

بررسی اثر دگرآسیبی عصاره آبی و دوره پوسیدگی اندام‌های گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* L.) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه هندوانه (*Citrullus lanatus* L.)

حسین حمامی^{۱*}، آرمین آزادی^۲ و رضا صدرآبادی حقیقی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۸)

چکیده

به منظور بررسی اثرات دگرآسیبی بخش‌های مختلف گیاه گوش‌بره بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشد گیاه‌چه هندوانه دو سری آزمایش مجزا به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. در این دو آزمایش عامل اندام گوش‌بره در چهار سطح (ریشه، ساقه، برگ و گیاه کامل بدون گل‌آذین) و غلظت‌های عصاره آبی در یازده سطح (صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ درصد) در پتری‌دیش برای آزمایش اول و دوره‌های پوسیدگی در هشت سطح (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پوسیدگی و نیز شاهد) در گلدان برای آزمایش دوم بود. نتایج آزمایش اول نشان داد که غلظت عصاره آبی بر تمامی صفات جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه هندوانه به جز میانگین زمان جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و زیست‌توده کل اثر معنی‌داری داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان تأثیر عصاره در صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، قوه نامیه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن کل گیاه‌چه به ترتیب ۶۷/۴۲، ۶۸/۶۲، ۸۵/۰۸، ۶۴/۳۱، ۵۱/۲۷، ۲۹/۲۷، ۷۱/۶۷، ۷۶/۸۸ و ۶۸/۸۳ درصد کاهش و در میانگین زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی ۱۳/۶۳ درصد افزایش را نشان داد. بیشترین و کمترین اثرهای بازدارنده به ترتیب مربوط به عصاره برگ و ریشه بود. نتایج آزمایش دوره پوسیدگی نشان داد که افزایش دوره پوسیدگی تا ۶۰ روز منجر به کاهش وزن خشک تولیدی و در تیمارهای بیشتر از ۶۰ روز، از شدت کاهش وزن خشک کاسته شد. نتایج این دو آزمایش نشان داد که عصاره آبی و بقایای پوسیده برگ بیشترین اثر معنی‌دار را بر صفات اندازه‌گیری شده داشتند. بنابراین به منظور کاهش اثرات دگرآسیبی گوش‌بره در مزارع هندوانه، مدیریت و کنترل آن ضروری است.

واژه‌های کلیدی: برگ، درصد جوانه‌زنی، دوره پوسیدگی، ریشه، میانگین زمان جوانه‌زنی

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲ و ۳. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد دانشکده کشاورزی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hhamami@Birjand.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر، یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های بشر عدم وجود تناسب بین افزایش تولید مواد غذایی (روند خطی) با افزایش جمعیت دنیا (روند هندسی) می‌باشد. عامل فوق‌العاده اینجاست که جامعه علمی تلاش و توجه بیشتری را به افزایش تولید محصولات زراعی معطوف نماید (۸). به دلیل اینکه اغلب زمین‌های حاصلخیز به کشت محصولات کشاورزی اختصاص یافته است، گسترش سطح زیرکشت، دیگر پاسخگوی تأمین نیاز غذایی جوامع بشری نیست. از این رو، بالابردن تولید در واحد سطح منطقی‌ترین و عملی‌ترین تلاشی است که در جهت افزایش تولیدات کشاورزی می‌توان انجام داد. حضور علف‌های هرز در مزارع کشاورزی یکی از موانعی مهمی است که نه تنها مانع کسب عملکرد مناسب (از طریق رقابت برای نور، آب و مواد غذایی و همچنین اثرات آلوپاتی) در واحد سطح گیاهان زراعی می‌شود بلکه باعث کاهش کیفیت آنها نیز می‌شود. کاهش ۱۰ درصدی میانگین کل عملکرد محصولات کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته و کاهش ۲۵ درصدی در کشورهای در حال توسعه در نتیجه حضور علف‌های هرز گزارش شده است (۱۹). این در حالی است که در گزارشی دیگر کاهش عملکرد بیش از ۳۴ درصدی در محصولات اصلی به دلیل حضور علف‌های هرز را نشان می‌دهد (۲۵). با توجه به نیاز روزافزون به تولید مواد غذایی به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین مسئله که باید در اولویت قرار گیرد مدیریت مناسب علف‌های هرز باشد (۴۰).

بر اساس آخرین تعریف ارائه شده از سوی اتحادیه بین‌المللی آلوپاتی، دگرآسیبی شامل فرآیند تولید و رهاسازی متابولیت‌های ثانویه به‌وسیله گیاهان، میکروارگانیسم‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها می‌باشد که می‌تواند باعث کاهش و یا افزایش رشد و توسعه سیستم‌های بیولوژیکی و کشاورزی گردد (۲۳). امروزه به‌منظور توسعه پایدار کشاورزی و همچنین کاهش چالش‌های پیش روی مدیریت علف‌های هرز، گرایش به استفاده از مواد طبیعی که منجر به

کاهش مشکلات زیست محیطی مانند آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، مقاومت به علف‌کش‌ها، آلودگی منابع غذایی (میوه‌ها، سبزیجات و فراورده‌های پروتئینی) و پسماند آنها در محیط می‌شود رو به افزایش است (۱۷).

دگرآسیبی به‌عنوان یک ابزار بسیار مناسب برای برتری رقابتی گیاهان بر یکدیگر شناخته می‌شود. در صورتی که گیاهان زراعی دارای این خاصیت کشت شوند بخش زیادی از مشکل علف‌های هرز حل می‌شود. از جمله گیاهان زراعی که دارای خاصیت آلوپاتی می‌باشند، می‌توان به گیاهانی مانند چاودار (۲۷)، سورگوم (۳۶)، برنج (۲ و ۱۵)، آفتابگردان (۷ و ۵)، کلزا (۱۶)، کرچک (۳۰) و گندم (۴۱) اشاره کرد. گزارش‌های منتشر شده نشان می‌دهد که ترکیبات دگرآسیب حاصل از این گیاهان زراعی نه تنها باعث کاهش رشد علف‌های هرز شده بلکه باعث بهبود رشد فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های خاک از طریق افزایش نسبت کربن به نیتروژن (C/N) در خاک می‌شود (۳۵ و ۳۹). بسیاری از علف‌های هرز نیز از طریق دگرآسیبی منجر به کاهش رشد گیاهان زراعی می‌شوند، به‌عنوان مثال علف‌های هرزی مانند درمنه (۴) (*Artemisia annua L.*)، پنجه‌مرغی (۳۸) (*Cynodon dactylon L.*)، علف باغ (۲۸) (*Dactylis glomerata L.*) به ترتیب باعث کاهش رشد ذرت، گندم و یونجه از طریق رهاسازی مواد دگرآسیب می‌شوند. شناخت و آگاهی از ترکیبات دارای اثرات دگرآسیبی در گیاهان زراعی می‌تواند از طریق کشت ارقام دارای خاصیت دگرآسیبی به‌عنوان کشت اصلی، کشت ارقام اصلاح شده دارای خاصیت دگرآسیبی، کشت ارقام دارای خاصیت دگرآسیبی در یک دوره تناوبی، کشت ارقام دارای خاصیت دگرآسیبی به‌عنوان گیاه پوششی و یا خفه کننده، رهیافتی جدید در مدیریت علف‌های هرز را پیش رو قرار دهد (۱۸ و ۳۹). امروزه تکنولوژی‌های پیشرفته نه تنها امکان کاربرد مواد دگرآسیب را به‌عنوان علف‌کش فراهم نموده و می‌تواند گامی مؤثر در مدیریت اکولوژیکی و پایدار علف‌های هرز تلقی شود بلکه

آزمایش اول: عوامل این آزمایش شامل اندام‌های مختلف گوش‌بره در چهار سطح (ریشه، ساقه، برگ و گیاه کامل بدون گل‌آذین) و عامل دوم، غلظت‌های عصاره آبی در ۱۱ سطح (صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ درصد) بود. به‌منظور تهیه عصاره آبی گوش‌بره، نمونه‌های گیاه گوش‌بره در انتهای دوره رشد در شهریور ماه سال ۱۳۹۳ از مزارع آلوده در منطقه سفید سنگ فریمان جمع‌آوری شدند (نمونه‌های گیاهی قبل از پودر کردن به پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی منتقل شده و گونه آنها مشخص شد). پس از جمع‌آوری گوش‌بره از مزرعه ابتدا ریشه، ساقه، برگ و همچنین گیاه کامل بدون گل‌آذین به‌صورت جداگانه در سایه خشک و سپس به کمک آسیاب (Restch, 5657 HAAN, N: 21468, 1100 Watt, volt, 220/380) پودر شدند. به‌منظور تهیه محلول مادر ۱۰۰ گرم از پودر هر قسمت از گیاه با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در درون ارلن مایر ۲ لیتری مخلوط گردید و ۲۴ ساعت بر روی شیکر با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس محلول از کاغذ صافی (filter paper no. 1; Whatman International, Maid-stone, UK) عبور داده شد و محلول مادر به‌دست آمد. محلول مادر به‌عنوان غلظت ۱۰ درصد و آب مقطر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و غلظت‌های مورد نیاز از محلول مادر تهیه (رقیق‌سازی با آب مقطر) شدند (۳۰). برای تفکیک اثر اسمزی محلول‌های عصاره، با استفاده از اسمومتر میزان پتانسیل اسمزی محلول استوک اندازه‌گیری شد و توسط پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ به تمامی محلول‌ها این پتانسیل اعمال شد (۱۴).

به‌منظور انجام آزمون جوانه‌زنی، از بذور هندوانه رقم آجیلی تیمار شده با قارچ‌کش تیرام استفاده شد. بذور هندوانه از شرکت یکان بذر تهیه شدند. آزمایش جوانه‌زنی اولیه درصد جوانه‌زنی بذور را حدود ۷۰ درصد نشان داد. به‌منظور جلوگیری از آلوده شدن پتری‌ها به قارچ‌ها و عوامل میکروبی دیگر، پتری‌ها توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به‌مدت ۳۰ دقیقه ضدعفونی شد و سپس کاملاً با دقت با آب شیر شسته شده و به‌منظور خشک شدن در آون با دمای ۶۰ درجه

آگاهی از علف‌های هرز دارای خاصیت دگرآسیبی و مدیریت مناسب آنها می‌تواند باعث کاهش خسارت کمی و کیفی علف‌های هرز به گیاهان زراعی شود (۱۰).

خانواده فرفیون یکی از بزرگ‌ترین خانواده‌های گیاهی بوده که شامل بیش از ۸۰۰۰ گونه متعلق به حدود ۳۰۰ جنس است (۳۱). این خانواده دارای تنوع بسیار زیادی از نظر فیزیولوژیکی، طول دوره رشد و فرم رشد است به‌طوری‌که گیاهان دارای هر ۳ مسیر فتوسنتزی (CAM, C3, C4)، گیاهان یک‌ساله و چندساله و همچنین گیاهان علفی، درختچه‌ای و درختی در این خانواده مشاهده می‌شوند (۳۱ و ۳۲). بذرها گیاهان این خانواده اغلب به روش خودپراکنی (Autochory) در تابستان و جابه‌جایی به‌وسیله مورچه‌ها طی پاییز پراکنده می‌شوند (۲۴). گوش‌بره، گیاه تورنسل یا گل عقربی گیاهی یک‌ساله متعلق به خانواده فرفیون است که به‌وسیله بذر تکثیر می‌شود. این جنس دارای ۹ گونه شناخته شده با پراکنش در نواحی مدیترانه‌ای، آفریقا و غرب آسیا است (۲۱). با توجه به هجوم گیاه گوش‌بره به زمین‌های زراعی که شخم زده شده و پس از مدتی رها شده‌اند و یا در واقع آیش گذاشته شده‌اند و همچنین تداخل در رشد گیاهان زراعی به‌نظر می‌رسد بررسی جنبه‌های مختلف اثرگذاری این گیاه بر اکوسیستم‌های زراعی ضروری می‌باشد. یکی از محتمل‌ترین روش‌های تأثیرگذاری این گیاه، اثرات آللوپاتیک آن است. از آنجا که هندوانه از گیاهان زراعی رایج در مزارع خراسان رضوی است این مطالعه با هدف بررسی اثر آللوپاتیک گوش‌بره بر جوانه‌زنی و رشد هندوانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه و بررسی اثرات آللوپاتی اندام‌های مختلف گوش‌بره بر جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه‌های هندوانه در طی دو بخش مطالعه آزمایشگاهی و گلخانه‌ای به‌ترتیب در آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. هر دو آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار بود.

درصد جوانه‌زنی استفاده شد (۳۴). برای آنالیز آماری داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. آزمایش دوم: عامل اول این آزمایش، اندام‌های مختلف گوش‌بره در چهار سطح (ریشه، ساقه، برگ و گیاه کامل بدون گل‌آذین) و عامل دوم، دوره‌های مختلف پوسیدگی در هشت سطح (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پوسیدگی و نیز شاهد) بود. نمونه‌های گیاهی به‌طور جداگانه به نسبت یک درصد وزنی با خاک گلدان‌ها مخلوط شد و سپس به‌منظور اعمال دوره‌های پوسیدگی به‌ترتیب صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پس از اضافه کردن بقایا، تعداد ۱۰ عدد بذر هندوانه در هر گلدان کشت شد. به‌منظور اعمال تیمار دوره‌های پوسیدگی مقدار نمونه گیاهی به خاک مورد نیاز برای تیمار ۹۰ روز پوسیدگی اضافه شد. ۱۵ روز بعد، نمونه‌های گیاهی تیمار ۷۵ روز پوسیدگی به خاک مورد نیاز اضافه شد. بقیه تیمارها نیز با فاصله هر ۱۵ روز اعمال شد. به این ترتیب پس از گذشت ۹۰ روز، خاک مورد نیاز برای تیمارهای دوره پوسیدگی آماده شد. در تیمار صفر روز پوسیدگی، بلافاصله پس از افزودن نمونه‌های گیاهی به خاک کشت انجام شد. خاک مورد نیاز برای هر تیمار پس از افزودن نمونه‌های گیاهی به داخل گلخانه با دمای ۲۸ و ۲۰ درجه به‌ترتیب برای روز و شب منتقل می‌شدند. دامنه نوسان دما برای روز ۵ و برای شب ۲ درجه سانتی‌گراد بود. خصوصیات خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. پس از گذشت ۴۰ روز از زمان سبز شدن گیاهچه‌ها، برداشت گیاهان از سطح خاک انجام شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک و به‌وسیله ترازویی با دقت ده هزارم توزین شدند. برای آنالیز آماری داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر عصاره آبی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه هندوانه نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت عصاره‌های آبی اندام‌های

سانتی‌گراد به‌مدت ۱ ساعت قرار داده شدند (۲۹ و ۳۰). بذرها درون پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر ۱۱ سانتی‌متر روی یک لایه کاغذ صافی قرار گرفتند (۲۰ بذر در هر پتری). سپس مقدار ۶ میلی‌لیتر از محلول آماده شده به هر یک از پتری‌دیش‌ها اضافه شد و پتری‌دیش‌ها به درون ژرمیناتور با یک دوره دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۶ ساعت و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت در تاریکی، به‌ترتیب با رطوبت نسبی ۴۵ و ۶۵ درصد، منتقل شدند. از روز بعد از شروع آزمایش، شمارش بذور جوانه‌زده شروع شد (هر ۲۴ ساعت) و تا زمانی که در سه شمارش متوالی افزایش جوانه‌زنی مشاهده نشد، ادامه یافت. نهایتاً، پس از اتمام شمارش بذور جوانه‌زده، اقدام به اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تشکیل شده در هر پتری‌دیش به‌وسیله کاغذ میلی‌متری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و وزن خشک گیاهچه‌ها به‌وسیله ترازویی با دقت ده هزارم گرم توزین شد. از داده‌های به‌دست آمده درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر محاسبه شد. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی نهایی از معادله ۱ استفاده شد (۱۲):

$$G\% = \frac{N \times 100}{n} \quad (1)$$

که در این رابطه، G میزان جوانه‌زنی برحسب درصد، N تعداد بذور جوانه‌زده در آخرین روز شمارش، n تعداد بذر موجود در پتری‌دیش می‌باشد.

