نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 837-823

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 823-837

تأثیر سطوح مختلف حاصلخیزکننده‌های آلی و شیمیایی بر عملکرد، شاخص برداشت و درصد عصاره گیاه دارویی شاهدانه (*Cannabis sativa* L.)

سمانه لاله[1]- مجید جامی الاحمدی[2*]- سهیل پارسا[3]

تاریخ دریافت: 1394/12/17
تاریخ پذیرش: 1395/07/06

چکیده

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالاتر گیاهان دارویی، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. جهت بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر گیاه دارویی شاهدانه آزمایشی در سال 1394 به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام گرفت. فاکتورهای مورد آزمایش شامل: کود دامی (صفر، 10، 20 و 30 تن در هکتار کود گاوی پوسیده شده) به‌عنوان کرت اصلی و کود نیتروژن (صفر، 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره) به‌همراه کود فسفر (صفر و 80 کیلوگرم فسفر خالص در هکتار از منبع کود سوپرفسفات تریپل) به‌عنوان کرت فرعی و به‌صورت فاکتوریل بودند. اعمال کودهای دامی، فسفر و نیمی از کود نیتروژن قبل از کاشت و نیمی دیگر از کود نیتروژن به‌صورت سرک انجام شد. صفات مورد مطالعه در این آزمایش شامل درصد بوته‌های ماده، ارتفاع و قطر ساقه، عملکردهای ساقه، برگ، دانه و بیولوژیک، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و درصد عصاره گیاه بودند. نتایج نشان داد که نوع مدیریت حاصلخیزی خاک تأثیر معنی‌داری بر درصد بوته‌های ماده شاهدانه نداشت. با افزایش سطوح کود دامی و کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر، ارتفاع و قطر ساقه، عملکرد ساقه و برگ و میزان عصاره برگ افزایش یافت. فسفر وزن هزاردانه را به میزان 11/18 درصد افزایش داد. تیمار 20 تن کود دامی به‌همراه 100 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار بالاترین عملکرد ساقه و برگ را به‌ترتیب به میزان 2541/83 و 7001/6 کیلوگرم در هکتار تولید نمود. تیمار 30 تن کود دامی به‌همراه 50 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار نیز در افزایش عملکرد ساقه مؤثر بود. در این آزمایش، مقادیر 20 تن کود دامی به‌همراه 100 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار و همچنین مقادیر 30 تن کود دامی به‌همراه 50 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار تیمارهای مطلوب برای افزایش عملکرد شاهدانه بودند. لذا استفاده تلفیقی از کودهای دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد هریک از آن‌ها به تنهایی، تأثیر مثبت بیشتری بر رشد و عملکرد شاهدانه دارد. همچنین در تغذیه این گیاه باید به هدف تولید از شاهدانه توجه داشت.

واژه‌های کلیدی: اوره، سوپرفسفات تریپل، کود گاوی

مقدمه

در فلور غنی ایران که بیش از 7500 گونه گیاهی را در برمی‌گیرد، تعداد بسیار زیادی گیاه وجود دارند که به دلایلی دارویی نامیده می‌شوند (Eslami khalili *et al.*, 2014). امروزه گیاهان دارویی بخش مهمی از طب سنتی بسیاری از کشورها را تشکیل می‌دهند که در رویکردهای جدید درمانی دارای ارزش و جایگاه ویژه‌ای می‌باشند (Rezaei *et al.*, 2014)، این موضوع سبب ترغیب و توجه به کشت و تولید این گیاهان در سطح جهانی گردیده است (Eslami-Khalili *et al.*, 2014). یکی از این گیاهان دارویی که با وجود ارزش و اهمیت آن در زمینه‌های مختلف، کمتر مورد توجه قرار گرفته است شاهدانه می‌باشد.

گیاه دارویی شاهدانه یا بنگ (*Cannabis sativa* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان کاشته شده توسط بشر و متعلق به خانواده‌ی Cannabaceae، بومی ایران است که جهت استفاده از الیاف، ساخت کاغذ، استخراج روغن، تولید ترکیبات دارویی و مخدر در مناطق گرم کاشته می‌شود. این گیاه علفی، یکساله و دوپایه می‌باشد. جنس نر و ماده شاهدانه مخصوصاً در زمان گلدهی خصوصیات رشدی متفاوتی

1- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند
2- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند
3- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: mjamialahmadi@birjand.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v15i4.54427

نشان می‌دهند. گل‌های نر خوشه‌هایی هستند که پس از گرده‌افشانی از بین می‌روند. گل‌های ماده در مریستم انتهای بوته یا در زوایای برگ‌ها جای دارند (Zaman, 2003). گیاه ماده ساقه‌ای ضخیم‌تر، کوتاه‌تر و سیکل زندگی طولانی‌تری نسبت به گیاه نر دارد (Mansouri and Asrar, 2013). دانه گیاه ماده شاهدانه در تغذیه انسان به‌دلیل کاهش کلسترول و فشار خون اهمیت دارد (Oomah *et al*., 2002). از دانه شاهدانه در تغذیه پرندگان نیز استفاده می‌شود. امروزه با وجود شناسایی بیش از 500 ترکیب طبیعی در گیاه شاهدانه (Khan *et al*., 2014)، این گیاه در افزایش اشتها، احساس آرامش و خواب‌آلودگی، درمان افسردگی، میگرن، سرفه‌های آسمی، کاهش لرزش‌های ناشی از بیماری ام اس و درمان آلزایمر کاربرد دارد (Tehranipour *et al*., 2012).

یکی از نکات مهم در زمینه‌ی کاشت گیاهان دارویی توجه به تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک است. با روش صحیح تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک، می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، کاهش آلودگی منابع آب زیرزمینی، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را نیز افزایش داد (Akbarinia *et al*., 2003). نیتروژن عنصری ضروری و اساسی است که در ترکیب با سایر عناصر، مواد بسیار ارزشمندی نظیر آمینواسیدها، نوکلئیک اسیدها، کلروفیل، آلکالوئیدها و بازهای پورینی را تولید می‌کند (Zaman, 2003). اگر نیتروژن مورد استفاده کم‌تر یا بیشتر از حد نیاز گیاه باشد، اختلالاتی را در فرآیندهای گیاه موجب می‌شود که ممکن است به‌صورت‌های مختلفی نظیر تغییر غیرطبیعی در رشد و نمو و حتی توقف رشد زایشی و زردی گیاه بروز کند (Hoffman and Cleemput, 2004). اصغری‌پور و همکاران (Asghari-Pour *et al*., 2006) تأثیر کود نیتروژن را در مقایسه با کودهای فسفر و پتاسیم بر عملکرد دانه و الیاف شاهدانه بیشتر دانستند و با افزایش فراهمی نیتروژن، افزایش عملکرد ماده خشک و الیاف، ارتفاع و قطر ساقه، همچنین وزن ساقه، برگ و گل آذین شاهدانه را گزارش کردند. آن‌ها همچنین با افزایش فراهمی نیتروژن اختلافی بین میانگین‌های جمعیت بوته‌های نر و ماده گزارش نکردند. در مطالعه پویسا و آداموویکس (Poisa and Adamovics, 2010) افزایش میزان کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد بذر شاهدانه شد، در حالی‌که محتوای روغن بذر کاهش یافت.

فسفر بعد از نیتروژن یکی از عناصر اصلی مورد استفاده در گیاهان است که در تجمع و تولید اسیدهای چرب، گسترش ریشه، فتوسنتز، گل‌دهی و گرده‌افشانی تأثیر دارد. این عنصر با دخالت در تمام فرآیندهای بیوشیمیایی، در ترکیبات انرژی‌زا و در مکانیسم‌های انتقال انرژی نقش دارد. تأثیر فسفر در تولید محصول بیشتر و با کیفیت بهتر، تشکیل و پایداری گلدهی، مقاومت به ورس و در نهایت بالابردن عملکرد دانه نیز تأیید شده است (Valadabadi *et al*., 2007). در بررسی موذن و همکاران (Moazzen *et al*., 2006) تیمار 100 کیلوگرم فسفر در هکتار بیشترین عملکرد دانه را در کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) تولید کرد. زارع زاده و همکاران (Zare-Zadeh *et al*., 2012) میزان 100 کیلوگرم کود فسفر را در تولید عملکرد بذر گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum*) به میزان 811/1 کیلوگرم در هکتار مؤثر دانستند.

