Vol 28, No. 1, Spring 2026

University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Study of Changes in Yield and Yield Components of Aloe vera under the Influence of Triple Intercropping in Sistan Region

Khashayar Rigi[1]✉ | Mehdi Dahmardeh[2] | Seyyed Mohsen Mousavi Nick[3]

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

Article type:
Research Article

Article history:
Received 3 May 2025
Received in revised form
18 October 2025
Accepted 24 January 2026
Published online 13 April 2026

Keywords:
Copper
Manganese
Peanut
Phosphorus
Roselle

ABSTRACT

Objective: Intercropping, by increasing the number of species per unit area, is recognized as a solution to maintain and increase production in agriculture. Intercropping is a method for increasing diversity in agricultural ecosystems, which leads to increased and sustainable yield and better use of environmental resources. So that it is also referred to as an operation to economize the use of growth resources, increase production and profitability per unit area and time, and due to the similarity of this system to natural ecosystems, its ecological relationships and principles are also more effective than monoculture systems. This study was conducted to investigate the changes in yield and yield components of Aloe vera under the influence of triple intercropping in the Sistan region.

Method: This experiment was conducted as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. The first factor (methanol solution-spraying) was in 3 levels and the secondary factor (mixed cultivation) was in 9 levels. An atomic absorption spectrometer was used to measure the amount of manganese, phosphorus, and copper elements. To measure the amount of gel, the leaves of each plant were washed with water, then each leaf was cut into several parts and the gel was removed from each leaf by hand. The amount of gel for each plant was weighed using a digital scale and then the average for each plot was calculated. After counting the number of Aloe vera leaves in each plant, the leaf weight was weighed using a digital scale for each plant and then the average for each plot was calculated. To measure the number of Aloe vera leaves, three plants were randomly selected and the leaves were cut from their attachment to the plant and the number of leaves for each plant was counted and then the average number of leaves for each plant was calculated.

Results: Based on the results obtained, the interaction effect of experimental treatments on the yield and yield components of Aloe vera, as well as the absorption of copper, phosphorus, and manganese elements, was highly significant. The highest and lowest yield of Aloe vera, as well as the elements absorbed by peanuts, were obtained from the treatments of 30% by volume methanol+ 100% sour tea+ 25% peanuts+ 75% Aloe vera and 10% by volume methanol+ 100% sour tea+ 75% peanuts+ 25% Aloe vera, respectively.

Conclusions: Considering that intercropping has many advantages such as increasing diversity, reducing diseases, weeds and increasing resource use efficiency, the present study also shows the positive effect of intercropping of sour tea, Aloe Vera and peanuts compared to Aloe Vera monoculture. Methanol affects plant weight by reducing photorespiration and increasing the amount of cell swelling of plant tissues, and among the methanol treatments, the highest and lowest Aloe Vera yields belonged to the 30 and 10% methanol volume treatments.

Cite this article: Rigi, Kh., Dahmardeh, M., & Mousavi Nick, S. M. (2026). Study of Changes in Yield and Yield Components of Aloe vera under the Influence of Triple Intercropping in Sistan Region. *Journal of Crops Improvement*, 28 (1), 61-73. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.394565.2929

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.394565.2929

دوره بیست و هشتم، شماره اول، بهار ۱۴۰۵

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد آلوئه‌ورا تحت تأثیر کشت مخلوط سه‌گانه در منطقه سیستان

خشایار ریگی[۱]✉ | مهدی دهمرده[۲] | سیدمحسن موسوی‌نیک[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

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۲۴

کلیدواژه‌ها:

بادام‌زمینی

چای ترش

فسفر

مس

منگنز

چکیده

هدف: کشت مخلوط با افزایش تعداد گونه در واحد سطح به‌عنوان یک راه‌حل برای حفظ و افزایش تولید در کشاورزی شناخته می‌شود، کشت مخلوط روشی برای افزایش تنوع در بوم‌نظام‌های زراعی است که باعث افزایش و پایداری عملکرد می‌شود. اکولوژی آن نیز اثرگذارتر از نظام‌های تک‌کشتی است. این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد آلوئه‌ورا تحت تأثیر کشت مخلوط سه‌گانه در منطقه سیستان انجام شد.

