



Methanol foliar spraying and triple intercropping effects on peanut yield and nutrient uptake

Khshayar Rigi¹ | Mehdi Dahmardeh² | Seyyed Mohsen Mousavi Nick³

1. Corresponding Author, Horticulture Crops Research Department, Baluchestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iranshahr, Iran. E-mail: kh.rigi@areeo.ac.ir
2. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: Dr.dahmardeh@uoz.ac.ir
3. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: moussavinnik@uoz.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Objective: Intercropping can reduce production risk and improve resource use efficiency. Foliar spraying of methanol is reported to mitigate drought stress and possibly increase yield. This study investigates the effects of methanol foliar spraying on a triple intercrop of roselle (<i>Hibiscus sabdariffa</i>), aloe vera, and peanuts to identify the optimal intercropping pattern and methanol percentage under the climatic conditions of the Sistan region, southeast Iran.
Article history: Received 28 April 2025 Received in revised form 14 September 2025 Accepted 3 January 2026 Published online 5 January 2026	Methods: A factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was conducted at the Zabol University experimental field. The main factor was methanol foliar spray at three levels (10%, 20%, 30% v/v), and the secondary factor was mixed cropping pattern at nine levels (intercropping configurations). Individual crops were grown at their typical densities: roselle 50 cm between plants in a row, peanuts 15 cm, and aloe vera 50 cm. In the mixed treatments, the final densities were achieved by altering intra-row plant spacing while keeping row spacing fixed at 50 cm. Each plot consisted of six rows of 3 m length (81 plots total). All treatments included one row of peanuts, one row of roselle, and one row of aloe vera. Glycine was added to the methanol solutions at 2 g L ⁻¹ to mitigate methanol toxicity. Foliar spray was applied 60 days after planting, with two applications at 14-day intervals until run-off.
Keywords: Intercropping Methanol spraying Potassium Yield Zinc	Results: The interaction between intercropping pattern and methanol level significantly affected all quantitative peanut traits and nutrient uptake. The highest peanut seed yield and the highest absorption of potassium and zinc occurred with 30% methanol in pure peanut cultivation (i.e., monoculture) and with 10% methanol in a mixed intercrop of 100% roselle + 25% peanut + 75% aloe vera, respectively. Conclusions: To achieve the highest peanut yield and nutrient uptake, monoculture peanut production with foliar spraying of 30% methanol is recommended.

Cite this article: Rigi, Kh., Dahmardeh, M., & Mousavi Nick, S. M. (2026). Methanol foliar spraying and triple intercropping effects on peanut yield and nutrient uptake. *Journal of Crops Improvement*, 27 (4), 629-640.
 DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2026.394304.2927>





تأثیر محلول پاشی متانول و کشت مخلوط سه گانه روی عملکرد و جذب عناصر توسط بادام زمینی

خشایار ریگی^۱ | مهدی دهمرده^۲ | سید محسن موسوی نیک^۳

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، ایرانشهر، ایران. رایانامه: kh.rigi@areeo.ac.ir

۲. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: Dr.dahmardeh@uoz.ac.ir

۳. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: moussavinnik@uoz.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: کشت مخلوط می تواند به کاهش ریسک تولید و افزایش کارایی استفاده از منابع کمک کند. همچنین محلول پاشی متانول در کاهش اثر تنش خشکی و افزایش عملکرد مؤثر است. این مطالعه به منظور تأثیر محلول پاشی متانول بر روی کشت مخلوط سه گانه چای ترش، آلوئه ورا و بادام زمینی به منظور تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط و تعیین مناسب ترین درصد محلول پاشی متانول در شرایط اقلیمی منطقه سیستان انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸	روش پژوهش: آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول پاشی متانول به عنوان فاکتور اول در سه سطح و الگوی کشت مخلوط به عنوان فاکتور دوم در نه سطح بود. کشت خالص سه گیاه با فواصل بین دو بوته در ردیف برای چای ترش، بادام زمینی و آلوئه ورا به ترتیب ۵۰، ۱۵ و ۵۰ سانتی متر انجام گرفت و تراکم های نهایی تیمارهای مخلوط برای سه گیاه به صورت تغییر فاصله دو بوته روی ردیف انجام شد و هیچ تغییری در فاصله بین ردیف ها ایجاد نشد (فاصله بین دو ردیف ثابت و ۵۰ سانتی متر بود). تعداد کرت های آزمایش ۸۱ عدد و هر کرت آزمایشی از شش ردیف کاشت به طول ۳ متر تشکیل شد. تمامی تیمارها به صورت یک ردیف بادام زمینی، یک ردیف چای ترش و یک ردیف آلوئه ورا کشت شدند.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۲۳	یافته ها: براساس نتایج به دست آمده اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر تمام صفات کمی بادام زمینی و عناصر جذب شده معنی دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه بادام زمینی و همچنین پتاسیم و روی جذب شده توسط بادام زمینی به ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام زمینی + ۷۵ درصد آلوئه ورا به دست آمد.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۳	نتیجه گیری: با توجه به نتایج مشخص شد که به منظور کسب بالاترین عملکرد و جذب عناصر غذایی باید از کشت خالص بادام زمینی + محلول پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول استفاده کرد.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۱۵	

کلیدواژه ها:

پتاسیم

روی

عملکرد

کشت مخلوط

محلول پاشی متانول

استناد: ریگی، خشایار؛ دهمرده، مهدی و موسوی نیک، سید محسن (۱۴۰۴). تأثیر محلول پاشی متانول و کشت مخلوط سه گانه روی عملکرد و جذب عناصر توسط بادام زمینی. به زراعی کشاورزی، ۲۷ (۴)، ۶۲۹-۶۴۰. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2026.394304.2927>



۱. مقدمه

کاهش تنوع زیستی به ویژه در سال های اخیر باعث کاهش انعطاف پذیری و پایداری نظام های زراعی شده است. یکی از روش های مهم برای بالابردن تنوع زیستی در کشاورزی استفاده از نظام های کشت مخلوط است (بغدادی^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). این امر برای کاهش فرسایش خاک و صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی مفید است و اثرات مثبتی بر محیط زیست دارد (جلیلیان^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). کشت مخلوط گیاهان با آرایش کاشت ردیفی موجب کاهش رقابت درون گونه ای و افزایش کارایی استفاده از عوامل محیطی می شود که به نوبه خود تأثیر زیادی بر افزایش کارایی گره های تثبیت کننده نیتروژن در بقولات دارد (استومف^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). افزودن بقولات در الگوی کشت مخلوط باعث افزایش کارایی استفاده از نیتروژن می شود. توانایی تثبیت زیستی نیتروژن توسط بقولات از رقابت بین گونه ای بین بقولات و سایر گیاهان بر سر جذب نیتروژن جلوگیری می کند و موجب افزایش محتوای نیتروژن خاک پس از برداشت محصول می شود (کارف^۴، ۲۰۰۶).

