دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2018.110455.2015
جلد ۳۴، شماره ۴، صفحه ۶۲۸-۶۱۷ (۱۳۹۷)

اثر تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر خواص فیتوشیمیایی سه ژنوتیپ گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)

حیدر مفتاحی‌زاده[۱]، یوسف حمید اوغلی[۲]، محمدحسن عصاره[۳*] و مجید جوانمرد داخلی[۴]

۱- دانشجوی دکترا، گروه باغبانی، پردیس دانشگاهی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳*- نویسنده مسئول، استاد، گروه تحقیقات زیست‌فناوری، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: asareh@gmail.com

۴- دانشیار، گروه پژوهشی صنایع غذایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶ تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات فیتوشیمیایی ۳ ژنوتیپ گیاه گوار به‌صورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲ تیمار تاریخ کشت به‌عنوان عامل اصلی، ۴ تیمار رژیم آبیاری به‌عنوان عامل فرعی و ۳ ژنوتیپ به‌عنوان عامل فرعی- فرعی در ۳ تکرار انجام شد. بعد از برداشت بذر، عصاره اتانولی تهیه گردید و مهمترین شاخص‌های فیتوشیمیایی شامل میزان فنول، تانن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH)، درصد پروتئین و ویسکوزیته اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر روی تمامی صفات فیتوشیمیایی اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت. درصد پروتئین بذر و درصد صمغ (گالاکتومانان) تحت تأثیر تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری قرار گرفت. درصد گالاکتومانان از ۳۳/۸-۲۸٪ متغیر بوده که بیشترین میزان را تیمار اثرات متقابل تاریخ کشت دوم در رژیم آبیاری ۴ مرحله‌ای با ۳۳/۸٪ به خود اختصاص داد. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ سوم (RGC-1066) بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و درصد پروتئین صمغ را به خود اختصاص داده‌است. در مورد سایر خصوصیات مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود نداشت. در مجموع، تاریخ کشت دوم (اوایل مردادماه)، RGC-1066 و رژیم آبیاری ۴ مرحله‌ای بهترین تیمارها از نظر خصوصیات مورد بررسی بودند. نتایج این مطالعه نشان داد که کاشت گوار در منطقه مورد مطالعه، از نظر درصد پروتئین و ویسکوزیته صمغ مثبت ارزیابی می‌شود و توسعه کاشت آن می‌تواند در برنامه زراعی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)، تاریخ کشت، DPPH، صمغ، آنتی‌اکسیدان، ویسکوزیته.

مقدمه

گوار با اسم علمی *Cyamopsis tetragonoloba* L. گیاهی یک‌ساله از خانواده بقولات می‌باشد. 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). این گیاه متحمل به خشکی

www.SID.ir

بوده و در دماهای بالا (حداکثر ۵۰ درجه سانتی‌گراد) می‌تواند در خاک‌های ضعیف و مراقبت کم زراعی به خوبی رشد کند و وارد مرحله بذردهی شود (Pathak & Roy, 2015). گوار در مناطق نیمه‌خشک به خوبی سازگاری یافته و حدود ۲۲۰۰ تا ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار آب نیاز دارد (Gresta *et al.*, 2013). بذر گوار از ۳ قسمت پوسته (۳۳-۳۰٪)، آندوسپرم (۳۰-۲۷٪) و جنین (۴۷-۴۳٪) تشکیل شده‌است (Murwan & Abdalla, 2008). ترکیب جنین و پوسته، کنجاله گوار را تشکیل می‌دهند که غنی از پروتئین می‌باشد. بذر گوار منبع مهمی از صمغ گالاکتومانان می‌باشد که از آندوسپرم گیاه استخراج شده و با حل شدن در آب، به شکل ژله‌ای درمی‌آید. همین ویژگی باعث شده است که گوار در صنایع مختلف استفاده‌های متنوعی داشته باشد (Pathak & Roy, 2015). سالیانه بیش از ۱۵۰۰۰۰ تن از صمغ گوار در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (NIAM, 2014). همچنین فرآورده‌هایی از صمغ گوار در کاهش وزن، کاهش قند خون، برطرف کردن چاقی و کم‌اشتهایی مصرف می‌شود (Sharma *et al.*, 2011). عصاره اتانولی تهیه شده از پودر بذر گوار دارای اثرات ضد سرطانی می‌باشد (Badr *et al.*, 2014). عصاره اتانولی گوار در غلظت‌های مختلف، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی پایینی می‌باشد (Kobeasy *et al.*, 2011). Sharif و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که بذر گوار حاوی مقدار زیادی مواد معدنی شامل آهن، پتاسیم، کلسیم، مس و سایر ویتامین‌ها می‌باشد. Mudgil و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که صمغ گوار در غلظت‌های کمتر از ۱٪ ویسکوزیته کمتری نسبت به غلظت‌های بالای ۱٪ آن دارد. بنا بر پیشینه تحقیق انجام شده، تاکنون اطلاعاتی در مورد بررسی اثر تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گوار در ایران گزارش نشده است. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (درصد فنول، ظرفیت آنتی‌اکسیدان، تانن، پروتئین، ویسکوزیته و ...) و میزان مواد معدنی در بذر و صمغ گوار در شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری و تاریخ کشت بر روی ۳ ژنوتیپ گیاه گوار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ابتدا سه ژنوتیپ RGC1031، RGC 936 و RGC1066 از مرکز تحقیقات کشاورزی ایالت راجستان کشور هندوستان تهیه شد. در شهرستان دره‌شهر-استان ایلام با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۶۳۰ متر آزمایش انجام شد. این آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی (هر کرت ۲۵ مترمربع) در دو تاریخ کاشت اول (۵ تیر) و تاریخ کشت دوم (۵ مرداد) با ۳ تکرار در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام گردید. تاریخ کاشت به‌عنوان عامل اصلی، دور آبیاری شامل: (یک مرحله آبیاری: بعد از کاشت بذرها)، دو مرحله آبیاری (بعد از کاشته شدن و قبل از گلدهی)، سه مرحله آبیاری (بعد از کاشته شدن بذرها، قبل از گلدهی و هنگام تشکیل غلاف) و چهار مرحله آبیاری (بعد از کاشته شدن بذرها، قبل از گلدهی، هنگام تشکیل غلاف و زمان دانه بستن) به‌عنوان عامل فرعی و تعداد ژنوتیپ به‌عنوان عامل فرعی- فرعی در نظر گرفته شد. سپس بذرها در فواصل ۵۰ سانتی‌متری بین ردیف‌ها و ۸ سانتی‌متری روی ردیف‌ها کاشته شدند. آبیاری به‌صورت غرقابی انجام شد. در هر مرحله از آبیاری، میزان آب ورودی به هر کرت، پس از اندازه‌گیری دبی آب و مدت زمان آبیاری محاسبه گردید. میزان آب مصرفی به گیاه با احتساب درصد رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی، درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری، عمق ریشه و مدت زمان آبیاری بدست آمد. حجم آب مورد نیاز در هر کرت از طریق میزان آب مصرفی ضرب‌در مساحت هر کرت برحسب مترمکعب محاسبه شد. آنگاه عمل وجین علف‌های هرز دستی انجام شد.

