نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره دوم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2018.13168.2189

ارزیابی صفات ریخت‌شناسی، عملکرد و ویژگی‌های دارویی گیاه پریلا (*Perilla frutscens*) در تیمارهای حاصلخیزی خاک در مشهد اردهال و سن‌سن شهرستان کاشان

***محمدرضا قانع[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲]، مهدی قاجار سپانلو[۳] و ولی‌اله بابایی‌زاد[۴]**

[۱]دانش‌آموخته دکتری گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۳]دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۴]دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۰۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۰۱

چکیده

سابقه و هدف: از زمان‌های قدیم گیاهان دارویی از جمله منابع طبیعی مهم در ایران به‌شمار می‌آیند. پریلا از گیاهان دارویی یک‌ساله خانواده نعناییان بوده و بومی منطقه شرق آسیاست و به‌طور گسترده‌ای در هندوستان، چین، ژاپن، هنگ‌کنگ، کره شمالی و جنوبی کشت می‌شود. با توجه به نبود مطالعات در رابطه با سازگاری گیاه دارویی پریلا با اقلیم ایران و ارزیابی منابع مختلف کودی و تغذیه بر این گیاه، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی روی این گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه مشهد اردهال و سن‌سن شهرستان کاشان در سال ۱۳۹۳ انجام شد. عامل اصلی شامل چهار سطح کود شیمیایی NPK (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و همزیستی با قارچ *Priformospora indica* و شاهد و سه سطح کود آلی (شاهد، دو کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و ۲۵ تن در هکتار کمپوست) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع، تعداد گره در بوته، تعداد گل در گل‌آذین، تعداد ساقه در بوته، شاخص سطح برگ، عملکرد بوته، میزان اسید رزمارینیک و عملکرد اسید رزمارینیک در واحد سطح بودند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین توسط آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

یافته‌ها: در بین تیمارهای منفرد کودهای مورد مطالعه، سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و در بین کودهای آلی اسید هیومیک نقش بارزتری در بهبود شاخص‌های مورد مطالعه داشتند اما کود زیستی تنها در تلفیق با کودهای دیگر نقش مؤثرتری نشان داد. بیش‌ترین عملکرد خشک (۱۴۷/۲ گرم در مترمربع) و عملکرد رزمارینیک اسید (۳/۴۳۲ گرم در مترمربع) در بین کودهای مورد بررسی از تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کاربرد اسید هیومیک و مصرف کود زیستی و کم‌ترین عملکرد خشک (۸۹/۸۶ گرم در مترمربع) و عملکرد اسید رزمارینیک (۱/۲۵۳ گرم در مترمربع) از تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی، ارگانیک و زیستی به‌دست آمد. منطقه مشهد اردهال با توجه به خصوصیات خاکی و ویژگی‌های آب و هوایی نسبت به منطقه سن‌سن برای کشت پریلا شرایط بهتری داشت.

* مسئول مکاتبه: m_ghane58@yahoo.com

نتیجه‌گیری: در مجموع، گیاه پریلا در دو منطقه سن‌سن و مشهد اردهال عملکرد مناسبی تولید نمود و کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف در مقایسه با کاربرد منفرد هریک از آن‌ها در هر دو منطقه مورد مطالعه باعث بهبود قابل‌توجه ویژگی‌های رشد و نیز عملکرد زیست‌توده و شاخص‌های کیفی گیاه دارویی پریلا گردید.

واژه‌های کلیدی: اسید رزمارینیک، اسید هیومیک، شبه‌میکوریز، عملکرد بوته، کمپوست

مقدمه

گیاه دارویی پریلا با نام علمی *Perilla* Britton *frutscens* (L.) گیاهی است یک‌ساله، خودگشن و روزکوتاه از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) که نسبت به شرایط ابری و غرقابی مقاوم است ولی خشکی را تحمل نمی‌کند (۱٤ و ۲٤). هر چند این گیاه بومی شرق آسیا است (۱۹ و ۲٤)، اما به‌دلیل وجود ترکیبات گیاهی مختلف مانند فلاونوئیدهای غیرقندی (آگلیکون‌ها)، لوتئولین، آپیژنین، کریسوریول، اسید رزمارینیک و دارویی بودن قسمت‌های مختلف گیاه (۲۹) امروزه در بیش‌تر کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی برای مصارف دارویی، آرایشی و صنایع غذایی مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (۲۳).

از سوی دیگر، خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، که بیش از ۸۰ درصد زمین‌های کشاورزی را شامل می‌شوند، از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند بنابراین برای بهبود باروری این خاک‌ها، افزودن مواد آلی به آن‌ها ضروری است. ورود مواد آلی به خاک با افزایش مقدار و قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاه سبب افزایش سطح حاصلخیزی خاک و همچنین بهبود شرایط فیزیکی آن می‌شود (۲). کاربرد کمپوست در خاک به‌طور عام برای حفظ و افزایش ثبات و پایداری خاکدانه‌ها و بهبود شرایط فیزیکی و میکروبی خاک، آزادسازی تدریجی و پیوسته عناصر غذایی و حاصلخیزی و باروری خاک‌های زراعی و باغی است (۳۲). اسید هیومیک برای افزایش فعالیت زیستی خاک ترکیب مناسبی است و باعث بهبود جذب و حرکت مواد معدنی و همچنین تعادل عناصر غذایی و رشد گیاه می‌شود (۲۱ و ۲٦). با این‌حال با توجه به ساختار پیچیده مواد هیومیکی در طبیعت، هنوز سازوکار دقیق کارکرد این مواد در گیاهان شناخته نشده است (۱٤). گزارش‌های زیادی از نقش مواد هیومیکی در افزایش زیست‌توده گیاهی، تحریک رشد ریشه، ساقه‌دهی و گل‌دهی و حتی اثرات مستقیم بر باروری و افزایش میزان محصول در گیاهان وجود دارد. مواد هیومیکی نه تنها باعث افزایش بهره‌وری کودها و رشد گیاهان می‌شوند بلکه باعث کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز می‌شوند (۱٤).

استفاده از ریزجانداران سودمند نیز یکی از روش‌های نوین جهت بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان می‌باشد. از جمله این ریزجانداران قارچ‌ها هستند که نقش حیاتی در بهبود رشد و عملکرد گیاهان از طریق سازوکارهای گوناگون مانند تحمل به تنش، گیاه‌پالایی، سلامت مواد غذایی و تولید پایدار محصولات کشاورزی دارند (۳، ۵ و ۷). پژوهش‌های مختلف در زمینه همزیستی قارچ میکوریزا و گیاهان مختلف نشان داده است که همزیستی با قارچ، بهبود رشد و افزایش مقاومت به تنش شوری را در گیاه جو (۹، ۲۷ و ۳٤)؛ گندم (۳٦) و یونجه (۱٦) و افزایش ماده مؤثره گیاه دارویی ریحان (۳۷) را موجب گردید. از دلایل چنین نتایجی می‌توان به وضعیت آبی، میزان بالاتر رنگیزه‌های فتوسنتزی و تجمع پرولین در

گیاهچه‌های گندم همزیست‌شده با قارچ اشاره نمود. با توجه به وجود اطلاعات بسیار اندک در زمینه تغذیه مناسب گیاه پریلا و اهمیت کشاورزی پایدار، پژوهش حاضر در دو منطقه مشهد اردهال و سن‌سن شهرستان کاشان و به‌منظور بررسی کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی روی گیاه دارویی پریلا انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۳ و در دو منطقه شهرستان کاشان شامل یک منطقه در روستای سن‌سن واقع در حاشیه کویر مرکزی دارای مختصات طول جغرافیایی ۵۱ درجه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۹٤٥ متر ارتفاع از سطح دریا و دارای اقلیم گرم و خشک و منطقه دیگر در روستای کوهپایه‌ای مشهد اردهال با مختصات طول جغرافیایی ۵۱ درجه و عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۰۰ متر و اقلیم معتدل کوهستانی انجام شد. مشخصات هواشناسی دو منطقه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات برخی پارامترهای هواشناسی دو منطقه سن‌سن و مشهد اردهال شهرستان کاشان.

Table 1. Weather characteristics in Mashhad Ardehal and Sensen.

