Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 49, No 4, Winter 2019 (175-184)
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.249116.654428

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص۱۸۴-۱۷۵)

تأثیر تنش خشکی و کودهای زیستی و شیمیایی فسفره بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)

معصومه خاتمی [۱]، محمود رمرودی*[۲] و محمد گلوی[۳]

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشگاه زابل، ۲. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه زابل و ۳. استاد گروه زراعت، دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۱۸)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای فسفره شیمیایی و زیستی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل انجام شد. عامل اصلی، تنش خشکی شامل: آبیاری بر اساس ۹۰، ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و عامل فرعی، انواع کود فسفره شامل: شاهد (عدم مصرف کود)، ۱۰۰درصد کود فسفره شیمیایی، ۵۰ درصد کود فسفره شیمیایی + کود زیستی فسفات بارور دو و کود زیستی فسفات بارور دو در نظر بودند. بر اساس نتایج، ارتفاع بوته، قطر ساقه و طبق، تحت تأثیر تنش خشکی و کود قرار گرفتند. با افزایش شدت تنش از ۹۰ تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، از میزان ارتفاع بوته، قطر ساقه و طبق کاسته شد و کاربرد تلفیقی کودها نیز بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های فوق داشت. برهمکنش تنش خشکی و کود، بر تعداد گل در بوته، تعداد ساقه اصلی، وزن خشک بوته، عملکرد گل و اسانس معنی‌دار شد. بیشترین تعداد گل در بوته، تعداد ساقه اصلی، وزن خشک بوته، عملکرد گل و اسانس، از تیمار عدم تنش با کاربرد تلفیقی کودها به‌دست آمد. بر اساس نتایج، برای بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه، کاربرد تلفیقی کودهای فسفره و آبیاری متداول مناسب خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تعداد گل، تلفیق کود زیستی و شیمیایی، سوپرفسفات، فسفات بارور دو، عملکرد اسانس.

Effects of drought stress, chemical and biological phosphorus fertilizers on morphological traits, flower and essential oil yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)

M. Khatami[1], M. Ramroudi[2], and M. Galavi[3]
1. Msc Student of Agroecology, University of Zabol
2. Associated Prof, Faculty of Agriculture, University of Zabol
3. Professor,Faculty of Agriculture, University of Zabol

(Received: January 7, 2018 - Accepted: April 7, 2018)

ABSTRACT

To evaluate the effect of drought stress, chemical and biological phosphorus fertilizers on chamomile morphological traits, flower and essential oil yields , an experiment was conducted in Zabol University Research Field, 2016. The experiment was a split plot based on randomized complete block design with three replications. Main plots were drought stress including; irrigation after 90, 70 and 50 % of field capacity (FC) depletions and the sub plots were phosphorus fertilizers including; no fertilizer, 100 % chemical phosphorus, combined of 50 % of phosphate fertilizer + biofertilizers (Phosphate B-2), and biological fertilizer (Phosphate B-2). Results showed that plant height, stem and head diameter were affected by drought stress and fertilizer. Increasing stress intensity from 90 (control) to 50% of FC plant height reduced stem and head diameter and application of 50 % from chemical and biological fertilizers showed the most influence. Effect of interaction between drought stress and fertilizer on number of main stem, number of flower per plant, dry weight of plant, flower and essential oil yield were significantly different. The highest number of main stem, number of flower per plant, dry weight of plant, and flower and essential oil yield were obtained from non-stressed with chemical and biological phosphorus combination. Based on the results, to improve the morphological traits, flower and essential oil yield of chamomile, the combined application of chemical and biological phosphorus fertilizers with conventional irrigation will be appropriate.

Key words: Chemical and biological phosphorus combination, Essential oil yield, Number of flower, Phosphate barvare-2, Super phosphate.

* Corresponding author E-mail: m_ramroudi@yahoo.com

مقدمه

با پیشرفت علم و توجه جهانیان به تأثیر زیان‌بار استفاده از ترکیبات شیمیایی و مواد مصنوعی، جهان دوباره به استفاده از فراورده‌های گیاهی روی آورده است، به طوری که گفته می‌شود قرن بیست و یکم، قرن گیاهان دارویی است (Amanzadeh *et al.*, 2011). گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، یکی از گیاهان دارویی متعلق به تیره کاسنی (Asteraceae) است. کاپیتول‌های این گیاه، دارای اسانسی است که در طب گیاهی، در تولید داروهای گیاهی تقویت کننده سیستم گوارشی، رفع زخم معده، اشتهاآور، هضم کننده غذا، ضد تشنج و ضد اسهال، رفع کم خوابی و التیام دهنده زخم‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماده مؤثره اصلی اسانس، کامازولن نام دارد که دارای اثرات ضد باکتریایی و ضد قارچی است (Libster, 2008).

