

## بررسی اثر تراکم کاشت و کود شیمیایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی صنعتی گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)

سید جلال‌الدین جزایری<sup>۱\*</sup>، سید محسن موسوی نیک<sup>۲</sup>، احمد قنبری<sup>۳</sup> و بابک بحرینی‌نژاد<sup>۴</sup>

\*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

پست الکترونیک: Jazayeri88@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۴- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۷

### چکیده

به‌منظور تعیین اثر کود شیمیایی و تراکم بوته بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی صنعتی گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴ انجام گردید. کود شیمیایی به‌عنوان عامل اول در دو سطح (۶۰، ۷۰، ۷۰) و (۹۰، ۱۰۰، ۱۰۰) کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاس و عامل دوم سه تراکم ۶۰، ۷۵ و ۹۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که در آزمایش سال اول سطوح کودی بر هیچ‌یک از صفات بجز عامل تورم معنی‌دار نشد. تراکم بر تعداد نیام در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید و بر دیگر صفات معنی‌دار نشد. اثر متقابل کود و تراکم بر میزان موسیلاژ معنی‌دار گردید. در آزمایش سال دوم کود بر زیست توده و موسیلاژ معنی‌دار شد و بر بقیه صفات معنی‌دار نشد. سطوح تراکم نیز بر زیست توده و تعداد نیام معنی‌دار شد و اثر متقابل کود و تراکم بر میزان موسیلاژ معنی‌دار و بر بقیه صفات غیرمعنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها حکایت از افزایش زیست توده و دانه در سال دوم در هر دو عامل داشت. با کاهش تراکم، تعداد شاخه و به‌تبع آن تعداد نیام در بوته افزایش یافت که موجب افزایش عملکرد نیز شد. مقادیر پروتئین خام دانه در سال دوم افزایش نشان داد. میزان موسیلاژ دانه در سال دوم کاهش نشان داد. در این آزمایش میزان تورم دانه با میزان موسیلاژ همبستگی مثبت نداشت. با توجه به نتایج بدست‌آمده در این مطالعه و همچنین لگوم بودن گوار و امکان تأمین بخشی از نیاز تغذیه‌ای توسط خود گیاه، در صورتی که هدف تولید موسیلاژ باشد سطح کودی اول (۶۰، ۷۰، ۷۰) و تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در شرایط مشابه با این تحقیق توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)، عملکرد بیولوژیک (زیست توده)، عملکرد دانه، لوبیای خوشه‌ای، لگوم، گیاه دارویی.

### مقدمه

در هند و پاکستان قدمت دیرینه‌ای دارد. این گیاه را در انگلیسی "لوبیای خوشه‌ای" (Cluster bean) نیز می‌نامند. صمغ گوار در صنایع زیادی همانند صنایع غذایی مثل صنعت

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) گیاهی از خانواده بقولات (Fabaceae) و بوته‌ای یک‌ساله می‌باشد که

می میلادی میسر نخواهد بود (Gresta et al., 2013). گیاه گوار نسبتاً دوره رشدی کوتاه (۹۰ تا ۱۲۰ روز) دارد که امکان در تناوب قرار گرفتن با دیگر گیاهان را همانند پنبه و سورگوم دانه‌ای دارد (Kalyani, 2012; Tripp et al., 2011). بعضی محققان گوار را بهاره-تابستانه نامیده‌اند و متناسب با مناطق مختلف زمان کشت آن را از اواسط ماه می تا اواسط ماه اوت میلادی ذکر کرده‌اند که برابر آن در سیستم سال شمسی از اوایل خرداد تا اوایل شهریور می‌باشد (Gresta et al., 2014). در منطقه جنوب شرق کشور (ایران) کشاورزان سنتی منطقه این گیاه را در بازه زمانی حدوداً ۴۰ روزه در ماه‌های اسفند و فروردین کشت می‌نمایند.

از خصوصیات با ارزش گیاه گوار، وجود موسیلاژ قابل بهره‌برداری در دانه آن است. موسیلاژها در الکل‌ها غیرمحلول ولی در آب محلول می‌باشند و پس از جذب آب متورم و حجیم می‌شوند و با توجه به نوع موسیلاژ میزان تورم می‌تواند متفاوت باشد که به آن عامل تورم اطلاق می‌گردد که بیانگر کیفیت موسیلاژ می‌باشد (Dorri & Alamdar, 2007). مهمترین خواص دارویی موسیلاژها، خاصیت ضد سوزش معده آنهاست، به طوری که موسیلاژ لایه محافظ ظریفی روی غشای مخاطی معده تولید می‌کند و مانع اثر عوامل سوزش‌آور بر سطوح مذکور می‌شود. از خاصیت جذب آب موسیلاژها، برای کاهش آب موجود در لوله گوارش (در اسهال‌های مزمن، به عنوان قابض) استفاده می‌کنند (Omidbaigi, 1995). این مواد به طور طبیعی و در چرخه رشد عادی گیاهان تولید می‌شوند. در بیشتر موارد منبع اصلی این مواد دانه‌ها هستند، اما در میوه، برگ، گل و سایر اندام‌های گیاهی نیز یافت می‌شوند (Zhao et al., 2008). آنالیز موسیلاژها نشان می‌دهد که دارای واحدهای سازنده‌ای مانند گالاکتورونیک اسید، گلوکورونیک اسید، آرابینوز، گزیلوز، رامنوز، مانوز، گالاکتوز و گلوکز می‌باشند (Fekri et al., 2006; Zhao et al., 2006).

میزان تولید محصول با میزان عرضه عناصر معدنی و گاهی آلی خاک که برای آنها قابل استفاده باشد، متناسب بوده و از دیرباز بشر به اهمیت عناصر معدنی و آلی در رشد

نانوایی، بستنی‌سازی، صنایع لبنی، صنایع گوشت، صنایع نوشابه‌سازی و در صنایع غیرخوراکی همانند صنایع کاغذ، معدن، حفر چاه‌های نفت، نساجی، داروسازی و مواد منفجره مورد استفاده قرار می‌گیرد. صمغ گوار از لحاظ درمانی به عنوان کاهنده قند خون، ضد میکروب و مهارکننده اشتها استفاده می‌شود. همچنین این صمغ به عنوان یک ملین برای درمان اسهال، سندروم روده تحریک‌پذیر (IBS) و همچنین چاقی و دیابت، برای کاهش کلسترول و برای جلوگیری از سخت شدن شریان (آترواسکلروز) استفاده می‌شود (Siddaraju et al., 2010; Jackson & Doughton, 1982; Gresta et al., 2013; Gresta et al., 2014). در غذاها و نوشیدنی‌ها، از صمغ گوار به عنوان پایدارکننده، حجم‌دهنده، معلق‌کننده و عامل اتصال استفاده می‌شود. در صنایع داروسازی از صمغ گوار به عنوان یک عامل اتصال در قرص و حجم‌دهنده در لوسیون و کرم استفاده می‌شود. از گیاهان دارویی مانند گوار به شکل‌های داروهای خانگی، داروهای بدون نیاز به نسخه OTC (Over The Counter) و مواد اولیه کارخانه‌های داروسازی به طور وسیع در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه استفاده می‌شود که در بازار جهانی دارو سهم قابل ملاحظه‌ای دارند (Mosaddegh et al., 1998). توجه به گیاهان دارویی که بخش عمده‌ای از طب سنتی ایران را تشکیل می‌دهند و استفاده فراوانی در بین مردم دارند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در این میان انجام کنترل کیفی گیاهان دارویی برای دسترسی اقشار مختلف مردم به محصولات با کیفیت استاندارد ضروری می‌باشد (Mosaddegh et al., 1998). این گیاه یک لگوم یک‌ساله تابستانه متحمل به خشکی و شوری می‌باشد که با تثبیت نیتروژن اتمسفر و افزودن بقایای آن سبب افزایش نیتروژن و مواد آلی خاک می‌گردد (Singla et al., 2016). گوار نیازمند درجه حرارت بالا در خاک (حداقل ۲۰ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد) برای جوانه‌زنی بذر می‌باشد (Gresta et al., 2018). در حالیکه درجه حرارت بهینه برای جوانه‌زنی آن ۳۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود و در مناطق مدیترانه‌ای زمان کشت زودتر از ماه ژوئن یا نیمه اول ماه

گزارش کردند که تیمارهای کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر درصد اسانس نداشته‌اند. همچنین مقدار تیمول در تیمارهای مختلف تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداده و بیشترین مقدار آن ۱۴/۱۳٪ از کل اسانس‌ها را شامل شده است.