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از معادله ۲ استفاده شد (۱۲):

$$GR = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{dn} \quad (2)$$

که در این معادله، GR: سرعت جوانه‌زنی (گیاهچه در روز)، n_i تعداد بذورهای جوانه‌زده در اولین روز شمارش، n_n : تعداد بذورهای جوانه‌زده در آخرین روز شمارش، d_i اولین روز شمارش و d_n آخرین روز شمارش می‌باشد.

برای تعیین شاخص قوه نامیه (بنیه بذر) از حاصل‌ضرب مجموع طول گیاهچه (طول ریشه‌چه + طول ساقه‌چه) در

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

شن	سیلت (%)	رس (%)	FC	pH	EC (dS m ⁻¹)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
۱۵	۲۷	۵۸	۱۵	۸/۰۴	۵/۲۶	۰/۰۳	۱۲	۲۵۰

دادند. اما اثر متقابل این عوامل را غیر معنی‌دار بیان کردند که این نتایج مشابه نتایج به‌دست آمده در این آزمایش برای اثرات متقابل می‌باشد. اثر نهایی مواد دگرآسیب در زیست‌توده تولیدی گیاه دریافت‌کننده مواد نمود می‌یابد، به‌طوری‌که معمولاً کاهش زیست‌توده تولیدی را وابسته به غلظت و نوع اندام عصاره‌گیری شده نشان می‌دهد (۱، ۶ و ۲۶).

جدول ۳ مقایسه میانگین صفات در غلظت‌های مختلف عصاره گوش‌بره در هندوانه را نشان می‌دهد. به‌طورکلی افزایش غلظت به استثنای میانگین زمان جوانه‌زنی منجر به افزایش معنی‌دار میانگین زمان جوانه‌زنی شد و در بقیه موارد منجر به کاهش معنی‌دار صفات شد. میزان تأثیر عصاره آبی اندام‌های مختلف گوش‌بره به شدت به غلظت وابسته است به‌طوری‌که در مورد درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک ساقه‌چه از غلظت سوم به بعد و طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه از غلظت دوم به بعد و در مورد نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه از غلظت پنجم به بعد کاهش معنی‌دار را نشان داد. در مورد میانگین زمان جوانه‌زنی از غلظت ششم به بعد افزایش معنی‌دار مشاهده شد.

این نتایج نشان‌دهنده حساسیت متفاوت صفات مختلف جوانه‌زنی هندوانه به غلظت عصاره آبی می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان تأثیر عصاره بر صفات اندازه‌گیری شده مربوط به بالاترین غلظت بود که نسبت به شاهد در صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قوه نامیه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن کل گیاه‌چه به ترتیب ۶۷/۴۲، ۶۸/۶۲، ۸۵/۰۸، ۶۴/۳۱، ۵۱/۲۷، ۲۹/۲۷، ۷۱/۶۷، ۷۶/۸۸ و ۶۸/۸۳ درصد کاهش و در میانگین زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی ۱۳/۶۳ درصد افزایش را نشان داد. با توجه به این

مختلف گوش‌بره بر تمامی صفات جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه هندوانه شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، قوه نامیه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و زیست‌توده کل اثر معنی‌دار (در سطح ۰/۱ درصد) داشت (جدول ۲). نوع اندام نسبت به غلظت عصاره اثر متفاوتی بر صفات جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه هندوانه نشان داد به‌طوری‌که نوع اندام اثری بر میانگین زمان جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه، زیست‌توده کل نداشت. درحالی‌که درصد جوانه‌زنی، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه در سطح ۵ درصد، سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد و قوه نامیه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار بود. در مورد اثرات متقابل نیز فقط در مورد وزن خشک ساقه‌چه اثرات معنی‌دار بود و در بقیه صفات اثرات معنی‌داری مشاهده نشد. اثر دگرآسیبی وابسته به غلظت و نوع اندام در مورد گیاهان مختلفی نظیر تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) بر لوبیا (۶)، آفتابگردان بر پنبه (۱) و آفتابگردان و کرچک بر روی سس (*Cuscuta campestris*) (۲۹ و ۳۰)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و تاج‌خروس بر گلرنگ (۲۶) مشاهده شده است. همچنین کاهش رشد (زیست‌توده) ذرت و سویا از طریق کاهش اثرگذاری هورمون‌ها و اختلال در فعالیت آنها به‌وسیله سلمه‌تره مشاهده شده است (۳). توماسزکی و تیمان (۳۳) نیز ثابت کردند که مواد دگرآسیب مختلف می‌توانند باعث کاهش تحریک‌کنندگی رشد هورمون‌های اسید ایندول استیک و جیبرلین شوند. امینی و نامداری (۶) کاهش ارتفاع گیاه، تعداد برگ، شاخص کلروفیل و در نهایت کاهش مقدار اجزای عملکرد مانند تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه لوبیا تحت تأثیر غلظت عصاره و نوع اندام تاج‌خروس را نشان

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی و گیاه‌چه هندوانه در حضور اندام‌های گوش‌بره

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	قوه نامیه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	مناخ تغییرات	
											غلظت	اندام گیاه
غلظت	۱۰	۳۰۱۵/۱۱***	۸/۸۱۹۶۳***	۰/۹۲۶۷۶۱***	۱۰۴/۸۶۱۰۳***	۲۹/۶۹۱۳۳۳***	۲۷/۹۱۸۸۷***	۰/۰۹۹۰۹۹***	۰/۰۰۹۱۸۹***	۰/۰۰۲۰۷۵***	۰/۰۱۸۲۳۷***	غلظت
اندام گیاه	۳	۱۱۵/۶۰۰*	۰/۴۹۹۸۴**	۰/۱۸۰۳۵۴NS	۲/۳۸۸۲۷***	۰/۵۲۳۸۸***	۰/۳۷۴۶۷***	۰/۰۰۲۵۵۹*	۰/۰۰۰۰۷۵NS	۰/۰۰۱۵۵۱***	۰/۰۰۲۰۵۴NS	اندام گیاه
غلظت × گوش‌بره	۳۰	۶/۹۳۰NS	۰/۲۰۰۹۱NS	۰/۰۱۲۷۶۷NS	۰/۱۱۹۳۳NS	۰/۰۰۰۸۵۲NS	۰/۰۱۴۱۴NS	۰/۰۰۰۱۲۴NS	۰/۰۰۰۰۰۸۶NS	۰/۰۰۰۰۵۵۰***	۰/۰۰۰۵۲۶NS	غلظت × گوش‌بره
خطا	۱۳۲	۳۶/۴۰۰	۰/۱۰۴۵۹	۰/۰۸۳۳۳۸	۰/۵۲۹۲۱	۰/۰۳۳۵۹۸	۰/۰۲۲۲۵	۰/۰۰۰۰۸۲۱	۰/۰۰۲۵۲۱	۰/۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۲۵۰۶	خطا
ضریب تغییرات (%)		۱۵/۶	۱۵/۴	۵/۴	۱۵/۵	۴	۲/۵	۴/۱	۳۳/۹	۹/۶	۴۲	ضریب تغییرات (%)

***، **، *، NS و به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد، ۰/۱ درصد و غیر معنی‌دار

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در غلظت‌های مختلف عصاره گوش‌بره در هندوانه به‌وسیله آزمون LSD محافظت شده

LSD	غلظت										شاهد	صفات
	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
۵/۵۸	۲۱/۵ ^o e	۳۰/۷۵ ^d	۳۳/۷۵ ^{cd}	۳۲/۷۵ ^d	۳۵/۲۵ ^{cd}	۳۸/۵ ^o c	۴۶/۲۵ ^b	۴۷/۵ ^o b	۶۴/۲۵ ^a	۶۲ ^a	۶۶ ^a	درصد جوانه‌زنی
۰/۳	۱/۰ ^f	۱/۴ ^e	۱/۶ ^{de}	۱/۶ ^{de}	۱/۸ ^{cd}	۲/۰ ^c	۲/۴ ^b	۲/۶ ^b	۳/۱ ^a	۳/۳ ^a	۳/۳ ^a	سرعت جوانه‌زنی (بذر جوانه‌زده در روز)
۰/۳	۵/۸ ^a	۵/۷ ^a	۵/۶ ^{ab}	۵/۵ ^{abc}	۵/۴ ^{bcd}	۵/۳ ^{cde}	۵/۲ ^{de}	۵/۲ ^{de}	۵/۱ ^e	۵/۱ ^e	۵/۱ ^e	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
۰/۶۹	۱/۳۱ ^g	۲/۲۵ ^f	۳/۱۱ ^e	۳/۳۱ ^{de}	۳/۸۷ ^{cd}	۴/۴۵ ^c	۵/۷۲ ^b	۶/۱۷ ^b	۸/۷۲ ^a	۸/۸۲ ^a	۸/۸ ^o a	قوه نامیه
۰/۱۷	۲/۱۸ ^j	۲/۸ ^o i	۳/۵۳ ^h	۴/۰۹ ^g	۴/۵۴ ^f	۴/۹۴ ^e	۵/۳۵ ^d	۵/۶۱ ^c	۵/۹۷ ^b	۶/۲۴ ^a	۶/۱ ^o a	طول ریشه‌چه (میلی متر)
۰/۱۴	۳/۸۹ ^j	۴/۵۵ ⁱ	۵/۶۵ ^h	۶/۰۱ ^g	۶/۳۸ ^f	۶/۶۲ ^e	۷/۰۳ ^d	۷/۳۷ ^c	۷/۶۳ ^b	۷/۹۷ ^a	۷/۹۸ ^a	طول ساقه‌چه (میلی متر)
۰/۰۳	۰/۵۶ ^f	۰/۶۲ ^e	۰/۶۳ ^e	۰/۶۸ ^d	۰/۷۱ ^c	۰/۷۵ ^b	۰/۷۶ ^{ab}	۰/۷۶ ^{ab}	۰/۷۸ ^a	۰/۷۸ ^a	۰/۷۹ ^a	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه (گرم)
۰/۰۵	۰/۰۳ ^b	۰/۰۴ ^b	۰/۰۵ ^b	۰/۰۴ ^b	۰/۰۴ ^b	۰/۰۴ ^b	۰/۰۵ ^b	۰/۰۵ ^b	۰/۰۶ ^b	۰/۱۲ ^a	۰/۱۲ ^a	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)
۰/۰۰۵	۰/۰۲۱ ^g	۰/۰۴۱ ^f	۰/۰۴۷ ^e	۰/۰۶۵ ^d	۰/۰۷۲ ^c	۰/۰۷۲ ^c	۰/۰۷۶ ^c	۰/۰۸۴ ^b	۰/۰۸۹ ^{ab}	۰/۰۹۱ ^a	۰/۰۹۱ ^a	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)
۰/۰۵	۰/۰۵۴ ^e	۰/۰۸ ^{de}	۰/۰۷ ^{de}	۰/۱ ^{cd}	۰/۱۱ ^{bcd}	۰/۱۲ ^{bcd}	۰/۱۲ ^{abcd}	۰/۱۳ ^{abc}	۰/۱۵ ^{abc}	۰/۱۵ ^{ab}	۰/۱۷ ^a	وزن گیاه‌چه (گرم)

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح یک درصد است.

غلظت مواد دگرآسیب در مقایسه با ساقه‌چه است. واکنش شدیدتر ریشه‌چه در سایر مطالعات نیز ثابت شده است (۲۹) و (۳۰). به‌طورکلی به‌نظر می‌رسد در مورد اغلب صفات جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه غلظت‌های اول و دوم در مقایسه با شاهد تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه ندارند درحالی‌که بیشترین واکنش‌ها در تمامی صفات مربوط به بیشترین غلظت می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۴ مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذور هندوانه را تحت تأثیر انواع عصاره‌ها نشان می‌دهد. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر متفاوت عصاره‌ها بر صفات مختلف اندازه‌گیری شده است. به‌طورکلی در تمامی صفات اندازه‌گیری شده در مقایسه با شاهد به استثنای زمان لازم

نتایج بیشترین اثر منفی عصاره گوش‌بره بر قوه نامیه و کمترین اثر بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه می‌باشد. این در حالی است که صفت میانگین زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی افزایش مشاهده شد. نتایج سایر محققین نیز نشان‌دهنده اثرگذاری متفاوت غلظت‌های مواد دگرآسیب و همچنین واکنش‌های متفاوت صفات مختلف می‌باشد (۲۶، ۳۰ و ۳۱). افزایش غلظت مواد دگرآسیب صفات مختلف جوانه‌زنی را به استثنای میانگین زمان جوانه‌زنی به‌دلیل اختلال در فعالیت آنزیم‌های مؤثر در جوانه‌زنی و تخریب غشاء سلولی کاهش می‌دهد (۱۱ و ۹).

نکته مهم در مورد صفات جوانه‌زنی، کاهش نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه است که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر ریشه‌چه به

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در عصاره اندام‌های مختلف گوش‌بره در هندوانه به‌وسیله آزمون LSD محافظت شده

LSD	اندام گیاهی					صفات
	کل گیاه	ساقه	ریشه	برگ	شاهد (بدون عصاره)	
۳/۵	۴۰/۴ ^b	۴۰/۴ ^b	۴۳/۸ ^b	۴۰/۴ ^b	۶۶ ^a	درصد جوانه‌زنی (%)
۰/۲	۲/۰ ^c	۲/۰ ^c	۲/۳ ^b	۲/۰ ^c	۳/۳ ^a	سرعت جوانه‌زنی (بذر جوانه‌زده در روز)
۰/۲	۵/۴ ^a	۵/۴ ^a	۵/۳ ^a	۵/۴ ^a	۵/۱ ^b	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
۰/۴۳	۴/۷۵ ^c	۴/۵۷ ^c	۵/۱۲ ^b	۴/۶۵ ^c	۸/۸ ^{o a}	قوه نامیه
۰/۱۱	۴/۶۰ ^c	۴/۳۸ ^c	۴/۶۳ ^b	۴/۴۸ ^c	۶/۱ ^{o a}	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)
۰/۰۹	۶/۳۸ ^b	۶/۱۹ ^c	۶/۳۹ ^b	۶/۲۶ ^c	۷/۹۸ ^a	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)
۰/۰۲	۰/۷۱ ^{bc}	۰/۶۹ ^c	۰/۷۱ ^b	۰/۷۰ ^{bc}	۰/۷۹ ^a	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه
۰/۰۲۹	۰/۰۵۳ ^b	۰/۰۵۳ ^b	۰/۰۵۹ ^b	۰/۰۵۳ ^b	۰/۱۱۶ ^a	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)
۰/۰۰۴	۰/۰۶۸ ^b	۰/۰۶۸ ^b	۰/۰۷۰ ^b	۰/۰۵۶ ^c	۰/۰۹۱ ^a	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)
۰/۰۲۹	۰/۱۲۱ ^b	۰/۱۲۰ ^b	۰/۱۲۵ ^b	۰/۱۰۹ ^b	۰/۱۷۳ ^a	وزن گیاه‌چه (گرم)

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح یک درصد است.