۲. پیشینه پژوهش

گزارش شده است که در کشت مخلوط گلرنگ و عدس بین آرایش های کشت مخلوط بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار ۷۵ درصد گلرنگ و ۲۵ درصد عدس بود که با تیمارهای کشت خالص از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشت (مندنی و همکاران، ۱۴۰۳). گزارش شده است که در نظام های کشت مخلوط شبدر ایرانی و شبدر لاک، عملکرد و کیفیت علوفه شبدر به طور معنی داری تحت تأثیر کشت مخلوط قرار گرفت و کشت مخلوط ۵۰ درصد شبدر ایرانی + ۵۰ درصد شبدر لاک با میزان بذر مصرفی ۲۰ کیلوگرم در هکتار از کیفیت علوفه بالاتری برخوردار بود (زمانیان و همکاران، ۱۴۰۳). گزارش شده است که در کشت مخلوط بادام زمینی و چای ترش، بالاترین میزان عملکرد در واحد سطح از نسبت کاشت ۲۵ درصد چای ترش و ۷۵ درصد بادام زمینی و استفاده همزمان ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن به دست آمد (پورکرمی و همکاران، ۱۴۰۲). پژوهشگران در کشت مخلوط سویا و کنجد بیان کردند که کشت مخلوط می تواند باعث افزایش قابلیت تثبیت زیستی سویا از طریق افزایش بازدهی مصرف نور شود، همچنین افزایش ۱۲ درصدی بهره دوری عملکرد در نسبت کاشت ۵۰ درصد سویا + ۵۰ درصد کنجد می تواند به دلیل ایجاد تعامل و افزایش بهره برداری از عوامل محیطی در الگوی کشت مخلوط باشد (عباسی و نامداری، ۱۴۰۱). گزارش شده است که در کشت مخلوط سه گانه گاودانه، خلر و گندم، نسبت برابری زمین در همه الگوهای کشت مخلوط گندم با بقولات بیش تر از یک بود که بیانگر مزیت الگوهای کشت مخلوط برای استفاده از زمین و افزایش عملکرد است (امینی و همکاران، ۱۴۰۳). همچنین گزارش شده است که در اثر محلول پاشی متانول، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (سیدشریفی و همکاران، ۱۴۰۰). مشاهده شده است که در اثر محلول پاشی متانول، در کشت مخلوط سه گانه چای ترش، بادام زمینی و آلوئه ورا باعث افزایش وزن تر غوزه چای ترش و عملکرد بیولوژیک چای ترش و بادام زمینی شد (ریگی و همکاران^۵، ۲۰۱۷). برخی از مطالعات نشان داد که با افزایش مقدار مصرف متانول سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف و نیز شاخص سطح برگ به مقدار زیادی افزایش یافت که این امر بر تعداد گل های بارور و همچنین رشد بوته های بادام زمینی

اثر مثبتی گذاشته و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف‌های رسیده قابل‌برداشت در بوته‌های بادام‌زمینی بوده است (صفرزاده و ویشکائی، ۱۳۸۶). گزارش‌های متعددی وجود دارند که نشان می‌دهند اسپری کردن متانول روی گیاهان سه‌کربنه در افزایش عملکرد، یکنواختی رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و همچنین کم‌کردن نیاز آبی گیاهان مؤثر است، به‌عنوان مثال مصرف متانول روی قسمت‌های هوایی گیاه پنبه باعث افزایش تولید ماده خشک، کاهش دمای برگ، افزایش فتوسنتز خالص برگ، افزایش عملکرد دانه و همچنین کاهش نیاز آبی این گیاه شد (میراخوری^۱ و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین با توجه به اهمیت این موضوع و لزوم استفاده از روش‌های مختلف کشاورزی پایدار مانند کشت مخلوط در کشاورزی و همچنین با توجه به این‌که منطقه مورد مطالعه جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و بخشی از دوران زایشی گیاهان کشت‌شده با تنش خشکی مواجه می‌شود و نقشی که متانول در تعدیل تنش خشکی دارد، همچنین در این پژوهش سعی شده است که تأثیر محلول‌پاشی متانول بر روی کشت مخلوط سه‌گانه چای ترش، آلوئه‌ورا و بادام‌زمینی مورد ارزیابی قرار گیرد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در مزرعه آموزشی- پژوهشی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک با موقعیت ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ اجرا شد. قبل از شروع آزمایش به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تعداد ۱۰ نمونه به‌صورت تصادفی از عمق ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. نتایج در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

سال	واکنش خاک (pH)	درصد نیتروژن	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	درصد شن	درصد لای	درصد رس
۱۳۹۴	۷/۵	۰/۰۵۷	۸/۱	۱۸۸	۶۰	۲۳	۱۷
۱۳۹۵	۷/۷	۰/۰۵۱	۷/۶	۱۹۱	۵۷	۲۴	۱۹