کاربرد کودهای آلی و دامی در کشاورزی پایدار، می‌تواند باعث افزایش باروری و حاصلخیزی خاک، افزایش ماده‌ی آلی (Aghhavani-Shajari *et al*., 2014)، افزایش تنوع میکروبی خاک، بهبود ساختمان فیزیکی خاک و جلوگیری از فرسایش آن، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، کاهش اثرات سوء تنش‌ها از جمله تنش خشکی (Jahanban and Lotfifar, 2011)، کاهش غلظت سدیم در گیاه در خاک‌های شور و افزایش کیفیت و سلامت محصول شود (Bigonah *et al*., 2015). با این وجود کاربرد کودهای شیمیایی نیز برای تولید حداکثر عملکرد در مزرعه اهمیت دارد (Shankarrao, 2012). برآوردها نشان می‌دهد که بیش از 50 درصد افزایش تولید در کشاورزی به کاربرد کودهای شیمیایی مربوط می‌شود (Jahanban and Lotfifar, 2011). نتایج مطالعات محققان نیز نشان می‌دهد که کاربرد همزمان ماده آلی و کودهای شیمیایی به میزانی که نیاز گیاهی را تأمین کند، در تولید کمی و کیفی گیاهان دارویی مؤثر است. در گیاه دارویی آب بشقابی (*Centella asiatica*) کاربرد 50 درصد کود اوره به‌همراه 50 درصد کود آلی در مقایسه با کاربرد 100 درصد کود آلی، باعث افزایش 5 برابری و در مقایسه با کاربرد کود غیر آلی (100 درصد اوره)، باعث افزایش 1/5 برابری تولید بیومس این گیاه شد (Devkota and Kumar-Jha, 2013). در گیاه رزماری (*Rosemarinus officinalis* L.) تمامی صفات اندازه‌گیری شده مانند ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک برگ و عمکرد گیاه از تیمار ترکیبی کود شیمیایی و دامی متأثر شد و کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی تأثیر بیشتری بر این صفات داشت (Hosseini-Valiki and Ghanbari, 2015). کاربرد نیتروژن همراه با کود آلی در زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نیز اثر کاربرد کودهای آلی را بهبود بخشید (Seghatoleslami, 2013). محققان با بررسی مقادیر مختلف کود دامی، کودهای شیمیایی و نیز کاربرد تلفیقی آن‌ها در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) اظهار داشتند که مصرف کود دامی و شیمیایی (NPK) به‌ترتیب موجب افزایش 78 و 69 درصدی محصول رازیانه گردید، در حالی‌که کاربرد تلفیقی آنها تولید را تا 122 درصد افزایش داد (Eslami-Khalili *et al*., 2014). پوریوسف و همکاران (Pouryousef *et al*., 2010) اظهار داشتند که مصرف تیمارهای کود دامی و تلفیق کودهای دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی از تأثیر بیشتری برخوردار بوده و عملکرد دانه‌ی اسفرزه (*Plantago psyllium*) را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi*) بیشترین عملکرد

دانه از کاربرد 90 کیلوگرم فسفر+ 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌همراه 15 تن در هکتار کود دامی حاصل شد (Akbarinia *et al*., 2003). رشد و عملکرد گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در تیمار تلفیقی کود شیمیایی (NPK) و کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانه هریک از آن‌ها بود، دلیل این افزایش به نقش کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه نسبت داده شد (Mallanagouda, 1995). در تحقیقی بر روی شاهدانه، 200 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مقایسه با 80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در افزایش نسبت بوته‌های ماده به نر مؤثر بود (Van der Werf and Van den Berg, 1995). هسلوپ هاریسون (Heslop-Harrison, 1957) نیز افزایش سطح کود نیتروژن را در افزایش بوته‌های ماده و کاهش بوته‌های نر شاهدانه مؤثر دانست.

باوجود قدمت کشت و کار طولانی شاهدانه، به‌دلیل ممانعت‌های قانونی، این گیاه هنوز جایگاه اصلی خود را در بین گیاهان زراعی به‌ویژه در ایران پیدا نکرده است. از این‌رو تحقیقات زیادی هم بر روی ویژگی‌های زراعی و تغذیه‌ای آن صورت نگرفته است. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر کودهای شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و کود دامی بر ویژگی‌های رشدی، عملکرد و شاخص برداشت گیاه دارویی شاهدانه در شرایط آب و هوایی بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار 1394 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند (عرض جغرافیایی 53 درجه و 32 دقیقه شمالی، طول جغرافیایی 13 درجه و 55 دقیقه شرقی با ارتفاع 1480 متر از سطح دریا) بر روی گیاه دارویی شاهدانه انجام گرفت. آب و هوای منطقه براساس طبقه‌بندی اقلیم دومارتن با ضریب خشکی 6/4 جزء اقلیم‌های خشک با تابستان‌های گرم می‌باشد (Khamchin-Moghaddam and Rezaee-Pajand, 2099). محل اجرای آزمایش در سال قبل از اجرای آزمایش آیش بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول 1 ارائه شده است. آزمایش در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل با سه تکرار به‌اجرا درآمد. از چهار سطح کود دامی (صفر، 10، 20 و 30 تن در هکتار کود گاوی پوسیده شده) به‌عنوان پلات اصلی و سه سطح کود نیتروژن (صفر، 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره) به‌همراه دو سطح فسفر (صفر و 80 کیلوگرم فسفر خالص در هکتار از منبع کود سوپرفسفات تریپل) به‌عنوان پلات‌های فرعی و به‌صورت فاکتوریل استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، فاصله‌ی بین پلات‌های اصلی دو متر، فاصله بین پلات‌های فرعی دو ردیف کاشت نشده، فاصله‌ی بین تکرارها چهار متر و طول ردیف‌ها نیز چهار متر در نظر گرفته شد. عملیات کشاورزی به‌ترتیب شامل شخم، دیسک، لولر و اضافه کردن کود دامی و شیمیایی سولفات پتاسیم (100 کیلوگرم در هکتار در هر پلات اصلی) در محدوده‌های تعیین شده، ایجاد جو و پشته توسط فاروئر و حفر نهر آبیاری و زه‌آب توسط نهرکن انجام شد. کاشت شاهدانه (توده‌ی بومی خوسف) در 15 اردیبهشت‌ماه با فواصل بین ردیف 60 سانتی‌متر و فاصله روی ردیف 30 سانتی‌متر در پنج ردیف با عمق کاشت سه تا چهار سانتی‌متر انجام شد. کاشت شاهدانه با دست و به‌صورت ردیفی در کنار پشته‌ها انجام گرفت.

اعمال تمامی کود سوپر فسفات تریپل و نیمی از کود اوره بعد از آماده‌سازی ردیف‌های کاشت توسط فاروئر و قبل از کاشت به‌صورت خطی با روش کود کاری دستی انجام شد. تنک اول در مرحله‌ی دو تا چهار برگی و تنک دوم دو هفته پس از تنک اول انجام گرفت. پس از اتمام تنک نیز نیمی دیگر از تیمارهای کود اوره به‌صورت سرک (به‌جز شاهد) اعمال شد. وجین علف‌های هرز در دو مرحله همزمان با تنک گیاه صورت گرفت و پس از گسترش کانوپی به علت سایه‌اندازی گیاه شاهدانه نیازی به وجین علف‌های هرز نبود. در طی آزمایش هیچ نوع کود شیمیایی دیگری به‌جز تیمارهای کودی و یا علف‌کش و قارچ‌کش مصرف نشد.

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کود دامی قبل از شروع آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of the soil and animal manure before the start of the experiment

	اسیدیته	هدایت الکتریکی	کربن آلی	نیتروژن کل	نسبت کربن به نیتروژن	فسفر	سیلت	رس	شن	بافت	عمق
	pH	EC ($dS\ m^{-1}$)	Organic carbon (%)	Total nitrogen (%)	C/N	Phosphorus (ppm)	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	Texture	depth (cm)
خاک (Soil)	7.79	7.48	0.31	0.04	7.75	5.8	26	22	52	رسی لومی شنی Loamy sandy clay	0-20
کود دامی (Animal manure)	8.01	6.03	12.4	0.58	21.15	1180	-	-	-	-	-

آبیاری اول به‌صورت سنگین بلافاصله پس از کاشت اعمال شد و آبیاری دوم به فاصله چهار روز پس از آبیاری اول جهت تسهیل جوانه‌زنی انجام گرفت و پس از آن تا زمان رسیدگی دانه‌ها دور آبیاری 10 روز تنظیم شد.

