

## بررسی اثر تلفیقی کودهای NPK و دامی بر برخی صفات کمی و کیفی حنا (*Lawsonia inermis* L.) در جنوب استان کرمان

صابر حیدری<sup>۱\*</sup>، جواد سرحدی<sup>۲</sup> و مهری شریف<sup>۳</sup>

۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران، پست الکترونیک: s.heydari@areeo.ac.ir

۲- استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

۳- کارشناس، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۱

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۱

### چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای آلی، شیمیایی و ترکیب آنها بر خصوصیات حنا (*Lawsonia inermis* L.) در جنوب استان کرمان، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به مدت دو سال اجرا شد. فاکتورها شامل کود گاوی پوسیده در دو سطح (۰ (a<sub>1</sub>) و ۱۵ (a<sub>2</sub>) تن در هکتار) و کود NPK (اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) در پنج سطح (۰ (b<sub>1</sub>), ۲۵ (b<sub>2</sub>), ۵۰ (b<sub>3</sub>), ۷۵ (b<sub>4</sub>) و ۱۰۰ (b<sub>5</sub>) درصد براساس آزمون خاک) بودند. پس از پایان آزمایش در هر سال، صفات عملکرد برگ و غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ماده مؤثره لائوسون برگ در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه مرکب دو ساله نشان داد که اثر متقابل تیمارهای کود آلی و شیمیایی روی عملکرد و میزان لائوسون برگ معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک برگ (۴۸۳/۲ گرم بر مترمربع) مربوط به تیمار a<sub>2</sub>b<sub>5</sub> بود که اختلاف معنی‌داری با a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> (۴۷۳/۷ گرم بر مترمربع) نداشت. تیمارهای a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> و a<sub>2</sub>b<sub>5</sub> به ترتیب ۴۱/۲ و ۳۸/۵ درصد عملکرد بهتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. همچنین، تیمار a<sub>2</sub>b<sub>5</sub> بیشترین میزان لائوسون برگ (۳۰/۱ گرم بر گیاه) را بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> (۲۵/۲ گرم بر گیاه) نشان داد. با توجه به وضعیت منطقه مورد پژوهش از نظر عدم کاربرد مواد آلی و همچنین توجیه اقتصادی حنای تولیدی، می‌توان توصیه به استفاده از ۱۵ تن در هکتار کود گاوی پوسیده به همراه کاهش ۲۵ درصدی کود شیمیایی NPK برای تولید محصول حنا را داشت.

واژه‌های کلیدی: حنا (*Lawsonia inermis* L.)، کودهای آلی و شیمیایی، گیاهان دارویی، لائوسون.

### مقدمه

بیضی، نوک تیز، لبه‌دار و قهوه‌ای متمایل به سبز تا قهوه‌ای تیره و به صورت متقابل روی شاخه است. این گیاه، میوه قهوه‌ای رنگ از نوع کپسول، بذرها همی، صاف، سخت و

حنا (*Lawsonia inermis* L.) از خانواده Lythraceae از جمله گیاهان بوته‌ای چندساله، دارای برگ‌های کوچک،

گیاهان به همراه داشته باشد (Khorramdel *et al.*, 2018). هرچند که کاربرد مقادیر مناسب کودهای شیمیایی می‌تواند به افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان در کوتاه‌مدت کمک کند ولی کاربرد زیاد کودهای شیمیایی نه تنها واکنش در مقابل کودها را کاهش می‌دهد بلکه باعث تجمع این مواد در خاک و از بین رفتن برخی موجودات خاکی، نفوذ به منابع آب زیرزمینی و آلودگی آن خواهد شد. بکارگیری کودهای آلی گامی اساسی و مطمئن برای دستیابی به هدف‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک است. این مهم با بهبود فعالیت زیستی خاک و عرضه عنصرهای غذایی برای گیاهان موجب افزایش عملکردشان به‌ویژه در گیاهان دارویی می‌شود (Rao, 2001). Khandelwal و Nagda (۲۰۰۵) در مطالعات تغذیه حنا گزارش کردند که گیاهان تغذیه شده با بالاترین سطح مواد مغذی یعنی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر باعث افزایش معنی‌دار صفت ارتفاع گیاه، تعداد شاخه و گل‌آذین، وزن گل و عملکرد روغن‌های اساسی گیاه شدند. Vakili Shahrabaki (۲۰۱۴) در تحقیقی بر روی تأثیر مقدار کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد رویشی و تولیدی گیاه دارویی حنا اعلام کرد که اثر تراکم بوته، کود نیتروژن و اثر متقابل دو عامل بر وزن برگ‌های خشک از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. البته اثر نیتروژن به تنهایی از نظر آماری معنی‌دار نبود. در نهایت تراکم بوته‌های ۱۶۰۰۰ تا ۲۱۰۰۰ بوته در هکتار و مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن با عملکرد وزن برگ خشک ۳/۵۴، ۳/۳۴ تن در هکتار توصیه شد. Sarhadi و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر تنش آبی و کود نیتروژن بر جذب مواد غذایی اکوتیپ‌های حنا بیان کردند که تنش آبی تأثیر معنی‌داری بر کلسیم، سدیم و نسبت پتاسیم به سدیم در سطح ۱٪ و بر جذب پتاسیم در سطح ۵٪ داشت. اثر نیتروژن برای درصد جذب پتاسیم و نسبت کلسیم به پتاسیم معنی‌دار بود. Pasandi Pour و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی تأثیر عوامل اقلیمی - مدیریتی بر عملکرد گیاه حنا در استان کرمان گزارش کردند که بیشترین و کمترین

