Archive of SID

Journal of Horticultural Plant Nutrition
Vol.3, No.1, Spring and Summer 2020
Research Paper

Effect of nitrogen and plant density on morphological traits and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) in Iranshahr Climatic Conditions

Seyyed Gholamreza Moosavi [1*] ***, Hamed Javadi*** [2] ***, Mohamad Javad Seghatoleslami*** [3] ***, Mojtaba Salavati*** [4]

1- Corresponding Author and Associate Professor, Department of Agronomy, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran. s_reza1350@yahoo.com
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University (PNU), Iran. h_javadi@pnu.ac.ir
3- Associate Professor, Department of Agronomy, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran. mjseghat@yahoo.com
4- Former M.Sc. Student of Department of Agronomy Sciences, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran. Mojtaba.sa57@gmail.com

Received Date: 2019/12/23 Accepted Date: 2020/06/02

Abstract

Introduction: Roselle is the English name for Hibiscus sabdariffa L. that is an annual or perennial medicinal plant. Roselle is specific to the warm and indigenous climate of Africa (Rahbarian et al., 2011). Roselle is one of the most important crop plants due to its medicinal properties and use in local and industrial foods (Sanoussi et al., 2011) in some countries. Also, its leaves as edible vegetable and its seeds have been used as enhancers and a rich source of protein (Maksoud and Hosni, 1997). Sepal is the most important part of the plant that can be green, red or dark red and in traditional medicine use to treat hypertension, liver lesions, cancer, fever, and inflammatory diseases. Nutrients, including nitrogen, have effects on vegetative and reproductive growth and economical yield of medicinal plants. Moreover, nitrogen affect on quantity and quality of its ingredients. Plants' need for this nutrient varies according to plant type, climatic and field conditions, including plant density per unit area. Proper plant density is one of the most important factors affecting the growth and production of medicinal plants and is an effective factor in achieving optimum yield through maximum use of light and other resources (Omidbeigi and Hasani Malayeri, 2007).

Material and methods: The experiment was carried out in a farm located 6 km east of Iranshahr near Iranshahr-Abtar road with 60 degrees 45 minutes east longitude and 27 degrees 13 minutes north latitude with a height of 580 meters above sea level in 2014. This research was conducted as split-plot experiment on the basis of a randomized complete block design with three replications. In this research nitrogen set as main factor with four levels (0, 100, 200 and 300 kg N ha-1) and plant density set as sub factor with four levels (5, 6.7, 10 and 20 plants per m2). The studied traits were plant height, number of branch per main stem, stem diameter, fruit length, number of fruit per plant, number of fruits per m2, dry weight of sepal in fruit, dry yield of sepal, biological yield and harvest index of sepal. In the end, all data were analyzed by MSTAT-C statistical software and means were compared by Duncan multiple range test at 5% level.

Results and discussion: Analysis of variance revealed that number of branch per main stem, number of fruits per plant, number of fruits per m2 and biological yield were significantly influenced by simple and interaction effects of nitrogen and plant density. Also, stem diameter and dry yield of sepal were significantly influenced by simple effects of nitrogen and plant density. Means comparison showed that increasing of nitrogen application from 0 to 300 kg N ha-1, stem diameter, branches number of main stem, fruit number per plant, fruit number per m2, dry yield of sepal and biological yield significantly increased by 15.8, 135.8, 104.4, 108.8 and 30.5%, respectively. Moreover, increasing of density from 5 to 20 plants m-2, stem diameter, branch number of main stem and fruit number per plant significantly decreased by 24.1, 76.6 and 37.3% respectively, but fruit number per m2, dry yield of sepal and biological yield significantly increased by125.6, 105.7 and 88.5%, respectively. It seems that the reason of significant increase in number of fruit per m2 and sepal yield per unit area with increasing application of nitrogen fertilizer can be development of shoots and increasing branch number thus more uptake of sunlight and finally the assimilates production in the plant. Also, significant increase in dry yield of sepal with increasing plant density per m2 was mainly due to significant increase in number of fruits per m2.

Conclusions: In general, according to the results of current study, application of 300 kg N. ha-1 and density of 20 plants m-2 can be suggested for roselle cultivation in Iranshar, Iran.

Keywords: Roselle, urea, density, fruit number, sepal, number of main branch.

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی
دوره ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، (ص ۱۰۳- ۱۱۸)
مقاله پژوهشی

تأثیر نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش (*Hibiscus sabdariffa L.*) در شرایط آب و هوایی ایرانشهر

سید غلامرضا موسوی [۱*]، حامد جوادی [۲]، محمد جواد ثقه‌الاسلامی [۳]، مجتبی صلواتی [۴]

۱- نویسنده مسئول و دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
s_reza1350@yahoo.com
۲- استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور بیرجند، بیرجند، ایران.
h_javadi@pnu.ac.ir
۳- دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.
mjseghat@yahoo.com
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.
Mojtaba.sa57@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۳**

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش در منطقه ایرانشهر آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۳ در ایرانشهر انجام شد. در این تحقیق نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته در چهار سطح (۵، ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور فرعی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، قطر ساقه، تعداد انشعابات ساقه اصلی، تعداد میوه در بوته، تعداد میوه در مترمربع، عملکرد خشک کاسبرگ و عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری و به ترتیب ۱۵/۸، ۱۳۵/۸، ۱۰۴/۷، ۱۰۴/۴، ۱۰۸/۸ و ۳۰/۵ درصد افزایش پیدا کرد. همچنین با افزایش تراکم از ۵ به ۲۰ بوته در مترمربع، قطر ساقه، تعداد انشعابات ساقه اصلی و تعداد میوه در بوته به‌طور معنی‌داری و به ترتیب ۲۴/۱، ۷۶/۶ و ۳۷/۳ درصد کاهش یافت، هرچند که تعداد میوه در مترمربع (۱۲۵/۶ درصد)، عملکرد خشک کاسبرگ (۱۰۵/۷ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۸۸/۵ درصد) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طورکلی بر اساس نتایج این تحقیق کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع برای زراعت چای ترش در ایرانشهر پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: چای مکی، اوره، تراکم، تعداد میوه، کاسبرگ، تعداد شاخه اصلی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی برای تهیه دارو با هدف پیشگیری و درمان بیماری‌ها از روزگار کهن مورد توجه متخصصان طب سنتی بوده است (Nemati et al., 2015). امروزه به دلیل مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، گرایش به مصرف داروهای گیاهی در حال افزایش است (Hecl and Sustrikova, 2006). از این‌رو به منظور پایداری و اطمینان از تأمین نیازهای دارویی بشر، لازم است تا الگوهای کشت در سیستم‌های کشاورزی از طریق وارد کردن گونه‌های زراعی- دارویی اصلاح گردد و زمینه برای اشتغال، ثبات تولید و امنیت غذایی و دارویی فراهم گردد (Rezvani Moghaddam, 2008).

چای ترش یا چای مکی با نام انگلیسی Roselle و نام علمی *Hibiscus sabdariffa L.* گیاه دارویی یک یا چندساله می‌باشد که سازگار با آب و هوای گرم و بومی آفریقا است (Rahbarian et al., 2011). چای ترش به‌واسطه داشتن خواص دارویی و استفاده در غذاهای محلی و صنعتی، در برخی از کشورهای جهان در زمره مهم‌ترین گیاهان زراعی - دارویی به شمار می‌آید (Sanoussi et al., 2011) که از برگ آن به‌عنوان سبزی خوراکی، از دانه‌های آن به‌عنوان تقویت‌کننده و یک منبع غنی از پروتئین استفاده می‌شود (Maksoud and Hosni, 1997; Louis et al., 2013). کاسبرگ‌های این گیاه مهم‌ترین قسمت قابل استفاده این گیاه بوده که ممکن است به رنگ سبز، قرمز یا قرمز تیره باشند (Schippers, 2000). کاسبرگ‌های سبز برای تهیه خورش سبزی و کاسبرگ‌های قرمز و قرمز تیره برای ساخت نوشیدنی‌ها، ژله، بستنی، کیک، مربا، سس، چاشنی، رنگ، عطر، نگهدارنده، آب‌میوه و چای (Egharevba and Law-Ogbomo, 2007; Ismail et al., 2008; Louis et al., 2013) استفاده می‌شوند. در طب سنتی نیز از کاسبرگ‌های آن برای درمان فشارخون، ضایعات کبدی، سرطان، تب و بیماری‌های التهابی استفاده می‌شود (Ibrahim and Hssein, 2006; Louis et al., 2013).