سال Year	میانگین دما (سانتی‌گراد) Temperature mean (°C)		میانگین بارش (میلی‌متر) Precipitation mean (mm)		میانگین رطوبت (درصد) Humidity mean (%)	
	سن‌سن Sensen	مشهد اردهال Mashhad Ardehal	سن‌سن Sensen	مشهد اردهال Mashhad Ardehal	سن‌سن Sensen	مشهد اردهال Mashhad Ardehal
2014	19.8	18.4	89.3	90.8	42	49
Average of 5 years	20.86	19.88	143.36	133.42	40.6	46.6

جهت انجام آزمون خاک یک نمونه مرکب از هر مزرعه تهیه و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۲). همچنین نتایج تجزیه آب محل آزمایش در جدول ۳ آمده است. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل چهار سطح کود شیمیایی NPK (مقدار توصیه‌شده بر اساس آزمون خاک یعنی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK، ۵۰ و ۲۵ درصد مقدار توصیه‌شده به‌ترتیب مصرف ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد) بود و همزیستی با قارچ (تلقیح با قارچ *Piriformospora indica* و بدون تلقیح) و سه سطح کود آلی (شاهد، دو کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و ۲۵ تن در هکتار کمپوست) در دو مزرعه به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذرهای پریلا توسط شرکت باریج اسانس از کشور چین وارد شده بود. بذرها ابتدا در آزمایشگاه بیوتکنولوژی شرکت باریج اسانس مورد آزمون جوانه‌زنی قرار گرفت و پس از انجام آزمون و اطمینان از قوه نامیه (۹۸ درصد)، در سینی‌های مخصوص در گلخانه تحقیقاتی شرکت باریج اسانس کشت شد. ده روز پس از سبز شدن و در مرحله چهار برگی به گلدان‌های نایلونی به قطر ۱۰ و طول ۱۵ سانتی‌متر منتقل تا فضای لازم برای رشد ریشه و گیاه فراهم گردد و برای انتقال به مزرعه آماده گردد. قارچ *P. indica* در آزمایشگاه قارچ‌شناسی گروه

گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و در محیط کشت کفر (۳۰) در پتری‌دیش به‌مدت دو هفته کشت شده و سپس به محیط کشت مایع منتقل و به‌مدت دو هفته در انکوباتور با دمای ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۵۰ دور (rpm) در تاریکی قرار داده شد. بیست روز پس از سبزشدن، قارچ به نیمی از گلدان‌ها اضافه شد. در نهایت یک روز پس از مایه‌زنی، گلدان‌ها به مزرعه منتقل و طبق نقشه آزمایشی در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر و در چهار ردیف روی پشته‌هایی که از قبل درون کرت‌ها ایجاد شده بود کشت شد.

در این پژوهش کود شیمیایی به‌صورت سرک و در سه مرحله و طبق نقشه آزمایشی به کرت‌ها اضافه گردید. مرحله اول قبل از کاشت و هنگام آماده‌سازی زمین، مرحله دوم در زمان کاشت (با تراکم ده بوته در مترمربع) و مرحله سوم در ابتدای زمان گلدهی بود. کود آلی هیومیک اسید (با مارک Humic strong 95% ساخت کشور اسپانیا تهیه شده از شرکت رایحه دشت سبز ایرانیان) در چهار مرحله شامل زمان کاشت بذر، مرحله چهار برگی، زمان انتقال نشاء به مزرعه و دو هفته پس از انتقال همراه آب آبیاری استفاده گردید. با توجه به ابعاد کرت‌ها برای هر یک از مزارع در هر مرحله مقدار ده گرم اسید هیومیک خالص در آب حل و همراه با آب آبیاری به کرت‌ها اضافه شد. کود آلی کمپوست که از باقی‌مانده گیاهان دارویی شرکت باریج اسانس پس از اسانس‌گیری تهیه شده (شامل ۱/۵ درصد نیتروژن، ۱/۱ درصد فسفر، ۰/۹ درصد پتاسیم، ۵۰ درصد ماده آلی) برای هر مزرعه حدود ۱۵۰ کیلوگرم و در کل برای یک سوم کرت‌ها طبق نقشه آزمایش حدود یک هفته پس از انتقال بوته‌ها به مزرعه و استقرار گیاه به‌صورت نواری در پای ردیف‌های کاشت استفاده شد.

برای اندازه‌گیری‌های وزن تر و خشک برگ و بوته و همچنین ارتفاع بوته، نمونه‌هایی در زمان گلدهی از دو ردیف میانی انتخاب شدند. ارتفاع بوته با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن تر برگ با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم صورت پذیرفت. سپس وزن نمونه‌ها پس از ٤٨ ساعت قرار گرفتن داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با ترازوی حساس (A&D HR-100, Japan) و با دقت یک هزارم تعیین و عملکرد خشک در واحد سطح محاسبه شد. همچنین تعداد ساقه و تعداد میانگره شمارش و شاخص سطح برگ نیز توسط دستگاه سطح برگ‌سنج (ΔT, England) اندازه‌گیری شد. مقدار ماده اسید رزمارینیک به‌عنوان ماده مؤثره این جنس، در دانشگاه کاشان و با استفاده از دستگاه HPLC مدل Smartline (Kenuer، آلمان) مجهز به پمپ‌های چهارگانه و ستون فاز معکوس 12 mm × 4 mm Eurospher-100 C18 با اندازه ذرات 5µm و یک آشکارساز UV-VIS (مدل D-14163) و با روش لو و همکاران (۲۰۱۳) مورد بررسی قرار گرفت (۱۹). تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) پس از تأیید همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون Fmax هارتلی انجام و میانگین‌ها نیز با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری.

Table 2. Soil analysis of the experimental site.

منطقه Location		واحد Unit	متغیر Variable	
مشهد اردهال Mashhad Ardehal	سن‌سن Sensen			
10.20	8.16	(٪)	درصد رطوبت پژمردگی (F.C)	
30.80	22.60	(٪)	درصد رطوبت مزرعه (F.C)	
0.28	0.09	(٪)	نیتروژن کل Total nitrogen	
12.18	15.56	(mg/kg)	فسفر قابل‌جذب Phosphorous availability	
209.7	245.6	(mg/kg)	پتاسیم قابل‌جذب potassium availability	
7.83	7.93	-	اسیدیته عصاره اشباع (pH)	
0.89	2.82	$dS.m^{-1}$	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC)	
1.63	0.53	(٪)	کربن آلی Organic carbon	
10.3	14.3	(٪)	رس Clay	
43.4	33.3	(٪)	سیلت Silt	بافت texture
46.4	52.4	(٪)	شن Sandy	

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده جهت آبیاری.

Table 3. Chemical properties of water for irrigation.

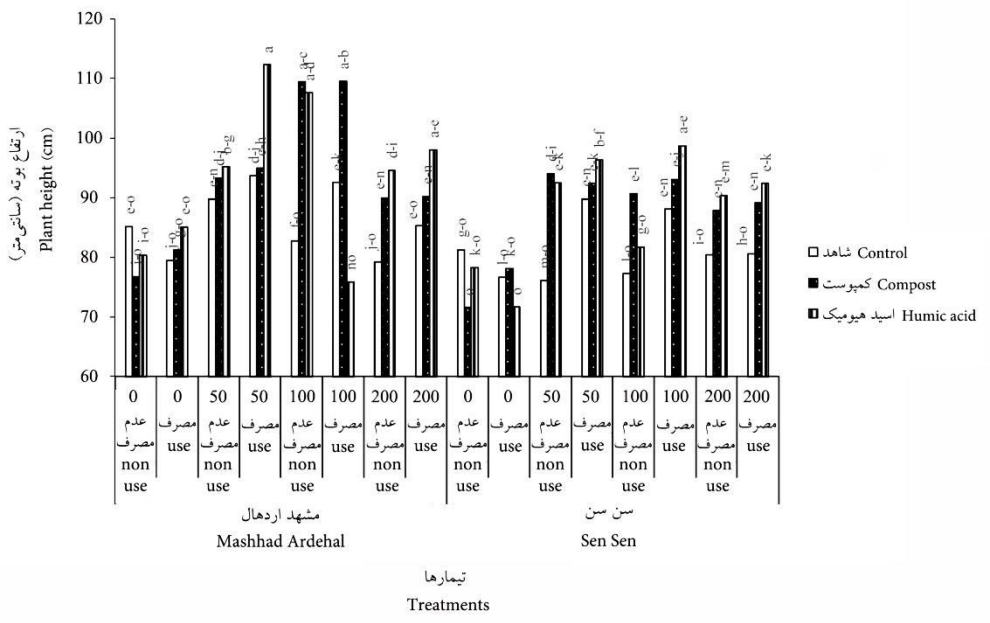
منطقه Location		واحد Unit	متغیر Variable
مشهد اردهال Mashhad Ardehal	سن‌سن Sensen		
1.912	0.856	$dS.m^{-1}$	هدایت الکتریکی (EC)
7.116	7.53	-	واکنش (pH)
1223.68	375.04	میلی‌گرم بر لیتر mg/l	مجموع املاح محلول (T.D.S)
0.00	0.00	میلی‌اکی‌والان بر لیتر meq/l	کربنات (CO_3^{2-})
5.00	3.60	میلی‌اکی‌والان بر لیتر meq/l	بی‌کربنات (HCO_3^-)
8.61	2.08	میلی‌اکی‌والان بر لیتر meq/l	کلسیم (Ca^{2+})
7.28	2.49	میلی‌اکی‌والان بر لیتر meq/l	سدیم (Na^+)
2.91	1.84	-	نسبت جذب سدیم (SAR)

نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو منطقه تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۱) از نظر تمام صفات مورد مطالعه مشاهده شد. این موضوع نشان‌دهنده تفاوت اقلیمی (جدول ۱) و خصوصیات خاکی (جدول ۲) مناطق مورد مطالعه می‌باشد. کود شیمیایی روی تمام صفات به غیر از صفت تعداد گل در گل‌آذین اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت. کود آلی نیز روی تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت اما کود زیستی فقط روی صفات تعداد گل در گل‌آذین، شاخص سطح برگ، عملکرد خشک در واحد سطح، میزان اسید رزمارینیک و رزمارینیک عملکرد در واحد سطح در سطح احتمال یک درصد و روی صفت تعداد ساقه در بوته در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ٤).

ارتفاع بوته: ارتفاع بوته در منطقه مشهد اردهال بیش‌تر از منطقه سن‌سن بود. بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱۱۲/٤ سانتی‌متر) از تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، کود آلی اسید هیومیک و مصرف کود زیستی در منطقه مشهد اردهال به‌دست آمد. در منطقه سن‌سن بیش‌ترین ارتفاع بوته (۹۸/۷۷ سانتی‌متر) از تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم و کاربرد هیومیک اسید و کود زیستی به‌دست آمد. کم‌ترین ارتفاع بوته در بین تیمارها (۷۱/٦۱ سانتی‌متر) نیز از تیمار بدون مصرف کود شیمیایی، کود آلی کمپوست و عدم مصرف کود زیستی در منطقه سن‌سن به‌دست آمد (شکل ۱). در بیش‌تر تیمارها به‌جز تیمار بدون مصرف کود شیمیایی، کاربرد کودهای آلی به‌ویژه اسید هیومیک در هر دو منطقه آزمایش سبب افزایش ارتفاع بوته شده بود. این موضوع نشان‌دهنده تأثیر مثبت اسید هیومیک و کمپوست بر ارتفاع بوته است. داشتن ارتفاع بوته بیش‌تر فضای کافی برای استقرار برگ بیش‌تر، گل‌آذین بیش‌تر و تعداد ساقه بیش‌تر را برای گیاه فراهم می‌کند و از این لحاظ دارای اهمیت است. در همین راستا، عسگری و همکاران (۲۰۱۱) کاربرد ترکیبی اسید هیومیک، ورمی‌کمپوست و باکتری‌های محرک رشد را در افزایش ارتفاع نعناع مؤثر دانستند (٦). هیومیک اسید برای افزایش فعالیت زیستی خاک، ترکیب مناسبی است و باعث بهبود جذب و حرکت مواد معدنی و همچنین تعادل عناصر غذایی و رشد گیاه می‌شود (۲۱ و ۲٦). دلات (۲۰۰۰) در گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) و عطیه و همکاران (۲۰۰۲) در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) گزارش کردند، کاربرد کودهای آلی بر ارتفاع گیاه اثر قابل‌توجهی داشت (۸ و ۱۲). نتایج آزمایش حاضر نشان داد کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف در هر دو منطقه اثری به مراتب بیشتر بر وضعیت رشدی گیاه دارویی پریلا داشت (شکل ۱)؛ این مسأله را می‌توان به تامین مقادیر کافی عناصر غذایی و نقش مکملی این عناصر در تامین نیازهای غذایی گیاه زراعی نسبت داد. نتایج پژوهش شالان (۲۰۰۵) روی گیاه دارویی گل گاوزبان (*Borage officinalis*) و محفوظ و شرف‌الدین (۲۰۰۷) روی گیاه رازیانه نیز نشان داد، کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف شامل کودهای زیستی، شیمیایی و آلی اثرات مثبتی بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه گیاهان مذکور داشت (۲۰ و ۲۸).

تعداد گره در گیاه: نتایج آزمایش نشان داد که بیش‌ترین تعداد گره در بوته (۱۷/۹۲) از تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، کود آلی کمپوست در منطقه مشهد اردهال به‌دست آمد اما در منطقه سن‌سن تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و کود آلی اسید هیومیک موفق‌تر بود. کم‌ترین تعداد گره در بوته (۱۳/۲۵) نیز از تیمار بدون مصرف کود شیمیایی، عدم مصرف کود آلی در منطقه سن‌سن به‌دست آمد. در منطقه سن‌سن نیز این تیمار کم‌ترین تعداد گره در گیاه را داشت (شکل ۲). در منطقه مشهد اردهال در تمام سطوح کود شیمیایی به غیر از سطح شاهد کود آلی کمپوست و در منطقه سن‌سن در تمام سطوح کودهای شیمیایی، کود آلی هیومیک اسید تعداد گره بیش‌تری داشت. از آن‌جایی‌که خاک منطقه سن‌سن شورتر بود (جدول ۲) و گزارش‌های زیادی بر نقش اسید هیومیک در مقابله با شوری بیان شده است (۳۵)، نتیجه حاصل با ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه همخوانی دارد. در هر دو منطقه کاربرد کود شیمیایی به مقدار ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در بین سطوح کود شیمیایی نتیجه بهتری داشت (شکل ۲). هرچه تعداد گره در گیاه بیش‌تر باشد فرصت بیش‌تری برای ایجاد برگ و شاخه بیش‌تر و در نهایت زیست‌توده بیش‌تر و سطح برگ بیش‌تری برای فتوسنتز در گیاه فراهم است.



شکل ۱- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر ارتفاع گیاه پریلا در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

Figure 1. Effect of chemical, organic and biologic fertilizers on plant height in Mashhad Ardehal and Sensen regions.

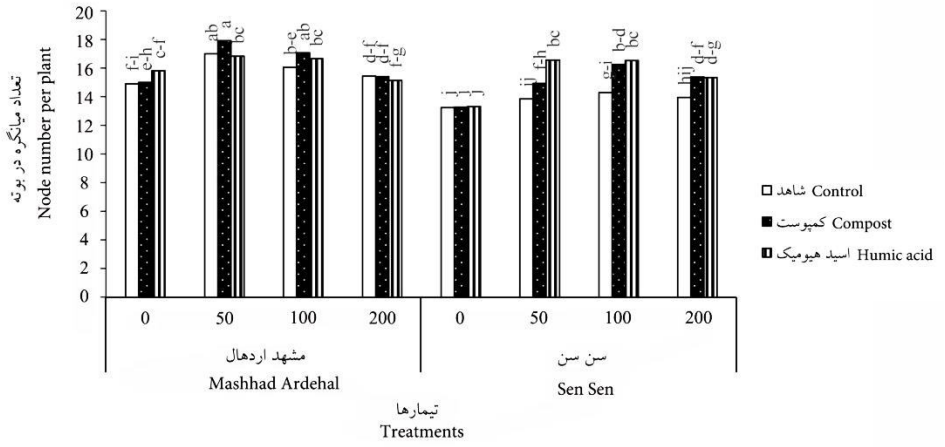
جدول ٤- تجزیه واریانس برخی صفات ریخت‌شناسی، عملکردی و اسانس پریلا در شرایط کودی مختلف در مناطق سن‌سن و مشهد اردهال کاشان.

Table 4. Variance analysis of some morphologic, yield and essential oil traits of Perilla under different fertilizer systems in Sensen and Mashhad Ardehal in Kashan regions.