به‌رنگ قهوه‌ای متمایل به خرمایی که اندازه آنها دو میلی‌متر است، دارد (Chaudhary *et al.*, 2010). حنا به‌عنوان آنتی‌اکسیدان، ضد انعقاد، التیام‌دهنده زخم و ضد التهاب شناخته شده و طیف وسیعی از فعالیت‌های ضد میکروبی را داشته و می‌تواند برای درمان بیماری‌های پوستی و بهبود زخم‌های عفونی استفاده شود (Philip *et al.*, 2011). محصول حنا در دو تا سه چین به فاصله دو ماه، قابل برداشت است. اولین چین، مرغوب‌ترین و بهترین چین بوده و ارزش اقتصادی بالاتری دارد (Farahbakhsh *et al.*, 2017). برگ‌های حنا حاوی ماده رنگی به نام لوسون یا ۲-هیدروکسی ناپتو کوئینون، گلیکوزیدهای فنلی متعدد، کومارین، گزانتون، کینوئید، گلیکوزید، بتاسیتوسترول و فلاونوئیدهایی مانند لوتولین و ۶٪ چربی، ۲-۳٪ رزین، ۷-۸٪ تانن و ۱/۲٪ اسانس است (Pasandi Pour *et al.*, 2021). سطح زیر کشت گیاهان دارویی در کشور حدود ۳۹ هزار هکتار گزارش شده است که گیاه حنا با سطح زیرکشت هفت هزار هکتار رتبه دوم را از این نظر دارد. پراکنش کاشت گیاه حنا در استان کرمان محدود به شهرستان‌های بم، شهداد، کهنوج و رودبار جنوب است که حدود ۹۵٪ حنای تولیدی کشور از این مناطق می‌باشد. این گیاه سازگاری بسیار خوبی با شرایط اقلیمی جنوب استان دارد و از سویی اقتصاد منطقه به‌دلیل تک‌محصولی بودن آسیب فراوانی دیده است. به‌طور کلی کاشت حنا در اراضی شنی - رسی که از لحاظ مواد غذایی و صفات فیزیکی خاک مناسب است، توصیه می‌شود (Pasandi Pour *et al.*, 2018). در کشاورزی رایج برای افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش رشد و عملکرد محصول بیشتر از کودهای شیمیایی استفاده می‌شود. با وجود مزیت‌های این کودها در بهبود رشد و عملکرد گیاه، مصرف آنها می‌تواند از طریق آبخویی و فرسایش سبب افزایش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی گردد. در چنین شرایطی استفاده از کودهای زیستی و آلی علاوه بر حفظ محیط‌زیست و تولید محصولات کشاورزی سالم می‌تواند شرایط تغذیه‌ای بهتری را برای گیاه فراهم کرده و تأثیر مطلوبی بر بهبود رشد

جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۷ دقیقه شمالی اجرا شد. دشت جیرفت دارای ارتفاع ۶۰۰ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالانه ۱۳۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر و تبخیر سالانه ۳۰۰۰ میلی‌متر است (Sarhadi *et al.*, 2021). فاکتور کود آلی در دو سطح (صفر) (a<sub>1</sub>) و ۱۵ تن در هکتار (a<sub>2</sub>) بود. فاکتور کود شیمیایی در پنج سطح شامل بدون کود (شاهد) (b<sub>1</sub>)، کود شیمیایی NPK به میزان ۲۵٪ براساس آزمون خاک (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۵۰، ۳۷/۵ و ۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار) (b<sub>2</sub>)، کود شیمیایی NPK به میزان ۵۰٪ براساس آزمون خاک (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۱۰۰، ۷۵ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار) (b<sub>3</sub>)، کود شیمیایی NPK به میزان ۷۵٪ براساس آزمون خاک (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۱۵۰، ۱۱۲/۵ و ۱۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار) (b<sub>4</sub>)، کود شیمیایی NPK به میزان ۱۰۰٪ براساس آزمون خاک (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) (b<sub>5</sub>) بود. برای کشت حنا در مزرعه، به دلیل ریز بودن بذرها و همچنین مشکلات جوانه‌زنی از روش نشاء‌کاری استفاده شد. کاشت در اواسط فروردین‌ماه در شرایط گلخانه درون سینی‌های نشاء ۱۰۵ خانه‌ای با عمق ۵ سانتی‌متر و حجم ۲۵ میلی‌لیتر انجام شد. سینی‌های نشاء با مخلوطی از شن ریز (۵۰٪) و کوکوپیت (۵۰٪) پر شد و بذرها به صورت سطحی بر روی آن کشت شدند. آبیاری سینی‌های نشاء تا سبز شدن گیاهان به صورت روزانه ادامه یافت و پس از آن تا زمان انتقال به صورت یک روز در میان انجام شد. انتقال نشاء‌ها به زمین اصلی در اواسط خردادماه و هنگامی که گیاهچه‌ها در مرحله ۶ تا ۸ برگگی بودند انجام گردید. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. کودهای مورد استفاده از نوع اوره (۴۶٪ نیتروژن)، سوپر فسفات تریپل (۴۶٪ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) و سولفات پتاسیم (۵۰٪ K<sub>2</sub>O) بود. با توجه به نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در مزرعه و با توجه به اینکه مبنای نیاز کودی برای حنا در منابع موجود

میزان کود مصرفی در منطقه به ترتیب در شهرستان‌های رودبار جنوب و شهداد با مقادیر ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل بود. در حالی که در سایر مناطق به‌طور تقریباً یکسان میانگین ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف می‌گردد، همچنین مصرف کود پتاسیمی در منطقه رایج نبوده است. Vahidi و همکاران (۲۰۱۸) کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر عملکرد و میزان لاوسون گیاه دارویی حنا در شرایط تنش کم آبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که بیشترین مقادیر برای صفات وزن خشک برگ، تعداد برگ، ارتفاع گیاه، تعداد گره، میزان لاوسون و عملکرد در تیمار با آبیاری کامل و تلقیح میکوریزای × ورمی‌کمپوست بدست آمد. از اثرگذاری‌های مثبت کاربرد کودهای آلی بر گیاهان دارویی می‌توان به افزایش عملکرد دانه در اسفزه (Koocheki *et al.*, 2007)، افزایش عملکرد در سیاه دانه (Ghanepasand *et al.*, 2014)، افزایش عملکرد محصول و عملکرد اسانس در گشنیز (Darzi *et al.*, 2012) اشاره کرد.

امروزه در کشور ما استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنه و عدم توجه به اهمیت کودهای آلی منجر به تخریب محیط‌زیست و از بین رفتن تعادل زیستی شده که این موضوع ارائه راهکارهایی برای مقابله با این مشکل را اجتناب‌ناپذیر کرده است. با توجه به کاهش کیفیت آب و خاک منطقه و اهمیت توسعه کشاورزی پایدار و همچنین کاربرد فرآورده‌های گیاهان دارویی به‌عنوان داروهای طبیعی، این پژوهش برای بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (آلی، شیمیایی و تلفیقی) بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه حنا انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در شرایط مزرعه‌ای در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهر جیرفت و در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان در طول

اسپکتوفتومتر و فلیمفتومتر اندازه‌گیری شد. برای سنجش عملکرد کیفی حنا، لاوسون موجود در برگ با دستگاه اسپکتروفتومتر (Dhiman *et al.*, 2012) اندازه‌گیری شد. در سال دوم کود آلی به تیمارها داده نشد و کود شیمیایی مانند سال اول در همان تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. در پایان، داده‌ها با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD محافظت شده انجام گردید. همچنین ارزیابی اقتصادی تیمارهای مورد استفاده نیز انجام شد. منافع خالص هر تیمار از حاصلضرب عملکرد خالص حنا در قیمت در همان سال و با کم کردن هزینه کودهای مورد استفاده در هر تیمار بدست آمد.

