

## نقش مدیریت تلفیقی کودهای آلی و تلقیح میکوریزایی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کاسنی پا کوتاه (*Cichorium pumilum* Jacq.)

راهله نقیبی<sup>۱</sup>، پرویز رضوانی مقدم<sup>۲\*</sup>، رضا قربانی<sup>۲</sup>، احمد بالندری<sup>۲</sup>  
۱، ۲، ۳. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی؛ استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و استادیار پژوهشکده علوم و صنایع غذایی  
(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۲)

### چکیده

کاسنی پاکوتاه (*Cichorium pumilum* Jacq.)، یکی از مهم ترین گیاهان دارویی است که برای تقویت کبد و درمان نفرس و رماتیسم به کار می رود. به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی و تلقیح میکوریزایی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی کاسنی پاکوتاه، آزمایشی به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی، با سه تکرار، در سال زراعی ۹۱-۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد، اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد کود آلی در چهار سطح (کود گاوی، هیومیک اسید، فولویک اسید و شاهد) و تلقیح میکوریزایی در سه سطح (تلقیح با *Glomus mosseae*، تلقیح با *Glomus intraradices* و عدم تلقیح) بود. نتایج نشان داد که تلقیح گونه های میکوریزا، باعث افزایش تعداد شاخه جانبی، ارتفاع بوته، تعداد گل، تعداد دانه و وزن دانه در بوته گردید. در بین سطوح مختلف کودهای بیولوژیک، کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G. mosseae*، باعث افزایش ۲۹ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. کاربرد کودهای آلی نیز باعث بهبود اجزای عملکرد دانه کاسنی پا کوتاه شد، بطوریکه استفاده از کود گاوی، باعث تولید بیشترین تعداد ساقه جانبی و ارتفاع بوته شد و کاربرد هیومیک اسید نیز سبب تولید بیشترین تعداد گل و تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه گردید. کاربرد هم زمان قارچ های میکوریزا و کودهای آلی، موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه کاسنی پاکوتاه شد.

واژه های کلیدی: فولویک، کودهای بیولوژیک، کود گاوی، گیاه دارویی، هیومیک.

## Effect of integrated management of organic fertilizers and mycorrhiza inoculation on seed yield and yield components of dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.)

Raheleh Naghibi<sup>1</sup>, Parviz Rezvani Moghaddam<sup>2\*</sup>, Reza Ghrbani<sup>2</sup> and Ahmad Balandari<sup>3</sup>  
1, 2, 3 M.Sc. Student of AgroEcology, Professor of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Assistant Professor of Research Institute for Food Science, respectively  
(Received: May 2, 2014 - Accepted: January 2, 2018)

### ABSTRACT

To investigate the effects of organic fertilizers and mycorrhiza inoculation on yield and yield components of dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.), an experiment was conducted as factorial layout based on randomized complete block design with three replications at research farm of Ferdowsi University of Mashhad in 2012-2013 growing seasons. Experimental treatments were all combinations of organic fertilizers at four levels (cow manure, humic acid, fulvic acid and control) and mycorrhiza inoculation at three levels (inoculation with *Glomus mosseae*, *G. intraradices* and control without inoculation). The results showed that the mycorrhiza species increased the number of lateral branches, plant height, number of inflorescence per plant, number of seed and seed weight per plant. Application of *G. mosseae* led to increasing of seed yield as 29% higher than control treatment. Using organic fertilizers improved seed yield. The highest number of lateral branches and plant height were obtained in cow manure treatment and the highest number of inflorescence, number of seeds per plant and seed yield were shown in humic acid treatment. Furthermore, integrated mycorrhizae and organic fertilizers treatments increased yield and yield components of dwarf chicory.

**Keywords:** Biological fertilizers, Fulvic, Humic, Medicinal plant, Organic Fertilizer.

\* Corresponding author E-mail: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir

### مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع مهم درمان بیماری‌ها در تمام نقاط جهان هستند و در حال حاضر نیز از جایگاه مهمی در پزشکی برخوردار می‌باشند؛ به خصوص از دهه‌های گذشته، کاربرد این گیاهان در طب سنتی و مدرن، رو به افزایش گذاشته است (Zargari, 1997). امروزه با توجه به اثرات جانبی ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، تولید پایدار داروهای گیاهی با کیفیت، مورد توجه قرار گرفته است (Malik, 2011). کاسنی پاکوتاه (C. *pumilum*)، گیاهی یک‌ساله از تیره کاسنی (Asteraceae) است که ارزش دارویی دارد و در اکثر نواحی ایران، به ویژه در غرب و جنوب غربی ایران می‌روید (Rechinger, 1977). از خواص درمانی این گیاه می‌توان به رفع مشکلات گوارشی، مشکلات کبد و کیسه صفرا و نیز به عنوان اشتهاآور، تصفیه کننده خون و درمان کم خونی اشاره کرد- (Ahvazi et al., 2010). کشاورزی رایج، به کاربرد وسیع کودهای شیمیایی نیاز دارد که علاوه بر پر هزینه بودن، آلودگی‌های زیست محیطی را نیز به همراه دارد. بنابراین کشاورزی پایدار که یکی از اهداف آن، حفظ تولید، همراه با کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌باشد، توجه زیادی را در چند دهه اخیر به خود جلب کرده است (Nassiri Mahalati et al., 2009). از آنجایی که مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، تأثیر سویی بر چرخه زیستی و پایداری بوم نظام‌های زراعی دارند، بنابراین تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی ضروری می‌باشد (Koocheki et al., 2005). از این رو، می‌توان با استفاده از میکروارگانیسم‌های موثر در خاک، به شکل کودهای بیولوژیک و نیز به کارگیری انواع نهاده‌های آلی، وابستگی به این کودها را کاهش داد (Adediran et al., 2004).

به علت اثرات مفیدی که مواد آلی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند، یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند. کودهای آلی باعث افزایش ماده آلی و pH خاک می‌شوند و به سبب بهبود خصوصیات ظرفیت تبادل کاتیونی، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها، میزان دسترسی به مواد غذایی و افزایش باروری خاک می‌شوند (Kaur et al., 2008) با توجه به ملاحظات زیست محیطی، امروزه استفاده از کودهای آلی، از جمله کود دامی، اسید

هیومیک و اسید فولویک رواج یافته است. کاربرد ماده آلی به صورت کود دامی، سطوح کربن خاک را افزایش می‌دهد و اثرات مستقیم و غیر مستقیمی بر خصوصیات و فرایند های بیولوژیکی خاک دارد (Parakash et al., 2007).

