بررسی تأثیر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر روی کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*)

The Effect of Organic, Biological and Chemical Fertilizers Application on the Quantity and Quality of Essential Oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel)

امیر یونسیان[۱*]، پرویز رضوانی‌مقدم[۲] و احمد غلامی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، آزمایشی با ۱۱ تیمار و ۳ تکرار، به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: ۱- کود اوره(N)، ۲- گونه M_1 میکوریزا (*Glomus mosseae*) (*G*) ۳- گونه M_2 میکوریزا (*Glomus intraradices*)، ۴- کود گاوی (F)، ۵- گونه M_1 + گونه M_2، ۶- کود اوره (N) + گونه M_1 ۷- کود اوره (N) + گونه M_2، ۸-کود گاوی (F) + گونه M_1 ، ۹- کود گاوی (F) + گونه M_2، ۱۰- کود گاوی (F) + کود اوره (N)، ۱۱- شاهد C (عدم‌استفاده از کود). نتایج این بررسی نشان داد که بین تیمارها از نظر تأثیر بر درصد اسانس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی این تیمارها از نظر تأثیر بر اجزای تشکیل‌دهنده اسانس (عملکرد) اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. نتایج حاصل از آزمایش نشان دادکه بیشترین و کمترین درصد اسانس به‌ترتیب در تیمارهای شاهد (۱/۸۵٪) و تیمار M_1 + M_2 (۱/۲۵٪) حاصل شد. بیشترین عملکرد اسانس به‌مقدار ۲۴/۶۴ (لیتر در هکتار) با کاربرد کود گاوی (۸ تن در هکتار) به‌دست آمد. مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس شامل: آنتول، فنکون، لیمونن و استراگول می‌باشد و بیشترین میزان آنتول در اسانس (۸۱/۳۰۱٪) و کم‌ترین درصد فنکون (۸/۵۳۲٪)، استراگول (۳/۰۵٪) و لیمونن (۳/۲۳۱٪) در اسانس در تیمار میکوریزا گونه M_2 (*Glomus intraradices*) به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، رازیانه، کود اوره، کود گاوی، میکوریزا

۱. کارشناس‌ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود
*: نویسنده مسئول Email: amir_younesian@yahoo.com

