

مقاله پژوهشی:

تأثیر تراکم بوته و نیتروژن بر ویژگی‌های فنولوژیکی، ظرفیت فتوسنتزی و خصوصیات کیفی توده بومی گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.)

حیدر مفتاحی‌زاده^{۱*} و محمدحسن عصاره^۲

۱. استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۲. استاد، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تراکم بوته و کود نیتروژن بر خصوصیات فنولوژیکی، کیفی، ظرفیت فتوسنتزی و اجزای عملکرد توده بومی گوار، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان ایرانشهر در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ اجراء گردید. عامل اصلی با چهار سطح تراکم بوته (۲۵، ۴۵، ۶۰ و ۸۵ بوته در متر مربع) و عامل فرعی، چهار سطح کود نیتروژن از منبع اوره (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره) بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تراکم بوته بر تمامی صفات مورد بررسی، به جزء کربوهیدرات، صمغ و پروتئین، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تراکم بوته نشان داد تیمار ۲۵ و ۸۵ بوته در مترمربع به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تراکم بوته در مترمربع به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی بودند. تیمار ۴۵ و ۸۵ بوته در مترمربع، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین عملکرد بذر و عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) بودند. اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع دارای بیشترین درصد پروتئین و اثر متقابل صفر کیلو کود نیتروژن و تراکم ۴۵ بوته در مترمربع دارای حداقل درصد پروتئین بودند. نتایج نشان داد برای دستیابی به عملکرد بذر و صمغ مطلوب، تیمار تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار برای توده بومی گرمیت پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، صمغ، عملکرد بذر، کربوهیدرات، لویبای خوشه‌ای.

Evaluation of plant density and nitrogen on phenological characteristics, photosynthesis capacity and qualitative traits of guar landrace (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.)

Heydar Meftahizadeh^{1*} and Mohammad Hassan Asareh²

1. Assistant Professor, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Ardakan, Ardakan, Iran

2. Professor, Research Institute of Seed and Seedling Registration and Certification, Karaj, Iran

(Received: Aug. 31, 2019- Accepted: Jun. 22, 2020)

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of plant density and nitrogen fertilizer on phenological, qualitative, photosynthesis capacity and yield components of guar native population, an experiment was carried out as split plot based on randomized complete blocks design with three replications in 2018 at Iranshahr, Iran. The main factor was four levels of plant density (25, 45, 60 and 85 plants/m²) and the sub factor, nitrogen fertilizer from the source of urea (0, 50, 100, 150 kg / ha). The results of variance analysis showed that the effect of plant density on all traits was significant, except carbohydrate, protein and gum at 1% level. Comparison of mean plant density showed that 25 and 85 plants / m² had the highest and lowest number of branches, respectively. Treatments of 45 and 85 plants /m² had the highest and lowest mean of seed yield and biological yield per hectare, respectively. The interaction of 100 kg N fertilizer and 60 plants/ m² devoted the highest percentage of protein and interaction of 0 kg N fertilizer and 45 plants/m² has minimum protein percent. Results showed that, in order to obtain high seed and gum yield product, density of 45 plants/m² followed by 50 kg nitrogen/ha in Grembite landraces were recommended.

Keywords: Carbohydrate, gum, locust bean, protein, seed yield.

* Corresponding author E-mail: hmeftahizade@ardakan.ac.ir

مقدمه

حبوبات به‌عنوان یکی از منابع گیاهی غنی از پروتئین، بعد از غلات مهم‌ترین منبع غذایی انسان به شمار می‌روند. این گیاهان با تثبیت نیتروژن ضمن بهبود حاصلخیزی خاک، به صورت گیاهان پوششی و یا در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثر بوده و نقش مهمی در پایداری نظام‌های کشاورزی ایفا می‌نمایند (Nasari et al., 2015). اطمینان از عملکرد مطلوب توده‌های بومی جهت جایگزینی واریته‌های تجاری در برنامه‌های زراعی امری ضروری است. از جمله عوامل زراعی در افزایش راندمان محصول در حبوبات، تراکم کاشت و استفاده از سطوح کودهای نیتروژن می‌باشد (Baloch et al., 2002).

تراکم مطلوب به عوامل مختلفی از قبیل خصوصیات گیاه، طول دوره رشدی گیاه، روش کاشت، اندازه گیاه و ... بستگی دارد (Shirliffe & Johnston, 2002). در تراکم‌های بالا به علت کاهش نفوذ نور به قسمت‌های پایینی گیاه باعث کاهش تشکیل غلاف در این بخش از گیاه شده و نیز ریزش گل‌ها و غلاف‌های قسمت پایینی در تراکم‌های بالا از تراکم‌های پایین زیادتر می‌باشد. اولین جزء از عملکرد که در اوایل مرحله زایشی گیاه تشکیل می‌شود، تعداد غلاف در گیاه است که عمدتاً بیشترین واکنش را به هر گونه تنش محیطی و مدیریت زراعی از خود نشان می‌دهد (Salehi, 2014). اثر تراکم گیاهی عمدتاً به علت تفاوت در چگونگی نحوه توزیع انرژی تابشی خورشیدی می‌باشد و افزایش جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد محصول می‌شود (Baloch et al., 2002).

استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته، رشد اندام‌های هوایی را تحریک نموده و موجب افزایش شاخص سطح برگ بیشتر در مراحل رشد زایشی به ویژه در زمان پر شدن دانه شده و در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه در حبوبات می‌شود (Kaushal et al., 2006). تأثیر سطوح کود نیتروژن بر اجزای عملکرد سایر گیاهان خانواده حبوبات مورد بررسی قرار گرفته شده است. فقدان نیتروژن می‌تواند اثر نامطلوبی بر کیفیت و عملکرد گیاهان داشته باشد. (Cheema et al.

