

بررسی تأثیر کاربرد کود دامی و کمپوست شهری بر میزان رشد و نمو، میزان و عملکرد اسانس و بار میکروبی سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*)

مجید عزیزی^{۱*}، سمیه میرمصطفائی^۲، معصومه بحرینی^۳، حسین آروئی^۴ و فاطمه عروجعلیان^۵

*- نویسنده مسوول: دانشیار گرو باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد (Azizi@um.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۵- دانشجوی دکتری نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۱

چکیده

استفاده از کودهای آلی یکی از روشهای موثر در کشت ارگانیک گیاهان دارویی است که نقش بسزایی در تولید گیاهان دارویی دارد. هدف از این پژوهش بررسی اثر کود دامی و کمپوست زباله شهری بر میزان رشد و نمو، اسانس و بار میکروبی سنبل الطیب بوده است. این طرح آزمایشی در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تیمار و در سه تکرار انجام شد، تیمارها شامل استفاده از کود دامی و کمپوست شهری، درمقایسه با شاهد بودند. صفات مورفولوژیک، میزان اسانس و میزان آلودگی میکروبی در بوته ها بررسی و مقایسه شد. نتایج نشان داد کاربرد کود دامی سبب افزایش معنی دار سطح برگ، ارتفاع بوته و میزان اسانس گردید، در حالیکه کمپوست شهری موجب افزایش معنی دار سطح برگ، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه، ارتفاع بوته و میزان اسانس شد. کاربرد هر دو نوع کود بخصوص کمپوست شهری باعث کاهش معنی دار طول ریشه شد. در بررسی بار میکروبی، نتایج بیانگر عدم تأثیر معنی دار تیمارهای کودی بر تمامی آلودگی های میکروبی ریشه درمقایسه با شاهد بود، بطوریکه در هیچ یک از تیمارها وجود باکتری اشرشیاکلی به تأیید نرسید و از نظر سایر آلودگی های میکروبی، همه تیمارها در سطح مشابهی بودند. طبق نتایج این آزمایش کاربرد کود دامی و کمپوست شهری موجب افزایش معنی دار میزان اسانس سنبل الطیب شد و استفاده از کمپوست شهری در افزایش وزن ریشه تأثیر معنی داری داشته و در نتیجه در افزایش عملکرد اسانس بیشتر موثر بود، و از نظر کیفیت میکروبی، کاربرد کود دامی و کمپوست شهری موجب افزایش معنی دار آلودگی محصول درمقایسه با تیمار شاهد نشد. لذا کاربرد این نوع کود در کشت سنبل الطیب قابل توصیه است.

کلیدواژه ها: کودهای ارگانیک، ماده موثره، بار میکروبی، آلودگی، سنبل الطیب

مقدمه

والریاناسه^۱ می باشد، این گیاه علفی و چندساله است و ریشه و ریزوم آن در تمام فارماکوپه های معتبر جهان به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است. تاریخچه کاربرد این گیاه برای درمان بیماری ها به زمان های گذشته باز می گردد. مواد موثره موجود در ریشه و

امروزه با توجه به اثرات جانبی داروهای شیمیایی، مصرف و اهمیت گیاهان دارویی از گسترش روزافزونی برخوردار شده است. گیاه سنبل الطیب با نام علمی *Valeriana officinalis* L. متعلق به خانواده

جهت نیز می تواند بسیار سودمند باشد. کودهای آلی فرآورده های مناسب و کم خطری هستند که عمدتاً منشاء حیوانی یا گیاهی دارند و می توانند برای پایداری کشاورزی مناسب باشند (نجفی و رضوانی مقدم، ۱۳۸۰). تبدیل زباله های شهری و لجن فاضلاب به کمپوست و استفاده از آنها به عنوان یک کود آلی، هم از نظر اصلاح خاک و افزایش سطح حاصلخیزی آن و هم از لحاظ جلوگیری از انتشار مواد آلوده کننده محیط زیست، امری کاملاً ضروری است. کمپوست به طرق مختلف بر خصوصیات کیفی خاک تأثیر می گذارد، تغییر خصوصیات فیزیکی خاک در اثر اضافه کردن کمپوست مربوط به افزایش درصد ماده آلی آن است، فایده مهم دیگر افزودن کمپوست به خاک، بهبود و افزایش پایداری خاکدانه ها است که در اثر برهم کنش بین ریز جانداران و ذرات معدنی خاک به وجود می آید (نظمی و همکاران، ۱۳۹۰). با پایدار شدن ساختمان خاک، میزان تخلخل خاک افزایش و میزان جرم مخصوص ظاهری کاهش می یابد و در نتیجه میزان نفوذ پذیری خاک نسبت به آب و هوا بیشتر می شود. همچنین اضافه کردن کمپوست به خاک سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک می شود (هرناندو و همکاران^۴، ۱۹۸۹؛ رودریگز و همکاران^۵، ۱۹۹۴؛ استوارت و همکاران^۶، ۱۹۹۸). در مطالعات انجام شده در خصوص کاربرد کودهای آلی مشخص شده کاربرد کود بیولوژیک، باعث بهبود رشد گیاه زوفا و افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی می شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷)، کاربرد کود دامی بر رشد و عملکرد تولید اسفرزه نیز مؤثر بوده است (لطفی و همکاران، ۱۳۸۷)، و سطوح مختلف ورمی کمپوست تأثیر معنی داری بر رشد و عملکرد ریحان داشته است (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۶)، همچنین کاربرد کود گاوی بیش از

ریزوم با تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی باعث ایجاد آرامش اعصاب و خواب آوری شده و خاصیت ضد تشنجی و ضد افسردگی نیز دارد، اسانس آن ضد دل پیچه بوده و به هضم غذا کمک می کند (امیدیگی، ۱۳۸۵؛ یزدانی و همکاران، ۱۳۸۳؛ بارنز و همکاران^۱، ۲۰۰۲).

از مهمترین مسایل مورد توجه در پرورش گیاهان دارویی، تغییر کیفیت و کمیت مواد مؤثره این گیاهان تحت شرایط مختلف محیطی است. در تحقیقات صورت گرفته مشخص شد عواملی مانند تاریخ کاشت و تراکم بوته بر رشد ریشه و عملکرد اسانس سنبل الطیب تأثیرگذار است (مرادی و همکاران، ۱۳۸۸؛ مرتضی و همکاران، ۱۳۸۸)، و کشت به صورت کرتی در مقایسه با کشت به صورت جوی و پشته ای موجب افزایش میزان اسانس در ریشه و ریزوم سنبل الطیب می شود (مونوزکو و ویسنیوزکی^۲، ۲۰۱۱).