از عوامل تأثیرگذار دیگر روی کیفیت و کمیت محصول، تراکم مناسب و مطلوب می‌باشد. تراکم مطلوب بوته عبارت از تراکمی است که در نتیجه آن تمامی عوامل محیطی (آب، هوا، نور و خاک) مورد استفاده کامل قرار گرفته و در عین حال رقابت‌های بین بوته‌ای و درون بوته‌ای حداقل باشند. از سوی دیگر، انتخاب تراکم مناسب بوته باید بر پایه عوامل گیاهی و محیطی از قبیل اندازه بوته، قابلیت پنجه‌دهی، ورس و غیره استوار باشد. عوامل محیطی نیز بر تراکم مطلوب بوته برای عملکرد اثر می‌گذارند. این عوامل عمدتاً عبارتند از: تابش خورشید، رطوبت و حاصلخیزی خاک؛ محدودیت‌های این عوامل اقلیمی، تراکم مطلوب برای تولید حداکثر را کاهش می‌دهد. علف‌های هرز نیز با گیاهان زراعی از نظر استفاده از این عوامل محیطی رقابت نموده و تراکم را کاهش می‌دهند (Sarmadnia & Koucheiki, 1989). افزایش بازدهی جذب تشعشع در پوشش گیاهی، بستگی به سطح برگ و نحوه توزیع آن در گیاه داشته و افزایش بازدهی محصول و جذب تشعشع نیز وابسته به تراکم و توزیع گیاهان در سطح مزرعه می‌باشد (Nasiri & Mahallati, 2001). از نظر بعضی محققان فاصله‌گذاری در گیاه گوار نوعی کشاورزی مهم معیشتی و غیر انتفاعی می‌باشد که حفظ و تأمین استقرار مطلوب، استفاده کارآمد از منابع طبیعی مثل نور، فضا، رطوبت و مواد غذایی را به وسیله تاج پوشش گیاهی تضمین می‌کند. در نتیجه بازدهی بالاتر در کنار صرفه‌جویی در مصرف بذر و کاهش هزینه‌های کاشت را دربر خواهد داشت (Ramanjaneyulu et al., 2018).

محصولات زراعی دارویی زمانی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشند که متابولیت‌های اولیه و ثانویه از لحاظ کمی به حد مطلوب رسیده باشد. با انتخاب عوامل محیطی قابل مدیریت مثل رطوبت، شرایط خاک و ارقام گیاهی مناسب می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت (Omidbaigi, 1995). با توجه به کاربردهای متعدد صمغ، دانه و اجزای دیگر

گیاه و تولید محصول پی برده است. امروزه از کودها به‌عنوان ابزاری برای دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. البته علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت محصولات نیز باید مدنظر قرار گیرد (Balogh et al., 2006). نیتروژن از جمله عناصری است که گیاهان در تمام دوره‌های فعالیت خود به آن نیاز دارند. کودهای نیتروژن‌دار از طریق توسعه اندام‌های هوایی و تولید مواد کربوهیدراتی بیشتر با افزایش سطح کربن‌گیری، در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفاء می‌کنند. افزایش در مقدار نیتروژن خاک نه تنها بر رشد گیاه، بلکه بر الگوهای اصلی مورفولوژی گیاهی نیز تأثیر دارد (Khajepour, 2007).

برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کودهای آلی به تنهایی، برای تأمین همه عناصر مورد نیاز گیاه و بازگشت مواد مغذی به خاک مناسب نیست (Pandey & Patra, 2015)؛ بنابراین طبق آزمایش‌های طولانی‌مدت، کاربرد ترکیبی مناسب از کودهای آلی و غیرآلی نه تنها منجر به حفظ حاصلخیزی خاک و بهبود بهره‌وری زراعی می‌شود، بلکه تولید بالاتر گیاه و حداکثر مزایا را نیز برای کشاورزی به دنبال دارد و یک راهبرد امیدبخش برای توسعه بیشتر پایداری کشاورزی به‌شمار می‌رود (Zhao et al., 2016). از سویی مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی منتج به کاهش حاصلخیزی خاک و سلامت مصرف‌کنندگان می‌شود. بقایای کودها و آفت‌کش‌های نیتروژن‌دار ایجاد آلودگی در آبها می‌نماید که منجر به اثرهای سرطان‌زایی در بدن و خسارت به اعضاء و جوارح مهم انسان می‌گردد. کاربرد کودهای شیمیایی علاوه بر این به سبب برهم خوردن تعادل عناصر غذایی خاک، باعث کاهش حاصلخیزی و کیفیت خاک می‌شود (Balbhim et al., 2015). Baranauskiene و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی که با استفاده از کودهای نیتروژن روی آویشن باغی انجام دادند مشاهده نمودند که مواد تشکیل‌دهنده اسانس تحت تیمارهای کود مورد استفاده تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین در مطالعه‌ای دیگر Omidbaigi و Rezaei nejad (۲۰۰۰)

جغرافیایی ۳۲ درجه و ۶۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۵۷۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. براساس اطلاعات گرفته شده از سایت اداره کل هواشناسی استان اصفهان ([www.esfahanmet.ir](http://www.esfahanmet.ir)) محل اجرای آزمایش از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود و میانگین بارندگی سالانه در طول ۲۰ سال گذشته ۱۲۲ میلی متر بوده است که حکایت از کم آبی در منطقه دارد. برای آزمون خاک از چندین نقطه زمین محل آزمایش طبق الگو و حالت زیگزاگ از پروفایل خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر نمونه برداری شد (Bahrapour & Akhavan, 2015) که نتایج آن در جدول ۱ ارائه گردیده است. بذر مورد نیاز از مرکز تحقیقات کشاورزی سراوان و ایرانشهر (که این توده محلی در آن منطقه کشت می شود) تهیه گردید.

گیاه گوار برای انسان و دام، در این تحقیق گیاه گوار (معرفی شده در حاشیه مرزی ایران و پاکستان که در سطح مصرف خانوادگی کشت می شود و اطلاعات کافی از ویژگی های کمی و کیفی آن وجود ندارد) در شرایط آب و هوایی منطقه اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این تعیین تراکم بهینه برای کشت و بررسی تأثیر کودهای شیمیایی در تغذیه گیاه گوار و تأثیر آن بر میزان موسیلاژ، پروتئین، فاکتور تورم و عملکرد کمی و کیفی گیاه گوار زمینه ساز دیگری برای شکل گیری این تحقیق گردید.

### مواد و روش ها

این آزمایش در دو سال مجزا در سال های زراعی ۹۳-۹۴ و ۹۴-۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان با مختصات

جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک

کلاس بافت	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%OC)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (ds/m)
لومی شنی	۱۸	۲۸	۵۸	۱۷۰	۴۰	۰/۱	۱/۰۳	۷/۵	۲/۳۵

این نظریه و همچنین براساس نتایج آزمایش شیمیایی خاک تعیین گردید. سطوح کودی هریک شامل سه کود پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاس بود که سطح اول کودی شامل ۶۰، ۷۰ و ۷۰ کیلوگرم و سطح دوم شامل ۹۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی به ترتیب نیتروژن از منبع اوره، فسفات از منبع فسفات آمونیم و پتاس از منبع سولفات پتاسیم در نظر گرفته شد. کودهای شیمیایی در سطح زمین در کنار پشته ها و در دسترس گیاه قرار داده شدند. همه کودهای ذکر شده بجز اوره همزمان با کشت به زمین اضافه گردید. کود اوره در سه مرحله به میزان مساوی همزمان با کشت، پس از وجین اول و در زمان پر کردن نیام به زمین داده شد. عامل دوم شامل ۳ تراکم به ترتیب ۶۰، ۷۵ و ۹۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. فاصله بین پشته ها ۵۰ سانتی متر و فاصله

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر بود. پس از تسطیح اقدام به ایجاد جوی و پشته با فواصل ۵۰ سانتی متری و جوی آب اصلی گردید. سپس نقشه طرح اجرا شد. در این طرح فاصله بین کرت ها ۶۰ سانتی متر و فاصله بین بلوک ها ۱۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی انجام گردید. عامل اول دو سطح کود شیمیایی و عامل دوم سه تراکم مختلف بود. نظر به اینکه کاربرد اضافی کودها در گیاهان دارویی می تواند اثر مخرب و سمی بر آنها داشته باشد و میزان ترکیب های مؤثره آنها را تغییر دهد، در چنین صورتی کارایی دارویی این گیاهان تنزل خواهد کرد یا به طور کلی از بین خواهد رفت (Xie & Leung, 2009). از این رو سطوح و میزان انتخابی تیمارهای کودی تحت تأثیر

گرم موسیلاژ از رابطه زیر استفاده و به عنوان فاکتور کیفیت بذر مورد بررسی قرار گرفت.

$$\text{میزان موسیلاژ} = \frac{100 \times \text{فاکتور تورم}}{\text{مقدار تورم هر گرم موسیلاژ}}$$