مقدمه

گیاهان به‌عنوان اولین حلقه از زنجیره غذایی نقش مهمی را در زندگی بشر ایفا می‌کنند. انسان به‌دلیل نیازهای روزمره خویش به گیاهان وابستگی کامل داشته و این نیاز انسان را ملزم نموده است تا با به‌کارگیری روش‌های نوین و دانش موجود اطلاعات بیشتری را در مورد گیاهان کسب نماید، (مرادی، ۱۳۸۸). استفاده از گیاهان دارویی به‌منظور درمان بیماری‌ها، با تاریخ زندگی بشر همراه بوده است. کشور ما نیز به‌واسطه داشتن تنوع اقلیمی و در نتیجه تنوع پوشش گیاهی و همچنین سابقه استفاده از گیاهان دارویی، دارای پتانسیل بالقوه بالایی در تولید این گیاهان است. امروزه استفاده از گیاهان دارویی، به‌دلیل اثرات جانبی داروهای شیمیایی، افزایش قابل‌ملاحظه‌ای پیدا کرده است و به همین دلیل این گیاهان از اهمیت اقتصادی بسیار بالایی برخوردار می‌باشند، (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱ و اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۲). کاربرد ناصحیح کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی شده و هزینه تولید را افزایش می‌دهد (*قاست و بهات*[1]، 1998). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه‌بر تأمین نیازهای فعلی گیاه به پایداری سیستم‌های کشاورزی در درازمدت نیز منجر شود، (*رایبی* و همکاران[2]، 2001). رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) گیاهی است که از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار بوده و از اسانس حاصل از میوه آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۷۶ و *ماروتی*[3]، 1993). یکی از مهم‌ترین جنبه‌های تولید در گیاهان دارویی، تغذیه گیاه می‌باشد. در تغذیه گیاهان، استفاده از کودهای شیمیایی امری رایج بوده و تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر رشد گیاهان دارد. تولیدات کشاورزی زیستی با توجه به عدم‌مصرف نهاده‌های شیمیایی و مصنوعی قابل اعتمادتر می‌باشند (*رایبی*، 2001). لذا کشت زیستی گیاهان دارویی، احتمال وجود اثرات منفی روی کیفیت دارویی آنها را کاهش می‌دهد. مهم‌ترین ترکیب اسانس رازیانه را آنتول تشکیل می‌دهد که نقشی تعیین‌کننده در کیفیت اسانس دارد، (*گراس*[4]، 2002). ترکیبات مهم دیگر شامل فنکون، لیمونن، استراگول می‌باشد درزی و همکاران (۱۳۸۷). آزمایشات متعدد نشان داده‌اند که کاربرد کودهای بیولوژیک باعث تغییر در ترکیب اسانس گیاهان مختلف دارویی می‌شود (درزی و همکاران، ۱۳۸۷؛ *ماروتی*، 1993 و *گراس*، 2002). به‌عنوان مثال درزی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که استفاده از میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود فسفات زیستی باعث افزایش اسانس گیاه رازیانه شده و در عوض ۰/۱درصد فنکون و لیمونن موجود در اسانس به علت افزایش درصد آنتول در اسانس کاسته می‌شود. *کاپور*[5] و همکاران (2004) نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچ‌های میکوریزای آربسکولار، به‌طور معنی‌داری موجب بهبود درصد اسانس و کیفیت آن می‌شود. به‌نحوی‌که میزان ماده ارزشمند آنتول در اسانس در مقایسه با شاهد افزایش می‌یابد ولی ۰/۱ از درصد فنکون و لیمونن آن کاسته می‌شود. نتیجه تحقیق *گوپتا و جانارداهانان*[6] (1991)، نشان دادند تلقیح میکوریزایی موجب بهبود قابل‌ملاحظه عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس در گیاه دارویی علف لیمو در مقایسه با تیمار شاهد گردید. نتایج پژوهش انجام شده توسط *خلیق و جانارداهانان*[7] (1997) در مورد گیاه دارویی نعناع (*Mentha arvensis*) صورت گرفت، نشان دادند که تلقیح میکوریزایی سبب افزایش درصد اسانس و عملکرد آن در مقایسه با تیمار شاهد می‌گردد. آنها گزارش کردند که افزایش درصد اسانس در گیاهان تلقیح شده در نتیجه بهبود تغذیه معدنی آنها بود. عملکرد اسانس نیز به‌دلیل افزایشی که در اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی آن یعنی درصد اسانس و عملکرد پیکره رویشی رخ داده بود، بهبود یافت. اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۸۲) در تحقیقی بر روی گیاه دارویی زنیان گزارش نمودند که کود دامی علاوه‌بر بهبود عملکرد دانه در افزایش درصد اسانس دانه نیز مؤثر است. به‌طوری‌که مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با شاهد، ۴٪ اسانس بیشتری تولید نمود، *چاترجی*[8] (2002) و *شارما*[9] (2002) ضمن تأکید بر کاربرد کود دامی در گیاهان دارویی، علت افزایش تولید محصول را به بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مرتبط دانستند. کودهای دامی با توجه به داشتن مزایای زیاد نظیر نگه‌داری آب در خاک و داشتن مواد معدنی می‌توانند درصد اسانس گیاه را از طریق افزایش رشد رویشی بهبود بخشند.

1. Ghost and Bhat
2. Rigby *et al.*
3. Marotti
4. Gross
5. Kapoor *et al.*
6. Gupta and Janardhanan
7. Khaliq and Janardhanan
8. Chatterjee
9. Sharma

