نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۰۶-۱۰۹۳

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1093-1106

اثرتنش باد تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی بر برخی صفات کمی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

ملیحه محمدزاده[۱]، براتعلی فاخری[۲*]، نفیسه مهدی نژاد[۳] و رقیه محمدپور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۴

محمدزاده، م.، فاخری، ب.، مهدی نژاد، ن.، و محمدپور، ر. ۱۳۹۷. اثرتنش باد تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی بر برخی صفات کمی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۱۰۶-۱۰۹۳.

چکیده

چای ترش با نام علمی (*Hibiscus sabdariffa* L.) از خانواده پنیرکیان، گیاهی یکساله، دارویی و شاخه‌دار می‌باشد. به منظور بررسی اثر تنش باد بر ویژگی‌های کمی چای ترش تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل در سال۹۴- ۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل تنش باد در سه سطح تنش شدید، تنش ملایم و بدون تنش به عنوان عامل اصلی، عامل فرعی شامل کود شیمیایی با سه سطح فسفر، نیتروژن و NPK و عامل فرعی فرعی شامل کود زیستی با شش سطح نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس، سوپربیوفسفات، فسفات بارور۲، اسیدهیومیک، بیوسولفور بودند. در این تحقیق صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، وزن‌تر و وزن خشک اندام‌های هوایی دربوته، تعداد غوزه در بوته، وزن‌تر غوزه دربوته، عملکرد ترکاسبرگ و عملکرد خشک کاسبرگ، وزن هزار دانه، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تنش باد، کود شیمیایی و زیستی بر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار شد. بیشترین میزان ارتفاع بوته، وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی، تعداد غوزه در بوته، وزن‌تر غوزه در بوته در تیمار بدون تنش باد و عملکرد تر کاسبرگ و عملکرد خشک کاسبرگ در تنش ملایم باد بدست آمد. بیشترین میزان ارتفاع بوته، وزن‌تر خشک اندام-های هوایی، تعداد غوزه در بوته، وزن‌تر غوزه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد تر کاسبرگ و عملکرد خشک کاسبرگ در تیمار کود شیمیایی نیتروژن حاصل شد. بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در تیمار کود شیمیایی NPK به‌دست آمد. بیشترین میزان ارتفاع، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و وزن‌تر اندام هوایی به‌ترتیب در تیمار کود زیستی فسفات بارور ۲ و بیوسولفور حاصل شد. بیشترین مقدار وزن‌تر غوزه در بوته، عملکرد تر کاسبرگ و عملکرد خشک کاسبرگ و وزن هزار دانه در تیمار کود زیستی اسیدهیومیک حاصل شد. با توجه به ضرورت کشت گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی به نظر می‌رسد که تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی باعث افزایش عملکرد وکاهش اثرات تنش باد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، عملکرد کاسبرگ، غوزه، گیاه دارویی

مقدمه

چای ترش با نام علمی (*Hibiscus sabdariffa* L.) از خانواده پنیرکیان[۲]، گیاهی یکساله و شاخه‌دار می‌باشد (Duke, 1983). بیش از ۳۰۰ گونه از این گیاه در سراسر جهان یافت می‌شود. این گیاه در ایران با نام چای مکی، چای قرمز و چای ترش شناخته می‌شود (Torabi, 2003). چای ترش یک محصول گرمسیری و نیمه گرمسیری است که رشد آن به عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی و ۲۵ درجه جنوبی محدود شده است (Morton, 1987). این گیاه نسبت به یخبندان بسیار حساس است. در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری تا ارتفاع ۹۰۰ متر از سطح دریا بیشترین رشد را دارد. درجه حرارت مناسب برای رشد ۲۷/۵-۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد است. برای درمان فشار خون بالا، اسهال، بیماری‌های دهان و کمبود اسید اسکوربیک (کمبود ویتامین C) از کاسبرگ‌های این گیاه استفاده می‌شود. همچنین در درمان سوء هاضمه و بیماری‌های کبدی و قلبی کاربرد دارد (Chewonarin *et al*., 1999; Faraji & Tarkhani, 1999). برگ‌های چای ترش در درمان سرماخوردگی، سرفه و در بعضی موارد به‌عنوان ضماد روی آبسه استفاده می‌شود، دانه‌های چای ترش تقویتی و تب بر هستند (Duke, 1983). از دانه‌های چای ترش

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغبانی، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: ba_fakheri@yahoo.com)
۲ و ۳- استاد و استادیار، گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۴- دانشجوی دکترا اگرو اکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه زابل
DOI:10.22067/jag.v10i4.60388

2- Malvaceae

www.SID.ir

Archive of SID

برای درمان برخی از بیماری‌ها استفاده می‌شود. مثلاً در میانمار برای درمان ضعف و ناتوانی جنسی (Perry, 1980) و در تایوان به عنوان مدر، ملین، مقوی (تقویت‌کننده) ودر درمان ناتوانی جنسی کاربرد دارند (Duke, 1983).

یکی از عوامل نامساعد برای انجام امور کشاورزی تنش بادهای شدید در هر منطقه جغرافیایی به حساب می‌آید که با افزایش مقدار تبخیر و تعرق در افزایش مصرف آب نقش بسزایی دارد، بنابراین ضروری است با استفاده از گونه‌هایی که دارای رشد سریع، قدرت کنترل کافی، زیبایی و سرسبزی مناسب و ارزش اقتصادی کافی باشند با این شرایط نامناسب مقابله گردد (Hasani & Sinaki, 2012). بادهای صد و بیست روزه پدیده‌ای منطقه‌ای است که در چهار ماهه گرم از سال (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) با تندی متغیر در بخشی از جنوب شرق ایران می‌وزند. این رویداد چنان نیرومند است که نقش و اثر خود را بر چهره بسیاری از پدیده‌های واقع در منطقه‌ی عمل خود حک کرده است (Dolatyari, 2009). باد سیستان با دو ویژگی تداوم و تندی تعریف می‌شود، در فصل وزش باد سیستان، فراوانترین تندی باد حدود ۱۰ متر بر ثانیه است و به طور متوسط از ۲۷ اردیبهشت تا ۷ مهر به مدت ۱۳۶ روز تداوم دارد. در زابل جهت باد همواره شمال و شمال غربی است (Masoudian., 2014). حرکات باد باعث اثر بر روی رشد گیاه، ارتفاع گیاه و قطر ساقه‌ی گیاه می‌شود و همچنین محققین گزارش دادند که میزان املاح خاک در منطقه بادپناه بادشکن بیشتر از منطقه بدون بادشکن (شاهد) می‌باشد (Crook & Ennos, 1996; Arazeinyaet al., 2013).

