بررسی اثر تاریخ و فاصله کاشت بر عملکرد و صفات کمی لوبیا چشم‌بلبلی(*Vigna unguiculata* L.) در شرایط کشت خالص و مخلوط با خرما

سید ناصر موسوی[۱]، مجتبی علوی فاضل[۲]*، سید کیوان مرعشی[۳]، شهرام لک[۴] و مریم بروجردنیا[۵]

۱، ۳ و ۴) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲) گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۵) موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

نویسنده مسئول*:mojtaba.alavifazel@iau.ac.ir

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۲

چکیده

استفاده از نظام‌های کشت مخلوط ازجمله آگروفارستری راهکاری مؤثر برای افزایش بهره‌وری و پایداری تولید در مناطق گرم و خشک و برخوردار از محدودیت منابع آبی و خاکی است. این پژوهش با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت و فاصله کاشت بر عملکرد و صفات کمی لوبیا چشم‌بلبلی و نخل خرما در مزرعه مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور در شهرستان اهواز انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت–اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۰۲-۱۴۰۱ و ۰۳-۱۴۰۲ اجرا گردید. تیمارها شامل نظام کشت در سه سطح کشت خالص خرما، کشت خالص لوبیا و کشت مخلوط خرما-لوبیا در کرت اصلی، تاریخ‌های کاشت ۱، ۱۵ و ۳۰ خرداد در کرت فرعی و فواصل کاشت لوبیا ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر در کرت فرعی-فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که نوع کشت بر بیشتر صفات بررسی‌شده در هر دو گیاه اثر معنی‌دار داشت. در خرما، اثر متقابل نوع کشت، تاریخ کاشت و فاصله کاشت بر عملکرد، وزن، طول، قطر و حجم میوه، وزن و حجم هسته و رطوبت میوه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد خرما در کشت مخلوط، تاریخ کاشت ۱ خرداد و فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر به دست آمد. همچنین بیشترین وزن، طول، قطر و حجم میوه عمدتاً در کشت مخلوط، تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر مشاهده شد. در لوبیا چشم‌بلبلی، اثر نوع کشت، تاریخ کاشت و فاصله کاشت بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. بیشترین شاخص برداشت در کشت مخلوط با ۳۸/۷۴ درصد و در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد با ۳۸/۷۶ درصد حاصل شد. همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه لوبیا در کشت مخلوط و فاصله ۲۰ سانتی‌متر، به ترتیب با ۳۴۰۹/۹ و ۱۳۸۴/۶۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. بیشترین تعداد دانه در غلاف نیز در ترکیب تاریخ کاشت ۱۵ خرداد و فاصله ۲۵ سانتی‌متر با ۹/۰۳ به دست آمد. درمجموع، سامانه کشت مخلوط نخل خرما و لوبیا چشم‌بلبلی، همراه با مدیریت مناسب تاریخ و فاصله کاشت، می‌تواند موجب بهبود عملکرد، افزایش کارایی استفاده از منابع و ارتقای پایداری تولید در شرایط اقلیمی مشابه خوزستان شود.

واژه‌های کلیدی: نخل خرما، کشت مخلوط، آگروفارستری، شاخص برداشت و صفات میوه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

مقدمه

کشت مخلوط به‌عنوان یکی از راهبردهای کلیدی در کشاورزی پایدار، با بهبود کارایی بهره‌برداری از منابع و تقویت چرخه‌ی عناصر غذایی، نقش مؤثری در ارتقای عملکرد و پایداری تولید ایفا می‌کند (Sisodia *et al*., 2025). شواهد علمی اخیر نشان می‌دهند که مدیریت بهینه در این سامانه‌ها، به‌ویژه از طریق تعاملات ریزوسفری و میکروبیوم گیاه، پتانسیل بالایی برای بهبود تاب‌آوری زراعی دارد (Yusuf *et al*., 2020). علاوه بر این، اتخاذ نظام‌های کشت تلفیقی همراه با تنظیم دقیق فاصله کاشت و زمان کاشت، راهکاری ضروری برای مقابله با چالش‌های محیطی و افزایش بهره‌وری در شرایط تغییر اقلیم محسوب می‌شود (IPCC, 2022). در مناطق گرم و خشک، نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های باغی و پایه‌ای برای توسعه سیستم‌های آگروفارستری است. ساختار تاج، فاصله کاشت نسبتاً زیاد و سازگاری بالای این درخت با کم‌آبی و شوری، امکان کشت گیاهان زراعی در فضای بین ردیف‌ها را فراهم می‌سازد. ازاین‌رو، نخلستان‌ها ظرفیت مناسبی برای تلفیق با گیاهان زراعی سازگار، به‌ویژه در سال‌های ابتدایی استقرار نخل یا در سیستم‌های مدیریت‌شده، دارند. گزارش‌های جدید FAO نیز بر اهمیت نخل خرما به‌عنوان محصولی راهبردی در امنیت غذایی و اقتصاد مناطق خشک تأکید کرده‌اند (FAO, 2002; FAOSTAT, 2023). در میان گیاهان زراعی مناسب برای چنین سیستم‌هایی، لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) به دلیل تحمل نسبی به خشکی، رشد مناسب در دماهای بالا، ارزش غذایی بالا و توانایی تثبیت نیتروژن، گزینه‌ای مهم برای کشت مخلوط به شمار می‌رود. پژوهش‌های اخیر در سامانه‌های کشت مخلوط لگومی نشان داده‌اند که حضور حبوبات می‌تواند کارایی استفاده از منابع، تولید ماده خشک و شاخص‌های بهره‌وری زمین را بهبود دهد. برای نمونه، در مطالعه‌ای بر سیستم‌های غلات–لوبیا چشم‌بلبلی، افزایش بهره‌وری و تثبیت نیتروژن زیستی گزارش‌شده است (Jensen *et al*., 2020). همچنین مرورهای جدیدتر نشان داده‌اند که کشت مخلوط حبوبات می‌تواند به افزایش پایداری سیستم‌های تولیدی و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک کمک کند (Sisodia *et al*., 2025).

از سوی دیگر، موفقیت کشت مخلوط به‌شدت تحت تأثیر زمان کاشت و فاصله کاشت قرار دارد. تاریخ کاشت می‌تواند با تعیین هم‌زمانی نیازهای رشدی گیاه با شرایط دمایی و نوری محیط، بر استقرار بوته، رشد رویشی، تشکیل غلاف و درنهایت عملکرد اثر بگذارد. همچنین فاصله کاشت با تغییر در رقابت درون‌گونه‌ای برای نور، آب و عناصر غذایی، نقش تعیین‌کننده‌ای در شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارد. در سیستم‌های درخت–محصول، این عوامل اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند؛ زیرا سایه‌اندازی درخت، تغییر میکروکلیما و رقابت ریشه‌ای می‌تواند پاسخ گیاه زراعی را به‌طور معنی‌داری تغییر دهد. کشت مخلوط به‌عنوان یکی از راهبردهای مؤثر افزایش بهره‌وری زمین، می‌تواند با بهبود عملکرد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

نسبی و شاخص‌های تولید، مزیت قابل‌توجهی نسبت به کشت خالص ایجاد کند (Deb and Dutta, 2022). بااین‌حال، میزان موفقیت این نظام به برهم‌کنش ژنوتیپ، شرایط محیطی، تاریخ کاشت و شدت رقابت بین اجزای کشت وابسته است؛ بنابراین، انتخاب الگوی مناسب کاشت نقش تعیین‌کننده‌ای در بروز حداکثر عملکرد دارد (Brooker *et al*., 2015).