عصاره برگ و ساقه به‌ترتیب با ۲۱/۵۲ و ۲۲/۴۰ بیشترین تأثیر معنی‌دار را داشتند. در صفت وزن خشک ریشه‌چه عصاره ریشه و برگ به‌ترتیب بیشترین و کمترین اثر را با ۵۴/۸۵ و ۵۱/۱۴ درصد کاهش نشان دادند که البته اختلاف معنی‌دار بین عصاره‌ها وجود نداشت. این در حالی بود که در مورد وزن خشک ساقه‌چه اثر معنی‌دار کاهش عصاره برگ نسبت به سایر عصاره‌ها با ۳۵/۹۷ درصد کاهش مشاهده شد. برآیند تمامی صفات فوق که در وزن نهایی گیاه‌چه نمود می‌یابد، نشان می‌دهد که بین عصاره‌ها در اثرگذاری بر وزن گیاه‌چه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در اغلب صفات کمترین مقادیر و بیشترین تأثیر در تیمارهای عصاره برگ مشاهده شد. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل تولید مواد دگرآسیب که بخش زیادی از متابولیت‌های ثانویه را تشکیل می‌دهند در برگ‌ها، بیشترین اثر منفی مربوط به کاربرد عصاره برگ در مورد تمامی صفات بود (۱۹ و ۱۸، ۱۷، ۱۰) این در حالی بود که کمترین اثر مربوط به عصاره ریشه بود. افزایش پراکسیده‌شدن چربی‌های غشای سلولی و همچنین افزایش نشت مواد درون سلولی به فضای بین سلولی از مهم‌ترین

برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی، کاهش معنی‌داری مشاهده شد. مقایسه بین نوع اندام بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که بین عصاره اندام‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. کاهش درصد جوانه‌زنی در بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب ۳۸/۷۹ و ۳۳/۶۴ درصد بود. در مورد سرعت جوانه‌زنی کمترین تأثیر معنی‌دار مربوط به ریشه با ۳۲/۰۶۲ درصد بود در حالی که اختلاف معنی‌داری از نظر کاهش سرعت جوانه‌زنی بین عصاره ناشی از برگ، ساقه و کل گیاه (۳۸/۷۷ درصد) مشاهده نشد. تمامی عصاره‌ها منجر به افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شدند. بیشترین افزایش و کاهش به‌ترتیب ۵/۸۲ و ۳/۲۰ درصد بود که البته بین عصاره‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد قوه نامیه و طول ریشه‌چه کمترین میزان اثر کاهش به‌ترتیب ۴۱/۸۱ و ۲۴/۰۵ درصد و مربوط به عصاره ریشه بود که این روند مشابه با روند مشاهده شده برای سرعت جوانه‌زنی است. بین عصاره‌های برگ ساقه و کل گیاه از نظر اثر بر قوه نامیه و طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد طول ساقه‌چه، عصاره ریشه و کل گیاه به‌ترتیب با ۱۹/۸۹ و ۲۰/۰۲ درصد کاهش کمترین تأثیر معنی‌دار و

جدول ۶ نشان‌دهنده اثرات متقابل دوره‌های پوسیدگی و نوع اندام پوسیده بر وزن خشک تولیدی توسط اندام‌های هوایی هندوانه است. این نتایج نشان می‌دهد که بقایای برگ در دوره ۱ روز پوسیدگی در مقایسه با شاهد نسبت به بقایای سایر اندام‌ها منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه هندوانه می‌شود. نتایج اثرات متقابل نشان می‌دهد که بقایای پوسیده برگ و کل گیاه بیشترین اثر کاهشی معنی‌دار بر وزن خشک گیاهچه هندوانه را به ترتیب با کاهش ۶۹/۳۸ و ۶۸/۷۷ درصد کاهش در مقایسه با بقایای ساقه و ریشه دارد.

شکل ۱ روند تغییرات وزن خشک گیاهچه هندوانه در حضور بقایای گوش‌بره را نشان می‌دهد. برای تمام اندام‌های پوسیده کمترین مقدار وزن خشک گیاهچه هندوانه در دوره پوسیدگی ۶۰ روز مشاهده شد و در دوره پوسیدگی ۷۵ و ۹۰ روز وزن خشک نسبت به دوره پوسیدگی ۶۰ روز افزایش نشان داده است که می‌تواند به دلیل کاهش مواد دگرآسیب در نتیجه تجزیه و فراربت باشد (۲۰). در دوره پوسیدگی ۹۰ روز افزایش وزن نسبت به ۷۵ روز هم بیشتر بود. ترکیبات فنولی مانند تانن و ساپونین، کومارین، فینیل پروپانوید گلیدوزید و ... در گوش‌بره دلیل اصلی اثرات دگرآسیبی آن می‌باشد (۱۱ و ۹) که نسبت این ترکیبات در نتیجه پوسیدگی بقایا، دچار تغییر می‌شود. بنابراین اثرات متفاوتی را با افزایش دوره پوسیدگی مشاهده می‌کنیم. اینهلینگ (۱۱) و بلوم (۹) بیان کردند که ترکیبات فنولی از طریق تخریب غشاء و اختلال در فعالیت برخی آنزیم‌ها یکی از عوامل اصلی ایجاد خاصیت دگرآسیبی هستند، بنابراین به نظر می‌رسد که فراربت و تجزیه ترکیبات دگرآسیب دلیل کاهش اثر بقایای گوش‌بره پس از ۶۰ روز پوسیدگی می‌باشد. نتایج سیدی و همکاران (۳۰) نشان داد که دوره‌های پوسیدگی برگ کرچک تا ۴۵ روز منجر به کاهش ۱۰۰ درصدی وزن خشک سس شد درحالی‌که در دوره‌های پوسیدگی ۷۵ و ۹۰ روز کاهش شدت تأثیر بقایای پوسیده کرچک مشاهده شد که منجر به افزایش وزن خشک و طول گیاهچه سس شد. این در حالی است که نتایج این آزمایش نیز مشابه نتایج سیدی و

دلایل کاهش صفات جوانه‌زنی در نتیجه اعمال مواد آلوشیمیایی موجود در اندام‌های گیاهان دارای خاصیت دگرآسیبی باشد که در نهایت می‌تواند باعث افزایش زوال و نابودی غشای سلول شود (۹ و ۱۱). اختلال در فعال‌سازی آنزیم‌ها و عملکرد آنها نیز منجر به کاهش صفات مختلف جوانه‌زنی می‌شود (۲۰ و ۱۱، ۹).

اثر دوره پوسیدگی بر زیست‌توده تولیدی توسط هندوانه

جدول ۵ نتایج تجزیه واریانس وزن خشک هندوانه در واکنش به تیمار دوره‌های پوسیدگی بقایای گوش‌بره را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد که وزن خشک گیاهچه‌های هندوانه به صورت کاملاً معنی‌داری تحت تأثیر دوره‌های پوسیدگی و نوع اندام پوسیده و همچنین اثرات متقابل دوره‌های پوسیدگی در نوع اندام پوسیده قرار گرفته است. نتایج مطالعات سایر محققین نیز نشان می‌دهد که دوره‌های پوسیدگی بقایا و نوع بقایای پوسیده دارای اثرات منفی بر وزن خشک تولیدی توسط گیاهان تحت تیمار دارد (۲۹ و ۳۰). رهاسازی تدریجی مواد دگرآسیب در کوتاه‌مدت می‌تواند باعث افزایش اثر کاهندگی رشد شده درحالی‌که افزایش زیاد دوره‌های پوسیدگی می‌تواند از طریق تجزیه مواد به ترکیبات ساده‌تر که دارای خاصیت دگرآسیبی کمتری هستند و یا افزایش زمان برای فراربت مواد حاصل از تجزیه موجب کاهش اثرات دگرآسیبی شود (۹). بنابراین انتخاب زمان و دوره‌های مناسب پوسیدگی بقایای گیاهان دارای خاصیت دگرآسیبی نه تنها می‌تواند باعث کاهش اثرات منفی ناشی از اثرات دگرآسیبی علف‌های هرز در گیاهان مورد استفاده در تناوب شود بلکه می‌تواند باعث افزایش میزان مواد آلی موجود در خاک و در نتیجه بهبود وضعیت خاکدانه‌ها و بهبود خصوصیات خاک شود. علاوه بر این با تعیین تأثیر دوره‌های پوسیدگی بقایای گیاهان زراعی، می‌توان از اثر منفی این مواد بر گیاهان بعدی تناوب نیز کاست و یا گیاهان با حساسیت کمتر را بعد از هم کشت کرد و یا بعد از گیاهان زراعی دگرآسیب آیش را در برنامه تناوبی قرارداد (۳۷ و ۲۲، ۱۳).

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس وزن خشک هندوانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک
روزهای پوسیدگی	۷	۷/۶۸۲۰***
اندام پوسیده	۳	۰/۶۸۹۰***
روزهای پوسیدگی × اندام پوسیده	۲۱	۰/۰۹۹۶***
خطا	۹۶	۰/۰۲۷۶
ضریب تغییرات (%)	-	۸

*** معنی داری در سطح احتمال ۰/۱ درصد می باشد.

جدول ۶. اثرات متقابل روزهای پوسیدگی و نوع اندام گیاهی پوسیده گوش بره بر وزن خشک گیاهچه (گرم) هندوانه

اندام گوش بره				
شاهد (بدون بقایا)	برگ	ریشه	ساقه	کل اندام گیاهی
۲/۹۹۹ a	۲/۸۹۵ ab	۲/۹۰۹ ab	۲/۸۲۷ ab	۲/۸۲۷ ab
۲/۶۲۷ b-d	۲/۶۸۲ b-d	۲/۷۸۷ ab	۲/۷۹۶ ab	۲/۷۹۶ ab
۲/۳۹۷ d-f	۲/۷۹۸ ab	۲/۷۰۹ a-c	۲/۴۶۵ c-e	۲/۴۶۵ c-e
۱/۵۵۰ j-l	۲/۱۸۲ e-g	۲/۲۹۴ ef	۲/۱۳۱ e-g	۲/۱۳۱ e-g
۱/۷۴۷ ij	۱/۹۴۴ gi	۱/۰۹۸ fh	۱/۸۰۷ hj	۱/۸۰۷ hj
۱/۳۷۷ k-n	۱/۶۶۲ i-k	۱/۷۰۳ ij	۱/۲۶۹ l-n	۱/۲۶۹ l-n
۱/۲۳۳ m-o	۱/۵۲۵ j-m	۱/۵۱۴ j-m	۰/۹۳۲ op	۰/۹۳۲ op
۰/۹۱۷ p	۱/۲۴۱ l-n	۱/۱۳۴ n-p	۰/۸۸۳ p	۰/۸۸۳ p

LSD=۰/۳۰۸۸

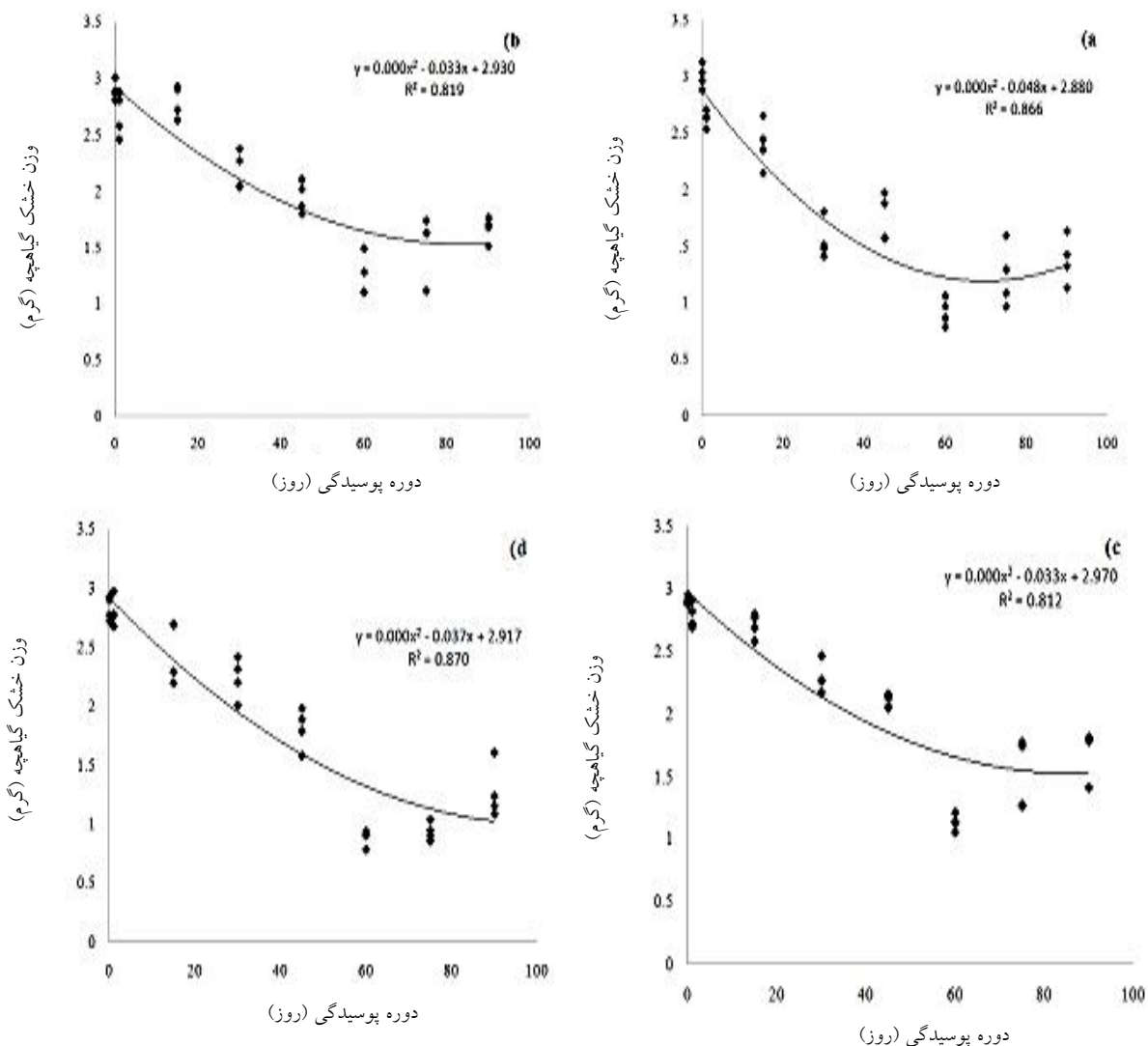
میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی داری براساس آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال یک درصد ندارند.