### نتایج

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود خاک مورد استفاده در این پژوهش قلیایی و دارای بافت سبک و از نظر ماده آلی، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز تقریباً فقیر و فاقد محدودیت شوری بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش

**Table 1. Physicochemical analysis of experimental farm soil results**

| Soil texture | pH  | EC (dS.m <sup>-1</sup> ) | CEC (meq.100g <sup>-1</sup> ) | OC (%) | N (%) | P (mg.kg <sup>-1</sup> ) | K (mg.kg <sup>-1</sup> ) | Fe (mg.kg <sup>-1</sup> ) | Zn (mg.kg <sup>-1</sup> ) | Mn (mg.kg <sup>-1</sup> ) |
|--------------|-----|--------------------------|-------------------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Sa.L         | 7.8 | 2.1                      | 15.0                          | 0.5    | 0.1   | 10.0                     | 181.0                    | 3.1                       | 1.5                       | 2.5                       |

EC: Electrical Conductivity, CEC: Cation-Exchange Capacity, OC: Organic Carbon.

جدول ۲- ویژگی‌های کود گاوی پوسیده مورد استفاده در پژوهش

**Table 2. Rotten cattle manure characteristics used in the research**

| pH  | EC (1:5) (dS.m <sup>-1</sup> ) | OC (%) | P (%) | N (%) | K (%) | Fe (mg.kg <sup>-1</sup> ) | Zn (mg.kg <sup>-1</sup> ) | Mn (mg.kg <sup>-1</sup> ) |
|-----|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 7.2 | 6.6                            | 29.3   | 0.8   | 3.5   | 1.5   | 2308.5                    | 86.5                      | 51.4                      |

EC: Electrical Conductivity, OC: Organic Carbon.

کود شیمیایی بر وزن برگ (عملکرد) و میزان ماده مؤثر لاوسون در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد که اثر متقابل کود آلی و کود شیمیایی تنها بر وزن برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سال با سطوح مختلف کود آلی، کود شیمیایی و

نمود، مقدار کود مصرفی براساس آزمون خاک و نیاز کودی گندم محاسبه شد که شامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بود (Moshiri *et al.*, 2014). کودهای آلی، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به صورت پایه قبل از نشاءکاری به تیمارها اضافه شد.

کود اوره نیز به سه قسمت و در مراحل پایه، ۲۰ روز بعد از کشت نشاء و بعد از چین اول به صورت سرک به گیاه داده شد. نشاءکاری گیاهچه‌ها در کرت‌هایی با پنج خط کاشت با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر و همچنین فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. در طول دوره رشد، علف‌های هرز کرت‌ها چندین بار با دست وجین گردید. آبیاری به صورت قطره‌ای و هر سه روز یک‌بار انجام شد. در پایان هر چین در فصل تابستان، گیاهان از ارتفاع پنج سانتی‌متری سطح خاک برداشت شده و صفاتی مانند وزن خشک برگ (عملکرد محصول)، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ حنا با روش‌های تجزیه گیاه و دستگاه‌های کج‌دال،

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارهای مختلف کود شیمیایی و آلی بر صفات مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر ساده سطوح کود آلی بر وزن خشک برگ (عملکرد) و میزان ماده مؤثره لاوسون برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر ساده

تلفیق کودهای آلی و شیمیایی در همه صفات معنی‌دار نبود. تیمارها بر روی غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر موجود در همچنین اثر سطوح مختلف کود آلی و شیمیایی در همه برگ گیاه معنی‌دار نبود.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کودهای شیمیایی و آلی بر برخی صفات حنا

Table 3. ANOVA of chemical and organic fertilizers effects on some *Lowsonia inermis* characteristics

| Sources of variations           | M.S. |                           |                        |                          |                       |                        |
|---------------------------------|------|---------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
|                                 | d.f. | Leaf dry weight           | N                      | P                        | K                     | Leaf lawson content    |
| Year                            | 1    | 122183.16 <sup>n.s.</sup> | 0 <sup>n.s.</sup>      | 0.0018 <sup>n.s.</sup>   | 13.33 <sup>n.s.</sup> | 291.81 <sup>n.s.</sup> |
| Replication (Year)              | 4    | 684.7 <sup>n.s.</sup>     | 0.248 <sup>n.s.</sup>  | 0.0014 <sup>n.s.</sup>   | 0.12 <sup>n.s.</sup>  | 132.51 <sup>n.s.</sup> |
| Organic fertilizer              | 1    | 22390.32*                 | 0.005 <sup>n.s.</sup>  | 0.0079 <sup>n.s.</sup>   | 0.04 <sup>n.s.</sup>  | 395.68*                |
| Chemical fertilizer             | 4    | 25853.24*                 | 0.19 <sup>n.s.</sup>   | 0.0001 <sup>n.s.</sup>   | 0.06 <sup>n.s.</sup>  | 301.08*                |
| Organic F. × Chemical F.        | 4    | 1998.5*                   | 0.04 <sup>n.s.</sup>   | 0.0014 <sup>n.s.</sup>   | 0.091 <sup>n.s.</sup> | 16.65 <sup>n.s.</sup>  |
| Year × Organic F.               | 1    | 111.7 <sup>n.s.</sup>     | 0.02 <sup>n.s.</sup>   | 1.6×10 <sup>-4n.s.</sup> | 0.009 <sup>n.s.</sup> | 1.21 <sup>n.s.</sup>   |
| Year × Chemical F.              | 4    | 1729.3 <sup>n.s.</sup>    | 0.0001 <sup>n.s.</sup> | 0.0021 <sup>n.s.</sup>   | 0.02 <sup>n.s.</sup>  | 6.94 <sup>n.s.</sup>   |
| Year × Organic F. × Chemical F. | 4    | 287.5 <sup>n.s.</sup>     | 0.0001 <sup>n.s.</sup> | 0.0004 <sup>n.s.</sup>   | 0.03 <sup>n.s.</sup>  | 6.82 <sup>n.s.</sup>   |
| Experimental error              | 36   | 431.2                     | 0.03                   | 0.001                    | 0.023                 | 12.14                  |
| C.V. (%)                        |      | 5.17                      | 6.59                   | 13.58                    | 8.34                  | 16.53                  |

<sup>n.s.</sup> and \* : non-significant and significant at 5% probability level, respectively.