روش پژوهش: این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول (محلول‌پاشی متانول) در سه سطح و فاکتور دوم (کشت مخلوط) در نُه سطح بود. جهت اندازه‌گیری میزان عناصر منگنز، فسفر و مس از دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. برای اندازه‌گیری میزان ژل، برگ‌های هر بوته با آب شست‌وشو و سپس هر برگ از چند قسمت برش و توسط دست، ژل از هر برگ خارج و با ترازوی دیجیتال میزان ژل برای هر بوته توزین و سپس میانگین برای هر کرت محاسبه شد. پس از شمارش تعداد برگ آلوئه‌ورا در هر بوته، وزن برگ توسط ترازوی دیجیتال برای هر بوته توزین و سپس میانگین برای هر کرت محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری تعداد برگ آلوئه‌ورا سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و برگ‌ها از محل اتصالشان به بوته قطع و تعداد برگ برای هر بوته شمارش و سپس میانگین تعداد برگ برای هر بوته محاسبه گردید.

یافته‌ها: براساس نتایج به‌دست‌آمده اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد آلوئه‌ورا و هم‌چنین جذب عناصر مس، فسفر و منگنز بسیار معنی‌دار بود. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد آلوئه‌ورا و هم‌چنین عناصر جذب شده توسط بادام‌زمینی به‌ترتیب از تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول+ ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد بادام‌زمینی+ ۷۵ درصد آلوئه‌ورا و ۱۰ درصد حجمی متانول+ ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد بادام‌زمینی+ ۲۵ درصد آلوئه‌ورا به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که کشت مخلوط به‌دلیل مزایای زیادی همچون افزایش تنوع، کاهش بیماری‌ها، علف‌های هرز و افزایش کارایی استفاده از منابع دارد، لذا در پژوهش حاضر هم نشان‌دهنده تأثیر مثبت کشت مخلوط چای ترش، آلوئه‌ورا و بادام‌زمینی نسبت به تک‌کشتی آلوئه‌ورا می‌باشد. متانول از طریق کاهش تنفس نوری و افزایش مقدار آماس سلولی بافت‌های گیاهی بر روی وزن گیاه تأثیر می‌گذارد و در بین تیمارهای متانول بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد آلوئه‌ورا متعلق به تیمار ۳۰ و ۱۰ درصد حجمی متانول بود.

استناد: ریگی، خشایار؛ دهمرده، مهدی و موسوی‌نیک، سیدمحسن (۱۴۰۵). بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد آلوئه‌ورا تحت تأثیر کشت مخلوط سه‌گانه در منطقه سیستان. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۸ (۱)، ۶۱-۷۳. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.394565.2929

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

کشت مخلوط با افزایش تعداد گونه در واحد سطح به‌عنوان یک راه‌حل برای حفظ و افزایش تولید در کشاورزی شناخته می‌شود، کشت مخلوط روشی برای افزایش تنوع در بوم‌نظام‌های زراعی است که باعث افزایش و پایداری عملکرد و استفاده بهتر از منابع محیطی می‌شود (آرلاسکینی[1] و همکاران، ۲۰۱۱)، به‌طوری‌که از آن به‌عنوان عملیاتی برای اقتصادی کردن استفاده از منابع رشدی، افزایش تولید و سودمندی در واحد سطح و زمان نیز یاد می‌شود و به‌دلیل شباهت این نظام به زیست‌بوم‌های طبیعی، روابط و اصول اکولوژی آن نیز اثرگذارتر از نظام‌های تک‌کشتی است (هولت[2] و گوسیه[3]، ۲۰۰۰). مزایای زیادی برای کشت مخلوط بیان شده است که از جمله آن می‌توان به افزایش کیفیت خاک (روحی[4] و همکاران، ۲۰۲۲)، افزایش جمعیت میکروبی (اوبی[5] و همکاران، ۲۰۲۲)، کاهش جمعیت آفات و راندمان بالای جذب مواد غذایی (زهو[6] و همکاران، ۲۰۲۲)، بهبود پارامترهای زراعی و فیزیولوژیک (جو[7] و همکاران، ۲۰۲۲) و افزایش عملکرد نهایی محصول (براهیمی[8] و همکاران، ۲۰۲۲) اشاره کرد. افزودن لگوم‌ها در کشت مخلوط با قابلیت آن‌ها در بهره‌برداری از نیتروژن هوا توجیه می‌شود. توانایی تثبیت زیستی نیتروژن توسط لگوم‌ها از رقابت بین گونه‌ای بین لگوم‌ها و سایر گیاهان بر سر جذب نیتروژن جلوگیری می‌کند و باعث افزایش محتوای نیتروژن خاک پس از برداشت محصول می‌شود (کارف[9]، ۲۰۰۶). کشت مخلوط گیاهان با آرایش کاشت ردیفی موجب کاهش رقابت درون‌گونه‌ای و افزایش کارایی استفاده از عوامل محیطی می‌شود که به نوبه خود تأثیر زیادی بر افزایش کارایی گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در بقولات دارد (استومف[10] و همکاران، ۲۰۲۰).