اسید هیومیک و اسید فولویک، با کلات کردن عناصر ضروری، سبب افزایش جذب عناصر می‌شوند و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهند (Kausar et al., 1985). کودهای طبیعی و از جمله اسید هیومیک، بدون آن که اثرات تخریبی بر محیط زیست داشته باشند، عملکرد را افزایش می‌دهند، به طوری که مقادیر بسیار کم اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Koopal et al., 2005). نتایج یک تحقیق نیز نشان داد که کاربرد بهبود دهنده های اسید هیومیک، سبب افزایش تحریک رشد بافت سبزینه ای در کاسنی معمولی (C. *intybus* L.) شد (Valdrighi et al., 1996).

مصرف اسید هیومیک، سبب افزایش معنی دار رشد ریشه گیاه ژبربا (Gerbera jamesonii L.) که در محلول غذایی رشد یافته است، گردید. همچنین محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در برگ‌ها و تعداد گل در گیاه توسط اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد (Nikbakht et al., 2008). نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد که مصرف ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و نیز ۱۰ تن کود گاوی + کود شیمیایی، بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد کل علوفه تر و نیز علوفه خشک کاسنی علوفه‌ای کولتیوار Grasslands Puna از گونه C. *intybus* داشت (Rezvani Moghaddam et al., 2013). کاربرد کودهای بیولوژیک نیز از جمله راهبردهای تغذیه گیاه برای رسیدن به اهداف کشاورزی اکولوژیک است (Kapoor et al., 2004). اصطلاح کودهای بیولوژیک، منحصرأ به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌شود، بلکه در حقیقت، انواع مختلف میکروارگانیسم‌های آزادزی، همیار و همزیست و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها را نیز شامل می‌شود که توانایی تغییر شکل عناصر غذایی اصلی، از شکل غیر قابل دسترس، به شکل قابل استفاده برای گیاه طی فرآیند های بیولوژیکی، دارند و منجر به رشد و نمو بهتر گیاه می‌شوند (Astaraiy & Koocheki, 1997). میکوریزا به

حاکی از نقش موثر تلقیح میکوریزایی، در افزایش معنی‌دار عملکرد گلبرگ و عملکرد دانه ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) بود (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2014). نتایج Kapoor *et al.* (2001)، بیانگر اثر مثبت کاربرد قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) بود. هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر کودهای آلی و همچنین تلقیح قارچ میکوریزا، بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی کاسنی پا کوتاه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار اجرا شد. در این مطالعه، نهاده‌های کود آلی به عنوان عامل اول در چهار سطح کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، هیومیک اسید (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، فولویک اسید (سه کیلوگرم در هکتار) و عدم کاربرد کود (به عنوان شاهد) و همچنین تلقیح میکوریزایی به عنوان عامل دوم در سه سطح (شامل دو گونه تلقیح میکوریزایی *mosseae* و *G. intraradices* و عدم تلقیح میکوریزایی (به عنوان شاهد) بودند.

عنوان جزء کلیدی در بوم نظام، اثرات مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان همزیست دارد (Harrier *et al.*, 2004). میکوریزا، همزیستی میان برخی از قارچ‌های موجود در خاک با ریشه گیاهان می‌باشد که رابطه‌ای کاملاً دوطرفه است. حدود ۸۰ درصد از تمامی گونه‌های گیاهی خشکی‌زی، دارای این نوع از همزیستی می‌باشند (Quilambo, 2003).

این گروه از میکروارگانیسم‌ها، با توجه به افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، کنترل عوامل بیماری‌زا و تولید انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده و محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Sturz Christie, 2003). افزایش سطح فعال سیستم ریشه گیاه برای جذب بهتر مواد غذایی از خاک، خصوصاً در شرایط کمبود فسفر (Kapoor *et al.*, 2007)، افزایش فتوسنتز (Copetta *et al.*, 2006)، افزایش مقاومت به تنش‌های خشکی، شوری و مقاومت به آفات و بیماریها (Pinior *et al.*, 2005)، و بهبود ساختمان خاک (Celik *et al.*, 2004)، نمونه‌هایی از نقش این قارچ، در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد. بررسی‌ها بر روی گیاه کاسنی پا کوتاه مشخص کرد که کاربرد کود زیستی، باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه شد (Doaiy, 2013). نتایج یک تحقیق،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of experimental field soil

Sample	Texture	Total N (%)	OC (%)	Available K (ppm)	Available P (ppm)	Ec (ds/m)	pH
Field soil	Silty loam	0.08	0.49	286	10.25	1.26	8.09

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود گاوی و اسید هیومیک در آزمایش

Table 2- Chemical properties of cow manure and humic acid used in experiment

Sample	Total N (%)	OC (%)	Total K (%)	Total P (%)	Ec (ds/m)	pH
Cow manure	0.67	22.6	1.16	0.14	7.4	6.22
Humic acid	6	-	1	2	-	-

کاشت با خاک مخلوط شدند. گونه‌های قارچ میکوریزا (تهیه شده از شرکت تولیدی زراعی ارگانیک همدان) نیز همزمان با کاشت، به صورت تلقیح با خاک، در دو لایه پایین و بالای بذرها استفاده شد. بذر کاسنی (تهیه شده از پارک علم و فن آوری خراسان)، به صورت دستی، در ۲۰ اسفند ماه بر روی هر پشته کشت شد. تراکم نهایی، ۲۰ بوته در متر مربع (فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی متر) در نظر گرفته شد (Balandari & Rezvani Moghaddam, 2013).

عملیات آماده‌سازی زمین، شامل شخم اولیه، تسطیح زمین و کرت‌بندی (ابعاد کرت‌ها ۲/۵ × پنج متر)، در اواخر اسفند ماه ۱۳۹۱ اجرا شد. کرت‌های مورد نظر، دارای پنج ردیف با پشته‌هایی به عرض ۵۰ سانتی متر بود. فواصل بین کرت‌ها و بین بلوک‌ها، به ترتیب نیم و یک متر تعیین شد. کود دامی، اسیدهیومیک (تهیه شده از شرکت پارس هیومیک تهران) و اسید فولویک (تهیه شده از شرکت Kohler آلمان، شرکت فن آوری سبز شرق مشهد)، قبل از

استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)، در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین اثرات متقابل معنی دار، از روش برش دهی استفاده شد. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کودهای زیستی و کودهای آلی بر ارتفاع بوته کاسنی پاکوتاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل کود زیستی و کود آلی نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین ارتفاع گیاه کاسنی پاکوتاه، تحت تاثیر اثرات متقابل کود زیستی و کود آلی و در شرایط کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G. mosseae* و استفاده از هیومیک اسید (۱۱۷/۳۹ سانتی متر) حاصل شد و کمترین مقدار، در تیمار عدم کاربرد کود (۶۵/۸۳ سانتی متر) مشاهده شد (جدول ۵). در شرایط کاربرد کود زیستی میکوریزای گونه *G. intraradices*، کاربرد کود گاوی، باعث افزایش ارتفاع بوته بیشتری نسبت به سایر کودهای آلی شد. همچنین بیشترین ارتفاع بوته در بین سطوح مختلف کودهای آلی، با استفاده از کود گاوی در شرایط عدم کاربرد کود زیستی به دست آمد (جدول ۵). چنین به نظر می‌رسد که استفاده از مواد آلی و کود زیستی میکوریزا، باعث افزایش فراهمی عناصر غذایی برای ریشه گیاه شد که این امر، با تحریک رشد گیاه و افزایش طول میانگره، در نهایت، باعث افزایش ارتفاع گیاه کاسنی پاکوتاه شد. بهبود جذب عناصر معدنی در گیاهان میزبان قارچ‌های میکوریزا، اغلب منجر به پاسخ‌های رشدی مثبت در این گیاهان می‌شود که عمدتاً در سطح اندام هوایی گیاه آشکار است (Wright et al., 1998). از طرفی، کودهای آلی نیز با بهبود فراهمی مواد غذایی و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث افزایش شاخص‌های رشدی در گیاهان می‌شوند (Azeez et al., 2010). بررسی انجام گرفته در گیاه دارویی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) نشان داد که ارتفاع گیاه با کاربرد کود زیستی و نیز سطوح مختلف کود آلی افزایش یافت (Shaalan, 2005). Falah Ghazaani et al. (2012) نشان دادند که کاربرد کود بیولوژیک و هیومیک

(2011). اولین آبیاری کرت‌ها به صورت نشتی و بلافاصله بعد از کشت انجام شد و سایر آبیاری‌ها، تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک، به صورت هفته‌ای انجام گرفت. جهت جلوگیری از اثر منفی بر جمعیت قارچ‌های میکوریزایی تلقیح شده در طول دوره رشد گیاه، هیچ‌گونه علف‌کش و یا آفت‌کش شیمیایی استفاده نگردید و وجین علف‌های در سه مرحله، به صورت دستی انجام شد. پس از رسیدن گیاه به مرحله برداشت نهایی (۲۹ مرداد)، پنج بوته از هر کرت T به طور تصادفی انتخاب شدند و صفاتی از جمله ارتفاع بوته، تعداد انشعابات فرعی ساقه، اجزای عملکرد شامل تعداد گل آذین در بوته، تعداد دانه در گل آذین، وزن دانه در گل آذین، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در هر بوته و وزن هزار دانه در هر کرت تعیین شد. در نهایت، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، از سطح باقیمانده هر کرت برداشت شد و با رعایت حذف اثر حاشیه‌ای، تعیین گردید. به منظور تعیین رابطه میان اجزای عملکرد با عملکرد دانه، از رگرسیون چند متغیره استفاده شد و در آن، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و اجزای عملکرد دانه، به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند، بنابر این:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7$$

که در این معادله:  $y$ ، عملکرد دانه؛  $a$ ، عرض از مبدا و  $b_1$  تا  $b_7$  ضرایب رگرسیون می‌باشند. با توجه به اینکه بزرگی و کوچکی ضرایب رگرسیون، بازتابی از واحدهای اندازه‌گیری متغیرهای مستقل  $x$  می‌باشند، مقایسه ضرایب رگرسیون دشوار است. برای این منظور، از ضرایب رگرسیون استاندارد شده که به ضرایب رگرسیونی فاقد واحد منجر می‌شوند، استفاده شد.

اجزای این بررسی، اجزای عملکرد دانه شامل تعداد شاخه جانبی ( $X_1$ )، تعداد گل آذین ( $X_2$ )، تعداد دانه در گل آذین ( $X_3$ )، تعداد دانه در بوته ( $X_4$ )، وزن دانه در گل آذین ( $X_5$ )، وزن دانه در بوته ( $X_6$ ) و وزن هزار دانه ( $X_7$ ) بود. در نهایت، از بین اجزای عملکرد دانه، اصلی‌ترین اجزای تعیین‌کننده عملکرد دانه از لحاظ آماری، با استفاده از رگرسیون گام به گام و به روش Forward، وارد مدل شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش، با استفاده از نرم افزار SAS و MSTAT-C انجام شد. میانگین‌ها نیز با

کوتاه شد. همچنین Moradi et al. (2009)، اثر مثبت کاربرد تلفیقی کودهای آلی با بیولوژیک را بر صفت تعداد چتر در بوته رازیانه را گزارش کردند. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده و اثر مثبت کاربرد تلفیقی کود زیستی و آلی بر صفت مورد مطالعه، می‌توان اظهار داشت که احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی کودهای آلی، از طریق افزایش نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها، باعث افزایش تجمع نیتروژن، فسفر و سایر عناصر مورد نیاز در گیاه می‌شود و اجزای عملکرد گیاه را بهبود بخشیده است (Arancon et al., 2004).

#### تعداد دانه در گل آذین و بوته

نتایج تجزیه واریانس آزمایش حاکی از آن بود که اثر ساده تیمارهای آزمایشی بر صفات تعداد دانه در گل آذین و بوته، در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود در حالی که این صفات، تحت تاثیر اثر متقابل کود آلی و کود زیستی قرار نگرفتند (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در گل آذین، تحت تاثیر کودهای آلی، مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). بین سطوح مختلف کودهای زیستی نیز بیشترین تعداد دانه در گل آذین، در تیمار شاهد (۴۲/۷۷) مشاهده شد (جدول ۴). Moradi et al. (2009) نیز گزارش کردند که در گیاه رازیانه، به دلیل تعداد چتر کم‌تر تیمار شاهد، بیشترین تعداد دانه در چترک در تیمار شاهد مشاهده شد. با توجه به نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که در شرایط کاربرد کودهای آلی و زیستی، پایین بودن تعداد دانه در گل، به دلیل بالا بودن تعداد گل آذین در این تیمارها بوده است زیرا در چنین شرایطی، به نظر می‌رسد که گیاه، منابع بیشتری را صرف تولید گل می‌کند و در نتیجه، تعداد دانه کم‌تری در گل تولید کرده است. مقایسه میانگین اثر ساده کودهای زیستی نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته، به کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G. mosseae* (۳۸۹۷/۹) و کمترین مقدار آن، به عدم کاربرد کود زیستی (شاهد، ۳۲۹۰/۶) تعلق داشت (جدول ۴). استفاده از گونه‌های *G. mosseae* و *G. intraradices* میکوریزا، به ترتیب باعث افزایش ۱۸ و ۱۷ درصدی تعداد دانه نسبت به شاهد شد. به گزارش Aghhavan Shajari et al. (2012)، کاربرد تنهایی و

اسید، باعث افزایش ارتفاع گندم (*Triticum aestivum*) شدند.