در جدول ۴ مقایسه میانگین عملکرد حنا (وزن برگ) تحت تأثیر ساده تیمارهای کود آلی و شیمیایی به ترتیب در دو سال پژوهش نشان داده شده است. طبق این جدول با مصرف ۱۵ تن در هکتار کود آلی، میزان عملکرد در تیمار (a2) به ۴۲۱/۰۲ گرم بر مترمربع یا ۴/۲ تن در هکتار افزایش یافت که نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود آلی)، ۱۰/۱۰٪ افزایش عملکرد را نشان داد. کود شیمیایی نیز تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ داشت. بیشترین وزن خشک برگ از تیمار مصرف کودهای اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (b5) براساس آزمون خاک بدست آمد. کمترین وزن خشک برگ از تیمار بدون مصرف کود شیمیایی حاصل شد. با مصرف کودهای ذکر شده براساس آزمون خاک، میزان عملکرد محصول به ترتیب به میزان ۶/۵، ۱۸/۴،

۲۵/۱ و ۳۲/۳ درصد نسبت به تیمارهای مصرف کود براساس ۷۵٪ (b4)، ۵۰٪ (b3)، ۲۵٪ (b2) آزمون خاک و تیمار بدون مصرف کود (b1) افزایش یافت. همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، کود آلی و شیمیایی هر یک به تنهایی نیز سبب افزایش میزان ماده مؤثره لاوسون در برگ گیاه شدند. کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود آلی سبب افزایش لاوسون در برگ گیاه به میزان ۱۸/۲۴ گرم در گیاه شد که نسبت به تیمار شاهد با مقدار ۱۶/۹۵ گرم در گیاه، ۷/۶٪ افزایش نشان داد. همچنین کاربرد کود شیمیایی اثر مثبت بر روی ماده لاوسون برگ داشته و در تیمار کود شیمیایی براساس آزمون خاک (b5) مقدار لاوسون نسبت به تیمارهای براساس ۷۵٪ (b4)، ۵۰٪ (b3)، ۲۵٪ (b2) آزمون خاک و تیمار بدون مصرف کود شیمیایی (b1) به ترتیب ۱۸/۵، ۳۰/۳، ۵۹/۴ و ۸۴/۱ درصد افزایش یافت.

در جدول ۴ مقایسه میانگین عملکرد حنا (وزن برگ) تحت تأثیر ساده تیمارهای کود آلی و شیمیایی به ترتیب در دو سال پژوهش نشان داده شده است. طبق این جدول با مصرف ۱۵ تن در هکتار کود آلی، میزان عملکرد در تیمار (a2) به ۴۲۱/۰۲ گرم بر مترمربع یا ۴/۲ تن در هکتار افزایش یافت که نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود آلی)، ۱۰/۱۰٪ افزایش عملکرد را نشان داد. کود شیمیایی نیز تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ داشت. بیشترین وزن خشک برگ از تیمار مصرف کودهای اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (b5) براساس آزمون خاک بدست آمد. کمترین وزن خشک برگ از تیمار بدون مصرف کود شیمیایی حاصل شد. با مصرف کودهای ذکر شده براساس آزمون خاک، میزان عملکرد محصول به ترتیب به میزان ۶/۵، ۱۸/۴،

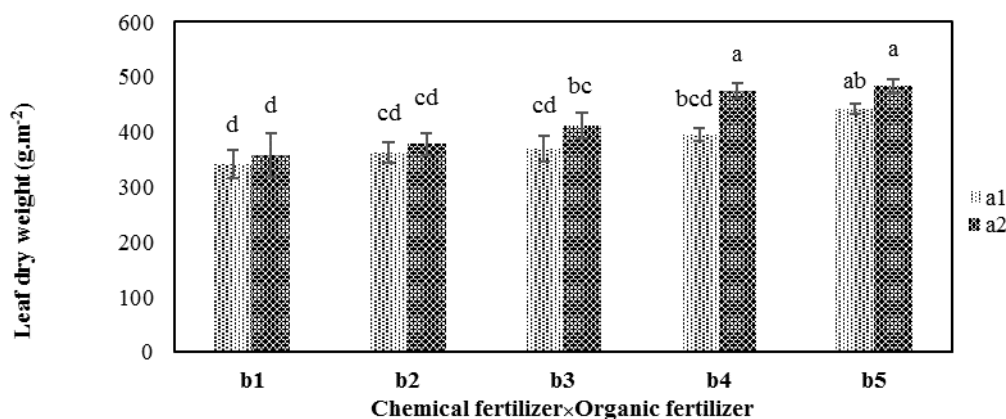
جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده کودهای شیمیایی و آلی بر برخی صفات حنا

**Table 4. Means comparison of chemical and organic fertilizers simple effects on some *Lowsonia inermis* traits**

| Traits                                       | Organic fertilizer  |                     | Chemical fertilizer |                      |                       |                      |                     |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
|  | a <sub>1</sub>      | a <sub>2</sub>      | b <sub>1</sub>      | b <sub>2</sub>       | b <sub>3</sub>        | b <sub>4</sub>       | b <sub>5</sub>      |
| Leaf dry weight (g.m <sup>-2</sup> )         | 382.38 <sup>b</sup> | 421.02 <sup>a</sup> | 349.90 <sup>c</sup> | 370.19 <sup>bc</sup> | 390.90 <sup>abc</sup> | 434.46 <sup>ab</sup> | 462.86 <sup>a</sup> |
| Leaf lawson content (g.plant <sup>-1</sup> ) | 16.95 <sup>b</sup>  | 18.24 <sup>a</sup>  | 15.14 <sup>d</sup>  | 17.48 <sup>cd</sup>  | 21.38 <sup>bc</sup>   | 23.51 <sup>ab</sup>  | 27.87 <sup>a</sup>  |

In each row, the means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (LSD test).

a= organic fertilizer treatments (a<sub>1</sub>: 0 and a<sub>2</sub>: 15 ton.ha<sup>-1</sup>), b= chemical fertilizer treatments (b<sub>1</sub>: 25%, b<sub>2</sub>: 50%, b<sub>3</sub>: 75%, and b<sub>4</sub>: 100% of soil test basis)



شکل ۱- اثر متقابل کودهای آلی و شیمیایی بر وزن خشک برگ حنا

**Figure 1. Means comparison of organic × chemical fertilizers interaction on *Lowsonia inermis* leaf weight**

(a= organic fertilizer treatments including a<sub>1</sub>: 0 and a<sub>2</sub>: 15 ton.ha<sup>-1</sup>, b= chemical fertilizer treatments including b<sub>1</sub>: 25%, b<sub>2</sub>: 50%, b<sub>3</sub>: 75%, and b<sub>4</sub>: 100% of soil test basis)

The means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (LSD test).