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل محلول‌پاشی متانول در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی متانول) و فاکتور دوم شامل کشت مخلوط در نه سطح (کشت خالص بادام‌زمینی، چای ترش و آلوئه‌ورا، ۵۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام‌زمینی + ۲۵ درصد آلوئه‌ورا، ۱۰۰ درصد چای ترش + ۵۰ درصد بادام‌زمینی + ۵۰ درصد آلوئه‌ورا، ۴۰ درصد چای ترش + ۳۰ درصد بادام‌زمینی + ۳۰ درصد آلوئه‌ورا، ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام‌زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا، ۶۰ درصد چای ترش + ۲۰ درصد بادام‌زمینی + ۲۰ درصد آلوئه‌ورا و ۱۰۰ درصد چای ترش + ۷۵ درصد بادام‌زمینی + ۲۵ درصد آلوئه‌ورا) بودند. آماده‌سازی زمین به‌صورت مرسوم انجام گرفت. کشت خالص سه گیاه با فواصل بین دو بوته در ردیف برای چای ترش، بادام‌زمینی و آلوئه‌ورا به‌ترتیب ۵۰، ۱۵ و ۵۰ سانتی‌متر انجام گرفت و تراکم‌های نهایی تیمارهای مخلوط برای سه گیاه به‌صورت تغییر فاصله دو بوته روی ردیف انجام شد و هیچ تغییری در فاصله بین ردیف‌ها صورت نگرفت (فاصله بین دو ردیف ثابت و ۵۰ سانتی‌متر بود). تعداد کرت‌های آزمایش ۸۱ عدد و هر کرت آزمایشی از شش ردیف کاشت به طول ۳ متر تشکیل شد. تمامی تیمارها به‌صورت یک ردیف بادام‌زمینی، یک ردیف چای ترش و یک ردیف آلوئه‌ورا کشت شدند. فاصله بین

کرت‌های فرعی ۱ متر و فاصله بین کرت‌های اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد. کاشت به صورت دستی در اوایل فروردین ماه روی خط داغ آب پشته‌ها انجام شد. بذرهای چای ترش به صورت کپه‌ای و در عمق ۱ تا ۲ سانتی متری کشت شدند و روی آن‌ها توسط لایه‌ای از ماسه بادی به منظور تسهیل در جوانه زنی پوشانده شد. بذرهای بادام زمینی رقم گلی با دست در عمق ۴ سانتی متری خاک کاشته شدند. بادام زمینی رقم گلی، رقمی رشد نامحدود و تیپ رشدی بوته‌ای بود. بذر چای ترش از مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه زابل تهیه شد. برای محلول پاشی متانول به هر یک از این مقادیر، به میزان ۲ گرم در لیتر گلیسین اضافه شد زیرا افزودن گلیسین به محلول آبی متانول سبب جلوگیری از صدمات ناشی از سمیت متانول می‌شود. محلول پاشی ۶۰ روز پس از کاشت انجام شد. محلول‌ها دو بار طی فصل رشد و با فواصل ۱۴ روز یکبار روی گیاه اسپری شدند. اسپری کردن تا زمان جاری شدن قطرات محلول از روی بوته‌ها ادامه یافت. محلول پاشی در ساعات پایانی روز و هنگام غروب آفتاب صورت گرفت. برای اندازه‌گیری جذب عناصر غذایی، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، برای خشک شدن نگهداری شدند و سپس وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری جذب عناصر غذایی از پودر آسیاب شده ابتدا نمونه خشک ۱ گرمی درون بوته‌های چینی ریخته شد و سپس بوته‌ها به مدت ۵ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و بعد از این مدت و رسیدن دمای کوره به ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، بوته‌ها به درون دسیکاتور انتقال داده شدند. خاکستر حاصل برای اندازه‌گیری میزان عناصر پتاسیم و روی از دستگاه جذب اتمی سری AA-7800 از کمپانی ژاپنی شیمادزو استفاده شد. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها پس از انجام آزمون بارتلت با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

۴. یافته‌های پژوهش

۴.۱. عملکرد دانه بادام زمینی

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، برهم‌کنش سال در کشت مخلوط، سال در متانول و برهم‌کنش سه گانه تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه بادام زمینی نداشت (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی بادام زمینی تحت تأثیر سطوح محلول پاشی متانول و کشت مخلوط

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن غلاف	وزن صدانه	عملکرد دانه		
۰/۰۰۰۳۱	۱۵/۰۵۵۵	۲۶۸۵۰/۶۶	۲	بلوک
۰/۰۰۶۸۶ns	۸۴/۱۹۸۴ns	۲۱۳۲۰۲/۲۹ns	۱	سال (A)
۰/۲۸۸۷۸۶**	۱۳۳۹/۱۰۳۱**	۱۵۹۷۴۰۵/۰۳۳۸**	۲	متانول (B)
۰/۳۵۲۶۸۳**	۹۲۴/۴۷۸۸**	۸۹۷۵۱۸/۸۰۲۴**	۸	کشت مخلوط (C)
۰/۰۰۱۷۸۸ns	۲۲/۰۵۵۵ ns	۲۰۵۱۷/۲۹۳۶ ns	۲	A × B
۰/۰۰۰۵۶ ns	۵/۳۴۶۵ ns	۵۷۱۳۲/۵۷۱۴ ns	۶	A × C
۰/۳۴۱۵۹۳**	۸۰/۳۴۳۹**	۵۷۸۵۷۴/۹۵۸۹**	۱۶	B × C
۰/۰۰۰۸۱۷ ns	۵/۴۸۱۴ ns	۲۴۸۷۰/۸۷۶۹ ns	۱۶	A × B × C
۰/۰۰۲۶۶	۳۸/۴۲۶۹	۷۵۱۹۰/۵۲	۸۰	خطا
۵/۳۴	۱۰/۱۶	۶۲۱۲/	—	ضریب تغییرات (درصد)

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد

دانه بادام‌زمینی به‌ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام‌زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام‌زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر سطوح محلول‌پاشی متانول و کشت مخلوط بر عملکرد دانه، غلاف و وزن صدانه بادام‌زمینی