(2001) گزارش دادند که تعداد غلاف در گیاه با افزایش سطوح نیتروژن در باقلا افزایش پیدا می‌کند. گوار (لوبیای خوشه‌ای) با نام علمی (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub)، گیاهی دارویی و صنعتی از خانواده بقولات است. این گیاه دولپه‌ای و یک ساله است دارای ریشه‌های تثبیت کننده نیتروژن می‌باشد که بر روی ساقه‌ها و غلاف‌های آن کرک‌های نسبتاً تیزی وجود دارد (Gresta et al., 2018). این گیاه به دلیل داشتن پروتئین بالا در بخش‌های پوسته و جنین بذر و همچنین صمغ از نوع گالاکتومانان در آندوسپرم دانه، امروزه در بخش‌های زیادی از صنایع غذایی، داروسازی، حفاری، خوراک دام و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد (Meftahizade et al., 2017). اکثر واریته‌های تجاری گوار کاشته شده در دنیا، از کشور هندوستان تهیه می‌شوند، اما در استان سیستان و بلوچستان، چندین توده بومی در طی ده‌ها سال گذشته در این مناطق در سطح کم کاشته می‌شود. Meftahizadeh & Asareh (2019) به بررسی مقایسه بذرهای توده‌های بومی گوار ایران با واریته‌های تجاری پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که توده بومی "گرمبیت" که از منطقه ما بین چابهار-سرباز، جمع آوری شده بود، در بسیاری از شاخص‌ها نظیر زودرس بودن، عملکرد بذر، تعداد غلاف و ... نتایج بهتری نسبت به سایر واریته‌های تجاری داشته است. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی واکنش توده بومی گوار (گرمبیت) تحت تأثیر تراکم بوته و کود نیتروژن در شرایط آب و هوایی ایران شهر اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان ایرانشهر با مشخصات عرض جغرافیایی ۲۷/۵۹ درجه، طول جغرافیایی ۶۰/۴۸ درجه و ارتفاع متوسط ۵۶۹ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ اجرا گردید. عامل اصلی با چهار سطح تراکم بذر (۲۵، ۴۵، ۶۰ و ۸۵ بوته در متر مربع) و عامل فرعی، ۴ سطح کود نیتروژن از منبع اوره (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم/هکتار) بود. برای کاشت از بذر

کربوهیدرات، شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج (Area meter AM 300 ADC Bio Scientific Ltd)، طول دوره رشدی (از زمان کاشت تا برداشت محصول)، تعداد روز تا آغاز گلدهی (از زمان کاشت تا آغاز گلدهی)، تعداد روز تا آغاز غلافدهی (از زمان کاشت تا آغاز غلافدهی)، درصد صمغ، طول کل دوره رشد گیاه، درصد پروتئین، عملکرد بیولوژیک، محتوی کلروفیل و طول دوره رویشی بودند.

محتوی کلروفیل با استفاده از روش Arnon (1949) انجام شد. به این ترتیب که نیم گرم بافت تازه برگ را با ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد به طور کامل عصاره‌گیری نموده، سپس با دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل Spectronic, 2D ساخت شرکت Milton Roy کشور آمریکا) میزان کلروفیل در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر خوانده شد. محتوی کلروفیل کل از رابطه (۱) به‌دست آمد.

رابطه (۱)

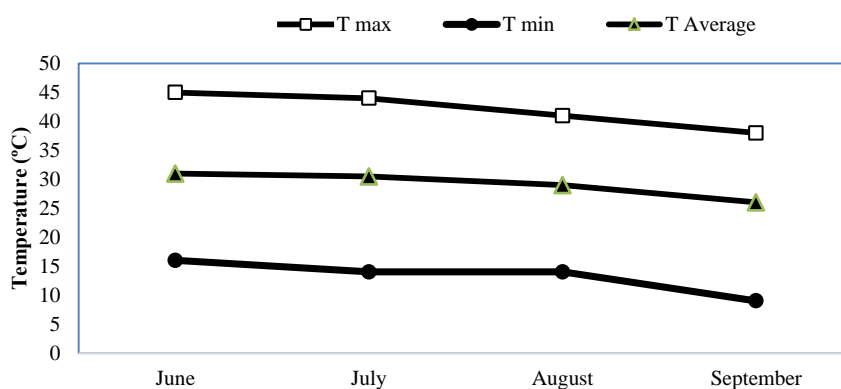
$$Ca=12.7 (A663)-2.69 (A645) \times V/1000W$$

$$Cb=22.9 (A645)-2.69 (A663) \times V/1000W$$

$$CT=20.2 (A645) + 8.02 (A663) \times V/1000W$$

A میزان جذب نوری، C میزان غلظت، V حجم عصاره و W وزن نمونه است.

توده محلی گرمبیت، از استان سیستان و بلوچستان استفاده شد که بذر آن از مرکز تحقیقات کشاورزی بلوچستان، بمپور تهیه گردید. جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی، نمونه گیری در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک در شش نقطه انجام گرفت که برآیند این مقدار خاک برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. داده‌های هواشناسی دوره مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است. کشت در تاریخ ۱۰ تیرماه انجام گرفت. کود اوره در دو مرحله (مرحله ۴ برگی و مرحله اواخر گلدهی) در اختیار گیاه قرار گرفت. برداشت نهایی در مرحله رسیدگی (۸۰ درصد غلاف‌ها و دانه‌ها خشک و سفت) شدند و در تاریخ ۳۰ مهرماه انجام گرفت. در برداشت نهایی ۳۰ بوته پس از کنار گذاشتن حاشیه، به‌طور تصادفی از وسط هر کرت انتخاب و به‌روش دستی از سطح خاک بریده شد. صفت‌های مورد بررسی شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، عمق ریشه (پس از برداشت محصول، بوته‌ها از زمین کنده شده و عمق ریشه محاسبه گردید)، تعداد خوشه، تعداد غلاف در خوشه، تعداد بذر در غلاف، طول غلاف، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بذر، درصد



شکل ۱. داده‌های هواشناسی در طی دوره انجام تحقیق (ایران‌شهر، سیستان و بلوچستان)

Figure 1. The thermo-pluviometric diagram at the research field (Iranshahr, Sistan va Balouchestan province)

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. The soil physical and chemical characteristics of the experimental field

Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	C (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	EC (ds/m)	Depth (cm)
25	39	36	1.93	0.21	6.42	224	3.13	0-30

بوته‌هایی با میانگین سطح برگ ۱۱۳/۸ و ۱۱۶/۸ سانتی‌متر مربع بودند، در حالی که تراکم ۸۵ بوته در مترمربع کمترین میزان سطح برگ از خود نشان داد (۹۳/۰۸ سانتی‌متر مربع). همچنین نتایج نشان داد که تیمار با تراکم ۸۵ بوته در مترمربع دارای کمترین تعداد غلاف در شاخه بوده (۳/۱۷) و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است (جدول ۴).

