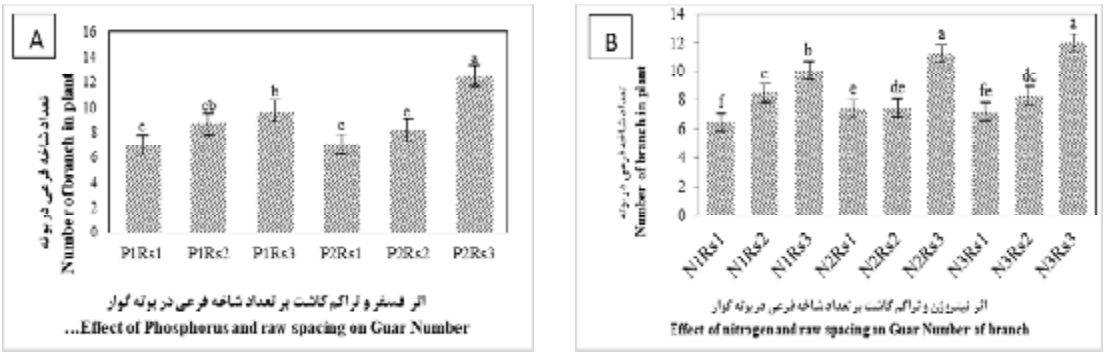


شکل3- A و B به‌ترتیب مقایسه میانگین اثر نیتروژن و فسفرو اثر فسفر و تراکم کاشت بر طول غلاف گوار

Figure 3 – A and B: Comparison of the mean effect of nitrogen and phosphorus and the effect of phosphorus and planting density on Pod length of Guar, respectively.

در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حروف مشترکند اختلاف آماری معنی دار ندارند.

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments ($P < 0.05$).



شکل 4- A و B به‌ترتیب مقایسه میانگین اثر فسفر و فاصله ردیف کاشت و اثر نیتروژن و تراکم بر تعداد شاخه فرعی گوار

Figure 4– A and B: Comparison of the mean effect of phosphorus and density and the effect of nitrogen and planting density on Guar number of branch, respectively.

جدول 6- میانگین سطوح نیتروژن، فسفر، تراکم کاشت و سال بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید برگ گوار

Table 6- Average of effect of levels of nitrogen, phosphorus, planting density and year leaf Chlorophyll a, Chlorophyll b and carotenoid of Cluster bean

تیمار Treatment	**کلروفیل a** Chlorophyll a ($mg.g^{-1}$)	**کلروفیل b** Chlorophyll b ($mg.g^{-1}$)	**کاروتنوئید** Carotenoid ($mg.g^{-1}$)
$N_1P_1D_1$	1.85h	1.25j	1.72h
$N_1P_1D_2$	2.05gf	1.29i	1.78gh
$N_1P_1D_3$	2.24cbde	1.33h	1.83ghf
$N_1P_2D_1$	2.28cbd	1.39fe	1.92.edfg
$N_1P_2D_2$	2.22ced	1.4e	1.97edf
$N_1P_2D_3$	2.27cbd	1.38feg	1.80gh
$N_2P_1D_1$	2.32cb	1.46d	1.92.edfg
$N_2P_1D_2$	2.14edf	1.36fg	1.93.edfg
$N_2P_1D_3$	2.16edf	1.39fe	1.96edf
$N_2P_2D_1$	2.38b	1.33h	2.05cd
$N_2P_2D_2$	1.91gh	1.29ih	1.89.edfg
$N_2P_2D_3$	2.03gf	1.36g	2.00ed
$N_3P_1D_1$	2.28cbd	1.38feg	2.21cb
$N_3P_1D_2$	2.10ef	1.37feg	2.20cb
$N_3P_1D_3$	2.04gf	1.38feg	1.87efg
$N_3P_2D_1$	2.38b	1.52c	2.29b
$N_3P_2D_2$	2.37b	1.67b	2.28b
$N_3P_2D_3$	2.7a	1.97a	2.64a

در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترکند اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments ($P < 0.05$).

References منابع مورد استفاده

· Abdolzadeh, A., X. Wang., E.J. Veneklaas, and H. Lambers. 2009. Effects of phosphorus supply on growth, phosphate concentration and cluster-root formation in three Lupinus species. Annals of Botany. 105 (3):365-374.