با توجه به اهمیت و جایگاه گیاه رازیانه به‌عنوان یک گیاه دارویی، این آزمایش به‌منظور بررسی کمیت و کیفیت اسانس این گیاه در واکنش به کودهای شیمیایی، آلی و زیستی طراحی شد. بنابراین هدف از انجام این آزمایش ارائه روشی جایگزین برای مصرف کودهای شیمیایی در تولید رازیانه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در شمال شاهرود با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۸ دقیقه‌ی شرقی و ارتفاع ۱۳۸۰ متری از سطح دریا اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۱ تیمار به اجرا درآمد، تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: ۱-کود اوره (N) (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) یا (۲۱۷ کیلوگرم اوره در هکتـــار) ۲- میکوریزا گونه M_1 (*Glomus mosseae*) (مایه تلقیح میکوریزایی به‌صورت اندام فعال قارچی شامل: ریشه، اسپور و هیف) ۳- میکوریزا گونه M_2 (*Glomus intraradices*) ۴- کود گاوی (F) (۸ تن کود گاوی در هکتار) ۵- ترکیب (M_1) + (M_2) ۶- ترکیب (N)+(M_1) ۷- ترکیب (N) + (M_2) ۸- ترکیب (F) + (M_1) ۹- ترکیب (F) + (M_2) ۱۰- ترکیب (F) + (N) و ۱۱- شاهد(C) (عدم‌استفاده از کود). قبل از اعمال تیمارهای آزمایش، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری به‌عمل آمد و نمونه‌های خاک به‌همراه یک نمونه از کود آلی در آزمایشگاه تجزیه خاک پارک علم و فناوری شهرستان شاهرود ارزیابی شد (جداول ۱ و ۲). هر کرت دارای پنج خط کاشت بود، فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰سانتی‌متر، عرض هر کرت ۵ متر، فاصله بین کرت‌ها ۱ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد. مقدار کود N، بر مبنای نتایج آزمایش خاک به زمین داده شد. نیاز کودی رازیانه بر مبنای۱۰۰کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار استفاده شد، کود نیتروژنه مورد استفاده کود اوره بود که بر مبنای ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ۲۱۷ کیلوگرم در هکتار کود اوره مورد نیاز بود که یک‌سوم آن در هنگام تهیه بستر و مابقی به‌صورت سرک در مرحله ۴ تا ۸ برگی توزیع گردید. در این بررسی مقدار کود گاوی مورد استفاده نیز بر مبنای میزان نیتروژن موجود در کود و با توجه به اینکه تقریباً بین ۴۰ تا ۵۰ درصد عناصر غذایی این کود در سال اول آزاد می‌شود، ۸ تن در هکتار محاسبه و به کرت‌های مربوطه اضافه شد و لازم به ذکر است پیش تیمار کود فسفره و پتاس برای زمین با توجه با آنالیز خاک به‌کار نرفت. قبل از کاشت تمامی مراحل آماده-سازی زمین طبق عرف منطقه انجام شد. بذور مورد استفاده از شرکت دارویی گل قطره اصفهان و مواد تلقیحی از شرکت تعاونی زیست‌فناور توران تهیه گردید. کاشت به‌صورت کپه‌ای و در تاریخ ۸۹/۲/۲۰ انجام شد. برای تلقیح بذرها با گونه‌های میکوریزا، ۲۰ گرم از ماده تلقیح میکوریزا در زیر هر بذر قرار داده شد. عملیات آبیاری به‌صورت غرقابی بلافاصله بعد از کاشت انجام گرفت. پس از آن آبیاری به صورت دوره‌ی ۷روزه انجام شد، (مرادی، ۱۳۸۸). شروع سبز شدن گیاه پس از ۲۰روز انجام گرفت. عملیات تنک‌کردن در مرحله ۴برگی به-منظور حصول تراکم مناسب انجام گرفت. مبارزه با علف‌های هرز نیز به‌وسیله وجین دستی طی چند مرحله انجام گرفت. قبل از برداشت تعداد ۵ بوته از نصف کرت جهت اندازه‌گیری درصد اسانس دانه و تعیین ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی اسانس، به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد. به‌منظور تعیین مقدار اسانس در دانه، از هرکرت یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه شد و در دمای ۵۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک گردید و بعد از آسیاب نمودن با استفاده از روش تقطیر با آب به‌مدت ۴ ساعت به‌وسیله دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. بازده اسانس (درصد) پس از رطوبت‌زدایی توسط سولفات‌سدیم خشک، محاسبه گردید سفیدکن (۱۳۸۰) و در نهایت عملکرد اسانس براساس وزن خشک دانه در هر کرت تعیین شد. جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه گیری دقیق برخی ترکیبات تشکیل-دهنده اسانس نظیر (آنتول، فنکون، لیمونن و استراگول) اسانس جمع‌آوری شده پس از آماده‌سازی، به دستگاه گازکروماتوگراف (GC\MS) تزریق گردید. دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شده از نوع Agilent 6890 با ستون به-طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه دمایی ستون به این نحو تنظیم گردید: دمای ابتدایی آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما به‌مدت ۵ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی-گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه و ۳ دقیقه توقف در این دما. دمای اتاقک تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌متر در دقیقه استفاده گردید. طیف نگار جرمی مورد استفاده مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. شناسایی طیف‌ها به‌کمک شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های

موجود منابع و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در صورت گرفت.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