مطالعات بلند مدت نشان می‌دهد که استفاده فشرده از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش نتیجه اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت بیولوژیک خاک، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریز مغذی‌ها در کودهای NPK می‌باشد (Adediran et al., 2004). جلوگیری از مصرف بی‌رویه و نابجای نهاده‌های شیمیایی، تولید پایدار فراورده‌های غذایی همراه با حفظ محیط زیست از جمله موضوعاتی است که امروزه مورد توجه بسیاری از محققان و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی قرار گرفته است. در این بین کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل مصرف نهاده‌های شیمیایی، در راستای حل مشکل به وجود آمده بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (Cary & sharma, 2002). از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری تولید غذا و حفظ حاصلخیزی خاک، کاربرد سیستم‌های تغذیه تلفیقی و همچنین استفاده از کودهای زیستی در نظام تغذیه‌ای می باشد. با توجه به تأکید کشاورزی پایدار بر افزایش کیفیت و پایداری عملکرد، گیاهان دارویی گزینه مناسبی برای این نظام محسوب می‌شوند و به نظر می‌رسد در چنین شرایطی، حداکثر رشد و عملکرد آنها حاصل گردد (Gupta et al., 2002). کودهای آلی و بیولوژیک از اساسی‌ترین منابع تأمین عناصر غذایی در کشاورزی پایدار محسوب می‌شوند. عنوان کودهای بیولوژیک عموماً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌گردد، بلکه به ریز موجودات باکتریایی و قارچی و مواد حاصل از فعالیت آنها در رابطه با تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی از جمله مهم‌ترین کودهای بیولوژیک محسوب می‌شوند (Astaraei & Koocheki, 1997). تحقیقات گوناگون حاکی از تأثیر مثبت کودهای زیستی به تنهایی یا به همراه کودهای شیمیایی بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی می‌باشد. کود زیستی در ترکیب با کود شیمیایی موجب بهبود ویژگی‌های رشد رویشی و افزایش عملکرد کاسبرگ و ترکیبات شیمیایی چای ترش شد (Hassan, 2009; Abo-Baker & Mostafa, 2011). محققین گزارش کردند که تلقیح بذور خردل هندی (*Brassica juncea* L.) با باکتری‌های محرک رشد گیاه، رشد این گیاه را به طور معنی‌دار افزایش داده است (Asghar et al., 2002). نتایج تحقیق محققین نشان داد که استفاده از کودهای بیولوژیک حاوی *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) سبب افزایش ارتفاع بوته، وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه شد. همچنین کودهای زیستی با افزایش جذب نیتروژن و افزایش کارایی این عنصر در فرایند فتوسنتز و تولید سطح سبز نقش به‌سزایی ایفا می‌نمایند که افزایش رشد و گلدهی (تعداد چتر در بوته) را به دنبال خواهد داشت (Youssef et al., 2004). همچنین کودهای زیستی از طریق تولید ترشحات حل‌کننده و کاهش pH، عناصر مختلف غذایی را به صورت محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Rademacher., 1994; Kader., 2002; Han & Lee., 2006). باکتری‌های موجود در کودهای زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه و همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی بیوتیک موجب رشد و توسعه ریشه و اندام‌های هوایی گیاه شده که این مساله سبب تولید اسیملات بیشتر و انتقال آن‌ها به دانه و افزایش وزن هزار دانه می‌شود (Han & Lee., 2006 and Gutierrez-Manero., 2001).

امروزه در شهرستان زابل وزش بادهای شدید به‌عنوان یک مشکل برای رشد گیاهان دارویی شناخته شده است. می‌توان برای حفظ گیاهان از اثرات مخرب باد راهکارهایی مانند آرایش کاشت و استفاده از کودهای زیستی را پیشنهاد کرد. با توجه به ضرورت تولید گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی و لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط زیست، این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش باد بر ویژگی‌های کمی چای ترش تحت تیمار کودهای زیستی و شیمیایی انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر تنش باد بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ گیاه دارویی چای ترش تحت تیمار کودهای شیمیایی و زیستی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل در سال ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. نتایج تجزیه آزمایش شیمیایی خاک محل آزمایش از عمق صفر تا۳۰ سانتی‌متر در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil from the depths 0 to 30

هدایت الکتریکی EC ($dS.cm^{-1}$)	اسدیته pH	درصد نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorous ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم Potassium ($mg.kg^{-1}$)
1.5	7.2	0.17	12	140

در این طرح تنش باد عامل اصلی و در سه سطح تنش شدید، ملایم و بدون تنش، عامل فرعی کود شیمیایی با سه سطح فسفر، نیتروژن و NPK و عامل فرعی فرعی کود زیستی با شش سطح نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس، سوپربیوفسفات، فسفات بارور۲، اسید هیومیک و بیوسولفور بودند. با توجه به این که در شهرستان زابل جهت وزش باد عامل مهمی در جهت خسارت به محصولات می‌باشد عامل اصلی به‌صورتی اعمال شد که در سطح تنش شدید کرت‌ها در جهت مستقیم وزش باد و بدون بادشکن، سطح بدون تنش باد کرت‌ها از چهار طرف توسط بادپناه یا بادشکن از شش ردیف کشت گیاه سورگوم (*Sorghum vulgare* L.) و در تنش ملایم باد کرت‌ها از سمت وزش باد دارای بادشکن بودند. معیار در این مطالعه، بدلیل اختلاف سرعت وزش باد در روزهای مختلف (بعنوان مثال، در یک روز سرعت وزش باد به ۱۲۰ کیلومتر می‌رسید، در حالی‌که در روز دیگر اصلا باد نمی‌وزید)، جهت وزش باد بوده است. کرت‌های دارای تنش شدید مستقیما در جهت وزش باد و کرت‌های تنش ملایم در خلاف جهت وزش باد و کرت‌های بدون تنش از چهار طرف با بادشکن محصور شده بودند و همچنین کودهای شیمیایی مورد استفاده شامل ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بودند. میزان کودهای شیمیایی مورد استفاده بر اساس تجزیه خاک و نیاز گیاه تعیین شد. کودهای زیستی نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس، سوپربیوسفات به میزان دو لیتر در هکتار به صورت بذرمال استفاده شد، کودهای و بیوسولفور و اسید هیومیک به میزان دو کیلوگرم در هکتار وکود فسفات بارور دو صد گرم در هکتار استفاده شد. کودهای بیولوژیک استفاده شده در این تحقیق توسط شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا[1] و تحت لیسانس و نظارت مستقیم مؤسسه خاک و آب کشور تولید شده بودند. کاشت به صورت هیرم‌کاری در تاریخ ۲۰ فروردین صورت گرفت. بدین منظور ۴-۳ بذر در هر کپه با عمق سه سانتی‌متر به روش جوی و پشته در چهار ردیف پنج متری با فاصله ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۶۰ سانتی‌متر بین ردیف کشت شدند. عملیات تنک کردن در مرحله ۴-۲ برگی انجام شد. آبیاری مزرعه به روش جوی و پشته و با فاصله هر هفته یک بار انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی صورت گرفت. کلیه عملیات زراعی بطور معمول انجام شد. صفات تعداد شاخه در بوته، وزن تر و وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در بوته)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد غوزه در بوته، وزن تر غوزه در بوته، عملکرد تر کاسبرگ و عملکرد خشک کاسبرگ، وزن هزار دانه (گرم در بوته)، در تاریخ ۲۰ مهرماه در انتهای مرحله رسیدگی ۱۰ بوته که پس از حذف اثرات حاشیه بطور تصادفی از هر کرت انتخاب شده بودند، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. عملکرد کاسبرگ‌ها (کیلوگرم در هکتار) پس از حذف اثرات حاشیه از تمام بوته‌های هر کرت بدست آمد. نمونه‌های توزین شده به مدت ۷۲ ساعت با آون تهویه‌دار در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گذاشته شود، توزین شدند برای اندازه‌گیری وزن‌تر اندام‌های هوایی، نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج تحقیق با استفاده از نسخه ۹/۲ نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2013) صورت گرفت مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد و با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر اصلی تنش باد، کودهای شیمیایی و کود زیستی و برهمکنش کود شیمیایی و زیستی بر ارتفاع بوته معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار بدون تنش باد و کمترین مقدار آن در تنش شدید مشاهده شد. بیشترین ارتفاع بوته در کود شیمیایی نیتروژن و کمترین آن در کودشیمیایی فسفر بدست آمد. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار کود زیستی فسفات بارور۲ و کمترین مقدار آن در بیوسوپر فسفات حاصل شد (جدول ۳). اثر متقابل برهمکنش تنش باد و کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از تلفیق تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن و کم‌ترین ارتفاع، از تیمار تنش باد شدید با کود شیمیایی فسفر بدست آمد. برهمکنش تنش باد و کودهای زیستی نشان داد که بیشترین ارتفاع به‌ترتیب در تیمار بدون تنش باد با کود زیستی فسفات بارور۲ و کمترین ارتفاع در تیمار تنش شدید و کود زیستی بیوسوپر فسفات مشاهده شد (جدول ۵).