در سال‌های اخیر، سیستم‌های کشت مخلوط و آگروفارستری به‌عنوان راهکاری مؤثر برای افزایش بهره‌وری و پایداری تولیدات کشاورزی موردتوجه قرارگرفته‌اند. مطالعات نشان داده‌اند که تلفیق گونه‌های گیاهی در یک واحد سطح، با بهبود استفاده از نور، آب و عناصر غذایی، می‌تواند بهره‌وری کل سیستم را افزایش دهد؛ موضوعی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به دلیل محدودیت منابع آب و خاک، اهمیت بیشتری دارد (Martin-Guay *et al*., 2018; IPCC, 2022). برتری کشت مخلوط عمدتاً ناشی از تفاوت‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان همراه است که با کاهش رقابت مستقیم و افزایش استفاده مکمل از منابع، کارایی سیستم را بهبود می‌بخشد. در همین راستا، گزارش‌شده است که شاخص معادل زمین (LER) در بسیاری از این سامانه‌ها بیش از یک بوده و نشان‌دهنده برتری آن‌ها نسبت به کشت خالص است (Brooker *et al*., 2015). همچنین، Martin-Guay و همکاران (۲۰۱۸) نقش تنوع گونه‌ای را در افزایش پایداری و بهره‌وری سیستم تأیید کرده‌اند. لگوم‌ها، به‌ویژه لوبیا چشم‌بلبلی، به دلیل توانایی تثبیت زیستی نیتروژن، اهمیت ویژه‌ای در این سامانه‌ها دارند و می‌توانند با بهبود حاصلخیزی خاک، تقویت فعالیت زیستی و کاهش نیاز به کود شیمیایی، پایداری تولید را افزایش دهند. در این زمینه، Namatsheve و همکاران (۲۰۲۰) بر نقش لوبیا چشم‌بلبلی در افزایش تثبیت نیتروژن و بهره‌وری سیستم تأکید کرده‌اند. همچنین، Jensen و همکاران (۲۰۲۰) و Sisodia و همکاران (۲۰۲۵) نیز اثر مثبت این گیاه را بر کارایی استفاده از نیتروژن و بهره‌وری کل سیستم گزارش کرده‌اند.

در سامانه‌های آگروفارستری، برهم‌کنش بین درخت و گیاه زراعی نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد اجزای سیستم دارد. سایه‌اندازی درختان می‌تواند با تعدیل دما، کاهش تبخیر و بهبود رطوبت خاک، شرایط رشد را بهبود دهد، اما هم‌زمان رقابت برای نور، آب و عناصر غذایی نیز ممکن است محدودکننده باشد. ازاین‌رو، عملکرد نهایی این سامانه‌ها حاصل توازن میان اثرهای تسهیلی و رقابتی است (Ong *et al*., 2015). در این میان، نخلستان‌ها به دلیل فاصله مناسب بین درختان و ساختار تاج، بستر مطلوبی برای استقرار گیاهان زراعی در مناطق خشک فراهم می‌کنند و می‌توانند موجب افزایش بهره‌وری زمین، بهبود خاک و افزایش درآمد کشاورزان شوند (FAO, 2002).

از سوی دیگر، موفقیت سیستم‌های کشت مخلوط به مدیریت زراعی وابسته است و در این میان، تاریخ و فاصله کاشت از عوامل کلیدی مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان به شمار می‌روند. تاریخ کاشت با تنظیم هم‌زمانی مراحل رشد با شرایط محیطی، بر استقرار، توسعه سطح برگ و تشکیل عملکرد اثر می‌گذارد و فاصله کاشت نیز از طریق تغییر شدت رقابت برای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

نور، آب و عناصر غذایی، شاخص‌های رشد و عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، تعیین زمان و فاصله مناسب کاشت در این سامانه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

با وجود مطالعات گسترده درزمینه‌ی کشت مخلوط و نقش لگوم‌ها در بهبود پایداری سیستم‌های کشاورزی، بررسی هم‌زمان اثر عوامل مدیریتی مانند تاریخ و فاصله کاشت بر شاخص‌های رشد، صفات فیزیولوژیک و عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی در سیستم‌های مبتنی بر نخل خرما هنوز محدود است. بنابراین انجام پژوهش‌هایی در این زمینه می‌تواند به درک بهتر تعاملات درخت–محصول کمک کند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثر تاریخ و فاصله کاشت بر روند رشد، صفات فیزیولوژیک و عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط با نخل خرما انجام شد تا زمینه‌ای برای ارتقای بهره‌وری و پایداری این سامانه تولیدی فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تاریخ و فاصله کاشت بر برخی صفات عملکردی لوبیا چشم‌بلبلی در سیستم کشت مخلوط با نخل خرما رقم برحی در مزرعه مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور در شهرستان اهواز انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت–اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۰۲-۱۴۰۱ و ۰۳-۱۴۰۲ اجرا گردید.

طرح آزمایشی، تیمارها و آماده‌سازی زمین

در این آزمایش، نظام کشت در کرت‌های اصلی شامل کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی، کشت خالص نخل خرما و کشت مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی با نخل خرما در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت لوبیا به‌عنوان عامل فرعی در سه تاریخ ۱ خرداد، ۱۵ خرداد و ۳۰ خرداد اعمال گردید. همچنین فاصله کاشت لوبیا به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی در سه فاصله ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق، دو دیسک عمود بر هم، تسطیح و دیسک نهایی بود. این آزمایش در نخلستانی با درختان نخل رقم برحی به سن ۱۰ سال و فاصله کاشت ۸ در ۸ متر اجرا شد. کود دهی پایه شامل ۸۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص پیش از کاشت انجام شد و بقیه نیتروژن در مرحله ساقه رفتن مصرف گردید. آزمایش با ۵ خط کشت ۵ متری اجرا شد؛ به‌طوری‌که فاصله بین خطوط کشت (پشته‌ها) ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی خطوط بر اساس تیمارها ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت دستی بذر لوبیا چشم‌بلبلی رقم کامران در عمق ۳ سانتی‌متری، در سه تاریخ ۱، ۱۵ و ۳۰ خرداد طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

شد. آبیاری به‌صورت ۷ روز یک‌بار، کنترل علف‌های هرز به روش دستی و مبارزه با آفات با دیازینون انجام گرفت و برداشت محصول نیز در آبان ماه صورت پذیرفت.

اطلاعات هواشناسی و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه

مطابق داده‌های ارائه‌شده در جدول ۱، شرایط اقلیمی محل اجرای آزمایش در هر دو سال با تمرکز بارندگی و رطوبت نسبی در ماه‌های پاییز و زمستان و کاهش آن در ماه‌های گرم سال همراه بود؛ به‌طوری‌که از خرداد تا شهریور بارندگی به صفر رسید و محیط ازنظر رطوبتی در وضعیت خشک قرار گرفت. همچنین، بر اساس جدول ۱، دمای هوا از ماه‌های سرد به‌تدریج افزایش یافت و متوسط دما از حدود ۱۱ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد در زمستان به بیش از ۳۱ تا ۳۳ درجه سانتی‌گراد در تابستان رسید که بیانگر حاکمیت شرایط گرم و خشک در دوره رشد گیاهان موردبررسی است.