· Abidi, N., S. Liyanage., D. Auld., R.K. Imel., L. Norman., K. Grover., S. Angadi., S. Singla, and C. Trostle. 2015. Challenges and Opportunities for Increasing Guar Production in the United States to Support Unconventional Oil and Gas Production. In: Uddameri, V., et al., Eds., Hydraulic Fracturing Impacts and Technologies, CRC Press, Boca Raton. 226-207. DOI: 10.1201/b18581-13.

· Akhtar, L.H., Sh. Bukhari, S. Salah-ud-Din, and R. Minhas. 2012. Response of new guar strains to various row spacings .Journal of Environmental and Agricultural Science. 49(4):469-471.

· Ajeng, A.A., R. Abdullah, M.A. Malek, K.W. Chew, Y.C. Ho, T.C. Ling, B.F. Lau, and P.L. Show. 2020. The effects of biofertilizers on growth, soil fertility, and nutrients uptake of oil palm (Elaeis guineensis) under greenhouse conditions. Processes. 8(12): 1681-1697.

· Ashraf, M.Y., K. Akhtar, G. Sarwar, and M. Ashraf. 2005. Role of the rooting system in salt tolerance potential of different guar accessions. Agronomy Sustainable and Development. 25: 243–249

· Ayneband, A., and V. Aghasi. 2007. Effects of different agronomic management on yield and yield components of mungbean. Iranian Journal of Agricultural Science 30: 71-84. (In Persian)

· Ayub. M., M. Khalid, M. Tariq, M.A. Nadeem, and M. Naeem. 2011. Effect of different seeding densities and nitrogen levels on growth, forage yield and quality attributes of Cluster bean (Cyamoposis tetragonoloba (L.) Taub.). Journal of Agricultural Technology. 7(5): 1409-1416.

· Gill, S.S., and N. Tuteja. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry. 48: 909-930 .

· Hopkins, W.G. 2004. Introduction to plant physiology (3rd edition.). pp. 557. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken. New York.

· Jabari, B., S.M. Mousavi nik, and P. Yadalahi De Cheshme. 2015. Effect of chemical fertilizers and plant density on yield, yield components and oil percentage of castor plant (Ricinus communis L.) in Sistan region. Journal of Crop Production Research. 6(4): 289-275. (In Persian).

· Khodshenas, M.A., J. Ghadbeiklou, and M. Dadivar. 2016. The effects of source and rate of nitrogen fertilizer and irrigation on nitrogen uptake of silage corn and residual soil nitrate. Journal of Water and Soil. 29(6): 1640-1650. (In Persian).

· Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic bio membranes. In: Methods in Enzymology, eds. L. Packer, and R. Douce. New York: Academic Press; 350–382.

· Maleki, M., H.R. Balouchi, H. Farajee, and A.R. Yadavi. 2013. The effect of nitrogen

and phosphorus chemical and biological fertilizers on grain yield and qualitative traits of sweet corn. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 23(3): 89-104. (In Persian).

· Mehdipour Afra, M., M. AghaAlikhani, A. Mokhtassi-bidgoli, and S. Soufizadeh. 2019. Effect of sowing time and plant density on growth and seed yield of two guar ecotypes (Cyamopsis tetragonoloba L.). Iranian Journal of Crop Sciences. 21(2): 109-126. (In Persian).

· Mendepour, S., Sh. Lak, and M. Sharafizadeh. 2015. The effect of planting date and plant density on phonological characteristics, yield and yield components of hybrid corn Karun 701 in Khuzestan. Crop Physiology Journal. 6(24): 320-328. (In Persian).

· Menna, K.R., A.K. Dahama, and M.L. Reager. 2006. Effect of phosphorus and zinc fertilization on growth and quality of cluster bean (Cyamopsis tetragonoloba L. taub). Annala of Agricultural Research. 27(3):224-226.

· Momen Keykha, M., I. Khammari, M. Dahmardeh, and M. Forouzandeh. 2018. Assessing yield and physiological aspects of guar (Cyamopsis tetragonoloba L.) and sunflower (Helianthus annuus L.) intercropping under different levels of nitrogen. Journal of Agroecology. 9(4): 1050 -1069. (In Persian).