مقایسه میانگین داده‌ها در مورد صفت عملکرد بیولوژیک نشان داد که تیمار ۴۵ و ۸۵ بوته در مترمربع، به ترتیب دارای بیشترین میزان (۱۱۱۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار) و (۳۹۴۱/۶ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. در سطوح بالاتر کود نیتروژن و تراکم بالای بوته، عملکرد بیولوژیک بشدت کاهش یافت. در ارتباط با افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش سطح تراکم بوته می‌توان بیان کرد که با افزایش تراکم بوته به سبب ایجاد رقابت، مقدار ماده خشک هر بوته نیز کاهش پیدا می‌کند که این با نتایج به‌دست‌آمده توسط Moradi Talavat *et al.* (2018) مطابقت دارد. در یک مطالعه، گزارش شد که با کاهش تراکم، میزان وزن تر، وزن خشک و در نتیجه بیوماس گیاهی در استویا افزایش می‌یابد (Tabrizi *et al.*, 2017).

همچنین تیمار ۴۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین میزان کلروفیل (۳۳/۰۶ میلی‌گرم/گرم وزن تر) و تیمار ۸۵ بوته در مترمربع دارای کمترین میزان کلروفیل بودند (۲۸/۹۹ میلی‌گرم/گرم وزن تر). مقایسه میانگین تراکم بوته بر صفات فنولوژیکی نشان داد که تیمار ۶۰ بوته در مترمربع طول دوره رشد رویشی را در ۳/۰۳ روز طی کرد، این در حالی است که بین سایر تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمار ۸۵ بوته در مترمربع، ۳۶/۳ روز تا گلدهی و تیمار ۴۵ بوته در مترمربع، ۳۲/۶ روز برای رسیدن به مرحله گلدهی نیاز داشتند. همچنین در مورد صفت تعداد روز تا غلاف‌دهی، نتایج نشان داد که تیمار ۶۰ و ۸۵ بوته در مترمربع، به ترتیب ۵۰/۰۸ و ۴۸/۷ روز تا آغاز غلاف‌دهی طی کردند. در نهایت در مورد صفت تعداد روز تا آغاز برداشت محصول (طول دوره رشدی گیاه)، تیمار ۶۰ بوته در مترمربع به عنوان طولانی‌ترین دوره رشد (۱۱۰/۸ روز) بوده

جداسازی صمغ از دانه گوار، درصد صمغ، درصد پروتئین بر اساس روش Sabahelkheir *et al.* (2012) انجام شد. بدینصورت که ابتدا دانه‌ها از وسط دو تکه شد. سپس جنین از پوسته و آندوسپرم جدا گردید. در مرحله بعدی پوسته بذر نیز با دستگاه پوست‌کن دانه‌ها گوار جدا گردید و در نهایت صمغ حاصله نیز جداسازی شد. نیتروژن کل با روش کج‌دال و درصد پروتئین مطابق رابطه (۲) به‌دست آمد (AOAC, 1983).

رابطه (۲) $۶/۲۵ \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین}$

برای محاسبه میزان کربوهیدرات از روش Dubois (1956) استفاده شد. بدینصورت که ابتدا نمونه‌ای از پودر صمغ تهیه شده با استفاده از اسید سولفوریک هیدرولیز شده و سپس ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. محلول به‌دست آمده با استفاده از اسپکتروفوتومتر در طول موج ۴۸۰ نانومتر، میزان کربوهیدرات آن محاسبه شد. تجزیه داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS 23 انجام گرفت و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تراکم بوته به‌تنهایی بر تمامی صفات مورد بررسی، به‌جز صفات درصد کربوهیدرات، صمغ و پروتئین، در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول‌های ۲ و ۳). مقایسه میانگین سطوح مختلف تراکم بوته نشان داد تیمار ۸۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین میزان ارتفاع (۹۰/۲۵ سانتی‌متر) و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع دارای کمترین میزان ارتفاع بوته (۷۶/۴۶ سانتی‌متر) بودند. با افزایش تراکم گیاه، رقابت برای دسترسی به نور زیادتر شده و موجب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود که نتیجه به‌دست آمده در این تحقیق با نتیجه Xiao *et al.* (2006) که گزارش دادند، افزایش تراکم، همسویی بالایی با افزایش ارتفاع در لوبیا دارد، مطابقت می‌کند. طول غلاف به دلیل اینکه تعداد دانه را در خود جای می‌دهد، شاخص مهمی در عملکرد می‌باشد.

تراکم ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب دارای

مترمربع دارای بیشترین میانگین عملکرد (۲۷۷۵/۹ کیلو گرم در هکتار) و تیمار ۸۵ بوته در مترمربع دارای کمترین عملکرد بذر در هکتار (۹۸۵/۴ کیلو گرم در هکتار) بوده است (جدول ۴). در این مطالعه نیز با افزایش تراکم بوته تا ۴۵ بوته در متر مربع، افزایش عملکرد حاصل شد، اما با افزایش تراکم به ۶۰ و ۸۵ بوته، بشدت از عملکرد کاسته شد. نتیجه حاصل با نتیجه به دست آمده توسط Stephen *et al.* (2004) که اظهار داشتند، تراکم زیاد موجب افزایش ارتفاع شده و این امر می تواند منجر به خوابیدگی گردد، مطابقت دارد. همچنین افزایش کود نیتروژن تا ۵۰ کیلو در هکتار موجب افزایش معنی دار عملکرد دانه شد و در سطح بالاتر از این مقدار، عملکرد بشدت کاهش یافت. افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش مصرف نیتروژن می تواند، به دلیل ایجاد مخزن قوی یعنی تعداد دانه بیشتر و فعالیت منبع یعنی شاخص سطح برگ بیشتر و دوام زیادتر آن باشد؛ که با نتایج Asghari *et al.* (2006) مطابقت دارد. اصولاً کشاورزان اعتقاد دارند که با افزایش تراکم می توان عملکرد را افزایش داد، اما باید توجه داشت که در تراکم های بیشتر از حد مطلوب، کاهش وزن بوته ها به حدی است که افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد بوته در واحد سطح خنثی می شود از طرفی افزایش تراکم کاشت تنها حد مشخصی که برای همان تراکم مناسب است موجب افزایش عملکرد می شود (Rao *et al.*, 1996).

