Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 48, No 3, Autumn 2017 (855-864)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.218899.654208

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶ (ص ۸۶۴-۸۵۵)

تأثیر اسیدسولفوریک و کودهای زیستی بر میزان کامازولن، اسانس و ویژگی‌های کمی بابونهٔ آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

علیرضا ابدالی مشهدی[1*]، مریم مرادی مجد[2]، عبدالمهدی بخشنده[3] و احمد کوچک‌زاده[4]
۱، ۲، ۳ و ٤. دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، استاد و استادیار، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/٤)

چکیده

بابونه گیاهی دارویی با کاربردهای پرشمار است. برای بررسی تأثیر اسیدسولفوریک و کودهای زیستی بر بابونهٔ آلمانی در پاییز ۱۳۹۲ آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان اجرا شد. تیمارها شامل اسید سورلفوریک (۰، ٤، ٥ و ٦ لیتر در هکتار)، کود زیستی نیتروژنی (بدون کاربرد و کاربرد) و کود زیستی فسفری (بدون کاربرد و کاربرد) بود. بهترین سطح کاربرد اسیدسولفوریک در همهٔ صفات، ٥ لیتر در هکتار بود. بالاترین نتیجه برای صفات شامل شمار گل در مترمربع (۸۰۵)، وزن تر گل (۳۷۰۵ کیلوگرم در هکتار) و خشک گل (۷٤۱ کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (۲۷/٦ درصد)، درصد وزنی اسانس (۰/۸۸ درصد)، عملکرد اسانس (٤/٥۰ میلی‌لیتر در مترمربع)، ارتفاع گیاه (٦٥/۱۰ سانتی‌متر)، عملکرد دانه (۱٤۷/۱۷ کیلوگرم در هکتار) و درصد کامازولن اسانس (۱٤/۰٦) از کاربرد ٥ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار افزون بر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری ناشی شد. کمترین میزان برای صفات شمار گل در مترمربع (٥۰۳)، وزن تر گل (۳۱۰٤ کیلوگرم در هکتار) و خشک گل (٦۲۰ کیلوگرم در هکتار)، درصد وزنی اسانس (۰/٤۷ درصد)، عملکرد اسانس (۲/۰۷ میلی‌لیتر در مترمربع)، ارتفاع گیاه (٤۰/٦۰ سانتی‌متر)، عملکرد دانه (۱۲۰/٤۳ کیلوگرم در هکتار) و درصد کامازولن اسانس (۱۳/٦۱) از کاربرد ٦ لیتر اسیدسولفوریک و بدون کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به دست آمد. بهترین عملکرد کمی و کیفی از کاربرد ٥ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار به همراه کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، عملکرد گل، گیاه دارویی، متابولیت ثانویه.

Effect of sulfuric acid and biofertilizers on camazulene, essential oil content and quantitative characteristics of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)

Alireza Abdali Mashhadi[1*], Maryam Moradi Majd[2], Abdolmahdi Bakhshandeh[3] and Ahmad Koochekzadeh[4]
1, 2, 3, 4. Associate Professors, Former M.Sc. Student, Professor and Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
(Received: Nov. 2, 2016 - Accepted: Jan. 23, 2017)

ABSTRACT

Chamomile is a valuable medicinal plant, with several therapeutic applications. To investigate the effects of sulfuric acid (0, 4, 5 and 6 $L.ha^{-1}$), biological nitrogen fertilizer (non application and application) and biological phosphorous fertilizer (non application and application) with three replications an experiment was conducted in Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan (2013-2014). The best level of sulfuric acid in all traits was five $L.ha^{-1}$ and beyond it were obvious negative effects of sulfuric acid. Also, nitrogen and phosphorus biological fertilizers application increased traits. The most quantity of all investigated traits included the number of flowers per square meter (805), flower fresh weight (3705 $Kg.ha^{-1}$) and dried flowers (741 $Kg.ha^{-1}$), harvest index (% 27.6), essential oil percentage (% 0.88), essential oil yield (4.50 $ml.m^{-2}$), plant height (65.10 cm), seed yield (147.17 $Kg.ha^{-1}$) and chamazulene percentage (14.06) observed in application of nitrogen and phosphorus biological fertilizers + sulfuric acid (5 $L.ha^{-1}$). The lowest quantity of number of flowers per square meter (503), flower fresh weight (3104 $Kg.ha^{-1}$), dried flowers weight (620 $Kg.ha^{-1}$), essential oil percentage (% 0.47), essential oil yield (2.07 $ml.m^{-2}$), plant height (40.60 cm), seed yield (120.43 $Kg.ha^{-1}$) and essential oil chamazulene percentage (13.61) obtained in non-application of nitrogen and phosphorus biological fertilizers plus + sulfuric acid (6 $L.ha^{-1}$). In general, the best qualitative and quantitative yield showed in application of nitrogen and phosphorus bio-fertilizers plus + sulfuric acid (5 $L.ha^{-1}$).

Keywords: Flower yield, harvest index, medicinal plant, secondary metabolite.