1- MABCO=Mehr Asia biotechnology company

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه گیاه چای ترش تحت تاثیر کودهای شیمیایی، زیستی و تنش باد

Table 2-Analysis of variance (means of squares) of studied traits of Roselle affected as chemical and biological fertilizers and wind stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعدادغوزه Number of boll	وزن غوزه Boll weight	عملکرد کاسبرگ تر Fresh weight of Calyx	عملکرد کاسبرگ خشک Dry yield of calyx	وزن تر اندام هوایی Fresh weight of shoot	وزن خشک اندام هوایی Dry weight of shoot	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته Number of branches per plant	وزن هزار دانه 1000-Seed weight
بلوک Block	2	6963.16**	184601.94**	50797150.4**	594415.026**	13240964.96**	1066560.61**	2207.79**	22.93**	95.89**
تنش باد Wind stress	2	2165.50**	59571.11**	10937359.1**	481815.071**	777899.12**	844137.19**	7546.78**	36.99**	118.07**
خطای الف Error a	4	26.29	180.08	59955.5	6737.717	224906.81	51067.79	46.88	0.41	6.82
کودشیمیایی Chemical fertilizers	2	1240.13**	25944.09**	28605211.9**	573777.85**	18235770.85**	485503.74**	4274.10**	56.36**	130.83**
اثر متقابل کود شیمیایی و تنش باد Chemical Fertilizers and wind stress reaction	4	3.10ns	120.21ns	79243.6ns	1089.009*	39541.79ns	5816.44ns	0.76ns	0.00003ns	138.90**
خطای ب Error b	12	547.82	13197.17	4309227.5	102298.586	450217.40	53042.19	234.98	2.14	11.14
کودزیستی biological fertilizers	5	1608.17**	50628.53**	12066933.9**	399498.47**	5819585.87**	420402.12**	703.69**	23.53**	27.02**
اثرمتقابل کودزیستی وتنش باد Biological fertilizer x Wind stress	10	1.20ns	195.75ns	257533.5ns	441.09ns	24113.04ns	13182.53ns	3.12ns	0.000063ns	6.70ns
اثر متقابل کودشیمیایی وزیستی Biological fertilizer x Chemical fertilizer	10	2354.91**	60927.47**	15393360.8**	398015.114**	258492.74**	78853.85*	1151.36**	9.084**	108.54**
اثر متقابل کودزیستی ،کودشیمیایی وتنش باد Biological fertilizer x Chemical fertilizer x Wind stress	20	1.55ns	229.06ns	284794.6ns	364.273ns	29296.79ns	14499.93ns	1.78ns	0.00002**	45.74**
خطای سی Error c	90	110.71	2588.10	1072931.8	19664.01	397080.5	34456.89	76.71	0.66	7.56
ضریب تغییرات (٪) C. V(%)		16.82	17.55	18.13	17.007	11.71	12.24	5.79	8.11	8.23

ns،۰٫۰۱ و ۰٫۰۵ : به ترتیب نمایانگر غیرمعنی‌دار بودن و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

In order to be insignificant and thus represents a significant difference(P≤ 0.01)and(P≤ 0.05) percent

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش ارتفاع بوته، در تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن و کودهای زیستی فسفات بارور ۲، نیتروکسین و بیوسولفور حاصل شد. نتایج حاصل نشان داد که تنش باد شدید باعث کاهش ارتفاع گیاه چای ترش شد. کودهای زیستی با افزایش جذب نیتروژن و افزایش کارایی این عنصر در فرآیند فتوسنتز و تولید سطح سبز، نقش بسزایی ایفا می‌نمایند که افزایش رشد را به دنبال خواهند داشت. همچنین کودهای زیستی از طریق تولید ترشحات حل‌کننده و کاهش اسیدیته، عناصر مختلف غذایی را به صورت محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Kader, 2002; Han & Lee, Rademacher, 1994 2006) .

تعداد شاخه‌های فرعی در بوته

اثر اصلی تنش باد، کود شیمیایی، کود زیستی و برهمکنش کود شیمیایی و زیستی، برهمکنش کود زیستی، کود شیمیایی و تنش باد بر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در بوته در تیمار بدون تنش و کم‌ترین آن در تیمار تنش شدید باد مشاهده شد. بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در تیمار کود شیمیایی NPK و کم‌ترین مقدار آن در تیمار کود شیمیایی فسفر حاصل شد. بیشترین تعداد شاخه در بوته در تیمار کود زیستی بیوسولفورو و کم‌ترین مقدار آن در بیوسوپرفسفات مشاهده شد (جدول ۳). برهمکنش تنش باد و کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته از تلفیق تیمار شاهد و کود شیمیایی NPK و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی در بوته، از تلفیق تنش شدید باد و کود شیمیایی نیتروژن حاصل گشت. برهمکنش تنش باد با کودهای زیستی نشان داد که بیشترین تعداد شاخه در بوته به ترتیب در تیمار بدون تنش باد و کود زیستی بیوسولفور وکم‌ترین تعداد شاخه در بوته در تیمار تنش شدید باد وکود زیستی فسفات بارور۲ مشاهده شد (جدول ۵).

وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی

اثر تنش باد و کود شیمیایی وکود زیستی و برهمکنش کود شیمیایی و زیستی و بر وزن تر اندام‌های هوایی معنی‌دار (P≤۰/۰۱) (جدول ۲). بیشترین مقدار وزن تر اندامهای هوایی در تیمار بدون تنش باد و کم‌ترین مقدار آن در تنش باد شدید حاصل شد. بیشترین وزن تر اندام‌های هوایی در تیمار کود شیمیایی نیتروژن و در تیمار کود زیستی بیوسولفور و کم‌ترین آن در تیمار کود زیستی اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۳). برهمکنش تنش باد و کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین وزن‌تر اندام هوایی از تلفیق تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن به میزان و کم‌ترین میزان وزن‌تر اندام هوایی از تلفیق تنش باد شدید با کود شیمیایی NPK حاصل شد. برهمکنش تنش باد و کودهای زیستی نشان داد که بیشترین وزن‌تر اندام هوایی در تیمار بدون تنش باد و کودهای زیستی بیوسولفور و کم‌ترین میزان وزن‌تر اندام هوایی در تنش شدید باد و کود زیستی اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۵). تنش باد و کودهای شیمیایی و کودهای زیستی بر وزن خشک اندام‌های هوایی معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود و همچنین برهمکنش کود شیمیایی و زیستی بر وزن خشک اندام هوایی اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۵) نشان داد (جدول ۲). بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار بدون تنش باد و کم‌ترین مقدار آن در تنش باد شدید مشاهده شد. بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی در تیمار کود شیمیایی نیتروژن و در تیمار کودهای زیستی بیوسوپر فسفات و کم‌ترین آن در کود زیستی اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۳). برهمکنش تنش باد و کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی از تلفیق تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن به میزان و کم-ترین میزان وزن خشک اندام هوایی از تلفیق تنش شدید باد و کود شیمیایی نیتروژن حاصل شد. برهمکنش تنش باد و کودهای زیستی بروزن خشک اندام هوایی نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی در تیمار بدون تنش باد با کودهای زیستی بیوسوپرفسفات و کم‌ترین میزان وزن خشک اندام هوایی درتنش باد شدید و کود زیستی اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۵). افزایش مقدار وزن‌تر اندام هوایی به‌ترتیب در بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی بیوسولفور حاصل شد. افزایش میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی بیوسوپر فسفات مشاهده شد. در تحقیقی کاربرد کود زیستی *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر*، سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) در چین‌های اول و دوم طی دو فصل زراعی گردید (Youssef *et al.*, 2004).

تعداد غوزه در بوته

اثر تنش باد و تیمار کود شیمیایی و کود زیستی و برهمکنش کودهای شیمیایی و زیستی در صفت تعداد غوزه در بوته در سطح احتمال (P≤۰/۰۱) معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد غوزه در بوته در تیمار بدون تنش باد و کم‌ترین مقدار آن در تنش باد شدید مشاهده شد. بیشترین تعداد غوزه در بوته در تیمار کود شیمیایی نیتروژن و تیمار کود زیستی اسید هیومیک و کم‌ترین آن در کود زیستی بیوسوپر فسفات حاصل گردید (جدول ۳). برهمکنش تنش باد و کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین تعداد غوزه در بوته از تلفیق تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن وکم‌ترین تعداد آن از تلفیق تنش باد شدید و کود شیمیایی NPK حاصل شد. برهمکنش

www.SID.ir

Archive of SID

تنش باد و کودهای زیستی نشان داد که بیشترین تعداد غوزه در بوته در تیمار بدون تنش باد و کود زیستی اسید هیومیک و کم‌ترین مقدار تعداد غوزه در بوته در تنش باد شدید و کود زیستی بیوسوپر فسفات مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرهای ساده تنش باد، کودهای شیمیایی و زیستی بر صفات مورد مطالعه گیاه چای ترش

Table 3- Means comparison of studied traits of Roselle by chemical and biological fertilizers and wind stress

تیمار Treatment	سطوح Levels	تعداد غوزه Number of boll	وزن غوزه (گرم در بوته) Boll weight (g.plant^{-1})	عملکرد کالیس‌برگ تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh weight of Calyx (kg.ha^{-1})	عملکرد کالیس‌برگ خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry yield of calyx (kg.ha^{-1})	وزن تر اندام هوایی (گرم در بوته) Fresh weight of shoot (g.plant)	وزن خشک اندام هوایی (گرم در بوته) Dry weight of shoot (g.plant)	ارتفاع ساقه (متر) Plant height(cm)	تعداد شاخه های فرعی (شاخه در بوته) Number of branches per plant(branche. Plant)	وزن هزار دانه 1000-Seed weight(g)
تنش باد Wind stress	شدید Severe	55.78c*	256.55c	5227.5b	729.12c	4974.08c	1391.80c	138.55c	9.18c	32.42b
	بدون تنش No stress	68.34a	322.89a	5786.4a	826.44b	5728.9a	1641.85a	162.27a	10.83a	32.65b
	ملایم Mild	63.50b	289.63b	6117.09a	918.01a	5426.9b	1515.63b	152.61b	10.08b	32.90a
کود شیمیایی Chemical fertilizers	فسفر Phosphorus	57.21b	264.48b	4871.2b	707.85b	5123.5b	1417.01c	143.12c	8.87c	31.59b
	نیتروژن Nitrogen	66.48a	303.94a	6165.7a	903.26a	6041.6a	1605.68a	160.74a	10.43b	34.35a
	نیتروژن، فسفر، پتاسیم NPK	63.94a	300.75a	6094.9a	862.46a	4965.4b	1526.40b	149.77b	10.79a	34.22a
کود زیستی Biological fertilizers	نیتروکسی Nitroxin	58.39b	273.29c	5554.4bc	818.05b	5074.1cd	1527.41b	155.13a	9.72b	33.11bc
	سوپرنیتروپلاس Super Nitro Plus	65.95a	298.73bc	5931.6b	853.25b	5604.1b	1484.14b	151.01ab	9.75b	34.97a
	فسفاته بارور۲ Phosphate barvar2	65.95a	312.20ab	6096.1ab	862.87b	5135.9c	1491.11b	155.76a	9.27bc	33.27bc
	بیوسوپرفسفات Bio superphosphate	49.06c	212.68d	4719.1d	613.07c	5623.6b	1714.46a	142.29c	9.07c	31.91c
	اسید هیومیک Humic acid	70.87a	338.91a	6645.8a	988.13a	4774.1d	1328.10c	148.86b	11.008a	33.86ab
	بیوسولفور Bio sulfur	65.04a	302.55b	5316.70c	811.78b	6049. 3a	1553.33b	154.23a	11.36a	33.22bc

