ارزیابی عملکرد، شاخص SPAD، کارایی استفاده از زمین و شاخص بهره‌وری سیستم در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare*) و گاودانه (*Vicia ervilia*)

جواد حمزه‌ئی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲۳)

چکیده

آزمایش حاضر با هدف بررسی امکان کشت مخلوط افزایشی جو و گاودانه، به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت‌های خالص جو (۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع) و گاودانه (۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) به همراه ترکیب فاکتوریل کاملی از کشت‌های خالص دو گونه بود. نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر تعداد دانه در سنبله، کلروفیل برگ پرچم و عملکردهای دانه و بیولوژیک جو معنی‌دار شد. اثر متقابل نیز فقط بر عملکردهای دانه و بیولوژیک جو معنی‌دار شد. بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۲/۲۵ عدد) و کلروفیل برگ (۴۳/۳۸ اسپاد) به ترتیب در تراکم‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ بوته جو در مترمربع به دست آمد. هم‌چنین، بیشترین ارتفاع بوته (۴۳/۸ سانتی‌متر) و تعداد دانه در سنبله جو (۲۲/۷۸ عدد) و کمترین میزان این صفات (به ترتیب ۳۲/۹ سانتی‌متر و ۱۷/۲۲ عدد) به ترتیب در کشت خالص و تداخل ۶۰ بوته در مترمربع گاودانه با جو حاصل شد. تراکم ۴۰۰ بوته جو در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (به ترتیب ۲۸۸ و ۵۶۴ گرم در مترمربع) را تولید کرد که با مقادیر به دست آمده در تیمار ۳۰۰ بوته در مترمربع (به ترتیب ۲۶۰ و ۵۵۵ گرم در مترمربع) اختلاف معنی‌دار نداشتند. در مورد گاودانه نیز بیشترین میزان ارتفاع بوته (۲۰ سانتی‌متر) و کلروفیل برگ (۴۶/۸۳ اسپاد) در تیمار تداخل ۴۰۰ بوته جو با گاودانه و بیشترین میزان غلاف در بوته (۹/۲۲ عدد) در کشت خالص گاودانه دیده شد. تراکم ۶۰ بوته گاودانه در مترمربع نسبت به تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته، برتری داشت. بیشترین نسبت برابری زمین(LER=۱/۸۱) و شاخص بهره‌وری سیستم (SPI=۴۵۲۶) در کشت مخلوط ۳۰۰ بوته جو با ۲۰ بوته در مترمربع گاودانه به دست آمد. بنابراین به نظر می‌رسد که ترکیب کشت مخلوط ۲۰ بوته در مترمربع گاودانه با ۳۰۰ بوته جو در مترمربع برای کسب حداکثر عملکرد و درآمد مناسب‌تر از کشت تنهای جو باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، نسبت برابری زمین، کلروفیل، سیستم چند کشتی

۱. استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j.hamzei@basu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]

مقدمه

گاودانه (*Vicia ervilia*) یکی از لگوم‌های دانه‌ای و بسیار قدیمی در منطقه مدیترانه است که سابقه کشت حدود ۱۰۰۰۰ ساله دارد. این گیاه به منظور استفاده از دانه و علوفه خشک کشت می‌شود (۱ و ۲۸). دانه‌های گاودانه از پتانسیل بالایی در تغذیه نشخوارکنندگان به عنوان یک منبع سرشار از انرژی و پروتئین برخوردار است (۱۲، ۲۷ و ۳۳). میزان پروتئین خام دانه‌های گاودانه در حدود ۲۸/۵-۲۲ درصد و میزان انرژی متابولیسم آن در حدود ۱۸/۲ مگاژول بر کیلوگرم گزارش شده است (۱۲ و ۲۸). این گیاه در هر نوع خاکی رشد می‌کند. ولی بیشترین موفقیت تولید آن در خاک‌های متوسط (لوم) با زه‌کشی مناسب، خنثی یا قلیایی می‌باشد. محدوده اسیدیته مناسب خاک برای این گیاه بین ۶ تا ۸/۲ متغیر است. گاودانه می‌تواند به راحتی و با کمترین تأثیر بر گیاهی که با آن در تناوب قرار می‌گیرد، در تناوب با غلات و به جای آیش قرار گیرد (۲۳). در مناطقی از شمال آفریقا و لبنان که تک‌کشتی جو باعث فقر خاک و کاهش عملکرد محصول شده بود، با تناوب لگوم‌ها، از جمله ماشک و گاودانه، عملکرد در مجموع دوره تناوب نسبت به دوره تک کشتی افزایش یافته است (۳۴).

کشت مخلوط، کاشت دو یا چند گیاه زراعی در یک قطعه زمین است که اغلب از نظر میزان و تنوع محصول تولیدی نسبت به تک کشتی برتری دارد (۳۲). دلیل اصلی افزایش محصول تولیدی در کشت مخلوط، بالا بودن کارایی استفاده از منابع محدود آب و عناصر غذایی، کاهش رشد علف‌های هرز (۷) و کاهش خسارات ناشی از آفات و بیماری‌ها (۲۹) گزارش شده است. چند کشتی به عنوان یکی از روش‌های خاص کشاورزی پایدار در نظر گرفته شده است. زیرا تنوع یکی از مهم‌ترین اجزای یک نظام با ثبات و پایدار کشاورزی است. چنین نظامی شرایط بهینه‌ای را برای مدیریت آفات، چرخش عناصر غذایی، استفاده بهینه از منابع و افزایش عملکرد فراهم می‌کند (۲۹). عملکرد در سیستم‌های کشت مخلوط بستگی به گونه‌های ترکیب شونده، نسبت‌های مختلف و تراکم بوته در واحد سطح دارد (۲۵). افزایش عملکرد ناشی از کشت مخلوط (۳، ۹، ۱۰ و ۱۷)، عمدتاً به وجود آثار تکمیلی، بهبود کارایی استفاده از منابع و اثر بافری کشت‌های مخلوط در مقابل بیماری‌ها و علف‌های هرز مربوط می‌شود (۳ و ۳۲).