جدول ۱: پارامترهای هواشناسی

سال	ماه	رطوبت نسبی (درصد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	دما برحسب درجه سانتی‌گراد		
				حداکثر	حداقل	متوسط
۰۲-۱۴۰۱	مهر	۳۸/۴	۱/۷۱	۳۵/۲۱	۱۴/۵	۲۵/۱
	آبان	۵۳	۳۶/۱۵	۳۴/۴	۱۲/۳	۱۹/۴۶
	آذر	۶۴/۱	۳۵/۴	۲۷/۸	۱۱/۲	۱۴/۳
	دی	۲۲/۵	۴۲/۸	۲۲/۲	۸/۹	۱۱/۵
	بهمن	۲۳/۳	۲۵/۵	۲۶/۶	۷/۴	۱۳/۳۶
	اسفند	۲۷/۶	۱۶/۳	۳۰/۴	۱۱/۱	۱۶/۶۵
	فروردین	۱۹/۵	۱۴/۲۷	۳۹	۱۴/۵	۲۴/۳
	اردیبهشت	۲۶/۸	۲/۱۴	۴۰/۵	۲۱/۶	۲۸/۵
	خرداد	۲۴/۵	۰	۴۲/۷	۲۱/۴	۳۲/۱
	تیر	۲۳	۰	۴۵/۲	۲۴/۲	۳۳/۴
	مرداد	۲۵	۰	۴۶/۶	۲۵/۴	۳۳/۵
	شهریور	۲۹/۳	۰	۴۰/۸	۲۰/۵	۳۱/۶
۰۳-۱۴۰۲	مهر	۱/۴۴	۳۵	۱۳/۹	۲۴/۵	۱/۴۴
	آبان	۳۰/۱۵	۳۴/۱	۱۲/۲	۱۹/۵	۳۰/۱۵
	آذر	۳۴/۲۱	۲۷/۹	۱۰/۵	۱۴/۶	۳۴/۲۱
	دی	۳۸/۲	۲۳/۱	۸/۷	۱۲/۴	۳۸/۲
	بهمن	۳۰/۳۳	۶۲۶	۸/۲	۱۳/۳	۳۰/۳۳
	اسفند	۱۶/۳۵	۳۰/۴	۱۰/۹	۱۵/۷	۱۶/۳۵
	فروردین	۱۴/۲۷	۳۸/۳	۱۵/۲	۲۴/۲	۱۴/۲۷
	اردیبهشت	۴/۱۲	۴۰/۲	۲۱/۱	۲۷/۶	۴/۱۲
	خرداد	۴۲	۰	۲۱/۸	۳۱/۶	۰
	تیر	۴۵	۰	۲۳/۳	۳۳	۰
	مرداد	۴۷/۶	۰	۲۵/۸	۳۲/۸	۰
	شهریور	۴۰/۶	۰	۲۰/۱	۳۲/۲	۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

مطابق جدول ۲، خاک مزرعه در هر دو سال دارای بافت لومی رسی بوده و ازنظر واکنش خاک، در محدوده کمی قلیایی قرار داشته است؛ همچنین هدایت الکتریکی حدود ۳/۹۲ تا ۳/۹۵ دسی زیمنس بر متر نشان می‌دهد که خاک از شوری بالایی برخوردار بوده است. همچنین مقادیر کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب در لایه‌های موردبررسی در حد متوسط تا نسبتاً مناسب بوده، اما کاهش پتاسیم و فسفر قابل‌جذب در لایه ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نسبت به لایه سطحی ۱۵-۰ سانتی‌متری بیانگر تمرکز بیشتر عناصر غذایی در بخش سطحی خاک است.

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

عمق نمونه‌برداری (سانتی متر)	بافت خاک	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	واکنش گل اشباع	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۱۵-۰	لومی رسی	۲۱۰	۱۰/۱	۰/۱۱	۰/۸۸	۷/۳	۳/۹۵
۳۰-۱۵	لومی رسی	۱۹۸	۹/۸	۰/۱۲	۰/۸۲	۷/۲۲	۳/۹۲

صفات موردراندازه‌گیری

صفات مربوط به لوبیا چشم‌بلبلی

در پایان فصل رشد، به‌منظور ارزیابی اثر تیمارهای آزمایشی، صفات مرتبط با رشد و عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی شامل ماده خشک کل، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد نهایی دانه اندازه‌گیری شد. تعیین ماده خشک کل با نمونه‌برداری از بوته‌های منتخب در هر کرت، انتقال به آون الکتریکی در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت و سپس توزین با ترازوی دیجیتال انجام گرفت (Fageria et *al.*, 2001). تعداد دانه در غلاف بر روی ۵ بوته‌ی منتخب (به‌صورت تصادفی از هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای) تعیین گردید. عملکرد نهایی دانه نیز پس از حذف اثرات حاشیه‌ای و برداشت بوته‌های موجود در سطح برداشت خالص از هر کرت، توزین و برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (Sisodia *et al.*, 2025). شاخص برداشت (HI) نیز به‌عنوان نسبت عملکرد دانه به زیست‌توده کل (ماده خشک کل) محاسبه گردید (Deb and Dutta, 2022).

صفات مربوط به نخل خرما

در مرحله رسیدگی نهایی (تامر)، به‌منظور ارزیابی پاسخ صفات کمی و کیفی میوه خرما به تیمارهای آزمایش، نمونه‌برداری تصادفی از میوه‌های هر کرت انجام شد. شاخص‌های فیزیکی شامل وزن، طول و قطر میوه و هسته، نسبت وزن گوشت به هسته و حجم میوه و هسته اندازه‌گیری گردید. برای تعیین وزن، مجموعه‌ای شامل ۲۵ عدد میوه یا هسته با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰.۰۱ گرم توزین و میانگین وزن یک نمونه محاسبه شد. طول و قطر میوه و هسته نیز با قرار دادن ۲۵ نمونه به‌صورت مماس و در امتداد یکدیگر در کنار خط‌کش استاندارد با دقت یک میلی‌متر تعیین گردید. حجم میوه و هسته به روش جابه‌جایی آب (غوطه‌وری) در استوانه مدرج ۵۰۰ میلی‌لیتری اندازه‌گیری و میانگین حجم هر واحد استخراج شد. همچنین، درصد رطوبت میوه بر اساس اختلاف وزن تر و وزن خشک (پس از قرارگیری در آون تا رسیدن به وزن ثابت) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر برحسب درجه بریکس تعیین گردید. این روش‌های اندازه‌گیری و شاخص‌های انتخابی با پروتکل‌های استاندارد ارزیابی کیفیت خرما در مطالعات اخیر مطابقت دارد (Akchaya et al., 2025).

تجزیه آماری

پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع و یکنواختی واریانس خطاها (آزمون بارتلت)، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بر اساس آزمایش کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در این آزمایش سال به‌عنوان فاکتور تصادفی در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین اثرات ساده و اثرات متقابل با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام یافت. کلیه محاسبات آماری و تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹.۴) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات خرما در جدول ۳ ارائه‌شده است. عدم معنی‌داری اثر سال بر تمامی صفات مورد ارزیابی شامل عملکرد، ویژگی‌های کمی میوه و هسته و درصد رطوبت، نشان‌دهنده ثبات شرایط اقلیمی در طول دو سال آزمایش و یکنواختی الگوی پاسخ تیمارها است. همچنین غیر معنی‌دار بودن غالب اثرات متقابل سال با سایر تیمارها، تفسیر نتایج را بر اساس میانگین مرکب دو سال توجیه می‌کند. در میان اثرات اصلی، نوع کشت مؤثرترین عامل بر صفات خرما بود؛ به‌طوری‌که اثر آن بر عملکرد، وزن میوه، طول میوه، قطر میوه و درصد رطوبت در سطح ۵ درصد و بر حجم میوه و تمام صفات هسته شامل وزن، طول، قطر و حجم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در مقابل، اثر اصلی تاریخ کاشت تنها بر طول و قطر هسته و اثر اصلی فاصله کاشت نیز صرفاً بر قطر میوه معنی‌داری نشان داد که حاکی از نقش محدود این دو عامل به‌صورت انفرادی بر صفات خرما است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