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد اثر کود نیتروژن بر بیشتر صفات نظیر ارتفاع، تعداد غلاف در گیاه، طول غلاف، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک، محتوی کلروفیل و درصد صمغ در سطح ۱ درصد معنی دار شده است (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای کود نیتروژن در خصوص صفت ارتفاع بوته نشان داد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بوته هایی با میانگین ارتفاع ۸۲/۳ سانتی متر تولید کرده است. افزایش ارتفاع به علت تأثیر نیتروژن روی رشد طولی سلول ها و به ویژه میانگره های ساقه می باشد که باعث افزایش سرعت تقسیم سلولی و رشد در سلول های ساقه گردیده و در نتیجه ارتفاع بوته افزایش پیدا می کند (Heidarzadeh *et al.*, 2020). همچنین در خصوص

و بین سایر تیمارها تفاوت معنی داری وجود نداشت. (جدول ۴).

مقایسه میانگین تیمار تراکم بوته در مورد صفت تعداد شاخه فرعی در گیاه نشان داد که تیمار ۲۵ بوته در متر مربع دارای بیشترین تعداد (۲۷/۴۶) و تیمار ۸۵ بوته در مترمربع کمترین تعداد شاخه فرعی داشته است (۱۵). در خصوص تعداد خوشه در گیاه نیز تیمار ۸۵ بوته در مترمربع دارای کمترین میزان ۱۲/۲۵ بوده و بین سایر تیمارها اختلاف معنی داری وجود نداشت. تیمار ۴۵ و ۸۵ بوته در مترمربع به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد غلاف (۹۳/۱۷ و ۳۹/۳) در گیاه بودند (جدول ۴). تعداد غلاف در گیاه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه می باشد که ارتباط مستقیمی با تعداد گل های تولید شده در گیاه دارد و بشدت تحت تأثیر عوامل محیطی مختلفی از قبیل رطوبت، گرما و تراکم قرار می گیرد. زیرا در برگزیده تعداد دانه و همچنین تأمین کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز و در نهایت وزن دانه می باشد (Ahmad *et al.*, 2007). در این تحقیق با افزایش تراکم بوته و همچنین سطوح کود نیتروژن، تعداد غلاف در بوته ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. تعداد غلاف در بوته با افزایش کود نیتروژن افزایش یافت. این افزایش ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی برای قسمت های زایشی نسبت به سطوح کودی پایین تر بوده باشد (Shafaroodi *et al.*, 2012).

در خصوص صفت طول غلاف، نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که تیمار ۲۵ بوته در مترمربع، دارای غلاف هایی با میانگین طول ۸/۶۵ سانتی متر بوده و بین سایر تیمارها اختلاف معنی داری وجود ندارد. در این تحقیق با افزایش سطوح نیتروژن، طول غلاف نیز افزایش یافته است که این با نتیجه Zangani & Kashani (2001) که گزارش دادند، حداکثر طول غلاف با حداکثر سطوح نیتروژن رابطه ای مستقیمی دارد. در این مطالعه، تعداد شاخه فرعی نیز با افزایش تراکم بوته، کاهش یافت که دلیل این امر، کمبود فضای کافی جهت رشد و توسعه شاخه های فرعی به واسطه افزایش تراکم بوته می باشد که این با نتیجه Shahein *et al.* (1995) مطابقت دارد.

در خصوص صفت عملکرد بذر، تیمار ۴۵ بوته در

صفت تعداد غلاف در خوشه، تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار (۴/۸۳) و تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین کود نیتروژن دارای بیشترین تعداد غلاف در خوشه بوده میزان (۳/۷۵) بوده است (جدول ۳).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و تراکم بوته بر برخی صفات گوار.

Table 2. Results of variance analysis effect of nitrogen and plant density on some traits of guar.

Source of variation	df	Means of squares									
		Plant height	Root depth	No branch	No cluster	Pod/cluster	Pod/plant	Seed/pod	Pod length	Seed/plant	Seed yield
Block	2	11.94 ^{ns}	2.14 ^{ns}	3.31 ^{ns}	8.36 ^{ns}	1.52 ^{ns}	1351.2 ^{ns}	5.68 ^{ns}	7.52 ^{ns}	2735.6 ^{ns}	68392 ^{ns}
N	3	27.91 ^{**}	462.3 ^{ns}	4.75 ^{ns}	21.6 ^{ns}	2.58 ^{**}	2546.1 ^{**}	1.46 ^{ns}	2.86 ^{**}	76118 ^{**}	1902969 ^{**}
Error (N)	6	8.37 ^{ns}	420.9 ^{ns}	3.06 ^{ns}	6.72 ^{ns}	0.27 ^{ns}	394.07 ^{ns}	1.04 ^{ns}	1.48 ^{**}	6972 ^{ns}	1734 ^{ns}
PD	3	1137.1 ^{**}	402.6 ^{ns}	334.06 ^{**}	124.6 ^{**}	6.36 ^{**}	6207 ^{**}	5.85 ^{**}	1.66 ^{**}	320007 ^{**}	800018 ^{**}
N × PD	9	3.34 ^{ns}	373.9 ^{ns}	5.76 ^{**}	7.89 ^{ns}	0.41 ^{ns}	271.8 ^{ns}	1.63 ^{ns}	1.32 ^{**}	7193.2 ^{ns}	17983 ^{ns}
Error (PD)	6	11.45	392.3	1.96	9.1	0.6	139.1	0.9	0.59	6208	155209
CV (%)	--	4.38	8.75	6.42	18.1	18.44	16.54	15.5	9.48	17.95	17.95

ns و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد
ns and **: Non-significantly difference and significantly different at the 1% of probability levels, respectively

ادامه جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و تراکم بوته بر برخی صفات گوار.

