Archive of SID

مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJMAPR.2021.352839.2908

جلد ۳۷، شماره ۵، صفحه ۷۸۰-۷۶۶ (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350905.1400.37.5.4.3

تأثیر تیمارهای کودی بر صفات مورفولوژیکی و کیفی خاکشیر (*Descurainia sophia* (L.) Schur) و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در سیستم بیشه‌زراعی

سید محسن حسنی[۱]، داود آزادفر[۲*]، محمدحسین ارزانش[۳]، زهره سعیدی[۴] و سیدحمید متین‌خواه[۵]

۱- دانشجوی دکترای گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

پست الکترونیک: azadfar.d@gmail.com

۳- استادیار، گروه خاک‌شناسی، مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- دانش‌آموخته دکترای گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۵- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۹ | تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۴۰۰ | تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

چکیده

عملیات بیشه‌زراعی مزایای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی نسبت به کشاورزی یکپارچه دارد، اما عدم استفاده از کود و سودآوری پایین در سیستم‌های بیشه‌زراعی شاید دلیلی بر پذیرش کند این سیستم‌ها توسط کشاورزان باشد. در این تحقیق، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار برای بررسی اثر انواع کودهای زیستی، آلی و شیمیایی روی بهبود عملکرد، صفات کیفی و سودآوری بیشتر این نوع سیستم انجام شد. گونه دارویی در دو سطح، کود در پنج سطح و گونه درختی در دو سطح به‌ترتیب به‌عنوان عوامل اصلی، فرعی و فرعی‌فرعی در نظر گرفته شدند. گونه‌های درختی شامل گیلاس (*Prunus avium* L.) و گردو (*Juglans regia* L.) برای سیستم بیشه‌زراعی انتخاب شدند و گیاهان دارویی شامل گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و خاکشیر (*Descurainia sophia* (L.) Schur) در زیراشکوب این سیستم کشت شدند. چهار تیمار کودی شامل کود آلی دامی (۳ کیلوگرم در مترمربع)+ کود آلی اسید هیومیک (اگری‌پلاس) (۰/۵ کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر آب در ۱۰۰ مترمربع)، کود زیستی آندومیکوریز مایکومیکس (۱۰۰ گرم در مترمربع)، کود باکتریایی بیوآزوسپیر (۲۰۰ گرم به‌ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم بذر) و کود شیمیایی براساس آزمون خاک (۷۵ کیلوگرم اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در ابتدای کشت+۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم ۳۰ روز بعد از کشت و ۱۰۰ کیلوگرم دیگر ۲ ماه بعد از کشت برای هر هکتار) به‌همراه شاهد (بدون کود) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته و وزن هزاردانه در سطح احتمال ۵٪ و وزن تر و خشک بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته و هکتار و درصد پروتئین، نیتروژن، فسفر و پتاسیم بذر گیاه دارویی خاکشیر در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای کودی قرار گرفتند. در گیاه دارویی گشنیز نیز ارتفاع بوته، عملکرد تر برگ و ساقه، تعداد دانه در چتر و بوته، عملکرد بیولوژیک و اقتصادی، درصد و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای کودی قرار گرفتند. در گیاه دارویی خاکشیر، به‌ترتیب کود آلی، بیوآزوسپیر، میکوریز و کود شیمیایی بیشترین و تیمار شاهد کمترین مقدار صفات مورد بررسی را سبب شدند. در گیاه دارویی گشنیز، به‌ترتیب کود میکوریز، آلی، بیوآزوسپیر و کود شیمیایی بیشترین و تیمار شاهد کمترین مقدار صفات را موجب شدند. همچنین هر دو گیاه دارویی در کشت تلفیقی با درخت گیلاس عملکرد به مراتب بهتری را نشان دادند. در بین انواع ترکیب‌ها در کشت، کشت تلفیقی گشنیز با گیلاس به‌عنوان بهترین کشت ترکیبی انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: بیشه‌زراعی، کود، گیاه دارویی، عملکرد، صفات کیفی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بیشه‌زراعی مفهومی قدیمی است که درختان، محصولات زراعی و دام به‌طور سنتی در مزارع کوچک پرورش داده می‌شده‌اند. به‌عنوان مثال در مناطق اطراف آمازون طی بیش از هزاران سال جوامع بومی به‌طور آگاهانه و یا ناآگاهانه سیستم‌های کشاورزی خود را با درختان تلفیق می‌کردند و از محصولات و نیز کالاهای دیگر ناشی از این مدیریت بهره‌مند می‌شدند (Hassani & Azadfar, 2019؛ Matinkhah *et al*., 2003؛ Spiegelaar *et al*., 2013).

در بیشتر کشورهای در حال توسعه ازجمله ایران، عناصر ضروری گیاه (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) از طریق کودهای شیمیایی تأمین می‌شوند. گزارش شده است که تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی، علاوه‌بر وارد کردن آلاینده‌ها به خاک سبب آلودگی چرخه آب در طبیعت نیز می‌گردد که در نهایت می‌تواند اثرهای جبران‌ناپذیری بر سلامتی انسان داشته باشد. بنابراین برای رهایی از این مشکلات و حذف آلاینده‌ها، پیشرفت به سمت کشاورزی پایدار و استفاده از روش‌های نوین تغذیه گیاهی ازجمله استفاده از کودهای زیستی و آلی بیش از پیش مورد توجه قرار می‌گیرد (Minaxi Nain *et al*., 2012؛ Arrudaa *et al*., 2013؛ Piromyou *et al*., 2014). کودهای زیستی متشکل از میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که هریک به‌منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن، جذب عناصر ماکرو و میکرو تولید می‌شوند. این میکروارگانیسم‌ها در اطراف ریشه مستقر شده و با افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش جذب عناصر توسط گیاه را بهبود می‌بخشند (Singh *et al*., 2011؛ Verma *et al*., 2014).

خاکشیر با نام علمی (*Descurainia sophia* (L.) Schur) (Muzaffarian, 1995) از خانواده شب‌بو (Brassicaceae)، گیاهی دارویی و علفی یک‌ساله یا دوساله است که ارتفاع ساقه آن تا یک متر نیز می‌رسد. دانه خاکشیر دارای تعدادی اسید چرب مانند اسید لینوئیک، اسید لینولنیک، اسید اولئیک، اسید پالمتیک و اسید استئاریک می‌باشد. همچنین در دانه خاکشیر اسانس و روغن وجود دارد که دارای مواد بنزیل و ایزوسیانات است (Sani & Aliabadi Farahani, 2010).

گشنیز با نام علمی (*Coriandrum sativum* L.) از خانواده چتریان (Apiaceae)، گیاهی دارویی یک‌ساله به ارتفاع ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و با طول دوره رشد ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز است که در انواع خاک‌ها می‌روید (Diederichsen, 1996). اسانس دانه گشنیز در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی و روغن دانه آن در صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارد. از این گیاه به‌عنوان هضم‌کننده غذا، ضد نفخ، اشتهاآور، برطرف‌کننده دردهای عضلانی و آرامش‌بخش نیز استفاده می‌شود (Omidbeigi, 1997).