*میانگین های دارای حروف مشترک در هرستون، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Averages with common letters in each column are significantly different according to Duncan test at 5% level what so ever.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش باد، کودهای شیمیایی و زیستی بر صفات مورد مطالعه گیاه چای ترش

Table4- Means comparison for interaction effects of studied traits of Roselle by chemical and biological fertilizers and wind stress

تیمار Treatment	تنش باد Wind stress	کودهای شیمیایی Chemical fertilizers				کودهای زیستی Biological fertilizers				
		فسفر Phosphorus	نیتروژن Nitrogen	نیتروژن،فسفر و پتاسیم N,P and k	نیتروکسین Nitroxin	سوپرنیتروپلاس Super Nitro Plus	فسفات بارور۲ Phosph at barvar2	بیوسوپرفسفات Bio superphosphate	هیومیک اسید Humic acid	بیوسولفور Bio sulfur
تعداد غوزه Number of boll	شدید Severe	48.50c*	59.54bcd	57.33cd	52.11cde	59.45abcde	59.00abcde	42.11e	63.92abcd	58.10abcde
	بدون تنش No stress	61.71abcd	72.20a	70.10ab	64.22abcd	72.01ab	71.67ab	54.78bcde	76.59a	70.76abc
	ملایم Mild	43.58bcd	67.70abc	64.38abc	58.83abcde	66.40abcd	67.17abcd	50.28de	72.09ab	66.26abcd
وزن تر غوزه (گرم در بوته) Boll weight (g plant^{-1})	شدید Severe	228.74d	171.40bcd	269.53cd	329.78def	217.69bcde	279.86abcde	181f	3301.69abcde	265.33bcde
	بدون تنش No stress	297.85abc	338.74a	332.37ab	306.66abcd	335.35abc	342.20ab	244.02cdef	373.02a	336.66abc
	ملایم Mild	266.85cd	301.68abc	300.37abc	273.44bcde	289.13abcde	314.53abcd	123.02ef	342.02ab	305.66abcde
عملکرد کاسبرگ تر (کیلوگرم/هکتار) Fresh weight of Calyx (kg.ha^{-1})	شدید Severe	4412.3d	5659.5abc	56105.5abc	4990.6bcd	5207.3bcd	5738.9abcd	4436.7d	6180.7abc	4810.5cd
	بدون تنش No stress	5301.2bcd	6622.5a	6430.0ab	6009.2abcd	6540.6ab	6238.03abc	5064.0bcd	7082.0a	5773.5abcd
	ملایم Mild	4900.0cd	6215.1ab	6244.2ab	5663.5abcd	6046.8abcd	6311.1abc	4656.6cd	6674.6ab	5366.1bcd
عملکرد کاسبرگ خشک (کیلوگرم/هکتار) Dry yield of calyx (kg.ha^{-1})	شدید Severe	612.17d	805.11bc	770.08cd	731.02def	752.22cdef	797.19cdef	520.68g	889.98abcde	713.63efg
	بدون تنش No stress	795.51bc	995.85a	962.67a	901.39abcde	948.52abcd	957.93abc	715.12efg	1080.72a	904.37abcde
	ملایم Mild	715.88dc	908.81ab	854.64abc	821.76bcde	859.01bcde	863.49bcde	603.39fg	993.68ab	817.33bcde

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

***Averages with common letters in each column have not significantly different according to Duncan test at 5% probability level whatsoever.**

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش تعداد غوزه در بوته به‌ترتیب در تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن و تمامی کودهای زیستی به کار رفته به جز بیوسوپرفسفات حاصل شد. عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه، به‌ویژه نیتروژن باعث افزایش رشد و گلدهی می‌شود. عنصر فسفر در کنار نیتروژن نیز موجب رشد زایشی و میوه‌دهی می‌شود. فسفر یک عنصر ضروری جهت تقسیم سلولی، توسعه ریشه و تشکیل دانه است (El-Gizawy & Mehasen, 2009). باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفر، در حضور نیتروژن و فسفر شیمیایی، نیتروژن و فسفر بیشتری را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. با توجه به ارتباط مستقیم و مثبتی که بین نیتروژن و فسفر وجود دارد، این باکتری‌ها می‌توانند به جذب بیشتر نیتروژن و فسفر توسط گیاه کمک کنند. با توجه به اثر مثبت این عناصر در عملکرد زیستی و تشکیل گل، می‌توان نتیجه گرفت که تأمین نیتروژن و فسفر کافی برای چای ترش یکی از راهکارهای افزایش عملکرد زیستی محسوب شده و دلیل دیگر را می‌توان به نقش بسیار مهم فسفر در تأمین انرژی در ساختار ATP دانست، زیرا برای تثبیت نیتروژن انرژی فراوانی مورد نیاز گیاه است (Olivera et al., 2002).

وزن‌تر غوزه در بوته

اثر تنش باد، کودهای شیمیایی، کود زیستی و برهمکنش کود شیمیایی و زیستی بر وزن‌تر غوزه در سطح احتمال (P≤۰/۰۱) معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان وزن‌تر غوزه در بوته در تیمار بدون تنش باد و کم‌ترین مقدار آن در تیمار تنش باد شدید مشاهده شد. بیشترین مقدار وزن‌تر غوزه در بوته در تیمار کود شیمیایی نیتروژن و تیمار کود زیستی اسید هیومیک و کم‌ترین مقدار آن در کود زیستی بیوسوپرفسفات حاصل شد (جدول ۳). برهمکنش تنش باد و کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین میزان وزن‌تر غوزه در بوته از تلفیق تیمار بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن و کم‌ترین میزان آن از تلفیق تنش باد شدید و فسفر حاصل شد. برهمکنش تنش باد و کودهای زیستی بر وزن‌تر غوزه در بوته نشان داد که بیشترین میزان وزن‌تر غوزه در تیمار بدون تنش باد و کود زیستی اسید هیومیک و کم‌ترین میزان آن از تلفیق تنش شدید و کود زیستی بیوسوپرفسفات مشاهده شد (جدول ۴).