* Corresponding author E-mail: alirezaabdali@ramin.ac.ir

مقدمه

بستر تولید محصولات کشاورزی در ایران با چالش‌های بزرگی مانند کمبود آب و شوری خاک و آب روبه‌رو است، بنابراین ضرورت دارد به شیوه‌ای از کشاورزی روی آورد که سازگار به شرایط اقلیمی این سرزمین و چالش‌ها و کمبودهای موجود در آن باشد. در این زمینه توسعهٔ کشت گیاهان دارویی که اغلب به نهاده‌های کشاورزی کم نیاز بوده و از جهت دیگر ارزش افزودهٔ بالایی دارند، از راهکارهای پیش رو در راستای بهره‌مندی مناسب‌تر از آب‌وخاک این سرزمین است. بابونه با نام علمی *Matricaria chamomilla* L. از شناخته‌شده‌ترین گیاهان دارویی است که افزون بر کاربرد درمانی، کاربردهای بهداشتی و آرایشی نیز دارد. از مهم‌ترین ترکیب‌های آن می‌توان از کامازولن (Chamazulene) نام برد که خواص ضدالتهابی (Lopez & Blazquez, 2016) و پاداکسندگی یا آنتی‌اکسیدانی (Capuzzo *et al.*, 2014) دارد. اسیدیتهٔ خاک بر فراهمی عنصرهایی مانند فسفر تأثیرگذار است. در خاک‌های قلیایی (دارای pH بالاتر از ۷) کلسیم یون مثبت غالب است و به سرعت با عنصرهایی مانند فسفر واکنش انجام داده و از فراهمی این عنصر برای گیاه می‌کاهد، لذا احتمال افزایش دسترسی گیاه به فسفر با کاهش pH وجود دارد. کاربرد اسیدسولفوریک در خاک‌های آهکی، شور و سدیمی از راه کم کردن pH و کاهش بی‌کربنات می‌تواند فراهمی عنصرهای غذایی را در خاک افزایش دهد. در آزمایشی روی سه نوع خاک دچار کمبود فسفر در ایالت آریزونای امریکا با افزودن اسیدسولفوریک به خاک، دست‌کم در دو نوع از خاک‌ها، افزایش معنی‌دار مادهٔ خشک، عملکرد و جذب فسفر در گیاه گوجه‌فرنگی گزارش شد. همچنین میزان فسفر محلول در آب و ظرفیت عرضهٔ فسفر در خاک به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. از سوی دیگر با افزایش میزان کاربرد اسیدسولفوریک در خاک میزان استخراج آهن و آلومینیوم نیز افزایش یافت (Ryan & Stroehlein, 1979). در نتایج تحقیقی تأثیر اضافه کردن اسیدسولفوریک و انواع گچ بر خاک سدیمی ارزیابی و مشاهده شد، تأثیر اسیدسولفوریک در کاهش هدایت الکتریکی و سدیم کارایی بیشتری نسبت به گچ داشت (Amezketa *et al.*, 2005). در نتایج پژوهشی دیگر نیز تأثیر اسیدسولفوریک، گچ و کیفیت آب آبیاری روی ویژگی‌های خاک و عملکرد سودان‌گراس (*Sorghum sudanese*) بررسی شد. با کاربرد اسیدسولفوریک، شوری و درصد سدیم تبادلی (ESP) خاک کاهش یافت. اسیدسولفوریک نسبت به گچ به‌مراتب تأثیر بیشتری در افزایش محصول و بهبود و اصلاح خاک داشت (Alawi *et al.*, 1980). در نتایج آزمایشی روی گندم در خاک‌های سدیمی، ترکیب اسیدسولفوریک + گچ + کود دامی به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد و دیگر تیمارها باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش تخلخل، نسبت تخلخل، نفوذپذیری آب و هدایت هیدرولیکی در خاک شد. همچنین ترکیب‌های تیماری دارای اسیدسولفوریک و گچ به‌طور معنی‌داری هدایت الکتریکی را کاهش دادند. درصد سدیم تبادلی (ESP) به‌طور معنی‌داری در ترکیب تیماری اسیدسولفوریک + گچ + کود دامی نسبت به دیگر ترکیب‌های تیماری کاهش یافت و در همهٔ تیمارهای دارای اسیدسولفوریک افزایش عملکرد گندم مشاهده شد. همچنین pH در همهٔ تیمارهای دارای اسیدسولفوریک کاهش پیدا کرد (Hussain *et al.*, 2001).

گزارش‌های چندی درزمینهٔ تأثیر خوب کودهای زیستی فسفری بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان وجود دارد. در آزمایشی، کود زیستی فسفری نسبت به شاهد باعث افزایش معنی‌دار مادهٔ خشک، عملکرد بذر، عملکرد لعاب (موسیلاژ) و درصد فسفر دانه در گیاه بارهنگ (*Plantago ovate* Forsk) شد (Pouryousef *et al.*, 2007). همچنین ترکیبی از ریزجانداران یا میکروارگانیزم‌های *Pantoea agglomerans* strain P5، *Microbacterium laevaniformans* strain P7 و *Pseudomonas putida* strain P13 باعث افزایش زیست‌توده (بیوماس) و عملکرد در سیب‌زمینی شده است (Malboobi *et al.*, 2009). در نتایج تحقیقی مشخص شد، بیشترین عملکرد دانه در سورگوم دانه‌ای از کاربرد همزمان کود فسفر زیستی به همراه ۵۰ درصد از فسفر مورد نیاز به‌صورت کود فسفات آمونیوم با آبیاری کافی به دست آمد (Khalili *et al.*, 2008). در نتایج پژوهشی، کاربرد باکتری‌های آزادکنندهٔ فسفر خاک باعث بهبود عملکرد و شاخص‌های رشدی در چندین گیاه شد (Baas *et al.*, 2016). در گزارش‌های چندی به تأثیر

سودمند کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی اشاره شده است. در نتایج آزمایشی تأثیر مثبت کود زیستی نیتروژنی ازتوباکتر همزمان با ورمی‌کمپوست بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) گزارش شده است (Behzadi *et al.*, 2016). نتایج یک تحقیق نشان داد، عملکرد کمی و کیفی گلرنگ تحت تأثیر کاربرد همزمان کود زیستی ازتوباکتر و کودهای دامی ، نسبت به کاربرد جداگانهٔ آن‌ها بیشتر افزایش می‌یابد (Shahraki *et al.*, 2016). نتایج به‌دست‌آمده از یک پژوهش نشان داد، کاربرد کود زیستی (ازتوباکتر و ریزوبیوم) و کود آلی (اسید هیومیک) نسبت به کاربرد تنهای کودهای شیمیایی بیشترین تأثیر در ارتقاء رشد و افزایش عملکرد گندم در آبیاری با غلظت بالایی از آب دریا را داشت (Al-Erwy *et al.*, 2016). نتایج یک تحقیق دیگر گویای آن بوده است که افزایش کاربرد کود زیستی در گندم در صورت وجود حامل‌های مناسب می‌تواند کارایی کود زیستی افزایش دهد و از این نوع کودها به‌عنوان فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست به‌جای کودهای شیمیایی استفاده کرد (Kumar*et al.*, 2016). با توجه به اینکه سطح گسترده‌ای از خاک‌های کشور شور و سدیمی هستند کاربرد اسیدسولفوریک که به میزان زیاد و قیمت ارزان به‌صورت فرآورده جانبی در پالایشگاه‌های نفت و کارخانه‌ها تولید می‌شود می‌تواند از تأثیر زیانبار این نوع خاک‌ها بر گیاهان بکاهد. همچنین با توجه هدف‌های کشاورزی پایدار درزمینهٔ کاربرد کودهای زیستی و نیز کاهش کاربرد کودهای شیمیایی این آزمایش برای بررسی تأثیر اسیدسولفوریک، کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری روی بابونه که یک گیاه با ارزش دارویی است اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان (عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقهٔ شرقی) و در ارتفاع ۲۴متر از سطح دریا با میانگین بارندگی سالیانهٔ ۲۵۰میلی‌متر میانگین دمای کمینه ۹/۵، میانگین ۲۳ و بیشینه ۳۶ درجهٔ سلسیوس به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای این آزمایش شامل کود زیستی نیتروژنی ازتوباکتر بارور با دو سطح (بدون کاربرد و کاربرد)، فسفاته بارور-۲ در دو سطح (بدون کاربرد و کاربرد) و اسیدسولفوریک با چهار سطح (۰، ۴، ۵ و ۶ لیتر در هکتار) بود. زمین در طی دو سال پیش از اجرای آزمایش به‌صورت آیش بود. آمار هواشناسی و ویژگی‌های خاک به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. آمار هواشناسی طی مدت اجرای آزمایش (سال ۹۳-۱۳۹۲)