تیمارها	عملکرد دانه بادام‌زمینی (کیلوگرم در هکتار)	وزن صدانه (گرم)	وزن غلاف (گرم)
M111 (۱۰ درصد متانول + کشت خالص)	۲۴۵۰/vcd	۶۶/۵۰b	۱/۰۸cde
M112 (۱۰ درصد متانول + ۵۰ چ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۱۹۱۰/ fgh	۵۲/۶۶efg	۰/۸۹ij
M113 (۱۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۵۰ ب + ۵۰ آ)	۲۱۳۴/rdefg	۶۰/۶۶bcde	۱/۰۱fgh
M114 (۱۰ درصد متانول + ۴۰ چ + ۳۰ ب + ۳۰ آ)	۲۱۰۴/rdefg	۵۹/۶۶bcdef	۰/۹۹gh
M115 (۱۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۲۵ ب + ۷۵ آ)	۱۵۴۶/vi	۲۶/۶۶h	۰/۴۰k
M116 (۱۰ درصد متانول + ۶۰ چ + ۲۰ ب + ۲۰ آ)	۱۸۳۴fghi	۵۲/۵۰fg	۰/۸۷j
M117 (۱۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۷۵ ب + ۲۵ آ)	۲۴۳۸/abcd	۶۶/۳۳b	۱/۰۸cde
M211 (۲۰ درصد متانول + کشت خالص)	۲۵۰۹/abc	۶۷/۳۳b	۱/۱۰c
M212 (۲۰ درصد متانول + ۵۰ چ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۱۹۸۶/vfgh	۵۶def	۰/۸۹ij
M213 (۲۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۵۰ ب + ۵۰ آ)	۲۲۱۶/2cdef	۶۳bcd	۱/۰۱efg
M214 (۲۰ درصد متانول + ۴۰ چ + ۳۰ ب + ۳۰ آ)	۲۱۴۰/defg	۶۲/۸۳bcd	۱/۰۱efg
M215 (۲۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۲۵ ب + ۷۵ آ)	۱۶۰۲/thi	۴۷/۳۳g	۰/۴۱k
M216 (۲۰ درصد متانول + ۶۰ چ + ۲۰ ب + ۲۰ آ)	۱۹۲۶/vfgh	۵۳/۶۶efg	۰/۸۹ij
M217 (۲۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۷۵ ب + ۲۵ آ)	۲۵۰۰/abc	۶۶/۶۶b	۱/۰۸cd
M311 (۳۰ درصد متانول + کشت خالص)	۲۹۴۵/va	۸۵a	۱/۴۷a
M312 (۳۰ درصد متانول + ۵۰ چ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۲۰۲۲/2efg	۵۸cdef	۰/۹۷gh
M313 (۳۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۵۰ ب + ۵۰ آ)	۲۳۹۸/2cd	۶۶/۱۶b	۱/۰۶cdef
M314 (۳۰ درصد متانول + ۴۰ چ + ۳۰ ب + ۳۰ آ)	۲۳۰۴cde	۶۴/۸۳bc	۱/۰۳defg
M315 (۳۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۲۵ ب + ۷۵ آ)	۱۸۰۹ghi	۵۲f g	۰/۸۴j
M316 (۳۰ درصد متانول + ۶۰ چ + ۲۰ ب + ۲۰ آ)	۲۰۰۶efg	۵۷cdef	۰/۹۴hi
M317 (۳۰ درصد متانول + ۱۰۰ چ + ۷۵ ب + ۲۵ آ)	۲۷۷۷/vab	۸۴a	۱/۳۳b

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

چ: چای ترش، ب: بادام‌زمینی، آ: آلوئه‌ورا

۴.۲. وزن صدانه بادام‌زمینی

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، برهم‌کنش سال در کشت مخلوط، سال در متانول و برهم‌کنش سه‌گانه تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر وزن صدانه بادام‌زمینی نداشت (جدول ۲). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر وزن صدانه بادام‌زمینی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین وزن صدانه بادام‌زمینی به‌ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام‌زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام‌زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا به‌دست آمد (جدول ۳).

۴.۳. وزن غلاف

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، برهم‌کنش سال در کشت مخلوط، سال در متانول و برهم‌کنش سه‌گانه تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر وزن غلاف نداشت (جدول ۲). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر وزن صدانه بادام‌زمینی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین وزن غلاف بادام‌زمینی به‌ترتیب از

تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا به دست آمد (جدول ۳).

۴.۴. تعداد غلاف در بوته

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، برهم‌کنش سال در کشت مخلوط، سال در متانول و برهم‌کنش سه گانه تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت (جدول ۴). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر تعداد غلاف در بوته بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر سطوح محلول پاشی متانول و کشت مخلوط بر ویژگی‌های کمی بادام زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف قابل برداشت	تعداد دانه در غلاف
تکرار (سال)	۲	۷۲۲/۳۲	۶۴۲۸/۶	۰/۰۰۰۶
سال (A)	۱	۴۵/۸۴۱۲ ^{ns}	۲۸/۵۷۱۴ ^{ns}	۰/۰۱۶۰ ^{ns}
متانول (B)	۲	۱۷۲/۲۲۲۲ ^{**}	۲۹۸/۳۸۰۹ ^{**}	۰/۱۹۱۳ ^{**}
کشت مخلوط (C)	۸	۲۸۶/۶۱۹۰ ^{**}	۸۳/۰۵۰۲ ^{**}	۰/۱۴۱۷ ^{**}
A × B	۲	۱۲/۷۹۳۶ ^{ns}	۳/۵۲۳۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۹۹ ^{ns}
A × C	۶	۲/۵۴۴۹ ^{ns}	۲/۱۴۵۵ ^{ns}	۰/۰۰۲۲ ^{ns}
B × C	۱۲	۱۶۴/۳۳۳۳ ^{**}	۲۲/۱۷۷۲ ^{**}	۰/۱۲۹۶ ^{**}
A × B × C	۱۲	۳/۲۱۹۵ ^{ns}	۲/۱۵۳۴ ^{ns}	۰/۹۹۱۴ ^{ns}
خطا	۸۰	۱۲/۱۱۷۴	۸/۵۲۵۰	۰/۰۰۵۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲/۷۲	۱۲/۵۹	۵/۱۷

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد غلاف در بوته بادام زمینی به ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا به دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر سطوح محلول پاشی متانول و کشت مخلوط بر ویژگی‌های کمی بادام زمینی