عناصر غذایی از جمله نیتروژن با تأثیری که بر رشد رویشی و زایشی گیاهان دارند، تغییراتی را در عملکرد ایجاد نموده و کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن را در گیاهان دارویی تحت تأثیر قرار می‌دهند (Bashirifar et al., 2016) عنصر نیتروژن بخش اصلی بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی مانند پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک بوده و قسمتی از سبزینه (کلروفیل) را نیز تشکیل می‌دهد و در فرآیندهای فتوسنتز و افزایش سطح برگ تأثیر مستقیم دارد (Ojaqhlo, 2007).

در تحقیقی در مورد تأثیر سطوح آبیاری و نیتروژن (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در گیاه چای ترش گزارش شد که اثر سطوح کود نیتروژن بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد میوه در مترمربع، عملکردتر و خشک کاسبرگ، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاسبرگ در بوته معنی‌دار بود و افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار صفات مذکور را به طور معنی‌داری افزایش داد (Sepahrom and Moosavi, 2016). در تحقیقی دیگر، نشان داده شد که محلول‌پاشی نیتروژن، باعث بهبود صفات کمی چای ترش در منطقه جیرفت شد و باعث افزایش شاخص های عملکرد شامل قطر ساقه، ارتفاع بوته، وزن‌تر و خشک کاسبرگ گردید (Raeisisarbijan et al., 2016). بر اساس نتایج تحقیق یاد شده بیشترین و کمترین وزن خشک کاسبرگ در مترمربع با میانگین‌های ۱۷/۸۱ و ۲۱/۲۷ گرم در مترمربع به ترتیب از تیمارهای عدم محلول‌پاشی کود نیتروژن و محلول‌پاشی با غلظت سه درصد نیتروژن بدست آمد. در تحقیقی گزارش شد که بیشترین تعداد میوه در بوته چای ترش با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (Atta et al., 2010). همچنین در پژوهشی دو ساله در مورد تأثیر مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار بر چای ترش گزارش شد که افزایش مصرف اوره از

www.SID.ir

Archive of SID

صفر به ۷۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار تعداد میوه در بوته و عملکرد کاسبرگ در سال دوم آزمایش گردید، اما در سال اول تحقیق بین سطوح کاربرد ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (Oyewole and Mera, 2010).

نیاز گیاهان به این نیتروژن با توجه به نوع گیاه، شرایط اقلیمی و مزرعه از جمله تراکم بوته در واحد سطح متفاوت می‌باشد. تراکم مناسب بوته از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رشد و تولید گیاهان دارویی بوده و عامل مؤثری در حصول عملکرد بهینه از طریق حداکثر استفاده از نور و منابع غذایی است (Omidbeigi and Hasani Malayeri, 2007). پارسا مطلق و همکاران (Parsa Motlagh et al., 2017) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته ناشی از کاهش فاصله بین ردیف‌های کاشت، ارتفاع بوته، عملکرد کاسبرگ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت ولی تعداد انشعابات ساقه اصلی، تعداد غوزه در بوته وزن خشک کاسبرگ در بوته روند کاهشی داشت. در این تحقیق تغییر در فاصله بین ردیف، اثر معنی‌داری را بر صفت شاخص برداشت کاسبرگ باعث نشد (Parsa Motlagh et al., 2017). در تحقیق دیگری گزارش شد که با افزایش تراکم بوته چای ترش تا ۱۸ بوته در متر مربع، ارتفاع بوته و عملکرد کاسبرگ در واحد سطح به طور معنی‌داری افزایش و قطر ساقه کاهش یافت (Khattak et al., 2016). همچنین نتایج تحقیق دیگری نشان داد که عملکرد تر و خشک کاسبرگ در چای ترش با افزایش تراکم بوته از طریق کاهش فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بوته‌ها روی ردیف به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند (Gebremedin and Asfaw, 2017).

در بررسی اثر تراکم بر عملکرد گیاه بامیه (*Abehmoschus esculentus L.*) در هند گزارش شد که با افزایش تراکم بوته، ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی کاهش معنی‌داری را نشان داد (Maurya et al., 2013).

با توجه به مطالب فوق و نظر به اینکه در مورد واکنش گیاه چای ترش به تغییر همزمان مقادیر مصرفی کود نیتروژن و تراکم بوته اطلاعات زیادی در دسترس نمی‌باشد، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش در منطقه ایرانشهر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه‌ای در ۶ کیلومتری شرق شهرستان ایرانشهر در حوالی جاده ایرانشهر- ابتر با مختصات جغرافیایی ۶۰ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی و ۲۷ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۵۸۰ متر از سطح دریا به صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش مقدار نیتروژن مصرفی و تراکم بوته در واحد سطح بود که کود نیتروژن در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته در چهار سطح (۵، ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور فرعی مورد مطالعه قرار گرفت. طول هر کرت آزمایشی ۶ متر و عرض آن ۲ متر بود و در هر کرت ۴ خط کاشت در نظر گرفته شد. فواصل بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف برای ایجاد تراکم‌های ۵، ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر تنظیم شد. همچنین بین کرت‌های اصلی، فاصله ۲ متر و بین کرت‌های فرعی، فاصله ۱ متر در نظر گرفته شد.

پس از نمونه‌برداری از خاک مزرعه و تعیین خصوصیات فیزیکوشمیایی آن (جدول ۱)، عملیات زراعی طبق عرف منطقه انجام شد و در نیمه اول فروردین‌ماه ۱۳۹۳ پس از دو دیسک عمود بر هم تسطیح زمین انجام گردید. بر اساس آزمایش خاک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار سولفات پتاسیم و به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل قبل از عملیات خاک‌ورزی استفاده شد. بذر چای ترش مورد استفاده از توده محلی منطقه دلگان ایرانشهر تهیه شد. عملیات کاشت پس از ضدعفونی کردن بذور با قارچ‌کش بنومیل با نسبت ۴ در هزار، در تاریخ ۱۶ فروردین به‌صورت دستی در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری و به صورت ردیفی انجام شد. آبیاری اول پس از کاشت انجام شد و در طول دوره رشد نیز هر ۸ تا ۱۰ روز آبیاری صورت گرفت. در مرحله ۴ برگی تراکم‌های مورد نظر در هر یک از تیمارها با حذف بوته‌های اضافی ایجاد گردید. وجین علف‌های هرز در سه نوبت در طی فصل رشد انجام شد. کود نیتروژن از منبع اوره در چهار نوبت استفاده شد که نوبت اول آن در اولین آبیاری پس از تنک نهایی در اواسط اردیبهشت، نوبت دوم اواخر خرداد، نوبت سوم اواسط مرداد و نوبت آخر همزمان با شروع فاز زایشی در اواسط مهرماه در اختیار گیاه قرار گرفت.

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری
Table 1. Results of soil analysis for experiment local in depth of 0-30 cm

بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC (ms/cm-1)	اسیدیته PH	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر قابل‌جذب Available P (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب Available K (ppm)
لومی	3.21	8.17	0.33	0.025	6.27	204

برداشت در دو مرحله انجام گرفت، در نوبت اول یک خط از دو خط میانی کاشت با رعایت اثر حاشیه ای (۱ متر ابتدا و انتهای هر خط) در هر کرت، بوته‌ها کف بر شده و پس از جداسازی کاسبرگ‌ها از قوزه‌ها، خشک کردن کاسبرگ‌ها و شاخ و برگ انجام گرفت. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین، تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول میوه، با رعایت اثر حاشیه‌ای (دو خط کناری و یک متر ابتدا و انتهای دو خط وسط) در هر کرت آزمایشی، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و در اوایل آبان صفات مذکور در آن‌ها اندازه‌گیری شد.

برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ در ۱۵ آذرماه و زمانی که کاسبرگ‌ها کاملاً از قوزه جدا شد، در هر کرت آزمایشی تعداد ۱۰ بوته از قسمت میانی دو خط وسط هر کرت آزمایشی برداشت گردید. سپس برای تعیین تعداد میوه در واحد سطح تمام میوه‌های روی ۱۰ بوته مذکور برداشت و شمارش شد. برای تعیین عملکرد خشک کاسبرگ در واحد سطح، نیز جدا کردن کاسبرگ‌ها از میوه‌های شمارش شده انجام گردید و سپس کاسبرگ‌های مربوط به هر کرت در پاکت و درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و بعد از اطمینان از خشک شدن، وزن خشک کاسبرگ‌ها در واحد سطح نیز با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم مشخص گردید. تمامی قوزه‌ها (میوه بدون کاسبرگ) و شاخ و برگ هر ۱۰ بوته برداشت شده نیز برای مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا وزن خشک آن‌ها تعیین شود. عملکرد بیولوژیک از حاصل جمع وزن‌های خشک شاخ و برگ، قوزه و کاسبرگ بدست آمد. لازم به ذکر است که با توجه به برداشت ده بوته در هر کرت آزمایشی، برای تعیین عملکردهای خشک کاسبرگ و بیولوژیک در واحد سطح در هر یک از سطوح تراکمی، عدد حاصل برای صفات مذکور در ضرایب ۲، ۱/۴۹ ، ۱ و ۰/۵ به ترتیب برای تراکم‌های ۵، ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع ضرب گردید. در نهایت وزن خشک کاسبرگ در تک میوه از تقسیم عملکرد خشک کاسبرگ در واحد سطح به تعداد میوه در واحد سطح بدست آمد و شاخص برداشت کاسبرگ در بوته نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

۱۰۰× (عملکرد بیولوژیک/ عملکرد خشک کاسبرگ) = شاخص برداشت کاسبرگ در بوته

www.SID.ir

Archive of SID

در پایان تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

صفات مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی به‌طور معنی‌داری قطر ساقه و تعداد انشعابات ساقه اصلی را تحت تأثیر قرار داد و اثر تراکم نیز بر صفات مذکور و طول میوه معنی‌دار بود. همچنین اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد انشعابات ساقه اصلی چای ترش معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر چند کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، افزایش معنی‌دار ۱۵/۸ درصدی قطر ساقه را در مقایسه با تیمار عدم کاربرد نیتروژن به دنبال داشت ولی بین سطوح کاربرد ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت آماری در این صفت مشاهده نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها برای صفت تعداد شاخه های ساقه اصلی نیز نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به ترتیب باعث افزایش معنی داری معادل ۶۲، ۱۰۴/۱ و ۱۳۵/۸ درصد در این صفت گردید (جدول ۳). با توجه به نقش نیتروژن در تحریک رشد رویشی گیاه، به نظر می‌رسد افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش قابلیت دسترسی ریشه چای ترش به این عنصر ضروری شده و پتانسیل شاخه‌دهی گیاه را افزایش داده است. همچنین کاربرد این کود با تولید شاخ و برگ بیشتر و افزایش دوام و شاخص سطح برگ (Lack, 2013)، توانسته است مواد فتوسنتزی کافی برای افزایش قطر ساقه را فراهم نماید. تحقیقات مشابهی در خصوص چای ترش و مرزه در مورد تأثیر مصرف نیتروژن بر افزایش قطر ساقه گزارش شده است (Raeisisarbijan et al., 2016; Mumivand et al., 2011). همچنین طی تحقیقی مشاهده شد که با مصرف آهن و نیتروژن، ساخت مواد فتوسنتزی در گیاه و قطر ساقه افزایش یافت (Mardaninejad et al., 2002). در مطالعه تأثیر سطوح نیتروژن (صفر، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) در برازمبل (*Perovskia abrotanoides L.*) گزارش شد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار کاربرد ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (Jafari et al., 2015). افزایش ۱۱/۸ و ۲۳/۵ درصدی تعداد انشعابات ساقه اصلی با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در شنبلیله نیز گزارش شده است (Khosravi et al., 2014).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی چای ترش

Table 2. Analysis of variance of the effect of nitrogen and plant density on morphological traits of roselle

منابع تغییرات Source of variation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square			
			ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد انشعابات ساقه اصلی Number of branches	طول میوه Fruit length
تکرار	Replication	2	5140.045 ns	13.941 ns	0.619 ns	0.639 ns
نیتروژن	Nitrogen (A)	3	738.145 ns	25.294 *	8.744 **	0.081 ns
خطای a	Erorr a	6	2435.522	5.074	0.466	0.901
تراکم	Density plant (B)	3	199.683 ns	46.631 **	24.688**	2.657*
نیتروژن × تراکم	A × B	9	230.453 ns	8.316 ns	0.99**	0.646 ns
خطای b	Erorr b	24	302.419	4.218	0.211	0.713
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)		10.2	11.73	18.06	4.18

**، * و n.s به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ۵٪ و غیر معنی‌دار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

**,* and ns are significant at 1 and 5% probability levels and non-significant, respectively

با افزایش تراکم از ۵ به ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع، تعداد انشعابات ساقه اصلی به ترتیب ۲۹/۶، ۵۷/۵ و ۷۶/۶ درصد و قطر ساقه به ترتیب ۸/۹، ۱۳/۲ و ۲۴ درصد کاهش پیدا کرد و طول میوه چای ترش نیز به‌طور معنی‌داری با افزایش تراکم بوته از ۵ به ۲۰ بوته کاهش یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد در تراکم‌های پایین‌تر به دلیل وجود فضای بیشتر برای هر بوته در بخش هوایی و زیرزمینی و در نتیجه رقابت کمتر برای نور و مواد غذایی و نیز فتوسنتز بیشتر گیاه، نور به بخش‌های پایینی بهتر نفوذ کرده و غالبیت انتهایی از طریق تجزیه اکسین کاهش یافته (Rahbarian et al., 2011) و بنابراین با کاهش تراکم از ۲۰ به ۱۰، ۶/۷ و ۵ بوته، تعداد انشعابات ساقه اصلی در بوته افزایش معنی‌داری را نشان داده است. به عبارتی در تراکم‌های زیاد منابع غذایی از جمله نیتروژن بین تعداد بوته‌های بیشتری تقسیم‌شده و در نتیجه علاوه بر فضای قابل‌دسترس کمتر برای هر بوته این موضوع نیز باعث می‌شود تا تعداد انشعابات ساقه اصلی تولیدشده در بوته نسبت به تراکم‌های پایین‌تر، کاهش یابد. می‌باشد. پارسا مطلق و همکاران (Parsa Motlagh et al., 2017) در چای ترش، سپهری و وزیری امجد (Sepehri and Vaziriamjad, 2015) در کاسنی و کشفی و همکاران (Kashfi et al., 2011) در نخود گزارش کردند که افزایش تراکم کاهش معنی‌دار تعداد شاخه در بوته را به دنبال دارد که نتایج تحقیق حاضر را تائید می‌نماید.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیکی چای ترش تحت تأثیر اثرات ساده نیتروژن و تراکم بوته

Table 3. Simple effects of nitrogen and plant density on morphological traits of roselle

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	تعداد انشعابات ساقه اصلی Number of branches	طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg. ha-1)				
0	163.00 a	15.55 b	1.45 c	20.22 a
100	165.98 a	18.55 a	2.35 b	20.28 a
200	171.99 a	17.91 a	2.96 ab	20.11 a
300	180.78 a	18.01 a	3.42 a	20.28 a
تراکم بوته (مترمربع) Plant density (m2)				
5	164.63 a	19.79 a	4.30 a	20.72 a
6.7	170.56 a	18.02 b	3.03 b	20.22 ab
10	173.26 a	17.18 b	1.83 c	20.11 ab
20	173.30 a	15.04 c	1.01 d	19.83 b

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P≤۰/۰۵).