از آنجا که در یک سیستم کشاورزی، تامین عناصر غذایی برای گیاه یک امر ضروری و اجتناب ناپذیر است، بنابراین نحوه مدیریت حاصلخیزی خاک، کمیت و کیفیت محصول و عملکرد تولید اسانس را تحت تأثیر قرار می دهد (ایتی و همکاران^۳، ۲۰۰۶). با توجه به اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی که منجر به ایجاد مشکلات متعددی از قبیل تخریب ساختمان خاک، تجمع عناصر سنگین و سمیت ناشی از آنها و آلودگی آب های زیر زمینی می شود، کاربرد کودهای غیر شیمیایی و آلی اهمیت بیشتری پیدا می کند که می تواند موجب بهبود خصوصیات خاک و حاصلخیزی آن نیز گردد (خالص رو و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به اینکه در ایران خاک های کشاورزی با کمبود مواد آلی مواجه هستند (کریمی زارچی و کلباسی، ۱۳۷۸)، مصرف این نوع کود از این

4 - Hernando *et al.*
5 - Rodriguez *et al.*
6 - Stewart *et al.*

1 - Barnes *et al.*
2 - Moniuszko & Wiśniewski
3 - Iethy *et al.*

شناخت تأثیر کودهای آلی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی، مطالعه و تحقیق بیشتری را طلب می کند و همچنین تأثیر آنها بر میزان آلودگی گیاهان دارویی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. تا کنون تأثیر کاربرد کودهای آلی بر میزان رشد و تولید اسانس و بار میکروبی در گیاه سنبل الطیب مطالعه نشده است. با توجه به اینکه ریشه ها در تماس مستقیم با خاک هستند و احتمال آلودگی میکروبی در آنها بالاست، بررسی کیفیت محصول از نظر میکروبی به مطالعات بیشتری نیاز دارد.

هدف از این تحقیق بررسی اثر کود دامی و کمپوست زباله شهری بر میزان رشد و نمو و مواد موثره و بار میکروبی گیاه دارویی سنبل الطیب است.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر کودهای آلی بر میزان رشد و نمو و مواد موثره و بار میکروبی گیاه دارویی سنبل الطیب این طرح آزمایشی در قالب بلوک های کامل تصادفی^۶ با سه تیمار و در سه تکرار انجام شد. برای این منظور پس از تسطیح و آماده سازی زمین، کرت بندی در ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر صورت گرفت و تیمارهای کودی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در آنها اعمال شد، که این تیمارها عبارت بودند از: ۱- تیمار شاهد (بدون کوددهی)، ۲- تیمار کود دامی (کود دامی پوسیده به مقدار ۲۵ تن در هکتار)، ۳- تیمار کود کمپوست شهری (به مقدار ۲۵ تن در هکتار).

هر واحد آزمایشی شامل یک کرت بوده و عملیات کاشت در اوایل اردیبهشت ماه انجام گرفت. نشاءها روی پشته هایی که با فاصله ۳۰ سانتیمتر از هم قرار داشتند با فاصله ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر کاشته شدند. عملیات داشت مزرعه شامل آبیاری و مبارزه با علف های هرز به صورت دستی و منظم و با توجه به شرایط مزرعه انجام شد و در طی فصل رشد از گلدهی بوته ها با حذف ساقه-

کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد دانه و کاه و کلس و درصد موسیلاژ اسفرزه مؤثر بوده است (خندان، ۱۳۸۳). استفاده از کود کمپوست شهری تأثیر معنی داری بر افزایش ارتفاع بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، وزن دانه در بوته و وزن هزار دانه سیاهدانه داشته اما مقادیر بالای کمپوست شهری در سطح ۳۰ تن در هکتار باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد در سیاهدانه می شود (اکبرنژاد و همکاران، ۱۳۸۹).

مساله دیگر مطرح در تولیدات کشاورزی این است که گیاهان از زمان کاشت تا پس از برداشت و طی انبار داری در معرض آلودگی به میکروارگانیسم ها قرار می گیرند و این مساله می تواند موجب افت کیفی آنها گردد (دوبی و همکاران^۱، ۲۰۰۸). تا کنون موارد مختلفی از آلودگی میکروبی گیاهان دارویی به انواع باکتری ها و قارچ ها گزارش شده است (سینگ و همکاران^۲، ۲۰۰۸). آلودگی های میکروبی میتوانند بر میزان اسانس و ترکیب اسانس نیز تأثیرگذار باشند و سبب کاهش کمی و افت کیفی آن شوند و در نتیجه از میزان اثر بخشی گیاهان دارویی می کاهند (روی^۳، ۲۰۰۳). از این رو باید از آلودگی گیاهان دارویی به میکروارگانیسم ها جلوگیری شود و از این نظر مورد ارزیابی کیفی قرار گیرند که به همین منظور سازمان بهداشت جهانی^۴ استانداردهای کیفی را برای گیاهان دارویی تعریف کرده است (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۷). از آنجا که کودهای بیولوژیک موجب افزایش فعالیت میکروبی خاک می شوند (هورنیک^۵، ۱۹۹۸)، یکی از عواملی که می تواند در دوره کاشت منجر به افزایش آلودگی میکروبی گیاهان دارویی شود استفاده از کودهای آلی است.

1 - Dubey *et al.*

2 - Singh *et al.*

3 - Roy

4 - World Health Organization

5 - Hornick

6 - Randomized Complete Block Design(RCBD)

(شوهت و ویلز^۳، ۲۰۰۶). تعیین وزن خشک (DW)^۴ نیز پس از خشک شدن در آون با دمای 80 ± 2 درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت صورت گرفت. میزان رطوبت موجود در بافت ریشه (WC)^۵ طبق رابطه ذیل اندازه گیری شد:

$$WC (\%) = [(FW - DW)/FW] \times 100$$

نحوه استخراج اسانس: برای این منظور از روش تقطیر با آب استفاده شد که در این روش آب و نمونه گیاهی با هم حرارت داده می شوند و اسانس در آب حل شده و تبخیر می گردد و پس از سرد شدن در مبرد، تقطیر شده و جداسازی می شود. در این آزمایش پس از خشک شدن نمونه های گیاهی، از مخلوط ریشه و ریزوم برای اسانس گیری استفاده شد. به این ترتیب که نمونه های ۲۰ گرمی خرد شده و بلافاصله با ۲۵۰ میلی لیتر آب، در بالن ۵۰۰ میلی لیتری مخلوط شد و ۳ ساعت بعد از جوش آمدن، میزان اسانس در کلونجر^۶ اندازه گیری شد و عملکرد اسانس براساس وزن خشک نمونه محاسبه گردید، عمل اسانس گیری نیز برای ۳ نمونه گیاهی از هر تکرار صورت گرفت و نتیجه بر اساس درصد حجم به وزن (V/W) (%) گزارش شد. عملکرد اسانس نیز بر پایه میلی لیتر در متر مربع محاسبه شد.