جدول ۳: نتایج تجزیه مرکب اثر تاریخ کاشت، نوع و فاصله کاشت بر صفات خرما

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	حجم میوه	وزن هسته	طول هسته	قطرهسته	حجم هسته	رطوبت میوه
سال	۱	۱۱/۰۶ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۱۲ ns
تکرار (سال)	۴	۱۶۸/۱۷	۱/۶۴	۰/۰۴۵	۰/۰۳۲	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱/۵۳
نوع کشت	۱	۳۳۳۱/۴۹*	۲۱/۳۸*	۰/۸۴*	۰/۶۲*	۱/۷۶*	۰/۰۷**	۰/۰۴**	۰/۰۲**	۰/۰۲**	۱۸/۷۴*
سال × نوع کشت	۱	۱۱/۰۹ ns	۰/۱۰۶ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۱۶ ns
خطای کرت‌های اصلی	۴	۱۹۳/۰۱	۱/۸۸	۰/۰۵۲	۰/۰۳۸	۰/۱۳۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۲/۰۳
تاریخ کاشت	۲	۱۲/۷۶ ns	۳/۴۳ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰۸ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۲*	۰/۰۲**	۰/۰۰۵ ns	۳/۸۶ ns
سال × تاریخ کاشت	۲	۳۷/۷۱ ns	۲/۹۲ ns	۰/۰۸ ns	۰/۰۴۵ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۲/۴۷ ns
نوع کشت × تاریخ کاشت	۲	۱۲/۷۶ ns	۵/۷۶ *	۰/۲۲ *	۰/۱۸ *	۰/۴۳ *	۰/۰۱ ns	۰/۰۱*	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۴ ns	۶/۹۱*
سال × نوع کشت × تاریخ کاشت	۲	۳۴/۷ ns	۴۴/۱ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۱/۷۴ ns
خطای کرت‌های فرعی	۱۶	۲۵/۲۲	۲/۱۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۲/۱۲
فاصله کشت	۲	۱۱/۷۲ ns	۲/۰۵ ns	۰/۰۶ ns	۰/۱۵ *	۰/۰۸ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۲/۲۶ ns
سال × فاصله کشت	۲	۶۳/۵۲ *	۴/۹۹ *	۰/۱۳ *	۰/۰۳ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۳/۹۴ ns
نوع کشت × فاصله کشت	۲	۱۱/۷۲ns	۲/۴۴ ns	۰/۰۷ ns	۰/۱۳ *	۰/۶ **	۰/۰۲ *	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۱ *	۰/۰۱ *	۲/۶۸ ns
سال × نوع کشت × فاصله کشت	۲	۶۳/۵۲ *	۳/۱۱ ns	۰/۰۸ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۲/۴۲ ns
تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۲۱۶/۸۲ **	۱۴/۸۳ **	۰/۰۵ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۱۱/۹۷ **
سال × تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۴۳/۶۵ ns	۳/۲۸ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۲/۹۶ ns
نوع کشت × تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۲۱۶/۸۲ **	۱۱/۴۷ **	۰/۳۳ **	۰/۲ *	۰/۸۸**	۰/۰۲ *	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۱ *	۷/۸۸ **
سال × نوع کشت × تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۴۳/۶۵ ns	۲/۹۷ ns	۰/۰۸ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۲/۶ ns
خطای کرت‌های فرعی فرعی	۴۸	۱۸/۷۲	۱/۷۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱/۷۵
ضریب تغییرات		۵/۸۱	۱۲/۱۳	۶/۹۰	۶/۹۹	۴/۳۵	۸/۶۹	۳/۳۰	۵/۳۱	۷/۴۶	۹/۳۶

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

بررسی اثرات متقابل نشان داد که برهم‌کنش نوع کشت × تاریخ کاشت بر وزن، طول، قطر و حجم میوه، طول هسته و درصد رطوبت میوه معنی‌دار بود که وابستگی پاسخ این صفات به تلفیق دو عامل مذکور را تأیید می‌کند. افزون بر این، اثر متقابل نوع کشت × فاصله کاشت بر قطر و حجم میوه و نیز وزن، قطر و حجم هسته معنی‌دار شد. همچنین، برهم‌کنش تاریخ کاشت × فاصله کاشت بر عملکرد، وزن میوه و درصد رطوبت میوه تأثیر معنی‌داری داشت؛ این امر بیانگر آن است که دستیابی به حداکثر عملکرد و کیفیت مطلوب میوه، مستلزم مدیریت هم‌زمان و بهینه تاریخ کاشت و فاصله بوته‌ها در سیستم‌های کشت مخلوط است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع -فاصله کاشت و نوع-فاصله کاشت بر صفات طول و قطر هسته نشان داد که در اثر متقابل نوع کشت × تاریخ کاشت، بیشترین طول هسته در کشت خرما با تاریخ کاشت ۱ خرداد (۱/۷۲) و کمترین مقدار در کشت مخلوط با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد (۱/۵) به دست آمد و با تأخیر در تاریخ کاشت، طول هسته در هر دو نوع کشت کاهش یافت. همچنین در اثر متقابل نوع کشت × فاصله کاشت، قطر هسته در کشت خرما در همه فواصل کاشت بیشتر از کشت مخلوط بود؛ به‌طوری‌که بیشترین قطر هسته در فاصله‌های کاشت ۱۵ و ۲۰ در کشت خرما (به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۸۶) و کمترین مقدار در کشت مخلوط با فاصله کشت ۲۵ (۰/۷۶) مشاهده شد.

کاهش طول و قطر هسته با تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش فاصله کاشت در سیستم کشت مخلوط، ناشی از برهم‌خوردن تعادل تخصیص آسیمیلات‌ها و تشدید رقابت بر سر رطوبت خاک و عناصر غذایی است؛ یافته‌ای هم‌خوان با نتایج Awad (۲۰۰۷) که کوتاه‌شدن دوره تقسیم و تمایز سلولی هسته در اثر تنش‌های گرمایی ناشی از تأخیر در استقرار را نشان داد. همچنین برتری ابعاد هسته در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط و کاهش آن در فاصله‌های کشت بالا، بر لزوم مدیریت کانوپی و کنترل رقابت بین‌گونه‌ای برای حفظ نفوذ تشعشع فعال فتوسنتزی و قدرت مخزن بذر تأکید دارد.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل نوع -فاصله کاشت و نوع-فاصله کاشت بر صفات خرما

نوع کشت	تاریخ کاشت	طول هسته (سانتی‌متر)	نوع کاشت	فاصله کاشت	قطر هسته (سانتی‌متر)
کشت خرما	۱ خرداد	۱/۴۲ a	کشت خرما	۱۵	۰/۸۷ a
	۱۵ خرداد	۱/۶۶b		۲۰	۰/۸۶ a
	۳۰ خرداد	۱/۶۶cd		۲۵	۰/۸۵ a
کشت مخلوط	۱ خرداد	۱/۶۲c	کشت مخلوط	۱۵	۰/۸ a
	۱۵ خرداد	۱/۶de		۲۰	۰/۷۸b
	۳۰ خرداد	۱/۵e		۲۵	۰/۷۶b

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، اثر متقابل سه‌گانه نوع کشت × تاریخ کاشت × فاصله کاشت بر صفات عملکرد خرما، وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، حجم میوه، وزن هسته، حجم هسته و رطوبت میوه معنی‌دار بود؛ بنابراین مقایسه میانگین‌ها بر اساس اثرات سه‌گانه انجام گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد خرما در کشت مخلوط با تاریخ کاشت ۱ خرداد و فاصله کاشت ۲۵ مشاهده شد، درحالی‌که در کشت خرما مقدار عملکرد در همه تیمارها در سطح پایین‌تر و تقریباً ثابت قرار داشت. همچنین در کشت مخلوط، با تغییر تاریخ و فاصله کاشت، وزن میوه، طول میوه، قطر میوه و حجم میوه افزایش نشان داد و بیشترین مقادیر این صفات عمدتاً در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و فاصله کاشت ۲۵ به دست آمد. در مقابل، وزن هسته و حجم هسته در کشت خرما بیشتر از کشت مخلوط بود و با افزایش فاصله کاشت، روند کاهشی نشان داد. رطوبت میوه نیز در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خرما بود و بیشترین مقدار آن در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و فاصله کاشت ۱۵ مشاهده شد.