Table 1. Statistics weather during experiment (2013-2014)

Month	The average minimum temperature (C)	The average maximum temperature (C)	Rainfall (mm)	Total Evaporation (mm)	Minimum Moisture (%)	Maximum Moisture (%)
21 Nov - 20 Dec	10.5	20.5	9	65.5	46	89
21 Dec - 19 Jan	6.9	16.3	88	43.7	56	93
20 Jan - 18 Feb	8.6	19.4	47	77.9	44	90
19 Feb - 20 Mar	13.4	26.2	35.3	139.6	32	83
21 Mar - 20 Apr	16.7	30.4	32.5	239	23	72
21 Apr - 21 May	24.2	38.7	1	362.4	17	51

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعهٔ آزمایشی

Table 2. Soil physic-chemical properties of experimental site

Soil physic-chemical properties	Depth of soil (cm)	
	0-30	30-60
EC (ds m-1)	3.6	2.8
pH	7.4	7.7
Absorbable Nitrogen (%)	0.05	0.04
Absorbable Phosphorus ($Mg.kg^{-1}$)	7.2	6.4
Absorbable Potassium ($Mg.kg^{-1}$)	214	167
O.M (%)	0.76	0.52
Bulk density (Mg.m-3)	1.21	1.31
Soil texture: Silt clay		

پس از عملیات خاک‌ورزی، بر پایهٔ نقشهٔ آزمایش کرت‌هایی با عرض ۲ و طول ۳ متر ایجاد و درون هر کرت هشت ردیف کاشت در نظر گرفته شد (فاصلهٔ خطوط کشت ۲۵ سانتی‌متر) و خطوط یک و هشت و نیز ۴۰ سانتی‌متری در آغاز و پایان هر خط کاشت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. ما بین کرت‌ها ۱ متر و حدفاصل تکرارها ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. بذر از شرکت دشتیار اصفهان تهیه و میزان بذر مورد نیاز (۴ کیلوگرم بذر در هکتار) برای دستیابی به تراکم مطلوب (۳۵ بوته در مترمربع) با توجه به وزن هزاردانه، درصد خلوص و درصد جوانه‌زنی بذرها برای هر خط کاشت محاسبه شد. زمان کاشت پنج آذر ۱۳۹۳ بود. با توجه به ریز بودن بذر و نیز سنگین بودن خاک مزرعه برای دستیابی به سبز یکنواخت بذرها به نسبت یک‌به‌پنج با ماسه مخلوط و در عمق ۳ میلی‌متری کشت شدند. کودهای زیستی در این آزمایش شامل ازتوباکتر (بارور-۱) و فسفاته (بارور-۲) بود که هر دو کود در دو سطح بدون کاربرد و کاربرد به‌کار برده شدند. بارور-۱ باکتری‌های ازتوباکتر وینلندی سویهٔ O4 دارد و توانایی تثبیت نیتروژن هوا به شکل قابل‌جذب برای گیاهان را دارد. از این کود به‌جای کودهای شیمیایی نیتروژنی (اوره) استفاده می‌شود و به شکل بذرمال و همراه با آبیاری به‌کار می‌رود. هر ۱۰۰ گرم ازتوباکتر بارور- ۱ معادل ۷۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره است. کود زیستی فسفاتهٔ بارور-۲ دو نوع باکتری حل‌کنندهٔ فسفات باسیلوس لنتوس (سویهٔ P5) و سودوموناس پوتیدا سویهٔ P13 (*Pseudomonas putida*) را دارد که از راه ترشح اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز باعث تجزیهٔ ترکیب‌های فسفرهٔ نامحلول در خاک شده و امکان عرضهٔ فسفر را برای گیاهان فراهم می‌کند. بنا به ادعای شرکت سازنده بسته به میزان فسفات قابل‌جذب خاک، هر ۱۰۰ گرم از این کود زیستی می‌تواند جایگزین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفاته شود. میزان کاربرد این دو نوع کود بر پایهٔ توصیهٔ کارخانهٔ سازنده ۱۰۰ گرم در هکتار بود. کودهای زیستی در زمان چهار برگی گیاهان پس از تعیین میزان مورد نیاز برای هر کرت در آب حل شده و به هنگام آبیاری به کرت‌های مربوطه به‌صورت سرک اضافه شدند. در این آزمایش از اسیدسولفوریک شرکت مِرک ۹۸ درصد استفاده شد. اسیدسولفوریک در چهار سطح ۰، ۴، ۵ و ۶ لیتر در هکتار به‌صورت خاک کاربرد سه روز پیش از کاشت استفاده شد. به‌منظور واسنجی (کالیبره) کردن از آب‌پاش ۱۰ لیتری استفاده شد به‌طوری‌که پیش از کاشت بذر در آغاز میزان آب مورد نیاز در کرت شاهد در هر تکرار اندازه‌گیری و روی آب‌پاش علامت‌گذاری شد، آن‌گاه میزان اسیدسولفوریک مورد نیاز برای هر کرت محاسبه و با پیپت اضافه شده و در نهایت اسیدسولفوریک به‌صورت خاک‌کاربرد در همهٔ سطح کرت آب‌پاشی شد. برداشت بابونهٔ آلمانی در هنگامی‌که بیشترین شمار گل‌ها باز شده بودند صورت پذیرفت. وجین علف‌های هرز با دست صورت گرفت و آفات و بیماری خاصی نیز مشاهده نشد. آبیاری نیز بر پایهٔ نیاز مزرعه انجام شد. برای نمونه‌برداری پس از حذف حاشیه، هر کرت به دو قسمت مساوی تقسیم شد و یک قسمت به برداشت گل و قسمت دیگر به برداشت دانه اختصاص یافت. صفات مورد بررسی شامل عملکرد گل‌تر و گل خشک، درصد و عملکرد اسانس، درصد کامازولن، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، شمار گل در بوته و عملکرد دانه بود. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد گل خشک گیاه بر عملکرد زیست‌تودهٔ به دست آمد. گل‌های برداشت‌شده در پاکت کاغذی نگهداری شد و به مدت ۷۲ ساعت در شرایط تاریکی و در دمای ۳۸ درجهٔ سلسیوس خشک شد. با استفاده از دستگاه کلونجر و حلال هگزان اسانس‌گیری انجام شد. ۵۰ گرم گل خشک مربوط به هر تیمار را به مدت سه ساعت درون کلونجر قرار داده و پس از آن اسانس‌های استخراجی از گل‌های گیاه را درون ظرف‌های شیشه‌ای تاریک و پوشانده شده با ورق آلومینیومی ریخته شد. از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپیکتروفتومتر) برای اندازه‌گیری میزان کامازولن در اسانس استفاده شد. دستگاه با طول‌موج ۶۰۳ نانومتر (طول‌موج جذبی کامازولن) تنظیم و با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از دستگاه و رابطهٔ زیر درصد کامازولن در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد.