تعیین بار میکروبی: برای رسیدن به این هدف از روش رقت سازی و سپس کشت در محیط کشت های اختصاصی استفاده گردید. از هر تکرار، مقدار 10 ± 2 گرم از نمونه خشک گیاهی (شامل مخلوطی از ریشه و ریزوم) در شرایط استریل وزن شده و با ۹۰ میلی لیتر محلول بافر پپتون نمکی^۷ (۱ درصد پپتون، ۸/۵ گرم نمک کلرید سدیم در یک لیتر آب مقطر) در دستگاه مخلوط کن همگن سازی شد و سپس از آن سری رقت تا 10^{-7} تهیه گردید. به منظور تعیین مزوفیل های هوازی از محیط

های گلدهنده ممانعت به عمل آمد. برداشت محصول همزمان با به خواب رفتن گیاه در اوایل دی ماه صورت گرفت که برای این منظور پس از حذف اندام هوایی، ریزوم و ریشه ها با احتیاط با بیل از زمین بیرون آورده شد. اندام های گیاهی برداشت شده پس از شستشو در دو مرحله غوطه ور سازی و آبکشی با آب روان بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردیده و بعد از ایجاد برش های طولی و عرضی به قطعات ۴ سانتیمتری تقسیم شده و طی ۷۲ ساعت در شرایط سایه خشک شدند.

اندازه گیری صفات: در این پژوهش صفات متعددی به منظور بررسی رشد و نمو گیاه اندازه گیری شد. این صفات شامل عملکرد ریشه خشک در هر متر مربع، ارتفاع بوته پیش از برداشت از سطح خاک تا ارتفاع بلندترین برگ در حالتی که بوته به صورت عادی قرار داشت اندازه گیری شد. میزان سطح برگ^۱ بوته که در زمان برداشت پس از جدا نمودن برگ ها از محل طوقه، توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ اندازه گیری شد، لازم به ذکر است به منظور جلوگیری از چروکیده شدن برگ ها که موجب کاهش سطح برگ می شود این عملیات در سریع ترین زمان ممکن صورت گرفت. تعداد برگ در هر بوته نیز همزمان با برداشت شمارش شد. برای اندازه گیری طول ریشه، پس از برداشت و قبل از خرد کردن ریشه ها، از محل طوقه تا بلندترین طول ریشه مورد اندازه گیری قرار گرفت. قطر طوقه نیز پس از جدا کردن برگ ها در محل برش اندازه گیری شد. برای تعیین میزان وزن تر بوته (FW)^۲، وزن اندام هوایی و ریشه بطور جداگانه در هر بوته مورد اندازه گیری قرار گرفت، بطوریکه بلافاصله پس از برداشت و جدا کردن برگ ها از طوقه، وزن تر برگ در هر بوته اندازه گیری گردید، ریشه ها نیز بعد از شستشو به مدت ۱۶ ساعت به منظور حذف آب اضافی ناشی از شستشو در دمای اتاق، هوا خشک شده سپس توزین گردیدند

3 - Shohet & Willis

4 - Dry Weight

5 - Water Content

6 - Clevenger

7 - Sodium Chloride Peptone Buffered

1 - Leaf Area

2 - Fresh Weight

بررسی قرار گرفت. برای این منظور از روش رقت سازی و کشت در محیط کشت اختصاصی استفاده شد، بدین ترتیب که مقدار 1 ± 0.2 گرم از نمونه در شرایط استریل توزین شده و با ۹ میلی لیتر محلول سرم نمکی استریل ($1/5$ گرم نمک کلرید سدیم در یک لیتر آب مقطر)، توسط دستگاه شیکر همگن سازی شد و سپس سری رقت تهیه گردید و مشابه نمونه های گیاهی در محیط های کشت اختصاصی کشت گردیده و انکوبه شد. پس از آن شمارش کلونی ها انجام شده و نتایج بررسی گردید. این آزمایش در مورد سه نمونه تصادفی از هر کود انجام شد.

محاسبات آماری مورد نیاز توسط نرم افزارهای آماری Minitab, Mstac و Jump انجام شد و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون Duncan صورت گرفت. برای ترسیم جداول و نمودارها نیز از نرم افزار Word و Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

صفات بیولوژیک و مورفولوژیک: نتایج تجزیه

آماري واریانس صفات مورفولوژیک بیانگر تأثیر معنی دار تیمارهای کودی در مورد صفت سطح برگ بوته در سطح یک درصد است ($p < 0.01$):

مقایسه میانگین ها (جدول ۱) نشان داد میزان سطح برگ بوته در تیمار استفاده از کمپوست شهری بیشترین مقدار را داشت ($31 \pm 1569/9$ سانتیمتر مربع)، پس از آن تیمار کود دامی موجب افزایش سطح برگ بوته شد ($31 \pm 1378/6$ سانتیمتر مربع)، در حالیکه تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت ($31 \pm 904/4$ سانتیمتر مربع).

در تجزیه آماری واریانس صفات مورفولوژیک، تأثیر تیمارها در مورد برخی صفات در سطح ۵ درصد معنی دار شد ($p < 0.05$): با توجه به جدول ۱، در صفت عملکرد ریشه خشک تیمار کود دامی و شاهد تفاوت معنی داری با هم نداشتند (به ترتیب ۹۵۳ و ۱۱۸۵ گرم در

کشت پلیت کانت آگار^۱ (PCA)، برای تعیین میزان کلیفرم های مدفوعی از محیط کشت و ابولت رد بایل لاکتوز آگار^۲ (VRBL)، و برای تعیین میزان کپک و مخمر از محیط کشت یست گلوکز کلرامفنیکل آگار^۳ (YGCA) استفاده گردید. روش کشت نمونه به صورت مستقیم در پتری دیش های ۹ میلیتری بوده و سپس در دمای مناسب انکوباسیون صورت گرفت (YGCA به مدت ۷۲-۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، PCA به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، VRBL به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد). پس از آن شمارش کلونی ها انجام شده و نتایج بررسی گردید. جهت شناسایی باکتری اشرشیاکلی^۴ از رقت 10^{-1} هر نمونه در دو محیط کشت VRBL و کروم آگار ای سی سی^۵ کشت مستقیم صورت گرفت و پس از انکوباسیون در دمای مناسب (VRBL به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۴ درجه سانتیگراد و کروم آگار ای سی سی به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد) شمارش کلونی انجام شده و برای اطمینان و تایید، از کلونی های موجود در محیط VRBL، کشت مجدد در محیط کروم آگار ای سی سی انجام شد. تمامی آزمون های میکروبی بصورت دوتکراری^۶ صورت گرفت. کلیه محیط های کشت از شرکت لیوفیلکم^۷ کشور ایتالیا تهیه شد. جمعیت میکروارگانسیم ها بعد از شمارش بر اساس log CFU/g^۸ گزارش شد.