In each column and for each factor, same letter(s) shows non-significant difference (P≥0.05)

از طرفی با کاهش تراکم بوته، به علت سطح برگ و توان فتوسنتزی بیشتر در هر بوته (وجود مبدأ قوی‌تر)، قطر ساقه نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). بدیهی است که با افزایش تراکم بوته به علت افزایش رقابت بین بوته‌ای قدرت فتوسنتزی بوته و به علت افزایش رقابت درون بوته‌ای و نامحدود رشد بودن گیاه چای ترش، سهم ساقه از مواد فتوسنتزی کاهش یافته و در نتیجه قطر ساقه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. یافته‌های زارعی وهمکاران (Zarei et al., 2014) در کاسنی و دادخواه وهمکاران (Dadkhah et al., 2009) در بابونه نیز بیانگر

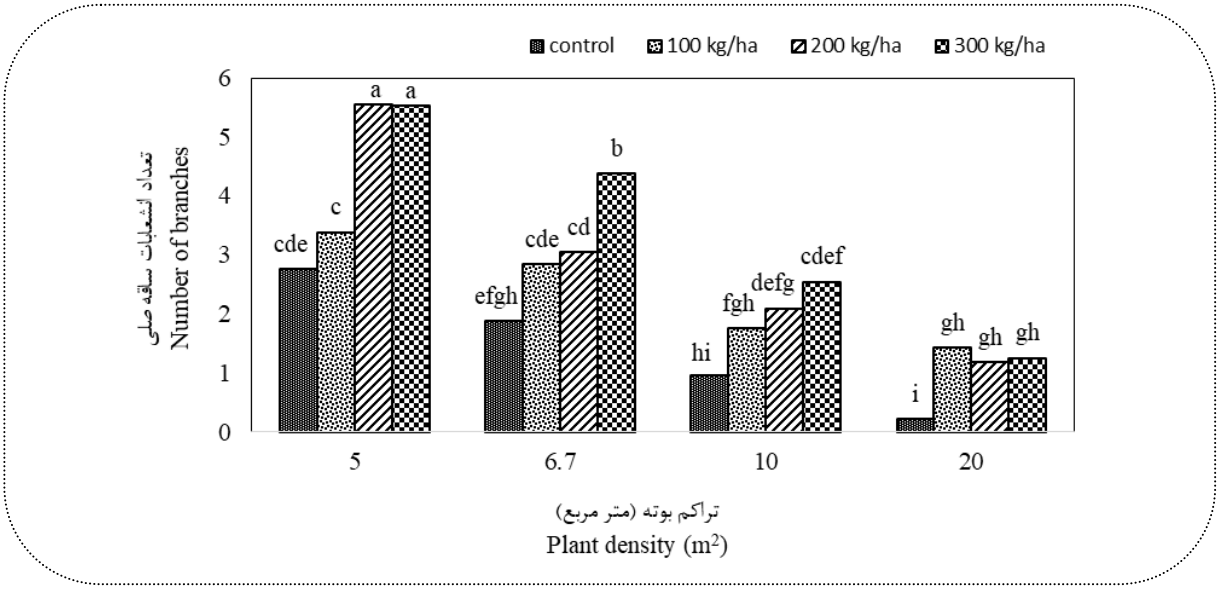
www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر منفی افزایش تراکم بوته بر قدرت شاخه‌زایی گیاه می‌باشد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

همچنین کاهش طول میوه با افزایش تراکم بوته در واحد سطح را می‌توان به کاهش توان فتوسنتزی گیاه به علت افزایش رقابت بین بوته‌ای و نیز کاهش سهم بخش زایشی (میوه) از مواد فتوسنتزی گیاه به علت افزایش رقابت درون بوته‌ای (بین بخش رویشی و زایشی) مربوط دانست. در تحقیقی در تراکم بالا کاهش معنی‌دار طول میوه در بامیه نیز گزارش شده است (Maurya et al., 2013).

مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته نشان داد که بیشترین تعداد انشعابات ساقه اصلی با میانگین ۵/۵۴ مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵ بوته در مترمربع بود و کمترین تعداد انشعابات ساقه اصلی با میانگین ۰/۲۱ مربوط به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بود (شکل ۱). همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع تغییر معنی‌داری را در تعداد انشعابات ساقه اصلی نداشته است اما در تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته در مترمربع افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌دار این صفت را به دنبال داشته است. به نظر می‌رسد این واکنش متفاوت به مقدار مصرف نیتروژن در تراکم‌های مورد مطالعه در خصوص شاخه‌زایی گیاه چای ترش به این دلیل است که در تراکم‌های پایین به علت رقابت کمتر بین بوته‌های مجاور وجود فضای کافی، کاربرد بیشتر نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی و افزایش شاخه‌زایی گیاه شده است اما در تراکم‌های بالا به علت افزایش رقابت درون و بین بوته‌ای و همچنین کمبود فضا برای هر بوته، این افزایش مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر روند شاخه‌زایی گیاه نداشته است.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد انشعابات ساقه اصلی چای ترش

Figure 1. Comparison of the mean of nitrogen interactions and plant density on the number of branches main stem of roselle

اجزای عملکرد و عملکرد کاسبرگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و متقابل کود نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد میوه در بوته و تعداد میوه در مترمربع در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما وزن خشک کاسبرگ در میوه تحت تأثیر اثرات ساده و متقابل کود نیتروژن و تراکم بوته قرار نگرفت. همچنین تغییر در

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار مصرف نیتروژن و تراکم بوته، عملکرد خشک کاسبرگ در واحد سطح را به‌طور معنی‌دار و در سطح یک درصد تحت تأثیر قرار داد اما اثرمتقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها بیانگر تأثیر مثبت مصرف کود نیتروژن بر تعداد میوه در بوته و مترمربع است، به‌طوری‌که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد میوه در بوته و تعداد میوه در مترمربع به‌طور معنی‌دار و به ترتیب ۱۰۴/۷ و ۱۰۴/۴ درصد افزایش یافت. همچنین افزایش مصرف کود نیتروژن تأثیر مثبتی بر وزن خشک کاسبرگ داشت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد خشک کاسبرگ با میانگین ۱۰۷۰/۳۴ کیلوگرم در هکتار از تیمار کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که از برتری معنی‌دار ۱۰۸/۸، ۱۴/۳ و ۱۵/۱ درصدی به ترتیب نسبت به عدم کاربرد نیتروژن و کاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برخوردار بود (جدول ۵).