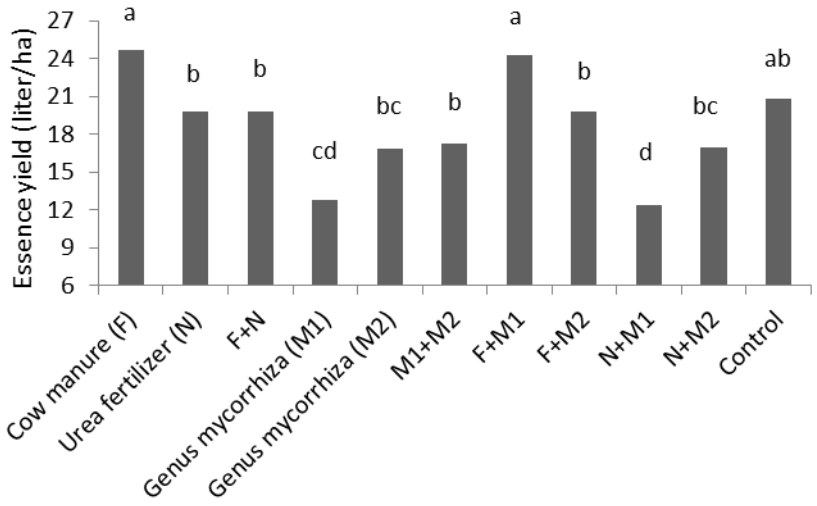
نتایج

درصد و عملکرد اسانس

براساس نتایج تجزیه واریانس، بین تیمارها از نظر درصد اسانس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد اسانس به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفت ($p\leq0.01$) (جدول ۳) به طوری‌که استفاده از تیمارهای کودی سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد اسانس در بعضی تیمارها نسبت به یکدیگر شد. بیش‌ترین مقدار عملکرد اسانس از تیمار کود گاوی معادل (۲۴/۶۴ لیتر در هکتار) و سپس از ترکیب کود گاوی با گونه M_1 میکوریزا معادل (۲۴/۲۵ لیتر در هکتار) به‌دست آمد (شکل ۱).

درصد آنتول در اسانس

نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی اسانس رازیانه نشان داد که آنتول موجود در اسانس در مقایسه با سایر ترکیبات سهم بیش‌تری را در تمام تیمارها به‌خود اختصاص داده است (جدول ۴). درصد آنتول در اسانس در تیمارهای کودی نسبت به شاهد بالاتر بود و حتی کم‌ترین درصد آنتول در اسانس در تیمارهای کودی، حدود ۵/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود (جدول ۴). در بین تیمارهای کودی اعمال شده از نظر مشاهداتی، تیمار میکوریزا گونه M_2 بیش‌ترین و تیمار شاهد (C) کم‌ترین درصد آنتول را دارا بودند (جدول ۴).



شکل ۱ : عملکرد اسانس رازیانه (لیتر در هکتار) تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

Control: کنترل. F: کود گاوی. N : کود اوره. M_1: میکوریزا گونه M_1. M_2 : میکوریزا گونه M_2

Fig. 1: Effect of different treatment on essential oil yield of sweet fennel. M1: (*Glomus mosseae*). M2: (*Glomus intraradices*)

حروف غیرمشترک به معنای معنی‌دار بودن و حروف مشترک به‌معنای غیرمعنی‌دار بودن است

Non-common words meant to significant and common words meant to no significant

جدول ۱: خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

Table 1: Physical and chemical properties of the soil

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	پتاسیم قابل دسترس Available Potassium (ppm)	فسفر قابل دسترس Available Phosphorus (ppm)	Total درصد نیتروژن کل Nitrogen (%)
7.94	3.68	149	14.7	0.06

جدول ۲: خصوصیات فیزیکوشیمیایی کود گاوی مورد استفاده

Table 2: Physical and chemical properties of the cow manure

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	نسبت کربن به نیتروژن C/N	درصد فسفر کل Total Phosphorus (%)	درصد پتاسیم کل Total Potassium (%)	Total درصد نیتروژن کل Nitrogen (%)
8	5.06	10.6	0.08	0.37	2.56

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد اسانس و عملکرد اسانس رازیانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش

Table 3: Analysis of variance (mean square) of measured treats of sweet fennel

	درجه آزادی df	درصد اسانس Perecentage of Essential oil	عملکرد اسانس Essential oil yield
Block تکرار	2	0.01^{ns}	1.22^{ns}
Treatment تیمار	10	0.09^{ns}	47.20^{**}
Error اشتباه آزمایشی	20	0.18	5.6

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ns: عدم‌وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

ns: no significant. **: Significant at 1% level

جدول ۴: درصد ترکیبات موجود در اسانس گیاه رازیانه در تیمارهای مختلف کودی

Table 4: Effect of biological and organic fertilizers on concentration (%) of various constituents in sweet fennel essential oil