Continued table 2. Results of variance analysis effect of nitrogen and plant density on some traits of guar.

Source of variation	df	Means of squares									
		Biological yield	Chlorophyll	Carbohydrate	LA	Protein	Vegetative periods	Day to flowering	Day to podding	Gum	Crop cycle
Block	2	109427 ^{ns}	14.36 ^{ns}	2.92 ^{ns}	47.34 ^{**}	10.08	50.52 ^{**}	73.1 ^{ns}	70.56 ^{**}	3.24 ^{ns}	169.08 ^{**}
N	3	30447 ^{**}	15.76 ^{**}	7.39 ^{ns}	428.7 ^{ns}	21.9 ^{**}	2.08 ^{ns}	2.63 ^{ns}	3.57 ^{ns}	32.48 ^{**}	28.3 ^{**}
Error (N)	6	278911 ^{ns}	2.58	4.04 ^{ns}	26.1 ^{ns}	1.72 ^{ns}	1.6 ^{ns}	6.84 ^{ns}	1.61 ^{ns}	3.25	13.11 ^{ns}
PD	3	128002 ^{**}	38.97 ^{**}	1.27 ^{ns}	1339 ^{**}	5.18 ^{ns}	24.7 ^{**}	37.1 ^{**}	48.7 ^{**}	1.55	58.9 ^{**}
N × PD	9	287745	3.01 ^{ns}	2.5 ^{ns}	237 ^{ns}	9.87 ^{**}	4.6 ^{ns}	8.52 ^{ns}	9.07 ^{**}	0.554	12.3 ^{ns}
Error (PD)	6	248336	3.44	3.96	179.9	3.24	3.53	4.47	1.81	1.56	25.8
CV (%)	--	5.67	5.87	6.53	12.45	5.4	6.72	6.04	2.81	4.32	4.69

ns و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد
ns and **: Non-significantly difference and significantly different at the 1% of probability levels, respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر برخی صفات گوار.

Table 3. Means comparison effect of nitrogen on some traits of guar.

Nitrogen (kg/ha)	Plant height (cm)	Pod/cluster	Pod/plant	Pod length (cm)	Seed/plant	Seed yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)	Protein (%)	Chlorophyll (mg/g FW)	Crop cycle (day)	Gum (%)
0	75.5 ^b	4 ^{ab}	62.17 ^b	7.44 ^b	369.3 ^b	1846 ^b	7386.6 ^c	32.83 ^b	30.6 ^b	108.9 ^b	29.2 ^b
50	76.4 ^b	4.83 ^a	91.58 ^a	8.23 ^{ab}	552.9 ^a	2764.5 ^a	11058.3 ^a	32.57 ^b	33.18 ^a	108.4 ^b	31.75 ^a
100	77.9 ^b	4.25 ^{ab}	73 ^b	8.13 ^{ab}	426.1 ^b	2130.8 ^b	8523.3 ^b	35.42 ^a	31.52 ^{ab}	109.5 ^a	27.85 ^{bc}
150	82.3 ^a	3.75 ^b	59.4 ^b	8.62 ^a	406.9 ^b	2034.1 ^b	8136.6 ^b	32.58 ^b	30.88 ^b	106 ^b	27.04 ^c

در هر ستون، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی داری ندارند.
In each column mean followed by at least a common letter, are not significantly difference at 1 % probability level.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر برخی صفات گوار.

Table 4. Means comparison effect of plant density on some traits of guar.

Plant density (plant/m ²)	Plant height (cm)	LA (cm ²)	Pod/cluster	Biological yield (kg/ha)	Chlorophyll (mg/g FW)	Vegetative periods (day)	Day to flowering	Day to podding	Crop cycle (day)
25	67.46 ^d	107.2 ^{ab}	4.67 ^a	10215 ^b	31.6 ^b	27.08 ^b	33.1 ^{bc}	46.9 ^b	105.4 ^b
45	72.96 ^c	113.8 ^a	4.75 ^a	11103 ^a	33.06 ^a	27.5 ^b	32.6 ^c	45.5 ^b	108.4 ^b
60	74.25 ^b	116.8 ^a	4.25 ^a	9845 ^b	32.5 ^b	30.03 ^a	35.4 ^{ab}	50.08 ^a	110.8 ^a
85	90.25 ^a	93.08 ^b	3.17 ^b	3941.6 ^c	28.99 ^c	27.06 ^b	36.3 ^a	48.7 ^a	108.1 ^b

در هر ستون، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی داری ندارند.
In each column mean followed by at least a common letter, are not significantly difference at 1 % probability level.

ادامه جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر برخی صفات گوار.

Continued table 4. Means comparison effect of plant density on some traits of guar.

Plant density (plant/m ²)	No branch	No cluster	Pod/cluster	Pod/plant	Seed/pod	Pod length (cm)	Seed yield (kg/ha)
25	27.46 ^a	16.25 ^a	6.47 ^a	76.33 ^b	6.83 ^a	8.65 ^a	2553.7 ^b
45	23.33 ^b	19.67 ^a	4.75 ^a	93.17 ^a	6.08 ^{ab}	7.99 ^b	2775.9 ^a
60	23.92 ^b	18.25 ^a	4.25 ^a	76.33 ^b	6.58 ^a	7.91 ^b	2461.2 ^b
85	15 ^c	12.25 ^b	3.17 ^b	39.3 ^c	5.25 ^c	7.81 ^b	985.4 ^c

در هر ستون، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی داری ندارند.
In each column mean followed by at least a common letter, are not significantly difference at 1 % probability level.