میزان آلودگی میکروبی کود دامی و کمپوست شهری مورد استفاده در این آزمایش نیز از نظر باکتری های مزوفیل هوازی، باکتری های کلیفرم روده ای، کپک و مخمر و میزان آلودگی به اشرشیا کلی مورد

1 -Plate Count Agar

2 -Plate Count Agar

3 -Yeast Glucose Chloramphenicol Agar

4 - *E. coli*

5 - Chorom Agar ECC

6 - Duplicate

7 - Liofilchem co.

8 - Colony Forming Unit

جدول ۱- خلاصه نتایج مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک سنبل الطیب تحت تاثیر تیمارهای کودی

تیمار کودی	عملکرد ریشه خشک (گرم در متر مربع)	سطح برگ بوته (سانتیمتر مربع)	رطوبت بافت ریشه (%)	وزن تر بوته (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	نسبت وزن خشک به تر بوته	تعداد برگ در بوته
شاهد	۱۱۸۵ b	۹۰۴/۴۳c	۴۹/۴a	۲۶۰b	۱۲۹/۸۵b	۰/۵۰a	۶۶a
کود دامی	۹۵۳ b	۱۳۷۸/۶b	۵۳/۸a	۲۸۵/۱۳b	۱۲۷/۸۴b	۰/۴۵a	۱۰۵a
کمپوست شهری	۲۱۰۴ a	۱۵۶۹/۸۷a	۴۸/۶a	۴۹۷/۷ a	۲۳۲/۹a	۰/۴۷a	۹۷a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰.۰۵٪ است.

ادامه جدول ۱- خلاصه نتایج مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک سنبل الطیب تحت تاثیر تیمارهای کودی

تیمار کودی	R/S برپایه وزن تر	R/S برپایه وزن خشک	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	قطر طوقه (سانتیمتر)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	طول ریشه (سانتیمتر)
شاهد	۴/۱a	۴/۳۵a	۲۰۹/۳۷b	۱۰۶/۶۵b	۳/۴۹a	۳۰/۹۳b	۲۶/۳۳a
کود دامی	۲/۶۶a	۲/۹۷a	۲۰۳/۶b	۹۴/۹۷b	۳a	۳۶/۲۳a	۲۴/۹ab
کمپوست شهری	۳/۰۳a	۴/۶۳a	۳۷۲/۹۸a	۱۸۹/۳۹a	۳/۴۷a	۳۷/۹۳a	۲۳/۳۳b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰.۰۵٪ است.

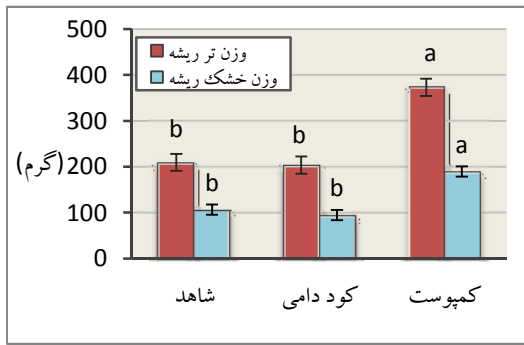
نداشت، (شکل ۲). از نظر اندازه طول ریشه، هر دو نوع کود آلی موجب کاهش آن شدند و کمترین مقدار مربوط به تیمار کمپوست بود ($۲۳/۳ \pm ۰/۷۳$ سانتیمتر)، درحالیکه تیمار شاهد بیشترین مقدار را داشت ($۳۰/۷۳ \pm$ سانتیمتر) و تیمار کود دامی از نظر آماری اختلاف معنی داری با شاهد و کمپوست نداشت ($۲۴/۹ \pm ۰/۷۳$ سانتیمتر).

تیمارهای کودی بر سایر صفات بیولوژیک (نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، نسبت وزن ریشه به اندام هوایی، میزان رطوبت بافت ریشه، قطر طوقه و تعداد برگ) از لحاظ آماری تاثیر معنی داری نداشتند. در این آزمایش مشخص شد استفاده از کودهای آلی از جهاتی موجب افزایش رشد شدند. کود دامی تنها سبب افزایش رشد در بخش هوایی (افزایش سطح برگ و ارتفاع بوته) سنبل الطیب شد، و در افزایش وزن ریشه تاثیری نداشت، در حالیکه کاربرد کمپوست موجب افزایش رشد هم در بخش هوایی، و هم منجر به افزایش وزن ریشه ها گردید (شکل های ۳ و ۲).

متر مربع) و تیمار کمپوست شهری با عملکرد ۲۱۰۴ گرم در متر مربع، برتری معنی داری نسبت به سایر تیمارها داشت. میزان وزن تر بوته نیز در تیمار کمپوست بیشتر بود ($۴۹۷/۷ \pm ۴۰/۱$ گرم)، و تیمار کود دامی و شاهد از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند (به ترتیب $۲۵۹/۵ \pm ۴۰/۱$ و $۲۸۵/۱۳ \pm ۴۰/۱$ گرم)، (شکل ۱). وزن خشک بوته هم در تیمار کمپوست بیشترین مقدار را داشت ($۲۱ \pm ۲۳۲/۹$ گرم)، تیمار کود دامی و شاهد از نظر آماری تفاوت معنی داری با هم نداشتند (به ترتیب $۲۱ \pm ۱۲۷/۸$ و $۲۱ \pm ۱۲۹/۹$ گرم)، (شکل ۱).

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) در مورد ارتفاع بوته نشان داد هر دو تیمار کود دامی و کمپوست موجب افزایش آن شدند (به ترتیب $۱ \pm ۳۶/۲$ و $۱ \pm ۳۷/۹$ سانتیمتر) که اختلاف معنی داری باهم نداشتند، و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود ($۱ \pm ۳۰/۹$ سانتیمتر).