عملکرد کاسبرگ تر وعملکرد کاسبرگ خشک

اثر تنش باد، کود شیمیایی، کود زیستی و برهمکنش کود شیمیایی و زیستی بر وزن تر و خشک کاسبرگ در (P≤۰/۰۱) و برهمکنش کود شیمیایی و تنش باد در (P≤۰/۰۵) معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد کاسبرگ تر و کاسبرگ خشک در تیمار تنش باد ملایم مشاهده شد. بیشترین عملکرد کاسبرگ تر و کاسبرگ خشک در تیمار کود شیمیایی نیتروژن حاصل شد (جدول ۳). بیشترین مقدار عملکرد کاسبرگ تر و کاسبرگ خشک در تیمار کود زیستی اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش باد و کود شیمیایی روی عملکرد کاسبرگ تر و کاسبرگ خشک نشان داد که بیشترین عملکرد کاسبرگ خشک تیمار تلفیقی بدون تنش باد و کود شیمیایی نیتروژن و برای عملکرد کاسبرگ خشک در تیمار تلفیقی بدون تنش باد و کودهای شیمیایی NPK حاصل شد. بر همکنش تنش باد و کودهای زیستی نشان داد که بیشترین عملکرد کاسبرگ خشک در تیمار تلفیقی بدون تنش باد و اسید هیومیک و بیشترین عملکرد کاسبرگ خشک در تیمار تلفیقی بدون تنش باد و اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۴). محققان طی مشاهداتی بیان نمودند که کودهای زیستی عناصر معدنی غیرقابل دسترس و همچنین ترکیب‌های آلی را به شکل قابل دسترس برای گیاه فراهم می‌کنند و باعث افزایش رشد می‌شوند (Akhtar & Siddiqui, 2009). محققین در گزارشی اعلام کردند که دلیل تأثیر مصرف کود بر افزایش عملکرد گل بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) ممکن است بواسطه فراهم بودن عناصر غذایی برای تک بوته‌ها باشد که به کاهش رقابت بین بوته‌ها منجر می‌شود و افزایش عملکرد در واحد سطح را به دنبال خواهد داشت (Balak et al., 1999). برای عملکرد کاسبرگ بالا باید رشد رویشی یا زایشی در گیاه، متعادل و غوزه‌ها مراحل رشدی خود را به طور کامل طی کرده و بزرگ شوند. این تعادل زمانی برقرار می‌شود که بین عناصر لازم برای رشد رویشی (نیتروژن) با عنصر لازم برای رشد زایشی (فسفر) تعادل برقرار باشد (Zahir et al., 2004).

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش باد، کودهای شیمیایی و زیستی بر صفات مورد مطالعه گیاه چای ترش

Table 5- Mean comparison for interaction effects of wind stress and chemical and biological fertilizer on traits of Roselle

تیمار Treatment	تنش باد Wind stress	کودهای شیمیایی Chemical fertilizers			کودهای زیستی Biological fertilizers					
		فسفر Phosphorus	نیتروژن Nitrogen	نیتروژن،فسفرپتاسیم NPK	نیتروکسین Nitroxin	سوپرنیتروپلاس Super Nitro Plus	فسفات بارور۲ Phosph at barvar2	بیوسوپرفسفات Bio superphosphate	هیومیک اسید Humic acid	بیوسولفور Bio sulfur
وزن تر اندام هوایی(گرم در بوته) Fresh weight of shoot (g.plant)	شدید Severe	4677.8ef	5627.1bc	4619.4f	4633.3ef	5177.8bcdef	4800def	5198.6bcdef	4372.2f	5666.7abcd
	بدون تنش No stress	5478.2cd	6392.2a	6105.6ab	5383.bcde	5973.3abc	5469.9bcde	5955.6abc	5161.1bcdef	6431.1a
	ملایم Mild	5205.2cde	5307.2cd	4969.4def	5205.6bcdef	5661.1abcd	5138.9cdef	5716.7abc	4788.9def	6050ab
وزن خشک اندام هوایی(گرم در بوته) Dry weight of shoot (g.plant)	شدید Severe	1273.3d	1479.8c	1422.2cd	1388.9def	1443cdef	1357۸.def	1550bcde	1188.9f	1422.2cdef
	بدون تنش No stress	1556.6abc	1726.1a	1642.7ab	1667.8abc	1578.9abcd	1612.2abcd	1856.7a	1467.8cde	1667.8abc
	ملایم Mild	1421cd	1611.6ab	1514.1bc	1525.6bcde	1430.6cdef	1503.3bcde	1736.7ab	1327.6ef	1570bcde
ارتفاع(سانتی‌متر) Plant height(cm)	شدید Severe	130.6f	148.2cd	137.3ef	142.09fg	138.48gh	143.46efg	129.40h	137.37gh	141.71fg
	بدون تنش No stress	154.1bc	172a	160.6b	165.92a	162.32abc	166.96a	153.23bcdef	159.65abcd	165.54ab
	ملایم Mild	144.5de	161.9b	151.3cd	157.37abcd	152.22cdef	156.86abcd	144.24efg	149.55defg	155.44abcd
تعداد شاخه‌های فرعی Number of branches per plant(branche. Plant)	شدید Severe	9.58de	8.08f	9.49cd	8.87g	8.90fg	8.44g	8.22g	10.15cde	10.51bcd
	بدون تنش No stress	9.67de	11.2ab	11.5a	10.51bcd	10.55bcd	10.09cde	9.87cdef	1180a	12.16a
	ملایم Mild	8.92e	10.49bc	10.85ab	9.77def	9.35defg	9.80def	9.13efg	11.06abc	11.41ab
وزن هزار دانه(گرم) 1000- Seed weight(g)	شدید Severe	31.85c	34.47b	30.96c	33.14bcd	34abcd	31.83cd	31.48d	31.88cd	32.67bcd
	بدون تنش No stress	31.43c	30.56c	35.96b	31.37d	34.20abcd	32.52bcd	31.77cd	33.78abcd	31.81cd
	ملایم Mild	31.50c	38.03a	35.75b	34.36abcd	32.71a	35.92ab	32.48bcd	35.91ab	35.17abc

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Averages with common letters in each column have not significantly different according to Duncan test at 5% probability level whatsoever.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

وزن هزاردانه

اثر اصلی تنش باد، کود شیمیایی،کود زیستی، برهمکنش تنش باد و کود شیمیایی، کود شیمیایی و زیستی و برهمکنش تنش باد، کود شیمیایی و کود زیستی بر وزن هزار دانه در ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار وزن هزار دانه در تیمار تنش باد ملایم مشاهده شد. بیشترین وزن هزار دانه در تیمار کود شیمیایی نیتروژن با میزان و در تیمار کود زیستی سوپر نیتروپلاس و کم‌ترین آن در کود زیستی بیوسوپر فسفات حاصل شد (جدول ۳). برهمکنش تنش باد و کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از تلفیق تیمار تنش ملایم باد و کود شیمیایی نیتروژن حاصل شد. برهمکنش تنش باد و کودهای زیستی بروزن هزار دانه نشان داد که بیشترین مقدار وزن هزار دانه در تنش باد ملایم و کود زیستی سوپرنیتروپلاس و کم‌ترین مقدار آن در تنش شدید باد و کود زیستی بیوسوپرفسفات حاصل شد (جدول ۵). افزایش تعداد غوزه در بوته، وزن‌تر غوزه، وزن تر و خشک کاسبرگ در تیمار بدون تنش باد و کودهای شیمیایی نیتروژن و NPK و کودهای زیستی حاکی از تأثیر مثبت تلفیق این کودها با هم تحت تنش باد بود. این نتایج مطابق نظرات محققینی بود که گزارش کردند تعداد غوزه در بوته، وزن‌تر غوزه، وزن‌تر و خشک کاسبرگ و عملکرد کاسبرگ گیاه دارویی چای ترش در تیمارهای کود شیمیایی NPK به‌علاوه کود زیستی نسبت به تیمار کود شیمیایی NPK و عدم استفاده از کود زیستی حاکی از تأثیر مثبت کودهای زیستی بر این صفات بود می‌باشد Mohammadpoor et al., 2015).