تیمار Treatment	لیمونن Limonene	فنکون Fenchone	استراگول Estragole	آنتول Anethole
C	4.28	9.26	6.91	69.98
F	3.37	8.85	3.44	80.40
F+N	3.39	10.53	3.53	79.93
F+M1	4.91	10.41	3.39	75.33
N	4.51	12.25	3.13	75.01
N+M2	3.30	10.45	3.09	76.35
M1	4.32	10.63	3.34	76.05
N+M1	4.06	14.12	3.20	76.16
M2	3.23	8.53	3.05	81.30
F+M2	3.35	10.39	3.30	79.99
M1+M2	4.34	9.78	3.10	80.65

C: Control. F: Cow manure. N: Urea fertilizer. M_1: *Glomus mosseae*. M_2: *Glomus intraradices*

C: کنترل. F: کود گاوی. N : کود اوره. M_1: میکوریزا گونه M_1. M_2 : میکوریزا گونه M_2

* Each of the average of table have obtained from mixed of 3 replication

*هر یک از میانگین‌ها از ترکیب نمونه‌های هر تیمار در ۳ تکرار به‌دست آمده است

درصد استراگول در اسانس

درصد استراگول در کلیه‌ی تیمارهای کودی آزمایش در مقایسه با شاهد کاهش یافت (جدول ۴). در بین تیمارهای کودی، از نظر مشاهداتی تیمار کود گاوی (F) همراه با کود اوره (N) بیشترین و میکوریزا گونه M_2 کم‌ترین درصد استراگول را نسبت به تیمار شاهد دارا بودند (جدول ۴).

درصد فنکون در اسانس

در بین تیمارهای کودی از نظر مشاهداتی، تیمار کود اوره (N) + میکوریزا گونه M_1 بیشترین و میکوریزا گونه M_2 کمترین درصد فنکون را داشتند (جدول ۴). همچنین درصد فنکون در اسانس در تلقیح میکوریزا گونه M_2 و کود گاوی (F) نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد (جدول ۴).

درصد لیمونن در اسانس

در بین تیمارهای کودی از نظر مشاهداتی، تیمار کود گاوی (F) + میکوریزا گونهM_1 بیش‌ترین و میکوریزا گونه M_2 کمترین درصد لیمونن را داشتند (جدول ۴). درصد لیمونن در اسانس در تلقیح میکوریزا گونه M_2 و کود گاوی (F) نسبت به تیمار شاهد کمتر بود. درصد لیمونن در تیمار مصرف کود اوره و همچنین تلقیح میکوریزا گونه M_1 در مقایسه با تیمار شاهد بالاتر بود (جدول ۴).

بحث

درصد و عملکرد اسانس

مرادی (۱۳۸۸) گزارش کرد که تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر درصد اسانس رازیانه معنی‌دار نبود. *کاپور* و همکاران (2004) گزارش کردند که کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس رازیانه می‌شود. درزی (۱۳۸۷) نیز به نتایج مشابهی در مورد تأثیر مثبت کودهای آلی بر روی عملکرد اسانس گیاه دارویی رازیانه دست یافت. در این آزمایش بیش‌ترین درصد اسانس مربوط به بوته‌های شاهد بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که در تیمار شاهد به‌دلیل اینکه بوته‌ها با تنش کمبود مواد غذایی مواجه بودند، لذا درصد اسانس در بذر به‌عنوان پاسخ متابولیکی به تنش افزایش یافت، (مرادی، ۱۳۸۸). مواد مؤثره، اگرچه اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، ولی کمیت و کیفیت آن‌ها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی (آب، اقلیم، نور و خاک) قرار می‌گیرند به‌طوری‌که عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد و نمو گیاهان دارویی و نیز کمیت و کیفیت مواد مؤثره‌ی آن‌ها می‌شود، امیدبیگی (۱۳۷۴). اسانس‌ها جزیی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی متابولیت‌های ثانویه در اندام‌های گیاه افزایش می‌یابد، (*بدران*[1] و همکاران، 2004). گزارشات زیادی وجود دارد که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش درصد اسانس در گیاهان دارویی می‌شوند (*امین*[2]، 2000؛ *اتیه*[3]، 1997 و *بدران* و همکاران، 2004). *کارلا*[4] (2003) در بررسی خود اثر تیمارهای کودی را بر درصد اسانس گیاه دارویی نعناع‌فلفلی (*Mentha piperita* L.) مورد بررسی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد حاصله از تیمارهای ورمی‌کمپوست وکود گاوی و ترکیب ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به‌طور معنی‌داری با عملکرد حاصل از سیستم کشاورزی رایج برابر بود.