وزن تر و خشک ریشه نیز در تیمار کمپوست بیشتر بود (به ترتیب $۳۶/۷ \pm ۳۷۳$ و $۱۹/۶ \pm ۱۸۹/۴$ گرم)، در حالیکه تیمار کود دامی تفاوت معنی داری با شاهد



شکل ۲- مقایسه تاثیر تیمارهای کودی بر وزن تر و خشک ریشه

میکروبی و بیولوژیکی خاک است (اتیه و همکاران^۴، ۲۰۰۰)، و همچنین در این وضعیت pH خاک و ظرفیت نگهداری آب در خاک، در شرایط مطلوب تری برای رشد گیاه قرار می‌گیرد (جی و همکاران^۵، ۲۰۱۱؛ مک جینیس و همکاران^۶، ۲۰۰۳). در برخی از صفات رشدی تنها کمپوست منجر به افزایش رشد می‌شود که دلیل این موضوع، می‌تواند بهبود کیفیت خاک و افزایش قابلیت دسترسی ریشه گیاه به عناصر غذایی فراهم شده توسط میکروارگانیسم‌های موجود در کمپوست شهری باشد (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰؛ تینکا و همکاران^۷، ۲۰۰۷). در مورد ارتفاع بوته هر دو نوع کود به یک میزان باعث افزایش آن شدند که در تحقیقات انجام شده، دلیل افزایش ارتفاع مربوط به تحریک تولید مواد شبه اکسین توسط میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای آلی عنوان شده است (موسکولو و همکاران^۸، ۱۹۹۹). عدم تاثیر معنی دار کاربرد کمپوست بر نسبت وزن خشک به وزن تر بوته و نیز میزان رطوبت بافت ریشه، حاکی از آن است که افزایش وزن تر تنها به خاطر افزایش رطوبت بافت‌ها نبوده و میزان ماده خشک نیز به همان نسبت افزایش یافته است، و همچنین عدم تاثیر مصرف کمپوست بر نسبت ریشه به اندام هوایی (R/S)،



شکل ۱- مقایسه تاثیر تیمارهای کودی بر وزن تر و خشک بوته

نتایج این آزمایش با نتایج سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه مطابقت دارد؛ افزایش زیست توده گیاه نیز در اثر افزودن کودهای آلی در مطالعات بسیاری گزارش شده است (برتی و جیکوبز^۱، ۱۹۹۶؛ پیرمورسیا و همکاران^۲، ۱۹۹۹؛ سومار و همکاران^۳، ۲۰۰۶)؛ نتایج حاصل از بررسی تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر رشد بابونه آلمانی نشان داد که افزایش سطوح کود ورمی کمپوست موجب افزایش و بهبود ارتفاع بوته، عملکرد گل، طول نهنج و قطر نهنج می‌شود (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۷). کاربرد کود کمپوست شهری تأثیر معنی داری بر افزایش ارتفاع بوته سیاهدانه داشت (اکبرنژاد و همکاران، ۱۳۸۹). مصرف کودهای آلی کمپوست و ورمی کمپوست و کود گاوی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته در کشت زیره سبز شد و تأثیر کاربرد ورمی کمپوست بیش سایر کودها بود (سعیدنژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹). بیشترین میزان سطح برگ در زنیان در تیمار ۲۰ تن کود دامی حاصل شد (میرهاشمی و همکاران، ۱۳۸۸). افزایش سطوح کمپوست تا ۲۰ تن در هکتار موجب افزایش عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه در ذرت شد (محمدیان و ملکوتی، ۱۳۸۹). علت افزایش رشد در اثر استفاده از کودهای آلی مربوط به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات

4 - Atiyeh *et al.*

5 - Ge *et al.*

6 - McGinnis *et al.*

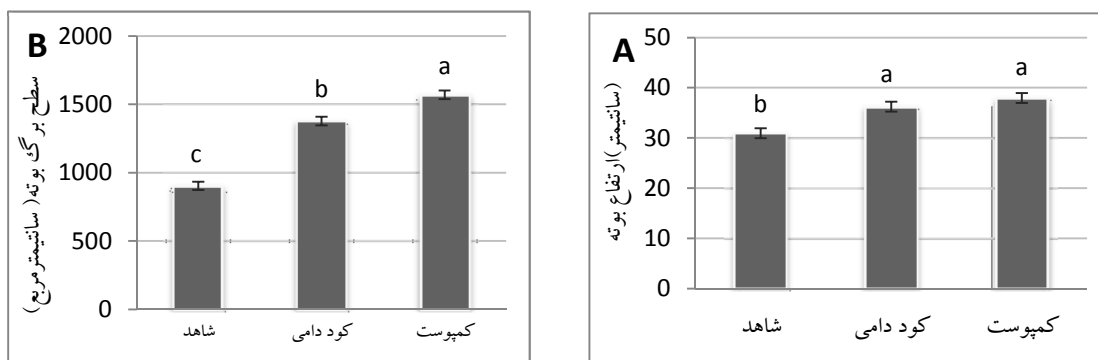
7 - Tinca *et al.*

8 - Muscolo *et al.*

1 - Berti and Jacobs

2 - Pere-Murcia *et al.*

3 - Somar *et al.*



شکل ۳- مقایسه تاثیر تیمارهای کودی بر رشد اندام هوایی: A- ارتفاع بوته، B- سطح برگ بوته

جدول ۲- خلاصه نتایج مقایسه میانگین میزان و عملکرد اسانس و بار میکروبی سنبل الطیب تحت تاثیر تیمارهای کودی

تیمار کودی	میزان اسانس (%V/W)	عملکرد اسانس (میلی لیتر در متر مربع)	آلودگی میکروبی (log CFU/g)		
			آلودگی کلیفرمی	آلودگی به مزوفیل های هوازی	آلودگی به قارچی
شاهد	۰/۱۳c	۱/۶۲ b	۵/۴۵a	۶/۰۳a	۵/۴a
کود دامی	۰/۲a	۱/۹۱b	۵/۳a	۶/۱۷a	۵/۴a
کمپوست شهری	۰/۱۷b	۳/۷۰a	۵/۳a	۶/۰۳a	۵/۵a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ است.