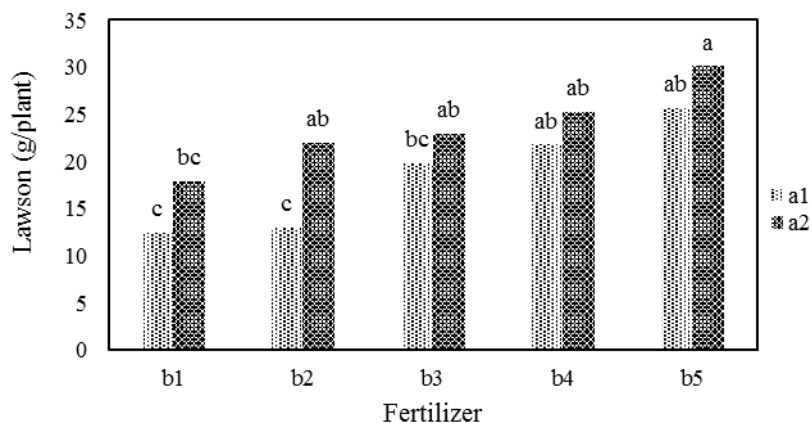
کود آلی به علاوه کود شیمیایی ۲۵٪ (آزمون خاک) و a1b2 (کود شیمیایی ۲۵٪ (آزمون خاک) و a1b3 (کود شیمیایی ۵۰٪ (آزمون خاک) در سطح آماری مشترک قرار داشتند. با توجه به نتایج شکل ۱، می‌توان بیان کرد که اثر متقابل بین تیمارهای کود آلی و شیمیایی در مقدار عملکرد گیاه، افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۲، استفاده تلفیقی از کودها، بیشترین مقدار لائوسون را در گیاه حنا تولید کرد. بالاترین مقدار لائوسون در تیمار تلفیقی a2b5 با ۱۵ تن بر هکتار کود آلی و کود شیمیایی براساس آزمون خاک (به ترتیب ۲۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار از کودهای اویره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) بدست آمد. کمترین مقدار لائوسون نیز در تیمارهای a1b1 (بدون کود آلی و شیمیایی) و a1b2 (بدون کود آلی و کود

مقایسه میانگین عملکرد حنا (وزن برگ) تحت تغذیه تلفیقی کود آلی و شیمیایی در دو سال پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ (۴۸۳/۲ گرم بر مترمربع) مربوط به تیمار a2b5 (۱۵ تن در هکتار کود آلی و کود شیمیایی براساس آزمون خاک) است که اختلاف معنی‌داری با تیمار a2b4 (۱۵ تن در هکتار کود آلی و کود شیمیایی براساس ۲۵٪ آزمون خاک) با وزن خشک برگ ۴۷۳/۷ گرم بر مترمربع نداشت. همچنین کمترین میزان وزن خشک برگ در تیمار a1b1 (بدون کود آلی و شیمیایی) با مقدار ۳۴۲/۱ گرم بر مترمربع مشاهده شد. تیمارهای a2b5 و a2b4 توانستند به ترتیب ۴۱/۲٪ و ۳۸/۵٪ عملکرد بهتری نسبت به تیمار شاهد نشان دهند. همچنین تیمارهای کودی a2b2 (مصرف

لاسون در تیمار a2b5 نسبت به تیمارهای a1b1 و a1b2 به ترتیب اختلاف ۱۴۲٪ و ۱۳۳٪ را نشان می‌دهد.

شیمیایی براساس ۲۵٪ آزمون خاک) به ترتیب با مقادیر ۱۲/۴ و ۱۲/۹ بدست آمد. همانطور که مشاهده می‌شود مقدار



شکل ۲- اثر متقابل کود آلی و شیمیایی بر مقدار لاسون در برگ حنا (a= تیمارهای کود آلی، b= تیمارهای کود شیمیایی)

**Figure 2. Means comparison of organic × chemical fertilizers interaction on Lawson content in *Lawsonia inermis* leaf**

(a= organic fertilizer treatments including a<sub>1</sub>: 0 and a<sub>2</sub>: 15 ton.ha<sup>-1</sup>, b= chemical fertilizer treatments including b<sub>1</sub>: 25%, b<sub>2</sub>: 50%, b<sub>3</sub>: 75%, and b<sub>4</sub>: 100% of soil test basis)

The means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (LSD test).

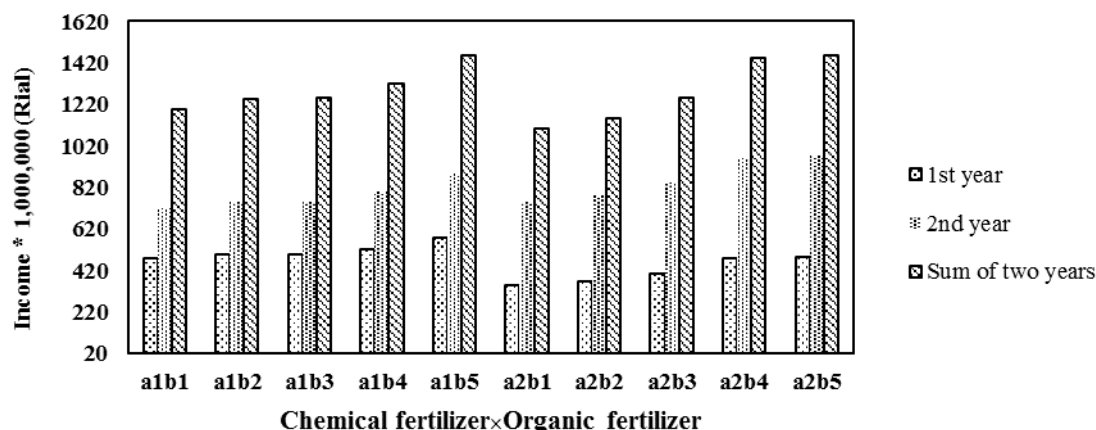
آلی به همراه کود شیمیایی براساس ۷۵٪ آزمون خاک) به ترتیب با درآمد ۹۷۳۰۰۰۰۰۰ و ۹۶۴۰۰۰۰۰۰ ریال بود که اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نداشتند. تیمار a2b5 نسبت به تیمار a1b1 (بدون کود) و a2b1 (تنها کود آلی) به ترتیب افزایش درآمد ۳۵/۵، ۲۹/۵ درصدی داشت. به دلیل مصرف کود آلی در سال اول پژوهش و عدم استفاده از کود آلی در سال دوم، میزان درآمد خالص در تیمارهایی که کود آلی به همراه کود شیمیایی استفاده شده بود نسبت به تیمارهای فاقد کود آلی بیشتر بوده است.

در مجموع دو سال، بیشترین درآمد خالص در تیمارهای a2b5 (کود آلی به همراه کود شیمیایی براساس آزمون خاک)، a1b5 (کود شیمیایی براساس آزمون خاک) و a2b4 (کود آلی به همراه کود شیمیایی براساس ۷۵٪ آزمون خاک) به ترتیب با درآمد ۱۴۵۸۰۰۰۰۰، ۱۴۵۵۰۰۰۰۰ و ۱۴۴۵۰۰۰۰۰ ریال بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (a1b1)، به ترتیب افزایش عملکرد ۲۱/۸، ۲۱/۵ و ۲۰/۷ درصدی را نشان دادند.