همان‌گونه که نتایج تجزیه آماری نشان داد، معنی‌داری اثر متقابل سه‌گانه حاکی از نقش کلیدی مدیریت هم‌زمان تاریخ، فاصله کاشت و نوع سیستم کشت بر صفات کمی و کیفی خرماست، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد در کشت مخلوط با تاریخ کاشت ۱ خرداد و فاصله کاشت ۲۵ به دست آمد که این امر با یافته‌های Ahmed و El Sharabasy (۲۰۱۰) در خصوص ارتقای بهره‌وری کل و بهبود شرایط خاک در سیستم‌های کشت مخلوط مناطق خشک هم‌خوانی دارد؛ همچنین بهبود ابعاد و حجم میوه در تاریخ‌های متأخرتر (۳۰ خرداد) و فواصل کاشت بیشتر (فاصله ۲۵) در کشت مخلوط، ناشی از تعدیل رقابت فضایی و بهبود تخصیص آسیمیلات‌ها به مخزن میوه است، درحالی‌که مقادیر بالاتر وزن و حجم هسته در کشت خالص مؤید ضرورت کنترل تداخلات ریشه‌ای و کانوپی در نخلستان‌هاست، و افزایش رطوبت میوه در تیمارهای کشت مخلوط نیز با گزارش‌های Kader و Hussein (۲۰۰۹) درباره نقش پوشش گیاهی زیرآشکوب در تعدیل خرد اقلیم و حفظ وضعیت آبی میوه مطابقت دارد، هرچند به‌تصریح Mansour و همکاران(۲۰۱۲)، تنظیم بهینه فواصل کاشت در چنین سیستم‌هایی برای ایجاد تعادل پایدار میان عملکرد کمی و ویژگی‌های بازارپسند میوه امری حیاتی است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر متقابل نوع-تاریخ -فاصله کاشت بر صفات خرما

نوع کاشت	تاریخ کاشت	فاصله کاشت	عملکرد خرما (کیلوگرم)	وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب)	وزن هسته (گرم)	حجم هسته (سانتی‌متر مکعب)	رطوبت میوه (درصد)
کشت خرما	۱ خرداد	۱۵	۱۶۷/۸۲f	۷/۷e	۲/۴g	۲/۴c	۵/۶۹f	۰/۵۶a	۰/۶۸a	۱۳/۱۴de
		۲۰	۱۶۷/۸۲f	۷/۷۴e	۲/۴۱g	۲/۴۲bc	۵/۷۱f	۰/۶۳ab	۰/۶۶ab	۱۳/۶۸de
		۲۵	۱۶۷/۸۲f	۷/۷۹e	۲/۴۲g	۲/۴۶b	۵/۷۳ef	۰/۶۱bc	۰/۶۴bc	۱۳/۲۲e
	۱۵ خرداد	۱۵	۱۶۷/۸۲f	۷/۹۸de	۲/۴۴fg	۲/۴۳bc	۵/۷۵f	۰/۶۴ab	۰/۶۶ab	۱۳/۹cd
		۲۰	۱۶۷/۸۲f	۸/۰۳de	۲/۴۵fg	۲/۴۸b	۵/۷۴ef	۰/۶۲abc	۰/۶۴bc	۱۳/۶۶de
		۲۵	۱۶۷/۸۲f	۸/۰۸de	۲/۴۶fg	۲/۴۸b	۵/۷۶ef	۰/۶۱bc	۰/۶۲cd	۱۳/۵۸e
	۳۰ خرداد	۱۵	۱۶۷/۸۲f	۸/۳۱cd	۲/۴fg	۲/۴۳bc	۵/۷۵ef	۰/۶۳ab	۰/۶۵b	۱۴/۲۴bc
		۲۰	۱۶۷/۸۲f	۸/۳۶cd	۲/۴۱ef	۲/۴۶b	۵/۷۷e	۰/۶۲abc	۰/۶۳c	۱۳/۹cd
		۲۵	۱۶۷/۸۲f	۸/۴۱cd	۲/۵۳de	۲/۴۹a	۵/۷۹e	۰/۶cd	۰/۶۱de	۱۳/۰۸de
کشت مخلوط	۱ خرداد	۱۵	۱۷۱/۴۸d	۸/۹c	۲/۴۴fg	۲/۴۵b	۶/۲۳d	۰/۵۹de	۰/۵۹ef	۱۴/۳abc
		۲۰	۱۷۷/۶۵c	۸/۹۵c	۲/۵۳de	۲/۵۳a	۶/۲۷cd	۰/۵۷ef	۰/۵۷fg	۱۴/۰۸bc
		۲۵	۱۸۵/۴۶a	۹c	۲/۶۸b	۲/۴۹a	۶/۳۱c	۰/۵۶fg	۰/۵۵gh	۱۳/۸۸cd
	۱۵ خرداد	۱۵	۱۸۶/۶۱a	۹/۲۲bc	۲/۴۶fg	۲/۴۶b	۶/۲۴d	۰/۵۸e	۰/۵۸fg	۱۴/۶ab
		۲۰	۱۷۹/۴۴c	۹/۲۷bc	۲/۵۹cd	۲/۵a	۶/۳۱c	۰/۵۶fg	۰/۵۶gh	۱۴/۳۸abc
		۲۵	۱۶۸/۸۳e	۹/۳۲bc	۲/۷۲ab	۲/۵۲a	۶/۳۸b	۰/۵۵gh	۰/۵۴h	۱۴/۱۸bc
	۳۰ خرداد	۱۵	۱۷۵/۲۳d	۹/۵۸a	۲/۵۱e	۲/۵۳a	۶/۳۱c	۰/۵۷ef	۰/۵۷fg	۱۴/۹۲a
		۲۰	۱۸۳/۰۷b	۹/۶۳a	۲/۶۵bc	۲/۵۳a	۶/۳۹b	۰/۵۶fg	۰/۵۵gh	۱۴/۶۵ab
		۲۵	۱۸۲/۶۱b	۹/۶۸a	۲/۷۳a	۲/۵۲a	۶/۴۷a	۰/۵۴h	۰/۵۳h	۱۴/۲۸abc

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

نتایج تجزیه مرکب صفات لوبیا در جدول ۶ نشان داد که اثر سال بر عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه معنی‌دار بود، درحالی‌که بر شاخص برداشت و تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری نداشت. اثر نوع کشت بر عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در غلاف در سطح معنی‌داری قرار گرفت. همچنین اثر تاریخ کاشت بر تمامی صفات موردبررسی شامل عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. اثر فاصله کشت نیز بر عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار شد. در بین اثرات متقابل، اثر نوع کشت × فاصله کشت بر عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود و اثر تاریخ کاشت × فاصله کشت فقط بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار شد، درحالی‌که سایر اثرات متقابل و نیز اثرات سه‌گانه و چهارگانه معنی‌دار نبودند. بنابراین، بررسی و مقایسه میانگین صفات بر اساس اثرات اصلی و اثرات متقابل معنی‌دار انجام گرفت.