· Nandini, K.M., S. Sridhara, S. Patil, and K. Kumar. 2017. Effect of planting density and different genotypes on growth, yield and quality of guar. International of Journal of Pure Application Bioscience. 5(1): 320-328.

· Naseri, R., M.J. Rahimi, S.A. Siadat, and A. Mirzaei, A. 2015. The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea (Cicer arietinum L.) in Sirvan region in Ilam province. Iranian Journal of Pulses Research. 6: 78-91. (In Persian).

· Patel, P.L., A.R. Pathak, and K.M. Patel. 2002. Correlated response in cluster bean (Cyamoposis tetragonoloba L. Tuab.). Journal of Program Agriculture. 2(2):189-190.

· Ren, B., W. Liu, J. Zhang, S. Dong, P. Liu, and B. Zhao. 2017. Effects of plant density on the photosynthetic and chloroplast characteristics of maize under high-yielding conditions. The Science of Nature. 104:12

· Sajid, M., I. Ahmed, and A. Rab. 2009. Effect of nitrogen levels on the yield component of guar gum (Cyamopsis tetragonoloba L.). Journal of American-Eurasian of Sustainable Agriculture. 3(1): 29-32.

· Shekhawat, S.S., and D.L. Singhania. 2005. Correlation and path analysis in cluster bean. Forage Research. 30: 196-199.

· Siadat, S.A., A. Modhej, and M. Esfahani. 2013. Cereals. Mashhad University Jihad, Mashhad. (In Persian).

· Xu, J., Y. Zhou, Z. Xu, Zh. Chen, and L. Duan. 2020. Combining physiological and metabolomics analysis to unravel the regulations of corona tine alleviating water stress in tobacco (Nicotiana tabacum L.). Biomolecules. 10(99): 1-16.

Research Article DOI:

The Effect of Different Amounts of Nitrogen and Phosphorus on Yield and Some Physiological Traits of Guar Pakistani Ecotype (Cyamopsis tetragonoloba L.) in Different Planting Densities

Zahra Ghorabaei Toghrekan[1], Ahmad Aein[2*], Gholamreza Afsharmanesh[2], and Mohammad Hasan Shirzadi[3]

Received: August 2021 , Revised: 13 June 2022, Accepted: 17 June 2022

Abstract

In order to investigate the effect of nitrogen and phosphorus levels on yield and some physiological traits of Pakistani Guar ecotype at different planting densities, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research and Training Center and Natural Resources Jiroft was implemented in two cropping years of 2018-2019 and 2019-2020. Experimental design was factorial based on a randomized complete block design with three replications. Experimental treatments included nitrogen fertilizer at three levels (20, 60 and 100 kg of pure nitrogen in the soil from urea fertilizer source), phosphorus fertilizer at two levels (zero and 75 kg P2O5 from monopotassium phosphate fertilizer source) and plant planting densities of 24, 31 and 24. In square meters, distances between planting rows (30, 45 and 60 cm) were considered. The results showed that nitrogen, phosphorus and planting density had a significant effect on all traits. The highest seed yield and yield components in the first and second year were obtained from nitrogen and phosphorus application at 60 and 75 kg.ha^{-1}, respectively, along with planting density of 31 plants per square meter at 4300 and 4200 kg.ha^{-1} and more. The highest levels of carotenoids and chlorophyll a and b were related to the application of 100 and 75 kg.ha^{-1} of nitrogen and phosphorus, respectively, with plant density of 24 m^2. Based on the results of this study, it seems that this plant does not need high levels of nitrogen and phosphorus in terms of legume, but is affected by nitrogen and phosphorus for high yield and product quality. Regarding planting density, if the goal is to achieve high yield, planting density of 31 plants per square meter and for high quality planting density of 24 plants per square meter is suitable. Guar can be considered as a plant with low expectations in terms of nutritional needs in the planting pattern program in the climatic conditions of southern Kerman and similar areas.

Key words: Chlorophyll, Row Spacing, South of Kerman, Urea,.

1- Ph.D. Student, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran.
2- Associate Professor, South of Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Jiroft, Iran.
3- Assistant Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran.
*Corresponding Authors: A.Aien@areeo.ac.ir