محققین بیان نمودند که کودهای زیستی عناصر معدنی غیرقابل دسترس و همچنین ترکیب‌های آلی را به شکل قابل دسترس برای گیاه فراهم می‌کنند و باعث افزایش رشد می‌شوند (Akhtar & Siddiqui, 2009). این نتایج در توافق با یافته‌های محققین در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و گندواش (*Artemisia annua* L.)، در مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.)، در رازیانه و در بارهنگ (*Plantago major* L.) بود و همچنین عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه، به‌ویژه نیتروژن باعث افزایش رشد و گلدهی می‌شود (Kapoor et al., 2002, 2004 and 2007; Gharib et al., 2008; Sanches et al., 2008; Mahfoz & Sharaf- Eldin, 2007).

عنصر فسفر در کنار نیتروژن نیز موجب رشد زایشی و میوه‌دهی می‌شود. فسفر یک عنصر ضروری جهت تقسیم سلولی، توسعه ریشه و تشکیل دانه است (El-Gizawy & Mehasen, 2009). باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفر، در حضور نیتروژن و فسفر شیمیایی، نیتروژن و فسفر بیشتری را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. با توجه به ارتباط مستقیم و مثبتی که بین نیتروژن و فسفر وجود دارد، این باکتری‌ها می‌توانند به جذب بیشتر نیتروژن و فسفر توسط گیاه کمک کنند. با توجه به اثر مثبت این عناصر در عملکرد زیستی و تشکیل گل، می‌توان نتیجه گرفت که تأمین نیتروژن و فسفر کافی برای چای ترش یکی از راهکارهای افزایش عملکرد زیستی محسوب شده و دلیل دیگر را می‌توان به نقش بسیار مهم فسفر در تأمین انرژی در ساختار ATP دانست، زیرا برای تثبیت نیتروژن انرژی فراوانی مورد نیاز گیاه است (Olivera et al., 2002). مزید بر، استفاده از کودهای زیستی موجب بهبود فعالیّت میکروبی خاک، در دسترس قرار دادن انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد (سیتوکنین، اکسین، بیوتین و اسید پنتوتنیک) و نیز فراهمی عناصر غذایی برای ریشه گیاه گل پریوش (*Catharanthus roseus* L.) شده است (Kartikeyan et al., 2008).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که استفاده از مقدار توصیه شده کودهای شیمیایی به همراه کودهای زیستی موجب بهبود رشد گیاه چای ترش و افزایش کمیت و کیفیت کاسبرگ در چای ترش گردیده است با توجه به ضرورت گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی به نظر می‌رسد که تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی باعث افزایش عملکرد و کاهش اثرات تنش باد می‌شود، همچنین به منظور افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی در راستای نیل به کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و زیستی جهت فراهم نمودن بهترین سیستم تغذیه‌ای، افزایش کمیت، کیفیت و عملکرد کاسه‌های گل گیاه دارویی چای ترش و پایداری تولید آن توصیه می‌گردد.

منابع

Abo-Baker, A., and Gehan, G.M. 2011. Effect of bio-and chemical fertilizers on growth, sepals yield and chemical composition of *Hibiscus sabdariffa* at new reclaimed soil of South. Asian Journal of Crop Science 3(1): 16-25.

www.SID.ir

Archive of SID

Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition 27: 1163-1181.
Akhtar, M.S., and Siddiqui, Z.A 2009. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and Rhizobium sp. On the growth, nodulation, yield and root- rot disease complex of chickpea under field condition. African Journal of Biotechnology 8(15): 3489-3496.
Arazeinya, A., Enmtehani, M.H., Ekhtesasi, M.R., and Sodaeiyzadeh, C. 2013. The effect of tamarisk wind break on soil salinityof agricultural landsin dry areas. Research Abkhyzday 99: 59-53.
Asghar, H.N., Zahir, Z.A., Arshad, M., and Khaliq, A. 2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth promoting activities in *Brassica juncea* L., Journal of Biology and Fertility of Soils 35: 231-237.
Astaraei, A., and Koocheki, A. 1997. Using of Biological Fertilizers in Sustainable Agriculture. Jihad Daneshghahi Publisher, Mashhad, Iran 168 pp. (In Persian)
Balak, R., Misra, P.N., Sharma, N.L., and Nagari, A.A. 1999. Effects of different levels of sodicity and fertility on the performance of German chamomile under subtropical conditions oil content and composition of essential oil. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Science 21: 969-971.
Cary, N.C., and Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. 407 pp.
Chewonarin, T., Kinouchi, T., Kataoka, K., Arimachi, H., Kuwahara, T., Initkekumnuen, U., and Ohnishi, Y. 1999. Effects of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn), a Thai medicinal plant, on the mutagenicity of various known mutagens in *Salmonella typhimurium* and on formation of Aberrant Crypt Foci induced by the colon carcinogens Azoxymethane and 2-Amino- 1Methyl-6-phenylimidazo (4,5-b) pyridine in F344 rats. Food Chemical and Toxicology 37: 591-601.
Crook, M.J., and Ennos, A.R. 1996. Mechanical differences between free-standing and supported wheat plants, *Triticum aestivum* L. Annals of Botany 77(3): 197–202.
Dolatyari, A. 2009. Wind influence on the culture and art of the people of Sistan, Iran's, 32. 129-143.
Duke, J.A. 1983. Handbook of Energy Crops. Unpublished (Avalable online: https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/dukeindex.html).
El-Gizawy, N.K.B., and Mehasen, S.A.S. 2009. Response of Faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal 6(10): 1359-1365.
Faraji, M., and Tarkhani, A. 1999.The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa* L.) on essential hypertension. Journal of Ethnopharmacology 65: 231-236.
Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus Glomus fasiculatum on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology 81(1): 77-79.
Gutierrez-Manero, F.J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouachi, J., Tadeo, F.R., and Talon, M. 2001. The plant-growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce highamounts of physiologically active gibberellins. Physiologia Plantarum 111: 206– 211.
Han, H.S., and Lee, K.D. 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment 52: 130-136.
Hasani, and Sink, C. 2012. The ability of different tree species to reduce wind mechanical stress in dry areas. Agronomy Journal 3(6): 77-65.
Hassan, F.A.S. 2009. Response of *Hibiscus sabdariffa* L. plant to some biofertilization treatments. Annals of Agricultural Science 54: 437-446.
Kader, M.A. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2: 259-261.
Kapoor, R., Chaudhary, V., and Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of arbuscular mycorhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycoriza 17: 581-587.
Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum* L.) to enhance the concentration and quality of essential oil. Jornal o*f* Science Food and Agriculture 82(4): 339-342.
Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulqare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology 93: 307-311.
Karthikeyan, B., Jaleel, C.A., Changxing, Z., Joe, M.M., Srimannarayan, J., and Deiveekasundaram, M. 2008. The effect of AM fungi and phosphorous level on the biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus*. EurAsian Journal of Biological Science 2: 26-33.
Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin, M.A. 2007.Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics 21: 361-366.
Masoudian, S.A. 2014. Journal of Applied Meteorological wind One hundred and twenty days Sistan-day 1: Ss46-37.
Mohammadpoor, R., Qanbari, A., and Fakheri, B. 2015. Asrlittle hibiscus affected chimical. M.Sc. Thesis College of Agriculture. University of Zabol .Iran. Zabol. (In Persian with English Summary)
Morton, J.F. 1987. Florida Flair Books, Miami, USA. Roselle. Pp. 281-286, In: Fruit of Warm Climates.