جدول ۶: نتایج تجزیه مرکب اثر تاریخ کاشت، نوع و فاصله کاشت بر صفات لوبیا

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد دانه در غلاف
سال	۱	۵۵۱۰۷۹۴/۳۶۹**	۱۷۸۹۴۵۵/۱۴۲*	۲۷۴/۶۹۰ ns	۳۰/۵۷۱ ns
تکرار(سال)	۴	۲۳۲۹۰۳/۹۸۳	۱۳۴۰۲۶/۱۸۵	۶۵/۴۴۸	۱۰/۹۲۷
نوع کشت	۱	۴۰۴۹۶۷۸/۵۲۲**	۱۶۷۸۵۵۶/۸۸۰*	۳۶۴/۱۷۴*	۱۶/۳۴۹*
سال × نوع کشت	۱	۵۳۵۶۸/۲۵۸ ns	۱۵۹۶۵۹/۷۸۰ ns	۱۳۵/۰۲۷ ns	۱/۵۹۹ ns
خطای کرت‌های اصلی	۴	۱۳۱۳۶۲/۷۴۹	۱۰۰۸۹۷/۰۸۴	۴۰/۹۵۱	۱/۴۹۴
تاریخ کاشت	۲	۱۰۴۶۳۰۲/۷۵۰*	۳۵۷۹۶۶/۵۰۰*	۱۰۵/۲۴۱*	۳/۲۷۳**
سال × تاریخ کاشت	۲	۲۷۷۲۸/۶۱۷ ns	۷۶۸۴/۰۱۹ ns	۱/۱۶۱ ns	۱/۰۹۹ ns
نوع کشت × تاریخ کاشت	۲	۴۰۸۳۶/۸۳۷ ns	۶۸۱۱۳/۴۷۹ ns	۵۰/۵۲۱ ns	۰/۵۵۳ ns
سال × نوع کشت × تاریخ کاشت	۲	۶۳۵۹۷/۷۹۲ ns	۱۹۳۹۸/۶۱۶ ns	۷/۳۸۶ ns	۰/۷۵۳ ns
خطای کرت‌های فرعی	۱۶	۲۰۴۱۶۲/۰۶۹	۴۵۶۶۷/۱۹۹	۲۱/۳۲۲	۰/۳۰۷
فاصله کشت	۲	۵۱۷۷۲۳/۶۲۶*	۲۰۶۲۷۶/۴۸۶**	۵۹/۰۶۱*	۱/۴۶۵*
سال × فاصله کشت	۲	۳۲۰۹۷۹/۹۴۴ ns	۸۵۳۶۱/۱۰۳ ns	۱۶/۶۴۲ ns	۰/۲۹۲ ns
نوع کشت × فاصله کشت	۲	۴۲۸۵۹۹/۱۳۲*	۱۴۱۳۸۲/۲۶۹*	۱۸/۲۷۰ ns	۰/۷۵۶**
سال × نوع کشت × فاصله کشت	۲	۱۵۷۴۹۵/۵۶۷ ns	۱۱۶۱۸۳/۷۳۰ns	۶۳/۱۷۰*	۰/۶۸۹ ns
تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۳۶۱۵۳/۴۷۶ ns	۱۱۱۰۱/۱۸۶ ns	۲۶/۹۳۱ ns	۶/۸۰۷**
سال × تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۹۲۹۶۳/۱۵۹ ns	۲۹۵۰۱/۶۶۶ ns	۶/۳۲۱ ns	۰/۳۴۹ ns
نوع کشت × تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۸۴۲۳۰/۲۹۳ ns	۱۸۳۰۹/۸۶۹ ns	۱۳/۰۹۳ ns	۰/۲۹۲ ns
سال × نوع کشت × تاریخ کاشت × فاصله کشت	۴	۲۳۹۳۲۸/۷۲۹ ns	۸۷۵۶۵/۵۸۲ ns	۱۸/۸۳۲ ns	۰/۵۰۷ ns
خطای کرت‌های فرعی فرعی	۴۸	۱۳۲۲۱۵/۶۳۸	۳۷۴۹۹/۶۷۵	۱۷/۳۰۳	۰/۶۰۰
ضریب تغییرات		۱۶/۶	۱۷/۷	۱۴/۹۱	۱۵/۶۹

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

نتایج نشان داد که شاخص برداشت در کشت مخلوط (۳۸/۷۴ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از کشت خالص (۳۵/۰۶ درصد) بود. همچنین در بین تاریخ‌های کاشت، بیشترین شاخص برداشت در تاریخ ۳۰ خرداد (۳۸/۷۶ درصد) و کمترین مقدار در تاریخ ۱ خرداد (۳۵.۴۰ درصد) مشاهده شد. در بین فاصله‌های کاشت نیز، بیشترین شاخص برداشت مربوط به فاصله‌های ۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب با ۳۷/۸۴ و ۳۷/۴۱ درصد و کمترین مقدار مربوط به فاصله ۱۵ سانتی‌متر با ۳۵/۴۴ درصد بود.

افزایش شاخص برداشت در سیستم کشت مخلوط و فواصل مطلوب‌تر کاشت، مؤید بهبود بهره‌وری در تخصیص ماده خشک کل به اندام‌های اقتصادی است؛ چنان‌که Carr (۲۰۱۳) در بررسی جامع سیستم‌های زراعی و مدیریت تراکم نخیل در مناطق خشک اظهار می‌دارد که کشت مخلوط و بهینه‌سازی فضای رشد با تعدیل خرد اقلیم و کاهش رقابت‌های شدید، کارایی مصرف منابع و سهم بخش اقتصادی از بیوماس را ارتقا می‌دهد. از سوی دیگر، پژوهش‌های مدل‌سازی رشدی انجام‌شده توسط Zhen (۲۰۲۵) نیز تأیید می‌کند که تنظیم دقیق تاریخ‌ها و فواصل کاشت، نقش اساسی در بهبود نسبت عملکرد اقتصادی به زیست‌توده کل (شاخص برداشت) در نخلستان‌ها ایفا می‌کند.

جدول ۷: میانگین اثر اصلی نوع کشت، تاریخ کاشت و فاصله کاشت بر شاخص برداشت

صفت	نوع کشت		تاریخ کشت			فاصله کاشت		
شاخص برداشت (درصد)	کشت خالص	کشت مخلوط	۱ خرداد	۱۵ خرداد	۳۰ خرداد	۱۵	۲۰	۲۵
	۳۵/۰۶b	۳۸/۷۴a	۳۵/۴۰b	۳۶/۵۴b	۳۸/۷۶a	۳۵/۴۴b	۳۷/۴۱a	۳۷/۸۴a

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل نوع کاشت و فاصله کاشت بر عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه لوبیا معنی‌دار بود؛ بنابراین مقایسه میانگین‌ها بر اساس اثرات متقابل انجام گرفت. همان‌گونه که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، در کشت خالص، بیشترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر با ۳۰۹۸/۵۹ و کمترین مقدار مربوط به فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر با ۲۷۸۴/۰۹ بود، درحالی‌که ازنظر عملکرد دانه، بیشترین مقدار در فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر با ۱۲۱۲/۶۲ و کمترین مقدار در فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر با ۹۳۳/۱۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. در کشت مخلوط نیز بیشترین عملکرد بیولوژیکی در فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر با ۳۴۰۹/۹ و کمترین مقدار در فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر با ۲۷۴۳ کیلوگرم در هکتار ثبت شد. همچنین، بیشترین عملکرد دانه در کشت مخلوط مربوط به فاصله‌های کشت ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر به ترتیب با ۱۳۸۴/۶۷ و ۱۳۱۲/۴۷ بود و کمترین مقدار در فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر با ۱۱۱۶/۴۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