در مرحله رسیدگی دانه‌ها (همزمان با مرحله رشدی سخت شدن 50 درصد دانه‌ها) (Mediavilla *et al*., 1998) در 20 آبان‌ماه، نمونه‌گیری از کرت‌های آزمایشی در سطح یک مترمربع برای بوته ماده انجام گرفت. پس از اندازه‌گیری ارتفاع و قطر ساقه، بوته‌های ماده هر کرت از ارتفاع پنج سانتی‌متری خاک بریده و در سایه و هوای آزاد خشک شدند و سپس جداسازی ساقه، برگ و دانه انجام گرفت. عملکرد ساقه، عملکرد برگ، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه به همراه وزن هزاردانه، شاخص برداشت دانه، درصد عصاره برگ‌های بوته ماده و تعداد بوته‌های ماده در هر کرت مورد ارزیابی قرار گرفت.

عصاره‌گیری (جداسازی ترکیبات زیستی فعال از ترکیبات غیرفعال یا بی‌اثر گیاه) (Khan *et al*., 2014) با استفاده از اتانول 70 درصد به‌عنوان حلال آلی انجام شد (Ameri *et al*., 2007). بدین منظور 25 گرم از برگ‌های پودر شده در اتانول 70٪ به مدت 48 ساعت در انکوباتور شیکردار با دمای 25 درجه سانتی‌گراد و 100 دور در دقیقه قرار گرفتند. در پایان این دوره محلول از کاغذ صافی واتمن شماره یک عبور داده شد. به‌منظور حذف حلال از عصاره، نمونه‌ها به مدت 48 ساعت در آون 40 درجه قرار داده شدند و پس از این مرحله توزین عصاره‌ها انجام گرفت.

بررسی نرمال بودن داده‌ها و همچنین همبستگی صفات مورد ارزیابی توسط IBM SPSS Statistics 22 انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS (V.9.1) و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد بوته‌های ماده

با وجود افزایش درصد بوته‌های ماده با افزایش مصرف کود دامی و همچنین بالا بودن آن در تیمار 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تیمارهای کودی اثر معنی‌داری بر درصد بوته‌های ماده نداشتند (جدول 2 و 3). در مطالعه‌ی اصغری پور و راشد محصل (Asghari-Pour and Rashed-Mohassel, 2007) با افزایش میزان نیتروژن تا 150 کیلوگرم در هکتار، اختلاف معنی‌داری بین بوته‌های نر و ماده گزارش نشد و از مجموع 65/3 بوته، 32/7 بوته ماده و 32/6 بوته نر بودند. آن‌ها همچنین مصرف بسیار بالای کود نیتروژن را در افزایش خود تنکی گیاه مؤثر دانستند. ون در ورف و ون دنبرگ (Van der Werf and Van den Berg, 1995) در سطح بالای کود نیتروژن (200 کیلوگرم در هکتار) نیز افزایش گیاهان ماده را گزارش کردند. به‌نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر با توجه به کاربرد سطوح کود نیتروژن پایین‌تر از 200 کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تغذیه بر جنسیت شاهدانه تأثیر معنی‌داری نداشته باشد.

ارتفاع ساقه

کود دامی و نیتروژن با احتمال 99٪ بر ارتفاع ساقه مؤثر بودند (جدول 2). میانگین ارتفاع ساقه شاهدانه در این بررسی 129/96 سانتی‌متر بود (جدول 3). با افزایش مصرف کود دامی ارتفاع گیاه افزایش داشت، به‌طوری‌که با مصرف 20 و 30 تن در هکتار، ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد به‌ترتیب 16/27 و 18/04 درصد افزایش نشان داد (جدول 3). با افزایش سطوح کود نیتروژن نیز ارتفاع گیاه افزایش یافت. تیمارهای 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با شاهد ارتفاع گیاه را به‌ترتیب 12/05 و 21/7 درصد افزایش دادند (جدول 3). دلیل این افزایش را می‌توان به افزایش در تعداد و طول میانگره‌ها نسبت داد که منتج به افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. از آن‌جایی‌که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع گیاه است (Singhand and Chauhan, 1994)، به‌نظر می‌رسد که گیاهان تیمار شاهد به علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بوده‌اند، چراکه دسترسی گیاه به عناصر غذایی کافی، به‌خصوص نیتروژن از طریق تأثیر بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر می‌باشد (Pouryousef *et al*., 2010). کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول 2). این موضوع با نتایج بررسی اثر کود فسفر بر ارتفاع گیاهان دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) (Aliabadi and Valadabadi, 2010) و کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) (Moazzen *et al*., 2006) مطابقت داشت.

قطر ساقه

مصرف کود دامی در افزایش قطر ساقه مؤثر بود (جدول 2). میانگین قطر ساقه شاهدانه در بالای پنج سانتی‌متری خاک (محل قطع گیاه) در این بررسی 3/21 سانتی‌متر بود (جدول 3). سطوح 30، 20 و 10 تن کود دامی در هکتار در مقایسه با شاهد به‌ترتیب سبب افزایش 15/7، 13/31 و 8/87 درصدی قطر ساقه شدند (جدول 3).

کود نیتروژن با احتمال 99٪ بر قطر ساقه مؤثر بود (جدول 2). سطوح 50 و 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مقایسه با شاهد به‌ترتیب سبب افزایش 11/68 و 18/9 درصد قطر ساقه شدند (جدول 3). به نظر می‌رسد که با افزایش سطح کود نیتروژن ارتفاع و قطر ساقه هر دو افزایش یافته‌اند. وجود همبستگی مثبت بین ارتفاع و قطر

ساقه **(0/391) نیز گواه این موضوع می‌باشد (جدول 6). ساقه شاهدانه یک بخش چوبی در برگرفته شده با کامبیوم آوندی (بافت رویشی) و یک حلقه بیرونی از سلول‌های آبکشی، بافت اپیدرمی و کورتکس دارد (Saadati *et al.*, 2015). لذا احتمال می‌رود که افزایش قطر ساقه مرتبط با افزایش رشد سلول‌های اپیدرمی و یا کامبیوم آوندی و یا افزایش هر دو باشد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار قطر ساقه با عملکرد ساقه **(0/485) نشان از وجود ذخایر بیشتر مواد غذایی در ساقه و پتانسیل بالای گیاه جهت تولید بود (جدول 6). با توجه به اینکه نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش پروتئین‌ها، گیاه به توسعه قطر ساقه و سطح برگ می‌پردازد که افزایش این صفات افزایش مواد فتوسنتزی را نیز به‌دنبال خواهد داشت (Mediavilla *et al.*, 1998).

عملکرد ساقه

در شاهدانه، عملکرد ساقه صفت مهمی برای به‌دست آوردن عملکرد الیاف می‌باشد که روند مشابهی با هم دارند (Asghari-Pour and Rashed-Mohassel, 2007). در تیمار 20 تن کود دامی به‌همراه 100 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار، بیشترین عملکرد ساقه به میزان 2541/83 کیلوگرم در هکتار تولید شد که با تیمار 30 تن کود دامی به‌همراه 50 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول 5). لذا با وجود عدم اختلاف معنی‌دار دو تیمار فوق می‌توان بیان نمود که با افزایش سطح کود زیستی دامی، نیاز به استفاده از کود شیمیایی نیتروژن کاهش یافته است. به‌نظر می‌رسد تلفیق کودهای دامی و نیتروژن ازطریق هم‌افزایی دو منبع کودی سبب مصرف میزان کمتری از نهاده نیتروژن شده که این می‌تواند در استقرار کشاورزی کم نهاده مؤثر باشد (Pourazizi and Fallah, 2013). اگرچه کودهای شیمیایی عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشند، اما منجر به افزایش شوری و آلودگی خاک و آب نیز می‌شوند و به سبب استفاده از مواد شیمیایی خارج از مزرعه، از پایداری سیستم زراعی می‌کاهند (Jahanban and Lotfifar, 2011). لذا کاهش مصرف کودهای شیمیایی علاوه بر حفظ سلامت محصول، کاهش اثرات مخرب آن بر محیط زیست، پایداری سیستم زراعی را تقویت خواهد نمود.