در حالی که تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت (۰/۱۳ ± ۰/۰۱ % V/W). تیمار کمپوست بیشترین عملکرد اسانس را داشت (۳/۷ ± ۰/۲۵ میلی لیتر در متر مربع) و تیمار کود دامی و شاهد تفاوت معنی داری از این نظر نداشتند (به ترتیب ۱/۹ ± ۰/۲۵ و ۱/۶ ± ۰/۲۵ میلی لیتر در متر مربع). در این آزمایش میزان اسانس در بیشترین مقدار ۰/۲ درصد بود، در بسیاری از تحقیقات دیگر نیز مقدار اسانس استخراج شده از ریشه خشک سنبل الطیب بین ۰/۱ تا ۲ درصد گزارش شده است (باس و همکاران^۱، ۲۰۰۰؛ گرانیچر و همکاران^۲، ۱۹۹۵؛ لچامو و همکاران^۳، ۲۰۰۴). همچنین در این آزمایش مشخص شد مقدار اسانس در ریشه های سنبل الطیب در اثر استفاده از هر دو نوع کود آلی افزایش یافته است. در

نشان دهنده افزایش وزن اندام هوایی بوته و ریشه به یک نسبت است.

کاربرد کودهای آلی نه تنها موجب افزایش طول ریشه نشد بلکه تا حدی سبب کاهش آن نیز گشت که علت آن می تواند مربوط به فراهمی عناصر در محیط نزدیک ریشه باشد که مانع طویل شدن ریشه ها برای جستجو و دستیابی به عناصر غذایی در فواصل دورتر می شود.

میزان و عملکرد اسانس: اثر تیمارهای کودی بر

میزان و عملکرد اسانس در سطح ۵ درصد معنی دار شد (p < ۰/۰۵)، و بر اساس مقایسه میانگین (جدول ۲)، هر دو تیمار کود دامی و کمپوست شهری موجب افزایش مقدار اسانس شدند و بیشترین مقدار مربوط به تیمار کود دامی بود (۰/۲ ± ۰/۰۱ % V/W) و پس از آن تیمار کمپوست حاوی بیشترین میزان اسانس بود (۰/۱۷ ± ۰/۰۱).

1 - Bos et al.
2 - Granicher et al.
3 - Letchamo et al.

مزوفیل هوازی $6/32 \log \text{CFU/g}$ ، میانگین میزان آلودگی به باکتری های کلیفرمی $3/45 \log \text{CFU/g}$ ، میزان آلودگی قارچی $2/1 \log \text{CFU/g}$ ، و آلودگی به باکتری اشرشیا کلی در نمونه ها به تایید نرسید.

در این آزمایش مشخص شد کودهای مورد استفاده تاثیری در افزایش بار میکروبی ریشه ها نداشتند که علت آن می تواند مربوط به عوامل مختلفی باشد، نظیر: دمای بسیار پایین (نزدیک به صفر درجه سانتیگراد) در زمان برداشت محصول که موجب مرگ یا توقف رشد بسیاری از میکروارگانیسم ها می شود، شستشوی کامل و نسبتا طولانی مدت ریشه ها پس از برداشت به منظور حذف گل و لای که سبب حذف میکروارگانیسم ها نیز می گردد، و همچنین عملیات خشک کردن و حذف رطوبت بافت گیاهی که شرایط را برای رشد و بقاء میکروب ها محدود می سازد. ضمنا هیچکدام از کودهای آلی موجب افزایش مقدار رطوبت بافت نشدند و در نتیجه شرایط رشد میکروبی از نظر میزان رطوبت بافت در مقایسه با شاهد تغییری نمی کند.

با توجه به استاندارد کیفیت میکروبی ارائه شده (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۷)، از نظر آلودگی کلیفرمی و قارچی، نمونه ها دارای شرایط استاندارد نبوده و برای هیچ نوع مصرف خوراکی مناسب نیستند. درمورد آلودگی به باکتری های مزوفیل هوازی نمونه ها فقط جهت مصرف به شکل دم کرده و جوشانده مناسب بوده و دارای شرایط استاندارد هستند و برای سایر مصارف خوراکی، بدون عملیات آماده سازی با آب جوش، کیفیت میکروبی استاندارد ندارند (شکل ۴).

با توجه به نتایج این تحقیق، می توان اظهار نمود کاربرد کود دامی و کمپوست شهری موجب افزایش میزان اسانس سنبل الطیب می شود و استفاده از کمپوست شهری در افزایش وزن ریشه های گیاه نیز تاثیر قابل توجهی دارد و سبب افزایش تولید اندام محل تجمع اسانس که همان ریشه ها هستند می گردد و در نتیجه در

سایر تحقیقات صورت گرفته نیز نتایج مشابهی گزارش شده است؛ بیشترین درصد اسانس در زیره سبز در تیمار کود گاوی مشاهده شد (سعیدنژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹). تیمارهای کودهای زیستی موجب افزایش میزان اسانس در رازیانه شد (درزی و همکاران، ۱۳۸۷). به نظر می رسد فراهم بودن بیشتر عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای کودی باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی شده است (خرم دل، ۱۳۸۷)، که به نوبه خود بر افزایش میزان تولید متابولیت های ثانویه نیز تاثیر گذار است.

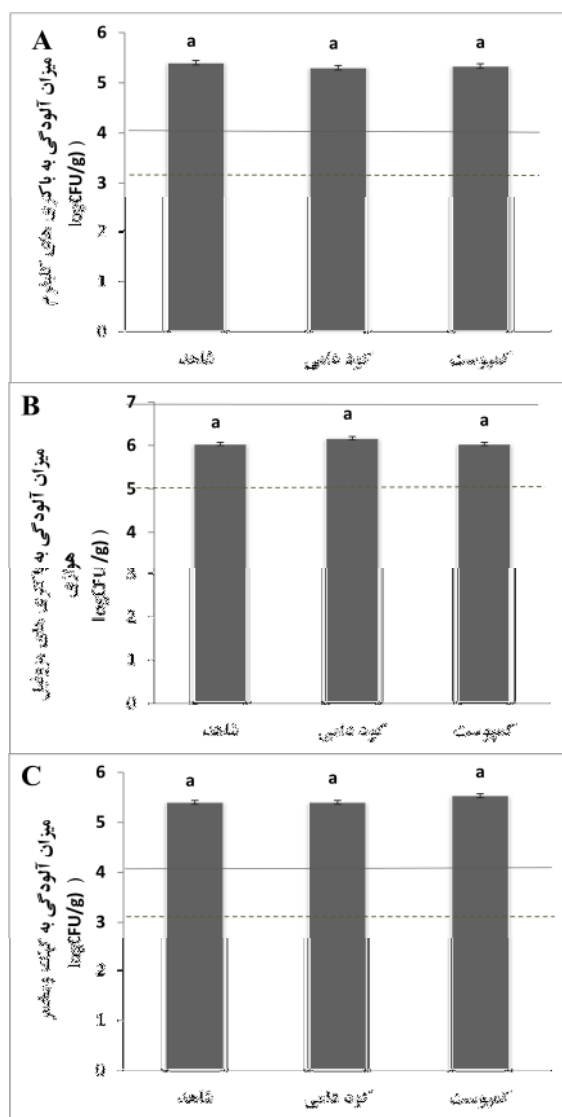
بار میکروبی: نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بیانگر عدم تاثیر معنی دار تیمارهای کودی بر تمامی آلودگی های میکروبی ریشه های سنبل الطیب است (جدول ۲). میانگین آلودگی به باکتری های مزوفیل هوازی $6/1 \pm 0/04 \log \text{CFU/g}$ ، میانگین میزان آلودگی به باکتری های کلیفرمی $5/3 \pm 0/05 \log \text{CFU/g}$ ، و میزان آلودگی قارچی $5/4 \pm 0/04 \log \text{CFU/g}$ بود. در بررسی نمونه ها از نظر آلودگی به باکتری اشرشیا کلی، با وجود اینکه آزمون میکروبی در تمامی کشت های صورت گرفته در محیط VRBL (انکوباسیون در دمای ۴۴ درجه سانتیگراد) مثبت بود، اما آزمون در محیط کشت کروم آگار ای سی سی چه در کشت مستقیم و چه در کلونی های واکشت شده از محیط VRBL، منفی بود. لذا وجود این باکتری در هیچ یک از نمونه ها به تایید نرسید. این در حالی بود که باکتری مذکور در نمونه های کود دامی بکار رفته وجود داشت (جدول ۳).