برای توسعه سیستم‌های تولید پایدار غذا، به ویژه در سیستم‌های زراعی که با محدودیت ورود نهاده‌های خارجی روبرو هستند، کشت‌های مخلوط در برگیرنده غلات و لگوم‌ها بسیار مهم به شمار می‌روند (۷ و ۱۰). در مطالعات پیشین، کشت مخلوط غله- لگوم به دلیل افزایش عملکرد و پایداری بیشتر آن و هم‌چنین کاهش خطرات احتمالی که اغلب در تک‌کشتی‌ها اتفاق می‌افتد، مورد مطاله قرار گرفته است (۱۴، ۱۷ و ۳۰). یکی از مزایای کشت مخلوط غله- لگوم توانایی اجزای تشکیل‌دهنده کشت مخلوط در استفاده از منابع متفاوت نیتروژن می‌باشد (۶ و ۳۲). هم‌چنین، نتایج بسیاری از آزمایش‌ها مؤید این است که زمانی که اجزای تشکیل‌دهنده کشت مخلوط یک لگوم به همراه یک غله بوده، عملکرد سیستم نسبت به تک‌کشتی برتری داشته است (۴ و ۲۱). برزگری و همکاران (۵) نیز از برتری کشت مخلوط ذرت و سویا براساس نسبت برابری زمین (Land equivalent ratio)(LER) و افزایش عملکرد کیفی گزارش دادند. به طور کلی، در مخلوط‌های غله- لگوم، هدف اصلی کسب عملکرد غله و اضافه محصول از لگوم همراه است. هر چند ممکن است غلات در مقایسه با لگوم‌ها رقیب قوی‌تری در جذب نیتروژن معدنی موجود در خاک باشند، ولی لگوم‌ها به شرط وجود باکتری مخصوص در خاک قادر به تثبیت بیولوژیک نیتروژن هستند. بنابراین، استفاده تکمیلی توسط گیاهان از چنین منابع مورد نیاز در رشد، در سیستم‌های کشاورزی کم نهاده، مهم به نظر می‌رسد (۱۱). معیارهای بسیاری برای ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی استفاده شدند (۱۶). ولی استفاده از شاخص LER بسیار مرسوم است (۳۲). شاخص دیگری که معمولاً در ارزیابی سیستم‌های کشت مخلوط کاربرد دارد، شاخص بهره‌وری سیستم (System productivity index)(SPI) است

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]

که به صورت استانداردسازی عملکرد گیاه ثانوی برحسب گیاه اولیه یا گیاه اصلی عمل می‌کند (۲۴). با استناد به سودمندی کشت مخلوط که توسط مطالعات پیشین تأیید شده، ممکن است این امر، یعنی استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط، یک فرصت استثنایی در سیستم‌های زراعی، به ویژه در مقابل افزایش روزافزون جمعیت و کاهش زمین‌های زراعی، باشد. در سال‌های اخیر، عمده تحقیقات انجام گرفته در زمینه کشت مخلوط، در برگیرنده غلات و لگوم‌های دانه‌ای بوده و تحقیقی در زمینه کشت مخلوط غلات با گاودانه لااقل در ایران صورت نگرفته است. بنابراین، هدف مطالعه حاضر ارزیابی عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص SPAD، کارایی استفاده از زمین و شاخص بهره‌وری سیستم در اجتماع گیاهی جو و گاودانه و در صورت امکان کشت مخلوط آنها در منطقه همدان بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا واقع در دستجرد همدان (طول جغرافیایی '۳۱ °۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی '۱ °۳۵ شمالی و ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا) اجرا گردید. خاک محل اجرای آزمایش دارای ماده آلی ناچیز (در حدود ۰/۷۴ درصد) با اسیدیته ۷/۴۵ بوده و جزو خاک‌های لوم رسی محسوب می‌شود. زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل زیر کشت سیر قرار داشت. زمین مورد نظر پس از برداشت سیر در پاییز سال ۱۳۸۷، با گاوآهن برگردان‌دار شخم عمیق خورده بود. عملیات آماده‌سازی زمین برای کاشت در اوایل بهار سال ۱۳۸۸ توسط دیسک و کولتیواتور صورت گرفت. جو مورد استفاده در این آزمایش رقم والفجر بود و بذر گاودانه نیز از کشاورزان محل تهیه شد. در کشت مخلوط جو- گاودانه، تفاوت‌های فیزیولوژیک، مورفولوژیک، ارتفاع و سیستم ریشه‌ای می‌توانند قدرت بهره‌برداری سیستم را از منابع آب و عناصر غذایی خاک افزایش داده و عملکرد سیستم را بهبود بخشند. به نظر می‌رسد که جو با برخورداری از اجازه نفوذ نور به داخل کانوپی، مقدار نور مورد نیاز برای رشد گاودانه را فراهم خواهد کرد. از طرفی، جو با توجه به ساختار سیستم ریشه‌ای خود، در جذب نیتروژن موفق‌تر از گاودانه عمل می‌کند. ولی چون گاودانه در شرایط مناسب قادر به تثبیت نیتروژن است، بنابراین تصور بر این است که می‌تواند با تثبیت نیتروژن، نقش حمایتی و تقویتی خود را در مراحل رشد ایفا کند.

آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص جو در تراکم‌های ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع، کشت خالص گاودانه در تراکم‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع و کشت مخلوط شامل ترکیب کاملی از تیمارهای کشت خالص بودند. بنابراین، در طراحی کشت مخلوط از روش افزایشی استفاده شد. از این رو، هر بلوک دربرگیرنده ۱۵ واحد آزمایشی شامل ۶ کشت خالص برای دو گونه جو و گاودانه و ۹ ترکیب کشت مخلوط با تراکم‌های مختلف دو گونه مورد نظر (۲۰۰ جو:۲۰ گاودانه، ۲۰۰ ج:۴۰ گ، ۲۰۰ ج:۶۰ گ، ۳۰۰ ج:۲۰ گ، ۳۰۰ ج:۴۰ گ، ۳۰۰ ج:۶۰ گ، ۴۰۰ ج:۲۰ گ، ۴۰۰ ج:۴۰ گ و ۴۰۰ ج:۶۰ گ) بود. بنابراین، کشت‌های خالص هر گونه به تنهایی و هم‌چنین به صورت ترکیب با سه تراکم گونه دیگر مورد بررسی قرار گرفتند. هر واحد آزمایشی به ابعاد ۵×۳ متر بود. در کشت‌های خالص هر گونه، در هر واحد آزمایشی ۱۰ ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر در نظر گرفته شد و در کشت‌های مخلوط، بذرهای گونه مورد نظر در بین ردیف‌های گونه قبلی کشت شدند. بین کرت‌های موجود در هر بلوک و بین خود بلوک‌ها به ترتیب فواصل یک و دو متری در نظر گرفته شد. عملیات کاشت هر دو گونه به طور همزمان و در ۱۵ فروردین ماه ۱۳۸۸ انجام گرفت و در مدت زمان اجرای آزمایش کنترل علف‌های هرز و آبیاری مزرعه برحسب نیاز گیاه زراعی اصلی(جو) انجام گرفت. پس از رسیدگی محصول، از واحدهای آزمایشی برای تعیین برخی شاخص‌های زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد جو و گاودانه نمونه‌برداری به عمل آمد. صفات مورد بررسی جو عبارت بودند از: ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]