۲. پیشینهٔ پژوهش

گزارش شده است که در نظام‌های کشت مخلوط شبدر لاکی و شبدر ایرانی، کیفیت و عملکرد علوفه شبدر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کشت مخلوط قرار گرفت و کشت مخلوط ۵۰ درصد شبدر لاکی+ ۵۰ درصد شبدر ایرانی با میزان بذر مصرفی ۲۰ کیلوگرم در هکتار از کیفیت علوفه بالاتری برخوردار بود (زمانیان و همکاران، ۱۴۰۳). پژوهش‌گران در کشت مخلوط کنجد و سویا بیان نمودند که کشت مخلوط می‌تواند باعث افزایش قابلیت تثبیت زیستی سویا از طریق افزایش بازدهی مصرف نور شود، هم‌چنین افزایش ۱۲ درصدی بهره‌وری عملکرد در نسبت کاشت ۵۰ درصد کنجد+ ۵۰ درصد سویا می‌تواند به‌دلیل ایجاد افزایش بهره‌برداری و تعامل از عوامل محیطی در الگوی کشت مخلوط باشد (عباسی و نامداری، ۱۴۰۱). در پژوهشی که توسط مندنی و همکاران (۱۴۰۳)، در کشت مخلوط عدس و گلرنگ انجام شد مشخص گردید که بین آرایش‌های کشت مخلوط بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به تیمار ۲۵ درصد عدس و ۷۵ درصد گلرنگ بود. گزارش شده است که در کشت مخلوط بادام‌زمینی و چای ترش، بالاترین میزان عملکرد در واحد سطح از نسبت کاشت ۲۵ درصد چای ترش و ۷۵ درصد بادام‌زمینی و استفاده هم‌زمان ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن استفاده کرد (پورکرمی و همکاران، ۱۴۰۲). گزارش شده است که در کشت مخلوط سه‌گانه گاودانه، خلر و گندم، نسبت برابری زمین در همه الگوهای کشت مخلوط گندم با بقولات بیش‌تر از یک بود که بیانگر مزیت الگوهای کشت مخلوط برای استفاده از زمین و افزایش عملکرد می‌باشد (امینی و همکاران، ۱۴۰۳). گزارش شده است

1. Arlauskiene
2. Hulet
3. Gosseye
4. Roohi
5. Obi
6. Zhu
7. Jo
8. Brahimi
9. Carof
10. Stomph

که در اثر محلول‌پاشی متانول، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (سیدشریفی و همکاران، ۱۴۰۰). گزارش شده است که در اثر محلول‌پاشی متانول در منطقه سیستان، در کشت مخلوط سه‌گانه چای ترش، بادام‌زمینی و آلوئه‌ورا باعث افزایش وزن تر غوزه چای ترش و عملکرد بیولوژیک چای ترش و بادام‌زمینی شد (ریگی و همکاران[1]، 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 بیش‌تری افزایش یافت، که این امر بر تعداد گل‌های بارور و هم‌چنین رشد بوته‌های بادام‌زمینی 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 سه کربنه 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[2] و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین با توجه به اهمیت این عنوان و لزوم استفاده از روش‌های مختلف کشاورزی پایدار مانند کشت مخلوط در کشاورزی و هم‌چنین با توجه به این‌که منطقه موردمطالعه جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و بخشی از دوران زایشی گیاهان کشت‌شده با تنش خشکی مواجه می‌شوند و نقشی که متانول در کاهش اثرات خشکی دارد، بنابراین در این پژوهش سعی شده است که تأثیر کشت مخلوط سه‌گانه روی عملکرد و اجزای عملکرد آلوئه‌ورا و محلول‌پاشی متانول بررسی شود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش 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 زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. قبل از انجام این طرح، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تعداد ۱۰ نمونه به‌طور تصادفی از عمق ۳۰ سانتی‌متری آماده گردید. نتایج حاصل از آزمون خاک 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

این پژوهش در قالب طرح 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 نُه 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. کشت خالص هر سه گیاه در تراکم مطلوب (فاصله بین دو بوته در ردیف برای چای ترش، بادام‌زمینی و آلوئه‌ورا به‌ترتیب ۵۰، ۱۵ و ۵۰ سانتی‌متر بود) انجام شد، تراکم نهایی تیمارهای