www.SID.ir

جداسازی صمغ از بذر گوار و تهیه عصاره اتانولی

جداسازی صمغ از بذر گوار براساس روش Sabahelkheir و همکاران (۲۰۱۲) انجام گردید. بدین‌ترتیب که ابتدا بذرها به مدت ۷ ساعت در آب قرار داده شدند. سپس بذرها با دست مالش داده شده تا بخش‌های مختلف آن جدا شوند، سپس پوسته، جنین و صمغ آنها جدا شد. برای تهیه عصاره، از روش Sunil و همکاران (۲۰۱۳) استفاده شد. مقدار ۵۰ گرم از بذر گوار پودر شده و عصاره الکلی آن با استفاده از روش عصاره‌گیری به روش خیس کردن تهیه شد. از حلال‌های اتانولی، متانولی و هگزان برای تهیه عصاره الکلی پودر بذر گوار استفاده شد.

اندازه‌گیری ترکیب‌های فنولی

برای این منظور از روش Miliauskas و همکاران (۲۰۰۴) استفاده شد. به این صورت که ۱cc از محلول کوئرستین با ۵cc معرف فولین شیوکاتین (Folin-Ciocateae) که به‌نسبت ۱ به ۱۰ رقیق شده، ترکیب شد و در دمای اتاق انکوبه گردید. بعد از ۱۰ دقیقه، میزان ۴cc از محلول کربنات سدیم (۷۵ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) به آن اضافه شد. ترکیب حاصل حدود یک ساعت در دمای اتاق نگه داشته شد تا واکنش‌های لازم انجام شود. آنگاه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-Vis) میزان جذب آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان ترکیب‌های فنولی به‌صورت برابر محلول کوئرستین برحسب میلی‌گرم محلول کوئرستین/ گرم عصاره گزارش شد.

اندازه‌گیری میزان تانن

با استفاده از روش Price و همکاران (۱۹۷۸) انجام شده است. به این صورت که ۰/۲ گرم از نمونه پودر بذر را وزن کرده و در ۷۰٪ (حجمی/حجمی) استون و آب به‌نسبت ۳:۱ حل گردید. سپس نمونه حاصل در سانتریفیوژ با دور ۲۰۰۰ در دقیقه به مدت ۵ دقیقه قرار داده شده تا قسمت‌های رسوب شده، جدا شوند. مواد باقیمانده دوباره با استون ۷۰٪ استخراج شدند. در مرحله بعدی با محلول کلریدسدیم به دو فاز جدا از هم تبدیل شدند. فاز آبی با استون ۷۰٪ استخراج گردید. سپس میزان ۲ میلی‌لیتر آب‌مقطر به محلول فوق اضافه شده و ۳ مرتبه استخراج انجام گردید. اثرهایی از حلال از فاز مایع با استفاده از روتاری (تقطیر در خلأ) حذف گردید. آنگاه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Vis میزان جذب آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری میزان آنتی‌اکسیدان

با استفاده از روش به مهاراندازی رادیکال ۱و۱- دی‌فنیل-۲-پیکریل‌هیدرازیل (DPPH)، برمبنای توانایی هیدروژن‌دهی عصاره، براساس روش Koleva و همکاران (۲۰۰۲)، میزان DPPH اندازه‌گیری شد. ابتدا غلظت‌های مختلفی از عصاره‌های پودر بذر گوار تهیه شد، سپس به هر یک از آنها مقدار ۰/۰۲۵ گرم در لیتر ۱و۱-دی‌فنیل، ۲-پیکریل هیدرازیل اضافه شد. آنگاه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در محیط تاریک نگه داشته شدند. نمونه blank نیز تهیه شد. به‌طوری که با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر میزان DPPH آن اندازه‌گیری شد. محلول کوئرستین به‌عنوان نمونه استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. درصد مهار رادیکال آزاد (I%) هر عصاره به کمک فرمول زیر محاسبه شد:

$$I\%=(A\ control-A\ sample)/\ A\ control\times100$$

اندازه‌گیری میزان پروتئین، خاکستر، چربی و رطوبت

نیتروژن کل با روش کجدال و درصد پروتئین با ضرب کردن درصد نیتروژن حاصل در ۶/۲۵ بدست آمد (AOAC, 1983). میزان خاکستر با استفاده از سوختن نمونه در کوره با حرارت غیرمستقیم در دمای ۵۰۰ درجه به مدت ۱۲ ساعت محاسبه شد. به این صورت که ابتدا ۵ گرم از نمونه در داخل کوره قرار داده شد و بعد از اتمام زمان قرار گرفتن در داخل کوره، دوباره وزن آن محاسبه گردید. تفاوت

www.SID.ir

حاصل به‌عنوان وزن خاکستر در نظر گرفته شد. درصد رطوبت نیز با توزین رطوبت اولیه و گذاشتن نمونه در دمای ۱۰۵ درجه و محاسبه اختلاف وزن بدست آمده، محاسبه شد. میزان چربی با استفاده از دستگاه سوکسله، بدین صورت که ۳ گرم از نمونه پودر بذر درون لوله استخراج قرار گرفت، سپس نمونه در داخل حلال به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. بعد از خارج کردن حلال، میزان درصد چربی محاسبه شد (AOAC, 1984).

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

داده‌های یادداشت‌برداری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ انجام شده است.

نتایج

برای آنالیز صفات فیتوشیمیایی، از عصاره الکلی اتانولی استفاده شد. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که تاریخ کشت و رژیم‌های آبیاری بر روی تمامی صفات فیتوشیمیایی مورد بررسی در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهند (جدول ۱). میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به‌طور میانگین در تاریخ کشت اول و دوم در کلیه تیمارها به‌ترتیب ۳۷/۰۸٪ و ۴۳٪ بوده است (شکل ۱). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ سوم (RGC-1066) بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و درصد پروتئین صمغ را به خود اختصاص داده است. در مورد سایر خصوصیات مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود ندارد. همچنین دو تیمار اثرات متقابل تاریخ کشت دوم × رژیم آبیاری ۴ مرحله‌ای و ژنوتیپ سوم × رژیم آبیاری ۳ مرحله‌ای، بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان را به خود اختصاص دادند. براساس جدول آنالیز داده‌ها، تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر روی صفت درصد تانن و میزان فنول در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند (جدول ۱). میزان تانن در تیمارهای مختلف، از ۲/۹۸–۱/۸٪ متغیر بوده است. همچنین میزان فنول تام بین ۳/۴–۲/۱۷ (میلی‌گرم گالیک اسید در گرم) بوده است. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، تاریخ کشت دوم نسبت به تاریخ کشت اول، درصد فنول و تانن بیشتری را به خود اختصاص داده است. تاریخ کشت و رژیم آبیاری در مورد صفات خاکستر، چربی، فیبر، رطوبت و پروتئین بذر در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌است.

درصد پروتئین و صمغ (گالاکتومانان)

درصد پروتئین بذر تحت تأثیر تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری قرار گرفته و در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. در مجموع کلیه عامل‌ها، تاریخ کشت دوم بیشترین میزان درصد پروتئین (۳۶٪) را به خود اختصاص داده است، اما در مورد صفت درصد صمغ، تاریخ کشت، رژیم‌های آبیاری و اثرات متقابل رژیم‌های آبیاری × تاریخ کشت در سطح ۱٪، معنی‌داری نشان می‌دهند (جدول ۲). درصد صمغ در کلیه تیمارها از ۳۳–۲۸٪ متغیر بوده که بیشترین میزان را عامل اثر متقابل تاریخ کشت دوم × رژیم آبیاری ۴ مرحله‌ای با ۳۳/۸٪ به خود اختصاص داده است (شکل ۲).

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات فیتوشیمیایی گوار

منابع تغییرات	درجه آزادی	DPPH (٪)	فنول کل (٪)	تانن (٪)	خاکستر (٪)	چربی (٪)	فیبر (٪)	رطوبت (٪)	پروتئین (٪)
تکرار	۲	۲/۷۸	۱/۶۸	۱/۷۴	۲/۰۵۸	۰/۶۳	۰/۹۴۲	۰/۲۰	۱/۳۴
تاریخ کشت	۱	۷۴/۷۲**	۱۷/۳**	۱۱/۷**	۵۲/۵۶**	۱۵۱/۲**	۱/۳۰**	۱۱/۸**	۱۲۸/۶**
خطای	۲	۲/۱۴	۲/۴۰۹	۰/۴۸۹	۱/۹۲	۰/۴۵۲	۱/۰۰۶	۰/۰۸۸	۱/۲۴
رژیم آبیاری	۳	۲۰۸۰۳/۲**	۱۸۹/۷۷**	۲۶۴/۷**	۲۶۷۵/۵**	۳۹۷۸/۲**	۸/۰۸**	۵۶۴۳/۵**	۱۸۸۵/۲**
تاریخ کشت × آبیاری	۳	۱۱/۷۷**	۴/۲۷	۲/۱۹	۷/۵۹**	۱۷/۰۵**	۰/۹۸	۱۷/۴۹**	۱۴/۳۶
آبیاری × تکرار	۶	۳/۶۳	۳/۴۴	۰/۸۸۹	۴/۱۳۰	۰/۹۶۵	۰/۹۶	۱/۰۱	۰/۴۴۵
ژنوتیپ	۲	۲۱/۶۶**	۰/۰۵۶	۰/۷۴۸	۴/۰۱۰	۰/۸۵۷	۰/۹۷	۴/۳۹**	۱/۲۳۵
تاریخ کشت × ژنوتیپ	۲	۰/۳۱۷	۰/۲۵۷	۰/۴۳۰	۰/۶۰۷	۱/۹۱۳	۰/۹۵۱	۱/۷۲**	۰/۰۵۶
آبیاری × ژنوتیپ	۶	۴/۵۳**	۰/۹۱۲	۰/۹۶۷	۸/۳۸**	۳/۰۷	۱/۰۴	۵/۸۸**	۰/۶۵۶
تاریخ کشت× ژنوتیپ× آبیاری	۶	۱/۱۹	۱/۰۵۵	۰/۴۵۲	۱/۹	۱/۷۲۱	۰/۹۶	۰/۵۳۲	۰/۳۷
خطای کل	۳۴	۶/۴۳	۰/۱۶۶	۰/۰۹۵	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۴/۸	۰/۰۸۱	۲/۲۳۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۲۶	۲۰/۶۲	۱۷/۴۸	۱۲/۸	۱۱/۶۹	۲۲/۳۳	۷/۶۹	۶/۵۱