www.SID.ir

Archive of SID

Olivera, M., Iribane C., and Liuck, C. 2002. Effect of phosphorus on nodulacion and N_2 phixation by bean (*Phaseolus vulgaris*). Proceedings of the 15th International Meeting on Microbia Phosphate Solubilization.16- 19 July, Salamanca, Spain.

Oyewole, C.I., and Mera, M. 2010. Response of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) to rates of inorganic and farmyard fertilizers in the Sudan savanna ecological zone of Nigeria. African Journal of Agricultural Research 5: 2305-2309.

Perry, L.M. 1980. Medicinal Plants of East and Soth East Asia. MIT Press. Cambridge. Pp: 195-200.

Rademacher, W. 1994. Gibberellin formation in microorganisms. Plant Growth Regulation 15: 303–305.

Rhoden, E.G., David, P., and Small, T. 1993. Effect of nitrogen nutrition on Roselle. New crops. Janick, J. and Simon, JE (eds.), Wiley, New York, pp.583-584.

Sanchez, G.E., Carballo, G.C., and Romos, G.S.R. 2008. Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *P. lanceolota* L. *Revista cubana* de plants. Medicinales 13: 12-15.

SAS Institute. 2013. The SAS system for Windows. Release 9.2. SAS Institute.

Torabi, A. 2003. Effect of planting data and row spacing on the yield of Sour tea. MSC thesis. Azad University of Jiroft, Jiroft, Iran. (In Persian with English Summary)

Youssef, A.A., Edris, A.E., and Gomaa, A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annals of Agricultural Science 49: 299-311.

Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting *rhizobacteria*. Advanced in Agronomy 81: 97-168.

www.SID.ir

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1093-1106

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۰۶-۱۰۹۳

The Effects of Wind Stress on the Quantitative Features of Hibiscus under Different Levels of Chemical and Biological Fertilizers (*Hibiscus sabdariffa* L.)

M. Mohammadzade[1], B. Fakheri[2]*, N. Mehdi Nejad[3] and R. Mohammdpoor[4]

Submitted: 17-11-2016
Accepted: 05-08-2017

Mohammadzade, M., Fakheri, B., Mehdi Nejad, N., and Mohammdpoor, R. 2019. The effects of wind stress on the quantitative features of hibiscus under different levels of chemical and biological fertilizers (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology. 10(4): 1093-1106.

Introduction

Hibiscus, an annual and twigged plant, One hundred and twenty-day winds, is a regional phenomenon which blows with variable speeds, in four warm months of the year (June, July, August, September), in a part of the south-west of Iran. The most important factor that affects the sustainability of the food production and maintaining the soil fertility, is the use of the integrated feeding systems and also the use of the biological fertilizers in the nutritional system.

Materials and Methods

According to the emphasis of sustainable agriculture, increasing the quality and the sustainability of performance, medicinal plants, are considered as a good option for such systems. This research was conducted with the purpose of investigating the effects of wind stress on the Hibiscus quantitative features under the treatments of biological and chemical fertilizers. In growing season of 2014-2015, to evaluate the effects of wind stress on the characteristics of growth, performance and the performance components of Hibiscus leaflet under the treatments of chemical and biological fertilizers, a triplicate experiment, in the form of split plots in a randomized complete block design, was done in the Zabol University research farm. The main factors of wind stress were in three levels of severe wind stress, gentle wind stress and without wind stress and the minor factors including chemical fertilizers were in three levels of phosphorus, nitrogen and NPK. And, the minor factors including biological fertilizers, were in six levels of nitroxin, supernitro plus, super bio phosphate, bio phosphate, humic acid and bio sulfur. At the end of the investigation process of ten bushes which were chosen randomly from each plot after excluding the marginal effects, the following issues were measured:

The features of the number of branches in each bush, wet and dry weight of aerial organs (gr per bush), the bush height (cm), the number of bolls per bush, the boll wet weight, the wet and dry weight of leaflet (gr per bush), chlorophyll fluorescence and the weight of one thousand seeds (grams per bush). Means comparison was done with the probability level of %5 by Duncan's multiple range test. The statistical analysis of the research results was done by using the SAS (SAS Institute, 2013, Cary, NC) software

Results and Discussion

In this study, it was observed that the severe wind stress cause the reduction of Hibiscus quantitative traits. Of course (However), the integrated effects of chemical and biological fertilizers under the effects of wind stress have improved these characteristics. The following issues were obtained in order: Improving the plant height feature in a treatment without stress, nitrogen chemical fertilizers, biological fertilizers, bio-sulfur, the number of side branches in a without-stress treatment, chemical fertilizers under the treatment of bio-sulfur and humic acid biological fertilizers and

1- M.Sc. Student of Horticulture Plant Breeding, Department of Horticulture, College of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
2 and 3- Professor and Assistant Professor, Department of Biotechnology and Plant Breeding, College of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
4- Ph.D Student of Ecology, Department of Agronomy, College of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
(*- Corresponding Author Email: ba_fakheri@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i4.60388

www.SID.ir

Archive of SID

so on. The number of bolls in each bush, the bolls wet weight, the leaflet wet and dry weight and the leaflet performance in the chemical fertilizers treatments, NPK plus biological fertilizers in compare with the NPK chemical fertilizers treatment and not using the biological fertilizers, all originated from the positive effects of biological fertilizers on these traits. The biological fertilizers provides inaccessible mineral elements and also the organic compounds for the plant and cause the increase of the plant growth Akhtar and Siddiqui (2009).

Conclusion

The results of this research showed that the effects of wind stress treatments and chemical and biological fertilizers and the interactions between the chemical and biological fertilizers and the investigated traits, were meaningful.

This research showed that, the severe wind stress, cause the reduction of the quantitative traits of Hibiscus. However, the effects of combining the chemical and biological fertilizers under the wind stress, cause the increase of these traits and this matter has a positive effect on the production sustainability and environmental protection and according to the medicinal plants necessity in farming systems, it seems that the biological fertilizers are a good alternative for the chemical fertilizers

Keywords: Biological fertilizer, Chemical fertilizer, Tea Maki, Medicinal plants, Wind stress

www.SID.ir