به نظر می‌رسد از علل افزایش معنی‌دار تعداد میوه در بوته و مترمربع و نیز عملکرد کاسبرگ در واحد سطح با افزایش کاربرد کود نیتروژن، تولید و توسعه مناسب اندام‌های هوایی (شاخه‌ها و برگ‌ها) طی دوره رشد و در نتیجه استفاده مفید از نور خورشید و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد. تعداد میوه به‌عنوان جزء مهم عملکرد در گیاه به شمار می‌رود و در تعیین عملکرد نهایی نقش به سزایی دارد (Garsid, 2004). در واقع میوه‌ها مخازنی هستند که مواد فتوسنتزی از برگ‌ها (منبع) به آن‌ها انتقال می‌یابد. در صورت عدم تعادل بین این دو (مخزن و منبع) و عدم دسترسی به عناصر غذایی مناسب مانند نیتروژن که نقش بسیار مهمی در تولید و سبز ماندن برگ‌ها دارد، تعداد میوه کاهش می‌یابد. همچنین نیتروژن با تأمین پروتئین مورد نیاز دانه گرده برای حرکت در طول خامه و رسیدن به تخمک، افزایش طول عمر تخمک و افزایش زمان گرده‌افشانی مؤثر، درصد تشکیل گل و میوه را افزایش داده (Rahemi, 2004) و از این‌رو با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش تعداد میوه در بوته و در مترمربع قابل توجیه می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که مصرف بیشتر کود نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی، افزایش شاخص سطح برگ و دوام آن شده (Sadeghi and Bahrani, 2001) و با افزایش فعالیت فتوسنتزی (Izadi et al., 2010) و فراهمی مواد پرورده ضمن افزایش تعداد انشعابات ساقه اصلی (جدول ۲)، باعث افزایش تعداد میوه در بوته و در واحد سطح و نهایتا عملکرد خشک کاسبرگ در واحد سطح می‌گردد. در تحقیقی مشخص شد که با افزایش کاربرد نیتروژن، عملکرد کاسبرگ چای ترش به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Timothy and Futuless, 2014). در بررسی دیگری گزارش شد که با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در چای ترش، تعداد میوه در مترمربع و عملکرد خشک کاسبرگ به‌طور معنی‌دار و به ترتیب ۳۷/۱ و ۴۴/۱ درصد افزایش یافت (Sepahrom and Moosavi, 2016).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع با ۲۱/۵۸ بیشترین تعداد میوه در بوته را به خود اختصاص داده است که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵ بوته در مترمربع نداشت، اما از برتری معنی‌دار ۱۷/۵ و ۵۹/۸ درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع برخوردار بود. با این وجود بیشترین تعداد میوه در مترمربع با میانگین ۲۶۰/۳۳ عدد از تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بدست آمد که نسبت به تراکم‌های ۵، ۶/۷ و ۱۰ بوته در مترمربع به ترتیب از برتری ۱۲۵/۶، ۷۳/۵ و ۳۷/۶ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). همچنین با افزایش تراکم بوته از ۵ به ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع، عملکرد خشک کاسبرگ به ترتیب ۲۲/۶، ۵۴/۸ و ۱۰۵/۷ درصد و به‌طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد (جدول ۵).

افزایش تعداد میوه در بوته را در تراکم‌های پایین می‌توان از یک‌سو به فضای کافی برای رشد و تولید شاخه‌های بیشتر و افزایش سطح برگ (منبع) تا حد مطلوب و از سوی دیگر به کاهش رقابت بین بوته‌ای و

www.SID.ir

Archive of SID

سهم بیشتر هر گیاه در استفاده از نور نسبت داد به عبارتی در تراکم‌های بالا به نظر می‌رسد توانایی فتوسنتزی گیاه و انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن به دلیل سایه‌اندازی زیاد برگ‌ها بر روی یکدیگر و افزایش تنفس نگهداری بوته کاهش یافته و تعداد انشعابات ساقه اصلی نیز به علت کاهش فضای لازم برای هر بوته کاهش می‌یابد که نتیجه آن کاهش معنی‌دار تعداد میوه در بوته با افزایش تراکم بوته می‌باشد. پارسا مطلق و همکاران (Parsa Motlagh et al., 2017) کاهش تعداد میوه در بوته چای ترش، دری (Dorry, 2006) کاهش تعداد سنبله در بوته اسفرزه و سپهری و وزیری امجد (Sepehri and Vaziri Amjad, 2015) کاهش تعداد آکن در بوته کاسنی را با افزایش تراکم بوته گزارش کردند.

هر چند افزایش تراکم از ۵ به ۲۰ بوته در مترمربع، کاهش معنی‌دار و ۳۷/۳ درصدی تعداد میوه در بوته را به دنبال داشته است اما در مجموع، افزایش ۱۲۵/۶ درصدی تعداد میوه در مترمربع را باعث گردیده است و به نظر می‌رسد افزایش تعداد بوته در مترمربع علاوه بر جبران کاهش تعداد میوه در بوته توانسته است افزایش معنی‌دار تعداد میوه در مترمربع را باعث گردد. به عبارتی هر چند با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد میوه در بوته کاهش یافت اما تعداد میوه در مترمربع به‌طور معنی‌داری به علت افزایش تراکم بوته در واحد سطح افزایش یافت. در تحقیقی با بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر اجزای عملکرد چای ترش گزارش شد که هر چند با افزایش تراکم از ۶/۷ به ۱۳/۳ بوته در مترمربع تعداد میوه در بوته، ۳۵/۶ درصد کاهش یافت اما تعداد میوه در مترمربع، ۲۸/۳ درصد افزایش پیدا کرد (Moosavi, 2012). نتایج مشابهی توسط ماریا و همکاران (Maurya et al., 2013) در بامیه و مروی و همکاران (Marvi et al., 2017) در هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis L.*) نیز گزارش شده است.

از آنجایی که وزن خشک کاسبرگ در میوه تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت، می‌توان گفت که افزایش معنی‌دار عملکرد خشک کاسبرگ با افزایش تراکم بوته در مترمربع، عمدتاً به افزایش معنی‌دار تعداد میوه در مترمربع مربوط است. به عبارتی با افزایش تراکم بوته، علیرغم کاهش تعداد میوه در بوته عملکرد خشک کاسبرگ به علت افزایش تعداد میوه در مترمربع به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش معنی‌دار عملکرد کاسبرگ چای ترش در واحد سطح با افزایش تراکم بوته توسط پارسا مطلق و همکاران (Parsa Motlagh et al., 2017) نیز گزارش شده است.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس تأثیر نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش

Table 4. Analysis of variance of effect of variance effect of nitrogen and plant density on yield and yield components of roselle

منابع تغییرات Source of variation		درجه آزادی df	تعداد میوه در بوته Number of fruits in a plant	تعداد میوه در مترمربع Number of fruits per square meter	وزن خشک کاسبرگ در میوه Dry weight of sepals in fruit	عملکرد خشک کاسبرگ Sepals dry yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت کاسبرگ Sepals harvest index
تکرار	Replication	2	13.714 ^{ns}	1026.141 ^{ns}	0.006 ^{ns}	8752.74 ^{ns}	7914283.14 ^{ns}	0.307 ^{ns}
نیتروژن	Nitrogen (A)	3	318.718 **	28945.047 **	0.021 ^{ns}	882997.47 **	119761574.82 *	5.821*
خطای a	Erorr a	6	9.493	259.12	0.019	36430.92	14573925.1	0.682
تراکم	Density plant (B)	3	173.837 **	46429.186 **	0.0001 ^{ns}	702372.52 **	717345602.9 **	0.554 ^{ns}
نیتروژن × تراکم	A × B	9	30.770 **	4239.51 **	0.013 ^{ns}	34773.42 ^{ns}	17921855.3 **	0.89 ^{ns}
خطای b	Erorr b	24	6.241	228.59	0.01	17487.57	7159172.7	0.427
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)		13.33	8.46	5.2	15.34	10.07	17.53