1. Rigi
2. Mirakhori

مخلوط برای سه گیاه به‌صورت تغییر فاصله دو بوته روی ردیف انجام شد، در حالتی‌که هیچ تغییری در فاصله بین ردیف‌ها انجام نشد (فاصله بین دو ردیف ثابت و ۵۰ سانتی‌متر بود). هر کرت آزمایشی از سه پشته، هر پشته شامل دو ردیف کاشت که در مجموع شش ردیف کاشت به طول ۳ متر بود. بر روی هر ردیف کاشت یک نوع گیاه کشت شد به‌طوری که سهم هر گیاه در هر کرت آزمایشی دو ردیف کاشت بود. سهم هر گیاه در ردیف‌های کشت به‌طوری بود که داخل هر پشته (دو ردیف کاشت) بر روی هر ردیف یک گیاه خاص بود و از کشت گیاهان مشابه در یک پشته جلوگیری شد. زمین آزمایشی در ابتدا شخم عمیق زده شد و برای خردکردن کلوخه‌ها دو بار دیسک عمود برهم زده شد و با استفاده از دستگاه لولر تسطیح و در نهایت برای ایجاد جوی و پشته از فاروئر استفاده شد. کاشت به‌صورت دستی در اوایل فروردین‌ماه روی خط داغ آب پشته‌ها انجام شد. بذرهای چای ترش در عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متری کشت شدند و روی آن‌ها توسط لایه‌ای از ماسه بادی به‌منظور جوانه‌زنی راحت‌تر پوشانده شد. بذر چای ترش از مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه زابل تهیه شد. بذرهای بادام‌زمینی رقم گلی با دست در عمق ۴ سانتی‌متری خاک کاشته شدند. بادام‌زمینی رقم گلی، رقمی رشد نامحدود و تیپ رشدی بوته‌ای بود. جهت کشت آلوئه‌ورا از نوع خوراکی آن که با نام علمی *Aloe vera barbadensis* و از نشاهای هم‌اندازه استفاده شد. علف‌های هرز در طول فصل رشد با وجین دستی کنترل شدند. دور آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار بود. به هر کدام از درصدهای حجمی متانول به میزان ۲ گرم در لیتر گلیسین اضافه گردید، زیرا افزودن گلیسین به محلول آبی متانول سبب جلوگیری از صدمات ناشی از سمیت متانول می‌گردد. محلول‌پاشی ۶۰ روز پس از کاشت (نیمه اول اردیبهشت‌ماه) انجام شد. محلول‌ها دو بار طی فصل رشد و با فواصل ۱۴ روز یک‌بار روی گیاه اسپری شدند. اسپری‌کردن تا زمانی انجام گرفت که قطرات محلول از روی بوته‌ها جاری شد. در این پژوهش از آب مقطر به‌عنوان حلال متانول استفاده شد و هم‌چنین جهت افزایش چسبندگی محلول متانول یک گرم توئین ۸۰ به هر کدام از درصدهای حجمی به‌عنوان مویان استفاده شد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). محلول‌پاشی به‌وسیله سمپاش تلمبه‌ای در ساعات پایانی روز و هنگام غروب آفتاب صورت گرفت و نازل محلول‌پاش در بالای ۵۰ سانتی‌متری از ارتفاع هر یک از گیاهان قرار گرفته شد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). جهت اندازه‌گیری جذب عناصر غذایی، نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت، برای خشک‌شدن، نگه‌داری شدند و سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری جذب عناصر غذایی ابتدا از پودر آسیاب‌شده نمونه خشک ۱ گرمی درون بوته‌های چینی ریخته شد و سپس بوته‌ها به‌مدت 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. جهت اندازه‌گیری میزان عناصر منگنز، فسفر و مس از دستگاه جذب اتمی استفاده گردید (امامی، ۱۳۷۵). برای اندازه‌گیری میزان ژل، برگ‌های هر بوته با آب شست‌وشو و سپس هر برگ از چند قسمت برش و توسط دست، ژل از هر برگ خارج و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم میزان ژل برای هر بوته توزین و سپس میانگین برای هر کرت محاسبه شد (جوزف[1] و راج[2]، ۲۰۱۰). پس از شمارش تعداد برگ آلوئه‌ورا در هر بوته، وزن برگ توسط ترازوی دیجیتال برای هر بوته توزین و سپس میانگین برای هر کرت محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری تعداد برگ آلوئه‌ورا سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و برگ‌ها از محل اتصالشان به بوته قطع و تعداد برگ برای هر بوته شمارش و سپس میانگین تعداد برگ برای هر بوته محاسبه گردید. عرض برگ آلوئه‌ورا از قسمت میانی توسط خط‌کش مدرج برای هر بوته اندازه‌گیری و سپس میانگین عرض برگ برای هر کرت محاسبه گردید. قطر برگ آلوئه‌ورا از قسمت میانی توسط کولیس برای هر بوته اندازه‌گیری و سپس میانگین قطر برگ برای هر کرت محاسبه گردید. 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.