**: معنی‌داری در سطح ۱٪ آزمون دانکن

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات بررسی شده در صمغ گوار

منابع تغییرات	درجه آزادی	گالاکتومانان (٪)	حلالیت (٪)	ویسکوزیته (٪)	رطوبت (٪)	پروتئین (٪)	خاکستر (٪)
تکرار	۲	۰/۰۹۳	۲/۴	۰/۴۷	۱/۱۹	۱/۰۳	۰/۳۵
تاریخ کشت	۱	۱۳۵/۹**	۱۶/۱۴**	۲۰/۹**	۰/۱۹۰	۹۱/۷**	۰/۵۵۳
خطای تاریخ کشت	۲	۰/۶۵۳	۰/۳۱۱	۰/۰۵۴	۰/۰۷۴	۱/۰۳	۰/۲۵
رژیم آبیاری	۳	۴۰۶۳۲/۱**	۱۴۶۸/۲**	۱۰۴۳/۲**	۵۵۹۱/۳**	۵/۱۵۱**	۵۰۸/۹**
تاریخ کشت × آبیاری	۳	۱۷/۱۷**	۲/۲۳	۳/۰۰۳	۰/۱۹۰	۱۴/۴۶**	۰/۲۲۷
ژنوتیپ	۲	۰/۰۹۳	۴/۰۷	۲/۸۵	۲/۱۹	۳۰/۵۸**	۰/۸۵
آبیاری × تکرار	۶	۱/۴۹		۱/۰۶	۳/۵۵	۲/۶۴	۰/۶۱۶
تاریخ کشت× ژنوتیپ	۲	۱/۲۱		۰/۱۶۳	۰/۰۰۴	۱/۷۴	۰/۱۱۹
آبیاری × ژنوتیپ	۶	۱/۹۷	۲/۷۷	۵/۵۷	۹/۲۸**	۹/۸۵**	۲/۸۷
تاریخ کشت× ژنوتیپ× آبیاری	۶	۱/۱۰۶	۱/۵۵	۰/۶۲۶	۰/۸۹۶	۰/۸۹۶	۲/۴۷
خطا	۳۴	۱/۰۴۲	۰/۰۲۴	۵/۳۵	۰/۰۳۶	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۰۲	۳/۸۸	۸/۷۸	۸/۰۷	۱۰/۳۶	۱۲/۷۷

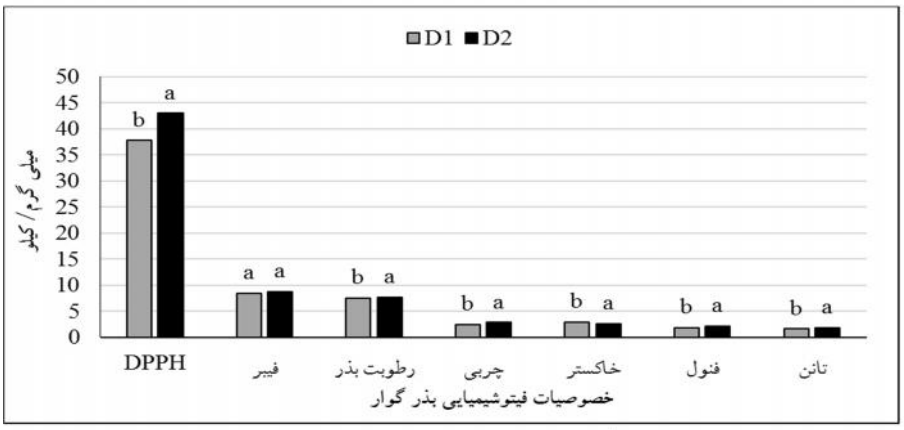
**: معنی‌داری در سطح ۱٪

www.SID.ir

ویسکوزیته، درصد حلالیت و میزان مواد معدنی موجود در صمغ و بذر گوار

رژیم‌های آبیاری بر کلیه مواد معدنی تأثیر داشته و در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده‌است. اثر متقابل رژیم‌های آبیاری در تاریخ کشت در مورد مواد معدنی آهن و مس (بذر) و روی و آهن (صمغ گوار) در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌است. اثر متقابل ژنوتیپ × رژیم آبیاری در مورد عناصر آهن در بذر گوار و روی در صمغ گوار در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌است.