گیاهان در طی دوران رشد خود، با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند که هر یک از آن ها می‌توانند با توجه به میزان حساسیت و مرحله نموی گیاه، اثرات متفاوتی بر رشد و عملکرد داشته باشند. کمبود آب، از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی و دارویی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست (Heidari *et al.*, 2007). تنش خشکی، ضمن کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان، باعث محدود شدن رشد مورفولوژیک، برخی تغییرات فیزیولوژیکی و عملکرد در آن‌ها می‌شود (French *et al.*, 2008). در بررسی تاثیر تنش خشکی روی گیاه دارویی سیاهدانه مشخص شد که زیست توده گیاهی، ارتفاع بوته و عملکرد اسانس کاهش یافت اما با تشدید شدت تنش، درصد اسانس افزایش یافت (Rezapor *et al.*, 2011). Baher Nik *et al.* (2004)، با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد بوته گیاه مزه (*Satureja hortensis* L.) به این نتیجه رسیدند که در شرایط تنش، وزن تر و خشک کلکاهش یافت. لازم به ذکر است که کودهای زیستی، سبب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش نیز می‌شود (Saravanakumar *et al.*, 2011). سلامت محصولات تولید شده در سیستم‌های مختلف، از نظر وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست، توجه ویژه‌ای را به روش‌های تولید و نهاده‌ها به کار رفته در امر تولید، معطوف داشته است. در سال‌های اخیر و در پی بروز بحران آلودگی‌های زیست محیطی، تلاش‌های گسترده‌ای به منظور یافتن راهکارهای مناسب،برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلایندها و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز شده است (Verma *et al.*, 2014). امروزه به دلیل هزینه بالای کودهای شیمیایی و اثرات منفی آن‌ها روی محیط، تحقیقات متعددی روی میکروارگانیزم‌های بهبود دهنده حاصلخیزی خاک (کودهای زیستی)، در جریان است (Adesemoye *et al.*, 2009). یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای زیستی در نظام‌های زراعی، با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه نهاده‌های شیمیایی است (Patel *et al.*, 2010). کودهای زیستی، متشکل از میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که هر یک به منظوری خاص، از جمله تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن، جذب عناصر ماکرو و میکرو و غیره تولید می‌شوند. این میکروارگانیسم‌ها، در اطراف ریشه مستقر می‌شوند و با افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش جذب عناصر توسط گیاه را بهبود می‌بخشند (Singh *et al.*, 2011). نتایج تحقیقی حاکی از آن بود که تاثیر کودهای بیولوژیک بر تعداد شاخه اصلی، گل آذین در بوته، قطر گل، عملکرد گل خشک و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه المانی (*Matricaria chamomilla* L.)، مثبت و معنی‌دار بود (Fallahi *et al.*, 2009). تحقیقی دیگر نشان داد که در شرایط تامین نیاز آبی گیاه، کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی، سبب بهبود عملکرد خشک گیاه و عملکرد اسانس می‌شود و در شرایط تنش خشکی، کاربرد کودهای زیستی، بهتر از سایر کودها عمل می کنند (Zand *et al.*, 2017).

در نظام‌های کشارزی پایدار، کاربرد کودهای زیستی، از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول،

بهبود حاصل‌خیزی خاک و کاهش اثرات تنش خشکی برخوردار است. بنابراین این تحقیق، به منظور بررسی تأثیر کودهای فسفره زیستی و شیمیایی بر ویژگی‌های مرفولوژیک و عملکرد گل خشک و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه، در شرایط تنش خشکی و شرایط آب و هوایی زابل انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، واقع در شهرستان زهک (چاه نیمه) اجرا شد. شهر زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۹۸/۲ متر از سطح دریا قرار دارد. از نظر آب و هوا، این شهرستان دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک است. میزان متوسط بارندگی در آن ۵۸/۹ میلی متر در سال و متوسط دمای سالانه آن، ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش، در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physiochemical charactertics of the soil

Texture	P	K	Total N	Organic matter	pH	EC
	ppm		%			$dS.m^{-1}$
Sandy loam	11	137	0.05	0.59	7.8	1.32

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی، تنش خشکی در سه سطح شامل: آبیاری پس از ۵۰، ۷۰ و۹۰ درصد ظرفیت زراعی و عامل فرعی، انواع کود فسفره در چهار سطح شامل: شاهد (عدم مصرف کود)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار (سوپر فسفات ترپیل)، ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفری + کود زیستی فسفات بارور دو و کود زیستی فسفات بارور دو به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار بودند. هر کرت آزمایشی، دارای چهار ردیف کاشت به طول چهار متر، با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود (Arazmjo *et al.*, 2010).