1. Joseph
2. Raj

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. تعداد برگ

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 برگ آلوئه‌ورا نداشت (جدول ۲). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر تعداد برگ آلوئه‌ورا بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح محلول‌پاشی متانول و کشت مخلوط بر ویژگی‌های برگ آلوئه‌ورا

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	عرض برگ	قطر برگ	وزن برگ آلوئه‌ورا	وزن ژل آلوئه‌ورا
تکرار (سال)	۲	۱۰/۸۷۶۹	۳/۹۶۱۶	۱۴/۹۸۲۴	۲۱۹۱۴/۴۴۷۵	۳۵۴۲۹/۲۴۰۴
سال (A)	۱	۳/۸۳۴۲ns	۵۲/۱۳۵۷۳ns	۳/۱۶۵۰ns	۱۷۴۲۹۷/۶۳۰۲ns	۱۵۶۴۲۶/۸۳۹ns
متانول (B)	۲	۲۰۵/۴۵۱۰ns	۵۲۲/۲۸۱۲**	۲۸/۶۹۴۴**	۶۱۳۱۵۳۶/۸۴۹۹**	۲۶۲۸۳۸۹/۸۸۹۳**
کشت مخلوط (C)	۶	۹۹/۷۶۰۹ns	۱۴۲/۰۰۲۸**	۱۳/۵۷۲۹**	۲۳۳۷۱۸۵/۶۰۶۶**	۵۸۹۵۴۲/۱۴۸۸**
A*B	۲	۲۴/۰۳۴۶ns	۵/۷۴۸۵ns	۱۰/۲۳۲۴ns	۳۱۵۲/۳۴۷۰ns	۷۸۶/۲۷۴۹ns
A*C	۶	۱۱/۵۶۶۲ns	۵/۰۶۰۹ns	۴/۶۸۰۳ns	۸۲۷۲/۹۶۹۲ns	۹۹۷۵/۹۶۸۹ns
B*C	۱۲	۱۸/۶۵۷۴**	۴۴/۳۲۵۵**	۶/۹۴۷۵**	۴۲۷۸۲۲/۱۹۹۰**	۳۲۳۵۶۶/۸۰۶۲**
A*B*C	۱۲	۴/۱۷۰۱ns	۷/۲۹۳۵ns	۴/۰۳۲۴ns	۱۲۵۶۳/۲۵۰۱ns	۱۱۰۵۴/۳۲۹۹ns
خطا	۸۰	۵/۱۰۱۶	۱۴/۵۰۹۶	۱/۴۵۴۰	۸۰۳۳۹/۸۸۰۳	۳۹۶۹۲/۹۱۶۴
ضریب تغییرات (درصد)	–	۲۳/۸۶	۱۱/۰۴	۱۴/۹۳	**۱۵/۵۳**	۱۷/۰۳

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

بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ آلوئه‌ورا به‌ترتیب از تیمار ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد بادام‌زمینی+ ۷۵ درصد آلوئه‌ورا با کاربرد ۳۰ درصد حجمی متانول و ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد بادام‌زمینی+ ۲۵ درصد آلوئه‌ورا با کاربرد ۱۰ درصد حجمی متانول به‌دست آمد (جدول ۳).

۴. ۲. عرض برگ

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 عرض برگ آلوئه‌ورا نداشت (جدول ۲). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر عرض برگ آلوئه‌ورا بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین عرض برگ آلوئه‌ورا به‌ترتیب از تیمار ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد بادام‌زمینی+ ۷۵ درصد آلوئه‌ورا و با کاربرد ۳۰ درصد حجمی متانول و ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد بادام‌زمینی+ ۲۵ درصد آلوئه‌ورا و با کاربرد ۱۰ درصد حجمی متانول به‌دست آمد (جدول ۳).

۴. ۳. قطر برگ

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 قطر برگ آلوئه‌ورا نداشت (جدول ۲). اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر قطر برگ آلوئه‌ورا بسیار معنی‌دار بود (جدول‌های ۷–۴). بیش‌ترین و کم‌ترین قطر آلوئه‌ورا به‌ترتیب از تیمار ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد بادام‌زمینی+ ۷۵ درصد آلوئه‌ورا و با کاربرد ۳۰ درصد حجمی متانول+ ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد بادام‌زمینی+ ۲۵ درصد آلوئه‌ورا و با کاربرد ۱۰ درصد حجمی متانول به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر سطوح محلول‌پاشی متانول و کشت مخلوط بر ویژگی های برگ آلوئه‌ورا