گیاهچه هندوانه در محیط پتری دیش نشان داد که غلظت عصاره آبی به طور معنی داری بر تمامی صفات جوانه زنی و رشد گیاهچه اثر دارد. نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که بین عصاره اندام‌های مختلف گوش بره در اثرگذاری بر درصد جوانه زنی، وزن خشک ریشه چه و وزن کل گیاهچه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. درحالی که در بین انواع عصاره در سایر صفات اختلاف‌های معنی داری مشاهده شد. افزایش دوره پوسیدگی تا ۶۰ روز منجر به کاهش زیست توده تولیدی توسط هندوانه شد درحالی که با افزایش دوره پوسیدگی از ۶۰ روز به ۷۵ و ۹۰

همکاران (۳۰) بود و دوره پوسیدگی ۶۰ روز (برای تمامی عصاره‌ها) منجر به کاهش وزن خشک گیاهچه هندوانه شد. در دوره‌های پوسیدگی ۷۵ و ۹۰ روز کاهش شدت تأثیر بقایای پوسیده مشاهده شد. بنابراین به نظر می رسد که شدت تأثیر دگرآسیبی بقایای پوسیده گوش بره به نوع گیاه دگرآسیب و گیاه دریافت کننده مواد دگرآسیب بستگی دارد.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش اثرات عصاره‌های آبی بر جوانه زنی و خصوصیات



شکل ۱. رابطه بین روزهای پوسیدگی اندام‌های مختلف گوش‌بره و وزن خشک گیاهچه هندوانه: (a) برگ؛ (b) ریشه؛ (c) ساقه و (d) کل گیاه

گیاهان مورد کشت در تناوب شود. همچنین افزایش فاصله زمانی کاشت بین گیاهان زراعی می‌تواند منجر به کاهش اثر دگرآسیبی گوش‌بره از طریق افزایش تجزیه و فراریت ترکیبات دگرآسیب شود.

روز افزایش تدریجی زیست‌توده مشاهده شد. بیشترین شدت کاهش زیست‌توده تولیدی توسط گیاهچه هندوانه مربوط به برگ‌های پوسیده بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد که مدیریت مناسب علف‌های هرز می‌تواند منجر به کاهش خسارت ناشی از حضور آنها از طریق دگرآسیبی و دوره‌های پوسیدگی بقایا بر

منابع مورد استفاده

1. Abdullahi, A. E. 2004. Weed Survey in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Fields in the Pandamatenga Plains of Northeastern Botswana. *South African Journal of Plant and Soil* 21: 21-24.
2. Ahn, J., S. Hahn, J. Kim, T. Khanh and I. Chung. 2005. Evaluation of Allelopathic Potential among Rice (*Oryza sativa* L.) Germplasm for Control of *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv. in the field. *Crop Protection* 24: 413-419.

3. Alam, S. M., S. A. Ala, A. R. Azmi M. A. Khan and R. Ansari. 2001. Allelopathy and its role in agriculture. *Journal of Biological Science* 1: 308-315.
4. Alipoor, SH., Y. Filizadeh and M. Montazeri. 2010. Allelopathic Effects of Wormwood (*Artemisia annua* L.) on the Weeds of corn (*Zea mays* L.). *Weed Research Journal* 2: 69-83 (In Farsi).
5. Alsaadawi, I. S., A. K. Sarbout and L. M. Al-Shamma. 2012. Differential Allelopathic Potential of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Genotypes on Weeds and Wheat (*Triticum aestivum* L.) crop. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58: 1139-1148.
6. Amini, R. and T. Namdari. 2013. Allelopathic Effect of Aqueous Extract Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) on Yield and Component Yield of Bean. *Journal of Agriculture Knowledge and Sustainable Production* (In Farsi).
7. Anjum, T. and R. Bajwa. 2005. A Bioactive Annuionone from Sunflower Leaves. *Photochemistry* 66: 1919- 1921.
8. Baghestani, M. A., E. Zand, S. Soufizadeh, M. Beheshtian, A. Haghighe, A. Barjasteh, D. Ghanbarani Birgani and R. Deihimfard 2008. Study on the efficacy of weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) with tank mixtures of grass herbicides with broadleaved herbicides. *Crop Protection* 27: 104-111.
9. Blum, U. 2014. Plant-Plant Allelopathic Interactions II Laboratory Bioassays for Water-Soluble Compounds with an Emphasis on Phenolic Acids. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.
10. Dayan, F. E., J. G. Romagni, M. R. Tellez, A. M. Rimando and S. O. Duke. 2000. Managing weeds with natural products. *Pesticide Outlook* 5:185-188.
11. Einhellig, F. A., J. C. G. Galindo, J. M. G. Molinillo and H. G. Cutler. 2004. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. *Allelopathy: Chemistry and Mode of Action of Allelochemicals* 217-238.
12. Esmaeili, A., H. R. Eisvand, A. H. Rezaei neghad, K. Samiei and M. Zabeti. 2012. Study indexes, seed germination characteristic and seedling establishment of medicinal plant myrtus (*Myrtus communis* L.). *Finding* 4: 71-80 (In Farsi).
13. Ghorbani, R., M. H. Rashed Mohasel, A. Hosseini, k. Mosavi and K. Hajmohammadnia ghalibaf. 2009. Sustainable Weed Management. Publishers University of Mashhad. Mashhad.
14. Gupta, O. P. 2002. Water in Relation to Soils and Plant. New Delhi Academic Press. New Delhi.
15. Haramoto, E. R. and E. R. Gallandt. 2004. Brassica cover cropping for weed management: A review. *Renewable Agriculture and Food Systems* 19: 187-198.
16. Haramoto, E. R. and E. R. Gallandt. 2005. Brassica cover cropping: I. effects on weed and crop establishment. *Weed Science* 53: 695-701.
17. Jabran, K., G. Mahajan, V. Sardana and B. S. Chauhan. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection* 72: 57-65.
18. Jabran, K. and M. Farooq. 2013. Implications of Potential Allelopathic Crops in Agricultural Systems, Allelopathy. Springer Berlin Heidelberg.
19. Kropff, M. J. and L. A. P. Lotz. 1992. Systems approaches quantify crop-weed interactions and their application in weed management agricultural systems. *Weed Science* 40: 265-282.
20. Li, Z. H., Q. Wang, X. Ruan, C. D. Pan and D. A. Jiang. 2010. Phenolics and plant allelopathy. *Molecules* 15: 8933-8952.
21. Marzouk, M. M., S. R. Hussein, M. E. Kassem, S. A. Kawashty and S. I. El Negoumy. 2016. Phytochemical constituents and chemosystematic significance of (*chrozophora tinctoria* L.) Raf. *Natural Product Research*, 30(13), 1537-1541.
22. Najafi, H., M. Hassanzadeh deloie, M. H. Rashed Mohasel, E. Zand and M. A. Baghestani. 2006. Ecological Weed Management. Publishers Plant Pests and Diseases Research Institute.
23. Narwal, S. S. 2010. Allelopathy in ecological sustainable organic agriculture. *Allelopathy Journal* 25: 51-72.
24. Ohnishi, Y. and N. Suzuki. 2008. Seasonally different modes of seed Dispersal in the prostrate annual, chamaesyce maculata (L.) small (*Euphorbiaceae*), with multiple overlapping generations. *Ecological Research* 23:299-305.
25. Oerke, E. C. 2006. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science* 144: 31-43.
26. Rezaie, F and M. Yarnia. 2009. Allelopathic effects of chenopodium album, amaranthus retroflexus and cynodon dactylon on germination and growth of safflower. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 516-521.
27. Schulz, M., A. Marocco, V. Tabaglio, F. A. Macias and J. M. Molinillo. 2013. Benzoxazinoids in Rye Allelopathy from Discovery to Application in Sustainable Weed Control and Organic Farming. *Journal of Chemical Ecology* 39: 154-174.
28. Sadegh Shahrokht, T., M. Jangju, Z. Nikbakht and A. Khavar. 2012. Investigate the seed culture agropyron desertorum in the remaining limbs and the soil under the plant floor peganum harmala L. *Desert Ecosystems Engineering Journal* 1: 21-30 (In Farsi).
29. Seyyedi, S. M., P. Rezvani moghaddam, R. Shahriari, M. Azad and L. Jafari. 2014. Allelopathy effect of aqueous extract and duration decay of sunflower (*Helianthus annus*) organs on decreasing seed germination and seedling

- growth of dodder (*Cuscuta campestris*). *Journal of Agroecology* 6: 1-10 (In Farsi).
30. Seyyedi, S. M., P. Rezvani moghaddam, R. Shahriari and M. Azad. 2015. Effect of allelopathy different organs of castor bean (*Ricinus communis*) on deacreasing seed germination and seedling growth of dodder (*Cuscuta campestris*). *Journal of Agroecology* 7: 156-167. (In Farsi).
31. Simpson, M. G. 2010. *Plant Systematics*. Academic Press.
32. Tanveer, A., A. Khaliq, M. M. Javaid, M. N. Chaudhry and I. Awan. 2013. Implications of weeds of genus euphorbia for crop production: A review. *Planta Daninha* 31: 723-731.
33. Tomaszewski, M. and K. V. Thimann. 1996. Interactions of phenolic acids, Metallic ions and chelating agents on auxin-induced growth. *Plant Physiology* 41: 1443-1454.
34. Vashisth, A. and S. Nagarajan. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *Journal of Plant Physiology* 167: 149-156.
35. Wang, P., X. Zhang and C. Kong. 2013. The response of allelopathic rice growth and microbial feedback to barnyardgrass infestation in a paddy field experiment. *European Journal of Soil Biology* 56: 26-32.
36. Weston, L. A., I. S. Alsaadawi and S. R. Baerson. 2013. Sorghum allelopathy from ecosystem to molecule. *Journal of Chemical Ecology* 39: 142-153.
37. Xuan, T. D., T. Shinkichi, T. D. Khanh and I. M. Chung. 2005. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: An overview. *Crop Protection* 24: 197- 206.
38. Yarnia, M. 2012. Allelopathic effect of bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.) extract and residues on wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science* 22: 27-40.
39. Zhang, F. J., J. Y. Guo, W. X. Liu and F. H. Wan. 2012. Influence of coastal plain yellowtops (*Flaveria bidentis*) residues on growth of cotton seedlings and soil fertility. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58: 1117-1128.
40. Zimdahl, R. L. 2013. *Fundamentals of Weed Science*, fourth ed. Academic Press, San Diego, CA, USA.
41. Zuo, S., X. Li, Y. Ma and S. Yang. 2014. Soil microbes are linked to the allelopathic potential of different wheat genotypes. *Plant and Soil* 378: 49-58.

نقش فیزیولوژیک کودهای زیستی در بهبود عملکرد کشت مخلوط سیاه‌دانه و لوبیا چیتی

علیرضا پیرزاد^{۱*}، سام دویرانی^۲، جلال جلیلیان^۱ و اسماعیل رضایی چپانه^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۸)

چکیده

به منظور بررسی نقش کودهای زیستی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک مؤثر در بهبود عملکرد سیاه‌دانه و لوبیا در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح کود (مصرف کود زیستی دارای باکتری‌های تأمین کننده نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و عدم مصرف کود و پنج نسبت کاشت (۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۱۰۰:۰) لوبیا - سیاه‌دانه به روش جایگزینی بودند. بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک سیاه‌دانه (۵۴/۲۰ و ۱۱۸/۴۰ گرم در مترمربع) و لوبیا (۱۳۹/۳ و ۳۷۴ گرم در مترمربع) از تیمار کشت خالص همراه با کاربرد کود زیستی به دست آمد. درصد روغن سیاه‌دانه و کلروفیل b سیاه‌دانه در نسبت کشت ۵۰:۵۰ به ترتیب ۱۷/۳۴ و ۱۴/۳۶ و کلروفیل b و کارتنوئید لوبیا در نسبت کشت ۵۰:۵۰ به ترتیب ۱۳/۷۴ و ۱۰/۳۸ درصد نسبت به کشت خالص افزایش نشان داد. بیشترین عملکرد روغن (۱۲/۴ گرم در مترمربع) و درصد اسانس سیاه‌دانه (۰/۵۱ درصد) متعلق به تیمار کشت خالص همراه با کاربرد کود زیستی بود. بالاترین نسبت برابری زمین کل (۱/۵۰) از نسبت کشت ۵۰:۵۰ با کاربرد کود زیستی به دست آمد که معادل ۵۰ درصد افزایش در بهره‌وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه بود. این امر احتمالاً به دلیل اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی دو گونه و نقش مؤثرتر کودهای زیستی دارای باکتری‌های تأمین کننده نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تغذیه سیاه‌دانه و لوبیا در کشت مخلوط است. با توجه به عملکرد بالاتر (عملکرد کمی و کیفی هر دو گونه) و اهداف کشاورزی پایدار، نسبت کشت ۵۰:۵۰ با کاربرد کود زیستی مناسب و قابل توجه است.

واژه‌های کلیدی: اسانس، باکتری‌های محرک رشد، روغن، کلروفیل، نسبت برابری زمین

۱، ۲ و ۳. به ترتیب دانشیاران، دانشجوی کارشناسی‌ارشد و استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a.pirzad@urmia.ac.ir

مقدمه

یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول آنها تولید می‌شوند (۴۵).