دانـه، عملکـرد دانـه، عملکـرد بیولوژیـک، شـاخص برداشـت، کلروفیل برگ پرچم و درصد پوشش سبز. درصد پوشـش سـبز در مرحله گل‌دهی و با استفاده از یک چهارچوب مخصوص بـه طول ۱۰۰ و عرض ۵۰ سانتی‌متر، که داخل آن به ۱۰۰ قـسمت مساوی تقسیم شده بود، اندازه‌گیـری شـد. بـرای انـدازه‌گیـری درصد پوشش سبز، از بالا به طور عمودی تک تـک خانـه‌هـای داخل چهارچوب بررسی شد و خانه‌هایی که حداقل نصف آنها با پوشش سبز گیاه پر شده بود، شمارش و مجموع آنها به عنوان درصد پوشش سبز منظور گردید. میزان کلروفیل برگ پرچم نیز در مرحله گل‌دهی و با دستگاه SPAD۵۰۲ اندازه‌گیری شـد. در مورد گاودانه نیز ارتفاع بوته، تعـداد غـلاف در بوتـه، عملکـرد دانه، عملکرد بیولوژیک و کلروفیل بـرگ مـورد انـدازه‌گیـری و ارزیابی قرار گرفتند.

هم‌زمانی در رسیدگی جو و گاودانه وجود داشت. به طوری که نمونه‌برداری از هر دو گونه گیاهی در هفتـه اول مـرداد مـاه ۱۳۸۸ به منظور تعیین عملکرد انجام گرفت. جو به عنـوان گیـاه اصلی و گاودانه به عنوان جزء مخلوط در نظر گرفته شد. بـرای تعیین عملکردهای جو و گاودانه، نمونه‌های بذر مربوط بـه هـر واحد آزمایشی جـو و گاودانـه بـه ترتیـب بـا ۱۴ و ۱۲ درصـد رطوبت توزین و عملکرد آنهـا در واحـد سـطح محاسـبه شـد. سپس با استفاده از روابط زیر عملکرد دانه گاودانه در هر واحـد آزمایشی به عملکرد معادل جو در کـشت مخلـوط تبـدیل شـد (۲):

$$EY_i = Y_b + EY_{bv} \quad [۱]$$

$$EY_{bv} = Y_v \times (P_1 / P_2) \quad [۲]$$

که EY_i عملکرد معادل جو در سیستم کشت مخلـوط (kg/ha)، Y_b عملکرد جو (kg/ha)، EY_{bv} عملکـرد گاودانـه معـادل جـو (kg/ha)، Y_v عملکـرد دانـه گاودانـه (kg/ha)، P_1 قیمـت بـذر گاودانـه (4500 Rials/kg) و P_2 قیمـت جـو (۳۲۰۰Rials/kg) است. نـسبت برابـری زمـین (LER) بـا اسـتفاده از رابطـه زیـر محاسبه شد (۳۲):

$$LER = (Yij / Yii) + (Yji / Yjj) \quad [۳]$$

که Y_{ii} و Y_{jj} به ترتیب عملکرد گونه‌های i و j در کشت خالص و Y_{ij} و Y_{ji} به ترتیب عملکرد گونه‌های i و j در کشت مخلـوط است. شاخص بهره‌وری سیستم (SPI) با استفاده از رابطـه زیـر محاسبه گردید (۲۴):

$$SPI = (S_b / S_v) \times Y_v + Y_b \quad [۴]$$

که S_b و S_v به ترتیب عملکرد متوسط جو و گاودانـه در کـشت خالص و Y_b و Y_v به ترتیب عملکرد متوسط جو و گاودانـه در کشت مخلوط است. تجزیه واریانس داده‌ها براسـاس نـرم‌افـزار آماری SAS صورت گرفت. برای مقایسه میانگین اثر متقابـل از نرم‌افزار MSTATC و برای رسم شـکل‌هـا از نـرم‌افـزار Excel بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

صفات گیاه جو

الف) ارتفاع بوته، کلروفیل برگ پرچم و درصد پوشش سبز

نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، کلروفیل برگ پرچم و درصد پوشش سبز جو در کشت مخلوط با گاودانه در جدول ۱ آورده شده است. ارتفاع بوته جو تحت تأثیر تراکم‌های مختلـف جو قرار نگرفت. اثر متقابل نیز از نظر این ویژگی معنی‌دار نشد. ولی اثر تراکم‌های مختلف گاودانه بر ارتفاع بوته جـو در سـطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها حاکی از این است که بین کشت خالص جـو و تـراکم‌هـای گاودانـه در کشت مخلوط، اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته جو وجود دارد (شکل ۱). به طوری که بیـشترین ارتفـاع بوتـه بـه کـشت خالص جو تعلق داشت و تیمارهای تراکم‌های مختلف گاودانـه از این نظر در رتبه بعدی قرار گرفتند. ایـن اخـتلاف از رقابـت برون گونه‌ای ناشی می‌گردد که موجب کاهش ارتفاع بوتـه جـو می‌شود. به عبارت دیگر، در کشت مخلوط، گیاهی که از ارتفاع بالاتری برخوردار است قدرت رقابتی بالاتری داشته و در کسب نور نیز مشکل چندانی نخواهد داشت و رقابت گونه مجاور بـر سر سایر منابع مورد نیاز رشـد (آب و مـواد غـذایی) منجـر بـه

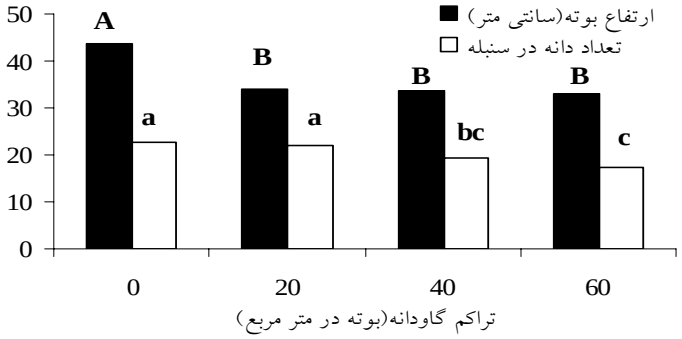
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی جو در کشت مخلوط جو و گاودانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	کلروفیل برگ پرچم	درصد پوشش سبز	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۹۷/۴*	۹/۲^{ns}	۲۴۰*	۱۸/۸^{ns}	۸/۵^{ns}	۱۹۳۳*	۲۴۵^{ns}	۶۶/۲^{ns}
تراکم جو(A)	۲	۵/۵^{ns}	۴۸/۳**	۷۴۳**	۴۴/۱*	۲۱/۶^{ns}	۷۲۰۲**	۱۱۶۲۶**	۵۸/۲^{ns}
تراکم گاودانه(B)	۳	۲۳۷/۴**	۷۵/۴**	۱۲۴۲**	۵۷/۲**	۱۳/۷^{ns}	۴۹۸۳**	۱۳۴۹۴**	۲۷/۲^{ns}
A×B	۶	۲۲/۷^{ns}	۸/۰^{ns}	۱۷^{ns}	۷/۱^{ns}	۲۴/۰^{ns}	۱۴۰۷*	۶۸۲۸*	۱۰/۹^{ns}
خطای آزمایش	۲۲	۱۸/۱	۴/۲	۴۴	۹/۵	۳۵/۶	۵۴۸	۲۸۶۲	۶۳/۶