در مورد تأثیر انواع کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر فیزیولوژی، عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی و زراعی تحقیقات فراوانی انجام شده است. نتایج تحقیق Bastami و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که میکوریز، کود زیستی و کود آلی با برتری کود میکوریز، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، درصد اسانس و عملکرد اسانس گشنیز داشتند. Shajari و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه اثرهای کاربرد کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار کود زیستی با کود دامی و بیشترین عملکرد تر و خشک برگ، عملکرد تر و خشک کل و عملکرد خشک ساقه در تیمار مصرف کود شیمیایی بدست آمد. کاربرد کود زیستی باعث افزایش نسبت برگ به ساقه شد. حداکثر مقادیر درصد و عملکرد اسانس با مصرف کود دامی (به‌ترتیب با ۰/۲٪ و ۱۷۵۳ گرم در هکتار) بدست آمد. Nejatzadeh (۲۰۱۶) اثر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر رشد، عملکرد و میزان تولید اسانس گیاه دارویی خاکشیر را مورد تحقیق قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که فاکتورهای ذکرشده به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفته و کاربرد کود زیستی و پس از آن کود

www.SID.ir

Archive of SID

شیمیایی و بعد کود آلی بهترین کارایی را داشته است. Malafilabi و Gezikinejad (۲۰۱۹) اثر محلول‌پاشی برگی با تیمار کود کامل (ترکیب کودآلی، زیستی و شیمیایی) بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی خاکشیر را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تعداد شاخه جانبی در بوته، وزن هزاردانه، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر معنی‌دار تیمار کودی قرار گرفتند.

در مورد تأثیر درختان در سیستم بیشه‌زراعی و ترکیب کشتی آنها با گیاهان زراعی، Miranda (۲۰۰۵) مزایای کشت تلفیقی را برای *Eucalyptus camaldulensis* با برنج و لوبیا نسبت به تک‌کشتی تأیید کرد. نتایج تحقیقات Leiva (۱۹۹۴) در کشور گواتمالا نشان داد، گونه *Eucalyptus globulus* وقتی که به‌صورت بینابینی با ذرت و لوبیا کاشته شده بود، بعد از یک‌سال افزایش ارتفاع نشان داد، اما کشت تلفیقی محصولات زراعی با اکالیپتوس در سال اول تأثیری بر تولید محصولات زراعی نداشت.

البته مزایای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی در عملیات بیشه‌زراعی نسبت به کشاورزی یک‌پارچه به‌خوبی تشخیص داده‌شده است (Ataie *et al*., 2010؛ Kalaba *et al*., 2010؛ Asadi *et al*., 2012؛ Pinho *et al*., 2012؛ Spiegelaar *et al*., 2013؛ Hassani *et al*., 2017)، اما در حال حاضر پذیرش این سیستم‌ها به‌کندی انجام می‌شود. البته سودآور بودن سیستم‌های بیشه‌زراعی برای پذیرش این سیستم‌ها توسط کشاورزان باید به اثبات برسد. از سوی دیگر خطرپذیر بودن تک‌کشتی چه به لحاظ اکولوژیکی و چه به لحاظ اقتصادی و تغییرات قیمت محصولات کشاورزی، گرایش به سمت افزایش تنوع محصول را گسترش داده‌است، زیرا با پرورش انواع محصولات، کشاورزان گزینه‌های بیشتری برای تولید و فروش خواهند داشت. عدم استفاده از کود در سیستم‌های بیشه‌زراعی منطقه مورد مطالعه (سودآوری پایین این سیستم‌ها) شاید بتواند دلیلی بر پذیرش کند این سیستم‌ها توسط کشاورزان منطقه باشد. در این پژوهش، اثر ترکیب کشتی درختان گردو و گیلاس با گیاهان دارویی خاکشیر و گشنیز در سیستم بیشه‌زراعی و استفاده از انواع کودهای زیستی، آلی و شیمیایی برای بهبود عملکرد، صفات کیفی و در نتیجه سودآوری بیشتر این سیستم‌ها و انتخاب ترکیب کشتی بهینه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهرستان چادگان در غرب استان اصفهان، ناحیه‌ای است کوهستانی که در دامنه رشته کوه‌های زاگرس قرار دارد (شکل ۱). میانگین سالانه دما ۹/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالانه بارندگی ۳۲۴/۳ میلی‌متر می‌باشد. بیشترین مقدار بارندگی در فصل زمستان با ۱۶۹/۳ میلی‌متر که ۵۲/۲ درصد از بارندگی سالیانه این شهرستان را به خود اختصاص داده است و کمترین بارش سالانه متعلق به فصل تابستان با ۲ میلی‌متر که ۰/۶ درصد از بارش سالانه را دارد. براساس طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن با ضریب خشکی ۱۸/۸ جزء مناطق نیمه خشک و با استفاده از روش آمبرژه با ضریب خشکی ۲۹/۱ جزء مناطق نیمه خشک سرد می‌باشد (Hassani *et al*., 2016).

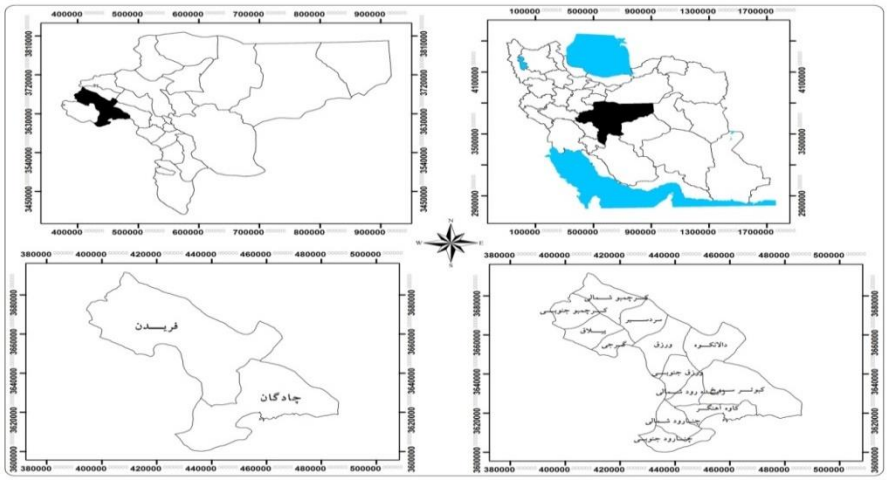
روش انجام تحقیق

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸ با توجه به سوابق موجود در منطقه به صورت سنتی و مرور منابع انجام شد (Hassani *et al*., 2016). سیستم بیشه‌زراعی کشت ردیفی در محدوده شهرستان چادگان (بخش کاوه آهنگر به مساحت ۹۰ کیلومترمربع، ارتفاع از سطح دریا ۲۱۶۰ متر و به مختصات ″۳۴ ′۴۶ °۳۲ عرض شمالی و ″۳۳ ′۲۷ °۵۰ طول شرقی) به‌دلیل غالب بودن سیستم و سود اقتصادی بالاتر (Hassani *et al*., 2017) انتخاب گردید. گونه‌های درختی سیستم بیشه‌زراعی منتخب شامل گیلاس (*Prunus avium* L.) و گردو (*Juglans regia* L.) و دو گونه گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و خاکشیر (*Descurainia sophia* (L.) Schur) در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی

www.SID.ir

Archive of SID

کشت شد. همچنین با توجه به مرور منابع انجام شده دو نوع کود زیستی شامل کود باکتریایی بیوآزوسپیر و کود آندومیکوریز مایکومیکس، کود آلی شامل ترکیب کودهای هیومیکی و دامی و کود شیمیایی شامل ترکیب اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در قالب تیمارهای T1: کود آلی دامی (۳ کیلوگرم در مترمربع)+ کود آلی اسید هیومیک (اگری پلاس) (۰/۵ کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر آب در ۱۰۰ مترمربع)، T2: کود زیستی آندومیکوریز مایکومیکس (۱۰۰ گرم در مترمربع)، T3: کود زیستی بیوآزوسپیر (۲۰۰ گرم به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم بذر)، T4: کود شیمیایی براساس آزمون خاک (۷۵ کیلوگرم اوره و ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در ابتدای کشت به اضافه ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم ۳۰ روز بعد از کشت و ۱۰۰ کیلوگرم دیگر ۲ ماه بعد از کشت برای هر هکتار) و T5: تیمار شاهد (عدم استفاده از کود) مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان

طرح آزمایش‌های این پژوهش که همه عوامل در قالب یک طرح کلی تحلیل آماری شدند به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل بود که عامل اول (عامل اصلی): گونه‌های زراعی در دو سطح (خاکشیر و گشنیز)، عامل دوم (عامل فرعی): کود در پنج سطح و عامل سوم (فرعی در فرعی): گونه‌های درختی در دو سطح (گردو و گیلاس) با سه تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۲) و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن انجام شد.

برای تعیین تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر روی گیاه دارویی خاکشیر صفاتی مانند ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و بوته، وزن هزاردانه، پروتئین، نیتروزن، فسفر و پتاسیم بذر اندازه‌گیری شدند. در گیاه دارویی گشنیز علاوه بر صفاتی مانند ارتفاع بوته، عملکرد تر برگ و ساقه، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بوته و تعداد شاخه جانبی در بوته، صفاتی مانند عملکرد اقتصادی و بیولوژیک و درصد و عملکرد اسانس نیز اندازه‌گیری گردید. برای بررسی خصوصیات ذکرشده دو خط کناری هر کرت، آزمایشی به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و از دو خط میانی ده بوته به‌طور تصادفی انتخاب و ارزیابی گردید. برای تعیین وزن هزاردانه، ابتدا سرشاخه های بذردار برداشت و در هوای آزاد خشک شدند و بعد پنج نمونه

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰۰ تایی بذر از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و پس از خشک کردن در هوای آزاد، وزن هزاردانه محاسبه شد. همچنین به‌منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت برابر یک مترمربع، بوته‌ها به روش دستی برداشت و پس از خشک شدن در هوای آزاد در سایه، در گونی‌های دربسته کوبیده شده و دانه آنها جدا شد. بوته‌هایی از هر کرت نیز برای تعیین عملکرد زیستی در داخل آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. به‌منظور تعیین مقدار اسانس در دانه، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی بذر تهیه شد که بعد از آسیاب کردن، به‌مدت سه ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به‌وسیله دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. درصد اسانس پس از رطوبت‌زدایی آب اسانس توسط سولفات سدیم خشک محاسبه شد. بعد از تعیین درصد اسانس، عملکرد آن نیز به کمک حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس بدست آمد (Bastami *et al.*, 2015). برای اندازه‌گیری پتاسیم دانه از روش خاکسترگیری خشک، فسفر دانه از روش اسپکتوفتومتر و نیتروژن دانه از روش کجلدال استفاده شد. همچنین برای تعیین پروتئین دانه از رابطه زیر استفاده گردید (Khazli & Sani, 2011).

ضریب تبدیل پروتئین × نیتروژن درصد = درصد پروتئین دانه

۸/۲۵ = ضریب تبدیل پروتئین

نتایج

ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی خاکشیر در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی

نتایج جدول تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی خاکشیر کشت شده در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی نشان داد که ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵٪ و وزن تر و خشک بوته در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی معنی‌دار شد اما ویژگی تعداد پنجه در بوته تحت تأثیر تیمارهای کودی معنی‌دار نشد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های گیاه دارویی خاکشیر (*Descurainia sophia*) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی (بخش اول جدول)

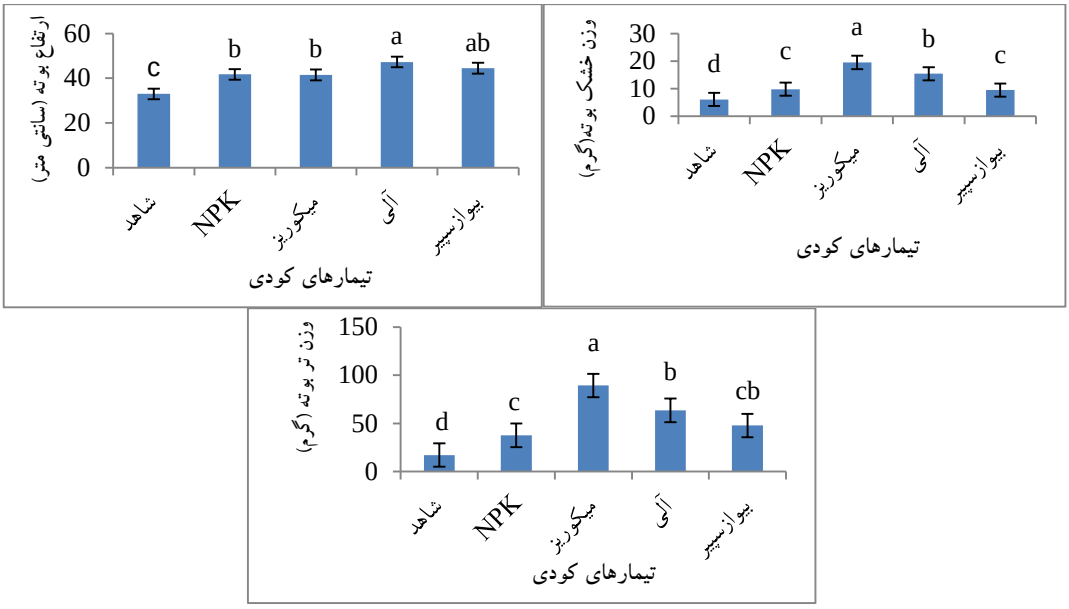
		ارتفاع بوته	تعداد پنجه در بوته	وزن تر بوته	وزن خشک بوته
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
تکرار	۳	۱/۸۳ns	۱/۵۲ ns	۱۷۸/۰۴ ns	۲/۵۰ ns
تیمار	۴	۴۴/۱۶*	۳/۲۹ ns	۲۳۹۲/۲۴**	۱۱۱/۴۶**
خطا	۱۲	۵/۲۹	۰/۶۳	۲۶/۸۴	۰/۶۸
ضریب تغییرات		۹/۴۵	۱۹/۸۰	۱۰/۲۹	۹/۸۵

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد که به‌ترتیب کود آلی (هیومیک+دامی) و بیوآزوسپیر بیشترین و تیمار شاهد کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند. بیشترین وزن خشک و تر بوته گیاه دارویی خاکشیر در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی به‌ترتیب مربوط به کاربرد میکوریز و کود آلی و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی خاکشیر (*Descurainia sophia*) تحت تأثیر تیمارهای کودی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در سنبله، عملکرد بوته و عملکرد دانه در هکتار گیاه دارویی خاکشیر کشت شده در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی در سطح احتمال ۱٪ و وزن هزاردانه در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های خاکشیر (*Descurainia sophia*) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی (بخش دوم جدول)