www.SID.ir

Archive of SID

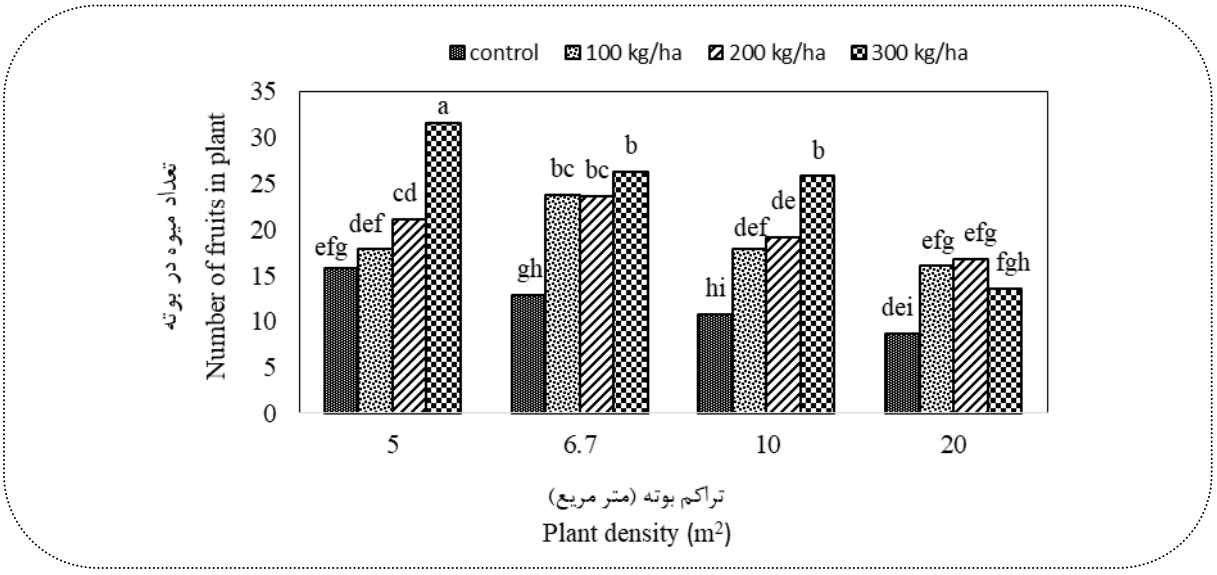
**، * و n.s به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ۵٪ و غیر معنی‌دار می‌باشد.
**,* and ns are significant at 1 and 5% probability levels and non-significant, respectively

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد کاسبرگ چای ترش تحت تأثیر اثرات ساده نیتروژن و تراکم بوته

Table 5. Comparison of mean yield traits and yield components of roselle sepals influenced by simple effects of nitrogen and plant density

شاخص برداشت کاسبرگ در بوته (٪) Sepals harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg. ha-1)	عملکرد خشک کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار) Sepals dry yield (kg. ha-1)	وزن خشک کاسبرگ در تک میوه (گرم) Dry weight of sepals in fruit (g)	تعداد میوه در مترمربع Number of fruits per square meter	تعداد میوه در بوته Number of fruits in a plant	تیمار Treatment
						نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg. ha-1)
2.27 b	23359.22 c	512.56 c	0.479 a	107.50 c	11.87 c	0
3.40 a	27606.07 ab	936.34 b	0.494 a	190.42 b	18.80 b	100
3.88 a	24802.96 bc	929.46 b	0.474 a	197.17 b	20.06 b	200
3.51 a	30498.79 a	1070.34 a	0.489 a	219.79 a	24.26 a	300
						تراکم بوته (مترمربع) Plant density (m2)
3.21 a	37612.96 a	1216.73 a	0.464 a	260.33 a	13.50 c	20
3.53 a	25718.71 b	915.65 b	0.481 a	189.17 b	18.36 b	10
3.30 a	22983.83 c	725.00 c	0.480 a	150.00 c	21.58 a	6.7
3.02 a	19951.54 d	591.32 d	0.510 a	115.37 d	21.53 a	5

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P ≤۰/۰۵).
In each column and for each factor, the meanings of the letters based on Duncan's test were not significantly different (P≥0.05).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد میوه در بوته چای ترش

Figure 2. Comparison of the means of interaction of nitrogen and plant density on the number of fruits per plant of roselle

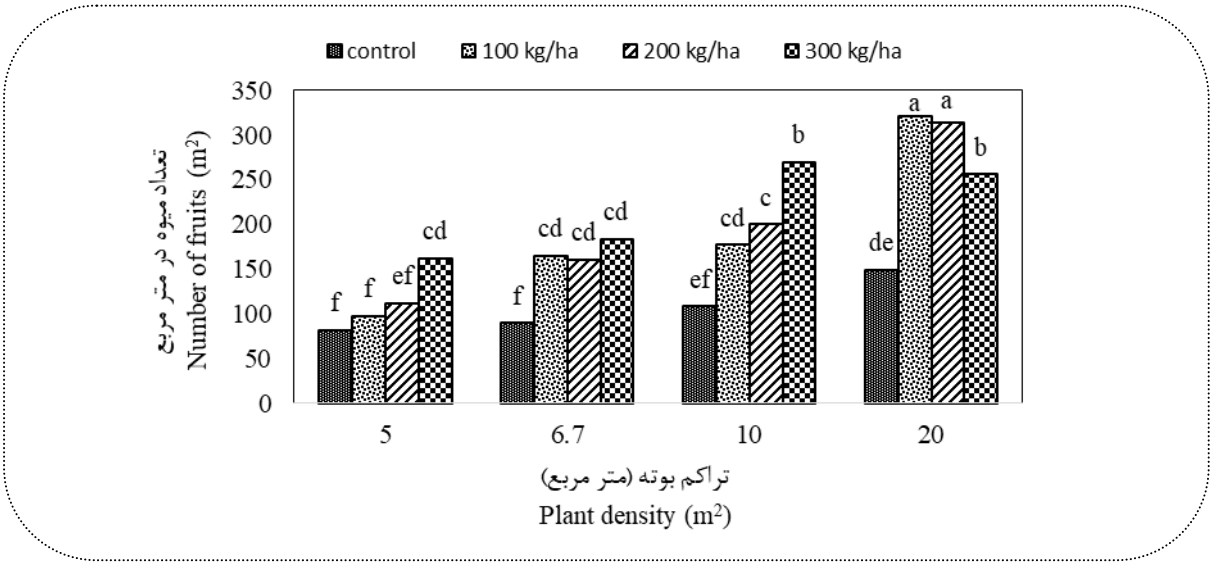
بر اساس مقایسه میانگین‌های اثر متقابل، تیمار مصـرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵ بوته در مترمربع

www.SID.ir

Archive of SID

با میانگین ۳۱/۴۹ عدد، بیشترین و تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۸/۵۸ عدد، کمترین تعداد میوه در بوته را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد در تراکم ۵ بوته در مترمربع با افزایش کاربرد نیتروژن از ۱۰۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به علت افزایش شاخه‌زایی (شکل ۱)، تعداد میوه در بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به علت عدم افزایش شاخه‌زایی در بوته از یک‌سو و کاهش نفوذ نور به لایه‌های پایین‌تر کانوپی به علت تراکم زیاد بوته از سوی دیگر، افزایش کاربرد نیتروژن نتوانست باعث تغییر معنی‌دار تعداد میوه در بوته گردد.

مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته نشان داد که بیشترین تعداد میوه در مترمربع با میانگین ۳۲۰/۸۳ عدد در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع و کمترین تعداد میوه در مترمربع با میانگین ۸۲/۳۳ عدد در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و تراکم ۵ بوته در مترمربع مشاهده شد (شکل ۳). به نظر می‌رسد در تراکم ۵ بوته در مترمربع به علت وجود فضای کافی و تأثیر مثبت افزایش کاربرد نیتروژن بر شاخه-زایی و طول شاخه، جایگاه‌های بیشتری برای تولید میوه در بوته ایجاد شده و از این‌رو با افزایش کاربرد نیتروژن از ۱۰۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد میوه در واحد سطح به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. این در حالی است که در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع این افزایش کاربرد نیتروژن منجر به افزایش سایه‌اندازی و عدم رسیدن نور به لایه‌های پایین کانوپی شده و بنابراین تولید میوه عمدتاً به لایه‌های بالاتر کانوپی محدود شده و درنهایت کاهش معنی‌دار تعداد میوه در واحد سطح را به دنبال داشته است (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد میوه (در متر مربع) چای ترش

Figure 3. Comparison of the means of interaction of nitrogen and plant density on the number of fruits (in square meters) of roselle