تأثیر متقابل نوع کشت و فاصله کاشت بر عملکرد بیولوژیکی و دانه لوبیا نشان‌دهنده اهمیت تنظیم تراکم بوته برای دستیابی به حداکثر پتانسیل تولید است؛ به‌طوری‌که در این پژوهش فاصله کاشت ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر بیشترین کارایی را در تولید دانه و زیست‌توده داشته‌اند. این یافته با نتایج مطالعات Merga و Ahmed (۲۰۲۰) هم‌خوانی دارد که نشان می‌دهند تنظیم مناسب فاصله و تراکم بوته در لوبیا موجب بهبود شاخص سطح برگ، بهینه‌سازی جذب نور و تخصیص مؤثر مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی می‌شود. همچنین، برتری عملکرد دانه و بیولوژیکی در سیستم‌های کشت مخلوط و فواصل مطلوب، با پژوهش‌های Bitewو همکاران(۲۰۲۱) درباره اثرات آرایش فضایی و تخصیص منابع برافزایش کارایی سیستم‌های کشت در هم‌جواری حبوبات مطابقت دارد؛ چراکه تنظیم دقیق فضای رشد، رقابت درون‌گونه‌ای را کاهش داده و با بهبود تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و بهره‌برداری از عوامل محیطی، تولید کل سیستم را ارتقا می‌دهد.

جدول ۸: مقایسه میانگین اثر متقابل نوع -تاریخ کاشت و نوع-فاصله کاشت بر صفات لوبیا

نوع کاشت	فاصله کاشت	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه
	۱۵	۲۹۰۹/۲۸c	۹۳۳/۱۸d
کشت خالص	۲۰	۳۰۹۸/۵۹b	۱۱۷۶/۱b
	۲۵	۲۷۸۴/۰۹d	۱۲۱۲/۶۲b
	۱۵	۲۷۴۳d	۱۱۱۶/۴۸c
کشت مخلوط	۲۰	۳۴۰۹/۹a	۱۳۸۴/۶۷a
	۲۵	۳۱۲۸/۴۹b	۱۳۱۲/۴۷a

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل تاریخ کاشت و فاصله کاشت بر صفت تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود؛ بنابراین مقایسه میانگین‌ها بر اساس اثرات متقابل انجام گرفت. همان‌گونه که در جدول ۹ مشاهده می‌شود، در تاریخ کاشت ۱ خرداد، فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر با میانگین ۸.۵۵ دانه در غلاف، در مقایسه با فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر (۷/۳۹ دانه) توانست ۱۵.۵ درصد افزایش در تعداد دانه در غلاف ایجاد کند. در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد، بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر با ۹/۰۳ دانه بود که این مقدار نسبت به کمترین مقدار ثبت‌شده در همان تاریخ (فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر با ۷/۴۲ دانه)، نشان‌دهنده ۱۷.۶ درصد افزایش است، درحالی‌که تفاوت آن با فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر (۸/۹۲ دانه) ازنظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد، فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر با ۸/۹۸ دانه در غلاف، نسبت به فاصله‌های کاشت ۱۵ و ۳۵ سانتی‌متر (به ترتیب ۸/۳۹ و ۸/۳۸ دانه) بین ۷.۱ تا ۷.۲ درصد افزایش را نشان داد. درمجموع، ترکیب‌های تاریخ کاشت ۱۵ خرداد با فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر و ۳۰ خرداد با فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر، بیشترین مقادیر صفت موردبررسی را به خود اختصاص دادند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

معنی‌داری اثر متقابل تاریخ و فاصله کاشت بر صفت تعداد دانه در غلاف، بیانگر وابستگی مستقیم این صفت زایشی به شرایط محیطی و فضای رشد گیاه در مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌هاست. نتایج نشان داد که واکنش ارقام به فواصل کاشت در تاریخ‌های مختلف متفاوت است؛ به‌طوری‌که در تاریخ‌های مختلف، فواصل بهینه (مانند فاصله ۲۵ سانتی‌متر در اواسط خرداد یا ۲۰ سانتی‌متر در اواخر خرداد) با کاهش رقابت درون‌گونه‌ای و بهبود میزان نفوذ نور و فتوسنتز جاری، موجب افزایش تعداد دانه در غلاف شده‌اند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های Esmaeailzadeh و Aminpanah (۲۰۱۵) هم‌خوانی دارد؛ این محققان نشان دادند که آرایش فضایی و تنظیم تاریخ کاشت نقش تعیین‌کننده‌ای در اجزای عملکرد لوبیا نظیر تعداد دانه در غلاف و طول غلاف از طریق بهبود توزیع منابع ایفا می‌کند. همچنین، مطالعات Babaeian و همکاران(۲۰۱۲) نیز تأکید می‌کنند که بهینه‌سازی فاصله کاشت و همگام‌سازی آن با شرایط اقلیمی مناسب، با فراهم‌سازی تعادل مطلوب بین منبع و مخزن، اجزای عملکرد زایشی حبوبات را به‌طور چشمگیری ارتقا می‌دهد.

جدول ۹: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ-فاصله کاشت بر تعداد دانه در غلاف

تاریخ کاشت	فاصله کاشت	تعداد دانه در غلاف
	۱۵	۸/۵۴۹ab
۱ خرداد	۲۰	۷/۳۹۱d
	۲۵	۸/۰۹۲cd
	۱۵	۷/۴۲۵d
۱۵ خرداد	۲۰	۸/۹۱۷a
	۲۵	۹/۰۲۸a
	۱۵	۸/۳۹۱bc
۳۰ خرداد	۲۰	۸/۹۷۸a
	۲۵	۸/۳۸۶bc

در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که سامانه کشت مخلوط نخل خرما و لوبیا چشم‌بلبلی می‌تواند به‌عنوان روشی کارآمد برای افزایش بهره‌وری تولید در شرایط مناطق گرم و خشک مورداستفاده قرار گیرد. برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در برخی صفات مهم خرما و لوبیا نشان داد که هم‌زمانی دو گیاه با نیازهای متفاوت، امکان استفاده بهتر از منابع محیطی را فراهم می‌کند و درنهایت به بهبود عملکرد سامانه منجر می‌شود. این نتیجه با یافته‌های بروکر و همکاران (Brooker *et al*., 2015) همسو است؛ به‌طوری‌که این پژوهشگران نیز گزارش کردند که در سامانه‌های کشت مخلوط، مکمل بودن در استفاده از منابع، به‌ویژه نور، آب و عناصر غذایی، موجب افزایش کارایی تولید و بهبود شاخص بهره‌وری زمین می‌شود. همچنین، نتایج این تحقیق با گزارش جنسن و همکاران (Jensen *at al*., 2020) قابل مقایسه است که نشان دادند حضور لگوم‌ها در سامانه‌های مخلوط می‌تواند با افزایش تثبیت زیستی نیتروژن و بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه، به افزایش تولید ماده خشک و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

عملکرد منجر شود. در همین راستا، یافته‌های ناماتشیو و همکاران (Namatsheve *et al*, 2020) نیز بیانگر آن است که کشت لوبیا چشم‌بلبلی در سامانه‌های مخلوط، علاوه بر کمک به حاصلخیزی خاک، می‌تواند موجب افزایش پایداری سیستم تولیدی و استفاده مؤثرتر از منابع محدود شود. از سوی دیگر، اثر مثبت تاریخ و فاصله کاشت در برخی صفات عملکردی نشان داد که تنظیم مناسب تقویم زراعی و فاصله کاشت، نقش مهمی در کاهش رقابت و بهبود شرایط رشد دارد. در مجموع، نتایج این پژوهش تأیید می‌کند که مدیریت دقیق نوع، تاریخ و فاصله کاشت، شرط اصلی موفقیت در سامانه کشت مخلوط نخل خرما و لوبیا چشم‌بلبلی است و می‌تواند به ارتقای بهره‌وری و پایداری تولید در شرایط مشابه خوزستان کمک کند.