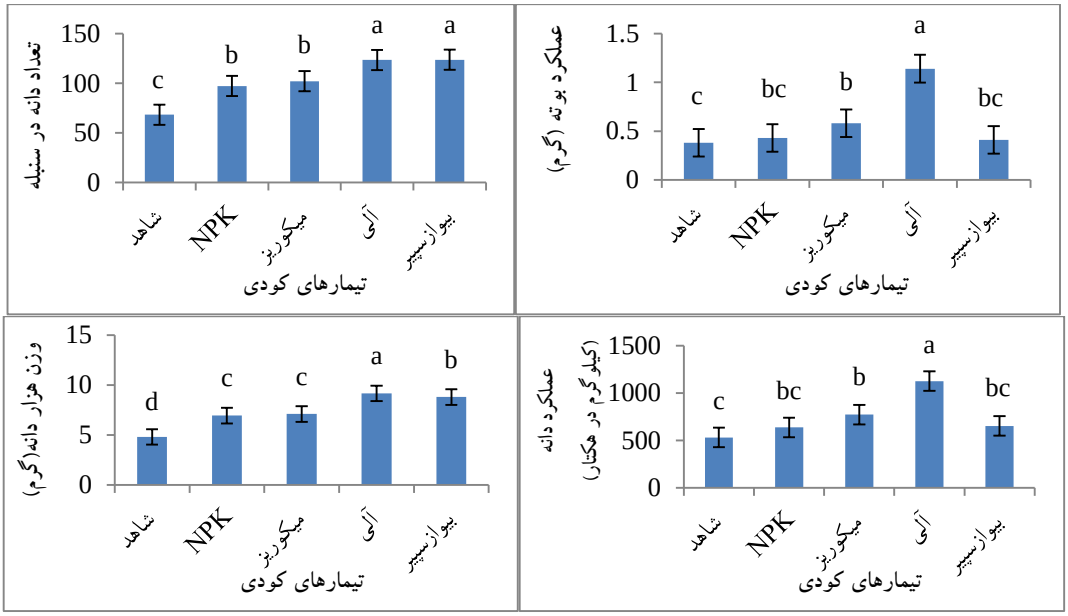
		تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	عملکرد بوته	عملکرد دانه در هکتار
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
تکرار	۳	۱۲۸ns	۰/۰۳۲ns	۰/۰۱۵ns	۸۷۹۳/۷۱ns
تیمار	۴	۱۹۴۸/۵**	۱/۰۲*	۰/۴۶**	۲۹۲۲۳۶/۷۴**
خطا	۱۲	۱۲۴/۱۴	۰/۰۲	۲۲/۰۲	۷۰۹۶/۶۹
ضریب تغییرات		۱۰/۶۲	۶/۰۷	۱۸/۱۷	۱۲/۵۱

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳) نشان داد که به‌ترتیب بیوآزوسپیر و کود آلی (هیومیک+دامی) بیشترین و تیمار شاهد کمترین تعداد دانه را در سنبله داشتند. بیشترین وزن هزاردانه، عملکرد بوته و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) گیاه دارویی خاکشیر در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی مربوط به کاربرد کود آلی و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی خاکشیر (*Descurainia sophia*) تحت تأثیر تیمارهای کودی

صفات کیفی بذر خاکشیر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات کیفی بذر گیاه دارویی خاکشیر کشت شده در زیراشکوب سیستم بیشه‌زراعی نشان داد که تیمارهای کودی مختلف تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر درصد پروتئین، نیتروژن، فسفر و پتاسیم بذر داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های کیفی بذر خاکشیر (*Descurainia sophia*) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی (بخش سوم جدول)

		پروتئین بذر	نیتروژن بذر	فسفر بذر	پتاسیم بذر
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
تکرار	۳	۰/۰۲ns	۰/۰۳ns	۰/۰۱۱ns	۰/۹۲ns
تیمار	۴	۰/۸۱**	۰/۰۳**	۰/۰۱۱**	۲۵۹/۸۱**
خطا	۱۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۶	۱/۲۴
ضریب تغییرات		۱۰/۰۴	۱۰/۲۳	۴/۰۳	۳/۹۱

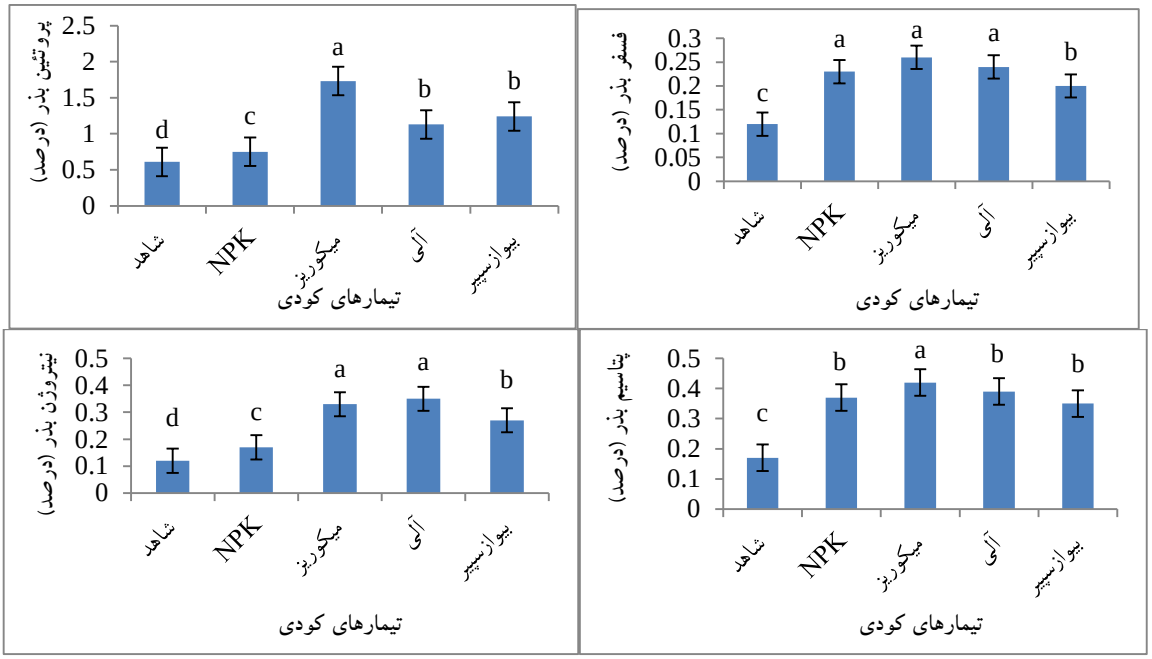
ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌ترتیب میکوریز و بیوآزوسپیر بیشترین و تیمار شاهد کمترین درصد پروتئین بذر را داشتند. بیشترین درصد نیتروژن بذر گیاه دارویی خاکشیر در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی مربوط به کاربرد کود آلی و میکوریز و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به ترتیب میکوریز، کود آلی و کود

www.SID.ir

Archive of SID

NPK بیشترین و تیمار شاهد کمترین درصد فسفر بذر را داشتند. بیشترین درصد پتاسیم بذر گیاه دارویی خاکشیر در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی مربوط به کاربرد میکوریز و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های کیفی بذر گیاه دارویی خاکشیر (***Descurainia sophia***) تحت تأثیر تیمارهای کودی

ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی گشنیز در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی

نتایج جدول تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی گشنیز کشت شده در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی نشان داد که ارتفاع بوته و عملکرد تر برگ و ساقه در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی معنی‌دار شد. اما تعداد شاخه جانبی در بوته تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی گشنیز (***Coriandrum sativum***) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی (بخش اول جدول)