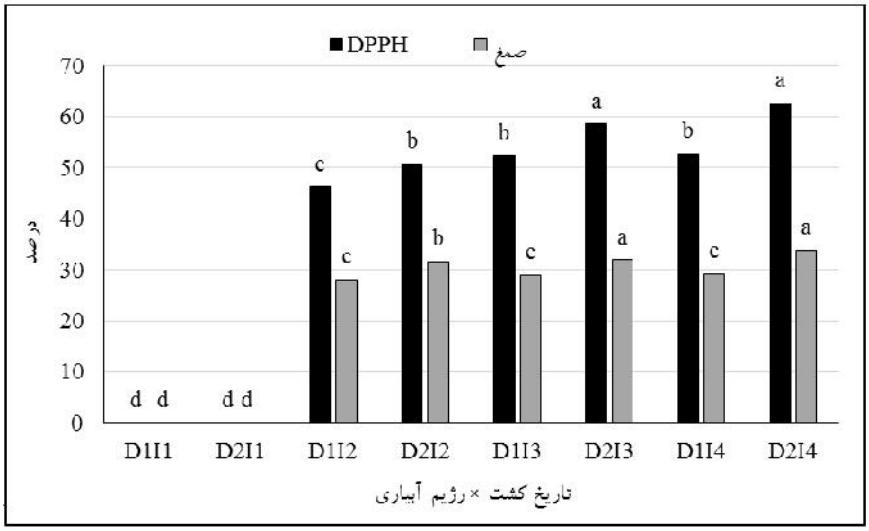
ویسکوزیته، حلالیت، درصد پروتئین صمغ، رطوبت و خاکستر از مهمترین خواص فیزیکی و شیمیایی صمغ گوار هستند. رژیم آبیاری ۳ مرحله‌ای، بیشترین میزان ویسکوزیته (۳۸٪) را در غلظت ۰/۵٪ از خود نشان داد (شکل ۳). درصد حلالیت (هیدراته شدن) نیز به‌وسیله تاریخ کشت و رژیم‌های آبیاری در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌است. میزان رطوبت بذر نیز به‌وسیله رژیم‌های آبیاری و اثرات متقابل رژیم‌های آبیاری×ژنوتیپ در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌است.



شکل ۱- مقایسه میانگین دو تاریخ کشت بر خصوصیات فیتوشیمیایی بذر گوار

حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪آزمون دانکن بین آنهاست.

D_1: تاریخ کشت اول، D2: تاریخ کشت دوم

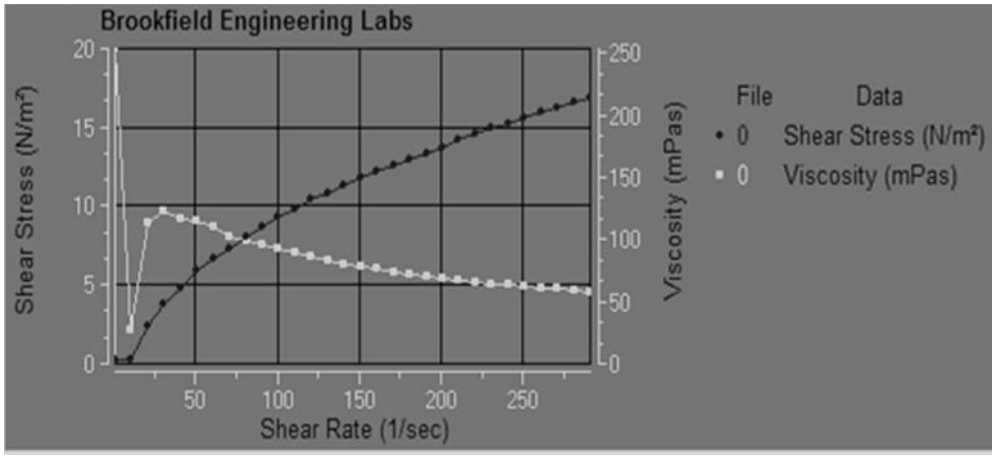


شکل ۲- اثرات متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری در تاریخ کشت بر خصوصیات فیتوشیمیایی بذر گوار

حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ آزمون دانکن بین آنهاست.

I_1: آبیاری یک مرحله‌ای، I_2: آبیاری دو مرحله‌ای، I_3: آبیاری ۳ مرحله‌ای، I_4: آبیاری ۴ مرحله‌ای؛ D_1: تاریخ کشت اول، D_2: تاریخ کشت دوم

www.SID.ir



شکل ۳- میزان ویسکوزیته صمغ گوار در غلظت ۰/۵٪ (ویسکوزیته برحسب میلی‌پاسکال می‌باشد)

بحث

تفاوت‌های موجود در مقادیر ترکیب‌های فیتوشیمیایی در روش‌های عصاره‌گیری گوناگون، به دلیل نحوه آماده‌سازی نمونه‌ها و روش‌های استخراج است. در این مطالعه مشخص شد که عصاره الکلی اتانولی به علت استخراج درصد بیشتری از مواد مؤثره نتایج بهتری نسبت به سایر عصاره‌ها از خود نشان داد که این با نتیجه Sunil و همکاران (۲۰۱۳) که از عصاره الکلی اتانول برای بررسی‌های فیتوشیمیایی استفاده کردند، مطابقت دارد. Savita و Rimsi (۲۰۱۴)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را با روش DPPH اندازه‌گیری کردند؛ میزان DPPH با توجه به نسبت غلظت عصاره، ۵۹/۰۳-۵۱/۶۸٪ گزارش شده‌است. آنان همچنین با تهیه عصاره اتانولی، میزان ترکیب‌های فنولی بذر گوار را ۲۹ میکروگرم گالیک اسید در میلی‌گرم عصاره اتانولی بذر گزارش کردند. البته عصاره حاصل از پودر بذر گوار در مقایسه با سایر محصولاتی که دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هستند، کمتر است. میزان تانن در این تحقیق، ۲/۹-۱/۸٪ بوده‌است که با نتایج Badr و همکاران (۲۰۱۴) که گزارش کردند میزان تانن در بذرهای گوار ۲/۸۵ میلی‌گرم در گرم می‌باشد، مطابقت دارد. با افزایش غلظت ترکیب‌های فنلی در گیاه، احتمالاً به‌دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش، احتمال اهدای هیدروژن به رادیکال آزاد و به‌دنبال آن قدرت مهارکنندگی عصاره افزایش می‌یابد. به‌طوری که تفاوت مشاهده شده بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره را می‌توان به تفاوت در مقدار ترکیب‌های فنلی آن نسبت داد (Bai *et al*., 2010).