در مترمربع کمترین تعداد شاخه فرعی (۱۲/۵) را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). در خصوص صفت طول غلاف نیز، اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع دارای غلاف‌هایی با میانگین ۹/۶۶ سانتی‌متر تولید کرده و در مقابل اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تراکم ۶۰ بوته در مترمربع کمترین طول غلاف (۶/۹۶ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داده است (شکل ۳). به‌منظور به‌دست‌آوردن عملکرد بالا و کیفیت مطلوب دانه، تعیین تراکم بوته مناسب و سطوح مختلف کودی می‌تواند یک شاخص مهم در برنامه‌های زراعی باشد. عملکرد دانه حاصل رقابت برون و درون گیاه برای عوامل محیطی رشد است و حداکثر عملکرد در واحد سطح هنگامی حاصل می‌شود که این رقابت‌ها به حداقل رسیده و گیاه بتواند از عوامل رشد موجود حداکثر استفاده را ببرد (Khajehpour, 2009). با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، به دلیل سایه‌اندازی و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، توانایی گیاه در انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن کاهش می‌یابد و از عملکرد کل کاسته می‌شود (Gill et al., 1993). همچنین اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در تراکم ۶۰ بوته/ مترمربع دارای بیشترین میزان پروتئین (۳۶/۳ درصد) و اثر متقابل صفر کیلوگرم کود نیتروژن در تراکم ۴۵ بوته/ مترمربع دارای حداقل میزان پروتئین (۳۰ درصد) نشان داد (شکل ۴). صفت تعداد روز تا غلاف‌دهی نیز توسط اثر متقابل ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن × تراکم ۶۰ بوته در مترمربع دارای بیشترین تعداد روز (۵۳) و دو تیمار صفر کیلوگرم کود نیتروژن در تراکم ۲۵ بوته/ مترمربع و صفر کیلوگرم کود نیتروژن در تراکم ۴۵ بوته/ مترمربع دارای کمترین روز تا غلاف‌دهی (۴۵ روز) بودند (شکل ۵).

همبستگی صفات

نتایج همبستگی صفات نشان داد که عملکرد بذر با صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد خوشه در گیاه، تعداد غلاف در گیاه، شاخص سطح برگ و تعداد بذر در گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری و با صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی مشاهده شد. بیشترین میزان همبستگی عملکرد بذر با عملکرد بیولوژیک بود که نشان می‌دهد هر

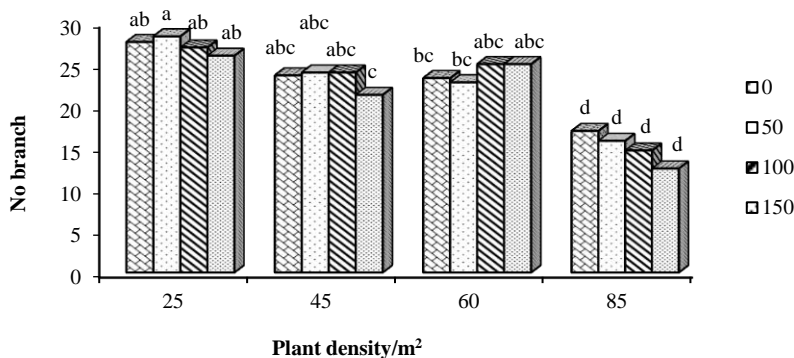
مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، دارای بیشترین تعداد غلاف در گیاه (۹۱/۵۸) بود و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. راجع به صفت طول غلاف نیز تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دارای بیشترین طول غلاف (۸/۶۲ سانتی‌متر) و تیمار شاهد کمترین طول غلاف نشان داد (۷/۴۴ سانتی‌متر). در خصوص صفات عملکرد بذر و عملکرد بیولوژیک نیز نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به ترتیب دارای ۲۷۶۴/۵ و ۱۱۰۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳).

صفات درصد پروتئین و درصد صمغ به عنوان دو شاخص کیفی برای سنجش کیفیت بذر گوار شناخته می‌شوند. نتایج نشان داد تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دارای بیشترین میزان پروتئین (۳۵/۴۲ درصد)، تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دارای بیشترین میزان صمغ (۳۱/۷۵ درصد) و در مقابل تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دارای کمترین میزان صمغ بوده است (۲۷/۰۴ درصد). افزایش کود نیتروژن تا غلظت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر مستقیم و معنی‌داری بر درصد پروتئین داشته است اما در غلظت‌های بالاتر، تأثیر آن منفی بوده است. گوار همانند سایر گیاهان خانواده بقولات، از نظر دسترسی به نیتروژن در دو مرحله دارای محدودیت می‌باشد. یک مرحله زمانی که بذر جوانه می‌زند و گیاه به تدریج در خاک مستقر می‌شود و مرحله دیگر زمانی که گلدهی تمام شده و نیام و دانه‌ها شروع به رشد و نمو می‌کنند. بنابراین اضافه کردن کود نیتروژن در مرحله دوم موجب افزایش درصد پروتئین در دانه‌های گوار می‌شود (Sinclair & Dewit, 1975). دادن کود معدنی در این مراحل، تولید ماده خشک و عملکرد اقتصادی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، اما مقادیر زیاد نیتروژن بر گره بندی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن تأثیر منفی دارد (Gan et al., 2003) که با نتیجه حاصل شده مطابقت دارد.

مقایسه میانگین اثر متقابل صفت تعداد شاخه فرعی نشان داد اثر متقابل ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در تراکم ۲۵ بوته/ مترمربع دارای بیشترین شاخه فرعی (۲۸/۳۳) و اثر متقابل ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تراکم ۸۵ بوته

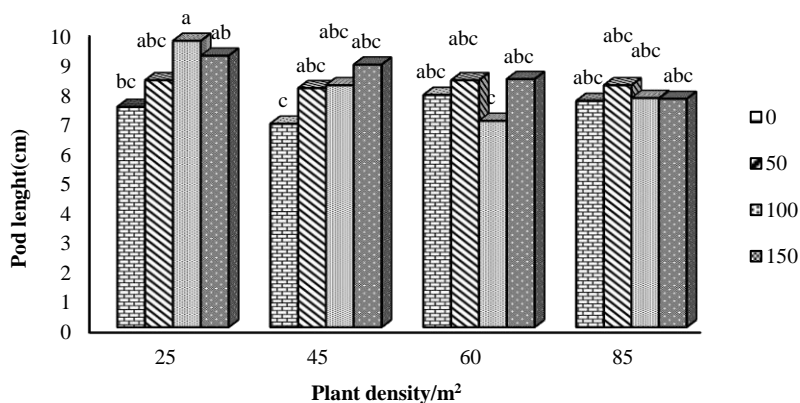
کلروفیل، تعداد غلاف در گیاه، تعداد شاخه و تعداد خوشه در گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۵).