کاشت بذرها به‌صورت خشکه‌کاری و در اواخر اسفند ماه ۱۳۹۴ انجام گرفت. کود فسفره شیمیایی، هم زمان با کشت به خاک اضافه شد و کود زیستی فسفات بارور دو، قبل از کشت با بذر بابونه تلقیح داده شد. برای این کار، ابتدا بذرها خیس شدند و مقدار کود مورد نیاز، با آن‌ها مخلوط شد. سپس بذرها به مدت دو ساعت در سایه خشک شدند و کشت صورت گرفت. بذرهای بابونه آلمانی از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد. جهت اعمال تیمار خشکی، بعد از استقرار کامل گیاه (چهار تا شش برگی) در خاک، با استفاده از دستگاه TDR (Time Domain Reflecto) مدل TRASE SYSTE، میزان رطوبت خاک تعیین شد و آبیاری بر اساس تیمارهای آزمایش در کل دوره رشد، انجام شد. علف‌های‌هرز به صورت دستی و در طول دوره رشد وجین شدند و تنک بوته‌ها در مرحله استقرار کامل گیاه (چهار تا شش برگی)، با دست انجام شد. برای تعیین ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، تعداد ساقه اصلی، قطر طبق و ساقه، وزن خشک بوته در مرحله گلدهی، پنج بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شدند و اندازه‌گیری‌های مورد نظر بر روی آن‌ها صورت گرفت.

از آن‌جا که گل‌های گیاه دارویی بابونه به‌تدریج باز می‌شوند، گل‌ها با رعایت اثر حاشیه‌ای از دو ردیف وسط و از مساحت دو متر مربع، طی سه مرحله برداشت شدند و پس از خشک شدن در سایه خشک، عملکرد گل و اسانس آن‌ها تعیین شد. محاسبات آماری طرح با استفاده از نرم افزار $SAS_{9.2}$ انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی و کود بر ارتفاع بوته بسیار معنی‌دار بود ولی برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، در تیمار آبیاری عدم تنش (شاهد) و کمترین آن، در تیمار آبیاری پس از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) به‌دست آمد (جدول ۳). در رابطه با کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش آبی می‌توان گفت که محدودیت آبی، موجب کاهش تقسیم سلول‌ها می‌شود و از این طریق، رشد اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته را کاهش می‌دهد. بنابراین، از جمله اثرات منفی تنش خشکی، کاهش ارتفاع بوته بر اثر کاهش رطوبت در دسترس و قابلیت جذب عناصر و کاهش رشد است. این نتایج، مشابه نتایج تحقیق Baghalian *et al.* (2008) روی گیاه دارویی بابونه است. Baghalian *et al.* (2008) نیز مشاهده کردند که تنش خشکی، با تأثیر منفی بر رشد گیاه دارویی بابونه، سبب کاهش ارتفاع و عملکرد گل آن شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تحت تأثیر تیمارهای کودی، بیشترین ارتفاع بوته، از تلفیق ۵۰ درصدی کودهای شیمیایی و زیستی و کمترین آن، از تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به‌دست آمد (جدول ۳). تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی، سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شود. Karami *et al.* (2011)، با تحقیقی روی گیاه دارویی گل‌گاوزبان (*Borago officinalis* L.)، نتایج مشابهی با این تحقیق را گزارش کرده‌اند. از دلایل مهمی که می‌توان برای تأثیر کود بیولوژیک بر افزایش ارتفاع بوته برشمرد این است که باکتری‌های موجود در این کودها، علاوه بر تثبیت نیتروژن اتمسفری، با حل کردن مواد معدنی مانند فسفات و تولید سیدروفورها، تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین و جیبرلین را افزایش می‌دهند و از این طریق، موجب افزایش ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد گیاه می‌شوند که در نهایت، منجر به افزایش طول میانگره‌ها می‌شوند (Hassanpour *et al.*, 2010). Yadav *et al.* (2002)، افزایش ارتفاع بوته اسفرزه با مصرف کودهای زیستی را گزارش دادند و دلیل این امر را بهبود خصوصیات خاک و قابل دسترس شدن عناصر غذایی، در نتیجه استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و زیستی عنوان نمودند.

تعداد ساقه اصلی

تعداد ساقه اصلی، تحت تأثیر برهمکنش تنش خشکی و کود، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). با افزایش شدت تنش، تعداد ساقه اصلی کاهش یافت. مقایسه میانگین‌های برهمکنش تنش خشکی و کود نشان داد که بیشترین تعداد ساقه اصلی، از تیمار آبیاری پس از۹۰ درصد ظرفیت زراعی (عدم تنش) و با کود تلفیقی و کمترین آن، از تیمار آبیاری پس از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) و عدم کاربرد کود به‌دست آمد (جدول ۴). شاخه‌دهی زیاد در شرایط شرایط خشکی، یک صفت نامطلوب محسوب می‌شود زیرا باعث مصرف بیهوده رطوبت خاک و اتلاف آن می‌گردد. Ogbonnaya *et al.* (1998)، محدود شدن شاخه‌دهی در شرایط خشکی در کنف (*Hibiscus cannabinus* L.) را به عنوان یک مکانیسم سازگاری در نظر گرفتند که به وسیله آن، گیاه تلاش می‌کند تا آب را برای مراحل بحرانی‌تر نمو نظیر گلدهی حفظ نماید. بنابراین شاید بتوان کاهش تعداد ساقه در شرایط کم آبی را به عنوان یک مکانیسم سازگاری در گیاه دارویی بابونه در نظر گرفت. Moradi *et al.* (2008)، با بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) دریافتند که تعداد شاخه اصلی در بوته، تحت تأثیر کودهای زیستی معنی‌دار شد. نتایج Agha Baba Dastjerdi *et al.* (2015) بر روی گیاه دارویی رازیانه نشان داد که تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی، بیشترین تاثیر را بر تعداد شاخه در بوته داشت. در شرایط تامین نیاز آبی گیاه، کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی، باعث بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی نعناع (*Mentha spicata* L.) می‌شود (Zand *et al.*, 2017).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های مرفولوژیک و عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه تحت تاثیر تنش خشکی و کود فسفره