در یک بررسی کاربرد کودهای زیستی (NPK) منجر به افزایش معنی‌دار اجزای عملکرد، عملکرد دانه و اسانس زیره سبز شد. به طوری که؛ بیشترین عملکرد دانه (۵۵۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۱۸/۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ترکیبی سه‌گانه از تو بارور + فسفات بارور ۲ + بیوسولفور و کمترین مقادیر عملکرد دانه (۳۹۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۹/۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد به دست آمد (۳۹). استفاده از کودهای زیستی نیتروکسین (حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم)، بیوفسفر (حاوی باکتری‌های سودوموناس *Pseudomonas* و باسیلوس *Bacillus*) و بیوسولفور (باکتری‌های اکسید کننده گوگرد از جنس تیوباسیلوس *Thiobacillus*) در گیاه کنجد به ترتیب موجب ۴۴، ۲۸ و ۲۶ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شدند (۱۹). در کشت مخلوط شنبله و آنیسون با وجود بیشترین عملکرد روغن شنبله در کشت خالص، مجموع عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص هر کدام از گیاهان بود (۲۵). مرزبان و همکاران (۲۶) در تحقیقی روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی نشان دادند که بیشترین درازی ریشه لوبیا، تعداد شمار گره ریشه لوبیا و شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا در تیمار کشت مخلوط هم‌زمان با قارچ آریسکولار میکوریزا و باکتری مزوریزویوم دیده شد. رضوانی مقدم و مرادی (۴۱) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبله بیشترین عملکرد دانه و اسانس زیره سبز را از تیمار (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و در گیاه شنبله از تیمار سودوموناس گزارش کردند. در کشت مخلوط ریحان و شبدر برسیم، بیشترین وزن خشک اندام‌های رویشی ریحان در کشت خالص بود. با این حال در مجموع عملکرد دو گیاه کشت مخلوط برتری اقتصادی از زمین داشت. درصد اسانس ریحان در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص حاصل شد (۱۰). رضایی چپانه و قلی‌نژاد (۳۸) در بررسی ویژگی‌های زراعی و شاخص‌های سودمندی در کشت

سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) گیاهی یک ساله، دو لپه‌ای، بومی جنوب غربی آسیا، از تیره آلانه، به ارتفاع ۳۰ تا ۷۰ سانتی‌متر، گل‌ها به رنگ سفید تا آبی پر رنگ، میوه فولیکول که در درون آن تعداد زیادی دانه سیاه و معطر وجود دارد. دانه سیاه‌دانه حاوی ۴۰ درصد روغن و ۱ تا ۱/۵ درصد اسانس است (۲۴). مهم‌ترین ترکیبات شیمیایی اسانس سیاه‌دانه پارا - سیمین می‌باشد. در ایران این گیاه به‌ویژه در اراک و اصفهان به فراوانی می‌روید. دانه‌های سیاه‌دانه شیرآور، ضد نفخ، مسهل و ضد انگل، ضد صرع، ضد ویروس، ضد باکتری، ضد تومور، مسکن و کاهش‌دهنده قند خون، شل‌کننده عضلات صاف، سیتوتوکسیک و تحریک‌کننده سیستم ایمنی بدن هستند (۳۶). حبوبات به‌عنوان دومین منبع تأمین نیاز غذایی بشر در بین گیاهان زراعی از جایگاه خاصی برخوردار است. لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) از تیره بقولات (Fabaceae) به‌خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارد و به همین علت در تناوب با سایر گیاهان زراعی کشت شده و یا به‌عنوان کود سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۰).

در ارتباط با افزایش عملکرد در واحد سطح گزارش شده است که کشت مخلوط به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مؤثر کشاورزی پایدار ضمن افزایش تنوع اکولوژیک و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، استفاده‌ی کارآمدتر از منابع موجود از قبیل زمین، کار، آب و عناصر غذایی، کاهش مشکلات آفات و بیماری‌ها، افزایش ثبات نظام و تغذیه مطلوب‌تر انسان و دام و برتری اقتصادی می‌شود (۲۹).

به نظر می‌رسد که با بهره‌گیری از کودهای زیستی در کشت مخلوط ضمن افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌توان انتظار افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان را نیز در سامانه‌های پایدار داشت. کودهای زیستی متشکل از باکتری‌ها و هم‌چنین قارچ‌های مفیدی هستند که هریک به‌منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی

فسفر بارور ۲ و پتاس بارور ۲) و عدم مصرف کود و پنج نسبت کاشت لوبیا و سیاهدانه (۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۱۰:۹۰) به روش جایگزینی بودند. بذر مورد استفاده لوبیا رقم COS 16 از ایستگاه تحقیقاتی خمین و سیاهدانه از توده بومی سمیرم اصفهان که از شرکت پاکان بذر تهیه شده بود، مورد استفاده قرار گرفت.

فاصله بین ردیف‌های هر دو گونه ۴۰ سانتی‌متر و روی ردیف‌ها ۷ سانتی‌متر به طول ۳ متر برای دو گونه در نظر گرفته شد. در نتیجه تراکم نهایی در کشت خالص برای هر دو گونه ۳۶ بوته در مترمربع به دست آمد. ابعاد کرت‌ها ۴ × ۳/۲۰ متر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر دو متر در نظر گرفته شد. نسبت کاشت ۷۵:۲۵ به ترتیب، شامل ۳ ردیف لوبیا و ۱ ردیف سیاهدانه و نسبت کاشت ۷۵:۲۵، شامل ۱ ردیف لوبیا و ۳ ردیف سیاهدانه و نسبت کاشت ۵۰:۵۰ شامل کشت یک در میان سیاهدانه با لوبیا به روش جایگزینی بودند. کاشت سیاهدانه و لوبیا به‌طور هم‌زمان در ۳۰ فروردین ماه به‌صورت کرتی انجام گرفت. بذر سیاهدانه و لوبیا قبل از کاشت طبق دستورالعمل شرکت سازنده زیست‌فناور سبز با کود زیستی NPK آغشته شد که مشخصات آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

عملیات وجین علف‌های هرز به‌طور مرتب به‌صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری صورت گرفت و در نوبت‌های بعدی آبیاری برحسب شرایط اقلیمی و نیاز گیاه به‌طور متوسط هر ۱۰-۷ روز یک‌بار انجام گرفت. کود گاوی پوسیده دو ماه قبل از کاشت به‌میزان ۲۰ تن در هکتار به‌طور یکنواخت در سطح کرت‌ها پخش و سپس تا عمق ۲۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. به‌منظور بررسی آزمایش در شرایط کم‌نهاد و بیشتر نمود پیدا کردن تأثیر کود زیستی در زمان آماده‌سازی زمین در طول دوره رشد از کود شیمیایی استفاده نشد.

برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، ابتدا ردیف‌های کناری هر کرت و از دو طرف (اثرات حاشیه‌ای) حذف شدند و از مساحت باقی‌مانده (۴/۸۰ مترمربع) برداشت

مخلوط افزایشی نخود و سیاهدانه گزارش کردند که درصد اسانس سیاهدانه در نسبت کاشت ۵۰ درصد نخود + ۱۰۰ درصد سیاهدانه در مقایسه با کشت خالص آن ۳۷ درصد افزایش یافته است. گوش و همکاران (۱۵) در کشت مخلوط سویا و سورگوم گزارش کردند که میزان کلروفیل سورگوم در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص همواره بیشتر بوده است و علت این امر را به نیتروژن تثبیت شده توسط سویا نسبت داده‌اند. در ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط سویا و همیشه‌بهار گزارش شده است که کشت مخلوط نواری ۴ ردیف همیشه‌بهار + ۶ ردیف سویا از نظر عملکرد اقتصادی و نسبت برابری زمین نسبت به سایر الگوهای مختلف کشت مخلوط برتری داشتند. در این بررسی بیشترین نسبت برابری زمین و مجموع عملکرد نسبی به ترتیب معادل ۱/۳۴ و ۱/۱۳ بودند که این امر نشانگر سودمندی این دو مخلوط است (۵).

بدین ترتیب، نظر به اهمیت کودهای زیستی در بهبود عملکرد محصولات زراعی و حفظ محیط زیست، این تحقیق به‌منظور بررسی اثر کودهای زیستی بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی سیاهدانه و لوبیا چیتی در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در شرایط آب‌وهوایی ارومیه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۳۳۲ از سطح دریا و با میانگین دما و بارندگی سالانه به ترتیب برابر ۹/۸ درجه سانتی‌گراد و ۲۳۸/۲ میلی‌متر اجرا شد. قبل از شروع آزمایش، به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

تیمارهای آزمایش شامل مصرف کود زیستی (از توبرور ۱،

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	مواد آلی	نیتروژن کل	هدایت الکتریکی	اسیدیته	رس	سیلت	شن	بافت خاک
(mg kg ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	(dS m ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	(%)	
۲۱۸	۱۴	۱/۱	۰/۰۶	۱/۰	۷/۹	۲۴	۴۰	۳۶	لومی

جدول ۲. ویژگی‌های کودهای زیستی مورد استفاده در این آزمایش

نام کود زیستی	نوع میکرو ارگانیسم	نقش میکروارگانیسم	تعداد باکتری زنده و فعال در هر گرم کود زیستی	مقدار توصیه شده برای یک هکتار
ازتو بارور ۱	<i>Azotobacter vinelandii</i>	باکتری تثبیت کننده نیتروژن	۱۰ ^۹	۱۰۰ گرم برای هکتار
فسفر بارور ۲	<i>Pseudomonas putida</i> و <i>Bacillus subtilis</i>	باکتری حل کننده فسفات	۱۰ ^۹	۱۰۰ گرم برای هکتار
پتا بارور ۲	<i>Pseudomonas koreensis</i> و <i>Pseudomonas vancouverensis</i>	باکتری آزاد کننده پتاسیم	۱۰ ^۸	۱۰۰ گرم برای هکتار

$$C_{x+c} (\mu\text{g/ml}) = (1000A_{470} - 1.63\text{Chla} - 104.96\text{Chlb}) / 221 \quad (۳)$$

برای ارزیابی کشت مخلوط لوبیا و سیاه‌دانه در مقایسه با کشت خالص از شاخص برابری زمین (براساس عملکرد دانه) و با استفاده از رابطه (۴) محاسبه گردید (۲۷).

$$\text{LER} = \frac{Y_1}{L_1} + \frac{Y_2}{L_2} \quad (۴)$$

در این معادله، Y_1 و Y_2 به ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم در مخلوط و L_1 و L_2 نیز عملکرد گونه اول و دوم در کشت خالص است. آنالیز واریانس داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌های به‌دست آمده توسط آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر نسبت کاشت و کود زیستی بر درصد روغن و کلروفیل b سیاه‌دانه و اثر متقابل الگوی کاشت و کود بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد اسانس، عملکرد اسانس، عملکرد روغن، کلروفیل a و کارتنوئید

انجام شد. برداشت لوبیا ۲۰ مردادماه، زمانی که رنگ نیام‌ها زرد شده بود، صورت گرفت و برداشت سیاه‌دانه ۳۰ مرداد ماه، هنگامی که رنگ بوته‌ها متمایل به زرد شده بود و قبل از شکافته شدن برگ‌ها (فولیکول) انجام گرفت. استخراج اسانس سیاه‌دانه به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد (۹). عملکرد اسانس از عملکرد دانه × درصد اسانس محاسبه شد. استخراج روغن دانه، با استفاده از دستگاه سوکسله روغن انجام شد (۲۲). عملکرد روغن از عملکرد دانه × درصد روغن به‌دست آمد.

پس از استخراج کلروفیل از برگ محتوای کلروفیل a، b و کارتنوئید در طول موج‌های ۶۶۵/۲، ۶۵۲/۴ و ۴۷۰ با دستگاه اسپکتروفتومتر، مدل (SPEKOL 1300, JAPAN) قرائت گردید. مقدار کلروفیل a، b و کارتنوئید برگی طبق فرمول‌های زیر محاسبه شد و بر حسب میکروگرم در گرم وزن تر برگ گزارش شدند (۲۳).

$$\text{Chla} (\mu\text{g/ml}) = 16.72A_{665.2} - 9.16A_{652.4} \quad (۱)$$

$$\text{Chlb} (\mu\text{g/ml}) = 36.92A_{652.4} - 15.28A_{665.2} \quad (۲)$$

بیولوژیک می‌شود (۴۷). احتمالاً دسترسی بیشتر به عناصر غذایی در تیمار با کود زیستی کامل (NPK) باعث افزایش عملکرد بیولوژیک سیاه‌دانه و لوبیا شده است. صفی‌خانی و همکاران (۴۶) کشت مخلوط شبدر با ریحان به این نتیجه رسیدند که استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک می‌شود. رضائی چپانه و قلی‌نژاد (۳۸) بیشترین عملکرد بیولوژیک نخود (۲۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) را در کشت خالص و کمترین آن را (۱۲۲۱ کیلوگرم در هکتار) در کشت مخلوط ۷۵:۲۵ نخود و سیاه‌دانه نشان دادند.

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه سیاه‌دانه مربوط به تیمار کشت خالص همراه با کود زیستی به میزان (۵۴/۲۰ گرم در مترمربع) است که نسبت به کشت خالص بدون کاربرد کود ۳۰ درصد افزایش داشته، کمترین مقدار عملکرد دانه (۹/۴۴ گرم در مترمربع) مربوط به کشت مخلوط ۷۵:۲۵ (سیاه‌دانه: لوبیا) می‌باشد که نسبت به کشت خالص بدون کاربرد کود ۷۵ درصد کاهش داشته است (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه لوبیا (۱۳۹/۳ گرم در مترمربع) مربوط به کشت خالص همراه با کود زیستی می‌باشد که نسبت به کشت خالص بدون کاربرد کود ۵۶ درصد افزایش داشته است و کمترین عملکرد دانه (۲۶/۱۰ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار مخلوط ۷۵:۲۵ (لوبیا: سیاه‌دانه) می‌باشد. همچنین کشت‌های مخلوط به نسبت‌های ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ (لوبیا و سیاه‌دانه) همراه با کود نسبت به کشت خالص بدون کود به ترتیب ۳۷ و ۱۳ درصد افزایش میزان عملکرد دانه لوبیا داشته‌اند (جدول ۴). کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات، موجب افزایش حلالیت فسفر غیر محلول، افزایش جذب فسفر، افزایش محتوای نیتروژن و پتاسیم در بافت‌های گیاهی و در نتیجه سبب افزایش عملکرد می‌شود (۳۳). بررسی‌های مختلف نشان داده است که در صورت انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب در کشت مخلوط جذب آب، مواد غذایی و نور به دلیل تفاوت در توانایی رقابت بین گیاهان مختلف افزایش می‌یابد (۱۳ و ۲۱). رضایی چپانه (۳۷) در کشت مخلوط

سیاه‌دانه اثر معنی‌دار داشتند. در رابطه با لوبیا اثر نسبت کاشت و کود بر کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید و همچنین اثر متقابل نسبت کاشت و کود زیستی بر روی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک لوبیا اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که استفاده از منابع کودی، زیستی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک سیاه‌دانه به میزان ۳۱ درصد نسبت به عدم کاربرد کود شده است. بیشترین عملکرد بیولوژیک سیاه‌دانه (۱۱۸/۴ گرم در مترمربع) مربوط به کشت خالص همراه با کود زیستی و کمترین عملکرد بیولوژیک سیاه‌دانه (۲۱/۷۴ گرم در مترمربع) مربوط به نسبت کشت مخلوط و بدون کاربرد کود زیستی ۷۵:۲۵ (سیاه‌دانه و لوبیا) است (جدول ۴). رضوانی مقدم و همکاران (۴۷) در بررسی اثر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه بر عملکرد کنجد گزارش کردند که بیشترین عملکرد بیولوژیک از گیاهانی به دست آمد که تحت تیمار با کودهای زیستی بیوفسفر بودند. به طوری که این تیمار نسبت به تیمار شاهد ۱۱/۲۷ درصد از عملکرد بیولوژیک بالاتری برخوردار بودند.