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات (Means squares)							
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد گره در گیاه Node number per plant	تعداد گل در گل‌آذین Flower number per inflorescence	تعداد ساقه در بوته Stem number per plant	شاخص سطح برگ Leaf area index	عملکرد بوته Plant yield	میزان اسید رزمارینیک Rosmarinic acid content	عملکرد اسید رزمارینیک Rosmarinic acid yield
منطقه (L) Location	1	1113.22**	66.15**	192.46**	234.80**	0.2256**	14012.64**	13.80**	8.870**
تکرار (منطقه) replication (location)	4	154.28	1.97	2.14	1.71	0.0035	56.75	0.70	0.008
کود شیمیایی (C) Chemical fertilizer	3	1581.84**	30.83**	25.24	58.53**	0.8184**	10188.25**	244.44**	13.920**
C * L	3	44.41	5.97**	77.98**	78.45**	0.0012	1899.70**	27.75**	2.531**
خطای اصلی (Ea)	12	112.69	1.51	29.07*	1.15	0.0185*	28.48	1.18	0.043
کود آلی (O) Organic fertilizer	2	744.44**	12.31**	211.37**	93.18**	0.2853**	1435.58**	27.93**	1.692**
کود زیستی (B) Biologic fertilizer	1	220.07	0.75	159.81**	8.39*	0.3620**	308.17**	8.41**	0.526**
C * O	6	310.56**	1.32	27.08	6.75**	0.0445**	73.04	4.75**	0.064*
C * B	3	72.67	1.26	7.93	1.70	0.0502**	130.19*	1.05	0.059
O * B	2	31.16	0.87	41.36	9.38**	0.0693**	236.97**	1.31	0.087*
L * O	2	6.19	5.42*	132.68**	0.06	0.0008	71.26	4.79**	0.172**
L * B	1	58.29	1.24	26.71	9.11**	0.0462*	88.64	4.42*	0.220**
L * C * O	6	100.89	2.55*	35.78*	0.53	0.0076	83.62*	2.89**	0.030
L * C * B	3	219.82*	0.75	3.23	1.65	0.0083	18.09	0.16	0.001
L * O * B	2	22.24	2.49	28.01	0.64	0.0244	95.96	0.77	0.112*
C * O * B	6	130.16	0.68	9.29	8.09**	0.0300**	191.38**	2.38*	0.106**
L * C * O * B	6	227.56 *	1.71	6.55	1.06	0.0206	66.33	1.42	0.041
خطای فرعی (Eb)	80	79.711	0.8854	13.9035	1.2239	0.00975	37.4410	0.7991	0.02382
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation	-	10.12	6.10	6.02	6.68	8.25	5.11	4.69	6.66

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

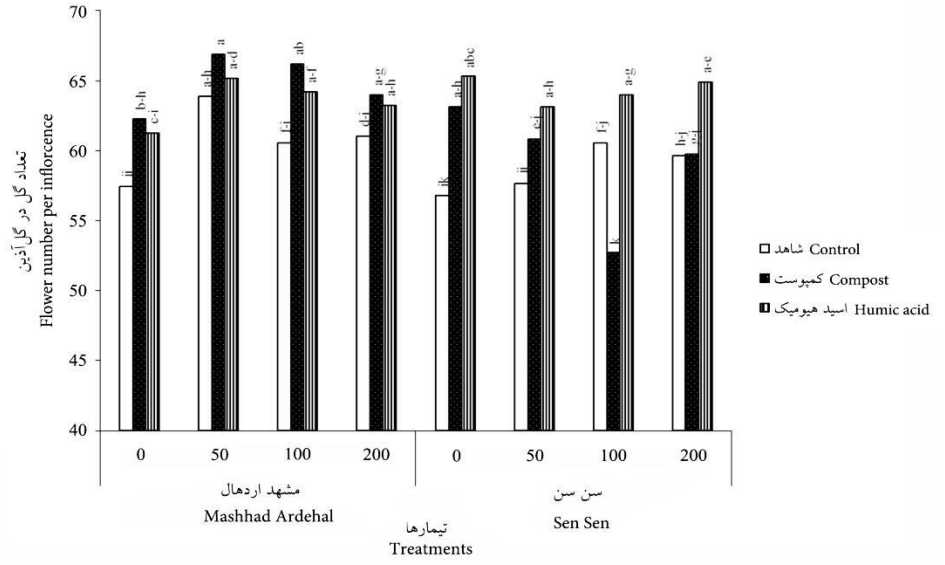
* and ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۲- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی بر تعداد گره پریلا در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

Figure 2. Effect of chemical and organic fertilizers on node number per plant in Mashhad Ardehal and Sensen Kashan regions.

تعداد گل در گل‌آذین: نتایج آزمایش نشان داد که بیش‌ترین تعداد گل در گل‌آذین (٦٦/٨٨) از تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، کود آلی کمپوست در منطقه مشهد اردهال به‌دست آمد. کم‌ترین تعداد گره (۵۲/۷) نیز از تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف کود آلی کمپوست در منطقه سن‌سن به‌دست آمد (شکل ٤). در منطقه مشهد اردهال در تمام سطوح کود شیمیایی کود آلی کمپوست و در منطقه سن‌سن در تمام سطوح کودهای شیمیایی، کود آلی اسید هیومیک تعداد گل در گل‌آذین بیش‌تری داشت. این نتایج مشابه نتیجه مربوط به تعداد گره در بوته بود. نقش مثبت کاربرد کود کمپوست در افزایش تعداد گل در ریحان نیز گزارش شده است (۳۱). اسید هیومیک ضمن تحریک رشد قسمت‌های هوایی و ریشه گیاهان باعث اثربخشی سیستم ریشه و در نتیجه جذب بهتر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر توسط گیاه می‌شود (۲۵).

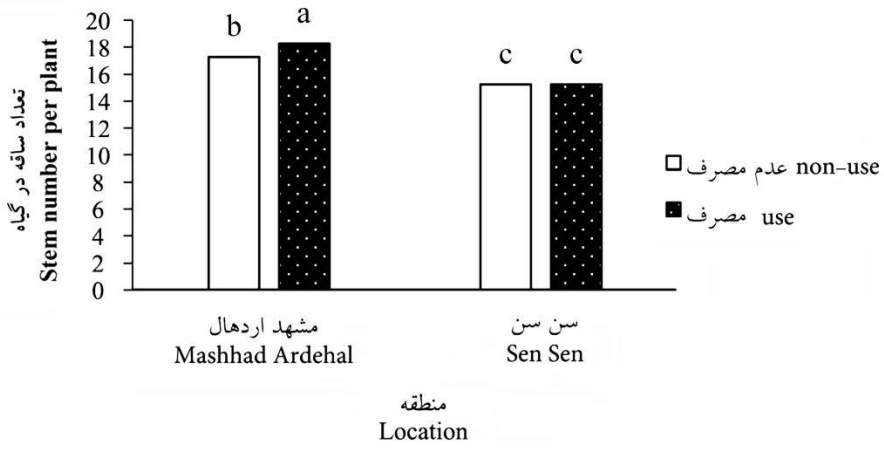


شکل ۳- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی بر تعداد گل در گل آذین پریلا در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

Figure 3. Effect of chemical and organic fertilizers on flower number per inflorescence in Mashhad Ardehal and Sensen regions.

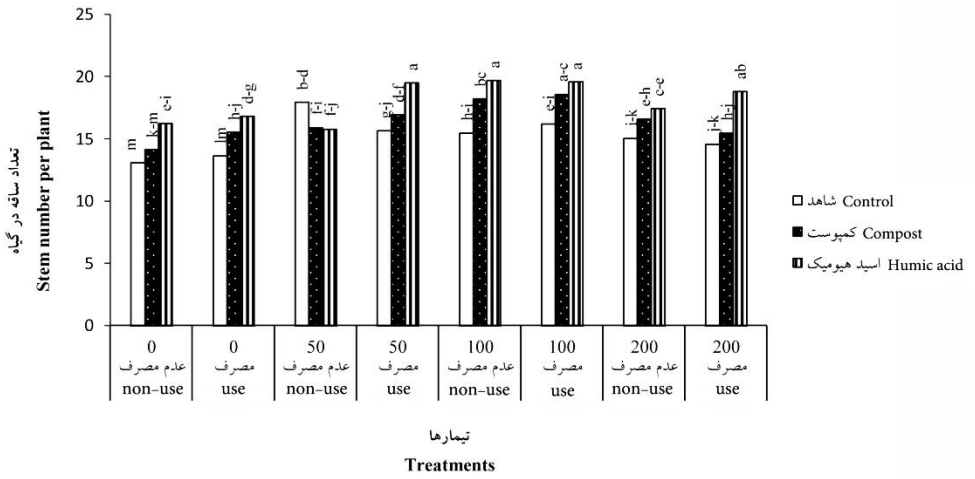
تعداد ساقه در بوته: بر اساس یافته‌ها، بیش‌ترین تعداد ساقه در بوته (۱۸/۳۱) در منطقه مشهد اردهال و با کاربرد کود زیستی به‌دست آمد ولی کاربرد یا عدم کاربرد کود زیستی تأثیر معنی‌داری روی تعداد ساقه بوته در منطقه سن‌سن نداشت (شکل ٤). ریزجانداران بومی موجود در خاک هر منطقه و خصوصیات ادافیکی خاک مناطق در میزان فعالیت کود زیستی به‌کار برده شده در منطقه مؤثر است. بنابراین نمی‌توان از کاربرد کود زیستی در مناطق مختلف انتظار مشابهی را داشت. شیرزادی و همکاران (۲۰۱٤) نیز اثر افزایشی کاربرد کودهای زیستی بر تعداد و وزن خشک ساقه را در ریحان گزارش کرده‌اند (۳۱).