#### اندازه‌گیری خاکستر

برای اندازه‌گیری خاکستر مقدار اندکی از نمونه پودر شده (حداقل ۵ گرم) در داخل یک بوتله چینی که از قبل توزین و خشک شده بود، ریخته شد. آنگاه بوتله‌های چینی در داخل کوره در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت قرار گرفتند. بعد از خنک شدن در ظرف دسیکاتور با ترازوی دقیق توزین شده و طبق فرمول زیر درصد خاکستر محاسبه گردید.

$$100 \times \frac{\text{وزن خاکستر}}{\text{وزن نمونه اولیه}} = \text{درصد خاکستر یا مواد معدنی}$$

#### اندازه‌گیری پروتئین

برای اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه گوار، به روش مایکروکلدال عمل گردید. بدین منظور، از نمونه پودر شده دانه سه نمونه نیم گرمی در لوله‌های هضم قرار گرفت. پس از هضم با اسید سولفوریک غلیظ، عمل تیتراسیون در دستگاه کلدال اتوماتیک مدل تیکیتتر ۱۰۳۰، درصد نیتروژن موجود در دانه مشخص شد که براساس آن درصد پروتئین نمونه برداشتی با ضریب ثابت ۶/۲۵ (ضریب تبدیل نیتروژن پروتئین) تعیین گردید. سپس مقدار پروتئین نمونه هر کرت براساس ماده خشک، به صورت درصد در یک گرم نمونه، با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Acosta-Callegos & Adams, 1991).

بوتله‌ها روی پشته ۱۱، ۱۶ و ۲۱ سانتی‌متر به ترتیب برای ایجاد تراکم‌های ۹۰، ۷۵ و ۶۰ بوتله در مترمربع در نظر گرفته شد. کشت بذرها به صورت کپه‌ای انجام گردید، ابتدا در هر گودال به عمق ۵ سانتی‌متر بین ۸ تا ۱۰ بذر قرار داده شد ولی پس از استقرار گیاه در دو مرحله همزمان با وجین کردن به ۵ بوتله در هر کپه تقلیل داده شدند تا به تراکم مورد نظر رسیدند. کشت در اواسط خردادماه و برداشت در اوایل مهرماه با رعایت حواشی انجام شد. ابتدا از محصول برداشت شده پنج بوتله به طور اتفاقی جدا گردید و بعد تعداد شاخه و تعداد نیام آنها شمارش شده و از میانگین آنها تعداد شاخه و نیام هر بوتله محاسبه گردید. سپس محصول برداشت شده در کیسه‌های پارچه‌ای خشک شد. پس از این مدت، ابتدا نمونه‌ها توزین شده تا عملکرد بیولوژیک خشک بدست آید. سپس نمونه‌ها خرمن‌کوبی شدند و عملکرد دانه تعیین گردید. در مرحله بعد رطوبت دقیق دانه و کاه و کلش محاسبه و در نهایت برای تعیین عملکرد نهایی بیولوژیک و دانه اعمال گردید. شایان ذکر است که بذرها استفاده شده در این تحقیق از منطقه ایرانشهر و سروان می‌باشد (که بدلیل همجواری با مرز پاکستان از آن طریق به این شهرهای مرزی معرفی شده است) و به نوعی توده محلی حاشیه جنوب شرق کشور محسوب می‌شود.

#### استخراج موسیلاژ

برای تعیین مقدار موسیلاژ بذر گوار از روش کالیا سوندرام استفاده گردید (Ebrahimzadeh et al., 1996). برای تعیین فاکتور تورم مقدار یک گرم بذر خشک را در استوانه مدرج ۲۵ میلی‌لیتری ریخته، سپس به آن ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. بعد از ۲۴ ساعت افزایش حجم بذرها متورم که همان عدد فاکتور تورم می‌باشد اندازه‌گیری شد. برای تعیین مقدار تورم برای هر

$$100 \times \frac{\text{عدد درصد پروتئین محاسبه شده توسط دستگاه}}{\text{وزن نمونه خشک}} = \text{درصد پروتئین دانه براساس ماده خشک}$$

عملکرد بیولوژیکی ۱۱/۱۳۵ و عملکرد دانه ۴/۶۳۷ تن در هکتار می‌باشد. این میزان عملکرد بیولوژیک و دانه با تراکم ۶۰ بوته به ترتیب به میزان ۱۱/۰۵۲ و ۴/۴۰۳ تن در هکتار اختلاف معنی‌دار نداشتند. کمترین عملکرد بیولوژیک و دانه متعلق به تراکم ۹۰ بوته به ترتیب به میزان ۸/۶۹ و ۳/۵۲۷ تن در هکتار بود که به ترتیب ۲۱/۹۷ و ۲۳/۹۲ درصد اُفت عملکرد را نسبت به بالاترین عملکرد نشان می‌دهد (جدول ۴).

میزان نیتروژن و پروتئین دانه که با همدیگر رابطه مستقیم دارند، در هر دو سال آزمایش چه از جهت سطوح کودی و چه از جهت تراکم‌های مختلف و همچنین برهم‌کنش آنها معنی‌دار نشدند (جدول ۱ و ۲)، اما در سال دوم میزان هر دو آنها (نیتروژن و پروتئین) افزایش قابل ملاحظه‌ای داشتند. میانگین پروتئین در دو سطح کودی در سال اول ۲۶/۹۹۵٪ بود و در سال دوم این میزان ۲۸/۵۱٪ بود که نسبت به سال قبل ۵/۶۱٪ افزایش داشت. تجزیه واریانس اثر تراکم‌های مختلف بر پروتئین در هر دو سال معنی‌دار نگردید (جدول‌های ۱ و ۲) اما افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان پروتئین در سال دوم داشت که به‌طور کلی میانگین میزان پروتئین هر سه تراکم در سال اول ۲۶/۹۹٪ و در سال دوم ۲۸/۵۱٪ گردید. این میزان افزایش در سال دوم برابر ۵/۶۳٪ می‌باشد (جدول ۴). این میزان افزایش مشابهت زیادی با میزان افزایش پروتئین در سال دوم در تیمارهای کودی دارد. به‌دلیل رابطه مستقیم نیتروژن و پروتئین، از بیان نتایج تجزیه واریانس آن صرف‌نظر گردید.

با توجه به جدول تجزیه واریانس میزان خاکستر دانه گوار که نمایانگر مواد معدنی موجود در گیاه می‌باشد در هر دو سال آزمایش نسبت به سطوح کودی و تراکم و همچنین برهم‌کنش آنها واکنش معنی‌داری نشان نداد (جدول‌های ۱ و ۲).

در پایان تجزیه آماری با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

## نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس، سطوح کودی روی عملکرد بیولوژیک و دانه در سال اول تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی در سال دوم در سطح ۵٪ روی عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد؛ در حالیکه عملکرد دانه هنوز معنی‌دار نبود (جدول‌های ۱ و ۲). مقایسه میانگین‌های هر دو سال در بخش تیمارهای کودی حکایت از این داشت که هم عملکرد بیولوژیک و هم دانه در سال دوم افزایش یافته است (جدول‌های ۳ و ۴). افزایش عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۱۰/۱۵ و ۲۶/۴۵ درصد برای سطوح کودی ۱ و ۲ بود. عملکرد دانه نیز به میزان ۱/۱۸ و ۴/۷۷ درصد به ترتیب برای سطوح کودی ۱ و ۲ بود. سال دوم سطوح کودی عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ داشت، ولی عملکرد دانه با اینکه افزایش یافته بود اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول‌های ۱ و ۲). عملکرد بیولوژیک در سطوح کودی ۱ و ۲ به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۲/۸۱۳ تن در هکتار شد که افزایش ۱۱/۴۱ درصدی را نشان می‌دهد و عملکرد دانه به ترتیب در دو سطح کودی به ۴/۲۳ و ۴/۳۹ تن در هکتار رسید که اختلاف ۳/۷۸ درصدی را نشان می‌دهد. این دو سطح هرچند اختلاف عددی دارند ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند (جدول ۳).