نتایج میزان آلودگی میکروبی در کود دامی بدین شرح بود (جدول ۳): میانگین آلودگی به باکتری های مزوفیل هوازی $7/34 \log \text{CFU/g}$ ، میانگین میزان آلودگی به باکتری های کلیفرمی $5/46 \log \text{CFU/g}$ ، میزان آلودگی قارچی $5/3 \log \text{CFU/g}$ ، و میزان آلودگی به باکتری اشرشیا کلی $1/9 \log \text{CFU/g}$ بود. میزان آلودگی میکروبی در کمپوست شهری نیز اینطور گزارش شد (جدول ۳): میانگین آلودگی به باکتری های

عزیزی و همکاران: بررسی تاثیر کاربرد کود دامی و کمپوست شهری بر...

جدول ۳- نتایج بررسی میزان آلودگی میکروبی در کود دامی و کمپوست شهری

آلودگی میکروبی (log CFU/g)				
نوع کود	باکتری های مزوفیل هوازی	باکتری های کلیفرم	کپک و مخمر	<i>E. coli</i>
کود دامی	۷/۳۴	۵/۴۶	۵/۳	۱/۹
کمپوست شهری	۶/۳۲	۳/۴۵	۲/۱	۰



شکل ۴ - مقایسه میزان آلودگی میکروبی محصول تحت تاثیر تیمارهای کودی: A- میزان آلودگی به باکتری های کلیفرم، B- میزان آلودگی به باکتری های مزوفیل هوازی، C- میزان آلودگی به کپک و مخمر (خطوط ممتد حد مجاز آلودگی برای مصارف گیاه پس از عملیات آماده سازی و یا مصارف موضعی است، خطوط نقطه چین نشان دهنده حد مجاز آلودگی برای مصارف گیاه بصورت خام و بدون آماده سازی)

افزایش تولید اسانس در بوته بیشتر موثر است، و از نظر کیفیت میکروبی، هرچند هیچکدام از نمونه ها دارای شرایط استاندارد برای مصرف نبودند، اما نتایج نشان می دهند که هیچ یک از تیمارهای کودی موجب افزایش آلودگی نشدند. در نتیجه می توان استفاده از کشت ارگانیک و کاربرد کودهای آلی بویژه کمپوست شهری را به منظور بهبود رشد و عملکرد و تولید اسانس سنبل الطیب و بهره مندی از سایر مزایای آن در خصوص بهبود وضعیت خاک توصیه نمود.

منابع

۱. اکبر نژاد، ف.، آستارایی، ع.، فتوت، ا.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۹. اثر کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*). نشریه پژوهشهای زراعی ایران، ۸(۵): ۷۶۷-۷۷۱.
۲. امیدبگی، ر. ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد ۳. چاپ چهارم. انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۹۷ ص.
۳. خالص رو، ش.، فلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، و اصغرزاده، ا. ۱۳۹۰. تأثیر نهاده های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum L.*) فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۴): ۵۵۱-۵۶۰.
۴. خرم دل، س. ۱۳۸۷. اثر کودهای بیولوژیک نیتروژن و فسفر بر خصوصیات کمی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*). پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
۵. خزاعی، ح.ر.، ثابت تیموری، م.، و نجفی، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر رژیم های مختلف آبیاری و میزان کاشت بذر بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate*). مجله پژوهشهای زراعی ایران، ۵ (۱): ۷۷-۸۴.
۶. خندان، ا. ۱۳۸۳. تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات شیمیایی- فیزیکی خاک و گیاه دارویی اسفرزه. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۷. درزی، م.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، و رجالی، ف. ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴ (۴): ۳۹۶-۴۱۳.
۸. سعیدنژاد، ا.، و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴ (۲): ۱۴۲-۱۴۸.