Table 2. Variance analysis (mean squares) of the effects of drought stress and phosphorus fertilizer on chamomile morphological traits, and flower and essential oil yields

SOV	df	Plant height	Number of main stem	Stem diameter	dry weight of plants	Number of flowers per plant	Head diameter	Flower yield	Essential oil yield
Rep	2	4.97	0.20	0.01	0.02	1.51	0.29	88337.9	300.07
Drought stress (D)	2	103.55*	3.27**	0.66**	51.14**	1026.66**	3.92**	8188837.3**	2847.09**
Ea	4	2.53	0.15	0.03	0.24	0.39	0.26	22606.2	387.93
Phosphorus fertilizer (B)	3	22.37**	4.80**	0.39**	14.29**	196.43**	1.81**	4769554.5**	10545.08**
B×D	6	0.99^{ns}	0.46**	0.01^{ns}	0.78**	21.54**	0.13^{ns}	390478.5**	364.76**
Eb	18	0.54	0.09	0.01	0.20	0.32	0.21	93954.7	56.79
Cv (%)	-	2.36	6.75	5.04	7.52	1.81	8.95	10.36	8.67

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد

* and ** significant at 5 and 1% probability levels , respectively

قطر ساقه

تأثیر تنش خشکی و کود بر قطر ساقه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما برهمکنش این دو عامل بر قطر ساقه معنی‌دار نشد (جدول ۲). بر این اساس، با افزایش شدت تنش، قطر ساقه کاهش یافت، به طوری که کمترین قطر ساقه، از تیمار تنش شدید و بیشترین آن، از تیمار آبیاری کامل به‌دست آمد (جدول ۳). گیاه با کوتاه شدن و نازک‌تر شدن ساقه، به کمبود آب واکنش نشان می‌دهد. تنش خشکی در کلزا نیز منجر به کاهش قطر ساقه شد (Sangtarash *et al.*, 2009). کاهش قطر ساقه در شرایط کم آبی در گیاهان اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، گل همیشه‌بهار و بابونه (Lebaschym and Sharifi Ashoorabadi, 2004) و سیاه‌دانه (Akbari Nia *et al.*, 2005) نیز گزارش شده است. تأثیر کود فسفره بر قطر ساقه، افزایشی بود، به طوری که بیشترین و کمترین آن، به ترتیب مربوط به تیمارهای تلفیقی و شاهد کودی بود (جدول ۳). در بررسی تأثیر سطوح مختلف کود فسفر در تلفیق با کود زیستی فسفاته بارور دو بر گیاه دارویی بابونه آلمانی مشاهده شد که تاثیر کود بر ارتفاع و قطر ساقه معنی‌دار بود (Alijani *et al.*, 2011).

وزن خشک بوته

تاثیر برهمکنش تنش خشکی و کود بر وزن خشک بوته، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های برهمکنش آن‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک بوته، از کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی+ کود زیستی در شرایط بدون تنش خشکی و کمترین آن، از اعمال تنش شدید و بدون کاربرد کود (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۴). در مورد اثر تنش خشکی، می‌توان اظهار داشت که کاهش میزان آب در محیط جذب، باعث اختلال در انتقال مواد غذایی لازم برای رشد و عدم تولید ماده خشک جدید می‌شود و کاهش رشد را به دنبال دارد. در طی تنش خشکی، فتوسنتز به دلیل بسته شدن روزنه‌ها محدود می‌شود (Yordano and Tsonev, 2003). با افزایش شدت تنش خشکی، وزن خشک گیاه نعناع کاهش یافت (Zand *et al.*, 2017). Karami *et al.* (2011)، کاهش وزن خشک گیاه دارویی گل گاوزبان در شرایط تنش را گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کاهش وزن اندام‌های هوایی گیاه در شرایط تنش کم‌آبی، می‌تواند در نتیجه عدم دسترسی کافی به آب، برای آماس سلول‌ها باشد. کاهش سطح رویشی سبب می‌شود که توانایی گیاه برای جذب نور و در نهایت،

تولید مواد فتوسنتزی کاهش یابد که خود دلیلی بر کاهش وزن اندام‌ها می‌باشد (Hassani *et al.*, 2004). نتایج تحقیقی نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی بابونه المانی، با تلقیح کود زیستی حاصل شد (Salehi *et al.*, 2016). کاربرد کودهای زیستی *ازتوباکتر*، *آزوسپریلیوم* و *باسیلوس*، موجب افزایش رشد رویشی و در نتیجه، باعث افزایش وزن خشک گیاه دارویی رازیانه شد (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی در شرایط تامین رطوبت خاک، سبب افزایش عملکرد ماده خشک گیاه نعناع می‌شود (Zand *et al.*, 2017).