تیمارها	تعداد برگ	عرض برگ (میلی‌متر)	قطر برگ (میلی‌متر)	وزن برگ (گرم)	وزن ژل (گرم)
M1I1(۱۰ درصد متانول+ کشت خالص)	۸/۱۴cde	۳۶/۳۱abcd	۸.۵۸bcd	۱۸۴۶/۱efg	۱۱۰۲/۵def
M1I2 (۱۰ درصد متانول+ ۵۰ چ+ ۲۵ ب+ ۲۵ آ)	۶/۳۸def	۳۰/۵۰ef	۶/۸۹def	۱۲۸۶/۲hji	۸۵۶/۹fgh
M1I3 (۱۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۵۰ ب+ ۵۰ آ)	۱۲.۴۴ab	۴۰/۰۶ab	۸/۸۲bc	۲۳۲۷abcd	۱۴۲۶b
M1I4 (۱۰ درصد متانول+ ۴۰ چ+ ۳۰ ب+ ۳۰ آ)	۷/۸۱cdef	۳۴/۹۶bcde	۸/۳۷bcd	۱۸۰۴/۲efg	۱۰۸۲/۶defg
M1I5 (۱۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۲۵ ب+ ۷۵ آ)	۱۲/۸۵ab	۴۰/۲۸a	۸/۸۵bc	۲۴۳۰/۷abc	۱۴۵۹/۳b
M1I6 (۱۰ درصد متانول+ ۶۰ چ+ ۲۰ ب+ ۲۰ آ)	۶/۳۲def	۳۰/۳۵ef	۶/۴۱ef	۱۲۶۳hji	۸۳۴/۵gh
M1I7 (۱۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۷۵ ب+ ۲۵ آ)	۴/۷۸f	۲۹/۵۲f	۵/۴۴f	۱۰۵۹/۸j	۷۷۵/۵h
M2I1(۲۰ درصد متانول+ کشت خالص)	۹/۱۳cd	۳۷/۶۷abc	۸/۷۱bc	۲۰۶۳/۲de	۱۱۴۱cde
M2I2 (۲۰ درصد متانول+ ۵۰ چ+ ۲۵ ب+ ۲۵ آ)	۷/۵۳cdef	۳۲/۰۲def	۷/۱۸cdef	۱۳۶۶/۱hij	۸۹۹/۵efgh
M2I3 (۲۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۵۰ ب+ ۵۰ آ)	۱۳/۱۵ab	۴۰/۳۲a	۹/۰۲b	۲۴۳۲/۲abc	۱۴۸۱/۸b
M2I4 (۲۰ درصد متانول+ ۴۰ چ+ ۳۰ ب+ ۳۰ آ)	۸/۷۵cd	۳۶/۳۲abcd	۸/۶۱bcd	۱۹۱۳/۵ef	۱۱۲۶/۵de
M2I5 (۲۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۲۵ ب+ ۷۵ آ)	۱۳/۸۱a	۴۰/۸۷a	۹/۲۴b	۲۴۶۴ab	۱۴۹۸b
M2I6 (۲۰ درصد متانول+ ۶۰ چ+ ۲۰ ب+ ۲۰ آ)	۷/۲۶def	۳۰/۷۶ef	۶/۹۳def	۱۳۵۸/۵hij	۸۷۷/۷efgh
M2I7 (۲۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۷۵ ب+ ۲۵ آ)	۵/۱۴ef	۲۹/۷۳ef	۶/۲۹ef	۱۰۸۵/۳j	۷۸۰/۹h
M3I1(۳۰ درصد متانول+ کشت خالص)	۱۲/۴۳ab	۳۹/۹۴ab	۸/۷۸bc	۲۱۲۷/۴bcde	۱۳۷۴/۹bc
M3I2 (۳۰ درصد متانول+ ۵۰ چ+ ۲۵ ب+ ۲۵ آ)	۷.۷۹cdef	۳۳/۳۱cdef	۸/۳۰bcd	۱۶۱۱/۷fgh	۱۰۳۱/۳defgh
M3I3 (۳۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۵۰ ب+ ۵۰ آ)	۱۴/۱۲a	۴۱/۱۵a	۹/۲۷b	۲۴۸۷/۳ab	۱۸۱۵/۱a
M3I4 (۳۰ درصد متانول+ ۴۰ چ+ ۳۰ ب+ ۳۰ آ)	۱۰/۴۶bc	۳۹/۵۱ab	۸/۷۲bc	۲۰۹۸/۴cde	۱۲۶۲/۹bcd
M3I5 (۳۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۲۵ ب+ ۷۵ آ)	۱۵/۰۸a	۴۱/۲۲a	۱۱/۳۲a	۲۵۳۱/۱a	۱۸۳۰/۵a
M3I6 (۳۰ درصد متانول+ ۶۰ چ+ ۲۰ ب+ ۲۰ آ)	۷/۷۲cdef	۳۲/۰۶def	۷/۸۰bcde	۱۵۱۰/۷ghi	۹۹۱/۳efgh
M3I7 (۳۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۷۵ ب+ ۲۵ آ)	۶/۲۷def	۲۹/۹۷ef	۶/۳۰ef	۱۲۲۴/۳ij	۸۳۲/۷gh

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. ۴. وزن برگ

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

۴. ۵. وزن ژل آلوئه‌ورا

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

۴. ۶. عناصر جذب‌شده

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 عناصر فسفر، مس، منگنز جذب‌شده توسط بادام‌زمینی نداشت (جدول ۴).