Kobeasy و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که میزان فنول در عصاره تهیه شده از پودر بذر گوار ۳/۷۶ میلی‌گرم می‌باشد. آنان همچنین گزارش کردند که میزان پروتئین بذر، ۲۵/۵٪، چربی بذر ۲/۹۴، خاکستر ۳/۶ و فیبر ۱۰/۳٪ بوده‌است که با نتیجه بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. Sabahelkheir و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه ۳ واریته گوار در کشور سودان، آنالیز ترکیب‌های فیتوشیمیایی موجود در صمغ گوار را به این صورت بیان کردند: پروتئین ۵/۵-۳/۵٪، رطوبت ۸/۷-۴/۷٪، چربی ۰/۹-۰/۵٪، خاکستر ۱/۳-۰/۵٪ و فیبر ۲-۱/۴٪ که نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. به‌عنوان مثال، میزان درصد فیبر در این مطالعه ۱۶-۱۱٪ است که از نتیجه گزارش شده توسط Sabahelkheir و همکاران (۲۰۱۲) و Kobeasy و همکاران (۲۰۱۱) بیشتر می‌باشد.

درصد پروتئین، گالاکتومانان، فیبر، رطوبت و خاکستر

براساس نتیجه بدست آمده در مورد درصد پروتئین بذر و گالاکتومانان (صمغ)، مشخص شده‌است که به‌طور میانگین

www.SID.ir

میزان این دو صفت، در تاریخ کشت دوم نسبت به تاریخ کشت اول بیشتر است که این با نتیجه Lakshimi (۲۰۱۲) مطابقت دارد (که گزارش کردند گیاهان کاشته شده در هفته دوم ماه جولای نسبت به هفته دوم ماه آگوست در آندرا پرادش کشور هندوستان، درصد پروتئین بیشتری دارند). میزان پروتئین بدست آمده در این مطالعه بین ۳۱-۳۰٪ بوده‌است که این با نتیجه Kays و همکاران (۲۰۰۶) که گزارش کردند میزان پروتئین خام بذرهای گوار بین ۳۰/۶-۲/۹٪ می‌باشد، مطابقت دارد. Badr و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی‌های فیتوشیمیایی از بذرهای گوار این نتایج را گزارش کرده‌اند که میزان پروتئین ۳۳/۲۵٪، فیبر ۱۱/۰۶٪ و میزان چربی ۳/۳۲٪ است. نتایج بدست آمده در این تحقیق، در مورد صفت درصد پروتئین کمتر اما در مورد دو صفت دیگر بیشتر از این مقدار می‌باشد (پروتئین ۳۱٪، فیبر ۱۶٪ و میزان چربی ۳/۶٪). با داشتن چنین ترکیب‌های ارزشمندی، کنجاله گوار می‌تواند به‌عنوان جیره غذایی ماهی‌ها و ماکیان مورد استفاده قرار گیرد و هیچ‌گونه اثر نامطلوبی بر روی رشد آنها نداشته باشد (Kobeasy *et al.*, 2011). Sortino و Fabio (۲۰۰۷) گزارش کردند که میزان پروتئین خام در دو تاریخ کشت اول و دوم به‌ترتیب ۳۰/۶٪ و ۳۱/۵٪ بوده‌است. Gresta و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که میزان درصد پروتئین خام بذرهای برداشت شده بین ۳۶-۲۴٪ بوده‌است که با نتایج حاصل در این تحقیق مطابقت دارد.

میزان گالاکتومانان موجود در بذر گوار، تعیین‌کننده ارزش اقتصادی گوار می‌باشد. البته هرچه مقدار صمغ (گالاکتومانان) بذر گوار بیشتر باشد، ارزش اقتصادی آن نیز افزایش می‌یابد. Lakshimi (۲۰۱۲) در بررسی درصد گالاکتومانان در دو تاریخ کشت مختلف عنوان کرد که بذرهای برداشت شده در تاریخ کشت هفته اول ماه جولای نسبت به تاریخ کشت هفته دوم ماه آگوست، دارای درصد صمغ بیشتری است که این با نتیجه بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. دلیل این افزایش میزان درصد گالاکتومانان و شرایط مناسب آب و هوایی در این فصل عنوان شده است.

درصد فیبر

Elsheikh و Ibrahim (۱۹۹۹) در بررسی چندین واریته گوار برای بررسی فیبر موجود در بذر آن گزارش کردند که میزان درصد فیبر بین ۸/۸-۷/۸٪ وزن خشک آن بوده است که نتیجه حاصل شده در این مطالعه، از این مقدار بیشتر می‌باشد (۱۶-۱۱٪). فیبر موجود در بذرهای گوار همانند سایر ترکیب‌های فیبری مانند بتا-گلوکان موجود در غلات اثرهای مفیدی بر روی سلامتی انسان‌ها دارد. در کاهش کلسترول و تری‌گلیسریدها و همچنین کاهش قند خون بسیار مؤثر است (Chandalia *et al.*, 2000). گزارش شده‌است که با افزایش میزان درصد فیبر، ترکیب‌های پروتئینی بذر کاهش می‌یابد که این خلاف نتیجه بدست آمده در این تحقیق می‌باشد (Battilana *et al.*, 2001).