تعداد گل در بوته

برهمکنش تنش خشکی و کود، تأثیر بسیار معنی‌داری بر تعداد گل در بوته داشت (جدول ۲). با افزایش سطح تنش خشکی، تعداد گل در بوته کاهش یافت، به طوری که مقایسه میانگین‌های برهمکنش تنش خشکی و کود نشان داد که کمترین تعداد گل در بوته، به تیمار عدم مصرف کود، توام با تنش شدید (آبیاری پس از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و بیشترین آن، به کاربرد کود تلفیقی با آبیاری کامل تعلق داشت (جدول ۴).با افزایش شدت تنش خشکی، تعداد گل در بوته کاهش یافت.

به نظر می‌رسد که تنش خشکی، سبب کاهش رشد گیاه شده است و در نتیجه، رشد و توسعه اندام‌های هوایی محدود شده است. در بررسی تاثیر تنش خشکی روی گیاه دارویی بابونه آلمانی مشخص شد که با افزایش سطح تنش، تعداد گل کاهش می‌یابد (Soltani Gerdfaramarzi *et al.*, 2011). نتایج مشابهی در گل همیشه بهار نیز گزارش شده است (Shubhra *et al.*, 2004). نتایج تحقیق Alijani *et al.* (2010) روی گیاه دارویی بابونه نشان داد که بیشترین تعداد گل، عملکرد گل خشک و عملکرد اسانس، از کاربرد تلفیق کود زیستی بارور دو و کود شیمیایی فسفر حاصل شد. نتایج آزمایش دیگری نیز حاکی از افزایش تعداد گل بابونه آلمانی در بوته، در اثر تلقیح با کود زیستی می‌باشد (Salehi *et al.*, 2016).

قطر طبق

تأثیر تنش خشکی و کود، بر قطر طبق معنی‌دار بود اما اثر برهمکنش آن‌ها بر قطر طبق، معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین قطر طبق، به ترتیب به تیمارهای آبیاری کامل و تنش شدید اختصاص داشت، به‌طوری که کاهش قطر طبق در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی، در مقایسه با تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی، به ترتیب ۱۸/۳۲ و ۱۵/۰۷ درصد بود. Azizi *et al.* (2008) در تحقیقی روی گیاه دارویی بابونه مشاهده کردند که بیشترین قطر طبق، در تیمار آبیاری هر هفته و کمترین آن، در تیمار آبیاری هر دو هفته مشاهده شد و با افزایش میزان آب آبیاری در دور آبیاری ثابت، قطر طبق افزایش معنی‌داری یافت. مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین قطر طبق، از کاربرد تلفیقی کودها و کمترین آن، از تیمار عدم مصرف به‌دست آمد (جدول ۳) به‌طوری که کاربرد تلفیقی کودها نسبت به عدم مصرف کود، قطر طبق را ۲۲/۳۰ درصد افزایش داد. نتایج بررسی تاثیر کودهای زیستی و آلی در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی نشان داد که قطر گل، تحت تاثیر کودها افزایش یافت (Salehi *et al.*, 2016). نتایج تحقیق Tohidinia *et al.* (2014) بیانگر آن است که بیشترین قطر بلال، با مصرف همزمان کودهای زیستی بارور دو و شیمیایی فسفر، به‌دست آمد که با تیمار تلقیح بذر با کود زیستی و تیمار شاهد، تفاوت معنی‌داری داشت. از نتایج چنین استنباط شد که کود زیستی فسفر، با افزایش حلالیت فسفر خاک و همچنین قابل دسترس نمودن سایر عنصر معدنی، سبب بهبود عملکرد گیاه، در استفاده مؤثر از آن‌ها، برای سوخت و ساز گیاهی شده است و قطر بلال را افزایش داده است.