تیمارها	تعداد دانه در غلاف بادام زمینی	تعداد غلاف قابل برداشت	تعداد غلاف در بوته
(۱۰ درصد متانول + کشت خالص) M111	۱/۵۹b	۲۶/۶۶abcd	۳۱/۱۶cd
(۱۰ درصد متانول + ۲۵ + ب ۲۵) M112	۱/۳۸ef	۲۳ef	۲۵/۳۳f
(۱۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۵۰ + ب ۵۰) M113	۱/۴۶cde	۳۳/۶۶cdef	۲۸/۲۳cdef
(۱۰ درصد متانول + ۳۰ + چ ۴۰ + ب ۳۰) M114	۱/۴۵cde	۳۳/۲۳cdef	۲۸/۱۶cdef
(۱۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۲۵ + ب ۷۵) M115	۱/۲۵g	۱۷/۳۳g	۱۶/۶۶g
(۱۰ درصد متانول + ۶۰ + چ ۲۰ + ب ۲۰) M116	۱/۳۴fg	۲۰/۳۳g	۲۵/۳۳f
(۱۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۷۵ + ب ۱۲۵) M117	۱/۵۷b	۲۵/۳۳bcde	۳۰/۸۲cde
(۲۰ درصد متانول + کشت خالص) M211	۱/۶۰b	۲۸ab	۳۶/۳۳ab
(۲۰ درصد متانول + ۵۰ + چ ۲۵ + ب ۲۵) M212	۱/۴۰def	۳۲/۸۲def	۲۵/۶۶f
(۲۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۵۰ + ب ۵۰) M213	۱/۵۷bc	۳۳/۶۶cdef	۳۰/۳۳cdef
(۲۰ درصد متانول + ۴۰ + چ ۳۰ + ب ۳۰) M214	۱/۴۸bcd	۳۳/۶۶cdef	۲۸/۲۳cdef
(۲۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۲۵ + ب ۷۵) M215	۱/۲۷g	۱۷/۵۰g	۱۷/۳۳g
(۲۰ درصد متانول + ۶۰ + چ ۲۰ + ب ۲۰) M216	۱/۴۰def	۳۲/۶۶cdef	۲۵/۶۶f
(۲۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۷۵ + ب ۱۲۵) M217	۱/۵۷b	۲۷abc	۳۲/۵۰bc
(۳۰ درصد متانول + کشت خالص) M311	۱/۸۲a	۳۰a	۳۸/۶۶a
(۳۰ درصد متانول + ۵۰ + چ ۲۵ + ب ۲۵) M312	۱/۴۵cde	۳۳/۲۳cdef	۲۷def
(۳۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۵۰ + ب ۵۰) M313	۱/۵۷b	۲۸bcde	۳۰/۲۳cdef
(۳۰ درصد متانول + ۴۰ + چ ۳۰ + ب ۳۰) M314	۱/۵۷bc	۳۳/۶۶bcde	۳۰/۲۳cdef
(۳۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۲۵ + ب ۷۵) M315	۱/۲۷g	۱۷/۶۶fg	۱۷/۶۶g
(۳۰ درصد متانول + ۶۰ + چ ۲۰ + ب ۲۰) M316	۱/۴۳cdef	۳۳cdef	۲۶ef
(۳۰ درصد متانول + ۱۰۰ + چ ۷۵ + ب ۱۲۵) M317	۱/۷۸a	۲۹/۳۳a	۳۷/۶۶a

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

چ: چای ترش، ب: بادام زمینی، آ: آلوئه‌ورا

۵.۴. تعداد غلاف قابل برداشت

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، برهم‌کنش سال در کشت مخلوط، سال در متانول و برهم‌کنش سه‌گانه تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف قابل‌برداشت نداشت (جدول ۴). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر تعداد غلاف قابل برداشت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد غلاف قابل برداشت به‌ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام‌زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام‌زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا به‌دست آمد (جدول ۵).

۶.۴. تعداد دانه در غلاف

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، برهم‌کنش سال در کشت مخلوط، سال در متانول و برهم‌کنش سه‌گانه تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف برداشت نداشت (جدول ۴). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر تعداد دانه در غلاف بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام‌زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام‌زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا به‌دست آمد (جدول ۵).

۷.۴. پتاسیم و روی جذب‌شده توسط بادام‌زمینی

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، برهم‌کنش سال در کشت مخلوط، سال در متانول و برهم‌کنش سه‌گانه تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر پتاسیم و روی جذب‌شده توسط بادام‌زمینی نداشت (جدول ۶).

جدول ۶. تجزیه واریانس اثر سطوح محلول‌پاشی متانول و کشت مخلوط بر عناصر جذب‌شده گیاه بادام‌زمینی

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
روی	پتاسیم		
۸۸۹/۰۲۳	۶۵۲/۱۶۶	۲	بلوک
۷۵۶۰/۱۲۶۹ ns	۴۱۹/۸۴۱ ns	۱	سال (A)
۱۱۶۹۴۹۶/۰۹۵۳**	۴۰۴۸۲/۲۱۴۳**	۲	متانول (B)
۳۵۴۹۸۳/۲۵۶۶**	۱۳۳۳۹/۰۶۳۴**	۸	کشت مخلوط (C)
۵۶۲۳/۷۴۶۰ ns	۸۶/۰۰۷۹ns	۲	A × B
۲۰۱۵/۴۷۸۸ ns	۱۴۷/۲۱۱۶ns	۸	A × C
۳۳۵۹۱/۸۹۱۵۳**	۲۳۳۴/۲۶۹۸**	۱۶	B × C
۲۱۲۴/۷۶۴۵ ns	۱۹۸/۰۴۴۹ns	۱۶	A × B × C
۳۶۰۵/۸۴۹۲	۴۵۹/۱۶۳۴	۸۰	خطا
۱۶/۷۱	۲۵/۲۲	—	ضریب تغییرات (درصد)

ns و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر پتاسیم و روی جذب‌شده توسط بادام‌زمینی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۶). بیش‌ترین و کم‌ترین پتاسیم و روی توسط بادام‌زمینی به‌ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول + کشت خالص بادام‌زمینی و ۱۰ درصد حجمی متانول + ۱۰۰ درصد چای ترش + ۲۵ درصد بادام‌زمینی + ۷۵ درصد آلوئه‌ورا به‌دست آمد (جدول ۷).