کم بودن میزان کربن، نیتروژن و فسفر در خاک نشانگر حاصلخیزی کم آن برای تولید مطلوب گیاه می‌باشد (جدول 1). کودهای دامی با تأمین مواد آلی مورد نیاز میکروارگانیسم‌های خاک سبب تکثیر آن‌ها شده و با افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها، روند تجزیه مواد آلی تسریع می‌یابد و با تسریع این روند، منجر به افزایش آزادسازی مواد مورد نیاز گیاه به سیستم خاک- گیاه می‌شوند (Jahanban and Lotfifar, 2011). کاربرد کود دامی به‌همراه کود شیمیایی نیتروژن با افزایش قابلیت دسترسی گیاه به مواد غذایی و همچنین بهبود معدنی شدن نیتروژن توسط کود دامی و تطابق بیشتر نیتروژن قابل دسترس با نیاز گیاه (Mooleki *et al.*, 2004) موجب شده تا عملکرد ساقه افزایش یابد.

عملکرد برگ

با افزایش میزان نیتروژن از صفر به 100 کیلوگرم در هکتار، در تیمارهای صفر، 10، 20 و 30 تن در هکتار کود دامی، عملکرد برگ به‌ترتیب 45/5، 59/05، 88/98 و 39/27 درصد افزایش یافت (جدول 4). این مورد به‌خوبی نشان می‌دهد که کاربرد کود دامی تا سطح 20 تن در هکتار، موجب افزایش بهره‌وری از کود نیتروژن شده، اما کاربرد بیشتر کود دامی سبب افت این شاخص شده است. کود دامی در افزایش نیتروژن و کارایی جذب فسفر مؤثر است (Ahmadian *et al.*, 2010). احتمال می‌رود که افزایش زیاد نیتروژن خاک توسط تیمار تلفیقی 30 تن در هکتار کود دامی به‌همراه 100 کیلوگرم نیتروژن، در کاهش عملکرد برگ شاهدانه مؤثر بوده است.

نتایج همچنین نشان داد که هرچند با افزایش سطح کود گاوی به‌تنهایی عملکرد برگ افزایش یافت اما در مقایسه با تیمارهای تلفیقی کود دامی و شیمیایی نیتروژن نتوانستند عملکرد برگ را افزایش دهند (جداول 4 و 5). پورعزیزی و فلاح (Pourazizi and Fallah, 2013) بیان کردند که کاربرد کودهای دامی به تنهایی احتمالاً سبب محدودیت دسترسی گیاه به نیتروژن می‌شود. در این آزمایش بیشترین عملکرد برگ در تیمار 20 تن کود دامی به‌همراه 100 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار به‌دست آمد که با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری (با احتمال 95٪) اختلاف داشت (جداول 2 و 5). بنابراین کاربرد کود دامی به‌تنهایی مؤثر نیست و بایستی موازنه مناسبی بین کود دامی و نیتروژن مصرفی برقرار شود. در تیمار تلفیقی اثر مفید کود دامی به‌همراه کودهای شیمیایی در افزایش عرضه و تعادل عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد موجب شده است که سطح سبز فتوسنتزکننده افزایش یابد. افزایش سطح سبز فتوسنتزکننده و درنتیجه مصرف بیشتر نیتروژن و مواد غذایی آزاد شده از کود دامی موجب تولید و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی و هورمون‌های تحریک‌کننده رشد به بخش‌های مریستمی گیاه شده که خود در افزایش عملکرد برگ‌های گیاه مؤثر است (Moradi, 2015). جذب عناصر غذایی توسط گیاه تابع دو عامل رشد نظام ریشه و فراهمی عناصر غذایی در خاک به‌ویژه در فراریشه (ریزوسفر) است.

جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده در شاهدانه

Table 2- Summary of analysis of variance of data for measured traits in hemp

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean square										
		بوته ماده female plant	ارتفاع ساقه Stem height	قطر ساقه Stem diameter	عملکرد ساقه Stem yield	عملکرد برگ Leaf yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	نسبت عملکرد برگ به ساقه Leaf to stem yield ratio	شاخص برداشت Harvest index	درصد عصاره الکلی Ethanol extract percentage
تکرار Replication	2	53.74^{ns}	322.66^{ns}	0.21^{ns}	92981.29^{ns}	512758.14^{ns}	9147.12^{ns}	0.22^{ns}	50184.82^{ns}	0.88^{ns}	2.23^{ns}	0.056^{ns}
کود دامی Animal manure (a)	3	7.93^{ns}	1888.43**	0.72*	768912.72**	8627078.69**	474035.01*	18.49^{ns}	19583456.36**	0.39^{ns}	40.16^{ns}	13.93*
خطای اصلی Error A	6	25.88^{ns}	277.71	0.29	139404.44	385613.92	39190.39	13.03	499753.76	0.97	19.75	5.86
نیتروژن Nitrogen fertilizer (b)	2	27.63^{ns}	3870.71**	1.84**	2654365.94**	18685517.38**	1344263.65**	19.76^{ns}	49863792.82**	0.15^{ns}	98.97**	62.81**
فسفر Phosphorus Fertilizer (c)	1	8.10^{ns}	494.44^{ns}	0.04^{ns}	826898**	6949302.67**	819946.83*	70.01**	19811414.22**	0.001^{ns}	6.95^{ns}	1.43^{ns}
a × b	6	52.75^{ns}	93.81^{ns}	0.24^{ns}	58771.07^{ns}	998768.64**	263710.15^{ns}	1.8^{ns}	1871289.61*	0.20^{ns}	30.75^{ns}	1.41^{ns}
a × c	3	72.75^{ns}	449.02^{ns}	0.15^{ns}	123937.12^{ns}	349836.29^{ns}	169700.67^{ns}	0.97^{ns}	386016.68^{ns}	0.34^{ns}	21.92^{ns}	12.21^{ns}
b × c	2	1.05^{ns}	286.57^{ns}	0.15^{ns}	72330.07^{ns}	313594.43^{ns}	135801.48^{ns}	0.18^{ns}	524138.80^{ns}	0.32^{ns}	31.84^{ns}	2.08^{ns}
a × b× c	6	58.23^{ns}	189.20^{ns}	0.33^{ns}	161911.80*	6187396.41*	154057.95^{ns}	2.47^{ns}	1359276.17^{ns}	0.36^{ns}	33.52^{ns}	9.23^{ns}
خطای فرعی Error B	40	38.59	249.83	0.80	69088.97	261523.41	136629.08	6.71	595670.5	0.44	15.64	4.60
ضریب تغییرات CV (%)		11	12.2	13.9	19.1	13	20.10	13.9	10.8	22.6	15.1	10.6

ns : عدم وجود اختلاف معنی‌دار، *و ** به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

ns: Non- significant, * and ** significant at 1% and 5% levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده کود دامی، نیتروژن و فسفر بر صفات اندازه‌گیری شده در شاهدانه

Table 3- Mean comparisons of simple effects of animal manure, nitrogenand phosphorus on measured traits in hemp

		بوته ماده female plant (%)	ارتفاع ساقه Stem height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})	وزن هزاردانه 1000 seed weight (g)	عملکرد بیولوژیکی Biological yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	درصد عصاره الکلی Ethanol extract percentage (%)
	0	55.36	118.22	2.93	1615.58	17.22	5873.3	27.46	19.18
	10	56.01	124.61	3.19	1860.14	18.44	6743.6	27.52	19.52
	20	56.59	137.46	3.32	1983.75	19.38	8035.9	25.49	20.77
	30	56.86	139.55	3.39	1928.11	19.33	7977.1	22.51	20.93
LSD (0.05)		4.38	20.59	0.44	161.46	2.94	873.63	3.62	0.47
کود نیتروژن	0	55.11	116.82	2.91	1573.7	17.58	5543.3	28.16	18.24
Nitrogen fertilizer (kg ha^{-1})	50	57.26	130.90	3.25	1988.9	18.87	7613.2	26.47	20.88
	100	56.25	142.16	3.46	1978.1	19.33	8315.9	24.11	21.19
LSD (0.05)		3.62	12.34	0.34	288.57	1.80	602.54	3.08	1.67
کود فسفر	0	56.54	132.58	3.18	1740.18	17.61	6632.9	26.56	19.96
Phosphorus fertilizer (kg ha^{-1})	80	55.87	127.34	3.23	1953.61	19.58	7682	25.93	20.24
LSD (0.05)		2.95	7.52	0.21	176.08	1.65	491.97	1.88	1.02