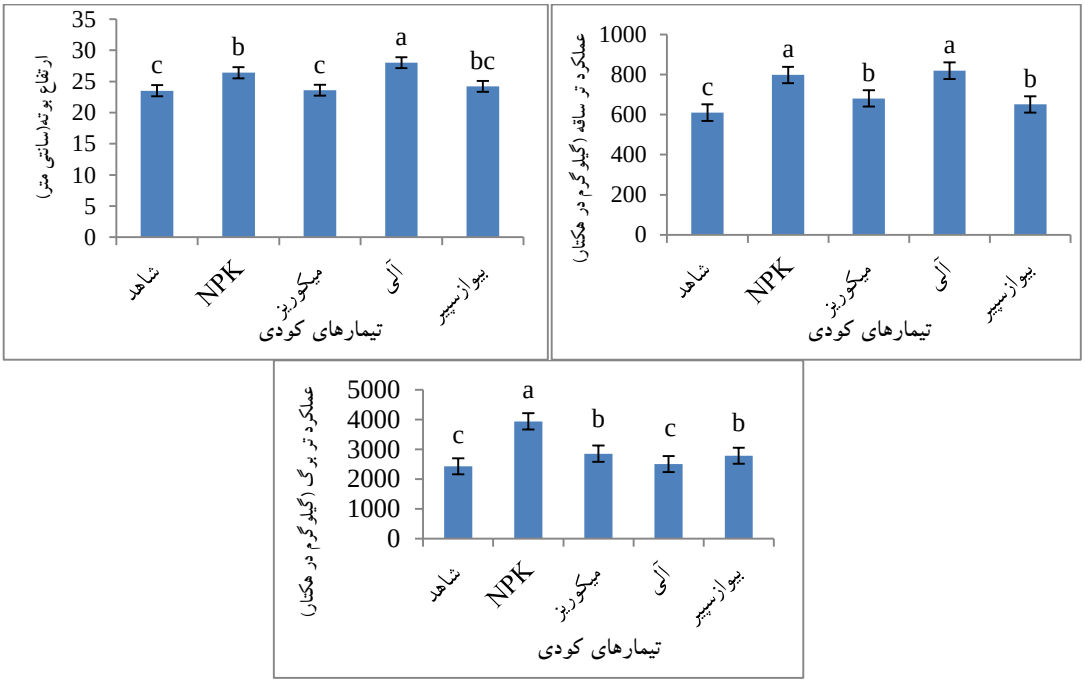
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	عملکرد تر برگ	عملکرد تر ساقه
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
تکرار	۳	۴/۴ns	۰/۲ ns	۱۲۲۹۹۹۳*	۲۲۲۰۷ ns
تیمار	۴	۱۶/۲**	۳ ns	۱۵۲۲۱۴۴**	۷۷۰۴۲**
خطا	۱۲	۵/۱	۰/۴	۳۲۵۹۷۸	۲۳۹۳۱
ضریب تغییرات		۹	۱۶	۱۹	۲۰

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌ترتیب کود آلی (هیومیک+دامی) و تیمار شاهد بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را داشتند. بیشترین عملکرد تر برگ گیاه دارویی گشنیز در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی مربوط به کاربرد کود NPK و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌ترتیب کود آلی و NPK بیشترین و تیمار شاهد کمترین عملکرد تر ساقه را داشتند (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی گشنیز (***Coriandrum sativum***) تحت تأثیر تیمارهای کودی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در بوته گیاه دارویی گشنیز کشت شده در زیراشکوب سیستم بیشه‌زراعی در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی معنی‌دار می‌باشد. اما تعداد چتر در بوته و وزن هزاردانه گیاه دارویی گشنیز کشت شده در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های گشنیز (***Coriandrum sativum***) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی (بخش دوم جدول)

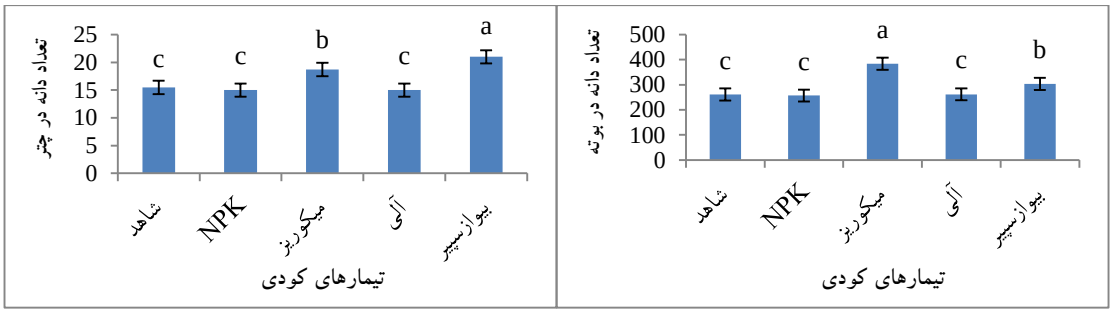
		تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
تکرار	۳	۶/۲۱ns	۲۵/۸۳ns	۷۳۳۴ns	۰/۰۶۳ns
تیمار	۴	۱۲/۳۲ns	۲۷/۷۲**	۱۱۵۳۶**	۰/۰۲۱ns
خطا	۱۲	۴/۷۳	۴/۶۳	۲۸۰۴	۰/۰۰۳۲
ضریب تغییرات		۱۴	۱۲	۱۹	۸

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در چتر گیاه دارویی گشنیز در زیراشکوب سیستم بیشه‌زراعی به ترتیب مربوط به کاربرد کود زیستی بیوآزوسپیر و میکوریز و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای شاهد، کود آلی و NPK بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌ترتیب میکوریز و بیوآزوسپیر بیشترین و تیمارهای شاهد، کود آلی و NPK کمترین تعداد دانه را در بوته داشتند (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) تحت تأثیر تیمارهای کودی

عملکرد و صفات کیفی گیاه دارویی گشنیز در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ویژگی‌های عملکردی نشان داد که تیمارهای کودی مختلف تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی گیاه دارویی گشنیز در زیراشکوب سیستم بیشه‌زراعی داشتند. همچنین صفات کیفی گیاه ازجمله درصد و عملکرد اسانس تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف قرار گرفت و تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ را نشان داد (جدول ۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) تحت تأثیر کودهای مختلف آلی، زیستی و شیمیایی (بخش سوم جدول)

		عملکرد بیولوژیک	عملکرد اقتصادی	درصد اسانس	عملکرد اسانس
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
تکرار	۳	۲۴۹۶۶ns	۱۳۹۰۸۳ns	۰/۰۰۰۳۲ns	۳۳۶۵۵۷ns
تیمار	۴	۳۶۲۱۳۷**	۲۴۲۶۶۸**	۰/۰۰۵۲**	۱۲۴۴۶۸۵**
خطا	۱۲	۶۱۱۶۳	۵۱۳۲۴	۰/۰۰۱۲	۲۵۲۲۵۸
ضریب تغییرات		۱۲	۲۷	۲۲	۴۰