تراکم بوته و اثر متقابل تراکم و سطوح کودی در سال اول آزمایش روی عملکرد بیولوژیک و دانه تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۱ و ۲)، این در حالیست که مقایسه میانگین‌های هر دو نوع عملکرد نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد را در تراکم ۷۵ بوته داشته‌ایم. در این تراکم

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی (کود شیمیایی و تراکم) بر صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد نیام،

نیترژن، پروتئین، خاکستر، موسیلاژ و فاکتور تورم در سال زراعی ۹۳-۹۴

میانگین مربعات سال زراعی ۹۳-۹۴						عملکرد عملکرد بیولوژیک	درجه آزادی	منابع مؤثر در تغییرات	
فاکتور تورم	میزان موسیلاژ	میزان خاکستر	پروتئین خام	میزان نیترژن	تعداد نیام در بوته				
۰/۰۲۰ns	۲/۵۹ns	۰/۰۰۰۲ns	۰/۲۳۱ns	۰/۰۰۷ns	۴۹۶/۶۲*	۱۳۴۱۴/۲۲ns	۱۱۲۲۹۷/۷۲ns	۲	تکرار (بلوک)
۰/۰۹۸**	۱/۷۶ns	۰/۰۰۰۰۶ns	۰/۴۶۲ns	۰/۰۱۴ns	۵۰/۶۶ns	۵/۵۵ns	۴۳۵۵/۵۵ns	۱	سطوح کودی
۰/۰۱۸ns	۰/۷۷ns	۰/۰۰۰۰۴ns	۳/۳۴ns	۰/۱۰۲ns	۱۴۳۵/۷۷**	۲۰۵۵۰/۸۸ns	۱۱۵۶۲۴/۳۸ns	۲	سطوح تراکم
۰/۰۰۰۰۵ns	۱۴/۹۰*	۰/۰۰۰۰۶ns	۲/۰۵ns	۰/۰۶۳ns	۲۱۷/۲۱ns	۱۰۳۴۲/۸۸ns	۷۲۳۷۵/۳۸ns	۲	کود × تراکم
۰/۰۰۰۹	۳/۵۷	۰/۰۰۰۰۳۱	۴/۹۷	۰/۱۵	۸۲/۶۷	۶۵۱۸/۸۲	۳۰۶۳۳/۸۵	۱۰	خطای آزمایش
۶/۵۳	۶/۶۰	۱۲/۰۸	۸/۲۶	۸/۲۶	۸/۲۶	۲۱/۷۸	۱۷/۰۰	-	ضریب تغییرات

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشد.

بوته گوار نداشتند (جدول های ۱ و ۲). هرچند مقایسه میانگین ها نشان می دهد که به طور میانگین در تیمارهای کودی در سال دوم مختصری افزایش در تعداد نیام وجود دارد (جدول ۳) اما تراکم گیاه تأثیر کاملاً معنی داری روی تعداد نیام (در حد ۱٪) داشت. در هر دو سال بیشترین تعداد نیام را تراکم ۶۰ بوته در مترمربع و کمترین تعداد نیام را تراکم ۹۰ بوته در مترمربع داشت. در سال اول به ترتیب برای تراکم های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ بوته در مترمربع برابر ۵۴/۴۰، ۴۶/۳۳ و ۲۴/۵۰ نیام در بوته وجود داشت و در سال دوم نیز برای همین تراکم ها به ترتیب ۵۷/۹۸، ۴۰/۰۸ و ۲۷/۳۶ نیام در بوته شمارش شد. میزان نسبت افزایش نیام در سال اول از کمترین به بیشترین تعداد برابر ۱۲۲٪ و در سال دوم نیز این اختلاف برابر ۱۱۲٪ بود که تقریباً به یک میزان افزایش داشتند (جدول ۴).

بیشترین میزان خاکستر اندازه گیری شده در سطوح کود شیمیایی در آزمایش سال زراعی ۹۳-۹۴ در سطح کود شیمیایی ۲ به میزان ۳/۹۳٪ بدست آمد و کمترین میزان خاکستر اندازه گیری شده در سطوح کود شیمیایی در آزمایش سال زراعی ۹۴-۹۵ در سطح کود شیمیایی ۲ به میزان ۳/۷۷٪ بدست آمد که از نظر آماری در یک سطح قرار دارند (جدول ۳)؛ اما در تیمارهای سطوح مختلف تراکم بیشترین میزان خاکستر اندازه گیری شده در آزمایش سال زراعی ۹۳-۹۴ در سطح تراکمی ۹۰ بوته در مترمربع به میزان ۳/۹۳٪ و کمترین میزان خاکستر اندازه گیری شده در سطوح تراکمی در آزمایش سال زراعی ۹۴-۹۵ در سطح تراکمی ۷۵ بوته در مترمربع به میزان ۳/۸۲٪ بدست آمد که از نظر آماری تفاوتی با هم ندارند (جدول ۴). سطوح کودی در هر دو سال آزمایش تأثیر معنی داری روی تعداد نیام در



جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی (کود شیمیایی و تراکم) بر صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد نیام، نیتروژن، پروتئین، خاکستر، موسیلاژ و فاکتور تورم در سال زراعی ۹۴-۹۵

میانگین مربعات سال زراعی ۹۴-۹۵								درجه آزادی	منابع مؤثر در تغییر
فاکتور تورم	میزان موسیلاژ	میزان خاکستر	پروتئین خام	میزان نیتروژن	تعداد نیام در بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک		
۰/۰۰۶ns	۱۷/۰۵**	۰/۰۰۲*	۴/۲۱ns	۰/۱۲۹ns	۳۰/۴۹ns	۱۱۸۱۱/۳۸ns	۶۲۲۶۰۲/۸۸**	۲	تکرار (بلوک)
۰/۰۱۶ns	۱۰۷/۷۴**	۰/۰۰۳*	۰/۰۳ns	۰/۰۰۰۹ns	۰/۰۰۵ns	۱۱۷۹/۱۹ns	۷۷۵۰۹/۰۳*	۱	سطوح کودی
۰/۰۳۰ns	۲/۱۰ns	۰/۰۰۰۵ns	۲/۲۱ns	۰/۰۶۸ns	۱۴۱۹/۳۴**	۱۵۹۳۳/۵۸ns	۵۹۵۰۷/۹۸*	۲	سطوح تراکم
۰/۰۴۴ns	۱۶/۳۳**	۰/۰۰۰۷ns	۰/۲۰ns	۰/۰۰۶ns	۴۴/۰۱ns	۹۸/۱۴ns	۱۷۵۵/۵۶ns	۲	کود × تراکم
۰/۰۲۱	۱/۳۸	۰/۰۰۰۳	۲/۹۷	۰/۰۹	۵۳/۵۵	۱۰۶۳۷/۰۲	۱۳۶۱۲/۱۲	۱۰	خطای آزمایش
۷/۷۳	۴/۸۷	۱۲/۴۴	۶/۰۴	۶/۰۵	۱۷/۵۰	۲۳/۹۰	۹/۵۹	-	ضریب تغییرات

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشد.



جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر سطوح کود شیمیایی روی صفات مختلف گیاه گوار  
در سالهای زراعی ۹۳-۹۴ و ۹۴-۹۵

مقایسه میانگین تیمارهای سال زراعی ۹۳-۹۴								
سطوح کودی	عملکرد	عملکرد	تعداد نیام	میزان	میزان	میزان	میزان	فاکتور
سال ۹۴	بیولوژیک	دانه	در بوته	نیترژن	پروتئین	خاکستر	موسیلاژ	تورم
کود سطح ۱	۱۰۴۴/۷۸a	۴۱۸/۳۳a	۴۳/۴۲a	۴/۷۵a	۲۷/۱۶a	۰/۱۴۴a	۲۸/۳۱a	۱/۵۸a
کود سطح ۲	۱۰۱۳/۶۷a	۴۱۹/۴۴a	۴۰/۰۶a	۴/۷۰a	۲۶/۸۳a	۰/۱۴۸a	۲۸/۹۴a	۱/۴۳a
مقایسه میانگین تیمارهای سال زراعی ۹۴-۹۵								
سطوح کودی	عملکرد	عملکرد	تعداد نیام	میزان	میزان	میزان	میزان	فاکتور
سال ۹۵	بیولوژیک	دانه	در بوته	نیترژن	پروتئین	خاکستر	موسیلاژ	تورم
کود سطح ۱	۱۱۵۰/۰۳b	۴۲۳/۲۷a	۴۱/۷۹a	۵/۰۰a	۲۸/۵۵a	۰/۱۶۵a	۲۶/۲۷a	۱/۸۴a
کود سطح ۲	۱۲۸۱/۲۷a	۴۳۹/۴۶a	۴۱/۸۲b	۴/۹۸a	۲۸/۴۷a	۰/۱۳۸b	۲۱/۶۸b	۱/۹۰a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

#### میزان موسیلاژ

از تیمارهای مطالعه شده معنی‌دار نشد (جدول‌های ۱ و ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌های سطوح کودی و تراکمی در سال دوم آزمایش میزان فاکتور تورم دانه گوار افزایش پیدا کرد. نتایج این بخش نشان می‌دهد که ارتباط مستقیمی بین میزان موسیلاژ و فاکتور تورم در دانه‌های گوار وجود ندارد و میزان موسیلاژ دانه‌های گوار مستقل از میزان فاکتور تورم آن می‌باشد.