#### تعداد ساقه جانبی

اثر ساده تیمارهای تغذیه ای و همچنین اثر متقابل کود زیستی و کود آلی بر صفت تعداد شاخه جانبی گیاه کاسنی پاکوتاه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد ساقه جانبی (۱۷ ساقه)، تحت تاثیر اثرات متقابل کود زیستی و کود آلی، در شرایط کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G. mosseae* و استفاده از هیومیک اسید به‌دست آمد و کمترین مقدار، در تیمار شاهد (پنج ساقه) مشاهده شد (جدول ۵). تعداد ساقه جانبی در تیمار کود گاوی در شرایط کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G. intraradices* و عدم کاربرد کود زیستی (شاهد)، از بیشتر از سایر سطوح مختلف کودهای آلی بود. نتایج پژوهش‌های Mahfouz & Sharaf-Eldin (2007) بر روی گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و Aghhavan Shajari et al. (2012) بر گیاه گشنیز، بیانگر اثرات مثبت کاربرد تلفیقی کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی، بر تعداد شاخه جانبی در این گیاهان می‌باشد. در شرایط یکسان محیطی، فراهمی عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و در نتیجه، تعداد شاخه فرعی گیاه شود (Jahan & Koocheki, 2004). محققان نشان داده اند که کاربرد کودهای بیولوژیک در تلفیق با کود آلی، اثرات کود بیولوژیک را افزایش می‌دهد (Rivera-Cruz et al., 2008).

#### تعداد گل آذین

اثرات ساده و متقابل کودهای زیستی و آلی بر تعداد گل آذین گیاه کاسنی پاکوتاه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد گل آذین، در تیمار کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G. mosseae* و کود آلی هیومیک اسید (۱۱۵/۰۰) و کمترین مقدار، در تیمار شاهد (۷۲/۰۰) مشاهده شد (جدول ۵). در شرایط عدم حضور قارچ میکوریزا، استفاده از کود دامی، موجب افزایش تعداد گل آذین (۸۲/۰۰) شد (جدول ۵). نتایج (2013 Doaiy) مبین آن بود که تلفیق کود بیولوژیک و کود آلی، باعث افزایش تعداد گل آذین در بوته در گیاه کاسنی پا

و از این طریق، بر وضعیت رشدی گیاه اثرات مثبتی بر جای می‌گذارد (Arpana & Bagyaraj, 2007). با توجه به این‌که فسفر، در افزایش تعداد دانه در بوته و نیز انتقال انرژی حاصل از فتوسنتز نقش مهمی دارد، بنابراین، افزایش تعداد دانه در اثر کاربرد میکوریزا را می‌توان به افزایش فراهمی فسفر نسبت داد (Paradi et al., 2003).

تلفیقی کود زیستی میکوریزا، اثرات به مراتب بهتری بر افزایش توان تولید بذر در بوته در گیاه گشنیز داشت. گزارش شده است که میکوریزا، از طریق نفوذ در حفرات بسیار ریز خاک که برای ریشه‌های موپین قابل دسترس نیست و نیز افزایش جذب عناصر غذایی، باعث افزایش جذب سیستم ریشه‌ای گیاه و به دنبال آن، افزایش جذب عناصر کم مصرف و پر مصرف، به خصوص فسفر می‌شود

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه در گیاه کاسنی پاکوتاه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

Table 3- Variance analysis (mean squares) of studied traits of dwarf chicory

S.O.V.	df	Plant height	Number of lateral stem per plant	Number of inflorescence per plant	Number of seeds per inflorescence	Number of seeds per plant	Seed weight per inflorescence	Seed weight per plant	1000-seed weight	Seed yield	Harvest index	Biological yield
Block	2	29.78 <sup>ns</sup>	10.11 <sup>*</sup>	0.86 <sup>ns</sup>	5.44 <sup>ns</sup>	20842.11 <sup>ns</sup>	0.000054 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	8923.13 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	87506.02 <sup>ns</sup>
Biological fertilizer (A)	2	833.34 <sup>**</sup>	78.36 <sup>**</sup>	1432.86 <sup>**</sup>	13.36 <sup>**</sup>	1389408.02 <sup>**</sup>	0.000044 <sup>ns</sup>	10.53 <sup>**</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	462944.25 <sup>**</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	19186222.69 <sup>**</sup>
Organic fertilizer (B)	3	1448.49 <sup>**</sup>	83.06 <sup>**</sup>	1370.40 <sup>**</sup>	18.14 <sup>**</sup>	1230237.40 <sup>**</sup>	0.000044 <sup>ns</sup>	8.87 <sup>**</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	313399.58 <sup>**</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	12185818.46 <sup>**</sup>
Biological fertilizer × Organic fertilizer	6	192.76 <sup>*</sup>	9.78 <sup>**</sup>	167.15 <sup>**</sup>	3.28 <sup>ns</sup>	167334.43 <sup>ns</sup>	0.000016 <sup>ns</sup>	0.85 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	45792.58 <sup>**</sup>	0.50 <sup>ns</sup>	2855251.28 <sup>*</sup>
Error	24	74.78	2.47	48.43	1.89	284.47	0.000013	0.95	0.032	13864.86	1.45	9656787.7

\*\*، \* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

\*\*، \*، and ns are significant at a probability level of 1%, 5% and no significant difference.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کود بیولوژیک و آلی بر صفات مورد مطالعه در گیاه کاسنی پاکوتاه

Table 4- Mean comparison of the effects of biological and organic fertilizers on studied characteristics of dwarf chicory