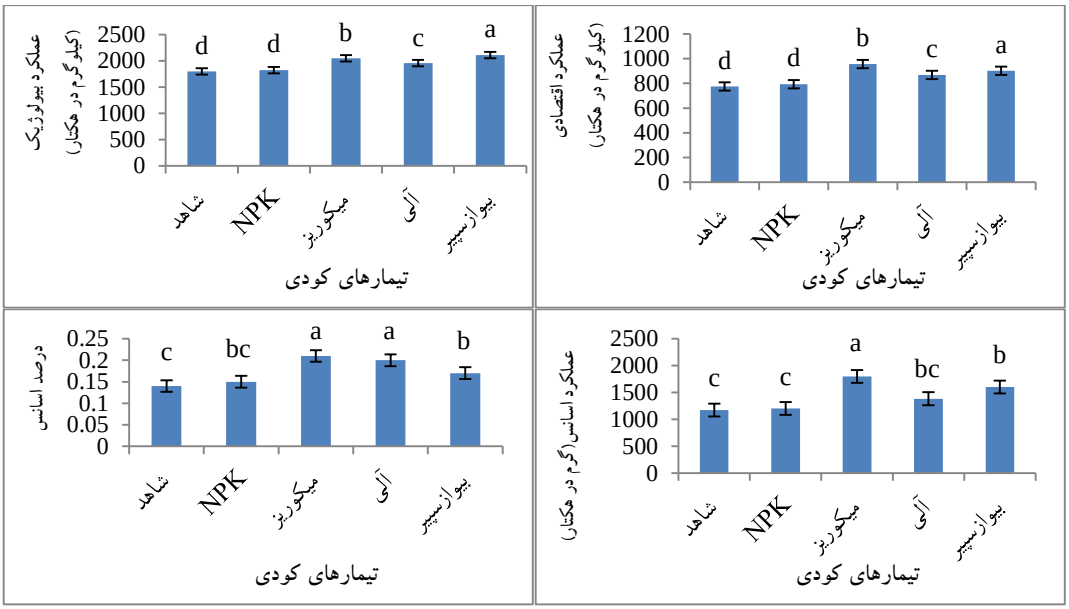
ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به ترتیب تیمارهای کودی بیوآزوسپیر و میکوریز بیشترین و تیمار شاهد کمترین عملکرد بیولوژیک و اقتصادی (کیلوگرم در هکتار) گیاه دارویی گشنیز را در زیراشکوب سیستم بیشه‌زراعی داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین درصد اسانس گیاه دارویی خاکشیر در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی مربوط به کاربرد میکوریز و کود آلی و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌ترتیب میکوریز و کود زیستی بیوآزوسپیر بیشترین و تیمار کودی NPK و شاهد کمترین عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز را داشتند (شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد و صفات کیفی گیاه دارویی گشنیز (***Coriandrum sativum***) تحت تأثیر تیمارهای کودی

بحث

در سال‌های اخیر در پی بحران آلودگی‌های زیست محیطی تلاش‌های گسترده‌ای به منظور یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده‌ها و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز شده‌است. در بیشتر کشورهای در حال توسعه ازجمله ایران، عناصر ضروری گیاه (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) از طریق کودهای شیمیایی تأمین می‌شوند. تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی، علاوه‌بر وارد کردن آلاینده‌ها به خاک، سبب آلودگی چرخه آب در طبیعت نیز می‌گردد که در نهایت می‌تواند اثرهای جبران‌ناپذیری بر سلامتی انسان داشته باشد. بنابراین برای رهایی از این مشکلات و حذف آلاینده‌ها، پیشرفت به سمت کشاورزی پایدار و استفاده از روش‌های نوین تغذیه گیاهی ازجمله استفاده از کودهای زیستی و آلی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. کودهای زیستی و آلی در برخی موارد به عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی و کاربری‌های دیگر مانند بیشه‌زراعی را تضمین کنند (Verma *et al*., 2014).

خطرپذیر بودن تک‌کشتی چه به‌لحاظ اکولوژیکی و چه به‌لحاظ اقتصادی و تغییرات قیمت محصولات کشاورزی، گرایش به افزایش تنوع محصول را گسترش داده‌است، زیرا با پرورش محصولات گوناگون، کشاورزان گزینه‌های بیشتری برای تولید و فروش خواهند داشت. یکی از راه‌های افزایش تنوع محصول سیستم‌های بیشه‌زراعی هستند. بیشه‌زراعی یک سیستم کاربری اراضی جایگزین با کشاورزی سنتی است که

www.SID.ir

Archive of SID

به‌عنوان یک روش پایدار اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی برای تثبیت امنیت غذایی بلندمدت در مناطق فقیر به‌ویژه در مناطق حاره و نیمه‌حاره استفاده می‌شده است. در بیشتر مناطق رویشی کشورمان سیستم‌های بیشه‌زراعی دیده می‌شوند، اما این سیستم‌ها در مناطق هیرکانی، ایران- تورانی و زاگرس توسعه بیشتری پیدا کرده‌اند. یکی از این مناطق، شهرستان چادگان در غرب استان اصفهان می‌باشد که این منطقه به‌دلیل تنوع سیستم‌ها و سهولت دسترسی برای این مطالعه انتخاب شد (Hassani & Azadfar, 2019).

وجود درختان در سیستم‌های زراعی طی دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ میلادی با شروع مطالعات روی سیستم‌های بیشه‌زراعی توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرد. طی بیش از هزاران سال جمعیت‌های سنتی، سیستم‌های کشاورزی خود را با درختان متنوع کردند و از محصولات و فرآورده‌ها و نیز کالاهای دیگر ناشی از این مدیریت بهره‌مند شدند (Pinho *et al*., 2012). در آمازون بسیاری از جوامع بومی و همچنین نیاکان آنها موسوم به کابکولوس در باغچه‌های مجاور مناطق مسکونی و یا به‌صورت سیستم‌های گسترده زراعی شامل میان‌کاری به کشت تلفیقی درختان و گیاهان زراعی پرداختند (Pinho *et al*., 2012). درختان در سیستم‌های بیشه‌زراعی می‌توانند با آرایش‌های نامحدود وجود داشته باشند و ترکیب گونه‌هاً عمدتا بستگی به هدف کشاورز و خصوصیات محیطی منطقه دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت که تنوع بالایی از گونه‌ها مطلوب است تا بتوان همه فضاهای بالا و زیراشکوب خاک را اشغال کرد (Kalaba *et al*., 2010). در دهه ۱۹۸۰ میلادی، بیشه‌زراعی با روشن شدن ماهیت ناپایدار بوم‌شناسی، اجتماعی و اقتصادی کشاورزی سنتی دوباره رایج شد (Pinho *et al*., 2012). برخلاف کشاورزی سنتی، استفاده از چند گونه در این سیستم‌ها موجب حفظ تنوع بوم‌شناسی می‌شود. سیستم‌های بیشه‌زراعی در مناطق حاره، نیمه‌حاره و معتدله نقش مهمی در بهبود امنیت غذایی ایفاء می‌کنند، زیرا سیستم‌هایی با نهاده‌های پایین با فرآورده‌های غذایی متنوع و مکمل می‌باشند. مداخلات مکانیکی اندک، امکان حفظ یکپارچگی خاک و چرخه عناصر مغذی را می‌دهد، در نتیجه موجب کاهش نیاز به نهاده‌های شیمیایی آسیب‌پذیر می‌شود. استفاده آگاهانه از درختان در سیستم‌های کشاورزی در بسیاری از مناطق جهان مرسوم است ولی با این‌حال بسیاری از مزیت‌های آنها را به‌سختی می‌توان از لحاظ اقتصادی و یا کارایی بلندمدت تشریح و کمّی‌سازی کرد، به‌طوری که بسیاری از کشاورزان در استفاده و سرمایه‌گذاری روی درختان مردد هستند. درک بهتر اثرهای مثبت درخت روی خاک و تحلیل اقتصادی آن از نظر عناصر مغذی و دیگر مزیت‌ها گامی مهم در جهت افزایش استفاده از درختان در مزارع می‌باشد. البته بهبود حاصلخیزی خاک سیستم‌های بیشه‌زراعی ارتباط تنگاتنگی با مواد آلی و کربن خاک دارد. از این رو علاوه‌بر نقش آنها در ترسیب کربن اندام‌های هوایی، سیستم‌های بیشه‌زراعی می‌توانند قابلیت زیادی برای افزایش عملکرد محصول کشت تلفیقی در خاک داشته باشند (Spiegelaar *et al*., 2013).