#### بحث

افزایش عملکرد دانه گوار در آزمایش سال دوم حکایت از این دارد که گیاه از نیترژن تثبیت شده استفاده بهینه را نموده و عملکرد خود را ارتقاء داده است. واکنش کم گیاه گوار به تیمارهای تغذیه‌ای مختلف را می‌توان به لگوم بودن این گیاه و از سویی نیاز کم آن به عناصر غذایی، توان پایین و خصوصیات ژنتیکی آن نسبت داد (Gresta et al., 2014). البته بخشی از این نتایج (یعنی تأثیرپذیری کم) وابسته به محلی بودن رقم گیاه گوار می‌تواند باشد. بعضی از محققان بیان کرده‌اند که کنگد در برابر مصرف کودهای شیمیایی واکنش چندانی نشان نمی‌دهد. این موضوع به علت

تأثیر سطوح کودی و تراکم بر میزان موسیلاژ گیاه گوار در آزمایش سال اول معنی‌دار نشد ولی اثر متقابل این دو تیمار بر میزان موسیلاژ در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. در آزمایش سال دوم اثر سطوح کودی و اثر متقابل آن با تراکم در سطح ۱٪ معنی‌دار شد، هرچند تراکم به تنهایی اثر معنی‌داری بر میزان موسیلاژ نداشت (جدول‌های ۱ و ۲). مقایسه میانگین سطوح کودی در دو سال آزمایش حکایت از کاهش میزان موسیلاژ در آزمایش سال دوم داشت که این کاهش به ترتیب در سطح کودی ۱ و ۲ در سال دوم آزمایش ۷/۷۶ و ۳۳/۴۸ درصد می‌باشد (جدول ۳). روند کاهشی موسیلاژ در آزمایش سال دوم در تیمارهای تراکمی نیز مشهود می‌باشد (جدول ۵). میانگین درصد موسیلاژ در تیمار تراکم در سال اول ۲۸/۶۲٪ بود، در حالیکه این میانگین در سال دوم ۲۴/۱۲٪ بود که ۱۵/۷۲٪ کاهش نشان می‌دهد. فاکتور تورم دانه‌های گوار در سال اول فقط در تیمار کودی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد و در سطوح تراکم و اثر متقابل کود و تراکم معنی‌دار نشد، در حالیکه در سال دوم در هیچ‌یک

معنی داری در عملکرد حاصل شد که این افزایش مربوط به تأثیر مثبت و معنی دار نیتروژن در اجزای عملکرد بوده است. دیگر مطالعات نیز نشان داده که اضافه کردن نیتروژن به خاک افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و در نهایت افزایش میزان رشد و عملکرد دانه کنگد را باعث شده است (Garg *et al.*, 2005).

کودپذیری کم ارقام محلی می‌باشد که با شرایط محلی سازگاری یافته است. به طوری که افزایش مصرف کودهای نیتروژنه در ارقام اصلاح شده اغلب سبب افزایش عملکرد دانه شده است (Moorthy *et al.*, 1998). نتایج مطالعه El Mahdi (۲۰۰۸) روی کنگد بیانگر آن بود که با کاربرد ۴۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار شاهد افزایش

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر تراکم گیاه بر روی صفات مختلف گیاه گوار

در سال‌های زراعی ۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴

مقایسه میانگین تیمارهای سال زراعی ۹۴-۹۳								
سطوح تراکم بوته در مترمربع	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد نیام در بوته	میزان نیتروژن پروتئین	میزان خاکستر	میزان موسیلاژ	فاکتور تورم	۶۰ بوته
۶۰ بوته	۱۱۰۵/۲a	۴۴۰/۳۳ab	۵۴/۰۴a	۴/۷۶a	۲۷/۱۹a	۰/۱۵a	۲۸/۸۰a	۱/۴۶a
۷۵ بوته	۱۱۱۳/۵a	۴۶۳/۶۷a	۶۴/۳۳a	۴/۸۳a	۲۷/۶۳a	۰/۱۴a	۲۸/۸۶a	۱/۴۹a
۹۰ بوته	۸۶۹/۰b	۳۵۲/۶۷b	۲۴/۵۰b	۴/۵۸a	۲۶/۱۷a	۰/۱۳a	۲۸/۲۱a	۱/۵۷a
مقایسه میانگین تیمارهای سال زراعی ۹۵-۹۴								
۶۰ بوته	۱۳۲۹/۰۸a	۴۸۸/۱۴a	۵۷/۹۸a	۵/۱۰a	۲۹/۱۶a	۰/۱۴۹a	۲۴/۳۷a	۱/۸۶a
۷۵ بوته	۱۱۷۵/۳۲b	۴۱۸/۷۵a	۴۰/۰۸b	۴/۸۹a	۲۷/۹۵a	۰/۱۴۳a	۲۴/۵۵a	۱/۹۵a
۹۰ بوته	۱۱۴۲/۵۶b	۳۸۷/۲۲a	۲۷/۳۶c	۴/۹۷a	۲۸/۳۳a	۰/۱۶۲a	۲۳/۴۵a	۱/۸۱a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری با هم ندارند.

پایینی دارند و عملکردشان تحت تأثیر عناصر غذایی قرار نمی‌گیرد (Bahrani & Babaei, 2007). ضمن اینکه کاربرد اضافی کودها مخصوصاً کودهای شیمیایی در گیاهان دارویی می‌تواند اثر مخرب و سمی بر آنها داشته باشد و میزان ترکیب‌های مؤثره آنها را تغییر دهد. در چنین صورتی کارایی دارویی این گیاهان تنزل خواهد کرد یا به طور کلی از بین خواهد رفت (Xie & Leung, 2009).

معمولاً افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد کل دانه می‌شود ولی روی تک بوته نتیجه عکس می‌دهد، یعنی تعداد نیام در بوته، اندازه بذر، وزن دانه و شاخص برداشت کاهش پیدا می‌کند (Silim & Saxena, 1993). از آنجایی که گوار

نتایج آزمایش دو ساله Salehi و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که کوددهی از لحاظ آماری تأثیری بر عملکرد گونه شنبليله نداشت، اما از نظر عددی، مصرف کود آلی در سال اول و تلفیق کودها در سال دوم تأثیر مثبت بر عملکرد دانه داشت. همچنین Mohammad Abadi و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی خود نشان دادند که خصوصیات کمی شنبليله، تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت. بنابراین واکنش کم گیاه شنبليله به تیمارهای تغذیه‌ای را می‌توان به لگوم بودن این گیاه و از سویی نیاز کم آن به عناصر غذایی، توان پایین و خصوصیات ژنتیکی نسبت داد. در مطالعه دیگری نیز مشخص شد که ارقام محلی، ظرفیت کودپذیری

است که میزان افزایش پروتئین در سال دوم با میزان افزایش نیتروژن دانه رابطه مستقیم و مشابهی دارد. معنی دار نشدن میزان پروتئین با افزایش میزان نیتروژن معدنی در سطح دوم کودی حکایت از این دارد که کود نیتروژن معدنی بیشتر موجب افزایش بیولوژیک و رشد رویشی گیاه می‌گردد و تا حدی نیز میزان عملکرد دانه را افزایش می‌دهد و تأثیر کمتری روی ویژگی‌های کیفی همانند پروتئین دارد. از سوی دیگر نیتروژن تثبیت شده اتمسفری اثر بیشتری روی ویژگی‌های کیفی گیاه گوار دارد. از آنجا که افزایش شدت تنش خشکی از طریق افزایش غلظت نیتروژن در گیاهان به‌ویژه خانواده غلات محتوای پروتئین را افزایش می‌دهد (Haberle et al., 2008)؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که آبیاری به حد کافی و ۱۰۰٪ تیمارهای این تحقیق نیز می‌تواند عاملی در عدم افزایش پروتئین در حد انتظار باشد. طبق اظهار نظر Naseri و همکاران (۲۰۱۵) میزان پروتئین گیاه، صفتی است که تحت تأثیر ژنوتیپ رقم، غذاسازی گیاه، فراهمی عناصر غذایی و شرایط اقلیمی قرار می‌گیرد. هر عامل غذایی و اقلیمی که سبب شود دوره رشد گیاه و به‌ویژه دوره پر شدن دانه‌ها کاهش یابد میزان پروتئین را افزایش می‌دهد.