درصد آنتول در اسانس

درزی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که استفاده از کودهای زیستی باعث بهبود درصد آنتول اسانس و در نتیجه کیفیت اسانس گیاه رازیانه می‌شود. آنها بیان کردند که تیمارهای کود زیستی در مقایسه با تیمار کود شیمیایی، به‌مراتب شرایط مناسب‌تری برای بهبود فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های مفید در خاک مهیا کرده و ضمن فراهم‌کردن مطلوب عناصر معدنی پرنیاز وکم‌نیاز برای رازیانه، باعث افزایش کیفیت اسانس در این گیاه شد. با توجه به نتایج آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که اعمال تیمارهای کودی با افزایش درصد آنتول موجود در اسانس میوه رازیانه که مهم‌ترین ماده مؤثره آن می‌باشد، (درزی و همکاران، ۱۳۸۷؛ *امین*، 1997 و *گراس*، 2002) باعث بهبود کیفیت اسانس در این گیاه شد.

درصد استراگول در اسانس

از آنجایی‌که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آن‌ها (ایزوترپنوئیدها) مانند ایزوپنتیل‌پیروفسفات (IPP) و دی‌متیل‌آلیل‌پیروفسفات (DMAPP)، نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری مثل نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اخیر ضروری می‌باشد (درزی و همکاران، ۱۳۸۷)، در نتیجه می‌توان گفت که تیمارهای کودی مورد آزمایش با بهبود میزان نیتروژن و فسفر

1. Badran *et al.*
2. Amin
3. Atiyeh
4. Karla

نسبت به شاهد باعث بهبود میزان آنتول‌اسانس شدند، از سوی دیگر افزایش در میزان این ترکیب باعث کاهش دیگر ترکیبات از قبیل استراگول شد.

درصد فنکون در اسانس

کاپور و همکاران (2004) در بررسی خود مشاهده نمودند که همزیستی میکوریزایی سبب کاهش درصد فنکون در اسانس می‌گردد به‌نحوی‌که درصد فنکون در نتیـــجه تلقیح گیاه رازیانه با دو گونه *گلوموس فاسیکولاتوم* (۴/۹۶٪) و *گلوموس ماکروکارپوم* (۵/۴۶٪) به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمار شاهد (۶/۱۸٪) بود. این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. همچنین در پژوهشی دیگر که به‌منظور بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر روی کیفیت اسانس گیاه دارویی ریحان انجام پذیرفت، *کوپتا*[1] و همکاران (2006) ملاحظه نمودند که درصد لینالول در اسانس در همزیستی میکوریزایی ریشه ریحان با گونه *ژیگاسپورا روزآ* (۲۶/۷۲٪) نسبت به شاهد (۳۹/۳۹٪) به‌طور محسوسی کمتر بود. نتایج برخی تحقیقات مبین آن است که مصرف کودهای زیستی و آلی موجب تقلیل فنکون در اسانس رازیانه می‌گردد (شریفی‌عاشورآبادی، ۱۳۸۱ و *کاپور* و همکاران، 2004). همچنین گزارش *ماروتی* (1993) نیز حاکی از آن است که مصرف کودهای شیمیایی بر روی درصد فنکون موجود در اسانس رازیانه مؤثر می‌باشد و می‌تواند باعث افزایش درصد آن گردد.

درصد لیمونن در اسانس

در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با کشاورزی پایدار مشاهده می‌شود که مصرف کودهای زیستی و آلی در گیاهان دارویی اسانس‌دار ضمن افزایشی که در برخی از اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس ایجاد می‌کند، سبب کاهش در بعضی دیگر از ترکیبات اسانس می‌گردد (اکبری‌نیا، ۱۳۸۲؛ *آدامس*[2]، 2004؛ *فریتاس*[3]، 2004؛ *انوار*[4] و همکاران، 2005 و *کوپتا*، 2006). رازیانه نیز از این نظر مستثنی نیست (شریفی عاشورآبادی، ۱۳۸۱ و *کاپور* و همکاران، 2004). این موضوع به وضوح در نتیجه تحقیق حاضر درخصوص کاهش درصد لیمونن در اسانس در صورت کاربرد تیمار مطلوب کود زیستی ملاحظه می‌گردد. در تحقیقی که توسط *کاپور* و همکاران (2004) صورت گرفت، افزایش در درصد لیمونن در اثر کاربرد کودهای شیمیایی گزارش شد. این نکته نیز قابل‌تأمل است که با توجه به گونه گیاهی، ممکن است گونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریزا اثرات متفاوتی بر کیفیت اسانس داشته باشند. در همین زمینه *کوپتا* و همکاران (2006) ملاحظه نمودند که گونه‌های میکوریزا واکنش‌های متفاوتی را در گیاه میزبان سبب شدند، به‌طوری‌که تنها گونه *ژیگاسپورا روزآ* از نظر کیفیت اسانس دارای برتری قابل-ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد بود.