$$C = \frac{50 \times 10 \times E \times 184.3}{\varepsilon \times 1000}$$

در این رابطه، C محتوای کامازولن در اسانس برحسب درصد، E عدد خوانده‌شده از طیف‌سنج نوری و ε ثابت جذب مولار کامازولن (برابر ۴۲۰ نانومتر) است (Galal *et al*., 1999; Stahi & Schild, 1981).

تجزیه‌وتحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

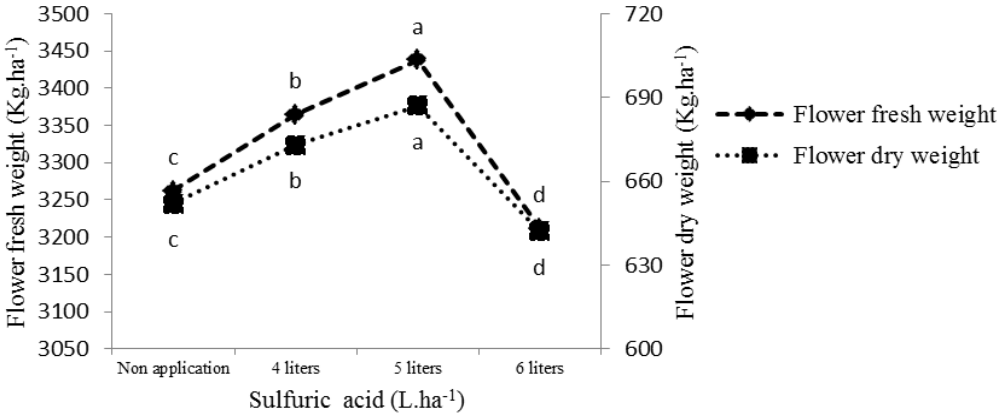
نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌های این آزمایش نشان‌دهندهٔ معنی‌دار شدن اثر ساده و متقابل دوگانه و سه‌گانه برای همهٔ صفات اندازه‌گیری شده بود (جدول ۳)، لذا با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل سه‌گانه برای همهٔ صفات، در این بخش تنها به مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سه‌گانه پرداخته شد.

شمار گل

نتایج مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سه‌گانهٔ تیمارها (جدول۴) نشان داد، بیشترین شمار گل در کاربرد همزمان ازتوباکتر بارور۱ ، فسفاتهٔ بارور۲ و ۵ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک به شمار ۸۰۵/۷۳ گل در مترمربع به دست آمد. فراهمی عنصرهای غذایی نقش مهمی در شمار گل می‌تواند داشته باشد به‌طوری‌که در آزمایشی بیشترین شمار گل بابونه در واحد سطح با کاربرد ۴۰ کیلوگرم نیتروژن و ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به دست آمد درحالی‌که کمترین شمار گل در واحد سطح در تیمار شاهد مشاهده شد (Alijani *et al.*, 2010). کمترین شمار گل (۵۰۳/۰۵ گل در مترمربع) با کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک و بدون کاربرد ازتوباکتر بارور و فسفاتهٔ بارور۲ به دست آمد. به‌احتمال‌زیاد این کاهش، نخست به علت کمی عنصرهای غذایی مانند نیتروژن و فسفر رخ داده است، همچنین تأثیرگذاری مقادیر بالای کاربرد اسیدسولفوریک بر مجموعهٔ جانوران (فون) و گیاهان (فلور) موجودهای زندهٔ خاک از طریق نابودی برخی موجودهای سودمند خاک و نیز آسیب رسیدن به ریشه‌های اولیهٔ گیاه هنگام جوانه‌زنی بذر از دلایل احتمالی کاهش شمار گل بوده است.

عملکرد گل تر

مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سه‌گانهٔ تیمارها نشان داد، کاربرد همزمان تیمار کودی ازتوباکتر بارور افزون بر این فسفاتهٔ بارور۲ همراه با ۵ لیتر اسیدسولفوریک با عملکرد ۳۷۰۵/۶۷ کیلوگرم در هکتار و کاربرد ۶ لیتر اسیدسولفوریک بدون کاربرد دو تیمار کودی با عملکرد ۳۱۰۴ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد گل تر را داشتند. به نظر می‌رسد که کاربرد ۵ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک حد آستانه‌ای برای استفاده در زراعت گیاه بابونه در شرایط اجرای آزمایش بوده باشد و پس از آن عملکرد کاهش یافت (شکل ۱)، چنین روندی در دیگر صفات مورد بررسی دیگر در این آزمایش مشاهده شد.