**، * و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار



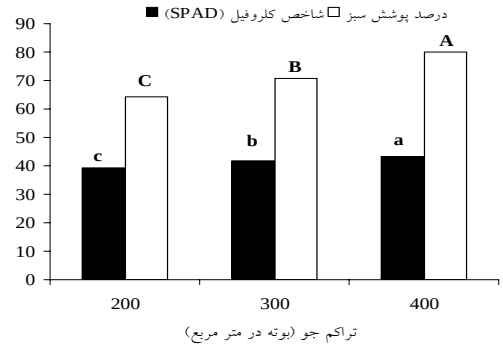
شکل ۱. ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله جو در تراکم‌های مختلف گاودانه

کاهش رشد و ارتفاع بوته گیاه پابلند می‌شود (۲۲). راعی (۲۶) نیز در بررسی کشت مخلوط سورگم و شبدر برسیم، بالا بودن ارتفاع سورگم در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط را گزارش کرده است.

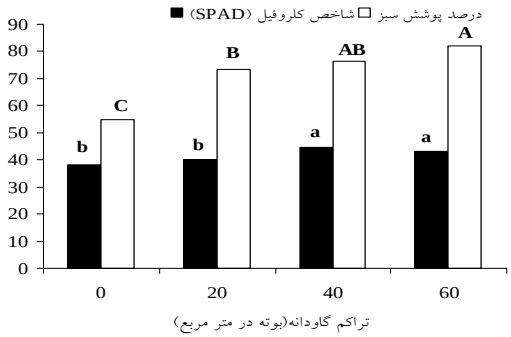
کلروفیل برگ پرچم جو در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تراکم‌های مختلف جو قرار گرفت (جدول ۱). به طوری که با افزایش تراکم جو از ۲۰۰ به ۴۰۰ بوته در مترمربع، میزان کلروفیل برگ پرچم افزایش یافت. کمترین و بیشترین میزان کلروفیل برگ به ترتیب در تراکم‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع دیده شد (شکل ۲). براساس نتایج به‌دست‌آمده، اثر تراکم گاودانه نیز بر کلروفیل برگ جو در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). به طوری که کمترین میزان کلروفیل بدون اختلاف معنی‌دار به کشت خالص و کشت مخلوط جو با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع گاودانه تعلق گرفت. درحالی‌که سایر تیمارهای کشت مخلوط (کشت مخلوط جو با تراکم‌های ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع گاودانه) همواره دارای میزان کلروفیل بیشتر از کشت خالص جو بودند (شکل ۳). به نظر می‌رسد دلیل برتری کشت‌های مخلوط در برگیرنده لگوم و غلات، بالا بودن شاخص کلروفیل و در نتیجه آن افزایش راندمان فتوسنتزی گیاه و هم‌چنین بهبود کارایی مصرف نیتروژن باشد. نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های لی و همکاران (۱۹) هماهنگ است. هم‌چنین، قوش و همکاران (۱۳) در ارزیابی کشت مخلوط سویا و سورگوم اظهار داشتند که میزان کلروفیل برگ سورگوم در تراکم‌های بالای کشت خالص و در تمامی تیمارهای کشت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]



شکل ۲. شاخص کلروفیل (SPAD) و درصد پوشش سبز جو در تراکم‌های مختلف جو



شکل ۳. شاخص کلروفیل (SPAD) و درصد پوشش سبز جو در تراکم‌های مختلف گاودانه

مخلوط نسبت به تک‌کشتی آن بیشتر بوده و علت این امر را به سایه‌اندازی گیاهان روی همدیگر و نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم در کشت مخلوط نسبت دادند. از این رو، به نظر می‌رسد که در پژوهش حاضر نیز به موازات افزایش تراکم در کشت‌های خالص و مخلوط، به دلیل افزایش سایه‌اندازی در کانوپی و احتمالاً تثبیت نیتروژن توسط گاودانه و از طرفی دیگر به دلیل استفاده بهینه و بالاتر جو از نیتروژن موجود در خاک، میزان کلروفیل برگ افزایش یافته است.

تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر تراکم‌های مختلف جو بر درصد پوشش سبز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها نیز مؤید این بود که با افزایش تراکم جو از ۲۰۰ بوته به ۴۰۰ بوته در مترمربع، درصد پوشش سبز به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۲). می‌توان چنین اظهار داشت که با افزایش تراکم گیاهی، درصد پوشش سبز افزایش یافته و در نتیجه افزایش جذب تشعشع خورشیدی میزان محصول تولیدی در واحد سطح افزایش می‌یابد. پیشتر از این نیز گزارش شده است که بین درصد پوشش گیاهی و دریافت نور رابطه مستقیم وجود دارد (۸). هم‌چنین، درصد پوشش سبز جو در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تراکم‌های مختلف گاودانه قرار گرفت (جدول ۱). به طوری که براساس مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳)، درصد پوشش سبز در کشت خالص جو همواره کمتر از کشت‌های مخلوط با گاودانه بود. بیشترین درصد پوشش سبز در کشت مخلوط جو با تراکم ۶۰ بوته گاودانه در مترمربع به دست آمد. ولی از نظر آماری بین تراکم‌های ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع گاودانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. محققین، بالا بودن کارایی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را به بالا بودن درصد پوشش سبز و راندمان مصرف نور نسبت داده‌اند (۸).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]

ب) عملکرد و اجزای عملکرد دانه

اثر تراکم‌های مختلف جو و گاودانه بر تعداد دانه در سنبله جو به ترتیب در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در سنبله جو در تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع حاصل شد و با افزایش تراکم جو تعداد دانه در سنبله به طور معنی‌داری کاهش یافت. بین تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در واحد سطح از نظر این ویژگی تفاوتی وجود نداشت (شکل ۴). دلیل این امر می‌تواند کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی در تراکم‌های زیاد، افزایش رشد رویشی و در نتیجه عدم تغذیه کافی اندام‌های زایشی باشد. آگگنهو و همکاران (۲) در کشت مخلوط جو و باقلا و تسوبو و واکر (۳۰) در کشت مخلوط لوبیا و ذرت به نتایج مشابهی دست یافتند. بین کشت خالص و کشت‌های مخلوط از نظر تعداد دانه در سنبله تفاوت وجود داشت (شکل ۱). به طوری که بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله به ترتیب در کشت خالص جو و کشت مخلوط با تراکم ۶۰ بوته گاودانه در مترمربع به دست آمد. به نظر می‌رسد که دلیل این امر نیز از افزایش رقابت برون گونه‌ای در تراکم‌های زیاد و در نتیجه کاهش طول سنبله باشد.