جدول ۷. مقایسه میانگین برهم کنش اثر سطوح محلول پاشی متانول و کشت مخلوط بر عناصر جذب شده گیاه بادام زمینی

تیمارها	پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	روی (گرم در هکتار)
M1I1 (۱۰٪ متانول + کشت خالص)	۱۲۴bc	۵۷۳/۱۷c
M1I2 (۱۰٪ متانول + ۵۰ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۵۶hijk	۱۷۵f
M1I3 (۱۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۵۰ + ۵۰ ب + ۵۰ آ)	۷۷efghi	۳۲۳/۳۳de
M1I4 (۱۰٪ متانول + ۴۰ + ۳۰ + ۳۰ ب + ۳۰ آ)	۷۴efghi	۳۱۹/۶۷de
M1I5 (۱۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۲۵ + ۲۵ ب + ۷۵ آ)	۲۱/۱۷l	۹۳g
M1I6 (۱۰٪ متانول + ۶۰ + ۲۰ + ۲۰ ب + ۲۰ آ)	۵۳ijk	۱۵۷f
M1I7 (۱۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۷۵ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۱۲۰/۱۷bcd	۵۶۹/۱۷c
M2I1 (۲۰٪ متانول + کشت خالص)	۱۴۲/۳۲ab	۶۳۰abc
M2I2 (۲۰٪ متانول + ۵۰ + ۲۵ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۵۹/۳۳ghijk	۱۸۷f
M2I3 (۲۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۵۰ + ۵۰ ب + ۵۰ آ)	۸۶efg	۳۲۹/۶۷de
M2I4 (۲۰٪ متانول + ۴۰ + ۳۰ + ۳۰ ب + ۳۰ آ)	۸۴/۸۳efgh	۳۲۹/۳۳de
M2I5 (۲۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۲۵ + ۲۵ ب + ۷۵ آ)	۲۸kl	۹۳/۳۳g
M2I6 (۲۰٪ متانول + ۶۰ + ۲۰ + ۲۰ ب + ۲۰ آ)	۵۹/۳۳ghijk	۱۷۷f
M2I7 (۲۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۷۵ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۱۴۱/۸۳ab	۶۰۳/۳۳bc
M3I1 (۳۰٪ متانول + کشت خالص)	۱۵۶/۵۰a	۶۹۷/۳۳a
M3I2 (۳۰٪ متانول + ۵۰ + ۲۵ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۶۷/۶۷fghij	۲۷۷e
M3I3 (۳۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۵۰ + ۵۰ ب + ۵۰ آ)	۱۰۴/۳۳cde	۵۶۶/۳۳c
M3I4 (۳۰٪ متانول + ۴۰ + ۳۰ + ۳۰ ب + ۳۰ آ)	۹۵def	۳۷۰d
M3I5 (۳۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۲۵ + ۲۵ ب + ۷۵ آ)	۴۴/۶۷jkl	۱۴۵/۶۷fg
M3I6 (۳۰٪ متانول + ۶۰ + ۲۰ + ۲۰ ب + ۲۰ آ)	۶۱/۳۳ghijk	۲۷۶/۶۷e
M3I7 (۳۰٪ متانول + ۱۰۰ + ۷۵ + ۲۵ ب + ۲۵ آ)	۱۵۲/۵۰a	۶۵۸ab

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.
چ: جای ترش، ب: بادام زمینی، آ: آلونه‌ورا

۵. بحث

با توجه به این که متانول سبب افزایش راندمان تبدیل کربن می‌شود و در مقایسه با دی اکسید کربن مولکول کوچک‌تری است بنابراین به راحتی توسط گیاهان سه کربنه جذب می‌شود. خمالی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که با افزایش مقدار مصرف متانول عملکرد دانه بادام زمینی به طور معنی داری افزایش یافت. پایین بودن عملکرد بادام زمینی در تیمارهای کشت مخلوط احتمال دارد به دلیل پایین بودن تراکم بادام زمینی در واحد سطح و توانایی بالای جای ترش برای بهره‌وری از منابع محیطی همچون نور و نیتروژن باشد. کشته‌گر و همکاران (۱۳۹۴) طی پژوهشی که بر روی ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی در کشت مخلوط با ذرت داشتند، بیان کردند که بیشترین عملکرد دانه بادام زمینی از کاشت خالص به دست آمد و کمترین عملکرد از سیستم کشت مخلوط ۵۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد بادام زمینی حاصل شد. مقدس^۱ و همکاران (۲۰۱۳) در طی پژوهشی بیان کردند که بیشترین عملکرد گیاه جو در طی محلول پاشی ۱۵ درصد حجمی متانول به دست آمد. به نظر می‌رسد که محلول پاشی متانول می‌تواند با افزایش فتوسنتز و بهبود متابولیسم گیاهی، به افزایش عملکرد کمک کند. همچنین می‌توان این گونه بیان نمود که این افزایش عملکرد در اثر محلول پاشی متانول می‌تواند ناشی از افزایش هدایت روزنه‌ای باشد. در بررسی عملکرد گیاه دارویی سیاه دانه در کشت مخلوط با نخود و زیره سبز مشخص شد که عملکرد دانه هر سه گیاه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت و میانگین این صفت در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط بالاتر بود (کوچکی^۲ و همکاران، ۲۰۱۴). در کشت مخلوط نخود و زیره سبز گزارش شد که