جدول ٤. تجزیه واریانس اثر سطوح محلول‌پاشی متانول و کشت مخلوط بر عناصر جذب‌شده گیاه بادام‌زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	منگنز	فسفر	مس
تکرار (سال)	۲	۹۰۰/۳۸۸	۲۰/۸۸۰۹	۲۹۷/۲۴۶
سال (A)	۱	۲۱۱۳.۱۴۲۸ns	۱۱/۴۶۰۳ns	۴۴۹/۵۵۵ns
متانول (B)	۲	۱۱۲۸۳۶/۲۲۲۲**	۱۷/۵۹۵۲*	۱۵۸۵۷/۵۵۵۵**
کشت مخلوط (C)	۶	۵۳۳۳۴/۷۵۶۶**	۴۷/۸۸۳۵**	۴۸۲۳/۳۶۵۰**
A*B	۲	۱۷۸۷/۸۰۹۵ns	۲/۶۷۴۶ns	۲۷۱/۰۷۹۳ns
A*C	۶	۲۱۶/۱۷۹۸ns	۴/۰۵۲۹۱ns	۹۲/۲۵۹۲ns
B*C	۱۲	۱۳۰۲۶/۷۴۰۷**	۱۴/۲۲۴۸**	۸۱۴/۶۹۴۴**
A*B*C	۱۲	۲۰۶/۹۰۲۱ns	۵/۱۵۶۰ns	۱۰۲/۹۷۷۵ns
خطا	۸۰	۸۲۰/۹۷۵	۳/۸۵۹۹	۱۸۸/۷۹۹۶
ضریب تغییرات (درصد)	–	۲۲/۲۶	۲۵/۳۳	۲۵/۷۲

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

اثر برهم‌کنش متانول در کشت مخلوط بر فسفر، مس و منگنز جذب‌شده توسط بادام‌زمینی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین عناصر فسفر، مس و منگنز جذب‌شده 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 ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر سطوح محلول‌پاشی متانول و کشت مخلوط بر عناصر جذب‌شده گیاه بادام‌زمینی

تیمارها	مس (گرم در هکتار)	فسفر (کیلوگرم در هکتار)	منگنز (گرم در هکتار)
M1I1 (۱۰ درصد متانول+ کشت خالص)	۱۲۴bc	۹bc	۸۰/۵۰ab
M1I2 (۱۰ درصد متانول+ ۵۰ چ+ ۲۵ ب+ ۲۵ آ)	۵۶hijk	۶/۳۳cde	۳۱/۵۰fghi
M1I3 (۱۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۵۰ ب+ ۵۰ آ)	۷۷efghi	۷/۵۰cde	۵۰/۸۳cde
M1I4 (۱۰ درصد متانول+ ۴۰ چ+ ۳۰ ب+ ۳۰ آ)	۷۴fghi	vcde	۴۹/۶۶cdef
M1I5 (۱۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۲۵ ب+ ۷۵ آ)	۲۱/۱۷l	۵/۸۱e	۱۳/۶۶i
M1I6 (۱۰ درصد متانول+ ۶۰ چ+ ۲۰ ب+ ۲۰ آ)	۵۳ijk	۶de	۳۰/۱۶ghi
M1I7 (۱۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۷۵ ب+ ۲۵آ)	۱۲۰/۱۷bcd	۸/۸۳bcd	۶۷/۶۶bc
M2I1 (۲۰ درصد متانول+ کشت خالص)	۱۴۲/۳۳ab	۱۱/۳۳ab	۸۷/۱۶a
M2I2 (۲۰ درصد متانول+ ۵۰ چ+ ۲۵ ب+ ۲۵ آ)	۵۹/۳۳ghijk	۶/۳۳cde	۳۶/۶۶efgh
M2I3 (۲۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۵۰ ب+ ۵۰ آ)	۸۶efg	۸/۳۳cde	۶۱/۶۶cd
M2I4 (۲۰ درصد متانول+ ۴۰ چ+ ۳۰ ب+ ۳۰ آ)	۸۴/۸۳efgh	۷/۸۳cde	۵۶/۳۳cd
M2I5 (۲۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۲۵ ب+ ۷۵ آ)	۳۸kl	۵/۸۳۳e	۱۵i
M2I6 (۲۰ درصد متانول+ ۶۰ چ+ ۲۰ ب+ ۲۰ آ)	۵۹/۳۳ghijk	۶/۳۳cde	۳۳/۳۳efgh
M2I7 (۲۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۷۵ ب+ ۲۵آ)	۱۴۱/۸۳ab	۹bc	۸۰/۸۳ab
M3I1 (۳۰ درصد متانول+ کشت خالص)	۱۵۶/۵۰a	۱۲/۸۳a	۹۶/۵۰a
M3I2 (۳۰ درصد متانول+ ۵۰ چ+ ۲۵ ب+ ۲۵ آ)	۶۷/۶۷fghij	۶/۸۳cde	۴۹/۱۶cdef
M3I3 (۳۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۵۰ ب+ ۵۰ آ)	۱۰۴/۳۳cde	۸/۵۰cde	۶۷bc
M3I4 (۳۰ درصد متانول+ ۴۰ چ+ ۳۰ ب+ ۳۰ آ)	۹۵def	۸/۳۳cde	۶۶/۶۶bc
M3I5 (۳۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۲۵ ب+ ۷۵ آ)	۴۴/۶۷jkl	۵/۸۳e	۲۸/۶۶hi
M3I6 (۳۰ درصد متانول+ ۶۰ چ+ ۲۰ ب+ ۲۰ آ)	۶۱/۳۳ghijk	۶/۵۰cde	۴۷/۵۰defg
M3I7 (۳۰ درصد متانول+ ۱۰۰ چ+ ۷۵ ب+ ۲۵آ)	۱۵۲/۵۰a	۱۱/۶۶a	۸۷/۸۳a