میزان خاکستر نمایی از میزان مواد معدنی موجود در دانه‌ها می‌باشد. میزان خاکستر گوار بین ۳/۸۳٪ تا ۴/۵۱٪ متفاوت بود ولی از نظر آماری معنی دار نشد. عدم معنی داری خاکستر در گوار در تیمارهای کودی و تراکم بیانگر این است که صفت خاکستر در گیاه گوار یک صفت ژنتیکی می‌باشد و عوامل محیطی تأثیر زیادی بر آن ندارد. از سویی می‌توان حدس زد که کود اعمال شده در تیمارهای مختلف بیشتر سبب رشد رویشی روی خاک شده و تأثیر ناچیزی روی رشد ریشه داشته است. در صورتی که ریشه‌ها نیز به اندازه کافی رشد کرده بودند مواد معدنی بیشتری را از محیط خاک جذب می‌نمودند و میزان خاکستر افزایش می‌یافت. این وضعیت نشان می‌دهد که میزان خاکستر موجود در گیاه یک صفت ژنتیکی است و افزایش یا کاهش مواد معدنی جذب شده صرف ساخت کربوهیدرات‌ها و مواد آلی گیاه می‌گردد و به‌طور کلی تأثیر چشمگیری در افزایش مواد معدنی ذخیره شده در گیاه ندارد. علاوه بر این pH

دارای رشد عرضی و افقی زیادی می‌باشد (Sharma et al., 1984)، تراکم بیش از حد نتیجه معکوسی بر روی آن دارد و از میزان عملکرد بیولوژیک و دانه آن کاسته خواهد شد. در این تحقیق بالاترین عملکرد از هر دو نوع در کمترین تراکم یعنی ۶۰ بوته در مترمربع بدست آمد. از این رو تراکم ۶۰ بوته در مترمربع می‌تواند تراکم مطلوبی برای گیاه گوار در شرایط فاریاب و در شرایط منطقه این مطالعه باشد. عملکرد بیولوژیک در سال دوم به‌طور معنی داری افزایش داشت و عملکرد دانه نیز با توجه به اعداد بدست آمده در مقایسه میانگین‌ها افزایش نشان می‌دهد. دلیل افزایش عملکرد در سال دوم در ارتباط با تراکم‌های مختلف را می‌توان چنین گفت که نیتروژن تثبیت شده توسط گیاه به کمک نیتروژن معدنی اضافه شده آمده و هر دو عملکرد را در سال دوم افزایش داده است، از این گذشته درصد بیشتری از این نیتروژن اضافی اختصاص به بخش رویشی گیاه پیدا می‌کند تا به بخش زایشی، زیرا عملکرد بیولوژیک به نسبت عملکرد دانه افزایش معنی دار و بیشتری از خود نشان داده است. با مقایسه میانگین‌ها در ارتباط با تراکم‌های مختلف در سال دوم آزمایش مشاهده می‌شود که تراکم ۶۰ بوته بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه را داشته که به ترتیب ۱۳/۲۹ و ۴/۸۸ تن در هکتار می‌باشد. این نتایج حکایت از آن دارد که گیاه گوار در سال دوم توانسته از نیتروژن اضافی در تولید شاخه‌های فرعی بیشتر استفاده نماید و به تبع آن تعداد نیام در بوته نیز افزایش یافته که منتج به افزایش عملکرد دانه شده است. به‌طور خلاصه به نظر می‌رسد که تراکم گیاهی مطلوب، احتمالاً به علت ایجاد تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تابشی خورشید، خصوصیات کمی و کیفی گیاه را بهبود بخشیده است (Ahmadian et al., 2011).

افزایش نیتروژن و پروتئین در آزمایش سال دوم نشان می‌دهد که گیاه در آزمایش سال اول توانسته مقداری از نیتروژن اتمسفر را تثبیت نماید و در کشت سال دوم از آن در افزایش پروتئین دانه بهره‌برداری نماید. درصد افزایش پروتئین در سال دوم به ترتیب در تیمار کودی ۱ و ۲ برابر ۵/۱۱٪ و ۶/۱۱٪ می‌باشد. همچنین این میزان افزایش در تراکم‌های ۶۰، ۷۵ و ۹۰ بوته ۷/۲۴، ۱/۱۶٪ و ۸/۶۳٪ است. لازم به ذکر

بوته از تعداد شاخه‌های جانبی خود می‌کاهد، در نتیجه تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد ولی این کاهش می‌تواند توسط افزایش سایر اجزای عملکرد مانند وزن هزاردانه جبران شده و در نهایت عملکرد دانه ثابت بماند ( Majdam & Esmaili, 2011). در گیاه گوار افزایش تراکم تعداد نیام در بوته را به‌طور چشمگیری کاهش داد که با نتایج کلزا همخوانی دارد. افزایش مطلوب تراکم گاهی منجر به جبران کاهش شاخه‌های فرعی و اجزای عملکرد در گیاه از طریق افزایش تعداد بوته خواهد شد (Fathi et al., 2008). حصول عملکرد دانه بیشتر در تراکم بوته بالاتر، توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است ( Eilkaee & Emam, 2003). البته نتایج این تحقیق و تراکم‌های اعمال شده آن همخوانی با نتایج ذکر شده اخیر ندارد.

با توجه به اینکه موسیلاژ از ترکیب‌های مهم بذر گونه‌های دارویی می‌باشد اساس درجه‌بندی بذر آن نیز از منظر دارویی مقدار موسیلاژ آن می‌باشد. برخی محققان معتقدند که فاکتور تورم در میزان موسیلاژ کل بذر مؤثر می‌باشد. اگر این چنین باشد باید گونه‌هایی که فاکتور تورم بالا دارند دارای مقدار موسیلاژ بیشتری نیز باشند (Sharma & Koul, 1986). نتایج ذکر شده بر خلاف نتایج بدست‌آمده این تحقیق می‌باشد. باوجوداین برخی از نظریه‌های دیگر چنین بیان نموده‌اند که فاکتور تورم در مقدار موسیلاژ تأثیری ندارد ( Ebrahimzadeh et al., 1996). Dorri و Alamdar (۲۰۰۷) در ارتباط با میزان بذر و تاریخ کاشت گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* L.) گزارش نمودند که مقدار موسیلاژ در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری و تجزیه واریانس داده‌های آن اختلاف معنی‌داری را نشان نداد که نتایج آنان با نتایج بدست‌آمده در تراکم‌های مختلف این تحقیق همسوست. Singh و Parihar (۱۹۹۵) گزارش کردند که کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری بر درصد موسیلاژ دانه نداشتند. بررسی‌های Ebrahimzadeh و همکاران (۱۹۹۶) در مورد مقدار موسیلاژ اسفرزه، بارهنگ و پسلیوم حکایت از آن دارد که این صفت در مراوه‌تپه تحت تأثیر تاریخ و میزان کاشت بذر قرار نگرفت و اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد که نتایج آنان با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. باوجوداین گزارش‌هایی مبنی بر وجود همبستگی مثبت بین

بستر کشت به سمت قلبیایی (جدول ۱) تمایل دارد و این خود تا حدی میزان جذب مواد معدنی را مختل می‌کند که تأثیر بسزایی بر میزان خاکستر خواهد داشت. Vaseghi و Davazdahemami (۲۰۱۶) صفت درصد خاکستر دانه بین دو گونه سیاه‌دانه و یک گونه دان‌سیاه را اندازه‌گیری کردند و بین آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نکردند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. آنان بیان کردند که علت اختلاف میزان خاکستر در یک گونه می‌تواند به دلیل تفاوت‌های جغرافیایی، عوامل آب و هوایی، شرایط تغذیه‌ای گیاهان، ساختار گیاه‌شناسی و ژنتیکی گیاهان باشد. Yadollahi و Asgharipour (۲۰۱۵) نیز در ارتباط با میزان خاکستر گیاهان بیان کردند که کاهش کیفیت آب آبیاری منجر به افزایش خاکستر می‌شود و در تحقیق خود که با آب کم کیفیت آبیاری شده بود شاهد افزایش ۲۵/۴ درصدی خاکستر شدند.