در این تحقیق به‌ترتیب کود آلی (هیومیک+ دامی) و تیمار شاهد بیشترین و کمترین ارتفاع بوته گیاه دارویی گشنیز را در زیراشکوب سیستم بیشه‌زراعی داشتند. به‌طوری که بیشترین عملکرد تر برگ مربوط به کاربرد کود NPK و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین کود آلی و NPK بیشترین و تیمار شاهد کمترین عملکرد تر ساقه را داشتند. بیشترین تعداد دانه در چتر و بوته گیاه دارویی گشنیز در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی مربوط به کاربرد کود زیستی بیوآزوسپیر و میکوریز و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای شاهد، کود آلی و NPK بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمارهای کودی بیوآزوسپیر و میکوریز بیشترین و تیمار شاهد کمترین عملکرد بیولوژیک و اقتصادی (کیلوگرم در هکتار) گیاه دارویی گشنیز را در زیر اشکوب سیستم بیشه‌زراعی داشتند. نتایج این تحقیق در مورد ارتفاع بوته، عملکرد تر برگ و ساقه، عملکرد دانه در بوته و درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز در سیستم بیشه‌زراعی با نتایج تحقیقات Bastami و همکاران (۲۰۱۵) و Shajari و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی دارد. نتایج تحقیقات Bastami و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که میکوریز، کود زیستی و کود آلی با برتری کود میکوریز، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال

www.SID.ir

Archive of SID

۱٪ بر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، درصد اسانس و عملکرد اسانس گشنیز داشتند. Shajari و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه اثرهای کاربرد کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار کود زیستی با کود دامی و بیشترین عملکرد تر و خشک برگ، عملکرد تر و خشک کل و عملکرد خشک ساقه در تیمار مصرف کود شیمیایی بدست آمد.

به‌ترتیب کود آلی، بیوآزوسپیر، میکوریز و کود شیمیایی بیشترین و تیمار شاهد کمترین مقدار صفات مورد بررسی را در گیاه دارویی خاکشیر سبب شدند. نتایج بدست آمده در مورد ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، وزن تر و خشک بوته و عملکرد دانه در هکتار گیاه دارویی خاکشیر در سیستم بیشه‌زراعی این پژوهش با نتایج تحقیقات Malafilabi و Gezikinejad (۲۰۱۹) و Nejatzadeh (۲۰۱۶) همخوانی دارد. Nejatzadeh (۲۰۱۶) اثر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر رشد، عملکرد و میزان تولید اسانس گیاه دارویی خاکشیر را مورد تحقیق قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که فاکتورهای ذکرشده به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفته و کاربرد کود زیستی و پس از آن کود شیمیایی و بعد کود آلی بهترین کارایی را داشته است. Malafilabi و Gezikinejad (۲۰۱۹) اثر محلول‌پاشی برگی با تیمار کود کامل (ترکیب کودآلی، زیستی و شیمیایی) بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی خاکشیر را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تعداد شاخه جانبی در بوته، وزن هزاردانه، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر معنی‌دار تیمار کودی قرار گرفتند.

یکی از مهمترین آثار کاربرد قارچ میکوریز افزایش عملکرد گیاهان زراعی، به‌ویژه در خاک‌های با حاصلخیزی کم است (Bastami *et al*., 2015). به همین دلیل تیمار کودی میکوریز در بیشتر فاکتورهای کمّی و کیفی اندازه‌گیری شده گیاهان دارویی خاکشیر و گشنیز در این پژوهش نسبت به تیمارهای کودی دیگر بیشترین عملکرد را موجب شده‌است. قارچ میکوریز از طریق افزایش سطح تماس ریشه‌ای با محیط اطراف آن موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه و منجر به افزایش شاخص‌های رویشی گیاه می‌شود. کودهای آلی با قابلیتی که در فراهم آوردن عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن دارند سبب افزایش رشد رویشی گیاه و بهبود ارتفاع بوته می‌شوند. کودهای زیستی حاوی ریز جاندارانی هستند که با جایگزینی آنها با تنظیم‌کننده‌های رشد مصنوعی در بهبود ویژگی‌های کمّی و کیفی گیاه کارایی زیادی دارند (Shajari *et al*., 2020).

در نتایج این تحقیق مشاهده شد که تیمارهای کودی زیستی، میکوریز و آلی در مقایسه با تیمارهای کودی شیمیایی و شاهد به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای افزایش شاخص‌های رویشی کمّی و کیفی فراهم کرده‌اند. این موضوع در بسیاری از تحقیقات کشاورزی پایدار که مبتنی بر استفاده از منابع آلی و زیستی همراه با مصرف متعادل کودهای شیمیایی است، تأکید شده است. به‌طور کلی در گیاه دارویی خاکشیر، به‌ترتیب کود آلی، بیوآزوسپیر، میکوریز و کود شیمیایی بیشترین و تیمار شاهد کمترین مقدار صفات مورد بررسی را داشتند و در گیاه دارویی گشنیز، به‌ترتیب کود میکوریز، آلی، بیوآزوسپیر و کود شیمیایی بیشترین و تیمار شاهد کمترین مقدار صفات را موجب شدند. همچنین هر دو گیاه دارویی در کشت تلفیقی با درخت گیلاس عملکرد به مراتب بهتری را نشان دادند. البته در بین انواع ترکیب‌ها، کشت تلفیقی گشنیز با گیلاس به‌عنوان بهترین کشت ترکیبی انتخاب شد.