شکل ۱. مقایسه میانگین وزن خشک و تر گل در سطوح مختلف اسید سولفوریک

Figure 1. Mean comparison of flower dry and fresh weight under different levels of sulfuric acid

در نتایج بررسی‌های محققان، گزارش‌هایی مبنی بر افزایش عملکرد وزن تر گل تحت تأثیر کودهای زیستی در گیاهان مختلف وجود دارد. در گیاه بنفشهٔ معطر (*Viola odorata* L.) کاربرد تلفیقی کود زیستی و کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری وزن تر گل در بوته را نسبت به شاهد و کاربرد تنهای کود شیمیایی افزایش داد (Mohamed & Ghatas, 2016). در آزمایشی روی گیاه خارمریم (*Silybum marianum* L. Gaerth) نیز با کاربرد کود زیستی فسفری وزن تر گل نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (Valaii *et al.*, 2015).

عملکرد گل خشک

بیشترین عملکرد گل خشک (۷۴۱/۱۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد ۵ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار به همراه کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به دست آمد، درحالی‌که کمترین عملکرد گل خشک (۶۲۰/۸۰ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب تیماری کاربرد ۶ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار و بدون کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به دست آمد (جدول ۴).

در خاک‌هایی که pH بالا دارند گروهی از عنصرهای غذایی کم‌مصرف (میکرو) مانند آهن و بُر به‌رغم وجود داشتن در خاک به علت pH بالا قابلیت جذب توسط گیاه را ندارند لذا اسیدسولفوریک از راه کاهش pH خاک شرایطی را ایجاد می‌کند تا ریشهٔ گیاه دسترسی بیشتری به چنین عنصرهایی داشته باشد و شرایط تغذیه‌ای گیاه بهبود یافته و رشد آن بهتر شود. کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری فراهمی دو عنصر غذایی پرمصرف (ماکرو) مانند نیتروژن و فسفر را افزایش می‌دهند با توجه به نقش اساسی این دو عنصر در رشد و نمو گیاه انتظار افزایش عملکرد قابل پیش‌بینی است. گزارش‌های چندی درزمینهٔ تأثیر مثبت کودهای زیستی در بهبود اجزای عملکردی گیاهان وجود دارد. کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد گل خشک در واحد سطح، وزن خشک تک‌گل و شمار گل در گل جعفری (*Tagetes erecta* L.) شده است (Kabariel *et al.*, 2016). در گزارشی نیز به تأثیر معنی‌دار کودهای زیستی بر عملکرد گل در گیاه گل داوودی (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) اشاره شده است (Kumari *et al.*, 2016).

جدول ۳. خلاصهٔ نتایج تجزیهٔ واریانس میانگین مربعات صفات مورد بررسی در گیاه بابونهٔ آلمانی

Table 3. Mean square of analysis of variance of traits of *Matricaria chamomilla* L.

S. O. V	df	Mean square								
		Flower numbers	Flower fresh weight	Flower dry weight	Essential oil	Essential oil yield	Chamazulene	Harvest index	Bush height	Seed yield
Replication	2	20.67^{ns}	36.02*	1.44*	0.004^{ns}	0.03^{ns}	0.002^{ns}	0.16^{ns}	0.16^{ns}	0.48**
Nitrogen Bio-fertilizer	1	6688.4**	511500.52**	20460.02**	0.006**	5.80**	0.34**	68.16**	1287.54**	1920.27**
Phosphorus Bio-fertilizer	1	23355.36**	266859.19**	10674.37**	0.071**	4.61**	0.19**	18.50**	544.05**	722.30**
Sulfuric acid	3	62340.24**	123717.74**	4948.71**	0.065**	1.94**	0.03*	18.21**	112.36**	199.10**
Nitrogen Bio-fertilizer × Phosphorus Bio-fertilizer	1	71348.34**	62568.52**	2502.74**	0.007**	2.47**	0.27**	17.76**	27.30**	106.21**
Sulfuric acid × Nitrogen Bio-fertilizer	3	4103.35**	11396.02**	455.84**	0.062**	0.05**	0.08*	6.78**	1.76**	10.79**
Sulfuric acid × Phosphorus Bio-fertilizer	3	12502.23**	1462.80**	58.51**	0.068**	0.01*	0.04*	6.79**	3.48**	8.66**
Sulfuric acid × Nitrogen Bio-fertilizer× Phosphorus Bio-fertilizer	3	3919.89**	5952.24**	238.09**	0.072**	0.15**	0.06*	1.18**	0.78**	27.13**
Accessory error	30	11.94	7.64	0.31	0.005	0.006	0.008	0.06	0.13	0.08
Coefficient of variation (%)		12.47	14.84	11.27	10.11	10.61	9.21	11.54	11.74	9.62

**، * و ns به ترتیب نشان‌دهندهٔ معنی‌دار بودن در سطح احتمال خطای ۱درصد و ۵درصد و معنی‌دار نبودن است.

**, *, ns: Significantly differences at 1 and 5% of probability levels and non-significant, respectively.

جدول۴. مقایسهٔ میانگین برهمکنش سه‌گانهٔ کود زیستی نیتروژن × کود زیستی فسفات × اسیدسولفوریک

Table 4. Mean comparison of Nitrogen Bio-fertilizer × Phosphorus Bio-fertilizer ×Sulfuric acid interactions