### توجیه اقتصادی

در شکل ۳ میزان درآمد خالص بعد از کسر هزینه در تیمارهای آزمایشی به ترتیب در سال اول، دوم و مجموع دو سال نشان داده شده است. در سال اول آزمایش با محاسبه میزان درآمد حاصل از دو چین برگ حنا، تیمار a1b5 با ۵۷۷۰۰۰۰۰۰ ریال بیشترین درآمد خالص را بدست آورد که نسبت به تیمار شاهد (a1b1) با ۴۷۸۰۰۰۰۰۰ ریال درآمد خالص، افزایش درآمد ۲۰/۷ درصدی را به همراه داشت. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است در سال اول پژوهش به دلیل هزینه بالای کود آلی، میزان درآمد خالص در تیمارهایی که تنها از کود شیمیایی استفاده کرده بودند بیشتر از تیمارهایی بود که از کود آلی به همراه کود شیمیایی استفاده شده بود.

در سال دوم پژوهش، با سه چین برداشت برگ حنا، بیشترین درآمد خالص مربوط به تیمارهای a2b5 (کود آلی به همراه کود شیمیایی براساس آزمون خاک) و a2b4 (کود



شکل ۳- میزان درآمد خالص حاصل از فروش برگ خشک حنا (بعد از کسر هزینه کود) در سال اول، دوم و مجموع دو سال در

تیمارهای مختلف کودی

**Figure 2. Income from *Lawsonia inermis* dry leaves sale (after deducting fertilizer cost) in the first, second, and sum of two years in different fertilizer treatments**

(a= organic fertilizer treatments including a<sub>1</sub>: 0 and a<sub>2</sub>: 15 ton.ha<sup>-1</sup>, b= chemical fertilizer treatments including b<sub>1</sub>: 25%, b<sub>2</sub>: 50%, b<sub>3</sub>: 75%, and b<sub>4</sub>: 100% of soil test basis)

## بحث

اثر متقابل سال با سطوح مختلف کود آلی، کود شیمیایی و تلفیق کودهای آلی و شیمیایی در همه صفات معنی دار نبود. دلیل این موضوع به ثابت بودن روند تغییرات صفات مورد آزمایش در سطوح مختلف هر یک از تیمارها در هر سال است. روند تغییرات صفات در هر سال تحت تیمارها، یکسان بود و اختلاف معنی داری در تیمارها در دو سال آزمایش وجود نداشت.

کفایت نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث می شود تا رشد اندام های گیاه به خوبی انجام شده و گیاه قوی تری تولید شود. مطالعات نشان می دهد همراه با کاهش میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم وزن بخش های مختلف رویشی و زایشی گیاه کاهش می یابد، از سوی دیگر وجود نیتروژن باعث تداوم سطح برگ می شود. با افزایش دوام سطح برگ، مدت و میزان فتوسنتز برگ افزایش یافته، در نتیجه گیاه می تواند ماده خشک بیشتری تولید کند (Ghanbari Odivi et al., 2021). Alizadeh و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که کاربرد کود شیمیایی موجب افزایش وزن تر و

خشک، اسانس و آنتی اکسیدان در گیاه مرزه (*Satureja*

*hortensis*) در مقایسه با تیمار شاهد شد.

از نتایج بدست آمده از صفات گیاه حنا در شرایط تغذیه، می توان نتیجه گرفت که اعمال کودهای شیمیایی نیتروژنه، فسفره و پتاسه با توجه به نیاز گیاه و حدود کمبود و کفایت در خاک، عملکرد گیاه و مقدار ماده مؤثره لائوسون را افزایش می دهد. Pasandi Pour و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی اثر سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اکوتیپ های مختلف گیاه حنا، گزارش کردند که با افزایش سطوح کود میزان پارامترهای فتوسنتزی، شاخص های رشدی و عملکردی و میزان ماده مؤثره در گیاه به صورت معنی داری افزایش یافت.

کودهای آلی نیز همانند کود شیمیایی تأثیر مثبتی بر شاخص های رشدی گیاه و میزان ماده مؤثره لائوسون داشتند. Fallah و Rahimpour (۲۰۱۸) بیان کردند که کودهای آلی از طریق فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه می شوند. همچنین فسفر به عنوان اصلی ترین ترکیب در تأمین انرژی



حنا داشت. کاربرد کود شیمیایی در مقایسه با مصرف کودهای آلی و شیمیایی اثری به مراتب کمتر بر فاکتورهای رشدی گیاه اعمال می‌کند و به نظر می‌رسد دلیل این موضوع محدود بودن تعداد عناصر غذایی کودهای شیمیایی و در نتیجه بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاه باشد. مصرف تلفیقی و بهینه کودهای آلی شیمیایی دارای بازدهی بالاتری در محصول تولیدی بوده و بر مصرف تنها و جداگانه هر یک از آنها برتری دارد (Aghhavani Shajari *et al.*, 2016).

کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف اثری به مراتب بیشتر بر وضعیت رشدی گیاه حنا داشت، این مسئله را می‌توان به تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی و نقش مکملی این عناصر در تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی نسبت داد. مقادیر مناسب کود شیمیایی در تلفیق با کود آلی می‌تواند سبب افزایش زیست‌توده و در نهایت عملکرد گیاه شود. نتایج پژوهش Shahbazi و همکاران (۲۰۱۹) بر روی گیاه دارویی گل گاوزبان و Mahfouz و Sharaf-Eldin (۲۰۰۷) بر روی گیاه رازیانه نشان دادند که کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف شامل کودهای بیولوژیک، شیمیایی و آلی اثرهای مثبتی بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه گیاهان مذکور داشت. نتایج Suman و همکاران (۲۰۱۸) در گیاه گشنیز، بیانگر افزایش عملکرد دانه، در کاربرد تلفیقی کود شیمیایی با کود گاوی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش کارایی جذب مواد غذایی بود. Aghhavani Shajari و همکاران (۲۰۱۶) یکی از دلایل افزایش رشد و تولید گیاهان زراعی در شرایط مصرف توأم کود شیمیایی با کود آلی را افزایش فراهمی عناصر غذایی می‌دانند. به‌طور کلی کاربرد تلفیقی منابع کودی یکی از روش‌های مؤثر در کشاورزی پایدار برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. از آنجایی که خاک‌های منطقه جیرفت یکی از فقیرترین خاک‌های کشور از نظر ماده آلی و عناصر غذایی به‌ویژه آهن، روی، منگنز و پتاسیم می‌باشد، مصرف هر نوع ماده آلی و به‌ویژه کود آلی در