Factor	Seed yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Seed weight per plant (g)	Number of seeds per plant	Number of seeds per inflorescence	Number of inflorescence per plant	Number of lateral stem per plant	Plant height (cm)	Biological yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
Biological fertilizer								
Control	1155.50 <sup>b</sup>	5.70 <sup>b</sup>	3290.6 <sup>b</sup>	42.08 <sup>a</sup>	78.16 <sup>b</sup>	7.66 <sup>c</sup>	87.36 <sup>c</sup>	7177.5 <sup>b</sup>
<i>G.mosseae</i>	1499.75 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	3897.9 <sup>a</sup>	40.50 <sup>b</sup>	95.91 <sup>a</sup>	12.66 <sup>a</sup>	104.03 <sup>a</sup>	9496.91 <sup>a</sup>
<i>G.intraradices</i>	1491.50 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	3860.2 <sup>a</sup>	40.50 <sup>b</sup>	90.83 <sup>a</sup>	11.08 <sup>b</sup>	95.63 <sup>b</sup>	9209.9 <sup>a</sup>
LSD (5%)	99.69	0.825	240.85	1.16	5.89	1.33	7.32	832
Organic fertilizer								
Control	1116.67 <sup>c</sup>	5.36 <sup>b</sup>	3153.0 <sup>b</sup>	42.77 <sup>a</sup>	73.55 <sup>c</sup>	6.11 <sup>c</sup>	77.67 <sup>c</sup>	6990.5 <sup>c</sup>
Humic acid	1532.33 <sup>a</sup>	7.64 <sup>a</sup>	3984.8 <sup>a</sup>	40.22 <sup>bc</sup>	102.44 <sup>a</sup>	11.66 <sup>ab</sup>	98.04 <sup>b</sup>	9672.0 <sup>a</sup>
Fulvic acid	1391.33 <sup>b</sup>	6.97 <sup>a</sup>	3718.9 <sup>a</sup>	41.22 <sup>b</sup>	91.22 <sup>b</sup>	11.00 <sup>b</sup>	99.57 <sup>ab</sup>	8685.9 <sup>b</sup>
Cow manure	1488.67 <sup>ab</sup>	7.17 <sup>a</sup>	3874.9 <sup>a</sup>	39.33 <sup>c</sup>	95.66 <sup>ab</sup>	13.11 <sup>a</sup>	107.42 <sup>a</sup>	9164.0 <sup>a</sup>
LSD (5%)	115.12	0.953	278.11	1.34	5.89	13.3	7.32	960.71

هیومیک اسید، باعث افزایش ۲۶ درصدی این صفت شد. Moradi et al. (2009) نیز افزایش تعداد دانه رازیانه در بوته، ناشی از مصرف کود آلی گزارش کرد. عناصر غذایی در کودهای آلی، به آهستگی آزاد می‌شوند و در طی فصل رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرند و تا انتهای فصل رشد

کاربرد کودهای آلی نیز باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بوته کاسنی پاکوتاه نسبت به شاهد شد (جدول ۴). در میان منابع تغذیه‌ای کود آلی، هیومیک اسید با تولید ۳۹۸۴/۸ دانه در بوته، بیشترین و تیمار شاهد با ۳۱۵۳، کمترین تعداد دانه در بوته را تولید کردند. کاربرد کود آلی

می توانند عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تامین نمایند (Beauchamp, 1986).

جدول ۵. اثر متقابل کودهای بیولوژیک و آلی بر برخی صفات مورد مطالعه در گیاه کاسنی پاکوتاه

Table 5. Interaction effects of biological and organic fertilizers on some studied characteristics of dwarf chicory

Biological fertilizer	Organic fertilizer	Seed yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Number of inflorescence per plant	Number of lateral stem per plant	Plant height (cm)	Biological yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
Control	Control	1090 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	5 <sup>c</sup>	65.83 <sup>b</sup>	7043.48 <sup>a</sup>
	Humic acid	1175 <sup>a</sup>	80 <sup>a</sup>	8.6 <sup>ab</sup>	95.5 <sup>a</sup>	7098.2 <sup>a</sup>
	Fulvic acid	1157 <sup>a</sup>	78.66 <sup>a</sup>	7.3 <sup>b</sup>	90.5 <sup>a</sup>	7060.33 <sup>a</sup>
	Cow manure	1200 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>	9.6 <sup>a</sup>	97.64 <sup>a</sup>	7507.75 <sup>a</sup>
	LSD (5%)	121.6	5.2	2.1	11.7	523.7
<i>G.mosseae</i>	Control	1133 <sup>c</sup>	76 <sup>c</sup>	7 <sup>c</sup>	86.3 <sup>c</sup>	7005 <sup>d</sup>
	Humic acid	1720 <sup>a</sup>	115 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	117.39 <sup>a</sup>	11388 <sup>a</sup>
	Fulvic acid	1507 <sup>b</sup>	97.33 <sup>b</sup>	13 <sup>b</sup>	102.94 <sup>b</sup>	9392.38 <sup>c</sup>
	Cow manure	1639 <sup>ab</sup>	104 <sup>ab</sup>	13.6 <sup>b</sup>	109.5 <sup>ab</sup>	10202.36 <sup>b</sup>
	LSD (5%)	203.2	15.4	2.9	13.3	687.6
<i>G.intraradices</i>	Control	1127 <sup>c</sup>	72.66 <sup>c</sup>	6.3 <sup>c</sup>	80.89 <sup>c</sup>	6922.99 <sup>c</sup>
	Humic acid	1702 <sup>a</sup>	112.33 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	87 <sup>c</sup>	10529.63 <sup>a</sup>
	Fulvic acid	1502 <sup>b</sup>	97.66 <sup>b</sup>	11.3 <sup>b</sup>	100.27 <sup>b</sup>	9604.9 <sup>b</sup>
	Cow manure	1627 <sup>ab</sup>	101 <sup>ab</sup>	11.66 <sup>b</sup>	114.39 <sup>a</sup>	9781.94 <sup>b</sup>
	LSD (5%)	188.5	13.7	3.0	12.9	612.5

و سیتوکینین را افزایش می‌دهد. از آن جا که این هورمون‌ها در تحریک تقسیم سلولی اندام هوایی از جمله بذر، نقش مهمی دارند، بنابراین می‌توانند در افزایش ظرفیت مخزن در گیاه، جهت انتقال مواد فتوسنتزی، نقش موثری داشته باشند (Karthikeyan *et al.*, 2009). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده کودهای آلی نشان داد که بیشترین مقدار وزن دانه در بوته، در تیمار کود گاوی (۷/۱۷ گرم) و کمترین مقدار آن، در تیمار شاهد (۵/۳۶ گرم) مشاهده شد (جدول ۴). اختلاف معنی‌داری در بین سطوح مختلف کاربرد کودهای آلی، به جز تیمار شاهد مشاهده نشد (جدول ۴). در گزارشی عنوان شد که مصرف کود گاوی کاملاً پوسیده، تعداد دانه در بوته در زیره سبز (*Cuminum cyminum*) را از ۲۹۶ به ۳۶۴ دانه افزایش داد (Ahmadian *et al.*, 2006) چنین بنظر می‌رسد که کودهای آلی، با آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی که مطابق با رشد گیاه است و همچنین افزایش میزان آب قابل دسترس گیاه و بهبود ساختمان فیزیکی خاک، بر سرعت و مدت فتوسنتز گیاه افزودند و باعث افزایش وزن دانه در بوته شدند (Luo & San, 1994).