صفات وزن هزار دانه و شاخص برداشت جو تحت تأثیر تراکم‌های مختلف جو و گاودانه و اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۱). ولی صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر اصلی و اثر متقابل تراکم‌های مختلف جو و گاودانه قرار گرفتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های تیمارها نشان داد که بیشترین میزان عملکردهای دانه و بیولوژیک جو بدون اختلاف معنی‌دار با تراکم ۳۰۰ بوته جو در مترمربع، به کشت خالص جو با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع تعلق دارد. کمترین میزان این صفات نیز در ترکیب تیماری ۲۰۰ بوته جو با ۴۰ بوته گاودانه در مترمربع حاصل شد و بقیه تیمارها در حد واسط آنها قرار گرفتند (شکل ۵). در کشت خالص جو در تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع، چون فقط رقابت درون گونه‌ای حاکم است، بنابراین عملکرد دانه خیلی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. ولی در کشت مخلوط، وجود رقابت برون گونه‌ای با گاودانه، باعث کاهش عملکردهای دانه و بیولوژیک در مقایسه با کشت خالص شده است. هم‌چنین، علت پایین بودن عملکرد جو در تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع، کم بودن تعداد سنبله در واحد سطح می‌باشد. در کشت مخلوط ذرت با لگوم نیز علت کاهش عملکردهای دانه و بیولوژیک ذرت در تیمارهای مخلوط، نسبت به کشت خالص ذرت، رقابت لگوم با ذرت برای جذب آب و عناصر غذایی ذکر شده است (۲۸). هم‌چنین، نتایج این تحقیق با یافته‌های عطری و همکاران (۴) هماهنگ است.

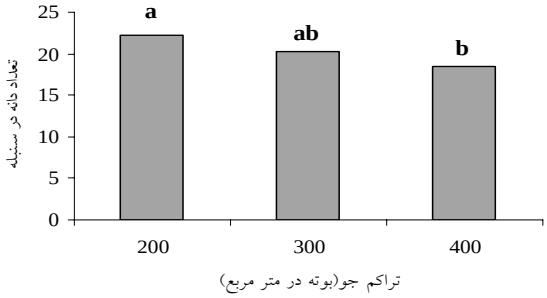
صفات مورد بررسی در گاودانه

الف) ارتفاع بوته

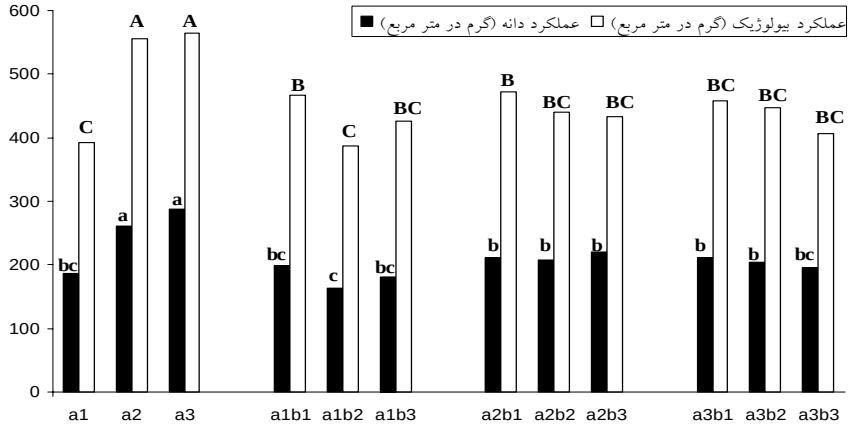
اثر تراکم‌های مختلف گاودانه بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته به تراکم ۶۰ بوته در مترمربع تعلق گرفت. ولی، از نظر این ویژگی بین تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته تفاوتی وجود نداشت (شکل ۶). علت افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های زیاد، رقابت درون گونه‌ای برای نور گزارش شده است (۲۰). اثر تراکم‌های مختلف جو بر ارتفاع بوته گاودانه نیز معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نیز حاکی از این بود که در کشت‌های مخلوط، ارتفاع بوته گاودانه همواره بیشتر از کشت خالص گاودانه بود (شکل۷). قابل ذکر است که بین کشت خالص گاودانه و کشت مخلوط آن با تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع جو و هم‌چنین بین تیمارهای کشت مخلوط گاودانه با تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع جو از لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت. در واقع با افزایش تراکم جو، به دلیل رقابت برای کسب نور و منابع محیطی، ارتفاع بوته گاودانه افزایش یافت. به بیان دیگر به نظر می‌رسد که بوته‌های جو به دلیل داشتن ارتفاع بلندتر و سایه‌اندازی روی گاودانه، باعث کاهش نسبت نور قرمز به فروقرمز شده و در نتیجه این امر ارتفاع بوته گاودانه افزایش می‌یابد. از طرفی، با افزایش سایه‌اندازی به دلیل کاهش نور

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]



شکل ۴. تعداد دانه در سنبله جو در تراکم‌های مختلف جو



شکل ۵. عملکردهای دانه و بیولوژیک جو در کشت‌های خالص و مخلوط با گاودانه در ترکیبات مختلف تیماری دو گیاه.(a_1، a_2 و a_3 به ترتیب تراکم ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته جو در مترمربع؛ b_1، b_2 و b_3 به ترتیب تراکم ۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته گاودانه در مترمربع)

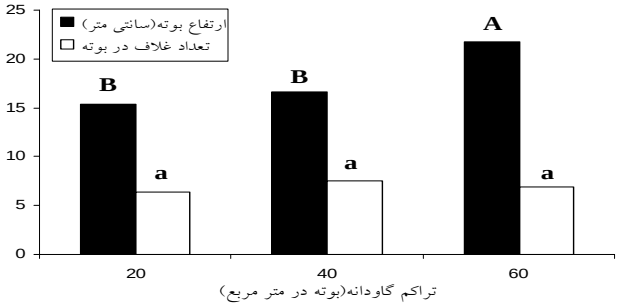
جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی گاودانه در کشت مخلوط جو و گاودانه به همراه کشت خالص گاودانه