عملکرد دانه نخود در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت (ظریف پور^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). به‌نظر می‌رسد یک دلیل دیگر در افزایش عملکرد در این پژوهش می‌تواند به‌دلیل تأثیر محلول‌پاشی متانول از طریق تحریک فعالیت باکتری‌های مایکوتروف باشد که با نتایج آباندا^۲ (۲۰۰۶) همخوانی دارد. در پژوهشی که یاورپناه^۳ و همکاران (۲۰۱۵) داشتند بیان نمودند که محلول‌پاشی متانول باعث افزایش عملکرد میوه توت‌فرنگی شده است. هم‌چنین می‌توان این‌گونه بیان کرد که افزایش عملکرد در کشت مخلوط در این آزمایش می‌تواند ناشی از افزایش جذب منابع، افزایش کارایی مصرف منابع یا هر دو مورد به‌صورت توأم باشد که در راستای نتایج پژوهش‌های تسوبو^۴ و همکاران (۲۰۰۱) است. رامیرز^۵ و همکاران (۲۰۰۶) اعلام داشتند که با مصرف متانول روی برگ‌های گیاهان ژن پکتین متیل استراز در سلول‌های برگ گیاهان فعال می‌شود که این امر باعث افزایش مقدار یون کلسیم قابل استفاده برای برگ‌های گیاه شده و این امر ممکن است انتقال مواد به سمت سلول‌های برگ به‌ویژه سلول‌های جوان را افزایش دهد و در نتیجه ذخیره درون‌سلولی برگ برای ادامه روند بزرگ‌شدن افزایش پیدا می‌کند. در واقع برآیند رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای گیاهان تعیین‌کننده میزان مواد غذایی در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد (محمودی و قنبری، ۱۳۹۲). پاک گوهر و قنبری (۱۳۹۲) در کشت مخلوط ارزن و خلر بیش‌ترین میزان جذب پتاسیم توسط خلر را در کشت خالص گزارش کردند. نامبردگان کم‌ترین میزان جذب پتاسیم توسط خلر را در کشت مخلوط درهم روی ردیف مشاهده کردند. اسکندری و قنبری (۱۳۹۰) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی بیان داشتند که الگوهای مختلف کشت مخلوط و کشت خالص ذرت، عناصر غذایی پتاسیم و فسفر را به میزان بیش‌تری نسبت به کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی جذب کردند. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش به‌نظر می‌رسد که با کاهش سهم بادام‌زمینی در نسبت‌های مختلف کاشت، از میزان عناصر جذب‌شده توسط آن به‌طور معنی‌داری کاسته شد و هم‌چنین با افزایش سهم چای ترش با یک سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر و متراکم‌تر به کاهش میزان جذب عناصر توسط بادام‌زمینی منجر شده است. حضور گیاهان مجاور بر میزان فراهمی و دسترسی به عناصر غذایی موردنیاز گونه‌های مختلف اثر دارد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت کشت مخلوط چای ترش، آلوئه‌ورا و بادام‌زمینی نسبت به تک‌کشتی بادام‌زمینی می‌باشد. در بین تیمارهای متانول بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بادام‌زمینی متعلق به تیمار ۳۰ و ۱۰ درصد حجمی متانول بود. در بین تیمارهای متانول بیش‌ترین و کم‌ترین عناصر جذب‌شده به‌ترتیب از کاربرد ۳۰ و ۱۰ درصد حجمی متانول به‌دست آمد. بیش‌ترین میزان عناصر جذب‌شده در شرایط تک‌کشتی به‌دست آمد و با کاهش نسبت آن‌ها در مخلوط از جذب عناصر توسط بادام‌زمینی کاسته شد. با تعیین دقیق میزان محلول‌پاشی متانول و انتخاب الگوی کشت مخلوط مناسب سه گونه می‌توان نسبت برابری زمین و سودمندی کشت مخلوط را افزایش داد.

۷. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه زابل به خاطر حمایت مالی و حمایت معنوی در همکاری در اجرای پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

1. Zarifpour
2. Abanda
3. Yavarpanah
4. Tsubo
5. Ramirez

۸. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

- امینی، اخلاص؛ تاب، علیرضا و رادیستی، امانول (۱۴۰۳). بررسی عملکرد کمی و کیفی گاو دانه (*Vicia ervilia*) و خلر (*Lathyrus sativus*) در کشت مخلوط با گندم (*Triticum aestivum*) تحت سامانه های مختلف خاک ورزی. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۵ (۳)، ۱۹۷-۲۱۰.
- اسکندری، حمداله اسکندری و قنبری، احمد (۱۳۹۰). ارزیابی میزان رقابت و مکملی اجزای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی در مصرف عناصر غذایی. *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۱ (۲)، ۶۸-۷۵.
- پورکرمی، اسحق؛ دهمرده، مهدی؛ گلوی، محمد و خمیری، عیسی (۱۴۰۲). بررسی عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی در کشت مخلوط ردیفی سری جایگزینی با چای ترش در سطوح مختلف کود نیتروژن، به زراعی کشاورزی، ۲۵ (۴)، ۸۸۷-۸۹۹.
- پاک گوهر، ندا و قنبری، احمد (۱۳۹۲). ارزیابی میزان رقابت و مصرف عناصر غذایی در کشت مخلوط ارزن و خلر. به زراعی کشاورزی، ۱۵ (۴)، ۱۳۷-۱۵۰.
- زمانیان، محمد؛ گل زردی، فرید؛ حیدرزاده، سعید و علیزاده، بهزاد (۱۴۰۳). تأثیر میزان بذر بر عملکرد کمی و کیفی علوفه در نظام های مخلوط شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*) و شبدر لاک (*Trifolium incarnatum*). به زراعی کشاورزی، ۲۶ (۴)، ۷۶۹-۷۸۶.
- سیدشریفی، رئوف؛ سیدشریفی، رضا و نریمانی، حامد (۱۴۰۰). تأثیر متانول و تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر پرشدن دانه، محتوای کلروفیل و عملکرد گلرنگ تحت سطوح مختلف آبیاری. به زراعی کشاورزی، ۲۳ (۴)، ۹۰۷-۹۲۲.
- عباسی، رحمت و نامداری، میثم (۱۴۰۱). بررسی کارایی مصرف نور و نیتروژن حاصل از تثبیت بیولوژیکی در کشت مخلوط سویا و کنجد. به زراعی کشاورزی، ۲۴ (۴)، ۱۰۱۹-۱۰۳۳.
- کشته گر، عباس؛ دهمرده، مهدی؛ گلوی، محمد و خمیری، عیسی (۱۳۹۴). ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی در کشت مخلوط با ذرت. *پژوهش و سازندگی*، ۲۸ (۱۰۷)، ۱۰۷-۱۲۱.
- محمودی، قدریه و قنبری، علی (۱۳۹۲). بررسی رقابت چند گونه ای علف های هرز در تراکم های مختلف ذرت (*Zea mays*). *حفاظت گیاهان*، ۲۷ (۱)، ۲۶-۳۶.
- مندنی، فرزاد؛ یاری، امین؛ باقری، علیرضا و چقازردی، حمیدرضا (۱۴۰۳). مطالعه کارایی جذب و مصرف تشعشع در کشت مخلوط گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) با عدس (*Lens culinaris Medik*) تحت شرایط دیم. به زراعی کشاورزی، ۲۶ (۲)، ۳۱۵-۳۳۰.