Nitrogen Bio-fertilizer	Phosphorus Bio-fertilizer	Sulfuric acid	Flower numbers (m^2)	Flower fresh weight (kg/ha)	Flower dry weight (kg/ha)	Essential oil (%Weight)	Essential oil yield (ml/m^2)	Chamazulene (%)	Harvest index (%)	Bush height (cm)	Seed yield kg/ha)
Non application	Non application	0	513.98 j	3153.33 o	630.67 o	0.51 ef	2.37 i	13.70 cd	20.43 i	42 n	121.40 n
		4 liters	710.07 c	3203.33 k	640.67 k	0.56 d	2.70 fg	13.80 c	21.07 h	44.07 m	125.27 k
		5 liters	742.40 b	3252.00 i	650.40 i	0.59 d	3.03 e	13.84 bc	22.33 g	45.47 l	127.10 i
		6 liters	503.05 k	3104.00 p	620.80 p	0.47 f	2.07 j	13.61 d	23.13 f	40.60 o	120.43 o
	Application	0	561.40 gh	3177.33 n	635.47 n	0.52 e	2.50 hi	14.02 a	21.07 h	47.53 k	124.10 l
		4 liters	607.33 f	3302.33 h	660.47 h	0.57 d	2.73 fg	14.03 a	22.67 g	49.23 i	130.33 h
		5 liters	612.33 f	3348.33 g	669.67 g	0.64 c	3.10 de	14.05 a	23.27 ef	52.13 g	135.37 f
		6 liters	556.47 h	3192.33 l	638.47 l	0.49 ef	2.50 hi	13.96 ab	20.07 i	44.13 m	123.53 m
Application	Non application	0	564.43 g	3217.33 j	643.47 j	0.52 e	2.63 gh	14.08 a	22.33 g	50.50 h	126.10 j
		4 liters	611.43 f	3402.67 e	680.53 e	0.58 d	3.23 d	14.05 a	23.63 e	53.37 f	133.17 g
		5 liters	742.4 b	3447.33 d	689.47 d	0.63 c	2.83 g	14.07 a	24.47 d	55.27 e	140.13 e
		6 liters	541.43 i	3182.33 m	636.47 m	0.49 ef	3.23 d	14.02 a	21.20 h	48.40 j	133.50 g
	Application	0	701.83 d	3501.67 c	700.33 c	0.76 bc	3.59 c	14.00 a	25.20 c	58.23 c	142.10 c
		4 liters	745.1 b	3555.33 b	711.07 b	0.85 a	4.17 b	14.06 a	26.33 b	60.83 b	145.30 b
		5 liters	805.73 a	3705.67 a	741.13 a	0.88 a	4.50 a	14.06 a	27.67 a	65.10 a	147.17 a
		6 liters	691.93 e	3372.33 f	674.47 f	0.69 b	2.18 d	14.02 a	22.27 g	56.33 d	141.27 d

میانگین‌های با حرف‌های همسان در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد با هم ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level.

عملکرد اسانس

اثر متقابل سه‌گانهٔ تیمارها نشان داد، بالاترین عملکرد اسانس (۴/۵ میلی‌لیتر در مترمربع) با کاربرد ازتوباکتر بارور و با فسفاته بارور۲ همراه با ۵ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار و کمترین میزان اسانس (۲/۰۷ میلی‌لیتر در مترمربع) با بدون کاربرد ازتوباکتر بارور و فسفاتهٔ بارور۲ همراه با ۶ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار به دست آمد (جدول۴). این نتیجه اشاره به نقش مهم کودهای نیتروژنی و فسفری بر عملکرد اسانس دارد. در آزمایشی کاربرد ۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب تولید ۳۳/۲، ۶۵/۱ و ۹۲ کیلوگرم در هکتار اسانس را در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum*) باعث شد که نشان‌دهندهٔ نقش مهم کود نیتروژن در تولید اسانس است (Abdollahi *et al.*, 2016). در اینجا نیز تأثیر منفی کاربرد بیش‌ازاندازهٔ اسیدسولفوریک و تأثیر منفی بدون وجود کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری در کاهش عملکرد اسانس مشخص است. هر سه عامل اسیدسولفوریک و کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری می‌توانند بر عامل‌های غیرزندهٔ خاک و نیز عامل‌های زندهٔ خاک مانند جمعیت و میزان فعالیت موجودهای زندهٔ خاک نیز تأثیر گذاشته و میزان فراهمی عنصرهای غذایی برای گیاه را تغییر دهند و بدین ترتیب بر فیزیولوژی و رشد و نمو گیاه تأثیر گذارند. از سوی دیگر شماری از عنصرهای غذایی به‌عنوان عامل کمکی (کوفاکتور) در واکنش‌های بیوشیمیایی و آنزیمی حیاتی و مهم گیاهی نقش اساسی دارند و در این زمینه میزان متابولیت‌های ثانویه در گیاه نیز تحت تأثیر این عنصرها قرار می‌گیرند.

درصد کامازولن

هرچند اثر متقابل سه‌گانه درزمینهٔ کامازولن معنی‌دار شد (جدول ۳) ولی جدول مقایسهٔ میانگین (جدول چهار) نشان می‌دهد، این معنی‌دار شدن بیشتر به علت اختلاف میانگین میان تیمار شاهد (بدون کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری) با دیگر ترکیب‌های تیماری بوده است به‌طوری‌که کمترین درصد کامازولن از ۱۳/۶۱ تا ۱۳/۸۴ درصد در سطوح بدون کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به دست آمد، درحالی‌که در دیگر ترکیب‌های تیماری به‌جز یک مورد (عدم کاربرد نیتروژن زیستی+ کاربرد فسفر زیستی+ ۶ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار) درصد کامازولن برابر یا بالاتر از ۱۴ درصد بود و اختلاف معنی‌داری میان آن‌ها مشاهده نشد. این نتایج به‌روشنی نقش مهم دو عنصر نیتروژن و فسفر در تولید کامازولن را نشان می‌دهد. در آزمایشی روی بابونهٔ آلمانی با افزایش میزان کود نیتروژن (اوره) و فسفر، درصد کامازولن به میزان بسیار اندکی کاهش یافت ولی در مقابل عملکرد گل خشک به‌خوبی افزایش یافت (Naderidarbaghshahi *et al.*, 2012).

درصد اسانس

بالاترین درصد اسانس (۰/۸۸ درصد) در ترکیب تیماری کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به همراه کاربرد ۵ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار به دست آمد، هرچند که با تیمار کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به همراه کاربرد ۴ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کمترین درصد اسانس در درجهٔ اول در ترکیب‌های تیماری مشاهده شد که در آن‌ها ۶ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار به‌کار رفته بود، البته در ترکیب تیماری کاربرد ۶ لیتر اسیدسولفوریک همراه با کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری چنین حالتی مشاهده نشد که شاید به خاطر تأثیر مثبت کودهای زیستی در کاهش تأثیر منفی کاربرد بالای اسیدسولفوریک باشد. در درجهٔ دوم کمترین درصد اسانس در ترکیب‌های تیماری مشاهده شد که در آن‌ها کودهای زیستی به‌کار نرفته بود. در پژوهشی نیز کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری درصد اسانس را در گیاه مرزه (*Satureja montana* L.) افزایش داد (Said-Al Ahl & Hussien, 2012). در تحقیقی دیگر کاربرد کودهای زیستی روی گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) تأثیری بر درصد اسانس نداشت، ولی بالاترین عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و عملکرد اسانس با استفاده از کود زیستی به دست آمد (Shahmohammadi *et al*., 2014).