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	کلروفیل برگ	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۱۹/۴*	۱۵/۲^{ns}	۱۵/۵*	۱۱۴^{ns}	۳۹۶*
تراکم جو(A)	۳	۲۸/۰**	۶۹/۹**	۳۸/۷**	۴۰۴**	۲۲۶۲**
تراکم گاودانه(B)	۲	۳۵/۰**	۵۴/۳**	۴/۷^{ns}	۹۵۱**	۴۳۱۹**
A×B	۶	۱/۶^{ns}	۳/۱^{ns}	۱/۳^{ns}	۱۲۲*	۲۹۳*
خطای آزمایش	۲۲	۵/۲	۸/۳	۳/۲	۳۸	۱۰۶

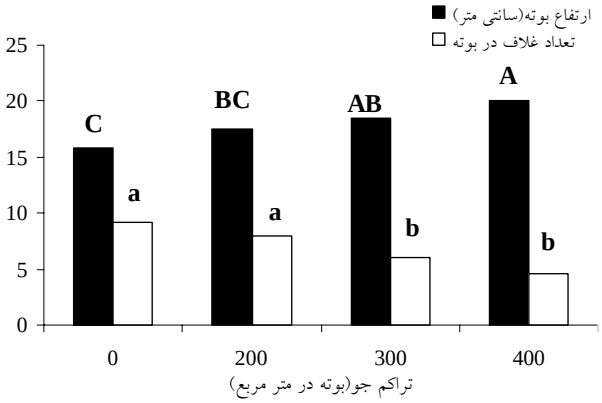
**، * و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]



شکل ۶. ارتفاع بوته و تعداد غلاف در بوته گاودانه در تراکم‌های مختلف گاودانه



شکل ۷. ارتفاع بوته و تعداد غلاف در بوته گاودانه در تراکم‌های مختلف جو

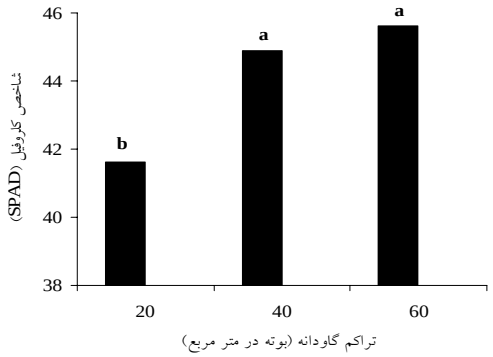
دریافتی توسط لایه‌های پایین کانوپی، هورمون اکسین تجزیه نشده و با افزایش غلظت اکسین، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (۲ و ۲۱).

ب) کلروفیل برگ در مرحله گل‌دهی

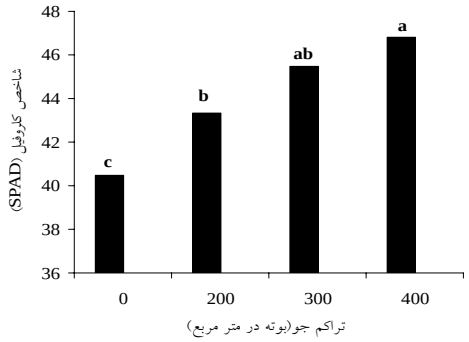
کلروفیل برگ گاودانه تحت تأثیر تراکم‌های مختلف هر دو گونه گیاهی (گاودانه و جو) قرار گرفت، ولی اثر متقابل آنها بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۲). کمترین میزان کلروفیل در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع گاودانه به دست آمد که به طور معنی‌داری کمتر از سایر تراکم‌ها بود. ولی بین تراکم‌های ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع از نظر این ویژگی تفاوتی وجود نداشت (شکل ۸). هم‌چنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کلروفیل برگ گاودانه در کشت خالص به طور معنی‌داری کمتر از کشت‌های مخلوط بوده و بیشترین میزان آن بدون تفاوت معنی‌دار با تراکم ۳۰۰ بوته، در کشت مخلوط ۴۰۰ بوته در مترمربع جو با گاودانه به دست آمد (شکل ۹). ظاهراً دلیل افزایش میزان کلروفیل در تراکم‌های زیاد و در حالت کشت مخلوط، افزایش سایه‌اندازی بوته‌ها روی یکدیگر می‌باشد. به عبارت دیگر، گیاه زراعی در شرایط سایه‌اندازی برای به دام انداختن هرچه بیشتر نور برای تولید فتوآسمیلات میزان کلروفیل برگ خود را افزایش می‌دهد. هم‌چنین، یافته‌های آگگنهو و همکاران (۲)، لین و همکاران (۲۰) و تسوبو و همکاران (۳۱) با نتایج این تحقیق همسو است. آنها اظهار داشتند که در کشت‌های مخلوط در برگیرنده لگوم و غلات، به دلیل تثبیت نیتروژن توسط لگوم و افزایش کلروفیل برگ، کارایی مصرف نور افزایش می‌یابد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]



شکل ۸. شاخص SPAD گاودانه در تراکم‌های مختلف گاودانه



شکل ۹. شاخص SPAD گاودانه در تراکم‌های مختلف جو

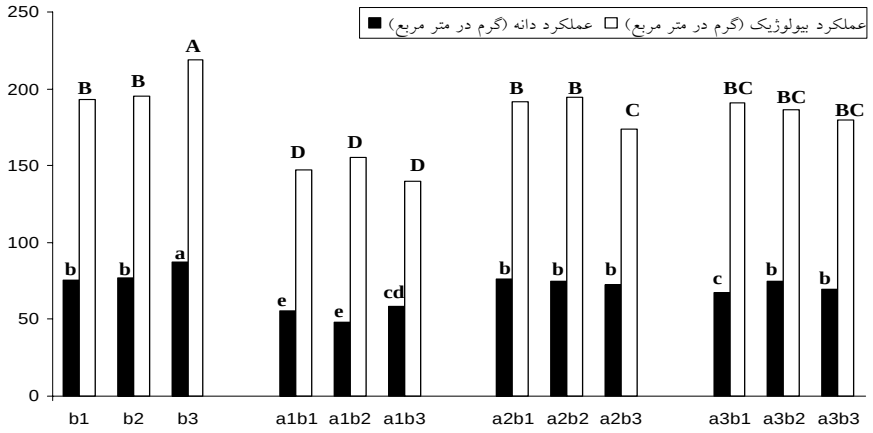
ج) تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه

تعداد غلاف در بوته تنها تحت تأثیر تراکم‌های مختلف جو قرار گرفت (در سطح ۱٪) ولی اثر تراکم گاودانه و اثر متقابل تراکم جو و تراکم گاودانه بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نشد (جدول ۲). براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بین کشت خالص گاودانه و کشت مخلوط با تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع جو با گاودانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. درحالی‌که کشت خالص گاودانه و کشت مخلوط ۲۰۰ بوته در مترمربع جو با گاودانه بدون تفاوت معنی‌دار بیشترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (شکل ۷). این امر حاکی از این است که با افزایش تراکم جو و در نتیجه افزایش رقابت بین گونه‌ای، تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. به عبارتی، با افزایش تراکم جو و افزایش سایه‌اندازی، گیاه گاودانه بیشتر انرژی خود را صرف رشد رویشی از جمله افزایش ارتفاع بوته کرده (شکل ۷) و در نتیجه انرژی کمتری جهت تشکیل و رشد غلاف‌ها باقی می‌ماند. به طوری که در تراکم‌های زیادتر، به دلیل رقابت درون بوته‌ای بر سر فتوآسمیلات‌ها، میزان ریزش گل‌های تشکیل شده افزایش یافته و بنابراین از تعداد غلاف در بوته کاسته می‌شود. نتایج مشابهی قبلاً توسط آگگنهو و همکاران (۲) در کشت مخلوط باقلا با جو گزارش شده است.