جدول 4- مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و نیتروژن بر عملکردهای برگ و بیولوژیک شاهدانه

Table 4- Mean comparisons for interaction effect of animal manure and nitrogen levels on leaf and biological yield of hemp

کود دامی Animal manure (ton ha^{-1})	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg ha^{-1})	عملکرد برگ Leaf yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})
0	0	2566.3	4683.25
	50	3149.67	5962.92
	100	3734.92	6973.67
10	0	2672	5034.67
	50	3739.75	7246.67
	100	4249.83	7949.33
20	0	3088.67	5960.17
	50	4743.42	8258.33
	100	5836.83	9889.25
30	0	3505.58	6495
	50	5034.75	8984.83
	100	4882.5	8451.42
LSD (0.05)		596.72	900.58

جدول 5- مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی، نیتروژن و فسفر بر عملکرد ساقه و برگ شاهدانه

Table 5- Mean comparisons for interaction effect of animal manure, nitrogenand phosphorus levels on stem and leaf yield of hemp

کود دامی Animal manure (ton ha^{-1})	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg ha^{-1})	کود فسفر Phosphorus fertilizer (kg ha^{-1})	عملکرد ساقه Stem yield (kg ha^{-1})	عملکرد برگ Leaf yield (kg ha^{-1})
0	0	0	958.16	244.83
		80	1085	2690.83
	50	0	1194	2775.16
		80	1411	3524.16
	100	0	1370.83	3456.83
		80	1694.33	4013
10	0	0	942.5	2360.66
		80	1073	2983.33
	50	0	1373.33	3591.16
		80	1435.83	3888.33
	100	0	1593.83	4067.33
		80	1830.5	4432.33
20	0	0	1132.83	2983.33
		80	1355.83	3194
	50	0	1832.66	4460
		80	2004.66	5026.83
	100	0	1923.83	4672.5
		80	2541.83	7001.16
30	0	0	1176.16	3218.66
		80	1273	3792.5
	50	0	1709.5	4674.33
		80	2566.33	5395.16
	100	0	1762.33	4774.33
		80	2103.33	4990.66
LSD (0.05)			433.75	843.90

افزودن کودهای آلی به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی را افزایش می‌دهد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و حیاتی خاک، ضمن ایجاد بستر مناسب برای ریشه گیاه، موجب افزایش دسترسی به عناصر کانی (Mohammadpour-Vashvaei *et al.*, 2015)، تنظیم pH خاک و افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری رطوبت و عناصر غذایی در محیط کشت گیاه می‌شوند (Ahmadian *et al.*, 2010).

نتایج همچنین نشان داد که اگرچه تیمارهای کود دامی و

نیتروژن، عملکرد برگ و ساقه شاهدانه را به‌طور همزمان افزایش دادند ولی این تیمارها نتوانسته‌اند تغییری در نسبت برگ به ساقه و در نتیجه الگوی تخصیص مواد غذایی بین برگ و ساقه ایجاد کنند (جدول 2). این نتایج مطابق با نظر تهامی و همکاران (Tahami *et al*., 2010) روی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) بود. اصغری‌پور و همکاران (Asghari-Pour *et al*., 2006) در بررسی اثر کود نیتروژن بر شاهدانه، افزایش همزمان وزن ساقه و برگ شاهدانه را ناشی از بهبود شرایط تغذیه‌ای در مقادیر بالای نیتروژن دانستند.

عملکرد بیولوژیکی

عملکرد بیولوژیک بیانگر این است که گیاه چه مقدار فتوسنتز حقیقی خود را قادر است به‌صورت فتوسنتز خالص درآورد (Majidian *et al*., 2008). عملکرد بیولوژیک حاصل عملکرد ساقه، برگ و دانه می‌باشد. لذا با توجه به افزایش عملکرد ساقه و برگ در تیمار تلفیقی 20 تن کود دامی به همراه 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تا حدی انتظار می‌رفت که عملکرد بیولوژیک نیز در تیمار تلفیقی فوق بیشترین میزان باشد (جدول 4). برتری نقش مکملی کودهای تلفیقی دامی و شیمیایی در گیاه از آن جهت است که در ابتدای رشد گیاهان، کود شیمیایی مواد غذایی قابل جذب را برای رشد گیاه فراهم می‌کند و در دوره‌های بعدی رشد، کود دامی مواد غذایی پرمصرف و کم‌مصرف لازم را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Blaise *et al*., 2005). با بهبود معدنی شدن عناصر غذایی در تغذیه تلفیقی کود گاوی و کود شیمیایی نیتروژن برای گیاه، ریشه توسعه بیشتری می‌یابد. ریشه‌های توسعه‌یافته گیاه با افزایش جذب بهتر آب و عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن که در افزایش سنتز ترکیباتی مانند پروتئین، کربوهیدرات‌ها و غیره مؤثر است، عملکرد بیولوژیکی گیاه را افزایش می‌دهد (Moradi , 2015). بیگناه و همکاران (Bigonah *et al*., 2015) وجود مواد آلی در خاک را در افزایش فعالیت‌های شبه هورمونی و بهبود ساختمان فیزیکی- شیمیایی و بیولوژیکی بستر کاشت مؤثر دانستند و این عوامل را در ایجاد شرایط مطلوب رشد رویشی و درنتیجه افزایش عملکرد گیاه معرفی کردند. کارایی کمتر کودهای نیتروژن به‌ویژه در مقادیر کم آن، احتمالاً به‌دلیل آزادسازی کمتر نیتروژن معدنی و کارایی کمتر کودهای گاوی به‌تنهایی نیز احتمالاً به‌دلیل وجود رقابت بین میکروارگانیسم‌های خاک و گیاه برای جذب نیتروژن آمونیومی و نیتروژن نیتراتی و محدودیت نیتروژن معدنی قابل جذب برای گیاه به‌دلیل افزایش نسبت C/N این کودها به‌ویژه در اوایل فصل رشد می‌باشد (Pourazizi and Fallah, 2013) (جدول 1). در این آزمایش، هرچند نسبت C/N کود دامی استفاده شده بیشتر از خاک مزرعه بود اما میزان آن کمتر از 25 بود (جدول 1). نسبت C/N زیر 25، نشان‌دهنده‌ی تجزیه ماده آلی در بیشترین سرعت ممکن در شرایط محیطی است (Neyshabouri and Reyhanitabar, 2010) که احتمالاً به‌دلیل استفاده از کود دامی پوسیده شده در این آزمایش می‌باشد.

وزن هزاردانه

وزن هزاردانه جزء تشکیل‌دهنده‌ی عملکرد دانه می‌باشد که در بیان توان و پتانسیل تولید نقش مهمی دارد (Valadabadi *et al*., 2007). مصرف کود شیمیایی 80 کیلوگرم فسفر در هکتار در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری (با احتمال 99٪) سبب افزایش 11/18 درصدی وزن 1000 دانه شد (جدول 2 و 3). فسفر نقش محوری را در فرآیندهای متابولیکی گیاه ایفا می‌کند چراکه این عنصر جزء اصلی ترکیبات انرژی‌زا، اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدها و مؤثر در فعالیت آنزیم‌ها در گیاه می‌باشد (Moradi, 2015). با وجود تحرک بسیار کم فسفر در خاک که نمی‌تواند پاسخگوی جذب سریع آن توسط گیاه باشد (Mohammadpour-Vashvaei *et al*., 2015) به‌نظر می‌رسد که تأمین فسفر از طریق کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل و هم از طریق فسفر آزاد شده از کود دامی برای گیاه در تأمین فسفر مورد نیاز شاهدانه مؤثر بوده است و با توجه به نقش‌های ذکر شده برای فسفر توانسته است وزن هزاردانه را افزایش دهد. همچنین تغذیه کافی گیاه با فسفر سبب استحکام بافت‌های گیاهی و برگ‌ها شده و درنتیجه ریزش برگ‌ها به تعویق می‌افتد و با بقای بیشتر برگ‌ها و حفظ شادابی آن‌ها در این مرحله از رشد که مصادف با دوره پرشدن دانه‌ها نیز می‌باشد، سبب تداوم عمل فتوسنتز شده است و این عامل نقش به‌سزایی در افزایش وزن دانه‌ها دارد (Tohidinia *et al*., 2014). رد و همکاران (Reeed *et al*., 1988) نیز بیان کردند وزن دانه در دوره پر شدن آن معین می‌شود و تأمین مواد فتوسنتزی کافی در این مرحله برای بخش زایشی گیاه در افزایش وزن هزاردانه مؤثر است.