کاربرد کود آلی به‌ویژه اسید هیومیک در بیش‌تر تیمارها موجب افزایش تعداد ساقه در بوته شد و کود زیستی نیز توانست در بیش‌تر موارد موجب افزایش تعداد ساقه در بوته شود. بیش‌ترین تعداد ساقه در بوته (۱۹/۷۲) از تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، کود آلی اسید هیومیک و عدم مصرف کود زیستی و کم‌ترین تعداد (۱۳/۱۱) از تیمار بدون مصرف هیچ‌گونه کودی به‌دست آمد (شکل ۵). این موضوع نشان‌دهنده اهمیت کاربرد کودها در توسعه رشد گیاه پریلا می‌باشد. داشتن تعداد ساقه کافی فضای کافی برای افزایش تعداد برگ و وزن خشک گیاه و افزایش فتوسنتز گیاه را فراهم می‌کند. در تمام تیمارها به غیر از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، کود کمپوست و شرایط بدون مصرف کود زیستی، کاربرد کود اسید هیومیک توانست نتیجه بهتری را حاصل کند. در مطالعه‌ای گزارش شد که محلول‌پاشی اسید هیومیک روی گیاهچه‌های فلفل و بادمجان، قطر ساقه، تعداد برگ‌ها، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه را افزایش داد (۱۸). همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (۱۳).



شکل ٤- تأثیر کاربرد کود زیستی بر تعداد ساقه در بوته در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

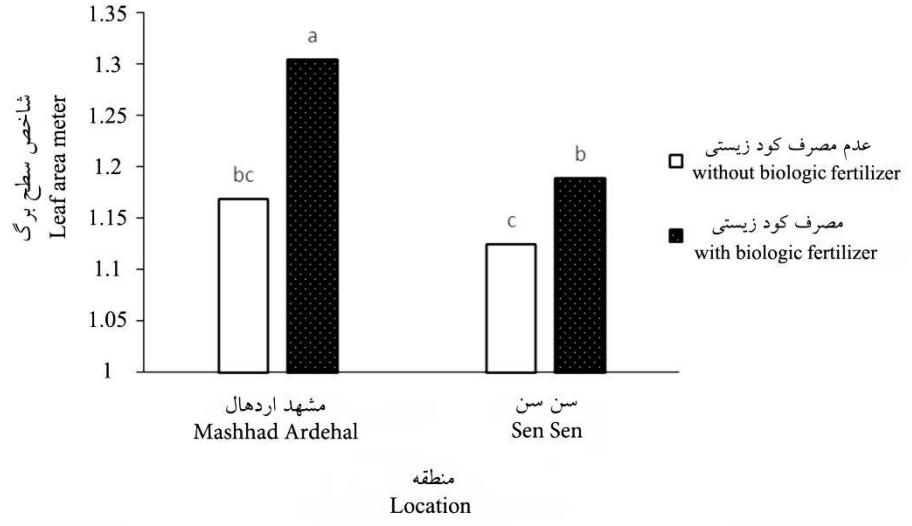
Figure 4. Effect of biological fertilizer on stem number per plant in Mashhad ardehal and Sensen regions.



شکل ۵- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر تعداد ساقه در بوته پریلا.

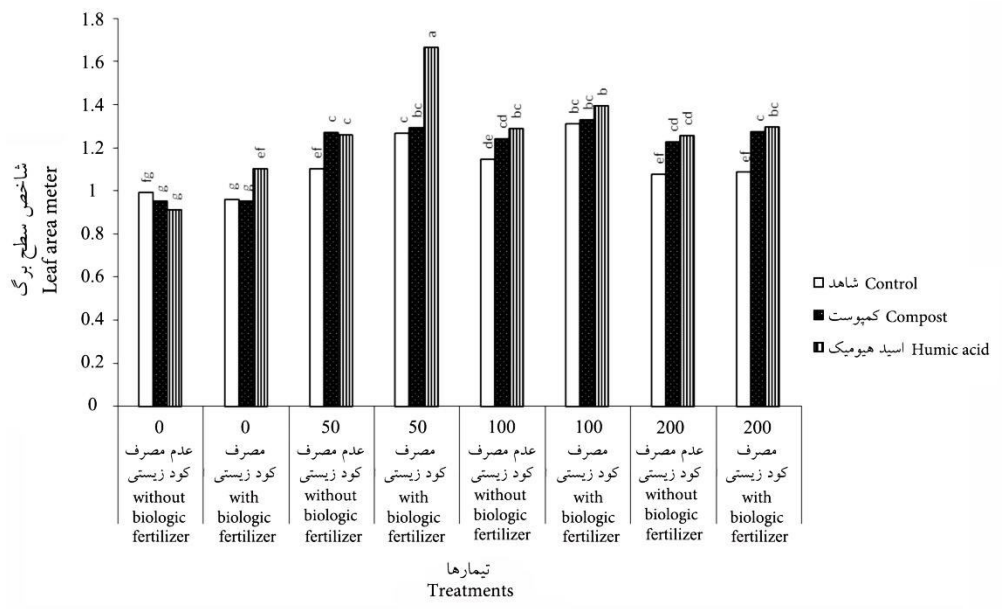
Figure 5. Effect of chemical, organic and biological fertilizers on stem number per plant of Perilla.

شاخص سطح برگ: کاربرد کود زیستی هر دو منطقه آزمایش تأثیر مثبتی در افزایش شاخص سطح برگ بوته داشت ولی این افزایش در منطقه مشهد اردهال شدت بیش‌تری داشت و کم‌ترین شاخص سطح برگ در منطقه سن‌سن به‌دست آمد. با توجه به ویژگی‌های منطقه سن‌سن (جدول ۱) و تفاوت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه سن‌سن (جدول ۲) مشابه صفت تعداد گره در بوته داشتن شاخص سطح برگ پایین‌تر دور از انتظار نیست. در پژوهشی مشابه به‌کارگیری کود زیستی موجب افزایش سطح برگ نعناع فلفلی شده بود (٦). در بین تیمارهای مربوط به کودهای مورد استفاده بیش‌ترین شاخص سطح برگ از تیمار کود شیمیایی ۵۰ کیلوگرم در هکتار، مصرف اسید هیومیک و کود زیستی به‌دست آمد و استفاده تلفیقی از این سه کود مؤثرتر از بقیه تیمارها بود. در بیش‌تر سطوح کود شیمیایی، کود آلی اسید هیومیک شاخص سطح برگ بیش‌تری داشت و این برتری با مصرف کود زیستی شدت بیش‌تری داشت (شکل ۷).



شکل ٦- تأثیر کاربرد کود زیستی بر شاخص سطح برگ پریلا در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

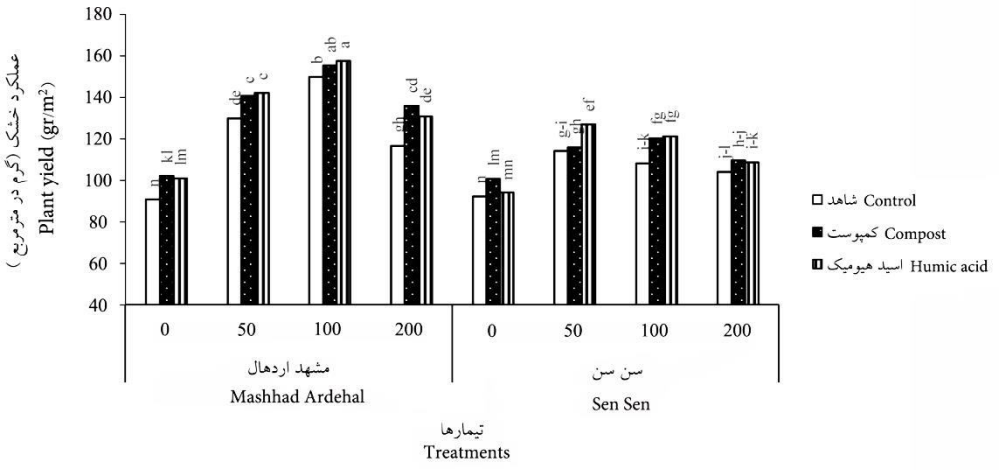
Figure 6. Effect of biological fertilizer on leaf area index of Perilla in Mashhad Ardehal and Sensen regions.