شاخص برداشت

نتایج مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سه‌گانهٔ تیمارها نشان داد (جدول ۴) بیشترین شاخص برداشت (۲۷/۶۷ درصد) با کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفاتی همراه با ۵ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک به دست آمد و کمترین شاخص برداشت (۲۰/۴۳ درصد) با کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک و بدون کاربرد کودهای زیستی به دست آمد. عامل‌های مختلفی می‌توانند بر شاخص برداشت تأثیرگذار باشند. برای مثال رشد رویشی بیش‌ازاندازه به‌ویژه تحت تأثیر مقادیر بالای کود نیتروژن می‌تواند باعث غلبهٔ رشد رویشی بر رشد زایشی شده و در نهایت باعث کاهش شاخص برداشت شود، ولی درصورتی‌که رشد رویشی به‌صورت متعادل و مناسب صورت پذیرد حتی می‌تواند باعث افزایش شاخص برداشت نیز شود. یکی از ویژگی‌های کودهای زیستی روند مداوم و تدریجی عرضهٔ کود برای گیاه است و از این راه مشکل عرضهٔ بیش‌ازاندازهٔ کود برای گیاه به‌طورمعمول پیش نمی‌آید. در نتایج تحقیقی نیز همبستگی مثبت معنی‌دار میان زیست‌توده (Biomass) و وزن خشک گل بابونهٔ آلمانی گزارش شد (Pirzad, 2012).

ارتفاع گیاه

بررسی اثر متقابل سه‌گانهٔ تیمارهای آزمایشی (جدول۴) نشان داد، بلندترین ارتفاع گیاه (۶۵/۱۰ سانتی‌متر) در ترکیب تیماری کاربرد ۵ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار و کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به دست آمد. کمترین میزان ارتفاع گیاه (۴۰/۶۰ سانتی‌متر) نیز از کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک و بدون کاربرد کودهای زیستی واقع شد. به‌واقع کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک برای گیاه بابونه در این آزمایش، فراتر از حد معمول بود و باعث کاهش رشد و ارتفاع گیاه شد. تغییر اسیدیتهٔ خاک می‌تواند بر جمعیت و بقاء ریزجانداران خاک تأثیر بگذارد. اگر این تغییرات فراتر از دامنهٔ بردباری ریزجانداران همزیست و غیر همزیست فراهم‌کنندهٔ عنصرهای غذایی برای گیاه باشد، تأثیر منفی آن بر رشد و نمو گیاه پدیدار خواهد شد. از سوی دیگر تغییر اسیدیته می‌تواند بر رقابت برون‌گونه‌ای به سود یا زیان ریزجانداران مختلف درون خاک اثر بگذارد، به‌طوری‌که اگر در این رقابت، جمعیت گونه‌های سودمند ریزجانداران برای گیاه کاهش یابند نتیجهٔ آن به‌صورت کاهش رشد و عملکرد گیاه آشکار می‌شود. البته تغییر بارز اسیدیته در خاک می‌تواند به‌صورت مستقیم بر کارکرد ریشهٔ گیاه مؤثر باشد. در آزمایشی ترکیبی از کود زیستی، کمپوست و چای ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع در گیاه سرخارگل (*Echinaceae purpurea* L.) شد (Fayazi *et al*., 2016).

عملکرد دانه

در میان اثر متقابل سه‌گانه (جدول ۴)، بیشترین عملکرد دانه (۱۴۷/۱۷ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسیدسولفوریک و کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری به دست آمد و کمترین عملکرد دانه (۱۲۰/۴۳) با کاربرد ۶ لیتر اسیدسولفوریک و بدون کاربرد کودهای زیستی به دست آمد (جدول ۴). در نتایج آزمایشی که فاصلهٔ ردیف‌های کاشت در بابونه بررسی شد (pH خاک ۶/۷) با کاربرد کود شیمیایی میانگین عملکرد ۰/۲۸ تن در هکتار گزارش شد (Surmacz-Magdziak, 2011).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد، کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفاتی به همراه اسیدسولفوریک که متعادل‌کنندهٔ اسیدیتهٔ خاک‌های شور و قلیایی است روی همهٔ صفات اندازه‌گیری‌شده دارای تأثیر معنی‌دار در مقایسه با شاهد بود. نتایج کلی کاربرد اسیدسولفوریک در این آزمایش نشان داد، مقادیر بالاتر از ۵ لیتر در هکتار اثر کاهنده بر صفات مورد اندازه‌گیری دارد و به‌نوعی حد آستانه تأثیر مثبت کاربرد اسیدسولفوریک ۵ لیتر در هکتار است و در فراتر از آن تأثیر منفی کاربرد اسید آشکار می‌شود. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سه‌گانهٔ تیمارها نشان داد، با کاربرد ۵ لیتر اسیدسولفوریک کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری در همهٔ صفات مورد اندازه‌گیری در

این آزمایش بالاترین میزان را به خود اختصاص داد درحالی‌که در بیشتر موارد تیمار کاربرد ۶ لیتر اسیدسولفوریک به همراه بدون کاربرد دو نوع کود زیستی کمترین مقادیر را دارد. ازآنجایی‌که هدف اصلی از زراعت گیاه دارویی بابونه به دست آوردن مقادیر بیشتر اسانس در واحد سطح است لذا بهترین تیمار برای دستیابی به این خواسته در این آزمایش کاربرد ۵ لیتر اسیدسولفوریک در هکتار همزمان با کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری بود. با توجه به تأثیر مثبت، فراهمی و ارزان بودن اسیدسولفوریک و کودهای زیستی، انجام تحقیقات بیشتر در این باره می‌تواند سودمند باشد.