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نیتروژن در سطح پنج درصد و تراکم بوته و اثرمتقابل نیتروژن و تراکم در سطح یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش در عملکرد بیولوژیک گردید، به‌طوری‌که عملکرد بیولوژیک در تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن به ترتیب ۱۸/۱، ۶/۱ و ۳۰/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۵). احتمالاً

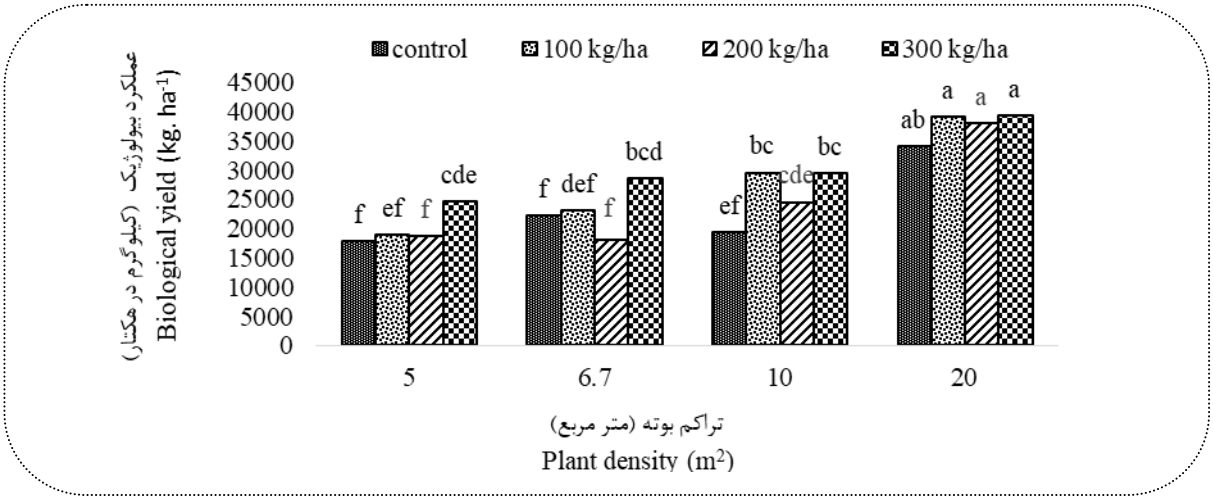
www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد بیشتر نیتروژن به علت افزایش تعداد شاخه فرعی وزن خشک شاخ و برگ و افزایش سطح و دوام برگ، قدرت ماده سازی بیشتر گیاه را باعث شده و در نتیجه تجمع ماده خشک و عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری با افزایش مقدار کاربرد نیتروژن افزایش یافته است. در تحقیقی گزارش شد که کاربرد کود نیتروژن می‌تواند موجب افزایش زیست‌توده و عملکرد محصول در گیاه کارلا شد (Heidari et al., 2014). در تحقیقی گزارش شد که بالاترین عملکرد بیولوژیکی در گیاه برازمبل در تیمار مصرفی ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (Jafari et al., 2015).

همچنین افزایش تراکم بوته در واحد سطح نیز افزایش عملکرد بیولوژیک چای ترش را به دنبال داشت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۳۷۶۱۲/۹۶ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بدست آمد که نسبت به تراکم‌های ۵، ۶/۷ و ۱۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۸۸/۵، ۶۳/۶ و ۴۶/۲ درصد برتری داشت (جدول ۵). علت افزایش عملکرد بیولوژیک در تراکم‌های بالاتر نسبت به تراکم‌های پایین‌تر را می‌توان افزایش سطح برگ، افزایش تعداد میوه در واحد سطح و نیز بهره‌برداری بیشتر گیاه از منابع جهت تجمع بیشتر ماده خشک دانست. پارسا مطلق و همکاران (Parsa Motlagh et al., 2017) در چای ترش و صباغ نکونام و رزمجو (Sabagh Nekonam and Razmjoo, 2007) در اسفرزه نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته در مورد عملکرد بیولوژیک بیانگر آن است که تیمار کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۹۳۰۹/۵۳ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و تراکم ۵ بوته در مترمربع با میانگین ۱۷۸۲۸/۵۶ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. (شکل ۴). همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع، کاربرد نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشته است اما در تراکم‌های پایین‌تر کاربرد نیتروژن در مقایسه با عدم کاربرد آن منجر به افزایش معنی‌دار این صفت گردیده است. علت این امر را می‌توان به افزایش سایه‌اندازی در کانوپی و در نتیجه افزایش تنفس نگهداری و کاهش فتوسنتز خالص گیاه در تراکم بالا همزمان با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی دانست. این در حالی است که در تراکم‌های پایین، افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش سطح برگ و جذب مؤثرتر نور خورشید (رسیدن به شاخص سطح برگی که ۹۵ درصد نور خورشید را جذب کند) گردیده که درنهایت توان ماده‌سازی و تولید بیوماس در واحد سطح را به‌طور معنی‌داری افزایش داده است.



www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۴. مقایسه میانگین اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک چای ترش

Figure 4. Comparison of the means of nitrogen interactions and plant density on biological yield of roselle

شاخص برداشت کاسبرگ

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر نیتروژن بر شاخص برداشت کاسبرگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، اما این صفت تحت تأثیر تراکم بوته و اثرمتقابل نیتروژن و تراکم بوته قرار نگرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هرچند کاربرد نیتروژن افزایش معنی‌دار این صفت را در مقایسه با تیمار عدم مصرف نیتروژن باعث شد اما بین سطوح کاربرد ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین شاخص برداشت کاسبرگ (۳/۸۸ درصد) از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد افزایش کاربرد نیتروژن نقش مثبتی را در افزایش سهم دریافتی کاسبرگ از مواد فتوسنتزی منتقل شده به میوه (از بخش رویشی گیاه) ایفا کرده است. به عبارتی احتمالاً کاربرد نیتروژن مدت انتقال مواد فتوسنتزی از مبدأ (برگ‌ها) به مقصد (کاسبرگ‌ها) را به علت افزایش دوام سطح برگ و فتوسنتز جاری افزایش داده و در نتیجه شاخص برداشت کاسبرگ در بوته به‌طور معنی‌داری با مصرف نیتروژن افزایش یافته است. در تحقیقی گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن منجر به افزایش معنی‌دار شاخص برداشت گل در همیشه بهار شد (Rahmani et al., 2009).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افزایش کاربرد نیتروژن عمدتاً از طریق افزایش تعداد انشعابات ساقه و تعداد میوه در مترمربع و افزایش تراکم بوته از طریق افزایش تعداد میوه در مترمربع منجر به افزایش عملکرد اقتصادی چای ترش (کاسبرگ خشک) در واحد سطح گردید. به‌طورکلی بر اساس نتایج این تحقیق کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع برای زراعت چای ترش در ایرانشهر پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Atta, S., Diallo, A.B., Sarr, B., Bakasso, Y., Saadou, M. and Glew, R.H. 2010. Variation in macroelements and protein contents of roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) from Niger. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(6): 2707-2718.

Bashirifar, N., Aliasgharzad, N. and Zehtab Salmasi, S., 2006. Effects of nitrogen on growth and some morphological traits of inoculated Savory (*Satureja hortensis L.*) with Azospirillum irakense and Pseudomonas putida. *Water and soil knowledge*, 26(1 & 2): 79-91.

Dadkhah, A., Kafi, M. and Rasam, G., 2009. The effect of planting date and plant density on growth traits, yield quality and quantity of Matricaria (*Matricaria chamomilla*). *Journal of Horticultural Sciences*, 23(2): 100-107.

Dorry, M.A., 2006. Effects of seed rate and planting dates on seed yield and yield components of Plantago ovata in dry farming. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(3): 262-269.

Egharevba, R.K.A. and Law-Ogbomo, K.E., 2007. Comparative effects of two nitrogen sources on the growth and the yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) in rainforest region: a case study of Benin-city, Edo state. Nigeria. *Journal of Agronomy*, 6: 142-146.