همان‌طوری که در جدول ۲ دیده می‌شود، عملکردهای دانه و بیولوژیک گاودانه در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر اثر اصلی تراکم‌های مختلف جو و گاودانه قرار گرفت. ولی اثر متقابل بر این ویژگی‌ها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. در مقایسه ترکیبات تیماری مشخص شد که بیشترین میزان عملکردهای دانه و بیولوژیک در کشت خالص و در تراکم ۶۰

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]



شکل ۱۰. عملکرد دانه و بیولوژیک گاودانه در کشت‌های خالص و مخلوط با جو در ترکیبات مختلف تیماری دو گیاه. توضیحات تیمارها شبیه شکل ۵ است.

جدول ۳. اثر کشت مخلوط جو و گاودانه در تراکم‌های مختلف بوته بر LER، عملکرد معادل جو در سیستم کشت مخلوط و شاخص بهره‌وری سیستم

تراکم (بوته در مترمربع)		عملکرد نسبی		نسبت برابری زمین	عملکرد معادل جو در سیستم کشت مخلوط (کیلوگرم در هکتار)	شاخص بهره‌وری سیستم
۲۰۰	۲۰	۰/۷۷	۰/۶۳	۱/۴۰	۲۷۶۱	۳۶۷۹
۲۰۰	۴۰	۰/۸۹	۰/۶۴	۱/۵۳	۱۳۱۹	۳۱۱۶
۲۰۰	۶۰	۰/۹۷	۰/۷۸	۱/۷۵	۱۶۳۸	۳۶۱۲
۳۰۰	۲۰	۰/۸۱	۰/۹۹	۱/۸۱	۳۲۶۴	۴۵۲۶
۳۰۰	۴۰	۰/۸۰	۰/۹۸	۱/۷۸	۳۱۳۷	۴۲۷۹
۳۰۰	۶۰	۰/۸۴	۰/۹۵	۱/۷۹	۳۱۴۲	۴۲۴۷
۴۰۰	۲۰	۰/۷۴	۰/۷۷	۱/۵۱	۳۰۵۴	۴۱۶۶
۴۰۰	۴۰	۰/۷۱	۰/۸۶	۱/۵۷	۳۰۹۶	۴۲۳۳
۴۰	۶۰	۰/۶۷	۰/۸۰	۱/۴۸	۲۹۳۲	۴۰۸۷

بوته در مترمربع گاودانه به دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (شکل ۱۰). به طور کلی، نتایج مؤید این است که گیاه گاودانه توانسته در کشت مخلوط با جو به رشد و نمو خود ادامه دهد. به عبارت دیگر، گاودانه دارای این قابلیت است که در سیستم‌های کشت مخلوط با گرامینه‌ها وارد شده و علاوه بر تثبیت نیتروژن، در تأمین علوفه مورد نیاز دام نیز نقش ایفا کند. پیشتر از این نیز در کشت‌های مخلوط جو و باقلا (۲) نتایج مشابهی گزارش شده است.

ارزیابی کشت مخلوط

هرچند عملکرد دانه اجزای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی آنها کاهش یافت ولی بازده کل زمین در مقایسه با تک‌کشتی در تمامی حالت‌های کشت مخلوط بیشتر از واحد بود. به طوری‌که میزان LER در محدوده ۱/۴۰ تا ۱/۸۱ قرار داشت (جدول ۳).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]

در واقع، کشت‌های خالص هر یک از گونه‌ها نیاز به ۸۱-۴۰ درصد زمین اضافی نسبت به کشت مخلوط دارند تا عملکردی معادل یک هکتار کشت مخلوط تولید کنند. علت برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک‌کشتی آنها را می‌توان به اثر مکملی آنها در استفاده بهینه از منابعی نظیر نیتروژن و آب و به طبع آن کاهش تقاضا برای نهاده‌های خارجی نسبت داد (۲ و ۹). در کل، در ارزیابی نسبت برابری زمین مشخص شد که کشت مخلوط ۳۰۰ بوته جو در مترمربع با ۲۰ بوته گاودانه در مترمربع، بیشترین میزان LER (۱/۸۱) را به خود اختصاص داده است که منجر به صرفه‌جویی ۸۱ درصدی در زمین زراعی می‌شود (جدول ۳). هم‌چنین، عملکرد معادل جو در سیستم کشت مخلوط و شاخص بهره‌وری سیستم در همان نسبت کشت مخلوط (۳۰۰ جو:۲۰ گاودانه) بیشتر از سایر تیمارهای کشت مخلوط بود (جدول ۳). بنابراین، به نظر می‌رسد که در شرایط این آزمایش، ترکیب تیماری فوق جهت کشت مخلوط جو با گاودانه قابل توصیه است. نتایج مشابهی در کشت مخلوط عدس و جو (۱۸)، نخود و جو (۹ و ۱۷) و لوبیا و گندم (۷، ۱۴ و ۱۵) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد پایداری عملکرد اقتصادی از اهداف مهم فعالیت‌های پژوهشی و هم‌چنین سیستم‌های توسعه یافته می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، کشت مخلوط لگوم- غله نقش اساسی را بازی می‌کند و گیاهانی نظیر جو و گاودانه از این نظر مستثنی نیستند. نتایج نشان داد که کشت مخلوط جو و گاودانه می‌تواند از نظر اقتصادی و احتمالاً محیطی در منطقه همدان امید بخش باشد. در پژوهش حاضر، علی‌رغم کاهش عملکرد هر یک از گونه‌ها در کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی آنها، بازده کل زمین در مقایسه با تک‌کشتی در تمامی حالت‌های کشت مخلوط بیشتر از واحد بود. به طوری‌که بیشترین میزان نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ۳۰۰ بوته جو در مترمربع با ۲۰ بوته گاودانه در مترمربع مشاهده شد که می‌تواند در مقایسه با تک‌کشتی هر یک از گونه‌های جو و گاودانه ۸۱٪ کارایی استفاده از زمین را افزایش دهد. هم‌چنین، شاخص بهره‌وری سیستم نیز در همان نسبت کشت مخلوط (۳۰۰ جو:۲۰ گاودانه) بیشتر از سایر تیمارهای کشت مخلوط بود.