چقدر سطح شاخص برگ و در نهایت زیست‌توده گیاهی افزایش یابد، منجر به افزایش عملکرد بذر خواهد شد. همچنین عملکرد بیولوژیک با شاخص سطح برگ،



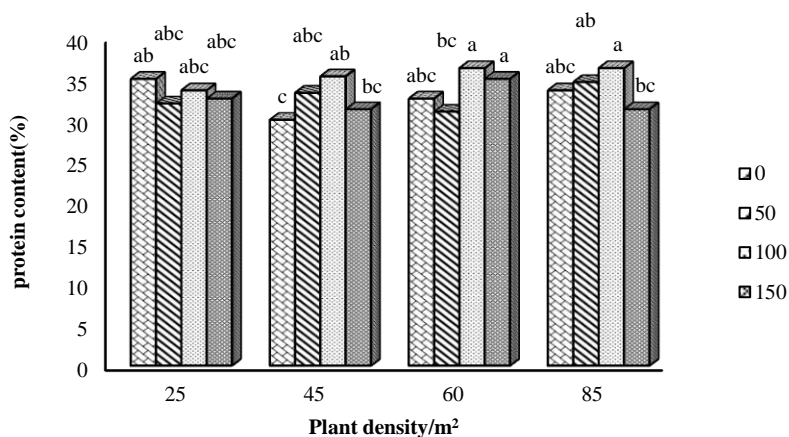
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن بر تعداد شاخه فرعی گوار.

Figure 2. Mean comparison interaction effect of plant density and nitrogen on branch number of guar.



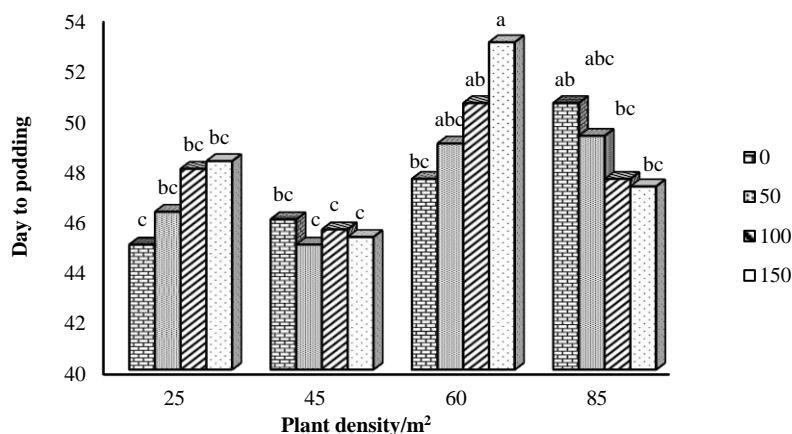
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن بر طول غلاف گوار.

Figure 3. Mean comparison interaction effect of plant density and nitrogen on pod length of guar.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن بر درصد پروتئین گوار.

Figure 4. Mean comparison interaction effect of plant density and nitrogen on protein content of guar.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن بر تعداد روز تا آغاز غلاف‌دهی گوار.

Figure 5. Mean comparison interaction effect of plant density and nitrogen on day to podding of guar.

جدول ۵. نتایج همبستگی اثر نیتروژن و تراکم بوته بر برخی صفات گوار.

Table 5. Result of correlation effect of nitrogen and plant density on some traits of guar.

Traits	Plant height	Root depth	No branch	No cluster	Pod/cluster	Pod/plant	Seed/pod	Seed/plant	Seed yield	Biological Y	Chlorophyll	LA	Carbohydrate	protein	Crop cycle	gum
Plant height	1															
Root depth	0.017	1														
No branch	-0.85**	0.077	1													
No cluster	-0.477**	-0.131	0.421**	1												
Pod/cluste	-0.608**	-0.177	0.588**	0.345*	1											
Pod/plant	-0.59**	-0.179	0.543**	0.808**	0.810**	1										
Seed/pod	-0.34*	0.005	0.390**	-0.304	0.002	-0.066	1									
Seed/plant	-0.68**	-0.155	0.663**	0.713**	0.728**	0.870**	0.414**	1								
Seed yield	-0.68**	-0.155	0.663**	0.713**	0.728**	0.870**	0.414**	1**	1							
BiologicY	-0.08	-0.155	0.663**	0.713**	0.728**	0.870**	0.414**	1**	1**	1						
Chlorophy	-0.41**	-0.063	0.451**	0.582**	0.503**	0.664**	0.361*	0.812**	0.789**	0.748**	1					
LA	-0.292*	0.13	0.365**	0.329*	0.209	0.291*	0.421**	0.502**	0.445**	0.456**	0.771**	1				
Carbohydr	0.031	-0.069	-0.044	-0.098	0.122	0.017	-0.048	-0.013	-0.011	-0.0145	-0.018	-0.141	1			
protein	0.193	0.091	0.23	-0.132	-0.138	-0.166	0.003	-0.161	-0.123	-0.145	-0.112	-0.068	-0.126	1		
C. cycle	0.197	-0.231	-0.069	0.68	-0.137	-0.551	0.195	0.057	0.047	0.036	0.221	0.325*	-0.151	-0.015	1	
Gum	-0.0103	0.141	0.123	0.241	0.218	0.266 *	-0.072	0.178	0.118	0.0126	0.276 *	0.199	0.153	-0.156	-0.006	1

** : Significantly different at 1% of probability level.

** : وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

نیتروژن در دو مرحله (مرحله ۴ برگ‌گی و ابتدای غلاف‌دهی) مناسب‌ترین تیمارهای کود نیتروژن از منبع اوره و تراکم بوته در واحد سطح می‌باشند. مسلماً برای گنجاندن این توده بومی در برنامه‌های زراعی می‌بایست، سایر تیمارهای کودی، بررسی بهترین تاریخ کشت، دور آبیاری و ... نیز بررسی شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد توده بومی گوار (گرمبیت)، به دلیل سازگاری در شرایط آب و هوایی منطقه ایران‌شهر، با وجود اینکه دارای ارتفاع کم و تعداد شاخه‌های فرعی زیادی می‌باشد، اما عملکرد نسبتاً مناسبی دارد. توصیه کاشت با تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و ۵۰ کیلوگرم کود

REFERENCES

- Ahmad, G.J., Arif, M., Jan, M.T. & Khattak, R. A. (2007). Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. *Zhejiang University Science*, 8,731-737.
- Ahmadi, F., Moradi Talavat, M., Siadat, A. & Moshtati, A. (2018). Effect of various levels of humic acid on yield and absorption of nutritious elements in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in different seed densities. *Journal of Crop Production and Processing*, 9 (1), 33-49. (In Farsi).
- AOAC, (1983). *Association of official analytical chemists*, Washington, D.C, 50-65.

4. Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts: Poly phenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.
5. Asghari, A., Razmjoo, K. & Mazaheri Tehrani, M. (2006). Effect of nitrogen rates on yield, yield components and grain protein of grain sorghum (*Sorghum bicolor*). *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 13 (1), 49-57. (In Farsi).
6. Baloch, A., Soomro, A.M., Javed, M.A., Ahmad, M., & Bughio, H.R. (2002). Optimum plant density for high yield in rice (*Oriza sativa* L.) *Asian Journal of Plant Science*, 1(2), 114-116.
7. Cheema, M.A., Malik, M.A., Hussain, A., Shah, S.H. & Basra, A.M.A. (2001). Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola. *Journal of Agronomy Crop Science*, 186, 103-110.
8. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebbers, P.A. & Smith, F. (1956). Phenol sulfuric acid method for the determination of total carbohydrates. *Analytical Chemistry*, 28,350-356.
9. Gan, Y., Stulen, I., Van Keulen, H. & Kuiper, P.J.C. (2003). Effect of N fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth, N₂ fixation, and yield of three soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes. *Field Crops Research*, 80, 147-155.
10. Gill, M.S. & Narang, R.S. (1993). Yield analysis in Gobbi Sarson (*Brassica napus* L.) to plant density and nitrogen. *Indian Journal of Agronomy*, 38, 257-265.
11. Gresta, F., Avola, G., Cannavò, S. & Santonoceto, C. (2018). Morphological, biological, productive and qualitative characterization of 68 guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) genotypes. *Industrial Crops Product*, 114, 98-107.
12. Heidarzadeh, A., Modarres-Sanavy, S.A.M. & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2020). Effect of nitrogen on some quantitative and qualitative traits of *Dracocephalum kotschy* Boiss. *Iranian Journal of Horticultural Science*. 51(3), 705-717. (in Farsi).
13. Kaushal, T., Onda, M., Ito, S., Yamazaki, A., Fujikake, H., Ohtake, N., Sueyoshi, K., Takahashi, Y. & Ohya, T. (2006). Effect of placement of slow- release fertilizer (Lime nitrogen) applied at different rates on growth, N₂ fixation and yield of soybean (*Glycine max*). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192, 417-426.
14. Khajehpour, M.R. (2009). *The principle of agronomy*. Isfahan Industrial University Publication. (in Farsi).
15. Meftahizadeh, H. & Asareh, M.H. (2019). Comparison of Iranian populations of *Cyamopsis Tetragonoloba* with commercial varieties for yield components, yield and qualitative characteristics under different seasonal cultivation. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant*, 35(3), 456-470. (In Farsi).
16. Meftahizade, H., Hamidoghli, Y., Assareh, M.H. & Javanmard Dakheli, M. (2017). Effect of sowing date and irrigation regimes on yield components, protein and galactomannancontent of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Iran climate. *Australian Journal of Crop Science*, 11(11), 1481-1487.
17. Naseri, R., Rahimi, M.J. Siadat, S.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(1), 78-91. (In Farsi).
18. Rao, K.S., Moorthy, B.T.S., Dash, A.B. & Lodh, S.B. (1996). Effect of time of transplanting on grain yield and quality traits of Basmati- Type seeded rice (*Oriza sativa*) varieties in Coastal Orissa. *Indian Journal of Agricultural Science*, 66(6), 333-337.
19. Sabahelkheir, M., Abdalla Abdelwahab, K. & Nouri Sulafa, H. (2012). Quality assessment of guar gum (endosperm) of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*). *ISCA Journal of Biological Sciences*, 1(1), 67-70.
20. Shafaroodi, A., Zavareh, M., Peyvast, G., & Dorri, HR. (2012). Effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Landraces*, 22(3), 47-60. (in Farsi).
21. Shirtliffe, S.J. & Johnston, A.M. (2002). Yield density relationships and optimum plant populations in two cultivars of solid-seeding dry bean grown in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 82, 521-529.
22. Salehi, F. (2014). Effect of plant density on seed yield and its components in new red bean lines. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 103, 23-28. (In Farsi).
23. Shahein, A.H., Agwah, E.M.R. & EL-Shammah, H. A. (1995). Effect of plant density as well as nitrogen and phosphorus fertilizer rate on growth, green pods and dry seed yield and quality of broad bean. *Annuals of Agricultural Science Moshthor*, 33(1), 371-388.
24. Sinclair, T.T. & Dewit, C.T. (1975). Photosynthetate and nitrogen requirements for seed production by various crops. *Crop Science*, 189, 565-567.

25. Stefan, S., Craig, E.A. & Michael, H.D. (2004). Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. *Agronomy Journal*, 96, 966-970.
26. Tabrizi, L., Zavvari, A.R., & Yazdani, D. (2017). Response of growth and yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) to planting space and harvesting time. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48 (2), 317-327.
27. Xiao, S., Chen, S., Zhao, L. & Wang, G. (2006). Density effects on plant height growth and inequality in sunflower population. *Agronomy Journal*, 48, 513-519.
28. Zangani, A., & Kashani, A. (2001). *Investigation of nitrogen levels on growth and qualitative and quantitative of seed in brassica sp. For autumn cultivation in Ahvaz region*. M.Sc. Thesis. Chamran University, Iran. (In Farsi).