Garsid, A., 2004. Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi-arid tropical. *Australian Journal of Productive in Agriculture*, 23: 607-612.

www.SID.ir

Archive of SID

Gebremedin, B.D. and Asfaw, B.T., 2017. Effects of inter and intra row spacing on growth, yield and yield components of roselle (*Hibiscus Sabdariffa L.*) at Wondo Genet, Southern Ethiopia. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 5(1): 27–34.

Hecl, J. and Sustrikova, A., 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug an assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production: 69.

Heidari, M. and Mobasri Moghadam, M., 2014. Effects of amount and timing of nitrogen application on yield production and quantitative characteristics of karela (*Momordica charantia L.*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 30(3): 591-599.

Ibrahim, M.M. and Hussein, R.M., 2006. Variability, heritability and genetic advance in some genotypes of roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(3): 340-345.

Ismail, A., Ikram, E.H.K. and Nazri, H.S.M., 2008. Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) seeds nutritional composition, protein quality and health benefits. *Food*, 2: 1-16.

Izadi Y., Ahmadwand, K., Dushni Ashra Asan Ashari; Old aging. 2010. Effect of nitrogen and plant density on some growth characteristics, yield and essential oil content in peppermint (*Mentha piperita L.*). *Iranian Crop Research*, 8(5): 824-836.

Jafari, S.R., Nikkhah, M., Zare'i, G. and Zarezadeh, A., 2015. Effect of nitrogen and phosphorus levels on fresh and dry yields of leaves and broccoli and essential oil of Perovskia abrotanoides L. Plant Ecophysiology, 7(22): 178-189.

Kashfi, S.M.H., Majnoun Hosseini, N. and Zeinali Khaneghah, H., ۲۰۱۱. Effect of plant density and starter nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum L. cv. Kourosh*) at Karaj conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 1(2): 11-20.

Khattak, A.M., Sajid, M., Sarwar, H.Z., Rab, A., Ahmad, M. and Khan, M.A., 2016. Effect of sowing time and plant density on the growth and production of roselle (*Hibiscus sabdariffa*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 18(6): 1219-1224.

Khosravi, M., Moosavi, S.Gh. and Seghatoleslami, M.J., 2014. Effect of irrigation interval, Nitrogen fertilizer rate and plant density on morphological traits, yield and water use efficiency of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(5): 682-691.

Lack, Sh., 2013. Evaluation of physiological traits effective on seed yield of corn in different irrigation, nitrogen and plant density levels. *Crop Physiology Journal*, 5(19): 17-33. (In Persian).

Louis, S.J., Kadams, A.M., Simon, S.Y. and Mohammed, S.G., 2013. Combining ability in Roselle cultivars for agronomic traits in Yola, Nigeria. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3 (2): 145-149.

Maksoud, S.A. and Hosni, H.A., 1997. Distribution of Urease in the seeds of some Egyption species of Malvaceae and Tiliaceae. *Egyption Journal of Botany*, 70(2): 285-297.

Mardaninejad, Sh., khaladbarin, B., Sadat, Y.A., Moradshahi, A., and Vazirpour, M., 2002. Effect of ammonium nitrate on the shoots and the essential oil of lavender medications. Abstract Proceedings of the National Conference on Medicinal Plants, Tehran, 26-24 February, 59-57. (in Persian)

Marvi, H., Rezvani Moghaddam, P., Jahan, M. and Armin, M., 2017. Effect of planting date and plant density on yield, yield components and active ingredients of *Citrus colocynthis L. Journal of Plant Production*, 23(4): 17-35.

www.SID.ir

Archive of SID

Maurya, R.P., Bailey, J.A., Jeff, S.T. and Chandler, A., 2013. Impact of plant spacing and picking interval on the growth, fruit quality and yield of okra (*Abelmoschus esculentus L.*). *American Journal of Agriculture and Forestry*, 1(4): 48-54.

Moosavi, S.G.R., 2012. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of roselle. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(9): 1627-1632.

Mumivand, H., Babalar, M., Hadian, J. and Fakhr Tabatbaei, M., 2011. Plant growth and essential content and composition of *Satureja hortensis L. cv.* Saturn in response to calcium carbonate and nitrogen application rates. *Journal of Medicinal Plants research*, 5(10):1859-1866.

Nemati, M., Dehmardeh, M., Khumri, I. and Nejati Yazdinejad, M., 2015. The effect of application of biological fertilizers and manure on economic performance and quality characteristics of Sour Tea (ه). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 31(4): 610-625.

Ojaqhlo, P., 2007. Effect of inoculation with bio-fertilizers (Azotobacter and phosphate fertilization) on the growth, yield and yield components of safflower. Master Thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary).

Omidbeigi, R. and Hasani Malayeri, S., 2007. A study of the effects of nitrogen and plant density on the productivity of feverfew (*Tanacetum parthenium cv. Zardband*). *Iranian Journal of Agricultural Sciences (Agronomy and Crop Biotechnology)*, 38(2): 303-309.

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(17): 2305-2309.

Parsa Motlagh, B., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R. and Azami Sardooei, Z., 2017. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) under Jiroft climate conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(4): 735-745.

Raeisisarbijan, A.R., Broomand, N. and Zaher Ara, T., 2016. Effect of Nitrogen and Zinc Foliar Application on Quantitative Traits of Tea Rosslle (*Hibiscus sabdariffa*) in Jiroft Zone. *Journal of Horticultural Science*, 30(1): 93-101.

Rahbarian, P., Afsharmanesh, G. and Behzadi, N., 2011. Effect of drought stress and plant density on yield of *Hibiscus sabdariffa* in Jiroft, Iran. *Agriculture new finding*, 5(3): 237-245.

Rahemi, M., 2004. *Pollination and fruit formation*. Publication of Shiraz University. [In Persian]

Rahmani, N., Taherkhani, T., Daneshian, J., 2009. The effects of nitrogen application on physiological indices of yield of *Calendula officinalis L.* under drought stress conditions. *Journal of new finding in Agriculture*, 3(4):355-365. [In Persian]

Rezvani Moghaddam, P., 2008. New and forgotten crops. 446 p in: A.R. koocheki and M. khajeh Hosseini eds. Modern Agronomy. Publication by University Jahad of Mashhad.

Sabagh Nekonam, M. and Razmjoo, K.H., 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovata Forsk.*) accessions. *International Journal of Agriculture and Biolog*, 9(4): 606-609.

Sadeghi, H. and Criana Mohammad, J., 2001. Effect of Plant Density and Nitrogen Fertilizer on Physiological Indices of Maize (*Zea mays L.*). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 3(1): 13-25.

www.SID.ir

Archive of SID

Sanoussi, A., Hadiara, H.S., Yacoubou, B., Benoit, S., Issaka, L. and Mahamane, S., 2011. Yield character variability in Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*). *African Journal of Agricultural Research*, 6(6): 1371-1377.

Schippers, R.R., 2000. African Indigenous Vegetable: An Overview of the Cultivated Species. University of Greenwich, Natural Resources Institute, U.K. p: 214.

Sepahrom, A. and Moosavi, S.Gh., 2016. The effect of irrigation and nitrogen levels on morphological traits, yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(3): 436-449.

Sepehri, A. and Vaziriamjad, Z., 2015. The effect of iron and zinc nano fertilizers on quantitative yield of chicory (*Cichorium inyubus l.*) in different crop densities. *Knowledge of agriculture and sustainable production*, 25(2.1): 61-74.

Timothy, E.L. and Futuless, K.N., 2014. Influence of sowing date and different levels of nitrogen fertilizer on the performance of roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) in Nigeria. Research and Reviews: *Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 3(1): 5-8.

Zarei, Gh., Shamsi Mahmoodabadi, H., Tabatabaei, S.A. and Mohtaram, S.A., 2014. Effect of sowing date and plant density on yield of chicory (*Cichorium intybus L.*). *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, 104: 136-141.

www.SID.ir