عملکرد گل خشک

تأثیر برهمکنش تنش خشکی و کود بر عملکرد گل خشک، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر برهمکنش تنش خشکی و کود نشان

داد که بیشترین عملکرد گل خشک، به تیمار آبیاری کامل با کود تلفیقی و کمترین آن، به تیمار تنش شدید توام با عدم کاربرد کود تعلق داشت (جدول ۴). نتایج تحقیقی نشان داد که تنش خشکی در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، عملکرد گل بابونه را نسبت به تیمار شاهد، به میزان ۱۸/۱ درصد کاهش داد (Arazmjo *et al.*, 2010). بروز تنش خشکی، موجب کاهش سطح برگ‌ها می‌شود؛ در نتیجه، جذب نور و ظرفیت فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین، با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، تولید ماده خشک گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephlum moldavica* L.) کاهش یافت (Ramroudi *et al.*, 2017). مصرف کودهای بیولوژیک، سبب افزایش عملکرد گل گیاه دارویی بابونه می‌شود (Fallahi *et al.*, 2009; Sanchez Govin *et al.*, 2005). کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش ۵۰ درصدی مصرف مقادیر پیشنهاد شده کودهای شیمیایی در ذرت، موجب افزایش عملکرد می‌شود. تجمع مواد آلی توسط باکتری‌ها در خاک، باعث افزایش توسعه ریشه و دسترسی بیشتر به عناصر غذایی شده است، به طوری‌که این شرایط، موجب افزایش عملکرد می‌شود (Fallah *et al.*, 2007).

جدول۳- مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی و کودهای فسفره بر ارتفاع بوته، قطر ساقه و طبق گیاه دارویی بابونه

Table 3. Means comparisons of the effects of drought stress and phosphorus fertilizers on chamomile stem height and head diameter

Treatments	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Head diameter (mm)
Drought stress (%F.C)			
90	34.42a	2.77a	5.84a
70	30.81b	2.49b	4.96b
50	28.60c	2.30b	4.77b
Phosphorus fertilizer			
Control	29.45c	2.31c	4.62c
100% chemical phosphorus	31.47b	2.55b	5.42ab
50% phosphate barvare-2 and 50% chemical phosphorus	33.27a	2.80a	5.65a
100% Phosphate barvare-2	30.92b	2.42c	5.07bc

*میانگین‌های که در هر ستون، حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

*Means in each column with at least a common letter(s) are not significantly different based on Duncan test at 5 % probability level.

عملکرد اسانس

عملکرد اسانس، تحت تأثیر برهمکنش تنش خشکی و کود، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد اسانس، از تیمار آبیاری پس از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (آبیاری کامل)، با کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کودهای شیمیایی و زیستی و کمترین آن، از تیمار آبیاری پس از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) با عدم مصرف کود به‌دست آمد، به‌طوری که کاهش عملکرد اسانس در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی، به ترتیب ۲۵/۱۴ و ۱۰/۵۳ درصد بود (جدول ۴). کاهش عملکرد اسانس در اثر کاهش رطوبت خاک، ممکن است ناشی از اثر زیان‌آور تنش خشکی بر رشد و عملکرد پیکره رویشی گیاه باشد. اثرات نامناسب تنش خشکی در کاهش عملکرد اسانس، توسط Hassani *et al.* (2004) روی گیاه ریحان (*Ociumum basilicum*) گزارش شده است. نتایج ارزیابی اثر کودهای زیستی بر ویژگی‌های رشد و کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) حکایت از آن دارد که در طی دو سال آزمایش، کاربرد کودهای زیستی، منجر به افزایش عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد (Koocheki *et al.*, 2008). کاربرد کود زیستی در مقایسه با مصرف کودهای شیمیایی، شرایط مناسب‌تری را جهت بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کرده است و ضمن فراهمی بهینه عناصر معدنی پرمصرف و کم مصرف برای گیاه، از طریق ایجاد اثرات هم افزایی و تشدیدکننده بین خود قادرند میزان اسانس را افزایش دهند (Kumar and Singh, 2001). در تحقیقی دیگر مشخص شد که بیشترین تولید اسانس گیاه دارویی

بابونه، از کاربرد کودهای شیمیایی فسفر و فسفات بارور دو حاصل شد (Alijani *et al.*, 2010). در این تحقیق، محققان به این نتیجه رسیدند که به دلیل این‌که متابولیت‌های ثانویه، از تولیدات جانبی فتوسنتز می‌باشند و با توجه به این‌که حجم اندام‌های رویشی در اثر کاربرد کود فسفره، همراه با تلقیح، دارای بالاترین مقدار بود، بنابراین مقدار تولید متابولیت‌های ثانویه در این گیاهان بالا رفته است و بالاترین حجم تولیدی اسانس را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی و کودهای فسفره بر ویژگی‌های مرفولوژیک و عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه

Table 4. Means comparisons of the effect of interaction between drought stress and phosphorus fertilizers on chamomile morphological traits and flower and oil yield