عملکرد دانه

عملکرد دانه بخش اقتصادی گیاه است که به مصرف انسان و طیور می‌رسد و این عامل تحت تأثیر عوامل محیطی و پتانسیل ژنتیکی گیاه قرار می‌گیرد (Valadabadi *et al*., 2007). تیمارهای کود دامی و فسفر (با احتمال 95٪) و نیتروژن (با احتمال 99٪) اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند و هیچ اثر متقابلی معنی‌دار نشد (جدول 2).

جدول 6- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده گیاه شاهدانه

Table 6- Correlation coefficient between measured traits of hemp

	ارتفاع ساقه Stem height	قطر ساقه Stem diameter	عملکرد ساقه Stem yield	عملکرد برگ Leaf yield	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزار دانه Thousand grains weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد عصاره Extract percentage
1	1								
2	0.391**	1							
3	0.560**	0.485**	1						
4	0.642**	0.449**	0.736**	1					
5	0.353**	0.245**	0.413**	0.532**	1				
6	0.229ns	0.324**	0.432**	0.328**	0.284*	1			
7	0.642**	0.472**	0.827**	0.962**	0.694**	0.390**	1		
8	-0.389**	-0.321**	-0.515**	-0.537**	0.379**	-0.145ns	-0.383**	1	
9	0.510**	0.260*	0.371**	0.536**	0.213ns	0.165ns	0.492**	-0.379**	1

ns : عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * و ** به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

ns: Non- significant, * and ** significant at 1% and 5% levels, respectively.

عملکرد دانه با مصرف کود دامی در سطوح 30، 20 و 10 تن در هکتار در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود دامی) به‌ترتیب 19/34، 22/78 و 15/13 درصد افزایش یافت (جدول 3). عملکرد دانه با عملکردهای برگ **(0/532)، ساقه **(0/413)، ارتفاع **(0/353) و قطر ساقه **(0/245) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول 6). کودهای دامی و زیستی با بهبود ساختمان خاک و تهویه مناسب سبب افزایش رشد ریشه، عرضه مناسب عناصر غذایی، بهبود فتوسنتز و در کل با بهبود رشد عمومی گیاه، منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شوند (Ghosh *et al*., 2004).

از آنجا که مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر اندام‌های هوایی مؤثر است، به‌نظر می‌رسد که تأثیر آن بر عملکرد دانه بدیهی باشد (Shahsawari and Saffari, 2005). کمبود نیتروژن در تیمار شاهد عملکرد دانه را کاهش داد که علت آن از بین رفتن دانه‌ها یا افزایش سقط و یا عدم تکامل آن‌ها می‌باشد (Majidian *et al*., 2008). در این آزمایش به‌نظر می‌رسد که نیاز نیتروژنی گیاه برای تولید عملکرد دانه با 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تأمین می‌شود و افزایش بیشتر نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته باشد و تا حدودی سبب کاهش عملکرد دانه نیز شود، هرچند که در این بررسی این کاهش در تیمار 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار نبود (جدول 3).

فسفر عملکرد دانه را 12/26 درصد افزایش داد (جدول 3). با مصرف فسفر نیز توسعه ریشه افزایش یافته و درنتیجه جذب آب و املاح بیش‌تر شده است، که خود سبب افزایش رشد رویشی و گسترش بوته شده است و در نهایت در افزایش عملکرد دانه مؤثر می‌باشد (Valadabadi *et al*., 2007). در این آزمایش با وجود افزایش وزن هزاردانه و همچنین عملکرد دانه، می‌توان بیان کرد که افزایش وزن هزاردانه نقش مؤثری در افزایش عملکرد دانه داشته است. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار *(0/284) عملکرد دانه با وزن هزاردانه، گواه این موضوع است (جدول 6).

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر دو عامل عملکرد بیولوژیک و دانه است و بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین سازه‌های رویشی گیاه و دانه می‌باشد (Majidian *et al*., 2008). در این بررسی به‌طور کلی با افزایش مصرف کود دامی، فسفر و نیتروژن، شاخص برداشت کاهش یافت (جدول 3)، هرچند تنها کود نیتروژن اثر معنی‌داری (با احتمال 99٪) بر شاخص برداشت داشت (جدول 2)، به‌طوری‌که سطوح 50 و 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با شاهد این شاخص را به‌ترتیب 6 و 14/38 درصد کاهش دادند (جدول 3). به‌نظر می‌رسد که افزایش سطح نیتروژن با افزایش اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به بخش‌های رویشی برگ و ساقه منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک شده باشد، در حالی‌که با کاهش اختصاص این مواد به دانه سبب کاهش عملکرد دانه و کاهش شاخص برداشت شده است (جدول 3). شهسواری و صفاری (Shahsawari and Saffari, 2005) نیز تحت تأثیر نیتروژن، با وجود افزایش هر دو عامل مؤثر بر شاخص برداشت، بیان کردند که کاهش شاخص برداشت با افزایش نیتروژن به علت افزایش بیشتر مخرج کسر (عملکرد بیولوژیک) به نسبت افزایش صورت کسر (عملکرد دانه) است. وجود همبستگی مثبت شاخص برداشت با عملکرد دانه **(0/379) و همبستگی منفی آن با عملکردهای برگ **(0/537-)، ساقه **(0/515-) و بیولوژیک **(0/383-) این موضوع را تأیید می‌کند (جدول 6).

درصد عصاره

تیمارهای کود دامی (با احتمال 95٪) و کود شیمیایی نیتروژن (با احتمال 99٪) در افزایش درصد عصاره برگ‌ها مؤثر بودند (جدول 2). سطوح کود دامی 30 و 20 تن در هکتار در مقایسه با شاهد به‌ترتیب سبب افزایش معنی‌دار 9/12، 8/28 درصد این صفت شدند (جدول 3). سطوح 100 و 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز در مقایسه با شاهد باعث افزایش 16/17 و 14/47 درصدی عصاره شاهدانه شدند (جدول 3). در این بررسی، درصد عصاره برگ با شاخص برداشت، همبستگی منفی و معنی‌داری **(0/379-) داشت (جدول 6)، یعنی با تخصیص بیشتر مواد به بخش زایشی گیاه، درصد عصاره برگ کاهش یافته است. با توجه به فراهم بودن نیتروژن و همچنین تغذیه گیاه با کود دامی که خود علاوه بر تأمین بیشتر عناصر غذایی، به مدت طولانی‌تری شرایط تغذیه‌ای مناسبی را برای گیاه فراهم می‌کند و همچنین با توجه به رشد عمده این گیاه در فصل تابستان و بهره بردن کافی از نور خورشید، سبب ساخت بیشتری از مواد مؤثره در گیاه می‌شود که مجموعاً در افزایش عصاره برگ‌های گیاه شاهدانه مؤثر است. عصاره شاهدانه دارای ترکیباتی مانند فنل، آلکالوئید، لکتین، پلی‌پپتید، پلی‌استیلن و کانابینوئیدها است (Khan *et al.*, 2014). ساختار کانابینوئیدهای شاهدانه متنوع بوده و به سه گروه آمینوآلکیلینودول[1]، سیکلوهگزیل فنل[2] و کلاسیکال کانابینوئید[3] تقسیم می‌شوند. گروه آمینوآلکیلینودول خود شامل سه دسته نفتوی لیندول[4]، فنیل استیلینودول[5] و بنزوی لیندول‌ها[6] هستند که همگی در ساختارشان نیتروژن و کربن نقش مهمی دارند (UNODC, 2016). محمدپور وشوایی و همکاران (Mohammadpour -Vashvaei *et al.*, 2015) نیز فراهمی عناصری مانند نیتروژن و فسفر را ازطریق ساخت ATP و NADPH در تولید ترکیبات گیاهی مانند فنل‌ها، آلکالوئیدها و غیره مؤثر دانستند.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که با تلفیق مقادیر مناسبی از کود دامی و شیمیایی و پرهیز از مصرف بی‌رویه‌ی کودهای شیمیایی می‌توان عملکرد گیاه شاهدانه را افزایش داد. مصرف تلفیقی 20 تن کود دامی به‌همراه 100 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار در مقایسه با مصرف تنها 100 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار علاوه‌بر بهبود صفات رشد، نیاز گیاه به سایر عناصر غذایی را در طی رشد تأمین نموده است. همچنین کاربرد تلفیقی 30 تن کود دامی به‌همراه 50 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار، نیاز به مصرف کود شیمیایی نیتروژن را کاهش داده است. کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از کودهای آلی در تولید گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها، شرط اصلی سالم و طبیعی بودن آن‌هاست. با استفاده از کودهای آلی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، علاوه‌بر افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های خاکزی، بهبود حاصلخیزی و وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک، حفظ محیط زیست و کاهش انرژی‌های ورودی به سیستم، می‌توان پایداری سیستم‌های زراعی را نیز بهبود داد. در تغذیه گیاه باید به هدف تولید از شاهدانه توجه داشت. در این آزمایش اگرچه با مقادیر 20 تن کود دامی به‌همراه 100 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار می‌توان عملکرد ساقه بالایی داشت اما با کاربرد مقادیر 30 تن کود دامی به‌همراه 50 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار با کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و در نظر گرفتن سلامت محیط زیست، عملکرد ساقه (الیاف) مناسبی را می‌توان تولید نمود، در حالی‌که جهت افزایش عصاره دارویی برگ‌های گیاه سطوح بالای کودهای نیتروژن و دامی توصیه می‌شود. سطوح 20 تن کود دامی، 50 کیلوگرم نیتروژن و 80 کیلوگرم فسفر در هکتار نیز برای تولید حداکثر عملکرد دانه مناسب بودند.