نتیجه‌گیری

نتیجه حاصله از این تحقیق مؤید آن است که کاربرد تیمارهای مطلوب کود زیستی، می‌تواند عناصر غذایی لازم (پرمصرف و کم‌مصرف) را در مراحل مختلف رشد در اختیار گیاه رازیانه قرار داده و منجر به افزایش کیفیت اسانس یعنی درصد آنتول گردد.

1. Copetta *et al.*
2. Adams
3. Freitas
4. Anwar *et al.*

منابع

اکبری‌نیا، ا. (۱۳۸۲)، بررسی عملکرد و ماده مؤثره زنیان در سیستم‌هایی کشاورزی متداول، ارگانیک و تلفیقی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، رضایی، م. ب. و شریفی‌عاشورآبادی، ا. (۱۳۸۲)، بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و درصد ترکیب اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. مجله پژوهش و سازندگی، ۶۱: ۳۲-۴۱.

امیدبیگی، ر. (۱۳۸۴)، تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد ۲، انتشارات آستان قدس‌رضوی.

امید بیگی، ر. (۱۳۷۶)، رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد دوم، انتشارات طراحان نشر، ۴۲۴ ص.

امیدبیگی، ر. (۱۳۷۴)، رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد اول، انتشارات فکر روز، تهران. ۴۲۳ ص.

امیری، ح. ر.، خاوری‌نژاد، ع.، روستائیان، م. و مشکات‌السادات، ه. (۱۳۸۵)، بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس گیاه (*Smyrnium cordifolium* Boiss) در مراحل مختلف رشد گیاه، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۳: ۱۹۶.

درزی، م. ت. و حاج سیدهادی، م. ر. (۱۳۸۱)، بررسی مسایل زراعی و اکولوژیکی دو گیاه بابونه و رازیانه، مجله زیتون. ۱۵۲: ۴۳-۴۹.

درزی، م. ت.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف. و رجالی، ف. (۱۳۸۷)، تأثیر کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس دارویی گیاه رازیانه، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴: ۳۹۶-۴۱۳.

جعفری حقیقی، م. (۱۳۸۳)، روش‌های تجزیه خاک، انتشارات ندای ضحی: ساری ۷۸ ص.

سفیدکن، ف. (۱۳۸۰)، بررسی کمی و کیفی اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) در مراحل مختلف رشد، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۷: ۸۵-۱۰۴.

شریفی‌عاشورآبادی، ا.، امین، غ. ر.، میرزا، م. و رضوانی، م. (۱۳۸۱)، تأثیر سیستم‌هایی تغذیه (شیمیایی، تلفیقی و ارگانیک) بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه، مجله پژوهش و سازندگی، ۵۶ و ۵۷: ۷۸-۸۷.

شریفی‌عاشورآبادی، ا.، نورمحمدی، ق.، متین، ا.، قلاوند، ا. و لباسچی، م. ح. (۱۳۸۱)، مقایسه کارآیی انرژی مصرفی در روش‌های مختلف حاصلخیزی (شیمیایی، تلفیقی و ارگانیک) خاک، مجله پژوهش و سازندگی، ۵۶ و ۵۷: ۹۱-۹۷.

مرادی، ر. ا. (۱۳۸۸)، تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

میرسهیل، م. و غلامی، م. ر. (۱۳۸۷)، ورمی‌کمپوست و طریقه تولید آن، مجله زیتون، ۱۸۶: ۴۳-۴۴.

Adams, R. P., Habte, M., Park, S. and Dafforn, M. R. 2004. Preliminary camparison vetiver root essential oil from cleansed (bacteria and fungus free) versus non-cleansed (normal) vetiver plants. Biochemical systematics and Ecology. 32: 1137-1144.

Amin, I. S. 1997. Effect of bio and chemical fertilization on growth and production of *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare* and *Carum carvi* plants. Annals of Agricultural Science, Moshtohor Journal. 35: 2327-2334.

Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. and Khanuja, S. P. S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36: 1737-1746.

Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D. and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44: 579-590.

Badran, F. S. and Safwat, M. S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and biofertilizers in replacement of chemical fertilization. Egyptian Journal of Agricultural Research, 82: 247-256.

Bajaj, Y. P. S. 1989. Biotechnology in agriculture and forestry. Vol 7. Medicinal and Aromatic Plants 2. Springer-Verlag Press. 480 p.

Chatterjee, S. K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India, A Commercial Approach Proceeding of an International Conference on Map. Acta Horticulture (ISHS), 576:191-202.

Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G. 2006. Effect of three AM fungi on growth distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorhiza, 16:485-494.

Freitas, M. S. M., Martins, M. A. and Vieira, E. I. J. C. 2004. Yield and quality of essential oils of *Mentha arvensis* in response to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 39(9): 887-894.

Ghost, B. C. and Bhat, R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution- Springer, 102: 123-126.

Gross, M., Friedman, J., Dudai, N., Larkov, O., Cohen, Y. and Bar, E. 2002. Biosynthesis of estragole and t-anethole in bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill var. vulgare) chemotypes. Changes in SAM: phenylpropene o-methyltranferase activities during development. Plant Science, 163: 1047-1053.

Gupta, M. L. and Janardhanan, K. K. 1991. Mycorhizal association of *Glomus aggregatum* with palmarosa enhances growth and biomass. Plant and Soil, 131 (2): 261-263.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307-311.

Karla, A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustinability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal,Aromatic and Dye-Yielding plants (MADPs). FAO.

Khaliq, A. and Janrdhanan, K. K. 1997. Influence of vesicular arbuscular mycorhizal fungi on the productivity of cultivated mints. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science, 19: 7-10.

Khan, M. M. A., Samiullah, S. H. A. and Afridi, M. M. R. K. 1992. Yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) in relation to basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. Journal of Plant Nutrition, 15: 2505-2515.

Kumar, V. and Narula, N. 1999. Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by *Azotobacter chroococcum*. Biology and Fertility of Soils – Springer, 27: 301-305.

Marotti, M., Dellacecca, V., Piccaglia, R. and Glovanelli, E. 1993. Agronomic and chemical evaluation of three varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. Acta Horticulture, 331: 63-69.

Rigby, D. and Caceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. Agricultural Systems, 68: 21-40.

Sharma, A. K. 2002. A Handbook of organic farming. Publication Agrobios. India.

The Effect of Organic, Biological and Chemical Fertilizers Application on the Quantity and Quality of Essential Oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel)

Younesian[1], A., Rezvani Moghaddam[2], P. and Gholami[3], A.

Abstract

In order to evaluate the effect of different biological and organic fertilizer on quality and quantity of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) essential oil, an experiment was conducted at Faculty of Agriculture Research field of Shahrood University of Technology in 2010. The experiment was conducted in a completely randomized block design with 11 treatment and three replications. The experimental treatments were 1- urea fertilizer (N) 2- M_1 mycorhiza strain (*Glomus mosseae)* 3- M_2 mycorrhiza strain (*Glomus intraradiceae)* 4- Cow manure (F) 5- M_1 mycorrhiza strain + M_2 mycorrhiza strain 6- urea fertilizer (N) + M_1 mycorrhiza strain 7- urea fertilizer (N) + M_2 mycorrhiza strain 8- Cow manure (F) + M_1 mycorrhiza strain 9- Cow manure (F) + M_2 mycorrhiza strain 10- Cow manure (F) + urea fertilizer (N) 11- control (without any fertilizer) (C). There were no significant differences between different treatments in terms of seed essential oil percentage but there were significant differences between different treatments in terms of seed essential oil yield components (at 5% level). Results showed that the highest and the lowest percentage of essential oil contents were obtained in control (C) (1.85%) and M_1 mycorrhiza strain + M_2 mycorrhiza strain (1.25%). The highest essential oil yield (24.64 l/ha) was obtained with use cow manure (8 ton/ha) treatment. Based on GC\MS analysiss the importance components of essential oil were anethole, fenchone, limonene and estragole. The highest anethole (81.301%) and the lowest fenchone(8.532%), estragole (3.05%) and limonene (3.231%) in essential oil content were obtained in M_2 mycorrhiza strain.

Keywords: Apiaceae, Cow manure, Essence components, Mycorrhiza, Urea fertilizer

1. M.Sc. Student of Agro ecology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
2 . Professor Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
3. Associate professor Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahrood Uneversity of Technology, Shahrood
⁎: Corresponding author Email: amir_younesian@yahoo.com