Drought stress (%F.C)	Phosphorus fertilizer	Number of main stem	Dry weight of plant (g plant^{-1})	Number of flowers per plant	Flower yield (Kg ha^{-1})	Oil yield (g ha^{-1})
90	Control	4.12ef	5.84d	34.63e	216.5de	58.3e
	100% chemical phosphorus	5.68b	7.35c	38.44b	342.6b	99.1b
	50% phosphate barvare-2 and 50% chemical phosphorus	6.37a	9.94a	49.16a	420.2a	153.6a
	100% Phosphate barvare-2	4.60de	9.13b	36.33d	396.6a	113.1b
70	Control	3.81fg	4.72e	26.25g	133.6fg	42.8f
	100% chemical phosphorus	5.17bc	5.66d	35.44de	274.0c	92.6c
	50% phosphate barvare-2 and 50% chemical phosphorus	5.34bc	6.78c	37.30c	346.7b	141.8a
	100% Phosphate barvare-2	4.46de	7.08c	32.22f	305.9bc	102.3bc
50	Control	3.40g	2.92f	16.02j	125.5g	39.2f
	100% chemical phosphorus	4.90cd	3.45f	21.95i	172.5ef	73.4d
	50% phosphate barvare-2 and 50% chemical phosphorus	4.17ef	4.86e	24.49h	213.8de	97.3c
	100% Phosphate barvare-2	4.11ef	4.51e	22.89i	225.4d	89.6c

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

*Means with at least a common letter(s) are not significantly different based on Duncan test at 5 % probability level.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، تاثیر تنش خشکی بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی، قطر ساقه، وزن خشک بوته، تعداد گل در بوته، قطر طبق، عملکرد گل و اسانس بابونه معنی‌دار بود و سبب کاهش آنها شد. کاربرد تلفیقی کودهای فسفره زیستی و شیمیایی، بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های مورد بررسی داشت. بنابراین، کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کودهای فسفره شیمیایی و زیستی می‌تواند سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی شود و به عنوان راهکاری برای افزایش عملکرد و جایگزینی برای کود شیمیایی، در جهت توسعه کشاورزی پایدار باشد. نتایج، حاکی از تأثیر مثبت تلفیق کودهای فسفره شیمیایی و زیستی در شرایط محدودیت آبی، بر ویژگی‌های مرفولوژیک و عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه می‌باشد.

REFERENCES

1. Adesemoye, A. O., Torbert, H. A. & Kloepper, J. W. (2009). Plant growth promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microbial Ecology*, 58(4), 921-929.
2. Agha Baba Dastjerdi, M., Amini Dehaghi, M., Chaichi, M. R. & Bosaghzadeh, Z. (2015). Evaluation of biomass production and some quality characteristics of fennel in different fertilizing systems. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(2), 369-377. (In Farsi)
3. Akbari Nia, A., Khosravi Fard, M., Sharifi Ashoorabadi, A. & Babakhanlou, P. (2005). Effect of irrigation intervals on yield and agronomic characteristics of black cumin (*Nigella sativa*). *Iranian*

Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 21(1), 65-73. (In Farsi)
4. Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Malboobi, M. A., Zahedi, M. & Modares Sanav, S. A. M. (2011). The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate bio-fertilizer (Barvar 2) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of *Matricaria recutita* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(3), 450-459. (In Farsi)
5. 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)
6. Amanzadeh, Y., Khosravi dehaghi, N., Ghorbani, A. R., Monsef-Esfahani, H. R. & Sadat-Ebrahimi, S. E. (2011). Antioxidant activity of Essential oil of *Lallemantia iberica* in Flowering stage and Post-Flowering stage. *Biological Sciences*, 6(3), 114-117. (In Farsi)
7. Arazmjo, A., Heidari, M. & Ghanbari, A. (2010). The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(4), 482-494. (In Farsi)
8. Azizi, M., Rezwanee, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A. & Neamati, H. (2008). The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1), 82-93. (In Farsi)
9. Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M. R. & Mohammadi, A. (2008). Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulturae*, 116(4), 437-441.
10. Baher Nik, Z., Rezaee, M. B., Ghorbanli, M., Asgari, F. & Araghi, M. K. (2004). Research on the changes of metabolism in response to water stress in *Satureja hortensis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 20(3), 263-275. (In Farsi)
11. Fallah, S., Ghalav, A. & Khajehpour, M. R. (2007). Effect of mixing manure with soil and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Water and Soil*, 11(40), 233-242. (In Farsi)
12. Fallahi, J., Koocheki, A. & Rezvani Moghadam. P. (2009). Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(1), 127-135. (In Farsi)
13. French, R. J., & Turner, N. C. (2008). Water deficit change dry matter partitioning and seed yield in narrow leafed lupins. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42, 471-484.
14. Hassani, A., Omid Beigi, R. & Heidari Sharifabadi, H. (2004). Study of some drought resistance indices in basil (*Osimum basilicum*). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 10(4), 65-74. (In Farsi)
15. Hassanpour, R., Pirdashti, H., Esmaili, M. & Abssian, A. (2010). Effect of supernitroplas and Urea of bio-fertilizer on yield and yield components of sesame. In: Proceeding of *11st Iranian Crop Sciences Congress*, 24-26 July 2010, Shahid Beheshti University of Tehran. (In Farsi)
16. Heidari, M., Nadeyan, H., Bakhshandeh, A. M., Alemisaeid, G. & Fathi, G. (2007). Effects of salinity and nitrogen rates on osmotic adjustment and accumulation of mineral nutrients in wheat. *Journal of Soil and Water Science*, 11(40), 193-211. (In Farsi)
17. Karami, A., Sepehri, A., hamzei, J. & Salimi, G. (2011). Effect of nitrogen and phosphorous biofertilizers on quantitative and qualitative traits of borage (*Borago officinalis* L.) under water deficit stress. *Plant Production Technology*, 11(1), 37-50. (In Farsi)
18. Koocheki, A., Tabrizi, L. & Ghorbani, R. (2008). Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(1), 127-137. (In Farsi)
19. Kumar, V. & Singh, K. P. 2001. Enriching vermicomposting by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technology*, 76(2), 173-175.
20. Libster, M. (2008). Delmar's Integrative Herb Guide for Nurses. Oxford University Press, 408p.
21. Mahfouz, S. A. & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International of Agro physics*, 21, 361-366.
22. Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M. & Lakzian, A. (2008). The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(2), 625-635. (In Farsi)
23. Ogbonnaya, C. L., Nwalozie, M. C., Roy-Macauley, H. & Annerose, D. J. M. (1998). Growth and water relations of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. *Industrial Crops and Products*, 8, 65-76.