#### وزن هزار دانه

استفاده از کودهای مختلف زیستی و آلی روی وزن هزار

#### وزن دانه در گل آذین و بوته

تیمارهای مختلف کودی بر وزن دانه در گل آذین در سطح احتمال پنج درصد، اثر معنی داری نداشتند، در حالیکه وزن دانه در بوته تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). همچنین نتایج آزمایش بیانگر آن بود که اثر متقابل بین تیمارهای مورد مطالعه، تاثیر معنی داری بر وزن دانه در بوته نداشت (جدول ۳) Rezvani *et al.* (2010) Moghaddam *et al.* نیز گزارش کردند که کاربرد تیمارهای کودی، تاثیر معنی-داری در افزایش وزن دانه در کپسول گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) نداشت. با توجه به جدول ۴، بیشترین وزن دانه در بوته در میان کودهای زیستی، از کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G.mosseae* و به میزان ۷/۳ گرم و کمترین آن، از تیمار شاهد به دست آمد. کاربرد کود زیستی میکوریزای گونه *G.mosseae*، باعث افزایش ۲۸ درصدی وزن دانه در بوته در مقایسه با شاهد شد. Khoramdel *et al.* (2008) نیز گزارش کردند که اثر تلقیح با کودهای بیولوژیک، نیتروژن و فسفر بر خصوصیات رشدی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، باعث بهبود کلیه خصوصیات رشدی سیاهدانه در مقایسه با شاهد شد. آزمایشات متعددی نشان داده‌اند که مصرف کودهای بیولوژیک، تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، ژبرلین

چند متغیره شامل اجزای عملکرد، به عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد دانه، به عنوان متغیر وابسته، دارای ضریب تبیینی ۰/۷۶ بود (جدول ۷). نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که از بین اجزای عملکرد، تنها تعداد گل آذین به عنوان متغیر معنی‌دار در تعیین عملکرد، وارد مدل نهایی شد که دارای ضریب تبیینی ۰/۷۱ بود (جدول ۷). رابطه رگرسیونی به دست آمده بین تعداد گل آذین و عملکرد دانه نشان داد که افزایش تعداد گل آذین در بوته، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد که با توجه به شیب این معادله، این افزایش، برابر ۱۴ کیلوگرم در هکتار، به ازای افزایش یک گل آذین در بوته بود (شکل ۱). مطالعه‌ای که توسط Shata *et al.* (2007) روی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و ارزن (*Pinus americanum*) انجام گرفت نشان داد که کاربرد تیمارهای تلفیقی حاصل از کودهای آلی و بیولوژیک و شیمیایی، باعث افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه شد. از آنجا که تلقیح با کودهای بیولوژیک، به دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای، باعث بهبود دسترسی و افزایش جذب عناصر غذایی (Lakshmanan *et al.*, 2005) و در نتیجه، باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه می‌شود، چنین به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه کاسنی پا کوتاه در پاسخ به تلقیح با این کودها، به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی برای بوته‌ها بوده است که در نتیجه، باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها شده است. از طرفی دیگر، کودهای آلی از طریق فراهمی رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاس، بر اجزای عملکرد گیاه نظیر ارتفاع، تعداد گل و همچنین زیست توده اثر می‌گذارند و موجب بهبود عملکرد دانه می‌شوند (Eghball *et al.*, 2002).

دانه در سطح احتمال پنج درصد، اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). با این وجود، میزان این صفت در تمام تیمارها، بالاتر از شاهد (۱/۷۲ گرم) بود. بیشترین وزن هزار دانه در شرایط کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G.intraradices* (۱/۸۹ گرم) حاصل شد، درحالی‌که در میان سطوح مختلف کودهای آلی، بیشترین وزن هزار دانه از کاربرد کود دامی (۱/۹۱ گرم) به دست آمد (جدول ۴). وزن هزار دانه بر خلاف تعداد دانه در واحد سطح، ارتباط اندکی با عملکرد دانه دارد و معمولاً، عوامل مختلف محیطی و زراعی، کمتر بر آن اثر می‌گذرانند (Kafi *et al.*, 2005). در مطالعه‌ای مشخص شد که کاربرد کودهای آلی، اثر معنی‌داری بر افزایش وزن هزاردانه کاسنی پا کوتاه نداشت (Doaivy, 2013).

#### عملکرد دانه

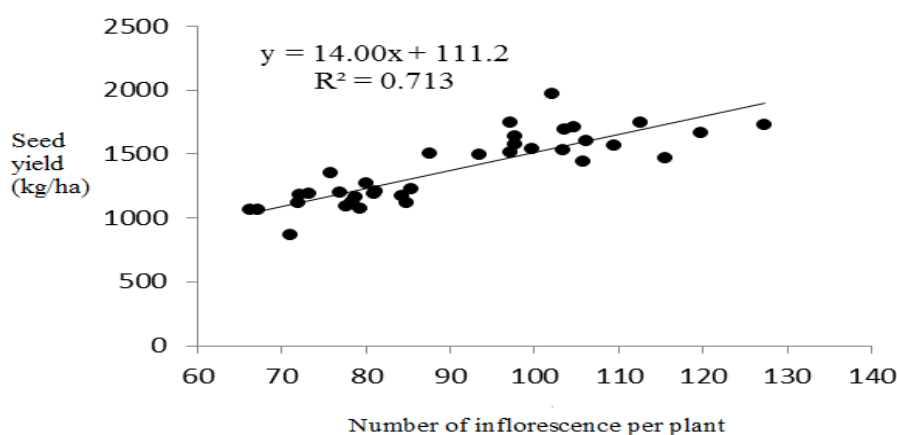
اثر ساده کودهای آلی و بیولوژیک روی عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین عملکرد دانه، تحت تاثیر اثر متقابل کود آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه (۱۷۲۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد قارچ میکوریزای گونه *G. mosseae* و هیومیک اسید به دست آمد، درحالی‌که کمترین عملکرد دانه (مقدار ۱۰۹۰/۳ کیلوگرم در هکتار)، در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). در شرایط عدم کاربرد قارچ میکوریزا، بیشترین مقدار عملکرد دانه، مربوط به کاربرد کود دامی (۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام مورد استفاده بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه، از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۶). ضرایب رگرسیون استاندارد شده و همچنین متغیر معنی‌دار در تعیین عملکرد، با استفاده از رگرسیون گام به گام، در جدول ۷ آمده است. رگرسیون