Badr و همکاران (۲۰۱۴)، گزارش کردند که میزان درصد رطوبت و خاکستر بذر به‌ترتیب ۱۰٪ و ۴/۵۳٪ می‌باشد که با نتیجه حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. البته هر چقدر میزان درصد خاکستر بذر بیشتر باشد، نشان‌دهنده این است که بذر غنی از مواد معدنی می‌باشد. از نظر میزان حلالیت صمغ گوار، نتایج بدست آمده دامنه ۷۶/۲-۷۴٪ را نشان می‌دهند. صمغ گوار با توجه به میزان حلالیت آن از دسته صمغ‌های نیمه‌هیدراته دسته‌بندی می‌شود و تفاوت در میزان حلالیت، به علت تنوع ژنتیکی واریته‌های مورد بررسی می‌باشد (Eldirany *et al.*, 2015).

ویسکوزیته صمغ گوار

شاخص بازدهی و درجه‌بندی صمغ گوار براساس ویسکوزیته آن مشخص می‌شود (Whistler & Hymowitz, 1979). یکی از مهمترین ویژگی‌های گوار، هیدراته شدن سریع در آب سرد و گرم و تولید ویسکوزیته بالا می‌باشد. در غلظت‌های کمتر از ۱٪، این میزان هیدراته شدن کمتر است ولی در غلظت‌های بالاتر از ۱٪، از قوانین نیوتونی تبعیت می‌کند (Mudgil *et al.*, 2014). در این مطالعه مشخص شد که در غلظت‌های کمتر از ۱٪ صمغ گوار، با افزایش سرعت برشی، میزان ویسکوزیته کاهش می‌یابد و از

www.SID.ir

قوانین غیرنیوتونی تبعیت کرده و در دسته صمغ‌های سودوکلاسیک (pseudo-classic) قرار می‌گیرد، که این با نتایج گزارش شده توسط Zhang و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. Venugopal و Abhilash (۲۰۱۰) گزارش کردند که میزان ویسکوزیته صمغ گوار بعد از ۰/۵، ۱، ۲ و ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۳۳۰۰،۴۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۲۰۰۰ سانتی‌پواز می‌باشد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی از یافته‌های این تحقیق می‌توان این‌چنین استنباط کرد که گیاه گوار کاشته شده در شرایط آب و هوایی ایران (ایلام–شهرستان دره‌شهر) از نظر داشتن خصوصیات فیتوشیمیایی (فنول، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ...) و خواص فیزیکی (ویسکوزیته، حلالیت و ...) دارای وضعیت مطلوبی می‌باشد. با توجه به اینکه این گیاه دارای طول رشد کوتاه بوده و متحمل به شرایط کم‌آبی می‌باشد، ازاین‌رو می‌تواند پس از انجام مطالعات تکمیلی در برنامه‌های زراعی در کشت تابستانه قرار گیرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده بر روی روش‌های آبیاری، میزان نیاز آبی و واریته‌های دیگر این گیاه آزمایش‌های تکمیلی انجام شود.

منابع مورد استفاده

- Abidi, N., Liyanage, S., Auld, D., Imel, R.K., Norman, L., Grover, K., Angadi, S., Singla, S. and Trostle, C., 2015. Challenges and opportunities for increasing guar production in the United States to support unconventional oil and gas production: 207-226. Uddameri, V., Morse, A. and Tindle, K.J., (Eds.). Hydraulic Fracturing Impacts and Technologies: A Multidisciplinary Perspective CRC Press, Boca Raton, 312p.
- Badr, S.E.A., Mohamed, S., Shahinaz, H., El-Sayed, A.S.E., Abd, E. and Dina, M.S., 2014. Evaluation of anticancer, antimycoplasmal activities and chemical composition of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) seeds extract. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 3(5): 413-423.
- Bai, N., He, K., Roller, M., Lai, C.S., Shao, X., Pan, M.H. and Ho, C.T., 2010. Flavonoids and phenolic compounds from *Rosmarinus officinalis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58: 5363-5367.
- Battilana, P., Ornstein, K., Minehira, K., Schawtz, J.M., Acheson, K., Schneiter, P., Burri, J., Jequier, E. and Tappy, L., 2001. Mechanisms of action of betaglucan in post prandial glucose metabolism in healthy men. European Journal of Clinical Nutritious, 55: 327-333.
- Chandalia, M., Abhimanyu, G., Lutjohann, D., Bergmann, K., Grundy, S.M. and Brinkley, L.J., 2000. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. New England Journal of Medical, 342: 1392-1398.
- Eldirany, A., Azhari, A., Mohamed Nour, E., Khalid, A., Gadeen, A.E. and Ibrahim, M., 2015. Physicochemical and functional properties of four new genotypes (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) of guar gum. American Journal of Food Science and Health, 1(2): 43-50.
- Elsheikh, E.A.E. and Ibrahim, K.A., 1999 .The effect of Bradyrhizobium inoculation on yield and seed quality of guar. Food Chemistry, 65: 183-187.
- 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 Production, 41: 46-52.
- Kays, S.E., Morris, J.B. and YookYung, K., 2006. Total and soluble dietary fiber variation in *Cyamopsis tetragonoloba* genotypes. Journal of Food Quality, 29: 383-391.
- Kobeasy, I., Osama, M., Abdel-Fatah, M., El-Salam, S. and Zahrat El-Ola, M., 2011. Biochemical studies on *Plantago major* L. and *Cyamopsis tetragonoloba* L. international Journal of Biodiversity and Conservation, 3(3): 83-91.
- Koleva, I., Van Beek, T.A., Linssen, J.P.H., de Groot, A. and Evstatieva, L.N., 2002. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. Phytochemical Annuals, 13: 8-17.
- Lakshimi, K., 2012. Performance of cluster bean genotypes under varied time of sowing. Legume Research, 35 (2):154-158.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P.R. and van Beek, T.A., 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chemistry, 85: 231-237.
- Mudgil, D., Sheweta, B. and Bhupendar, S., 2014. Guar gum: processing, properties and food applications-a review. Journal of Food Science Technology, 51(3): 409-418.