24. Omidbaigi, R. (2005). *Production and processing of medicinal plants* (4th ed.). Astan Gods Razavi publication. (In Farsi)
25. Patel, V. I., Saravaita, S. N., Arvadia, M. K., Chaudhari, J. H., Ahir, M. P. & Bhalerao, R. E. (2010). Effects of conjuctive use of bio-organic and inorganic fertilizers on growth, yield and economics of Rabi Fennel (*Foeniculum vulgar* Mill.) under south Gujarat conditions. *International Journal of Agricultural Sciences*, 1, 178-181.
26. Ramroudi, M., Chezgim, M. & Galavi, M. (2017). Effect of methanol spraying on quantitative traits and osmatic adjustments in Moldavian (*Dracocephalum moldavica* L.) under low irrigation conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(1),149-158. (In Farsi)
27. Rezapor, A. R., Heidari, M. R., Galavi, M. & Ramrodi, M. (2011). Effect of water stress and different amounts of sulfur fertilizer on grain yield, grain yield components and osmotic adjustment in *Nigella sativa* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(3), 384-396. (In Farsi)
28. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Asgharzade, A. & Saeedi, K. (2016). Effects of zeolite, bio and organic fertilizers application on the growth, yield and yield components of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in organic cultivation. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(2), 203-215. (In Farsi)
29. Sanchez Govin, E., Rodriguez Gonzales, H., Carballo Guerra, C. & Milanes Figueredo, M. (2005). Influencia de los abonos orgánicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *Calendula officinalis* L., *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10 (1), 1- 5.
30. Sangtarash, M. H., Qaderi, M. M., Chinnappa, C. C. & Reid, D. M. (2009). Differential sensitivity of canola (Brassica napus) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscise acid. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 212-219.
31. Saravanakumar, D., Kavino, M., Raguchander, T., Subbian, P. & Samiyappan, R. (2011). Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33(1), 203-209.
32. Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C. L. & Munjal, R. (2004). Effects of water deficit on oil of *Calendula aerial* parts. *Biologia Plantarum*, 48(3), 445-448.
33. Singh**,** J. S., Pandey, V. C. & Singh, D. P., (2011). Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140, 339–353.
34. Soltani Gerdfaramarzi, M. K., Omidi, H., Habibi, H., Lebaschy, M .H. & Zarezadeh, A. (2011). The effects of glycine betaine and drought stress on yield, yield components and essential oil in German chamomile genotypes in Yazd region. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(2), 279-289. (In Farsi)
35. Tohidinia, M. A., Mazaheri, D., Bagher-Hosseini, S. M. & Madani, H. (2014). Effect of biofertilizer Barvar-2 and chemical phosphorus fertilizer application on kernel yield and yield components of maize (*Zea mays* cv. SC704). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(4), 295-307. (In Farsi)
36. Verma, J. P., Yadav, J., Tiwari, K. N. & Jaiswal, D. K. (2014). Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India. *Soil Biology and Biochemistry*, 70, 33-37.
37. Yadav, R. D., Keshwa, G. L. & Yadav, S. S. (2002). Effect of integrated use of FYM, urea and Sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25, 668-671.
38. Yordanov, I. & Tsonev, T. (2003). Plant responses to drought and stress tolerance. *Bulgarian Journal of Plant Physiology, Special issue*, 189-206.
39. Zand, A., Aroiee, H., Chaichi, M. R. & Nemati, S. H. (2017). Effects of bio-fertilizers on some physiological characteristics, essential oil percentage and yield of spearmint (*Mentha spicata* L.) under deficit irrigation. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(1), 112-125. (In Farsi)