با کاهش تراکم به‌طور وضوح افزایش انشعاب‌زایی انجام شد که به تبع آن افزایش نیام برگرفته از افزایش تعداد شاخه در بوته بود. توان شاخه‌دهی در گوار همانند تعداد و میزان پنجه زدن در غلات می‌باشد که هرچه تراکم کمتر باشد تعداد پنجه‌ها بیشتر و هرچه تراکم بیشتر باشد تعداد پنجه‌ها کمتر خواهد شد، به‌عبارت‌دیگر گیاه گوار تا حد زیادی توان کامل کردن پوشش گیاهی در واحد سطح را دارد؛ از این رو افزایش بیش از اندازه تراکم در کشت این گیاه حتی هنگامی که به‌طور متداول و معمول آبیاری شود، ضروری نمی‌باشد. تعداد نیام و تعداد دانه در نیام که در مرحله گلدهی تعیین می‌شوند و از اجزای اساسی عملکرد دانه هستند و توان عملکرد را معین می‌کنند، تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله شرایط نامساعد محیطی مثل گرما و کمبود مواد فتوسنتزی قرار می‌گیرند. Eskandari Torbaghan و Eskandari Torbaghan (۲۰۱۵) در ارتباط با گیاه کلزا بیان کردند که در بین اجزای عملکرد دانه، تعداد غلاف در مترمربع و تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری نسبت به تراکم بوته و رقم نشان دادند. به‌نحوی که تعداد غلاف با کاهش تراکم بوته افزایش نشان داد و تعداد دانه در غلاف کاهش داشت. وزن هزاردانه با افزایش تراکم بوته تا ۹۰ بوته در مترمربع روند کاهشی داشت. بنابراین به نظر می‌رسد که کلزا با افزایش تراکم

سطح کودی ۶۰، ۷۰ و ۷۰ کیلوگرم کود شیمیایی به ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاس توصیه می‌گردد. چون کاربرد کود اضافی می‌تواند برای گیاهان دارویی مخرب و سمی باشد یا ترکیب‌های مؤثره آنها را تغییر دهد. بنابراین توصیه می‌گردد با مصرف حداقلی و بهینه کودهای شیمیایی از اثرهای نامطلوب آن بر گیاهان دارویی و همچنین اثرهای نامطلوب زیست محیطی و اکولوژیکی آنها اجتناب شود. همچنین گیاه گوار قادر است از طریق توسعه عرضی و افقی به تراکم مطلوب برسد، از این رو تراکم بیش از حد اثری بر عملکرد آن نخواهد داشت بلکه آن را کاهش خواهد داد. بنابراین با توجه به یافته‌های این تحقیق تراکم ۶۰ بوته در مترمربع برای کشت این گیاه در شرایط مشابه مطلوب می‌باشد و در نهایت با توجه به جدید بودن گیاه گوار برای مناطق مختلف کشور تعیین تاریخ کشت بهینه در هر منطقه ضروری بوده و توصیه می‌گردد.

#### منابع مورد استفاده

- Acosta-Callegos, J.A. and Adams, M.W., 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. *Journal of Agricultural Science*, 117(2): 213-219.
- Ahmadian, A., Ghanbari, A. and Siyahsar, P., 2011. Study of the yield and its components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. *Journal of Agroecology*, 3(3): 383-395.
- Asgharipour, M. and Rezvani Moghaddam, P., 2004. Effects of planting date and the amount of seeds on quantity and quality of medicinal plant of Fleawort. *Proceedings of the eighth National Conference on Agronomy and Breeding Sciences*, Gilan University, 24-26 August.
- Asgharipour, M. and Rezvani Moghaddam, P., 2002. Effects of planting date and the amount of seeds on quantity of medicinal plant of Fleawort. *Msc. Thesis of agronomy*, Faculty of Agriculture, University of Mashhad.
- Bahrapour, T. and Akhavan, K., 2015. The Sampling of Soil, Water and Plant and Proper Fertilizer Recommendations. *The Organization of Jahad Keshavarzi of Ardebil Province*, No. 51, 40p.
- Bahrani, M.J. and Babaei, G., 2007. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on grain and its yield components and some quality

عملکرد دانه و درصد موسیلاژ اسفرزه وجود دارد (Asgharipour & Rezvani Moghaddam, 2002).

Najafi و همکاران (۲۰۰۱) نیز بیان کردند که تولید موسیلاژ بذر اسفرزه تحت تأثیر تراکم قرار نمی‌گیرد و اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهایشان نداشتند. در گزارشی دیگر نیز اختلاف معنی‌داری بین تولید موسیلاژ بذر و فاکتور تورم تحت تأثیر تاریخ کاشت و میزان بذر اسفرزه مشاهده نکردند (Asgharipour & Rezvani Moghaddam, 2004). این گزارش‌ها با نتایج این تحقیق روی میزان موسیلاژ و فاکتور تورم بذر گوار همخوانی دارد. در دانه‌های گوار بیشترین موسیلاژ در سال اول کشت به میزان ۲۸/۹۴٪ و کمترین موسیلاژ در آزمایش سال دوم به میزان ۲۱/۶۸٪ بدست آمد، ولی بعکس آن کمترین فاکتور تورم به میزان ۱/۴۳ میلی‌لیتر در آزمایش سال اول و بیشترین فاکتور تورم به میزان ۱/۹۵ میلی‌لیتر در سال دوم کشت بدست آمد که تفاوت آنها ۳۶/۳۶٪ می‌باشد که این نتایج حکایت از عدم ارتباط میزان موسیلاژ با فاکتور تورم در گیاه گوار دارد. علاوه بر این در ارتباط با کاهش میزان موسیلاژ در کشت دوم این تحقیق، می‌توان گفت که افزایش نیتروژن موجود در محیط، بیشتر صرف رشد رویشی گیاه گردیده تا صرف صفات کیفی همانند میزان موسیلاژ، در نتیجه میزان موسیلاژ در آزمایش سال دوم کاهش یافته است.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت که با وجود اینکه مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه عناصر ریزمغذی در کشاورزی و گلخانه‌ها تا حدی اجتناب‌ناپذیر است از یافته‌های این تحقیق نتیجه گرفته می‌شود که افزایش سطوح کود شیمیایی به تنهایی نمی‌تواند اثر قابل ملاحظه‌ای روی تعداد شاخه در بوته، تعداد نیام در بوته و عملکرد بیولوژیک و دانه گیاه گوار داشته باشد. از آنجا که بذرهای استفاده شده توده محلی حاشیه جنوب شرق کشور می‌باشد و توده‌های محلی نیز عموماً کودپذیری کمتری دارند و از سوی دیگر گیاه لگوم (گوار) قادر است بخشی از نیازهای تغذیه‌ای خود را از طریق تثبیت نیتروژن از اتمسفر تأمین نماید؛ از این رو هم از جهت صرفه اقتصادی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها و هم هنگامی که هدف از کشت محصول میزان موسیلاژ دانه باشد

- Germination of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) genotypes with reduced temperature requirements. Australian Journal of Crop science, 12(06): 954-960.
- Gresta, F., De Luca, A., Strano, A., Falcone, G., Santonoceto, C., Anastasi, U. and Gulisano, G., 2014. Economic and environmental sustainability analysis of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) farming process in a Mediterranean area: two case studies. Italian Journal of Agronomy, 9(1): 20-24.
  - Gresta, F., Sortino, O., Santonoceto, C., Issi, L., Formantici, C. and Galante, Y., 2013. Effects of sowing times on seed yield, protein and galactomannans content of four varieties of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in a Mediterranean environment. Industrial Crops and Products, 41: 46-52.
  - Haberle, J., Svoboda, P. and Raimanova, I., 2008. The effect of post- anthesis water supply on grain nitrogen concentration and grain nitrogen yield of winter wheat. Plant Soil and Environment, 54: 304-312.
  - Jackson, K.J. and Doughton, J.A., 1982. Guar: a potential industrial crop for dry tropics of Australia. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, 42: 17-31.
  - Kalyani, D.L., 2012. Performance of cluster bean genotypes under varied time of sowing. Legume Research, 35(2): 154-158.
  - Khajepour, M., 2007. Industrial Plants. Jahaddaneshgahi publication, Isfahan, 564p.
  - Majdam, M. and Esmaili, N., 2011. The effect of N fertilizer and plant density on yield of Hyola401. Crop Research and Research on Crops, 12(2): 7-12.
  - Mohammad Abadi, A.A., Rezvani Moghadam, P., Fallahi, J. and Bromand Rezazadeh, Z., 2011. Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Agroecology, 3(2): 249-257.
  - Moorthy, B.T., Das, T.K. and Nanda, B.B., 1998. Studies on varieties evaluation, nitrogen and pacing requirement of sesame in rice fallow in summer season. Field Crop Abstract, 51: 173-179.
  - Mosaddegh, M., Naghibi, F., Honari, S. and Esmaili, S., 1998. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. World Health Organization, Shahid Beheshti Medical Science University, Conventional Medicine Research Center, 164p.
  - Najafi, F., Rezvani Moghadam, P. and Rashed Mohassel, M.H., 2001. Effect of different irrigation regyms and densities on quantity and quality of medicinal plant of Fleawort (*Plantago ovate* L.) traits in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences, 9: 237-245.
  - Balbhim, L.C., Mangesh, M.V. and Bhimashankar, R.P., 2015. Effects of organic and chemical fertilizers on cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*). European Journal of Experimental Biology, 5(1): 34-38.
  - Balogh, A., Pepo, P. and Hornok M., 2006. Interactions of crop year, fertilization and variety in winter wheat management. Cereal Research Communications, 34(1): 389-392.
  - Baranauskienė, R., Venskutonis, P.R., Viskelis, P. and Dambrauskienė, E., 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51(26): 7751-7758.
  - Dorri, M.A. and Alamdar, M., 2007. Effect of seed rate and planting date on seed mucilage amount of *Plantago ovata* in dry farming condition. Pajouhesh & Sazandegi (Natural Resources Journal), 75: 81-85.
  - Ebrahimzadeh, H., Mirmasoumi, M. and Fakhre Tabatabai, S.M., 1996. The study of different aspects of mucilage in several areas of Iran in fleawort, Plantain and psyllium cropping. Pajouhesh & Sazandegi (Agronomy Journal), 33(4): 81-85.
  - Eilkaee, M. and Emam, Y., 2003. Effect of plant density on yield and yield components in two winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Agricultural Science, 34(3): 509-515.
  - El Mahdi, A.A., 2008. Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. Journal of Applied Biosciences, 8(2): 304-308.
  - Eskandari Torbaghan, M. and Eskandari Torbaghan, M., 2015. Effects of amount of seed on yield and some other traits of canola in spring cropping under rainfed conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 8(2): 149-158.
  - Fathi, G., Bani Saeidi, A., Siadat, A. and Ebrahimpoor Nourabadi, F., 2008. Effect of different levels and plant density on grain yield of rapeseed, cultivar PF7045 in Khuzestan conditions. The Scientific Journal of Agriculture, 25(1), 43-58.
  - Fekri, N., Khayami, M., Heidari, R. and Javadi, M.A., 2008. Isolation and identification of monosaccharide of mucilage in Dragon's head by thin layer chromatography. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(2): 207-216.
  - Garg, B.K., Kathju, S. and Vyas, S.P., 2005. Salinity-fertility interaction on growth, photosynthesis and nitrate reductase activity in sesame. Indian Journal of Plant Physiology, 10(2): 162-167.
  - Gresta, F., Cristaudo, A., Trostle, C., Anastasi, U., Guarnaccia, P., Catara, S. and Onofri, A., 2018.