منابع مورد استفاده

- Arrudaa, L., Beneduzi, A., Martins, A., Lisboa, B., Lopes, C., Bertolo, F., Passaglia Maria, L.M.P. and Vargas, K.L., 2013. Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. Applied Soil Ecology, 63: 15-22.
- Asadi, F., Calagari, M., Ghasemi, R. and Bagheri, R., 2012. Final results of intercropping of poplar and alfalfa in Karaj. Iranian Journal of Forest, 4(1): 33-44.

www.SID.ir

Archive of SID

- Minaxi Nain, L., Yadav, R.C. and Saxena, J., 2012. Characterization of multifaceted *Bacillus* sp. RM-2 for its use as plant growth promoting bioinoculant for crops grown in semi arid deserts. Applied Soil Ecology, 59: 124-135.
- Miranda, E., 2005. Eucalyptus agroforestry system for small farms: 2-year experiment with rice and beans in Minas Gerais, Brazil. New Forests, 29: 261-272.
- Muzaffarian, V., 1995. Dictionary of Iranian Plants. Farhang Moaser, Tehran, 596p.
- Nejatzadeh, F., 2016. The effect of biological, organic and chemical fertilizers of nitrogen on growth, yield and production of essential oil in the medicinal plant Khakshir. Journal of Cellular-Molecular Biotechnology, 5(16): 1-15.
- Omidbeigi, R., 1997. Approaches to the Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 2). Nashr Designers Publications, 349p.
- Pinho, R.C., Miller, R.P. and Afaia, S.S., 2012. Agroforestry and the improvement of soil fertility: Aview from Amazonia. Applied and Environmental Soil Science, 10: 1-11.
- Piromyou, P., Buranabanyat, B., Tantasawat, P., Tittabutr, P., Boonkerd, N. and Teaumroong, N., 2014. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. European Journal of Soil Biology, 47: 44-54.
- Sani, B. and Aliabadi Farahani, H., 2010. Evaluation of amino acids foliar application on essential oil variations in flixweld (*Descurainia sophia* L.) under drought stress conditions. American Council for Medicinally Active Plants. USA.
- Shajari, M., Rezvani Moghadam, P., Ghorbani R. and Nasiri, M., 2020. Evaluation of the effects of application of organic, biological and chemical fertilizers on vegetative indices and essential oil of coriander. Journal of Agricultural Ecology, 6(3): 425-443.
- Singh, J.S., Pandey, V.C. and Singh, D.P., 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agriculture, Ecosystems and Environment, 140: 339-353.
- Spiegelaar, N.F., Tsuji, J.S. and Oelbermann, M., 2013. The potential use of agroforestry community gardens as a sustainable import-substitution strategy for enhancing food security in subarctic Ontario. Sustainability Journal, 5: 4057-4075.
- Verma, J.P., Yadav, J., Tiwari, K.N. and Jaiswal, D.K., 2014. Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India. Soil Biology & Biochemistry, 70: 33-37.
- Ataie, G., Jalilvand, H., PoorMajidian, M.R. and Didar, R., 2010. Consolidated cultures a new method for the development of rural economy. Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources, 5(4): 49-61.
- Bastami, A., Majidian, M., Mohsenabadi, G. and Bakhshi, D., 2015. Effects of fertilizer treatments on yield quantity and quality of coriander. Journal of Crops Improvment, 17(1): 93-107.
- Diederichsen, A., 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Hassani, S.M. and Azadfar, D., 2019. Agroforestry. Etka Publications, Tehran, 261p.
- Hassani, S.M., Heshmat Al-Waezin, S.M. and Zahedi Amiri, G., 2017. Financial evaluation of agroforestry systems in Faridan and Chadegan cities of Isfahan. Journal of Forests and Wood Products, University of Tehran, 70(2): 189-197.
- Hassani, S.M., Zahedi Amiri, G., Heshmat Al-Waezin, S.M. and Matinkhah, S.H., 2016. Registration of systems and identification of agroforestry operations in the cities of Faridan and Chadegan, Isfahan. Journal of Forests and Wood Products, 69(3): 471-461.
- Kalaba, K.F., Chirwa, P., Syampungani, S. and Ajayi, C.O., 2010. Contribution of agroforestry to biodiversity and livelihoods improvement in rural communities of Southern African regions. Environmental Science and Engineering, 10(3): 461-476.
- Khazli, M. and Sani, B., 2011. The effect of different irrigation times on grain yield and its components in the medicinal plant Khakshir in the city of Ghods. Journal of Crop Ecophysiology, 3(4): 324-335.
- Leiva, J.M., 1994. Evaluation of three forest tree species in pure plantation and Taungya system in the upper Achiguate Watershed, Guatemala. University of San Carlos of Guatemala, Faculty of Agronomy, Institute of Agronomical Research, International Foundation for Science, Guatemala.
- Malafilabi, A. and Gezikinejad, M.R., 2019. The effect of foliar foliar application on yield growth and yield components of the medicinal plant Khakshir. Journal of Agricultural Ecology, 11(1): 1-15.
- Matinkhah, S.H., Shamekhi, T., Khajedin, G., Kafari, M. and Jalalian, A., 2003. Developing a method for diagnosis and characterization of traditional agroforestry systems in Iran (Case Study: Kohkiloieh and Boyerahmad province). Iranian Journal of Natural Resources, 56(3): 213-228.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of fertilizer treatments on morphological and qualitative traits of *Descurainia sophia* (L.) Schur and *Coriandrum sativum* L. in agroforestry systems

S.M. Hasani[1], D. Azadfar[2*], M.H. Arzanesh[3], Z. Saeedi [4] and S.H. Matinkhah[5]

1- Ph.D. student, Department of Forestry and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2*- Corresponding author, Department of Forestry and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, E-mail: azadfar.d@gmail.com
3- Department of Soil Science, Gorgan Institute of Agricultural and Natural Resources Research, Gorgan, Iran
4- Ph.D. gratuated, Department of Forestry and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
5- Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Received: December 2020 Revised: September 2021 Accepted: September 2021

Abstract

The ecological, economic, and social benefits of agroforestry operations over the integrated agriculture are well-recognized, but failure to use the fertilizers and low profitability of the agroforestry systems may be a reason for the low acceptance of these systems by farmers. In this study, a factorial split-split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications to investigate the effects of bio-, organic, and chemical fertilizers on the improvement of yield, qualitative traits, and the greater profitability of this system. The medicinal species at two levels, fertilizer at five levels, and tree species at two levels were considered as the main-, sub-, and sub-sub plots, respectively. The tree species including cherry (*Prunus avium* L.) and walnut (*Juglans regia* L.) were selected for the agroforestry system and the medicinal species including coriander (*Coriandrum sativum* L.) and flixweed (*Descurainia sophia* (L.) Schur) were cultivated understorey of this system. Four fertilizer treatments including the organic manure (3 $kg.m^{-2}$)+humic acid organic fertilizer (AgriPlus) (0.5 $kg.100\ l^{-1}$ of water.100 m^{-2}), Mycomix endomycorrhizal biofertilizer (100 $g.m^{-2}$), Bioazospir bacterial fertilizer (200 g.100 kg of seed), and chemical fertilizer based on the soil analysis (75 kg of urea, 150 kg of triple superphosphate, and 150 kg of potassium sulfate at the beginning of sowing+100 kg of potassium sulfate 30 days after sowing and another 100 kg two months after sowing per hectare) were examined with the control (without fertilizer). The results showed that the plant height and 1000-seed weight at the 5% probability level and the plant fresh and dry weight, number of seeds per spike, seed yield per plant and hectare, and percentage of protein, nitrogen, phosphorus, and potassium per seeds at the 1% probability level were significantly affected by the fertilizer treatments in flixweed. In coriander, the plant height, leaves and stems fresh yield, number of seeds per umbel and plant, biological and economic yield, and percentage and essential oil yield were significantly affected by the fertilizer treatments at the 1% probability level, too. In flixweed, the organic fertilizer, bioazospir, mycorrhiza, and chemical fertilizer caused the highest amount of studied traits, respectively and the control treatment caused the lowest one. In coriander, the mycorrhizal fertilizer, organic fertilizer, bioazospir, and chemical fertilizer resulted in the highest amount of studied traits, respectively and the control treatment caused the lowest one. Also, both medicinal plants showed much better performance in the combined cultivation with the cherry tree. Among the various combinations in the cultivation, the combined cultivation of coriander with cherry tree was selected as the best one.

Keywords: Agroforestry, fertilizer, medicinal plant, yield, qualitative traits.

www.SID.ir