بیشترین عملکرد بیولوژیک لوبیا (۳۷۴ گرم در مترمربع) از کشت خالص همراه با کود زیستی حاصل شده است که نسبت به کشت خالص بدون کاربرد کود زیستی ۶۲ درصد افزایش نشان می‌دهد، کمترین عملکرد بیولوژیک لوبیا مربوط به کشت ۷۵:۲۵ (لوبیا: سیاه‌دانه) بدون کاربرد کود زیستی مشاهده شده است. تیمارهای مخلوط ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ (لوبیا: سیاه‌دانه) همراه با کود زیستی نسبت به کشت خالص بدون کود زیستی به ترتیب ۴۷ و ۳۸ درصد افزایش عملکرد بیولوژیک داشته‌اند (جدول ۴). کودهای زیستی به واسطه تحریک تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین و جیبرلین رشد اندام‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهند (۳۷). همچنین، فیتوهورمون‌ها ممکن است رشد ریشه را افزایش داده که در نهایت منجر به افزایش جذب ریشه و رشد قسمت‌های هوایی گیاه و در نتیجه عملکرد

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک، درصد روغن، کلروفیل a، کلروفیل b، سیاه‌دانه و لوبیا در نسبت‌های

مختلف کشت مخلوط و کاربرد کود زیستی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک		درصد روغن		کلروفیل a		کلروفیل b	
		سیاه‌دانه	لوبیا	سیاه‌دانه	لوبیا	سیاه‌دانه	لوبیا	سیاه‌دانه	لوبیا
بلوک	۲	۲۵/۴۳ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
نسبت کاشت	۳	۶۲۵۱/۵۷ ^{**}	۴۱۴۰۳/۳۷ ^{**}	۲۱/۶۲ ^{**}	۱۱/۶۲ ^{**}	۳۶/۴۰ ^{**}	۲/۰۸ ^{**}	۴/۱۶ ^{**}	۲/۰۸ ^{**}
کود زیستی	۱	۲۶۷۷/۱۷ ^{**}	۵۹۷۰۰/۳۷ ^{**}	۱۳۵/۳۷ ^{**}	۴۹/۸۸ ^{**}	۳۱۳/۲۰ ^{**}	۲/۳۴ ^{**}	۴/۰۸ ^{**}	۲/۳۴ ^{**}
نسبت کاشت × کود زیستی	۳	۱۴۱/۷۳ ^{**}	۲۷۱۹/۳۷ ^{**}	۱/۱۲ ^{ns}	۳/۹۷ ^{**}	۲/۱۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
اشتباه آزمایش	۱۴	۱۴	۱۱۶/۱۶	۱/۱۴	۰/۳۳	۱/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۰۹
ضریب تغییرات		۵/۵۵	۴/۴۲	۴/۴۸	۴/۵۷	۴/۵۰	۳/۶۶	۳/۵۲	۳/۶۶

ns، * و **، به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس، کارتنوید، عملکرد دانه (سیاه‌دانه و لوبیا)، عملکرد روغن، درصد اسانس

و عملکرد اسانس سیاه‌دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	کارتنوید		عملکرد روغن		عملکرد دانه		اسانس سیاه‌دانه	
		سیاه‌دانه	لوبیا	سیاه‌دانه	لوبیا	سیاه‌دانه	لوبیا	درصد	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۲/۷۶ ^{**}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۹۲/۹۲ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
نسبت کاشت	۳	۲/۶۹ ^{**}	۱/۰۹ ^{**}	۵۷/۷۸ ^{**}	۱۳۰۰/۴۵ ^{**}	۶۶۶۰/۵۱ ^{**}	۰/۰۳ ^{**}	۰/۱۱ ^{**}	۰/۰۳ ^{**}
کود زیستی	۱	۲/۸۷ ^{**}	۲/۳۴ ^{**}	۸۹/۶۶ ^{**}	۷۵۸/۴۷ ^{**}	۱۰۹۴۸/۲۸ ^{**}	۰/۱۵ ^{**}	۰/۱۵ ^{**}	۰/۱۵ ^{**}
نسبت کاشت × کود زیستی	۳	۰/۰۶ ^{**}	۰/۴۳ ^{ns}	۴/۷۰ ^{**}	۳۸/۷۴ ^{**}	۳۵۴/۶۲ ^{**}	۰/۰۲ ^{**}	۰/۰۱ ^{**}	۰/۰۲ ^{**}
اشتباه آزمایش	۱۴	۰/۰۱	۰/۱۷	۳/۲۲	۱/۵۷	۵۶/۶۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
ضریب تغییرات		۴/۱	۴/۹۹	۰/۰۴	۲/۵۴	۸/۹۳	۵/۲۸	۶/۸۴	۵/۲۸

ns، * و **، به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

کاشت مخلوط ۵۰:۵۰ و کمترین درصد روغن سیاه‌دانه (۲۰/۲۵ درصد) از کشت خالص به دست آمدند. در نسبت کاشت ۵۰:۵۰ درصد روغن سیاه‌دانه نسبت به کشت خالص ۲۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). همچنین تیمار با منابع کودی (استفاده از کودهای زیستی) درصد روغن سیاه‌دانه را به میزان ۲۴ درصد افزایش داد (جدول ۵). از آنجا که هر عاملی که سبب افزایش فتوسنتز گیاهی شود، می‌تواند به افزایش درصد روغن نیز منجر شود، به نظر می‌رسد که دلیل افزایش درصد روغن در کشت مخلوط توانایی گیاه برای جذب تشعشع بیشتر، افزایش جذب

برزک و لوبیاچیتی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه لوبیاچیتی (۱۵۶۳) کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت خالص به دست آمد، اما این تیمار با الگوی کشت مخلوط دو ردیف لوبیا + دو ردیف برزک در یک سطح آماری قرار گرفت و کمترین مقادیر عملکرد دانه (۹۰۷ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط ردیفی حاصل شد که با کشت مخلوط یک ردیف لوبیا + دو ردیف برزک تفاوت معنی‌دار نداشت.

درصد روغن

بیشترین درصد روغن سیاه‌دانه (۲۴/۵۰ درصد) در نسبت

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کیفی سیاه‌دانه و لوبیا در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و کاربرد کود زیستی

کود زیستی	نسبت کشت (سیاه‌دانه: لوبیا)	عملکرد دانه		عملکرد بیولوژیک		عملکرد روغن	عملکرد اسانس	درصد اسانس	کلروفیل a	کارتنوئید
		سیاه‌دانه	لوبیا	سیاه‌دانه	لوبیا					
		(گرم در مترمربع)		(میکروگرم در گرم وزن تر)						
بدون	کشت خالص	۸۹/۳۳ ^c	۳۷/۸۰ ^c	۲۳۱ ^d	۸۶/۲۳ ^c	۶/۶ ^d	۰/۹۰ ^c	۰/۳۴ ^c	۱۰/۸۰ ^e	۵/۶۰ ^h
کاربرد	۵۰:۵۰	۶۷/۱۶ ^d	۲۲/۶۵ ^f	۲۰۳ ^e	۵۰/۷۲ ^e	۵/۱ ^c	۰/۹۶ ^c	۰/۲۲ ^e	۱۲/۰۰ ^{cde}	۷ ^a
کود	۲۵:۷۵	۶۸/۴۷ ^d	۳۰/۸۴ ^e	۱۰۱ ^g	۶۸/۴۷ ^d	۶/۳ ^d	۰/۹۲ ^c	۰/۲۸ ^d	۱۱/۵۰ ^{de}	۶/۶۰ ^f
	۷۵:۲۵	۶۹/۰۴ ^d	۹/۴۴ ^h	۲۴۱ ^d	۲۱/۷۳ ^g	۱/۷ ^g	۰/۹۳ ^c	۰/۰۸ ^g	۱۰/۶۶ ^e	۶ ^g
	کشت خالص	۱۳۹/۳۰ ^a	۵۴/۲۰ ^a	۳۷۴ ^a	۱۱۸/۴۰ ^a	۱۲/۴ ^a	۰/۹۵ ^c	۰/۵۱ ^a	۱۲/۲۰ ^{cd}	۶/۱۳ ^d
کاربرد	۵۰:۵۰	۱۲۳/۸ ^b	۳۳/۲۹ ^d	۳۱۸ ^c	۷۱/۸۳ ^d	۸/۸ ^c	۱/۲۶ ^a	۰/۴۱ ^b	۱۷/۲۰ ^a	۷/۹۰ ^a
کود	۲۵:۷۵	۴۷ ^f	۴۴/۳۰ ^b	۱۴۳ ^f	۹۱/۱۷ ^b	۱۰/۶ ^b	۱/۱۳ ^b	۰/۵۰ ^a	۱۴/۱۰ ^b	۷/۱۰ ^b
	۷۵:۲۵	۱۱۲ ^b	۱۳/۹۳ ^g	۳۰/۲۴ ^b	۳۴ ^o	۳/۳ ^f	۱ ^c	۰/۱۴ ^f	۱۳ ^c	۶/۶۳ ^c

حروف غیرمشابه در هرستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار براساس آزمون SNK در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۵. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کیفی سیاه‌دانه و لوبیا در نسبت‌های مختلف کاشت (قسمت بالا) و سطوح کود زیستی (قسمت پایین)

نسبت کاشت (سیاه‌دانه: لوبیا)	روغن سیاه‌دانه (درصد)	کلروفیل a		کلروفیل b		کارتنوئید
		لوبیا	سیاه‌دانه	لوبیا	سیاه‌دانه	
		(میکروگرم در گرم وزن تر)				
کشت خالص	۲۰/۲۵ ^{bc}	۲۲/۰۱ ^c	۸/۰۵ ^c	۱۱/۸۰ ^c	۷/۸۵ ^c	
۵۰:۵۰	۲۴/۵۰ ^a	۲۷/۲۵ ^a	۹/۴۰ ^a	۱۳/۶۸ ^a	۸/۷۶ ^a	
۲۵:۷۵	۲۰/۷۵ ^{bc}	۲۲/۰۳ ^c	۸/۳۰ ^c	۱۲/۶۰ ^b	۸/۰۵ ^c	
۷۵:۲۵	۲۲ ^b	۲۳/۷۵ ^b	۸/۷۰ ^b	۱۲/۰۶ ^{bc}	۸/۵۵ ^{ab}	
کود زیستی						
عدم کاربرد کود	۱۹/۵۰ ^b	۲۰/۱۵ ^b	۸/۳۰ ^b	۱۲/۱۲ ^b	۷/۹۹ ^b	
کاربرد کود	۲۴/۲۵ ^a	۲۷/۳۷ ^a	۸/۹۲ ^a	۱۲/۹۵ ^a	۸/۶۱ ^a	

حروف غیرمشابه در هرستون و برای هر عامل آزمایشی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار براساس آزمون SNK در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

باکترهای ناشی از کاربرد کودهای بیولوژیک در محیط ریشه، میزان فراهمی نیتروژن و جذب فسفر نامحلول موجود در خاک را برای گیاه به خصوص در مرحله زایشی افزایش داده و سبب بهبود رشد گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به بخش زایشی و در نتیجه افزایش عملکرد روغن در بوته شده است. از طرفی، افزودن کودهای زیستی که در فرآیندهای رویشی و زایشی گیاه نقش کلیدی دارند، می تواند اجزای عملکرد گیاه و درصد روغن را به میزان قابل توجهی افزایش دهد (۴۲). موسویان و همکاران (۲۸) در کشت مخلوط ذرت - آفتابگردان گزارش کردند که بیشترین میزان روغن به میزان ۲۴ درصد از نسبت کاشت ۵۰:۵۰ و کمترین میزان روغن (۲۱ درصد) از کشت خالص آفتابگردان به دست آمده است. در کشت مخلوط رازیانه - کنجد - لوبیا، تیمارهای مخلوط تأثیر مثبت بر عملکرد روغن داشت (۳۵).

کلروفیل a

بیشترین غلظت کلروفیل a سیاه دانه (۱۷/۲۰ میکروگرم در گرم وزن تر) از کشت مخلوط ۵۰:۵۰ همراه با کود زیستی به دست آمده است که نسبت به کشت خالص ۵۹ درصد افزایش داشته است، این در حالی است که کمترین میزان کلروفیل a سیاه دانه در تیمارهای کشت خالص و ۷۵:۲۵ (سیاه دانه و لوبیا) بدون کاربرد کود زیستی مشاهده شده است، تیمارهای ۲۵:۷۵، ۷۵:۲۵ (سیاه دانه و لوبیا) و کشت خالص همراه با کود به ترتیب نسبت به کشت خالص بدون کاربرد کود زیستی ۳۰، ۲۰، و ۱۳ درصد افزایش کلروفیل a نشان نشان دادند (جدولهای ۴ و ۵). بیشترین غلظت کلروفیل a لوبیا (۲۷/۲۵ میکروگرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار مخلوط ۵۰:۵۰ و کمترین میزان کلروفیل a (۲۲/۰۱ میکروگرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمارهای کشت خالص می باشد. همچنین استفاده از کود زیستی باعث افزایش کلروفیل a لوبیا به میزان ۳۶ درصد شده است. به نظر می رسد که علت افزایش کلروفیل a به دلیل کاهش رقابت درون گونه ای و دسترسی گیاه به عناصر غذایی بیشتر و در نتیجه آسمیلایسیون

عناصر غذایی و فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت زیستی نیتروژن از طرف لوبیا باشد که در این حالت تخصیص منابع و توزیع آنها بین گونه ها با کارایی بیشتری صورت گرفته و این امر به بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش مقدار روغن منجر شده است (۳۴ و ۱۷). آندهم و همکاران (۶) گزارش نمودند که تلقیح بادام زمینی با کودهای زیستی (ریزوبیوم و سولفوراکسید) منجر افزایش درصد روغن بادام زمینی شده است. رضایی چیاغه (۳۷) در کشت مخلوط لوبیا با بزرک نشان داد که درصد روغن بزرک در تمام تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از تیمارهای خالص بود. این محقق گزارش کرد که بیشترین درصد روغن بزرک (۴۱/۷۵ درصد) در کشت مخلوط دو ردیف لوبیا + دو ردیف بزرک و کمترین میزان روغن (۳۲/۶۶ درصد) بزرک از کشت خالص به دست آمده است.