REFERENCES

1. Abdollahi, F., Salehi, A. Shahabi, R. & Rahimi, A. (2016). Effect of Different Nitrogen Sources on Vegetative Traits, Grain Yield and Essential Oil Yield of Coriander (*Coriandrum sativum*). *Cercetări Agronomice în Moldova*, 49, 1 (165), 51-65.
2. Alawi, B. J., Stroehlein, J. L., Hanlon, E. A. JR. & Turner, F. JR. (1980). Quality OF Irrigation Water and Effects of Sulfuric Acid and Gypsum on Soil Properties and Sudangrass. *Soil Science*, 129 (5), 261-327.
3. Al-Erwy, A. S., Bafeel, S. O. & Al-Toukhy, A. (2016). Effect of Chemical, Organic and Bio Fertilizers on Germination, Growth and yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Plants Irrigated With Sea Water. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 7(3), 121-123.
4. Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S. A. M. & Mohammad Rezaye, S. (2010). The effects of phosphorous and nitrogen rates on yield, yield components and essential oil percentage of *Matricaria recutita* L.. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(1), 101-113. (in Farsi)
5. Amezketa, E., Aragüés, R. & Gazol, R. (2005). Efficiency of Sulfuric Acid, Mined Gypsum, and Two Gypsum By-Products in Soil Crusting Prevention and Sodic Soil Reclamation. *Agronomy Journal*, 97 (3), 983-989.
6. Baas, P., Bell, C., Mancini, L. M., Lee, M. N., Conant, R. T. & Wallenstein, M. D. (2016) Phosphorus mobilizing consortium Mammoth PTM enhances plant growth. *PEERJ*, 4, e2121
7. Behzadi, Y., Salehi, A., Balochi, H. R. & Yadavi, A. (2016). Effect of Biological, Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Yield Components of Anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 25(4), 161-175. (in Farsi)
8. Capuzzo, A., Occhipinti, A. & Maffei, M. E. (2014). Antioxidant and radical scavenging activities of chamazulene. *Natural Product Research*, 28 (24), 2321-2323.
9. Fayazi, H., Abdali Mashhadi, A. A., Koochekzade, A., Papzan, A. & Arzanesh, M. H. (2016). The effect of organic and biological fertilizers application on yield and some morphological characteristics in Coneflower (*Echinaceae purpurea* L.). *Iranian Journal of Filed Crop Science*, 47 (2), 301-314. (in Farsi)
10. Galal, A. M., Ibrahim, A. R. S., Mossa, J. S. & EI-Feraly, F. S. (1999). Microbial transformation of parthenolid. *Phytochemistry*, 51, 761-765.
11. Hussain, N., Hassan, G., Arshadullah, M. & Mujeeb, F. (2001). Evaluation of Amendments for the Improvement of Physical Properties of Sodic Soil. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3 (3), 319-322.
12. Kabariel, J., Subramanian, S. & Kumar, M. (2016). Integrated Nutrient Management on Growth and Yield of African Marigold (*Tagetes erecta* L.) Grown as an Intercrop in Grand Naine Banana. *International Journal of Science and Nature*, 7 (2), 291-295.
13. Khalili, A., Akbari, N. & Chaichi, M. R. (2008). Limited Irrigation and Phosphorus Fertilizer Effects on Yield and Yield Components of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.var. Kimia). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(5), 697-702.
14. Kumar, S., Bauddh, K., Barman, S. C. & Singh, R. P. (2016). Organic Matrix Entrapped Bio-fertilizers Increase Growth, Productivity, and Yield of *Triticum aestivum* L. and Transport of NO^{3-}, NO^{2-}, NH^{4+} and PO_3^{4-} from Soil to Plant Leaves. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16, 315-329.
15. Kumari, A., Goyal, R. K., Choudhary, M. & Sindhu, S. S. (2016). Efficacy of microbial inoculants on reducing the phosphatic fertilizer in chrysanthemum. *Research in Environment and Life Sciences*, 9(1), 84-88.
16. Lopez, M. & Blazquez, M. A. (2016). Characterization of the Essential Oils from Commercial Chamomile Flowers and Chamomile Teabags by GC-MS Analysis. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(9), 1487-1491.
17. Malboobi, M. A., Behbahani, M., Madani, H., Owlia, P., Deljou, A., Yakhchali, B., Moradi, M. & Hassanabadi, H. (2009). Performance evaluation of potent phosphate solubilizing bacteria in potato rhizosphere. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25, 1479-1484.

18. Mohamed, Y. F. Y. & Ghatas, Y. A. A. (2016). Effect of Mineral, Biofertilizer (EM) and Zeolite on Growth, Flowering, Yield and Composition of Volatile Oil of *Viola odorata* L. Plants. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 8 (3), 140-148.
19. Naderidarbaghshahi, M., Monemian, S. M., Zeynali, H. & Bahari, B. (2012). Effects of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on some agromorphological and biochemical traits of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(2), 277-283.
20. Pirzad, A. (2012).Effect of water stress on essential oil yield and storage capability of *Matricaria chamomilla* L.. *Journal of medicinal plant research*, 6(27), 4394-4400.
21. Pouryousef, M., Chaichi, M. R., Mazaheri, D., Fakhretabatabaii, M. & Jafari, A. A. (2007). Effect of Different Soil Fertilizing Systems on Seed and Mucilage Yield and Seed P Content of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(7), 1088-1092.
22. Ryan, J. & Stroehlein, J. L. (1979). Sulfuric Acid Treatment of Calcareous Soils: Effects on Phosphorus Solubility, Inorganic Phosphorus Forms, and Plant Growth. *Soil Science Society of America Journal*, 43(4), 731-735.
23. Said-Al Ahl, H. A. H. & Hussien, M. S. (2016). Effect of nitrogen and phosphorus application on herb and essential oil composition of *Satureja montana* L. 'carvacrol' chemotype. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(6), 119-128.
24. Shahmohammadi, F., Darzi, M. T. & Haj Seyed Hadi, M. (2014). Influence of Compost and Biofertilizer on yield and essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2 (2), 446-455.
25. Shahraki, M., Dahmarede, M., Khamari, E. & Asgharzade, A. (2016).Effects of Azotobacter and Azospirillum and Levels of Manure on Quantitative and Qualitative Traits of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Agroecology*, 8(1), 59-69. (in Farsi)
26. Stahi, E. & Schild, W. (1981). *Drogenanalyse II, Inhaltsstoffe und Isolierungen*. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.
27. Surmacz-Magdziak, A. (2011). Influence of Row Spacing on Herb Yield of Common Chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.) as well as Seed Yield and Quality. *Acta Agrobotanica*, 64(3), 35-38.
28. Valaii, L., Noormohamadi, Gh., Hasanloo, T. & Haj Seyed Hadi, M. R. (2015). Effect of organic manure and bio-fertilizer on growth traits and quantity yield in milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaerth). *Journal of Crop Production Research*, 7(1), 237-251. (in Farsi)