و عناصر غذایی کم مصرفی که در کودهای آلی هستند، نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان عملکرد و مواد مؤثره گیاهان دارویی دارند. کاربرد کودهای آلی در این پژوهش علاوه بر اینکه عناصر مورد نیاز رشد را برای گیاه فراهم کرد، می‌تواند در افزایش فعالیت ریزجانداران نیز مؤثر باشد. Tashakorifard و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی و زیستی با افزایش ماده آلی خاک، باعث افزایش فعالیت ریزجانداران شده و با فراهم‌سازی عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک موجب افزایش عملکرد محصول می‌شوند. Wortman و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که در ۹۶٪ از مزارعی که با کود آلی اصلاح شدند افزایش عملکرد مشاهده شد. هرچند به دلیل آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی در کودهای آلی استفاده از این کودها بیشتر به عنوان یک سرمایه‌گذاری بلندمدت در افزایش کیفیت خاک و بهبود عملکرد محصول در نظر گرفته می‌شود، اما افزایش قابل توجه در عملکرد در کوتاه‌مدت نیز مشاهده می‌شود.

استفاده از کودهای آلی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش جذب عناصر توسط ریشه‌ها، تولید پیکر رویشی بیشتر و سطح فتوسنتزی بالاتر، تولید کربوهیدرات بیشتر و در نهایت سبب افزایش تولید لوسون می‌گردد. افزایش تولید اسانس و ماده مؤثره لوسون در حنا با استفاده از کودهای آلی را می‌توان به تجزیه سریع‌تر و تأمین بیشتر مواد مغذی مانند نیتروژن، فسفر و عناصر کم مصرف نسبت داد (Emami Bistgani *et al.*, 2018). Ayyat و Abdel-Mola (۲۰۲۱) در بررسی اثر کمپوست برگ چای در عملکرد حنا و کیفیت ماده مؤثره لوسون بیان کردند که با کاربرد کمپوست برگ چای به‌صورت مایع ۲۰٪ به فاصله هر ۳۰ روز یک‌بار، می‌توان سبب افزایش حدود هفت درصدی میزان ماده مؤثره لوسون در گیاه نسبت به تیمار شاهد شد.

به‌طور کلی نتایج این آزمایش حکایت از برتری کاربرد تیمارهای کودی تلفیقی در عملکرد اقتصادی گیاه

(اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۱۵۰، ۱۱۲/۵ و ۱۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار) را به عنوان بهترین تیمارها در افزایش درآمد معرفی و مدنظر قرار داد.

## References

- Abdel-Mola, M. and Ayyat, A., 2021. Enhancement of vegetative growth criteria and accumulation of secondary metabolites by using compost tea and paclobutrazol on henna (*Lawsonia inermis* L.) plants. *Egyptian Journal of Horticulture*, 48(2): 207-219.
- Aghhavan Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R. and Nasiri Mahalati, M., 2016. Effects of single and combined application of organic, biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of coriander (*Coriandrum sativum*). *Journal Of Horticultural Science*, 29(4): 486-500.
- Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E. and Khalighi, A., 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(1): 033-040.
- Emami Bistgani, Z., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A., Pirbalouti, A.G., Hashemi, M., Maggi, F. and Morshedloo, M.R., 2018. Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis* Celak. *Industrial Crops and Products*, 121: 434-440.
- Chaudhary, G., Goyal, S. and Poonia, P., 2010. *Lawsonia inermis* Linnaeus: a phytopharmacological review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 2(2): 91-98.
- Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. and Rejali, F., 2012. Effects of cattle manure and plant growth promoter bacteria application on some morphological traits and yield in Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 28(3): 434-446.
- Dhiman, A., Sharma, K., Goyal, J., Garg, M. and Sharma, A., 2012. Determination of lawsone content in fresh and dried leaves of *Lawsonia inermis* Linn. and its quantitative analysis by HPTLC. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation (JPSI)*, 1(2): 17-20.
- Farahbakhsh, H., Pasandi Pour, A. and Reiahi, N., 2017. Physiological response of henna (*Lawsonia*

راستای بهبود قدرت حاصلخیزی آنها بسیار مفید و قابل توجه است (Rezaei & Sarhadi, 2018).

در این پژوهش کاربرد تلفیقی منابع کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آنها اثرهای به مراتب بیشتری بر خصوصیات کیفی حنا به ویژه از نظر مقدار ماده مؤثره لائوسون داشت. Tashakorifard و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد. بنابراین با توجه به نقش مواد آلی در افزایش فعالیت ریزجانداران و افزایش فراهمی عناصر کم مصرف و همچنین فراهمی عناصر پرمصرف در تیمارهای تلفیقی، می‌تواند موجب افزایش شاخص کلروفیل و افزایش تولید اسانس در گیاه دارویی گردد.

در نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که بهترین تیمار کودی از نظر بیشترین عملکرد و همچنین بهترین کیفیت حنای تولیدی از نظر میزان لائوسون موجود در برگ گیاه، تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار کود آلی به علاوه مصرف کود شیمیایی براساس آزمون خاک بود. اگرچه در تیمار ۱۵ تن کود آلی در هکتار به علاوه مصرف کود شیمیایی براساس ۷۵٪ آزمون خاک (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۱۵۰، ۱۱۲/۵ و ۱۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار) نیز عملکرد و کیفیت حنا مطلوب بود. با توجه به وضعیت منطقه از نظر عدم کاربرد مواد آلی می‌توان توصیه به استفاده از کود آلی به همراه کاهش ۲۵ درصدی کود شیمیایی برای محصول حنا را داشت. اگر تنها درآمد تولید حنا مورد نظر باشد، می‌توان به ترتیب ۱- تیمار مصرف کود شیمیایی براساس آزمون خاک (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، ۲- تیمار ۱۵ تن در هکتار کود آلی به علاوه مصرف کود شیمیایی براساس آزمون خاک (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳- تیمار ۱۵ تن در هکتار کود آلی به علاوه مصرف کود شیمیایی براساس ۷۵٪ آزمون خاک