منابع مورد استفاده

1. Abdullah, A. Y., M. M. Muwalla and M. Y. Harb. 1999. Evaluation of various protein sources for growing and finishing Awassi lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 23: 475-482.
2. Agegnehu, G., A. Ghizaw and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy* 22: 202-207.
3. Anil, L., J. Park, R. H. Phipps and F. A. Miller. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science* 53: 301-317.
4. Atri, A., A. Javanshir, M. Moghadam and M. R. Shakiba. 2000. Study of competition in maize and bean intercropping by reciprocal yield model. *Journal of Agricultural Science* 9: 97-100.
5. Barzegari, M., D. Mazaheri and H. H. Sharif Abad. 2004. Investigation on yield and yield components of corn and soybean intercropping in Arsanjan. The 8th Iranian Crop Production and Breeding Congr., Aug. 25-27, University of Guilan, Rasht, Iran.
6. Benites, J. R., R. E. McCollum and G. C. Naderman. 1993. Production efficiency of intercrops relative to sequentially planted sole crops in a humid tropical environment. *Field Crops Research* 31: 1-18.
7. Bulson, H. A. J., R. W. Snaydon and C. E. Stopes. 1997. Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *Journal of Agricultural Science* 128: 59-71.
8. Cadersa, Y. and N. Govinden. 1999. Relationship between canopy cover and light interception in potato in a tropical climate. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius, pp. 137-144.
9. Chen, C., M. Westcott, K. Neill, D. Wichmann and M. Knox. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal* 96: 1730-1738.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]

10. Dapaah, H. K., J. N. Asafu-Agyei, S. A. Ennin and C. Y. Yamoah. 2003. Yield stability of cassava, maize, soybean and cowpea intercrops. *The Journal of Agricultural Science* 140: 73-82.
11. Dimitrios, J. B., N. Sidiras, I. Kakampouki, A. Efthimiadou and P. Thomopoulos. 2005. Effect of organic fertilization on maize/legume intercrop in a clay loam soil and Mediterranean climate-can the land equivalent ratio (LER) index be used for root development? *Journal of Food, Agriculture & Environment* 3: 117-123.
12. Farran, M. T., W. S. Halaby, G. W. Barbour, M. G. Uwayian, F. T. Sleiman and V. M. Ashkarian. 2005. Effects of feeding ervil (*Vicia ervilia*) seeds soaked in water or acetic acid on performance and internal organ size of broiler and production and egg quality of laying hens. *Poultry Science* 84: 1723-1728.
13. Ghosh, P. K., M. C. Manna, K. K. Bandyopadhyay, Ajay, A. K. Tripathi, R. H. Wanjari, K. M. Hati, A. K. Misra, C. L. Acharya and A. Subba Rao. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. *Agronomy Journal* 98: 1097-1108.
14. Hauggaard-Nielsen, H. and E. S. Jensen 2001. Evaluating pea and barley cultivars for complementarity in intercropping at different levels of soil N availability. *Field Crops Research* 72: 185-196.
15. Haymes, R. and H. C. Lee 1999. Competition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and field bean (*Vicia faba*). *Field Crops Research* 62: 167-176.
16. Hiebesch, C. K. and R. E. McCollum. 1987. Area×time equivalency ratio: a method for evaluating the productivity of intercrops. *Agronomy Journal* 79: 15-22.
17. Jensen, E. S. 1996. Grain yield, symbiotic N_2 fixation and interspecific competition for inorganic N in pea–barley intercrops. *Plant and Soil* 182: 25-38.
18. Kallu, B. A. and P. O. Erhabor 1990. Barley, lentil and flax yield under different intercropping systems. *Agronomy Journal* 82: 1066-1068.
19. Li, W., L. Li, J. Sun, T. Guo, F. Zhang, X. Bao, A. Peng and C. Tang. 2005. Effects of intercropping and nitrogen application on nitrate present in the profile of an Orthic Anthrosol in Northwest China. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 105: 483-491.
20. Lin, C. W., Y. B. Chen, J. J. Huang and S. H. Tu. 2007. Temporal variation of plant height,plant cover and leaf area index in intercropped area of Sichuan,China. *Chinese Journal of Ecology* 26: 989- 994.
21. López, F. J., L. López and R. G. López**.** 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy* 23: 359-378.
22. Mazaheri, D. Intercropping. 1999. Tehran University Press, 262 p.
23. Melero, B., P. Mozes, M. Delos, B. Lopez and G. Castillo. 2003. Rotation in drought in Castilla- Lamancha vetch as an alternative. *Agricultura Revista Agropauania* 72: 598-603.
24. Odo, P. E. 1991. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan Savanna of Nigeria: Land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. *Experimental Agriculture* 27: 435-441.
25. Rahimi, M., D. Mazaheri and H. H. Sharif Abad. 2004. Investigation on yield components of corn and soybean intercropping in Arsanjan. The 8th Iranian Crop Production and Breeding Congress, Aug. 25-27, University of Guilan, Rasht Iran.
26. Raii, Y. 1999. Evaluation of quantity and quality of soybean/sorghum intercropping. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
27. Sadeghi, Gh. and J. Pourreza. 2007. Serum proteins and some biochemical parameters in broiler chickens fed with raw and treated bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10: 977-981.
28. Sadeghi, GH., J. Pourreza, A. Samie and H. Rahmani. 2009. Chemical composition and some anti-nutrient content of raw and processed bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for use as feeding stuff in poultry diet. *Tropical Animal Health and Production* 41: 85-93.
29. Tomar, J. S., A. F. Mackenzie, G. R. Mehuys and I. Alli. 1988. Corn growth with foliar nitrogen, soil-applied nitrogen and legume intercrops. *Agronomy Journal* 80: 802-807.
30. Tsubo, M. and S. Walker. 2004. Shade effects on *Phaseolus vulgaris* L. intercropped with *Zea mays* L. under well-watered conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190: 168-176.
31. Tsubo, M., S. Walker and H. O. Ogindo. 2005. A simulation model of cereal legume intercropping systems for semi-arid regions. II. Model application. *Field Crops Research* 93: 23-33.
32. Willey, R. W. 1979. Intercropping- its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstracts* 32: 1-13.
33. Yalçin, S., I. Tuncer, S. Yalçin and E. E. Onbasilar. 2003. The use of different levels of common vetch seed (*Vicia sativa* L.) in diets for fattening rabbits. *Livestock Production Science* 84: 93-97.
34. Yau, S. K., M. Bounejmate, J. Rayan, R. Baalbaki, A. Nassar and R. Muacaroum 2003. Barley-legumes rotation for semi-arid areas of Lebanon. *European Journal of Agronomy* 19: 599-610.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3]