www.SID.ir

Biological Sciences, 1(1): 67-70.
- Sharif, M., Nazar, M., Sultan, J.I., Bilal, M.Q., Shahid, M. and Hussain, A., 2014. Effect of replacing cotton seed cake with guar meal on growth performance and economics in Sahiwal calves. Journal of Animal and Plant Sciences, 24(1): 28-32.
- Sharma, P., Dubey, G. and Kaushik, S., 2011. Chemical and medico-biological profile of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub: an overview. Journal of Applied Pharmacology Science, 1(2): 32-37.
- Sortino, O. and Fabio, G., 2007. Growth and yield performance of five guar cultivars in a Mediterranean environment. Italian Journal of Agronomy, 4: 359-364.
- Sunil, H.G., Archana, M., Ramteke, S.P. and Patil, S.U., 2013. Phytochemicacl and TLC profiling of *Cyamopsis Tetragonoloba* L. seeds (Fabaceae)-Pea family. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 4(4): 1551-1555.
- Venugopal, K.N. and Abhilash, M., 2010. Study of hydration kinetics and rheological behavior of guar gum. International Journal of Pharmaceutical Science Research, 1: 28-39.
- Whistler, R. and Hymowitz, T., 1979. Guar: Agronomy, Production, Industrial Use, and Nutrition. Purdue University Press, West Lafayette, 1979: 118p.
- Zhang, L.M., Zhou, J.F. and Hui, P.S., 2008. A comparative study on viscosity behavior of water soluble chemically modified guar gum derivatives with different functional lateral groups. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85: 2638-2644.
- Murwan, K.S. and Abdalla, A.H., 2008. Yield and yield components of forty five guar (*Cyamopsis tetragonoba*) genotypes grown in Sudan. Nile Basin Research Journal, 11(4): 48-54.
- NIAM, 2014. An analysis of performance of guar crop in India (2013-2014). Report prepared by NIAM, Jaipur for United States Department of Agriculture (USDA), New Delhi.
- AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International. 1984. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C, 24-37.
- AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International. 1983. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C, 50-65.
- Pathak, R. and Roy, M.M., 2015. Climatic responses, environmental indices and interrelationships between qualitative and quantitative traits in Clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) under arid conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 85(1): 147-154.
- Price, M.L., Socoyoc, S.V. and Butter, L.G., 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. Agricultural Food Chemistry, 26: 1214-1218.
- Rimsi, S. and Savita, Ch., 2014. Evaluation of total phenol and flavonoid content, antioxidant and iron chelation activities of ethanolic extracts of green beans. American Journal of Pharma Technology Research, 4(3): 614-624.
- Sabahelkheir, M.K., Abdalla, H. and Nouri, S.H., 2012. Quality assessment of guar gum (endosperm) of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*). ISCA Journal of

Archive

www.SID.ir

Phytochemical properties of three genotypes *of Cyamopsis tetragonoloba* L. under irrigation regimes and sowing dates

H. Meftahizade[1], Y. Hamidoghli[2], M.H. Assareh[3*] and M. Javanmard Dakheli[4]

1- Ph.D. Student, Department of Horticultural Science, University Campus 2, University of Guilan, Rasht, Iran
2- Agricultural Faculty, Guilan University, Rasht, Iran
3*- Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: Asareh@gmail.com
4- Department of Chemical Technologies, Iranian Research Organization for Science and Technology, Karaj, Iran

Received: April 2018 Revised: May 2018 Accepted: June 2018

Abstract

This research was aimed to investigate the effects of sowing date and irrigation regimes on phytochemical attributes of guar genotypes. The study was conducted in a split-split plot randomized block design including two sowing dates (15th and 30th July), four irrigation regimes, and three genotypes with three replication for two seasons (2015 and 2016). The seeds were harvested and ethanolic extraction was prepared to analyze physicochemical traits such as antioxidant activity, phenol, tannin, protein, viscosity, galactomannan content, etc. The results showed that there were significant differences ($P \leq 0.01\%$) between sowing date and irrigation regimes in case of phytochemical traits, seed protein, galactomannan content, and minerals. The range of galactomannan content was 28-33%, where the maximum galactomannan level (33.8%) was recorded for the interaction of late sowing date × four- stage irrigation schedule. Among the genotypes studied, the third genotype (RGC-1066) had the highest antioxidant activity and gum protein percentage. There is no significant difference among the genotypes for other characteristics. Late sowing date, G3 (RGC-1066) and four-stage irrigation schedule during growth cycle were the best treatments. The results of this study showed that guar planting in the study area is positively evaluated in terms of mineral materials, protein content, and gum viscosity; therefore, its development can be recommended in the agronomic program.

Keywords: *Cyamopsis tetragonoloba* L., sowing date, DPPH, galactomannan, antioxidant, viscosity.

Archive of SID

www.SID.ir