با توجه به مزایای زیاد شاهدانه در زمینه‌های تولید بذر، الیاف، روغن، ترکیبات دارویی و همچنین توانایی رشد آن در اقلیم‌های گوناگون و دارا بودن مقامت به خشکی و بسیاری از آفات و بیماری‌ها نیاز است تا در تحقیقات و توسعه کشاورزی پایدار بیشتر مورد استفاده و بررسی قرار گیرد.

1- Aminoalkylindoles
2- Cyclohexylphenoles
3- Classical cannabinoids
4- Naphthoylindoles
5- Phenylacetylindoles
6- Benzoylindoles

References

1. Aghhavani-Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R., and Nasisi Mahallati, M. 2014. Effects of application of organic, biological and chemical fertilizers on Vegetative traits and essenceof Coriander (*Coriandrum sativum*). Journal of Agroecology 6 (3): 425-443. (in Persian with English abstract).
2. Ahmadian, A., Ghanbari, A., Siahsar, B., Heidari, M., Ramroodi, M., and Mousavi Nik, M. 2010. Residual effect of chemical and animal fertilizers and compost on yield, yield components, physiological characteristics and essential oil content of *matricaria chamomilla* L. under Drought Stress conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 8 (4): 668-676. (in Persian with English abstract).
3. Akbarinia, A., Ghalavand, A., Ghalavand, F., Rezaee, M. B, and, Sharifi, A. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixure of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). Pajouhesh & Sazandegi 61: 32-41. (in Persian with English abstract).
4. Aliabadi, H., and Valadabadi, S. A. R. 2010. The effects of Glomus hoi fungi on coriander (*Coriandrum sativum* L.) at drought stress. Iranian Journal of Soil Research. 24 (1): 69-80. (in Persian with English abstract).
5. Ameri, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2007. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis*). Iranian Journal of Field Crop Research 5 (2): 315-325. (in Persian with English abstract).
6. Asghari-Pour, M. R., Rashed-Mohassel, M. H., and Rafie, M. 2006. The effect of plant density and nitrogen fertilizer on light interception and dry matter yield in hemp (*Cannabis sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5 (1): 29-36. (in Persian with English abstract).
7. Asghari-Pour, M. R., and Rashed-Mohassel, M. H. 2007. The effect of plant population and nitrogen fertilizer on fibre yield of hemp (*Cannabis sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 4 (2): 1-14. (in Persian with English abstract).
8. Bigonah, R., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2015. Effects of different fertilizer managements on quantitative and qualitative characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.) as a medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research 12 (4): 574-581. (in Persian with English abstract).
9. Bijani, M., Yadollahi, P., Heidari, M., Latif, M., Asgharipour, M. R., and Ramrudi, M. 2015. Effect of saline water and chemicalorganic fertilizers on nutrient uptake and yield of ajowan (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke). Journal of Plant Ecophysiology 7 (22): 66-141. (in Persian with English abstract).
10. Blaise, D., Singh, J. V., Bonde, A. N., Tekale, K. U., and Mayee, C. D. 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum*). Bioresour. Technology 96: 345-349.
11. Devkota, A., and Kumar-Jha, P. 2013. Effect of integrated manuring on growth and yield of *Centella asiatica* (L.) Urb. Tropical Ecology 54 (1): 89-95.
12. Eslami-Khalili, F., Pirdashti, H., Bahmanyar, M. A., and Taghavi-Ghsemkheili, F. 2014. Effect of organic and chemical fertilizer on soil properties and nutrient concentration in pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 30 (3): 476-485. (in Persian with English abstract).
13. Ghosh, P. K., Ramesh, P., Bandyopadhay, K. K., Tripathi, A. K., Hati, K. M., and Misra, A. K. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology 95: 77-83.
14. Heslop-Harrison, J., 1957. The esperimental modification of sex expression in flowering plants. Biological Reviews 32 (1): 38-90.
15. Hoffman, G., and Cleemput, O. 2004. Soil and plant nitrogen. International fertilizer industry association. Paris. Pp: 1.
16. Hosseini-Valiki, R., and Ghanbari, S. 2015. Comparative examination of the effect of manure and chemical fertilizers on yield and yield components of rosemary (*Rosemarinus officinalis* L.). International Journal of Agronomy and Agricultural Research 6 (2): 29-37.
17. Jahanban, L., and Lotfifar, O. 2011. Study of the effective organism (EM) application effect on efficacy of chemical and organic fertilizers in corn cultivation (*Zea maiz* S.C704). Plant Production Technology 11 (2): 43-52. (in Persian with English abstract).
18. Khamchin-Moghaddam, F., and Rezaee-Pajand, H. 2009. Criticising de morttone regionalization method according to linear moments for maximum daily precipitation in Iran. Journal of Technical- Engineering 2 (2): 93-103. (in Persian with English abstract).
19. Khan, B. A., Warner, P., and Wang, H. 2014. Antibacterial properties of Hemp and other natural fibre plants: a review. Bio Resources 9 (2): 3642-3659.
20. Madadi bonab, S., Zehtab Salmasi, S., and Ghassemi Golezani, K. 2012. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on morphological characteristics and essential oil percentage and yield of dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Agriculture Science 22 (2): 92-99. (in Persian with English abstract).

21. Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N., and Kamgar-Haghighi, A. A. 2008. Effects of nitrogen different amounts, manure and irrigation water on yield and yield components of corn. Electronic Journal of Crop Production 1 (2): 67-85. (in Persian with English abstract).
22. Mallanagouda, B. 1995. Effects of NPK and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medical and Aromatic Plant Science 4: 916-918.
23. Mansouri, H., and Asrar, A. 2013. The effect of ABA on pigments and tetrahydrocannabinol in *Cannabis sativa* at flowering stage. Iranian Journal of Biology 26 (1): 82-89. (in Persian with English abstract).
24. Mediavilla, V., Jonquera, M., Schmid-Slembrouck, I., and Soldati, A. 1998. Decimal code for growth stage of hemp (*Cannabis sativa* L.). Journal of the International Hemp Association 5 (2): 68-74.
25. Moazzen, Sh., Daneshian, J., Valadabadi, S. A., and Baghdadi, H. 2006. Study of Plant Population and Phosphate Fertilization on some Agronomic Characters and Seed and Fruit Yield of Pumpkin (*cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22 (4): 397-409. (in Persian with English abstract).
26. Mohammadpour-Vashvaei, R., Ghanbari, A., and Fakheri, B. A. 2015. Effect of combined feeding system on N, P and K concentration, biochemical characteristics and calyxes yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Iranian Journal of Filed Crop Science 46 (3): 497-517. (in Persian with English abstract).
27. Mooleki, S. P., Schoenau, J. J., Chales, J. L., and Wen, G. 2004. Effect of rat, frequency and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiencyn in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science 84: 199-210.
28. Moradi, S. 2015. Impact of sheep manure, urea and triple superphosphate on onion morphological properties. International Journal of Farming and Allied Sciences 4 (2): 167-170.
29. Neyshabouri, M. R., and Reyhanitabar, A. 2010. Interpreting soil test results. University of Tabriz. Part 5. 1nded.
30. Oomah, B. Busson, M., Godfrey, D., and Drover, J. 2002. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. Food Chemistry 76: 33-43.
31. Poisa, l., and Adamovics, A. 2010. Hemp (*Cannabis sativa* L.) as an environmentally friendly energyplant. Scientific journal of Riga Technical University Environmental and Climate Technologies 5: 80-85.
32. Pourazizi, M., and Fallah, S. 2013. Optimization of application of nitrogen fertilizers for growth and yield of forage sorghum under low- input conventional farming systems. Journal of Crop Production and Processing 3 (9): 81-91. (in Persian with English abstract).
33. Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M. R., Rahimi, A., and Tavakoli, A. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata* Forsk). Electronic Journal of Crop Production 3: 193-213. (in Persian with English abstract).
34. Reeed, A. J., Singletary, G. W., Schussler, J. R., Willianmson, D. R., and Christy, A. L. 1988. Shading effects on dry matter and nitrogen partitioning, Kernel number, and yield of maize. Crop Science 28: 819-825.
35. Rezaei, A., Pashazadeh, M., and Zade Fatah Jelodarlo, B. 2014. Investigating sedative, preanaesthetic & anti-anxiety effects of herbal extract of Cannabis Sativa in comparison with diazepam in rats. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences 22 (1): 912-919. (in Persian with English abstract).
36. Saadati, A., Pourtahmasi, K., Salami, S. A., and Oladi, R. 2015. Xylem and bast fiber properties of six Iranian hemp populations. Iranian Journal of Natural Resources 68 (1): 121-132. (in Persian with English abstract).
37. Seghatoleslami, M. 2013. Effect of water stress, bio- fertilizer and manure on seed and essential oil yield and some morphological traits of cumin. Bulgarian Journal of Agricultural Science 19 (6): 1268-1274.
38. Shahsawari, N., and Saffari, M. 2005. The effect of different levels of nitrogen on the function and elements of the varieties of wheat in Kerman. Pajouhesh and Sazandegi 66: 82-87. (in Persian with English abstract).
39. Shankarrao, O. 2012. Isolation and Characterization of Phosphate Solubilising Bacteria from Rhizospheric Soil Samples. Online International Interdisciplinary Research Journal 2 (4): 29-39.
40. Singh, R. V., and Chauhan, S. P. S. 1994. Response of barley to the levels and sources of nitrogen with and without zinc in relation to yield and water use under dryland conditions. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika 6: 43-48.
41. Tahami, S. M. K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2 (1): 70-82. (in Persian with English abstract).
42. Tehranipour, M., Kehtarpour, M., Javadmoosavi, B. Z., and Mahdavi shahri, N. 2012. Evaluation of *Cannabis sativa* leaves aquatic extract effect on triple regions of hippocampus neuronal density in male rats. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences 14 (1): 20-27. (in Persian with English abstract).
43. Tohidinia, M. A., Mazaheri, D., Bagher-Hosseini, S. M., and 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 Persian with English abstract).
44. UNODC. 2016. Synthetic cannabinoids in herbal products. Available at https://www.unodc.org/documents/scientific/Synthetic_Cannabinoids.pdf (visited 10 February 2016).

45. Wahba, H. E., Motawe, H. M., and Ibrahim, A. Y. 2014. Effect of nitrogen fertilizers on productivity of Urtica pilulifera plant. Bioscience 6 (1): 49-56.
46. Valadabadi, S. A., Alimohammadi, M., and Daneshian, J. 2007. The evaluation of nitrogen (N) and phosphorous (P) consumption on yield and growth of sweet corn (*Zea mays* var saccharata). Plant and Ecosystem 12: 53-65. (in Persian with English abstract).
47. Van der Werf, H. M. G., and Van den Berg, W. 1995. Nitrogen fertilization and sex expression affect size variability of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Oecologia 103: 462-470.
48. Zaman, S. 2003. Plant medicinales. Ghoghnos, Iran. p: 134.
49. Zare-Zadeh, A., Mirshamsi, M. R., Mirhosseini, A., and Arab zadeh, M. R. 2012 .Investigating sedative, preanaesthetic & anti-anxiety effects of herbal extract of *Cannabis Sativa* in comparison with diazepam in rats. Seed and Plant Production Journal 2-28 (3): 363-371. (in Persian with English abstract).

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 823-837

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 837-823

Effect of Different Levels of Organic and Chemical Fertilizers on Yield, Harvest Index and Extract Percentage of Hemp (*Cannabis sativa* L.)

S. Laleh[1]- M. Jami Al-Ahmadi[2*]- S. Parsa[3]
Received: 07-03-2016
Accepted: 27-09-2016

Introduction

Hemp is a dioecious and annual plant. The most important use to this plant is in the food, drug, and natural fibers. Proper fertilizer management for a medicinal plant species is important for increasing its yield and maintaining the quality of active principles. Sustainable farming is on the basis of natural fertilizer application with the aim of decreasing chemical fertilizers. Various studies show that application of animal manure with chemical fertilizers (as N, P and …) have positive effects on soil structure, microbial population, soil fertility, growth and yield of plant with the aim of protecting the environment. Therefore, the present study was under taken to evaluate the effect of organic amendments enriched with chemical fertilizers of nitrogen and phosphorus on yield and extract of hemp.

Materials and Methods

To study the effect of different levels of animal manure and chemical fertilizers, a split factorial experiment, based on complete randomized blocks design with three replications was conducted at the research Farm of Faculty of agriculture, University of Birjand, during the growing season 2014-2015. Experimental factors were animal manure (0, 10, 20 and 30 t. ha-1well rotted farmyard manure) as the main plot, and factorial application of three levels of N (0, 50 and 100 kg N ha-1 as Urea) with two levels of P (0 and 80 kg P2O5 ha-1 as triple and P was superphosphate) as sub-plot. Animal manure, P and half of the N fertilizer were applied before planting and the other half of N were applied by top dressing. Hemp were planted 5 may on rows 60 cm apart, with 30 cm distance between each hemp on row, at the depth of 3-4 cm. Measured traits included leaf, stem and seed weights, stem height and diameter, 1000 seed weight, and leaves extract percentage per square meter in sub-plot for female plants of hemp. Also percentage of female plants calculated per sub-plot. Finally, all variables were analyzed by SAS software (V. 9.1). Comparison of the averages attributes was performed using FLSD test at the 0.05 level of significant.

Results and Discussion

The results showed that the percentage of female plants did not affected by animal manure and chemical fertilizers. Stem height and diameter, leaf and stem weights and extract percentage were increased with increasing rate of animal manure, nitrogen and phosphate fertilizers. Phosphorus application caused a 11.2% increase in thousand grains weight. The highest stem and leaf yields were 2541.8 and 7001.6 kg ha^{-1} respectively, which were obtained by using 20 t. ha^{-1} animal manure with 100 kg N + 80 kg P ha^{-1}. An increased stem yield was also obtained by applying 30 t ha^{-1} animal manure with 50 kg N + 80 kg P ha^{-1}. Integrated using of 20 t. ha^{-1} animal manure with 100 kg N + 80 kg P ha^{-1}, and 30 t. ha^{-1} animal manure with 50 kg N + 80 kg P ha^{-1} were appeared as the favorable fertilizing treatments for hemp.

Conclusions

It is suggested that combined usage of the animal manure and chemical fertilizers have more positive effects on growth and yield of hemp in compare with the use of fertilizers or animal manure lonely. Also hemp nutrition should be done according to the aim of producing.

Keywords: Cow manure, Triple superphosphate, Urea

1- PhD student, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Birjand, Iran
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Birjand, Iran
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: mjamialahmadi@birjand.ac.ir)