- Philip, J.P., Madhumitha, G. and Mary, S.A., 2011. Free radical scavenging and reducing power of *Lawsonia inermis* L. seeds. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(6): 457-461.
- Rahimpour, M. and Fallah, S., 2018. Effect of organic and chemical fertilizers on growth and yield of green basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*, 10: 146-159.
- Rao, B.R., 2001. Biomass and essential oil yields of rainfed palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats. var. *motia* Burk.) supplied with different levels of organic manure and fertilizer nitrogen in semi-arid tropical climate. *Industrial Crops and Products*, 14(3): 171-178.
- Rezaei, H. and Sarhadi, J., 2018. Investigation of changes in soil physical properties in soil quality monitoring study bases. No. 54680. Agricultural Research, Education and Extension Organization.
- Sarhadi, H., Daneshian, J., Valadabadi, S., Heidari Sharafabad, H. and Afsharmanesh, G.R., 2016. Investigation on nutrients uptake of henna ecotypes under deficit irrigation and nitrogen. *Desert*, 21(2): 173-180.
- Sarhadi, J., Heidari, S. and Sharif, M., 2021. The effect of nitrogen fertilizer and poultry manure on yield and nitrate residuals in autumn onion crop in Jiroft region. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(9): 2415-2425.
- Shahbazi, Z., Salehi, A., Hazrati, S. and Movahedi Dehnavi, M., 2019. Enhancing the quality and yield of European Borage (*Borago officinalis*) by simultaneous application of granulated compost, vermicompost and mycorrhiza. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 6(2): 283-298.
- Suman, P., Lakshminarayana, D., Prasanth, P. and Saida Naik, D., 2018. Effect of integrated nutrient management on growth parameters of coriander (*Coriandrum sativum* L.) cultivars under Telangana conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(11): 2871-2877.
- Tashakorifard, E., Mohsenabadi, G.R., Ehteshami, S.M.R. and Asadi-Sanam, S., 2019. Effects of integrated soil fertility management on the quantitative and qualitative yield of fodder, seed and fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) essential oil. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 35(5): 774-788.
- Vahidi, A., Alizadeh, A., Baghizadeh, A. and Ansari, H., 2018. Effect of mycorrhiza, vermicompost and chemical fertilizer application on yield and lawson content of henna as medicinal plant under water deficit condition. *Journal of Water Research in Agriculture*, 32(1): 107-120.
- *inermis* L.) to salicylic acid and salinity. *Plant Production Science*, 20(2): 237-247.
- Ghanbari Odivi, A., Fallah, S., Karimi, M. and Lori Gooini, Z., 2021. Effects of livestock and chemical fertilizers on growth, yield, and essential oil of *Dracocephalum kotschy* Boiss. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 37(3): 502-512.
- Ghanepasand, F., Noormohamadi, G., Haj Seyed Hadi, M.R. and Darzi, M.T., 2014. Influence of manure application and nitrogen fixing bacteria on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(3): 628-635.
- Khandelwal, S. and Nagda, C., 2005. Effect of nitrogen and phosphorus on growth, floral characters and essential oils yield in henna (*Lawsonia Inermis* linn.). *Journal of Ornamental Horticulture*, 8(1): 45-48.
- Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Azizi, H., Shabahang, J. and Seyedi, M., 2018. Evaluation of the integrated effect of organic, chemical and biological fertilizers on yield of marshmallow (*Althea officinalis* L.) as a medicinal plant. *Journal of Agroecology*, 10(3): 603-620.
- Koocheki, A., Tabrizi, L. and Mahallati, M.N., 2007. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(8): 1229-1234.
- Mahfouz, S. and Sharaf-Eldin, M., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21(4): 361-366.
- Moshiri, F., Khademi, Z., Rashidi, N., Sedri, M.H., Gheibi, M.N., Saadat, S., Asadi Rahmani, H., Tehrani, M.M., Faisi, W., Khougar, Z., Keshavarz, P. and Shahabi, A.A., 2014. Integrated Soil Fertility Management and Wheat Nutrition Guidelines. Soil and Water Research Institute, 81p.
- Pasandi Pour, A., Farahbakhsh, H. and Moradi, R., 2018. Assessing effect of climatic-management factors on yield and growth characteristics of henna (*Lawsonia inermis* L.) as a medicinal-industrial plant in Kerman province. *Journal of Agroecology*, 10: 203-217.
- Pasandi Pour, A., Farahbakhsh, H. and Tohidinejad, E., 2021. Nitrogen, phosphorous and potassium levels affected growth indices, leaf gas exchange parameters and biomass production of henna (*Lawsonia inermis* L.) ecotypes. *Industrial Crops and Products*, 163: 113297.

- Wortman, S.E., Holmes, A.A., Miernicki, E., Knoche, K. and Pittelkow, C.M., 2017. First-season crop yield response to organic soil amendments: A meta-analysis. *Agronomy Journal*, 109(4): 1210-1217.
- Vakili Shahrabaki, S.M.A., 2014. The effect of plant density and quantity of nitrogen fertilizer on vegetative function of *Lawsonia inermis* L. in Jiroft. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(1): 54-62.

## Effects of integrated NPK and manure fertilizers on some quantitative and qualitative characteristics of henna (*Lawsonia inermis* L.) in Southern Kerman province

S. Heidari<sup>1\*</sup>, J. Sarhadi<sup>2</sup> and M. Sharif<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran  
E-mail: s.heydari@areeo.ac.ir

2- Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran

Received: June 2022

Revised: August 2022

Accepted: August 2022

### Abstract

To investigate the effects of organic and chemical fertilizers and their combination on the characteristics of henna (*Lawsonia inermis* L.) in Southern Kerman province, a factorial farm experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications for two years. The factors included rotten cattle manure at two levels (0 ( $a_1$ ) and 15 ( $a_2$ ) ton.ha<sup>-1</sup>) and NPK fertilizer (urea, triple superphosphate and potassium sulfate) at five levels (0 ( $b_1$ ), 25% ( $b_2$ ), 50% ( $b_3$ ), 75% ( $b_4$ ), and 100% ( $b_5$ ) of the soil test basis). At the end of each year, leaf yield and nitrogen, phosphorus, potassium, and lawson concentrations of the leaves were measured in the different treatments. The results of two-year combined analysis showed that the interaction between organic and chemical fertilizer treatments was significant on yield and leaf lawson concentration. The highest leaf dry weight (483.2 g.m<sup>-2</sup>) was related to the  $a_2b_5$  treatment which was not significantly different from  $a_2b_4$  (473.7 g.m<sup>-2</sup>). The  $a_2b_5$  and  $a_2b_4$  treatments had 41.2% and 38.5% better yield than the control, respectively. Also, the  $a_2b_5$  treatment showed the highest leaf lawson content (30.1 g.plant<sup>-1</sup>) without significant difference with  $a_2b_4$  (25.2 g.plant<sup>-1</sup>). Considering the situation of the study region in terms of non-use of organic fertilizers and also the economic justification of the produced henna, it could be recommended to use 15 ton.ha<sup>-1</sup> cattle manure with a 25% reduction of chemical fertilizer NPK for the henna production.

**Keywords:** *Lawsonia inermis* L., organic fertilizer, chemical fertilizer, medicinal plants, lawson.