۹. عزیزی، م.، باغانی، م.، لکزیان، ا.، و آروبی ح. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و محلولپاشی ورمی واش بر صفات مورفولوژیک و میزان مواد موثره ریحان (*Ocimum basilicum*). مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی، ۲۱ (۲): ۴۱-۵۲.
۱۰. عزیزی، م.، رضوانی، ف.، حسن زاده خیاط، م.، لکزیان، ا.، و نعمتی، ح. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴ (۱): ۸۲-۹۳.
۱۱. کریمی زارچی، م.، و کلباسی، م. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر هوادهی و مخلوط کردن بر فرایند تولید کمپوست و کیفیت کمپوست تولیدی از زباله های شهری. ششمین کنگره علوم خاک ایران، ص ۷.
۱۲. کوچکی، ع.، تبریزی، ل.، و قربانی، ر. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*). مجله پژوهشهای زراعی ایران، ۶ (۱): ۱۲۷-۱۳۷.
۱۳. لطفی، آ.، وهابی سدهی، ع.، قنبری، ا.، و حیدری، م. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر کم آبیاری و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk) در منطقه سیستان. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴ (۴): ۵۰۶-۵۱۸.
۱۴. مرادی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م.، و لکزیان، ا. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*). مجله پژوهش های زراعی ایران، ۷ (۲): ۶۲۵-۶۳۵.
۱۵. مرتضی، ا.، اکبری، غ.، مدرس ثانوی، س.ع.، فوقی، ب.، عبدلی، م.، و علی آبادی فراهانی، ح. ۱۳۸۸. تاثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر میزان اسانس و ترکیبهای آن در سنبل الطیب (*Valeriana officinalis* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵ (۲): ۲۷۲-۲۸۲.
۱۶. مرتضی، ا.، اکبری، غ.، فوقی، ب.، و عبدلی، م. ۱۳۸۹. تاثیر تاریخ و تراکم کاشت بر خصوصیات رشد ریشه و ماده موثره سنبل الطیب (*Valeriana officinalis* L.). فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲ (۲): ۹۱-۹۹.
۱۷. محمدیان، م. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۱. ارزیابی تأثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. مجله علوم خاک و آب، ۱۶ (۲): ۱۴۴-۱۵۱.
۱۸. میرهاشمی، س. م.، کوچکی، ع.، پارسا م.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۸. بررسی شاخصهای فیزیولوژیک رشد زنیان و شبلیله در کشت های خالص و مخلوط مبتنی بر اصول کشاورزی زیستی (ارگانیک). مجله پژوهشهای زراعی ایران، ۷ (۲): ۶۸۵-۶۹۴.
۱۹. نجفی، ف.، و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۰. اثر رژیمهای مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و خصوصیات زراعی گیاه اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.). علوم و صنایع کشاورزی، ۱۶: ۵۹-۶۷.

۲۰. نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، و بهشتی، ع. ۱۳۸۰. آگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۲۱. نظمی، ل.، شعبانپور، م.، و هاشمی مجد، ک. ۱۳۹۰. تأثیر نوع و مقدار کمپوست ضایعات آلی بر خصوصیات فیزیکی دو نوع خاک. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، الف، ۲۵(۲): ۹۳-۱۰۲.
۲۲. یزدانی، د.، شهنازی، س.، و سیفی، ح. ۱۳۸۳. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی، ۱۶۹ ص.
23. Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and Metzger, J.D. 2000. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*, 8(3): 215-223.
24. Barnes, J., Anderson, L.A., and Philipson, J.D., 2002. Herbal medicines. A Guide Healthcare Professionals. 2nd ed. Pharmaceutical Press, London, Chicago, 656p.
25. Berti, W.R., and Jacobs, I.W. 1996. Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from repeated sewage sludge application. *Journal of Environmental Quality*, 25: 1025-1032.
26. Bos, R., Hendriks, H., Prass, N., Stojanova, A.S., and Georgiev, E.V. 2000. Essential oil composition of *Valeriana officinalis* ssp. collina cultivated in Bulgaria. *Journal of Essential Oil Research*, 12: 313- 316.
27. Dubey, N.K., Kumar, A., Singh, P., and Shukla, R. 2008. Microbial contamination of raw materials: A major reason for the decline of India's share in the global herbal market. *Current Science*, 95, (6):717-718.
28. Ge, T., Nie, S., Wu, J., Shen, J., Xiao, H., Tong, C., Huang, D., Hong, Y., and Iwasaki, K. 2011. Chemical properties, microbial biomass, and activity differ between soils of organic and conventional horticultural systems under greenhouse and open field management: a case study. *Journal of Soils Sediments*, 11: 25-36.
29. Granicher, F., Christen, P., and Kapetanidis, I. 1995. Essential oil from normal and hairy roots of *Valeriana officinnalis* Var. *Sambusifolia*. *Phytochemistry*, 40(5): 1421-1424.
30. Hernando, S., Lobo, M.C., and Polo, A. 1989. Effect of the application of a municipal refuse compost on the physical and chemical properties of soil. *The Science of the Total Environment*, 81/82: 589-596.
31. Hornick, S.B. 1998. Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel soils: Effect on yield and composition of sweet corn. *American Journal of Alternative Agriculture*, 3:156-162.
32. leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. *Journal of Applied Sciences Research*, 2:773-779.

33. Letchamo, W., Ward, W., Heard, B., and Heard, D. 2004. Essential oil of *Valeriana officinalis* L. cultivars and their antimicrobial activity as influenced by harvesting time under commercial organic cultivation. *Journal of the Agricultural Food Chemistry*, 52: 3915-3919.
34. Mcginnis, M., Cooke, A., Bilderback, T., and Lorscheider, M. 2003. Organic Fertilizers for basil transplant production. *Acta Horticulture*, 491: 213- 218.
35. Moniuszko, H., and Wiśniewski, J. 2011. Effect of selected elements of agricultural technology on the essential oil content in roots and rhizomes of common valerian (*Valeriana officinalis* L.). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio E, Agricultura*, 66(3): 11-15.
36. Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., and Nardi, F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 1303-1311.
37. Pere-Murcia, M.D., Moral, R., Moreno-Caselles J., and Perez-Espinosa, A. 2006. Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. *Bioresource Technology*, 97: 123-130.
38. Rodriguez, M.S., Lopez-Real, J.M., and Lee, H.C. 1994. Composted organic wastes for spring wheat (*Triticum aestivum* cv. Canon) production. 3rd ESA congress, Abano-Padova.
39. Roy, A.K. 2003. Mycological problems of crude herbal drugs – overview and challenges. *Indian Phytopathology*, 56: 1–13.
40. Singh, P., Srivastava, B., Kumar, A., and Dubey, N.K. 2008. Fungal contamination of raw materials of some herbal drugs. *Microbial Ecology*, 56:555–560.
41. Shohet, D., and Wills, R. 2006. Effect of postharvest handling on valerenic acids content of fresh valerian (*Valeriana officinalis*) root. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86:107–110.
42. Soumare, M.F., Tack, M.G., and Verloo, M.G. 2003. Effect of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology*, 86: 15-20.
43. Stewart, D.P.C., Cameron, K.C., Cornforth, I.S., and Sedcole, J.R. 1998. Effects of spent mushroom substrate on physical condition and plant growth in an intensive horticultural system. *Australian Journal of Soil Research*, 36(6): 899-912.
44. Tinca, G., Munteanu, N., Padurariu, A., Podaru, M., and Teliban, G. 2007. Optimization of certain technological measures for hyssop (*Hyssopus officinalis*) crops in the ecological conditions. Financed by the Ministry of Education Research and Youth. 1059: 132-134.
45. World Health Organization. 2007. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues, 118 p.