منابع

Akchaya, S., Venkatesan, K., Chandrika, V., Bharathi, K., Vanniarajan, C. and Geetha, S. 2025. Intercropping in coconut and date palm plantations: A review. Frontiers in Sustainable Food Systems, 9, Article 1640941. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1640941

Brooker, R. W., Bennett, A. E., Cong, W.-F., Daniell, T. J., George, T. S., Hallett, P. D., Hawes, C., Iannetta, P. P. M., Jones, H. G., Karley, A. J., Li, L., McKenzie, B. M., Pakeman, R. J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C. A., Zhang, C., Zhang, F. and White, P. J. 2015. Improving intercropping: A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. New Phytologist, 206(1):107-117. https://doi.org/10.1111/nph.13132

Deb, D. and Dutta, S. 2022. The robustness of land equivalent ratio as a measure of yield advantage of multi-crop systems over monocultures. Experimental Results, 3, e2. https://doi.org/10.1017/exp.2021.33

Fageria, N. K. 2001. Nutrient interactions in crop plants. Journal of Plant Nutrition, 24(8): 1269-1290. https://doi.org/10.1081/PLN-100106981

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2002). Date palm cultivation (FAO Plant Production and Protection Paper No. 156, Rev. 1). FAO. https://www.fao.org/4/y4360e/y4360e00.htm

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. FAOSTAT database. https://www.fao.org/faostat/

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022. Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press. 3056 p. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Martin-Guay, M.-O., Paquette, A., Dupras, J., and Rivest, D. 2018. The new green revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. Science of the Total Environment, 615: 767-772. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.024

Jensen, E. S., Carlsson, G., & Hauggaard-Nielsen, H. 2020. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(1), Article 5. https://doi.org/10.1007/s13593-020-0607-x

Namatsheve, T., Cardinael, R., Corbeels, M. and Chikowo, R. 2020. Productivity and biological N2-fixation in cereal-cowpea intercropping systems in sub-Saharan Africa: A review. Agronomy for Sustainable Development, 40, Article 24. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00629-0

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

Ong, C. K., Black, C. R., & Wilson, J. (Eds.). (2015). Tree-crop interactions: Agroforestry in a changing climate (2nd ed.). CABI. https://doi.org/10.1079/9781780645117.0000

Sisodia, P. S., Yadav, R. K., Singh, S., Kumar, R. and Meena, R. S. 2025. Intercropping systems for sustainable intensification: A review. Agronomy, 15(9):2243. https://doi.org/10.3390/agronomy15092243

Ahmed, M. M. M., & El Sharabasy, S. F. 2010. Effect of intensified Intercropping systems of field crops under date palm on soil fertility in the arid regions. In *1st International Conference on Organic Agriculture-Limitations and Future* (Vol. 11).

Awad, M. A. 2007. Increasing date palm fruit retention and improving quality using some organic and chemical treatments. *Agricultural Water Management*, 88(1–3), 195–203. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.10.015

Babaeian, M., Tavassoli, A., & Ghanbari, A. 2012. Effects of planting date and row spacing on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *African Journal of Microbiology Research*, 6(20), 4340–4343. https://doi.org/10.5897/AJMR11.1311

Bitew, Y., Assefa, K., & Tana, T. 2021. Agronomic performance and economic feasibility of common bean-maize intercropping in Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 741177. https://doi.org/10.3389/fsfs.2021.741177

Carr, M. K. V. 2013. The water relations and irrigation requirements of date palm (*Phoenix dactylifera* L.): A review. *Experimental Agriculture*, 49(3), 333–356. https://doi.org/10.1017/S001447971300010X

Esmaeailzadeh, M., & Aminpanah, H. 2015. Effects of planting date and spatial arrangement on common bean (*Phaseolus vulgaris*) yield under weed-free and weedy conditions. *Planta Daninha*, 33(3), 425–432. https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300005

Kader, A. A., & Hussein, A. M. 2009. Harvesting and postharvest handling of dates. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria. iv + 15 pp. Available online: UC Davis Postharvest Publication

Mansour, A. E. M., Salama, A. S., & Al-Wasfy, M. M. 2012. Effect of bunch bagging and fruit thinning on yield and fruit quality of Seewy date palms. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(4), 2150–2158.

Merga, B., & Ahmed, S. 2020. Intercropping of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with maize: A review. *Heliyon*, 6(9), e04803. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04803

Yusuf, A., Li, M., Zhang, S. Y., Odedishemi-Ajibade, F., Luo, R. F., Wu, Y. X., ... & Duan, S. 2025. Harnessing plant–microbe interactions: strategies for enhancing resilience and nutrient acquisition for sustainable agriculture. Frontiers in Plant Science, 16, 1503730.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]

Evaluation of planting date and plant density on the yield and agronomic traits of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in sole and intercropping systems with date palm

S. N. Mousavi [1], M. Alavifazel [2*], S. K. Marashi[3], Sh. Lak[4] & M. Boroujerdnia[5]

1, 3, 4) Department of Agronomy, Ahv. C., Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2) Department of Agronomy, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5) Date Palm and Tropical Fruit Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran.

***Corresponding author: mojtaba.alavifazel@iau.ac.ir**

This article is taken from a doctoral dissertation.

Received date: 2025.08.03 **Accepted date: 2025.10.14**

Abstract

The use of intercropping systems, including agroforestry, is an effective strategy to increase productivity and production sustainability in arid and semi-arid regions facing soil and water resource constraints. This study was conducted to investigate the effects of planting date and plant spacing on the yield and quantitative traits of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and date palm (*Phoenix dactylifera* L.) at the research farm of the Date Palm and Tropical Fruits Research Institute of Iran, Ahvaz. The experiment was laid out as a split-split-plot arrangement based on a randomized complete block design with three replications over the 2022–23 and 2023–24 growing seasons. The treatments comprised cropping system at three levels (sole date palm, sole cowpea, and date palm-cowpea intercropping) in main plots, planting dates (May 22, June 6, and June 21 [corresponding to Persian Khordad 1, 15, and 30]) in sub-plots, and cowpea plant spacings (15, 20, and 25 cm) in sub-sub-plots. The results showed that the cropping system significantly affected most of the evaluated traits in both crops. In date palm, the triple interaction of cropping system, planting date, and plant spacing was significant on yield, fruit weight, length, diameter, and volume, as well as pit weight, pit volume, and fruit moisture. The highest date palm yield was obtained under intercropping, the earliest planting date (May 22), and 25 cm plant spacing. Furthermore, the maximum fruit weight, length, diameter, and volume were predominantly observed in intercropping, the latest planting date (June 21), and 25 cm plant spacing. In cowpea, the main effects or interactions of cropping system, planting date, and plant spacing significantly affected biological yield, grain yield, harvest index, and number of seeds per pod. The highest harvest index (38.74%) was achieved in the intercropping system and on the June 21 planting date (38.76%). Additionally, the highest cowpea biological yield and grain yield were observed in the intercropping system at 20 cm plant spacing, amounting to 3409.9 and 1384.67 kg ha^{-1}, respectively. The maximum number of seeds per pod (9.03) was obtained from the combination of the June 6 planting date and 25 cm plant spacing. Overall, the date palm and cowpea intercropping system, combined with proper management of planting date and spacing, can enhance yield, improve resource use efficiency, and promote production sustainability under climatic conditions similar to Khuzestan.

Key words: Date palm, intercropping, agroforestry, harvest index, and fruit traits.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-22]