- Siddaraju, R., Narayanaswamy, S., Ramegowda, V.A. and Prasad, S.R., 2010. Studies on growth, seed yield and yield attributes as influenced by varieties and row spacing in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 44: 16-21.
- Silim, S.V. and Saxena, M.C., 1993. Adaptation of spring-sown the Mediterranean-earn basin. II. Factors influencing yield under drought. *Field Crop Research*, 34(2): 137-146.
- Singla, S., Grover, K., Angadi, S.V., Begna, S.H., Schutte, B. and Van Leeuwen, D., 2016. Growth and yield of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. *American Journal of Plant Sciences*, 7(8): 1246-1258.
- Tripp, L.D., Lovelace, D.A. and Boring, E.P., 2011. Keys to Profitable Guar Production. *Texas Agricultural Experimental Station Bulletin*, 7-11.
- Vaseghi, A. and Davazdahemami, S., 2016. Comparison of seed oil and mineral content of *Guizotia abyssinica* Cass. with two genotypes of Iranian and Indian *Nigella sativa* L. *Journal of Oil Plants Production*, 2(2): 13-24.
- Xie, P. and Leung, A.Y., 2009. Understanding the traditional aspect of Chinese medicine in order to achieve meaningful quality control of Chinese materia medica. *Journal of Chromatography A*, 1216(11): 1933-1940.
- Yadollahi, P. and Asgharipour, M., 2015. Effects of irrigating water quality and different fertilizer treatments on element absorption of medicinal plant of Borage (*Borago officinalis* L.). *Journal of applied Research on Plant Ecophysiology*, 2(1): 105-120.
- Zhao, J., Ni, T., Li, J., Lu, Q., Fang, Z., Huang, Q., Zhang, R., Li, R., Shen, B. and Shen, Q., 2016. Effects of organic-inorganic compound fertilizer with reduced chemical fertilizer application on crop yields, soil biological activity and bacterial community structure in a rice-wheat cropping system. *Applied Soil Ecology*, 99: 1-12.
- Zhao, Z., Liu, M. and Tu, P., 2008. Characterization of water soluble polysaccharides from organs of Chinese Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). *European Food Research and Technology*, 226(5): 985-989.
- Zhao, Z.H., Li, J., Wu, X.M., Dai, H., Gao, X.M., Liu, M.J. and Tu, P.F., 2006. Structures and immunological activities of two pectic polysaccharides from the fruits of *Ziziphus jujube* Mill. cv. jinsixiaozao Hort. *Food Research International*, 39(8): 917-923.
- M.Sc. thesis of agronomy, Ferdosi University, Mashhad.
- Naseri, R., Rahimi, M.J., Siyadat, S.A. and 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.
- Nasiri Mahallati, M., 2001. Modeling of Crop Growth Processing (Translation). Jahaad Daneshgahi Press, Mashhad, Iran, 280p.
- Omidbaigi, R. and Rezaei Nejad, A., 2000. The influence of nitrogen fertilizer and harvest time on the productivity of *Thymus vulgaris*. *International Journal of Horticulture Science*, 6: 43-46.
- Omidbaigi, R., 1995. Production Approaches and Treatment of Medicinal Plants (Vol. 1). Fekre Rooz Publication, 286p.
- Pandey, V. and Patra, D.D., 2015. Crop productivity, aroma profile and antioxidant activity in *Pelargonium graveolens* L'Hér. under integrated supply of various organic and chemical fertilizers. *Industrial Crops and Products*, 67: 257-263.
- Parihar, G.N. and Singh, R., 1995. Response of psyllium (*Plantago ovata*) to nitrogen and phosphorus fertilization. *Indian Journal of Agronomy*, 40: 529-531.
- Ramanjaneyulu, A.V., Madhavi, A., Venkata Ramana, M., Neelima, T.L., Reddy, I., Srinivas, A., Anuradha, G. and Sameer Kumar, C.V., 2018. Agronomic and genetic analysis of performance of Guar varieties under rainfed conditions in a semi-arid climate on Alfisols. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(8): 2795-2805.
- Salehi, A., Fallah, S., Abasi Sourki, A. and Tadayon, M.R., 2017. Evaluation of yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) under organic and chemical fertilizers. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 33(2): 332-358.
- Sarmadnia, Gh. And Koucheiki, A., 1989. Physiology of Crop Plants. Jahaddaneshgahi Publication, Mashhad, Iran, 400p.
- Sharma, B.D., Taneja, K.D., Kairon, M.S. and Jain, V., 1984. Effect of time of sowing and row spacing on yield and quality of guar. *Journal of Agronomy*, 29: 557-558.
- Sharma, P.K. and Koul, A.K., 1986. Mucilage in seeds of *Plantago ovata* and its wild allies. *Journal of Ethnopharmacology*, 17(3): 289-295.



## Effects of planting density and chemical fertilizer on qualitative and quantitative characteristics of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.), a medicinal-industrial plant

S.J. Jazayeri<sup>1\*</sup>, S.M. Mousavinick<sup>2</sup>, A. Ghanbari<sup>2</sup> and B. Bahreininejad<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, Ph.D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Zabol University, Zabol, Iran, E-mail: Jazayeri88@yahoo.com

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Zabol University, Zabol, Iran

3- Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran

Received: August 2018

Revised: February 2019

Accepted: February 2019

### Abstract

In order to determine the effect of fertilizer and plant density on qualitative and quantitative characteristics of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.), a medicinal-industrial plant, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in 2015 and 2016 crop years. Fertilizer was considered as the first factor at two levels of 60-70-70 and 90-100-100 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen, phosphorus, and potassium, respectively, and the second factor was planting density at three levels of 60, 75 and 90 plants per m<sup>2</sup>. The results showed that in the first year, the effect of fertilizer treatment levels was not significant on the traits studied except seed swelling trait. Planting density affected the number of pods significantly (1%), but had no significant effect on other traits. The interaction of fertilizer and plant density was significant on mucilage production. In the second year, the effect of fertilizer was significant only on biomass and mucilage production. Also, the effect of planting density was significant on biomass and the number of pods, and the interaction of fertilizer and planting density was significant only on the amount of mucilage. The mean comparison indicated the increase in biomass and seed yield in the second year in both factors. By reducing the plant density, the number of branches and pods per plant increased, which increased the yield. In the second year, the amount of crude protein and seed mucilage increased and decreased, respectively. In this study, the amount of seed swelling was not positively correlated with the mucilage amount. Regarding the results of the present study, as well as guar as a legume, and the possibility of supplying part of the plant nutritional needs by the plant itself, if the purpose is mucilage production, the 60-70-70 fertilizer treatment and 60 plants per m<sup>2</sup> are recommended under similar conditions to this research.

**Keywords:** *Cyamopsis tetragonoloba* L., biological yield (biomass), seed yield, cluster bean, legume, medicinal plant.