جدول ۶. تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام مورد استفاده بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه کاسنی پاکوتاه

Table 6- Analysis of variance of stepwise regression between seed yield and seed yield components of dwarf chicory

S.O.V	df	MS	F	R <sup>2</sup>
Regression	1	1758281	84.74 **	0.713
Error	34	20748	-	-





شکل ۱. رابطه میان تعداد گل آذین در بوته و عملکرد دانه در گیاه کاسنی پا کوتاه

Figure 1. Correlation between number of inflorescences per plant and seed yield of dwarf chicory

جدول ۷. ضرایب رگرسیون چند متغیره استاندارد شده برای متغیرهای مستقل و متغیرهای معنی دار وارد شده به مدل نهایی، با استفاده از رگرسیون گام به گام

Table 7- Regression coefficients of standard multivariates for independent variables and significant variable entered to the final model by using stepwise regression

	df	R <sup>2</sup>	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>7</sub>
Initial model	7	0.761	0	0.25	-3.21	-1.20	2.27	0.19	1.41	-1.02
Final model	1	0.713	111.14	-	14.00	-	-	-	-	-

عملکرد بیولوژیک در هکتار و کمترین آن به تیمار شاهد به میزان ۷۰۴۳/۴ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۵). Darzi et al. (2008) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی میکوریزا و آلی، باعث افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد در رازیانه شد. به نظر می‌رسد که احتمالاً مصرف کودهای آلی، از طریق تأثیر مثبتی که بر درصد همزیستی میکوریزایی و گسترش هیفهای خارجی اعمال می‌کند و به دنبال آن، تأثیری که قارچ میکوریزا بر گسترش و رونق رشد ریشه گیاه میزبان می‌گذارد، موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام، افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود. (Sainz et al., 1998).

### نتیجه گیری

به طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش، بیانگر واکنش چشمگیر گیاه دارویی کاسنی پا کوتاه به مصرف تلفیقی کودهای زیستی، به همراه کودهای آلی بود. در بین تیمارهای مورد مطالعه در آزمایش، تیمار *G. mosseae* + هیومیک اسید، اثرات به مراتب بیشتری بر شاخصهای کمی گیاه دارویی کاسنی پا کوتاه داشت. کاسنی پا کوتاه،

### شاخص برداشت

شاخص برداشت دانه انیسون، تحت تاثیر کودهای آلی و بیولوژیک قرار نگرفت (جدول ۳). در بین کودهای زیستی، بیشترین درصد شاخص برداشت، به تیمار استفاده از قارچ میکوریزای گونه *G. intraradices* (۱۳/۹۶) تعلق داشت (جدول ۴). در میان فاکتور کودهای آلی نیز بیشترین شاخص برداشت، از کاربرد کود گاوی (۱۴/۰۳) حاصل شد. Doaiy (2013) نیز عدم تاثیر معنی دار تیمار کودهای آلی و بیولوژیک بر شاخص برداشت در گیاه کاسنی پا کوتاه را گزارش کرد.

### عملکرد بیولوژیک

اثرات ساده کودهای آلی و بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد و همچنین اثر متقابل کود زیستی و کود آلی در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد بیولوژیک گیاه کاسنی معنی دار بود (جدول ۳). عملکرد بیولوژیک، تحت تاثیر اثر متقابل منابع تغذیه ای قرار گرفت، به طوری که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک، به تیمار میکوریزای گونه *G. mosseae* و کاربرد هیومیک اسید، با ۱۱۳۸۸ کیلوگرم

### سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد و دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۲۷۱۱۲ تامین شده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه فردوسی مشهد سپاسگزاری می‌شود.

تحت تاثیر این تیمار، بیشترین ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، تعداد گل‌آذین، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را دارا بود. بهبود ویژگی‌های شاخص‌های کمی در این تیمار از یک سو و عدم کاربرد کود شیمیایی در این تیمار که زمینه‌ساز پایداری خاک و سلامتی بوم‌نظام زراعی در درازمدت می‌باشد از سوی دیگر، انتخاب این شیوه تغذیه‌ای به عنوان تیمار برتر را موجه می‌نماید.

### REFERENCES

- Adediran, J. A., Taiwo, L. B., Akande, M. O., Sobulo, R. A. & Idowu, O. J. (2004). Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 1163-1181.
- Aghavani Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R., & Nassirie Mahallati, M. (2012). Study of organic, biological and chemical fertilizers on vegetative indices and essential oil content of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 4, 73-86.
- Ahmadian, A., Ghanbari, A. & Galavi, M. (2006). Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4, 1-10. (In Farsi)
- Ahvazi, M., Rezvani Aghdam, A. & Habibi Khaniani, B. (2010). *Herb seeds (morphology, physiology and medicinal properties)*. Publication of Jahad Tehran. (In Farsi)
- Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93, 145-153.
- Arpana, J. & Bagyaraj, D. J. (2007). Response of Kalmegh to an arbuscular mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizomicro organism at two levels of phosphorus fertilizer. *American-Eurasian Journal Agriculture Science*, 2, 33-38.
- Astaraiy, A. R. & Koocheki, A. (1997). *Biofertilizers in agriculture*. Jahadeh Daneshgahi Mashhad, Press. (In Farsi)
- Azeez, J. O., Van Averbek, W. & Okorogbona, A. O. M. (2010). Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. *Bioresource Technology*, 101, 2499- 2505.
- Balandari, A. & Rezvani Moghaddam, P. (2011). Effects of planting date and density on development of stages and shoot dry matter production of dwarf Chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9, 438-446. (In Farsi).
- Beauchamp, E. G. (1986). Availability of nitrogen from three manures to corn field. *Canadian Journal of Soil Science*, 66, 713-720.
- Celik, I., Ortas, I. & Kilic, S. (2004). Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research*, 78, 59-67.
- Copetta, A., Lingua, G. & Berta, G. (2006). Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Mycorrhiza*, 16, 485-494.
- Darzi, M. T., Ghalavand, A. & Rejali, F. (2008). Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Crops Sciences*, 10, 88-109. (In Farsi).
- Doaiy, F. (2013). Evaluation the application effects of organic and biological fertilizers on vegetative and seed yields and yield components of dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.). M.Sc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.
- Eghball, B., Weinhold, B. J., Gilley, J. E. & Eigenberg, R. A. (2002). Mineralization of manure nutrients. *Journal of Soil and Water Conservation*, 56, 470 – 473.
- Falah Ghazaani, M., Habibi, D., Pazaki, A. & Khavaazi, K. (2012). Effect of some Azotobacter spices and humic acid on auxin hormone production, yield and yield components of wheat under different nitrogen levels. *Journal of Agriculture and Breeding*, 8, 97- 109.
- Harrier, L. A. & Watson, C. A. (2004). The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. *Pest Management Sciences*, 60, 149-157.
- Jahan, M. & Koocheki, A. (2004). Effect of organic production of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) on its chemical composition. *Pajouhesh & Sazandegi*, 61, 87-95. (In Farsi).
- Kafi, M., Jafaar Nezhad, A. & Jamiol Ahmadi, M. (2005). Wheat: ecology, physiology of yield determination.

- Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Farsi).
20. Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. (2001). Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum* L.) to enhance the concentration and quality of essential oil. *Journal of the Sciences of Food and Agriculture*, 82, 339-342.
  - 21- Kapoor, R., Giri, B & Mukerji, K. G. (2004). Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* Mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93, 307-311.
  22. Kapoor, R., Chaudhary, V. & Bhatnagar, A. K. (2007). Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. *Mycorrhiza*, 17, 581-587.
  23. Karthikeyan, B., Joe, M. M & Cheruth, A. J. (2009). Response of some medicinal plants to vesicular arbuscular mycorrhizal inoculations. *Journal of Sciences Research*, 1, 381-386.
  24. Kaur, T., Brar, B. S. & Dhillon, N. S. (2008). Soil organic matter dynamics as affected by long term use of organic and inorganic fertilizers under maize- wheat cropping system. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 81, 59 -69.
  25. Kausar A., Malik, G. & Azam, F. (1985). Effect of humic acid on corn seedling growth. *Environmental and Experimental Botany*, 25, 245-252.
  26. Koocheki, A., Gholami, A., Mahdavi Damgani, A. M. & Tabrizi, L. (2005). Organic Field Crop Handbook. Ferdowsi University of Mashhad, Press. (In Farsi).
  27. Khoramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Ghorbani, R. (2008). Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Iranian Field Crops Research*, 6, 285-294. (In Farsi).
  28. Koopal, L.K., Saito, T., Pinheiro, J.P & Vanriemsdijk, W.H. (2005). Ion binding to natural organic matter: general considerations and the Nica- Donnan model. *Colloids and surfaces A: physicochemical and Engineering Aspects*, 265, 40-54.
  29. Lakshmanan, A., Govindarajan, K. & Kumar, K. (2005). Effect of seed treatment with native diazotrophs on the seedling parameters of Senna and Ashwagandha. *Crop Research (Hisar)*, 30, 119-123.
  30. Luo, A. & Sun, X. (1994). Effect of organic manure on the biological activities associated with insoluble Phosphorus release in a blue purple paddy soil. *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*, 25, 2513-2522.
  31. Malik, A. A., Suryapani, S. & Ahmad, J. (2011). Chemical Vs organic cultivation of medicinal and aromatic plants: the choice is clear. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plant*, 1, 5-13.
  32. Mahfouz, S. A. & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21, 361-366.
  33. Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M. & Lakzian, A. (2009). The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7, 625-635. (In Farsi).
  34. Nassiri Mahalati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P. & Beheshti, A. (2009). *Agroecology*. Ferdowsi University of Mashhad, Press. (In Farsi).
  35. Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A. & Etemadi, N. A. (2008). Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31, 2155-2167.
  36. Paradi, I., Bratek, Z. & Lang, F. (2003). Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus supply on polyamine content, growth and photosynthesis of *Plantago lanceolata*. *Biologia Plantarum*, 46, 563-569.
  37. Parakash, V., Bhattacharyya, R. & Selvakumar, G. (2007). Long term effects fertilization on some properties under rainfed soy bean-wheat cropping in the Indian Himalayas. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170, 224-223.
  38. Pinior, A., Grunewaldt-Stocker, G. Von Alten, H. & Strasser, R. J. (2005). Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of rose plants probed by chlorophyll a fluorescence, proline content and visual scoring. *Mycorrhiza*, 15, 596-605.
  39. Quilambo, O. A. (2003). The vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *African Journal of Biotechnology*, 2, 539 - 546.
  40. Rechinger, K.H. (1977). Flora iranica.akademische Druck .U.Verlagsanstalt. GAZAUSTRIA, 122, 6-9.
  41. Rivera-Cruz, M. C., Narcia, A. T., Ballona, G. C., Kohler, J., Caravaca, F. & Roldan, A. (2008). Poultry manure and banana wastes are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana. *Crops Soil Biology and Biochemistry*, 40, 3092-3095.
  42. Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A. A & Moradi, R. (2010). Effect of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of sesame plantst (*Sesamum indicum* L.) in different planting densities. *Journal of Agroecology* 2, 256-265.
  43. Rezvani Moghaddam, P., Balandari, A. & Seyyedi, S. M. (2013). The integrated fertilizer management of

- forage chicory (*Cichorium intybus* L. cv. Grasslands Puna) as affected by harvest time and cutting frequency. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15, 207-221. (In Farsi).
44. Rezvani Moghaddam, P., Norozian, A. & Seyedi, M. (2014). Evaluate the effects of manure and mycorrhizal inoculation on grain and oil yields of spring safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agroecology* (In press). (In Farsi).
  45. Sainz, M. J., Taboada-Castro, M. T. & Vilarino, A. (1998). Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. *Plant and Soil*, 205, 85-92.
  46. Shaalan, M. N. (2005). Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83, 271-376.
  47. Shata S. M., Mahmoud, A. & Siam, S. (2007). Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Reacerch J. of Agriculture and Biological Science*, 3, 733-739.
  48. Sturz, A. V. & Christie, B. R. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research*, 72, 107-123.
  49. Valdrighi, M. M., Pear, A. Agnolucci, M. Frassinetti, S. Lunardi, D. & Vallini, G. (1996). Effects of compostderived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system: a comparative study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58, 133-144.
  50. Wright, D. P., Scholes, J. D. & Read, D. J. (1998). Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens* L. *Plant Cell Environ*, 21, 209 - 216.
  51. Zargari, A. (1997). Medicinal Plant. Tehran University, Press. (In Farsi).