شکل ۷- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر شاخص سطح برگ پریلا.

Figure 7. Effect of chemical, organic and biologic fertilizer on leaf area index of Perilla.

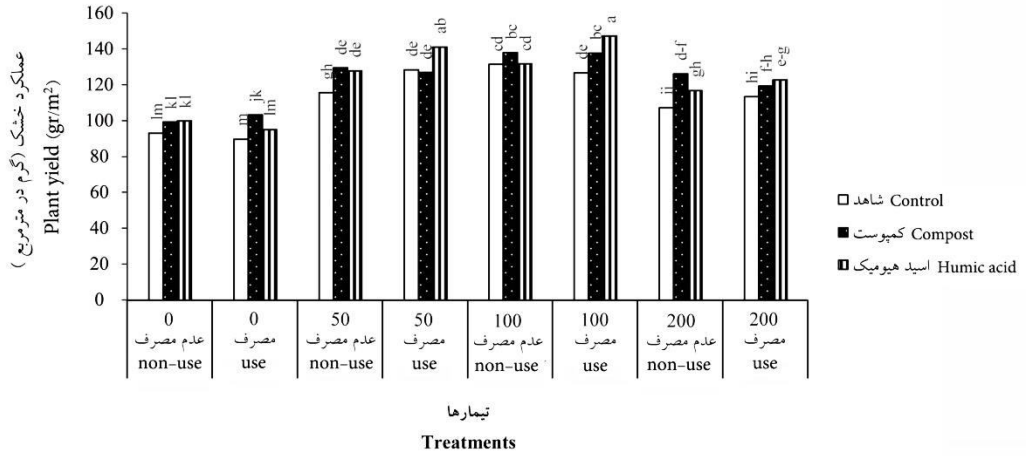
عملکرد خشک در مترمربع: در هر دو منطقه آزمایش بیش‌ترین عملکرد خشک در سطوح شاهد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به همراه کود آلی کمپوست به‌دست آمد، ولی در سطوح کود شیمیایی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک موفق‌تر بود. بیش‌ترین عملکرد خشک (۱۵۷/٦ گرم در مترمربع) از تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود آلی اسید هیومیک و کم‌ترین مقدار (۹۰/٦۸ گرم در مترمربع) از تیمار بدون استفاده از کود شیمیایی و کود آلی در منطقه مشهد اردهال به‌دست آمد (شکل ۸). بیش‌ترین عملکرد خشک (۱٤۷/۲ گرم در مترمربع) در بین کودهای مورد بررسی از تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کاربرد اسید هیومیک و مصرف کود زیستی و کم‌ترین عملکرد (۸۹/۸٦ گرم در مترمربع) از تیمار شاهد کود شیمیایی، کود آلی و کاربرد کود زیستی به‌دست آمد (شکل ۹). فاصله بین بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار عملکرد گیاه نشان‌دهنده تأثیرپذیری مناسب این گیاه از مصرف کودها است. در تمامی سطوح کود شیمیایی با کاربرد کود آلی میزان عملکرد خشک در واحد سطح افزایش یافت و این افزایش از کاربرد کود آلی نسبت به کود زیستی بیش‌تر بود. به‌طورکلی اعمال تیمارهای کودی تلفیقی در مقایسه با کاربرد جداگانه آن‌ها، اثرات به مراتب بیش‌تری بر میزان عملکرد گیاه دارویی پریلا داشت.



شکل ۸- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد خشک پریلا در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

Figure 8. Effect of chemical and organic fertilizers on plant yield of Perilla in Mashhad Ardehal and Sensen regions.

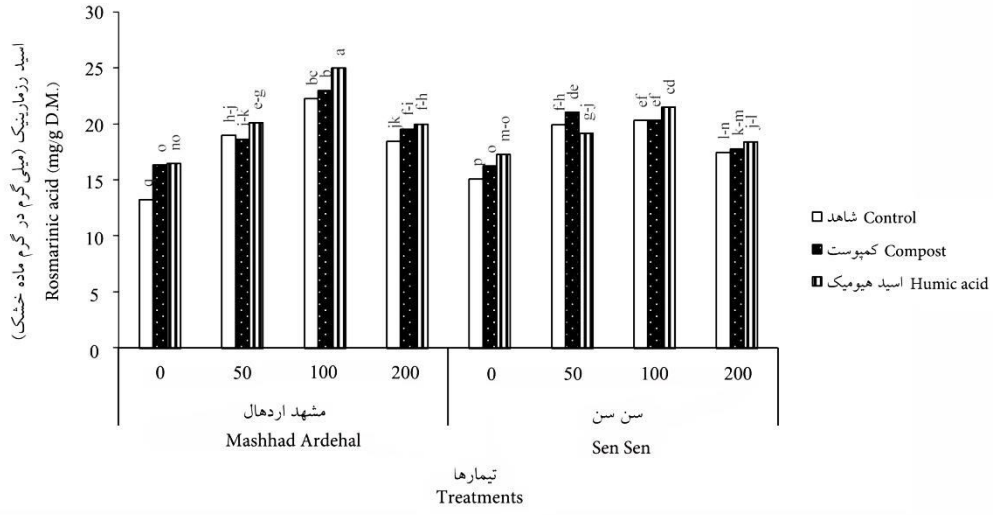
نتایج مشابهی از کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف در گیاه دارویی گشنیز گزارش شده بود (۱). در پژوهش دیگری کاربرد توام کودهای آلی با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و باکتری تیوباسیلوس توانست با بهبود وضعیت خاک، افزایش اکسایش گوگرد و افزایش کربن آلی خاک باعث افزایش زیست‌توده تولیدی ذرت گردد (۲۲). کوپتا و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) و علی‌آبادی و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه گشنیز نتیجه گرفتند که اثر همزیستی با قارچ میکوریزا بر زیست‌توده گیاه و عملکرد بذر معنی‌دار بود (٤ و ۱۰).



شکل ۹- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر عملکرد خشک برگ پریلا.

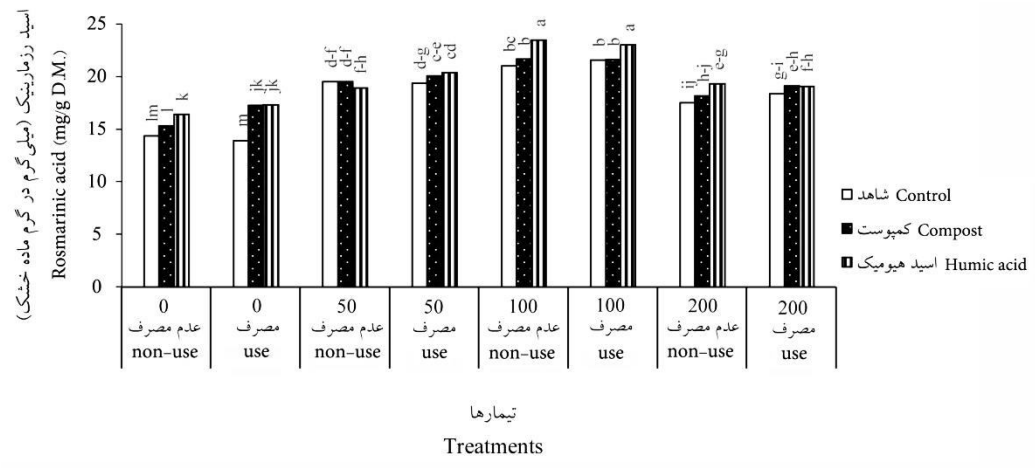
Figure 9. Effect of chemical, organic and biologic fertilizer on plant yield of Perilla.