References

- Abanda-Nkpawatt, D., Musch, M., Tschiersch, J., Soeime, M., & Schwab, W. (2006). Molecular interaction between *Methylobacterium extorquens* and seedling: growth promotion methanol consumption, and localization of the methanol emission site. *Journal of Experimental Botany*, 57(15), 4025-4032.
- Abasi, R., & Namdari, M. (2022). Evaluation of Light Use Efficiency and Nitrogen Derived from the Atmosphere in intercropped of Soybean and Sesame. *Journal of Crop Improvement*, 24(4), 1019-1033. (In Persian).
- Amini, E., Taab, A., & Radicetti, E. (2024). Investigating the Quantitative and Qualitative Yield of Bitter Vetch (*Vicia ervilia*) and Grass Pea (*Lathyrus sativus*) in Intercropping with Wheat (*Triticum aestivum*) under Different Tillage Systems. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 55(3), 197-210. (In Persian).
- Baghdadi, A., Golzardi, F., & Hashemi, M. (2023). The use of alternative irrigation and cropping systems in forage production may alleviate the water scarcity in semi-arid regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(10), 5050-5060.
- Carof, M. (2006). Fonctionnement de peuplements en semis direct associant du ble tendre d'hiver (*Triticum aestivum* L.) a différentes plantes de couverture en climat tempéré. Doctoral dissertation. Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- Eskandar, H., & Ghanbari, A. (2010). Evaluation of Competition and Complementarity of Corn (*Zea mays*) and Cowpea (*Vigna sinensis*) Intercropping for Nutrient Consumption. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(2), 67-75. (In Persian).

- Jalilian, J., Najafabadi, A., & Zardashti, M. R. (2017). Intercropping patterns and different farming systems affect the yield and yield components of safflower and bitter vetch. *Journal of Plant Interactions*, 12(1), 92-99.
- Keshtehgar, A., Dahmardeh, M., Galavi, M., & Khammari, I. (2013). Evaluation of yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea*) in intercropping with maize (*Zea mays*). *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 107, 115-123. (In Persian).
- Khamali, R., Safarzadeh Vishkayi, M., Sajedi, N., Rasouli, M., & Moradi, M. (2008). The effect of methanol levels on the quantitative and qualitative characteristics of peanuts in Guilan. *New Findings In Agriculture*, 2(4), 339-351. (In Persian).
- Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Borumand Rezazadeh, Z., Jahani, M., & Jafari, L. (2014). Yield responses of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) to intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(1), 1-8.
- Mahmoudi, Gh., & Ghanbari, A. (2013). Investigating multispecies weed competition at different corn densities. *Journal of Plant Protection*, 27(1), 26-36. (In Persian).
- Mirakhori, M., Paknejad, F., Moradi, F., Ardakani, M. R., Zahedi, H., & Nazeri, P. (2009). Effect of drought stress and methanol on yield and yield components of Soybean. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 5(4), 162-169.
- Moghadas, S.M.T., Sani, B., & Moaveni, P. (2013). Study of Foliar Application of Methanol on Drought Stress Resistance in Barley (*Hordeum Vulgare* L.). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(52), 130-141.
- Mondani, F., Yari, A., Bagheri, A., & Chaghazardi, H. (2024). Investigation of Radiation Absorption and Use Efficiency in Safflower (*Carthamus tinctorius*) with Lentil (*Lens culinaris Medik*) Intercropping under Dryland Conditions. *Journal of Crop Improvement*, 26(2), 315-330. (In Persian).
- Pakgozar, N., & Ghanbari, A. (2014). Evaluation of Competition and Nutrient Consumption of Nutrifid Millet and Green Pea in Intercropping. *Journal of Crop Improvement*, 15(4), 137-150. (In Persian).
- Pourkarami, E., Dahmardeh, M., Galavi, M., & Khammari, I. (2024). Evolution of yield and yield components of peanut in intercropping with Roselle in different levels of nitrogen. *Journal of Crop Improvement*, 25(4), 887-899. (In Persian).
- Ramirez, I., Dorta, F., Espinosa, V., Mercado, A., & Pena-cortes, H. (2006). Effect of foliar and root application of Methanol on the growth of Arabidopsis, Tobacco, and Tomato plants. *Journal Plant Growth Regulation*, 56, 165-174.
- Rigi, Kh., Mousavinik, S., Dahmardeh, M., & Khamari, I. (2017). Evaluation of Methanol Spraying on Yield Components of Triple Intercropping of Roselle, Peanut and Aloe Vera. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 6(1), 71-75.
- Safarzade Vishkaei, M. (2007). Effects of methanol of growth and yield of peanut. P.h.D. Thesis. Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran. 232 pp. (In Persian).
- Seyed Sharifi, R., Seyed Sharifi, H., & Narimani, H. (2021). Effect of methanol and seed inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on grain filling components, chlorophyll content and yield of safflower under various irrigation levels. *Journal of Crop Improvement*, 23(4), 907-922. (In Persian).
- Stomph, T., Dordas, C., Baranger, A., de Rijk, J., Dong, B., Evers, J., Gu, C., Li, L., Simon, J., Jensen, E.S., Wang, Q., Wang, Y., Wang, Z., Xu, H., Zhang, C., Zhang, L., Zhang, W., Bedoussac, L., & Werf, W. V. (2020). Designing intercrops for high yield, yield stability and efficient use of resources: Are there principles? *Advances in Agronomy*, 160(1), 1-50.
- Tsubo, M., Walker, S., & Mukhala, E. (2001). Comparisons of radiation use efficiency of mono-/intercropping systems with different row orientations. *Field Crops Research*, 71, 17-29.
- Yavarpanah, Z., Alizadeh, M., & Seifi, E. (2014). Effects of Foliar and Root Applications of Hydro-Alcoholic Solutions on Physiological and Biochemical Attributes and Fruit Yield and Weight of Strawberry. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 5(1), 47-54.
- Zamanian, M., Golzardi, F., Heydarzadeh, S., & Alizadeh, B. (2025). Effect of Seeding Rate on the Quantitative and Qualitative Performance of Forage in Intercropping Systems of Persian Clover (*Trifolium resupinatum*) and Crimson Clover (*T. incarnatum*). *Journal of Crop Improvement*, 26(4), 769-786. (In Persian).
- Zarifpour, N., Naseri Poor Yazdi, M. T., & Nasiri Mahallati, M. (2014). Effect of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) on quantity and quality characteristics of Species. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12 (1), 34-43.