عملکرد روغن

بیشترین عملکرد روغن سیاه دانه (۱۲/۴ گرم در مترمربع) در کشت خالص همراه با کود زیستی مشاهده شده است که نسبت به کشت خالص بدون مصرف کود ۴۷ درصد افزایش داشته، کمترین میزان عملکرد روغن سیاه دانه (۱/۷ گرم در مترمربع) مربوط به کشت مخلوط ۷۵:۲۵ (سیاه دانه: لوبیا) می باشد. با افزایش تراکم بیشتر در کشت مخلوط و استفاده از کودهای زیستی میزان عملکرد روغن افزایش یافته است (جدول ۵). از آنجایی که عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و درصد روغن می باشد لذا هرگونه تغییر در عملکرد دانه و درصد روغن، عملکرد روغن را تحت تأثیر قرار می دهد. با توجه به اینکه که بیشترین مقدار عملکرد دانه در کشت خالص همراه با کود زیستی در سیاه دانه در شرایط مخلوط با لوبیا به دست آمده است، بالا بودن عملکرد روغن در این تیمارها دور از انتظار نبود. همچنین کاهش عملکرد روغن در کشت مخلوط ۷۵:۲۵ (سیاه دانه: لوبیا) به دلیل کاهش عملکرد دانه و درصد روغن در این تیمار در اثر تعداد بوته های کمتر در واحد سطح و در نتیجه کم شدن عملکرد دانه و عملکرد روغن در این تیمار بوده است. در تحقیق حاضر، وجود

کاشت ۵۰:۵۰ و کمترین مقدار کلروفیل b سیاه‌دانه (۸/۰۵) میکروگرم در گرم وزن تر) و لوبیا (۱۱/۸۰) میکروگرم در گرم وزن تر) از کشت خالص به‌دست آمد. کشت ۵۰:۵۰ هم در سیاه‌دانه و لوبیا نسبت به کشت خالص ۱۶ درصد کلروفیل b بیشتری در هر دو گیاه نشان داد (جدول ۵)، به‌طورکلی کاربرد کود زیستی در کلیه کشتهای خالص و مخلوط هم در سیاه‌دانه هم در لوبیا باعث افزایش ۷ درصدی کلروفیل b شده است (جدول ۵). باکترهای موجود در کودهای زیستی از طریق توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و به‌دنبال آن افزایش جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن بر میزان کلروفیل اثر گذاشته و ساخت رنگیزه‌های کلروفیل را افزایش می‌دهند (۲). بهارلویی (۷) در کشت مخلوط نخودفرنگی و کلزا مشاهده نمود کشت مخلوط سبب افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل b نخودفرنگی نسبت به کشت خالص شده است. روستایی و فلاح (۴۴) در کشت مخلوط شنبلیله و سیاه‌دانه گزارش کردند که تیمار یک ردیف سیاه‌دانه + یک ردیف شنبلیله تحت سیستم تغذیه شیمیایی دارای بیشترین میزان کلروفیل b (۲۳۷/۰ میکرومول بر میلی‌گرم) بود.

کارتونوئید

بیشترین مقدار کارتونوئید لوبیا (۸/۷۶ میکروگرم در گرم وزن تر برگ) مربوط به کشت مخلوط ۵۰:۵۰ و کمترین میزان کارتونوئید لوبیا (۷/۸۵ میکروگرم در گرم وزن تر برگ) در کشت خالص دیده شد (جدول ۵). همچنین استفاده از منابع کودی باعث افزایش ۸ درصدی میزان کارتونوئید لوبیا در کلیه نسبت‌های کاشت شده است (جدول ۵). بیشترین غلظت کارتونوئید سیاه‌دانه (۷/۹۰ میکروگرم در گرم وزن تر برگ) از تیمار کشت مخلوط ۵۰:۵۰ همراه با کود زیستی و کمترین میزان کارتونوئید سیاه‌دانه (۵/۶۰ میکروگرم در گرم وزن تر برگ) مربوط به کشت خالص بدون کاربرد کود زیستی می‌باشد، در نسبت‌های ۲۵:۷۵، ۲۵:۷۵ (سیاه‌دانه و لوبیا) و کشت خالص همراه با کود زیستی نسبت به کشت خالص بدون کود به‌ترتیب، ۲۶، ۲۲ و ۱۳ درصد افزایش کارتونوئید مشاهده شده است (جدول ۴). با

بهتر باشد. احتمالاً کم بودن میزان کلروفیل a در کشت خالص رقابت درون گونه برای رسیدن به منابع بیشتر است. مسلماً کاهش میزان کلروفیل در شرایط رقابت درون گونه‌ای و کمبود منابع به‌دلیل تخریب کلروپلاست در این شرایط و کاهش ساخت رنگیزه‌ها می‌باشد. در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص میزان کلروفیل برگ افزایش می‌یابد (۳۲). این نتیجه با نتایج حاصله توسط کاظمی‌نسب و همکاران (۲۰) مبنی بر کاهش کلروفیل در شرایط رقابت درون گونه‌ای و کمبود منابع مطابقت می‌کند. از آنجا که بین میزان کلروفیل برگ و میزان نیتروژن آن رابطه مستقیم وجود دارد می‌توان استنباط کرد که هر مقدار دسترسی گیاه به نیتروژن بیشتر باشد، کلروفیل برگ به‌طور مناسب‌تری افزایش می‌یابد و میزان فتوسنتز آن بهبود می‌یابد. کودهای زیستی در کشت مخلوط باعث تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه و موجب افزایش کلروفیل نسبت به کشت خالص شده است. در کشت مخلوط بادام زمینی و ذرت، کشت مخلوط سبب افزایش کلروفیل اندام هوایی در هر دو گیاه شده است (۱۸). برخی از محققین بیان کرده‌اند که کودهای بیولوژیک باعث افزایش سرعت فتوسنتزی در واحد سطح برگ گیاه می‌شود و دلیل این امر را افزایش غلظت نیتروژن برگ و به‌تبع آن افزایش مقدار کلروفیل سیستم فتوسنتزی، افزایش راندمان فتوسنتزی، افزایش فعالیت آنزیم‌هایی چون نترات ریداکتاز، نیتروژناز، و گلوتامین سنتتاز در گیاهان می‌زبان است (۸). روستایی و فلاح (۴۴) در کشت مخلوط شنبلیله با سیاه‌دانه گزارش کردند که میزان کلروفیل a در کشت مخلوط و تحت تأثیر منابع کودی بیشتر از کشت خالص بوده است. براساس نتایج به‌دست آمده، در کشت مخلوط گاوآنه با جو گزارش شده است، که بیشترین مقدار کلروفیل مربوط به کشت مخلوط و کمترین مربوط به کشت خالص می‌باشد (۱۶).

کلروفیل b

بیشترین مقدار کلروفیل b سیاه‌دانه (۹/۴۰ میکروگرم در گرم وزن تر) و لوبیا (۱۳/۶۸ میکروگرم در گرم وزن تر) از نسبت

فسفات و دیمتیل آلیل پیروفسفات، نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد، از این رو هر عاملی که باعث افزایش جذب عناصر غذایی شود، در نهایت می‌تواند منجر به افزایش میزان اسانس گیاه نیز گردد (۴۲). تحقیقات قبلی نشان داده است که به هنگام استفاده از گیاهان تیره لگومینوز در سیستم‌های چندکشتی جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سطح مشخصی از زمین، بیشتر از مقدار جذب آنها توسط هریک از کشت‌های خالص است (۱۲). رضائی چپانه و همکاران (۴۰) در بررسی کشت مخلوط شنبلله با زنیان دریافتند که درصد اسانس در کشت مخلوط و همراه با کود بیشتر از کشت خالص بود و کشت ۴ ردیف زنیان و ۲ ردیف شنبلله بیشترین (۳/۴۷ درصد) اسانس نسبت به کشت خالص (۲/۱۷ درصد) را داشتند.

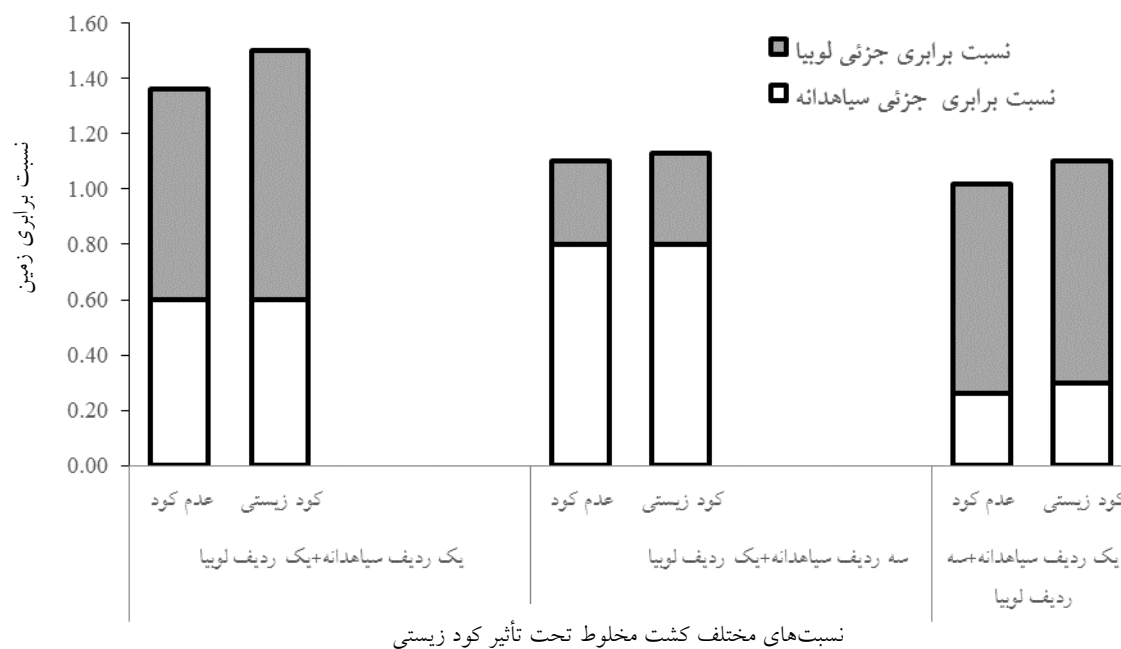
عملکرد اسانس

بیشترین عملکرد اسانس سیاه‌دانه (۵۱/۵ گرم در مترمربع) از کشت خالص همراه با کود زیستی و کمترین مقدار عملکرد اسانس سیاه‌دانه (۵۸/۰ گرم در مترمربع) از نسبت کاشت مخلوط ۷۵:۲۵ (سیاه‌دانه: لوبیا) بدون کاربرد کود زیستی به دست آمد. در کشت خالص همراه با کود زیستی ۵۰ درصد افزایش عملکرد اسانس نسبت به کشت خالص بدون کاربرد کود مشاهده شد. نسبت کاشت مخلوط ۷۵:۲۵ (سیاه‌دانه: لوبیا) بدون کاربرد کود نسبت به کشت خالص همراه با کود ۷۶ درصد کاهش عملکرد اسانس مشاهده شد (جدول ۴). یکی از دلایل افزایش عملکرد اسانس سیاه‌دانه در شرایط کشت خالص، بیشتر بودن عملکرد دانه می‌باشد، عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد، بنابراین، هرگونه افزایش در این دو مورد بر عملکرد اسانس مؤثر است. علی‌زاده و همکاران (۴) در کشت مخلوط نواری و ردیفی ریحان و لوبیا، نشان دادند که بالاترین عملکرد اسانس گیاهان دارویی ریحان از کشت خالص با کنترل علف هرز به میزان ۳۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است. رضوانی مقدم و مرادی (۴۱) نیز در مطالعه کشت مخلوط زیره سبز

توجه به نتایج بالا کشت مخلوط سبب افزایش کلروفیل a، b و کارتنوئید می‌شود. افزایش بیشتر نیتروژن به واسطه تثبیت زیستی گیاه لگوم (لوبیا) و رابطه مکملی مثبت ایجاد شده بین گیاه لوبیا و سیاه‌دانه در کشت مخلوط و همچنین طور فراهمی بیشتر نیتروژن در منابع کودی استفاده شده، و از طرفی نقش مهم نیتروژن بر فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و ساختار رنگریزه‌های فتوسنتزی موجب شده است که استفاده از سامانه کشت مخلوط و کود زیستی سبب افزایش کلروفیل و کارتنوئید را به دنبال داشته باشد (۴۸). در کشت بادام زمینی و ذرت، کشت مخلوط سبب افزایش کلروفیل اندام هوایی در هر دو گیاه نسبت به کشت گزارش شده است (۱۸). در کشت مخلوط شنبلله و سیاه‌دانه گزارش شده است که بیشترین میزان کارتنوئید نیز به تیمار یک ردیف سیاه‌دانه + دو ردیف شنبلله تحت سیستم آلی اختصاص داشت، اما تیمار تغذیه‌ای شیمیایی و تلفیقی ۲۷ و ۳۷ درصد کاهش نشان دادند (۴۴).

درصد اسانس سیاه‌دانه

بیشترین درصد اسانس سیاه‌دانه (۱/۲۶ درصد) از نسبت کاشت مخلوط ۵۰:۵۰ همراه با کود زیستی به دست آمد که ۲۸/۵ درصد افزایش درصد اسانس نسبت به کشت خالص بدون کود دیده می‌شود، کمترین مقدار درصد اسانس (۰/۹۰ درصد) مربوط به کشت خالص بدون کود بود (جدول ۴). افزایش درصد اسانس در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را می‌توان به افزایش فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت زیستی نیتروژن توسط لوبیا نسبت داد. از آنجا که نیتروژن یکی از عناصر غذایی مؤثر بر میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی گیاهان است (۱۱)، چنین به نظر می‌رسد که وجود شرایط مناسب برای رشد بوته‌های سیاه‌دانه از جمله فراهم شدن نیتروژن در شرایط مخلوط با لوبیا، باعث بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش میزان اسانس در مقایسه با کشت خالص شده است. از آنجا که اسانس‌ها ترکیب‌هایی ترپنوئیدی هستند و واحدهای سازنده آنها مانند ایزوپنتیل پیرو



شکل ۱. نسبت برابری زمین جزئی و نسبت برابری زمین کل برای عملکرد دانه لوبیا چیتی و سیاهدانه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط تحت تأثیر کود زیستی

باکتری‌های جنس ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسیدنیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین‌ها و جیبرلین‌ها دارند که در افزایش جذب ریشه نقش مفید و مؤثری دارند. گونه‌های مختلف جنس سودوموناس در کنترل قارچ‌های بیماری‌زا مؤثر بوده که از طریق سازوکارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد گیاه می‌گردد (۲۰ و ۱).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که عملکرد دانه سیاهدانه و لوبیا، عملکرد بیولوژیک لوبیا، عملکرد اسانس و روغن سیاهدانه، در کشت خالص همراه با مصرف کود زیستی کامل بیشتر از بقیه تیمارها

و شنبلیله مشاهده کردند که استفاده از کودهای زیستی در کشت مخلوط سبب افزایش عملکرد اسانس زیره سبز شده است.

نسبت برابری زمین

شکل ۱ نشان می‌دهد که بیشترین LER (نسبت برابری زمین) ۱/۵۰ مربوط به کشت ۵۰:۵۰ همراه با کود زیستی به دست آمده است که منجر به بهره‌وری ۵۰ درصدی از زمین زراعی شده است، علت برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به کشت خالص آنها می‌توان به اثرات مکمل آنها در استفاده بهینه از منابع نظیر نیتروژن، آب و به تبع آن کاهش تقاضا برای نهاده‌های خارجی نسبت داد. رضایی چپانه و همکاران (۳۸) در کشت مخلوط نخود با سیاهدانه گزارش کردند که بالاترین میزان LER مربوط به تیمار ۲۵ درصد نخود + ۷۵ درصد سیاهدانه می‌باشد. وجود باکتری سودوموناس در ترکیب مایه‌های تلقیح، نقش مؤثری در افزایش جذب نیتروژن در مرحله گل‌دهی، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و صفات مورفولوژیکی دارد.

نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه دو گونه گردید. بالاترین میزان (LER) در نسبت کاشت ۵۰:۵۰ همراه با کود زیستی کامل به دست آمد که نشان‌دهنده ۵۰ درصد افزایش سودمندی زراعی نسبت به کشت خالص دو گونه است و این تیمار می‌تواند برای ایجاد پایداری و ثبات تولید در افزایش درآمد اقتصادی (دانه، روغن و اسانس) و بهره‌وری استفاده از زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل ملاحظه‌ای مؤثر باشد. در نهایت با توجه به نتایج تحقیقات علمی حاکی از تأثیر منفی به‌کارگیری کودهای شیمیایی بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی و زراعی و آلودگی محیط زیست، به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای زیستی از جمله راهبردهای نیل به اهداف نظام‌های کم‌نهاد است که در سال‌های اخیر می‌تواند برای رفع این مشکلات مورد توجه قرار گیرد و جایگزینی مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشد.

است و درصد اسانس، کلروفیل a، و کارتنوئید سیاه‌دانه در کشت ۵۰:۵۰ همراه با کود زیستی بیشتر از بقیه تیمارها بود. به‌نظر می‌رسد دلیل برتری عملکرد (بیولوژیک، دانه و اسانس) کشت‌های مخلوط در برگ‌گیرنده لگوم و گیاه دارویی، افزایش دوام سطح برگ و کاهش رقابت درون گونه‌ای به‌دلیل عدم تداخل دو گونه در آشیان اکولوژیک همدیگر در مقایسه با کشت خالص هر جزء، بالا بودن میزان کلروفیل و در نتیجه آن افزایش راندمان فتوسنتزی گیاه و همچنین بهبود کارایی منابع قابل دسترس گیاه باشد. از طرفی، اثرات هم‌افزایی متقابل باکتری‌ها (ازتوباکتر، باسیلوس، سودوموناس) از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، افزایش حلالیت فسفات غیرمتحرک و کاهش pH خاک و تولید انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد، جذب عناصر غذایی را تحریک می‌کنند و با تأثیر روی فرآیندهای فتوسنتزی سبب بهبود اجزای عملکرد دانه و در

منابع مورد استفاده

1. Abdul-Jaleel, C., P. Manivannan, B. Sankar, A. Kishorekumar, R. Gopi and R. Panneerselvam. 2007. *Pseudomonas fluorescense* enhanced biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. *Colloids and Surface B: Biointerfaces* 60 (1): 7-11.
2. Akbari, P., A. Ghalavand and A. M. Modares. 2010. Effects of different nutrition systems (organic, chemical, integrated) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Iranian Journal of Food Science and Technology* 7 (3): 1-10. (In Farsi).
3. Alijani, M., M. Amini Dehaghi, M. A. Malboobi, M. Zahedi and S. A. M. Modares Sanavi. 2011. The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate bio-fertilizer (Barvar 2) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of (*Matricaria recutita* L). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 27 (3): 450-459. (In Farsi).
4. Alizadeh, Y., A. Koocheki and M. Nasiri Mahalati. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 7 (2): 541-553. (In Farsi).
5. Allahdadi, M., M. R. Shakiba, A. Dabbagh Mohammadi Nasab and R. Amini. 2013. Evaluation of yield and advantages of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) and calendula (*Calendula officinalis* L.) intercropping systems. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 23 (3): 47-58. (In Farsi).
6. Anandham, R., R. Sridar, P. Nalayini, S. Poonguzhali, M. Madhaiyan and T. Sa. 2007. Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and rhizobium. *Microbiological Research* 162 (2): 139- 153.
7. Baharlouie, S. 2013. The effect of competition on the nitrogen requirement of intercropping pea and canola plant. MSc. Thesis. University of Shahr e Kord, Shahr e Kord, Iran. (In Farsi).
8. Brito, I., M. J. Goss, M. de Carvalho, D. van Tuinen and P. M. Antunes. 2008. Agronomic management of indigenous mycorrhizas. pp. 375-402. In: A. Varma (Ed.), *Mycorrhiza*. Springer-Verlag, Germany.
9. Clevenger, J. F. 1928. Apparatus for determination of volatile oil. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 17: 345-349.
10. Daneshnia, F., A. Amini and M. R. Chaichi. 2015. Berseem clover quality and basil essential oil yield in intercropping system under limited irrigation treatments with surfactant. *Agricultural Water Management* 164: 331-339.
11. Ekrena, S., C. Sonmez, E. Ozcakil, Y. S. K. Kurttas, E. Bayram and H. Gurgulu. 2012. The effect of different

- irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural Water Management* 109: 155-161.
12. Eskandari, H. and A. Ghanbari. 2010. Evaluation of competition and complementarity of corn (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna sinensis* L.) intercropping for nutrient consumption. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 21(2): 67-75. (In Farsi).
 13. Franco, J. G., S. R. King, J. G. Masabni and A. Volder. 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 203: 1–10.
 14. Ghilavizadeh, A., M. Taghi Darzi and M. Haj Seyed Hadi. 2013. Effects of biofertilizer and plant density on essential oil content and yield traits of ajowan (*Carum copticum* L.). *Middle-East Journal of Scientific Research* 14(11): 1508-1512.
 15. Ghosh, P. K., A. K. Tripathi, K. K. Bandyopadhyay and M. C. Manna. 2009. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. *European Journal of Agronomy* 31(1): 43-50.
 16. Hamzei, J. 2012. Evaluation of yield, SPAD Index, landuse efficiency and system productivity index of barley (*Hordeum vulgare* L.) intercropped with bitter vetch (*Vicia ervilia* L.). *Journal of Crop Production and Processing* 4: 79-92. (In Farsi).
 17. Haugaard-Nielsen, H., P. Ambus and E. S. Jensen. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weed in pea–barley intercropping. *Field Crops Research* 70: 101-109.
 18. Inal, A., A. Gunes, F. S. Zhang and I. Cakmak. 2007. Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. *Plant Physiology and Biochemistry* 45(5): 350-356.
 19. Jahan, M., M. Aryaee, M. Amiri and H. Ehyae. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on quantitative and qualitative characteristics of (*Sesamum indicum* L.) with application of cover crops of *Lathyrus* sp. and Persian clover (*Trifolium resopinatum* L.). *Journal of Agroecology* 5(1): 1-15. (In Farsi).
 20. Kader, M. A. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculants on the yield nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Sciences* 2: 259-261.
 21. Koocheki, A., M. Nasiri mahallati, Z. Borumand Razazade, M. Jahani and L. Jafari. 2014. Yield responses of black cumin (*Nigella sativa* L.) to intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.) and bean (*Phaseoluse vulgaris* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 12 (1): 1-8. (In Farsi).
 22. Leal, F., A. Rodrigues, D. Fernandes, F. M. Nunes, J. Cipriano, J. Ramos, S. Teixeira, S. Vieira, L. M. Carvalho and O. Pinto-Carnide. 2009. Invitro multiplication of *Calendula arvensis* for secondary metabolites extraction. *Acta Horticulturae* 812: 251-256.
 23. Lichtenthaler, H. K. and C. Buschmann. 2001. Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristics of high-light and low-light plants and of sun and shade leaves. *Journal of the International Society of Photosynthesis Research* 2: 115-141.
 24. Majnoon Hosseini, N. and S. Davazdahemami. 2007. Cultivation and Production of Certain Herbs and Spices. University of Tehran Press. Tehran. (In Farsi).
 25. Mardani, F. and H. Balouchi. 2015. Effect of intercropping on the yield and some quantitative and qualitative traits of Fenugreek and Anise. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 25(2): 1-16. (In Farsi).
 26. Marzban, Z., M. R. Ameriyan and M. Mamarabadi. 2014. Responses of agronomic characteristics of maize and cowpea to mycorrhiza and mesorrhizobial bacteria in intercropping. *Journal of Crop Ecophysiology* 8(2): 165-179. (In Farsi).
 27. Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Press. Tehran. (In Farsi).
 28. Mosavian, S., SH. Lorzadeh, F. Ebrahimpour and A. Chaab. 2011. Effect of nitrogen and intercropping ratios on grain yield and some morphological traits of corn and sunflower in North Khouzestan. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(4): 708-716. (In Farsi).
 29. Neamatollahi, E., M. R. Jahansuz, D. Mazaheri and M. Bannayan. 2013. Intercropping. In: E. Lichtfouse, (Ed.), Sustainable Agriculture Reviews. Springer-Verlag, Germany.
 30. Nezami, A. and A. A. R. Bagheri. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: I- phenology and morphology. *Iranian Journal of Field Crops Research* 3(1): 143-155. (In Farsi).
 31. Omidbaigi, R. 1995. Approaches to the Production and Processing Plants Dosage. Vol 1. Tehran -NASHR. Tehran. (In Farsi).
 32. Parsa, M. and A. Bagheri. 2008. Pulses. Ferdowsi University of Mashhad Press. Mashhad. (In Farsi).
 33. Peix, A., A. A. Rivas-Boyer, P. F. Mateos, C. Rodriguez-Barrueco, E. Martinez-Molina and E. Velazquez. 2001. Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of *Mesorhizobium mediterraneum* under growth chamber conditions. *Soil Biology and Biochemistry* 33(1): 103-110.
 34. Postini, K., A. Marda, M. Zavareh and M. Madah Hosseini. 2005. The crop yield, physiology and processes. Tehran University Press, Tehran. (In Farsi).
 35. Ranjbar, F., A. Koocheki and M. Nasiri Mahallati. 2012. Evaluation of seed yield, yield and yield of sesame oil in

- different combinations of intercropping. In: Proceeding of the Second National Conference on New Achievements in the Production of Oil Crops, Islamic Azad University Bojnood, Bojnood, Iran, pp 1-4. (In Farsi).
36. Rathee, P. S., S. H. Mishra and R. Kaushal. 1982. Antimicrobial activity of essential oil, fixed oil and unsaponifiable matter of (*Nigella sativa* L.). *Indian Journal of Pharmacological Sciences* 44: 8-10.
 37. Rezaei Chiyaneh, E. 2016. Intercropping of flax seed (*Linum usitatissimum* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under foliar application of iron nano chelated and zinc. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 26(1): 39-56. (In Farsi).
 38. Rezaei Chiyaneh, E. and E. Gholinezhad. 2015. Study of agronomic characteristics and advantage indices in intercropping of additive series of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Black Cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agroecology* 7(3): 381-396. (In Farsi).
 39. Rezaei Chiyaneh, E., A. Pirzad and A. Farjami. 2014. Effect of nitrogen, phosphorus and sulfur supplier bacteria on seed yield and essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 24(4): 72-83. (In Farsi).
 40. Rezaei chiyaneh, E., E. Tajbakhsh, M. O. Valizadegan and F. Banaei. 2014. Evaluation of different intercropping patterns of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and lentil (*Lens culinaris* L.) in double crop. *Journal of Agroecology* 5(4): 462-473. (In Farsi).
 41. Rezvani Moghaddam, P. and R. Moradi. 2012. Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of cumin and fenugreek. *Iranian Journal of Field Crop Science* 43(2): 217-230. (In Farsi).
 42. Rezvani Moghaddam, P., A. Ghafari, S. Bakhshae and L. Jafari. 2013. The effect of organic and biofertilizers on some quantitative characteristics and essential oil content of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Agroecology* 5(2): 105-112. (In Farsi).
 43. Rezvani Moghaddam, P., M. Amiri and H. Ehyae. 2015. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) with Emphasize on Environmental Friendly operations. *Iranian Journal of Field Crops Research* 13(1): 34-42. (In Farsi).
 44. Rostaei, M. and S. Fallah. 2016. Assessment of canopy characteristics and essential oil yield of fenugreek and black cumin in intercropping under application of organic and chemical fertilizer. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 25(4): 1-23. (In Farsi).
 45. Saleem, R., I. A. Zammurad, M. Ahmed, A. Muhammad, A. M. Muhammad, S. Muhammad and A. K. H. Muhammad. 2011. Response of maize-legume intercropping system to different fertility sources under rained conditions. *Sarhad Journal of Agriculture* 27(4): 503- 511.
 46. Safikhani, S., M. R. Chaichi and A. Pour Babaei. 2013. The effects of different N fertilizers (Chemical, Biological and Integrated) on forage quality of berseem clover in an intercropping system with Basil. *Iranian Journal of Field Crop Science* 44(2): 237-248. (In Farsi).
 47. Samarbakhsh, S., F. Rejali, M. R. Ardakani, F. PakNejad and M. Miransari. 2009. The combined effect of fungicides and arbuscular mycorrhiza on corn (*Zea mays* L.) growth and yield under field conditions. *Journal of Biological Sciences* 9 (1): 372- 76. (In Farsi).
 48. Zhang, F. and L. Li. 2003. Using competitive and facilitative interaction in intercropping systems enhances crops productivity and nutrient-use efficiency. *Journal of Plant and Soil Research* 248: 305-312.

Studying the Allelopathic Effects of Aqueous Extract and Decay Duration of Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) Organs on the Germination and Growth Characteristics of Watermelon (*Citrullus lanatus* L.)

H. Hammami^{1*}, A. Azadi² and R. Sadrabadi Haghighi³

(Received: January 9-2017; Accepted: August 30-2017)

Abstract

To evaluate the allelopathic potential effects of giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) organs on seed germination and seedling growth characteristics of watermelon (*Citrullus lanatus* L.), two experiments were carried out separately as a factorial in a complete randomized design with 4 replications; this study was carried out at Research Laboratory of Weed and Research Greenhouse of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in 2014. The first experiment was performed in Petri dishes; it consisted of the giradol organs extract at 4 levels (root, stem, leaf and total plant without inflorescence) and their aqueous extract concentrations at 11 levels (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10%); the second experiment was performed in the pots consisting of giradol organs at 4 levels (root, stem, leaf and total plant without inflorescence) and decay durations at 8 levels (0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 decay days in control). The concentration of the aqueous extract had a significant effect on all germination traits. The watermelon seedling growth and organ type had a significant effect on all traits except the mean germination time, root dry weight, and total biomass. The maximum effect of the extract on the measured traits was related to the highest concentration. In comparison with the control, germination percentage, germination rate, seed vigor, root length, stem length, root length/stem length ratio, root and shoot dry weight, and the seedling total weight were reduced by 67.42, 68.62, 85.08, 64.31, 51.27, 29.27, 71.67, 76.88 and 68.83 %, respectively. Also, the average time needed for the 50% germination was increased by 13.63%. The most and least inhibitory effects were in the leaf type and root extract, respectively. Decay duration, type of plant organs, and their interactions had a significant effect on the dry weight produced by watermelon. Even though increasing decay duration to 60 days led to decrease in the dry weight but decay durations of greater than 60 days exhibited a smaller decrease in dry weight. Overall, the results of these two experiments showed that the aqueous extract and the residue of decayed leaves had the most significant effect on germination, seedling growth, and dry weight. Therefore, management and control are necessary to reduce the potentially harmful allelopathic impacts of giradol on watermelon plants.

Keywords: Decay duration, Germination percentage, Leaf, Means of germination time, Root.

1. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, South Khorasan Province, Birjand, Iran.

2, 3. MSc. Student and Professor, Respectively, Agronomy and Plant Breeding Department, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

*. Corresponding Author, Email: hhammami@Birjand.ac.ir