میزان اسید رزمارینیک: در هر دو منطقه آزمایش بیش‌ترین میزان اسید رزمارینیک در تمام سطوح کود شیمیایی از کاربرد کود ارگانیک اسید هیومیک به‌دست آمد و فقط در منطقه سن‌سن و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی کاربرد کمپوست تأثیر بهتری داشت. این موضوع نشان از اهمیت کاربرد اسید هیومیک بر میزان اسانس گیاه پریلا است. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان اسید رزمارینیک (به‌ترتیب ۲۵/۰۱ و ۱۳/۲٤ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) به‌ترتیب از تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود آلی اسید هیومیک و تیمار بدون استفاده از کود شیمیایی و کود آلی در منطقه مشهد اردهال به‌دست آمد (شکل ۱۰). کاربرد کود آلی در شرایط مصرف و عدم مصرف کود زیستی و در تمام سطوح کود شیمیایی توانست میزان اسید رزمارینیک را در ماده خشک افزایش دهد ولی در بیش‌تر موارد، اسید هیومیک تأثیر بیش‌تری در مقایسه کمپوست داشت. بیش‌ترین اسید رزمارینیک (۲۳/٤۸ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) از تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کاربرد اسید هیومیک و عدم مصرف کود زیستی و کم‌ترین میزان (۱۳/۹٤ گرم در مترمربع) از تیمار بدون مصرف کود شیمیایی و آلی و در شرایط کاربرد کود زیستی به‌دست آمد (شکل ۱۱). همانند ماده خشک گیاه پریلا، میزان اسید رزمارینیک نیز از کاربرد کودها تأثیر مثبتی پذیرفت و شدت تأثیر کود شیمیایی و آلی بیش‌تر بود.



شکل ۱۰- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی بر میزان اسید رزمارینیک پریلا در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

Figure 10. Effect of chemical and organic fertilizer on rosmarinic acid content of Perilla in Mashhad Ardehal and Sensen regions.

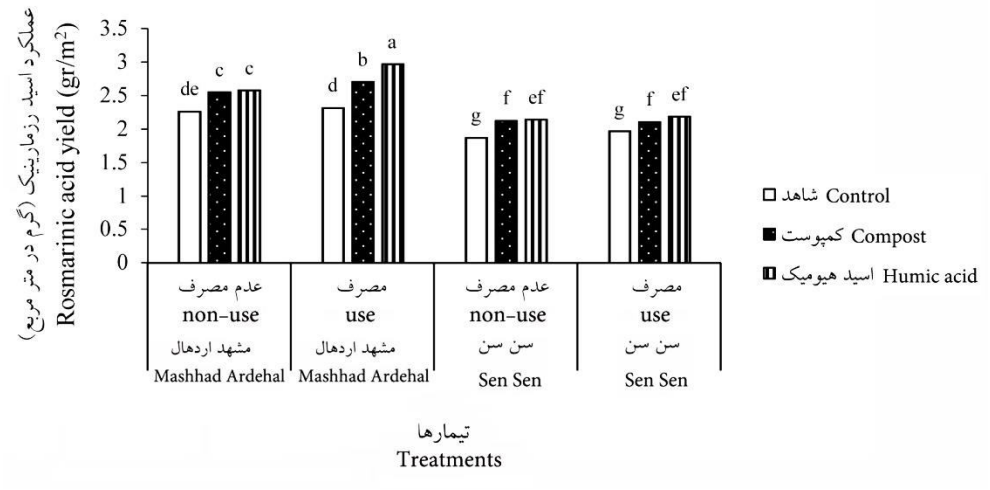


شکل ۱۱- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر میزان اسید رزمارینیک پریلا.

Figure 11. Effect of chemical, organic and biologic fertilizer on rosmarinic acid content of Perilla.

در پژوهش‌های مشابهی، کالرا (۲۰۰۳) در گیاه نعناع فلفلی و ویلدووا و استلکوا (۲۰۰۶) در گیاه بابونه اثرات کشت ارگانیک را بر درصد و عملکرد اسانس مثبت گزارش کردند (۱۵ و ۳۳). در آزمایش‌های دیگری روی گیاهان دارویی زوفا و زنیان مشاهده شد که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی باعث بهبود خصوصیات کیفی گیاهان مذکور گردید (۱۸). به‌نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی کودهای آلی با کودهای شیمیایی و زیستی ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث افزایش دسترسی به عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد کیفی گیاه می‌گردد.

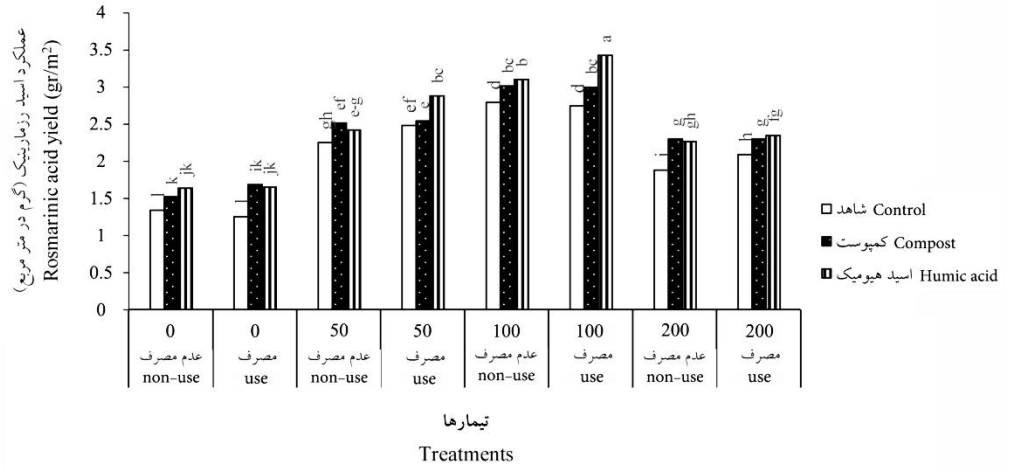
عملکرد اسید رزمارینیک: در هر دو منطقه آزمایش بیش‌ترین عملکرد اسید رزمارینیک هم در شرایط مصرف و هم در شرایط عدم مصرف کود زیستی از کود آلی اسید هیومیک به‌دست آمد. بیش‌ترین عملکرد اسید رزمارینیک (۲/۹۶۷ گرم در مترمربع) از تیمار کود آلی اسید هیومیک و مصرف کود زیستی در منطقه مشهد اردهال به‌دست آمد (شکل ۱۲). عملکرد اسید رزمارینیک در منطقه مشهد اردهال نسبت به منطقه سن‌سن بالاتر بود که می‌توان دلیل آن را بیش‌تر بودن عملکرد ماده خشک در منطقه مشهد اردهال (شکل ۸) نسبت داد. همچنین در بین تیمارهای مختلف کودهای مورد استفاده در این آزمایش بیش‌ترین عملکرد اسید رزمارینیک (۳/۴۳۲ گرم در مترمربع) از تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و کود آلی اسید هیومیک و در شرایط مصرف کود زیستی و کم‌ترین مقدار (۱/۲۵۳ گرم در مترمربع) از تیمار عدم مصرف کود شیمیایی و آلی و مصرف کود زیستی به‌دست آمد (شکل ۱۳).



شکل ۱۲- تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد اسید رزمارینیک پریلا در منطقه مشهد اردهال و سن‌سن.

Figure 12. Effect of organic and biologic fertilizer on rosmarinic acid yield of Perilla in Mashhad Ardehal and Sensen regions.

در پژوهش حاضر، کاربرد تلفیقی منابع کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها اثرات به مراتب بیش‌تری بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی پریلا داشت. در همین راستا، افزایش عملکرد اسانس در اثر کاربرد کودهای تلفیقی گیاه دارویی زوفا و زنیان نیز گزارش شده است (۱۸). درزی و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که استفاده از میکوریزا، ورمی‌کمپوست و استفاده از کود فسفات زیستی باعث افزایش درصد و کیفیت اسانس گیاه رازیانه شده است (۱۱).



شکل ۱۳- تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر عملکرد اسید رزمارینیک پریلا.

Figure 13. Effect of chemical, organic and biologic fertilizer on rosmarinic acid yield of Perilla.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که مدیریت تغذیه‌ای گیاه دارویی پریلا اثرات قابل‌توجهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی این گیاه دارد. در بین تیمارهای منفرد کودهای مورد مطالعه، سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و در بین کودهای آلی، هیومیک اسید نقش مؤثرتری در بهبود شاخص‌های مورد مطالعه داشتند، اما به‌کارگیری کود زیستی به‌صورت جداگانه تأثیر چندان مشخصی بر این گیاه نداشت و تلفیق با کودهای دیگر نقش مؤثرتری نشان داد. منطقه مشهد اردهال با توجه به خصوصیات خاکی و ویژگی‌های آب و هوایی نسبت به منطقه سن‌سن برای کشت پریلا شرایط بهتری داشت. همچنین کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف در مقایسه با کاربرد منفرد هر یک از آن‌ها در هر دو منطقه مورد مطالعه باعث بهبود قابل‌توجه ویژگی‌های رشد و نیز عملکرد زیست‌توده، عملکرد بذر و شاخص‌های کیفی گیاه دارویی پریلا گردید. به‌طورکلی با توجه به این‌که این گیاه بومی اقلیم جنوب‌شرق آسیاست توسعه این گیاه در ایران نیازمند مطالعات بیش‌تری می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از شرکت باریج اسانس به‌دلیل تامین بخشی از امکانات آزمایشگاهی و مالی و همچنین از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌دلیل حمایت مالی این پژوهش سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1.Aghhavani Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R. and Nasiri Mahallati, M. 2015. Effect of organic, biologic and chemical fertilizer on quantity and quality of *Coriandrum sativum* L. J. Hort. Sci. 29: 3. 486-500.

2.Akbari Nia, A., Daneshian, J. and Mohammadbeigi, F. 2006. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and oil content of *Coriandrum sativum* (L.). Iran. J. Medic. Aroma. Plants. 22: 4. 410-419. (In Persian)

3.Alexander, M. 2005. Biodegradation and Bioremediation, Acad. Press, San Diego, Calif, 1994. G.H.

4.Aliabadi Farahani, H., Arbab, A. and Abbaszadeh, B. 2008. The effects of super phosphate triple, water deficit stress and *Glomus hoi* biological fertilizer on some quantity and quality characteristics of *Coriandrum sativum* (L.). Iran. J. Medic. Aroma. Plants. 24: 1. 18-30. (In Persian)

5.Ansari, M.V., Trivedi, D.K., Sahoo, R.K., Gill, S.S. and Tuteja, N. 2013. A critical review on fungi mediated plant responses with special emphasis to *Piriformospora indica* on improved production and protection of crops. Plant Physiol. Biochem. 70: 403-410.

6.Asgari, M., Habibi, D. and Naderi, Gh. 2011. Effect of Vermi compost, Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Humic Acid on Growth Factores of *Mentha piperita* L. in Central Province. Agron. Plant Breed. J. 7: 4. 41-54.

7.Asif, M. 2012. Phytochemical study of polyphenols in *Perilla frutescens* as an antioxidant. Avicenna J. Phytomed. 2: 169-178.

8.Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. 2002. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technol. 81: 2. 103-108.

9.Baltruschat, H., Fodor, J.B.D., Harrach, E., Niemczyk, B., Barna, G., Gullner, A., Janeczko, K., Kogel, H., Schäfer, P., Schwarczinger, I., Zuccaro, A. and Skoczowski, A. 2008. Salt tolerance of barley induced by the root endophyte *Piriformospora indica* is associated with a strong increase in antioxidants. New Phytol. 180: 501-510.

10.Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandularhairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* (L.) var. Genovese. Mycorrhiza. 16: 485-494.
11.Darzi, M.T., Galavand, A., Rejali, F. and Sefid kon, F. 2007. Effect of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare*). Iran. J. Medic. Aroma. Plants. 22: 4. 276-292.
12.Delate, K. 2000. Heenah mahyah student form herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA pepper. Turk. J. Biol. 28: 85-90.
13.Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum weath. Agron. Sustain. Dev. 25: 183-191.
14.Jin-hua, Zh., Er-hua, R., Ping-yi, G., Xin, W., Yin-yuan, W. and Xiang-yang, Y. 2012. The interacting effect of urea and quizalofop-ethyl herbicide on improving growth and controlling weeds in *Perilla frutescens* L. J. Medic. Plants Res. 6: 1055-1064.
15.Kalra A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs). FAO.
16.Karami, A. and Zare, M. 2014. Physiologic and nutritious responses of alfalfa to endogenous fungus *Priformospora indica* and bacteria *Azospirillum spp* in salt stress condition. Elec. J. Crop Prod. 7: 1. 109-123. (In Persian)
17.Kumar, V. and Sigh, K.P. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. Bioresource Tech. 76: 2. 73-175.
18.Lebaschi, M.H., Matin, A. and Amin, Gh. 2001. The effect of organic and chemical fertilizers on the yield and composition of Hypericum. Iran. J. Medic. Aroma. Plants. 10: 53-63. (In Persian)
19.Lu, X., Hao, L., Wang, F., Huang, Ch. and Wu, SH. 2013. Molecular cloning and overexpression of the tyrosine aminotransferase (TAT) gene leads to increased rosmarinic acid yield in *Perilla frutescens* (L.). Plant Cell Tiss. Organ. Cult. 115: 69-83.
20.Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Int. Agrophysics. 21: 361-366.
21.Mahmoudi, M., Samavat, S., Mostafavi, M., Khalighi, A. and Cherati, A. 2013. The Effects of Proline and Humic acid on Quantitative Properties of Kiwifruit. Int. Res. J. Appl. Basic Sci. 6: 8. 1117-1119.
22.Mohamadi Ariya, M., Lakziyan, A. and Hagh Nia, G.H. 2010. The effects of innoculum of *Thiobacillus* and *Asperjillus* on growth of *Zea mays*. Iran. J. Field Crop Res. 8: 1. 82-89. (In Persian)
23.Nina, C., Tatiana, S., Camelia, S., Veaceslav, G., Radu, N. and Valentin, G. 2014. Biological and phytochemical research on *Perilla frutescens* Var. purpuracens (Hayata). In republic of Moldova. Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii. 2: 323.
24.Rouphael, Y., Raimondi, G., Paduano, A., Sacchi, R., Barbieri, G. and De Pascale, S. 2015. Influence of organic and conventional farming on seed yield, fatty acid composition and tocopherols of Perilla. Amer. J. Chem. Soc. 9: 4. 303-308.
25.Sabzevari, S.V., Khazaei, H. and Kafi, M. 2009. Effect of Humic acid on root and shoot growth in siones and sabalan cultivars of wheat. J. Water Sci. 94: 87. (In Persian)
26.Safaei, Z., Azizi, M., Davarynejad, G.H. and Aroiee, H. 2014. The effect of foliar application of humic acid and nanofertilizer on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). J. Medic. Plants By-Prod. 2: 133-140.
27.Sepehri, M., Saleh Rastin, N., Hoseini Salekde, Gh. and Khayam Nekoyi, M. 2009. Effect of *Piriformospora indica* fungi on growth improvement of barley in salt condition. J. Rang. 3: 3. 508-511. (In Persian)

28.Shaalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt J. Agric. Res. 83: 1. 271.
29.Shen, Q., Qin, X., Wang, X., Tian, Sh., Xiang, Y. and Zhao, J. 2014. Effects of plant density on the economic yield and agronomic characters of *Perilla frutescens* L., Agric. Sci. Tech. 15: 9. 1516-1520.
30.Sherameti, I., Shahollari, B., Venus, Y., Altschmied, L., Varma, A. and Oelmüller, R. 2005. The endophytic fungus *Piriformospora indica* stimulates the expression of nitrate reductase and the starch degrading enzyme glucan-water dikinase in tobacco and Arabidopsis roots through a homeodomain transcription factor which binds to a conserved motif in their promoters. J. Bio. Chem. 280: 2641-2647.
31.Shirzadi, F., Ardakani, M.R. and Asadi Rahmani, V. 2014. Effect of vermicompost and biologic fertilizer on quantity characteristics of basil. J. Agroecol. 6: 3. 542-551. (In Persian)
32.Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M. 2014. Assessment of organic, biologic and fertilizer on morphologic traits, yield, yield components of basil. Iran. J. Field Crops Res. 12: 4. 543-553. (In Persian)
33.Vildova, A. and Stolcova, M. 2006. Cultivation technology of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic agriculture. 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. Slovak Republic, Prosov, 50p.
34.Waller, F., Achatz, B., Baltruschat, H., Fodor, J., Becker, K., Fischer, M., Heier, T., Huckelhoven, R., Neumann, Ch., Wettstein, D., Franken, P. and Kogel, K.H. 2005. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 102: 38. 13386-13391.
35.Xudan, X. 1986. The effect of foliar application of Humic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. Aust. J. Agric. Res. 37: 343-350.
36.Zare, M.J., Hajinia, S., Karimi, N., Mohammadi Goltapeh, E., Rejali, F. and Varma, A. 2012. Effect of *Piriformospora indica* and *Azospirillum* strains from saline or non-saline soil on mitigation of the effects of NaCl. Soil Bio. Biochem. 45: 139-146.
37.Zolfaghari, M., Nazeri, V., Sefidkon, F. and Rejali, F. 2013. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and essential oil content and composition of *Ocimum basilicum* L. Iran. J. Plant Physiol. 3: 2. 643-650. (In Persian)