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

۵. بحث

با توجه به این‌که متانول سبب افزایش راندمان تبدیل کربن می‌شود و در مقایسه با دی‌اکسیدکربن مولکول کوچک‌تری است، بنابراین به‌راحتی توسط گیاهان سه کربنه جذب می‌شود. پایین بودن عملکرد آلوئه‌ورا در تیمارهای کشت مخلوط احتمال دارد به‌دلیل پایین بودن تراکم آلوئه‌ورا در واحد سطح و توانایی بالای چای ترش برای بهره‌وری از منابع محیطی همچون نور و نیتروژن باشد. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز تأثیر معنی‌دار محلول‌پاشی متانول را بر تعداد برگ نخود گزارش کردند و بیش‌ترین تعداد برگ در گیاه را از محلول‌پاشی با ۲۵ درصد حجمی متانول مشاهده کردند. در پژوهشی که بر روی کشت مخلوط آلوئه‌ورا و ذرت انجام گرفت مشخص شد که بیش‌ترین و کم ترین تعداد برگ آلوئه‌ورا به‌ترتیب از نسبت کاشت ۲۵ درصد ذرت+ ۷۵ درصد آلوئه‌ورا و ۷۵ درصد ذرت+ ۲۵ درصد آلوئه‌ورا به‌دست آمد (نوشاوانی[1] و همکاران، ۲۰۱۵). سبک‌رو فومنی (۱۳۹۰) بیش‌ترین طول و عرض برگ توتون را در محلول‌پاشی با ۵۰ درصد حجمی متانول گزارش کرده است. در کشت مخلوط گندم و باقلا عملکرد در کشت مخلوط بیش‌تر از کشت خالص بود (قنبری[2] و لی[3]، ۲۰۰۲). متانول باعث آسیمیلاسیون دی‌اکسیدکربن در گیاه می‌شود که از این طریق باعث افزایش وزن گیاه نسبت به تیمار شاهد می‌شود (دونی[4] و همکاران، ۲۰۰۴). متانول از طریق کاهش تنفس نوری و افزایش مقدار آماس سلولی بافت‌های گیاهی بر روی وزن گیاه تأثیر می‌گذارد (رامبرگ[5] و همکاران، ۲۰۰۲). هنگامی‌که ذرت با سویا به‌صورت مخلوط کشت شود، عملکرد ذرت بیش‌تر از زمانی است که به‌صورت خالص کشت شده بود و کشت مخلوط ذرت و سویا باعث بهبود حاصل‌خیزی خاک گردید (بارهوم[6]، ۲۰۰۱). افزایش سودمندی کشت مخلوط ذرت و سویا نسبت به کشت‌های خالص به‌خاطر استفاده بهتر از نورخورشید، مواد غذایی و آب می‌باشد (قنبری[7]، ۲۰۰۰). در بررسی عملکرد گیاه دارویی نخود در کشت مخلوط با سیاه‌دانه و زیره سبز مشخص شد که عملکرد دانه گیاهان تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت و میانگین این صفت در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط بالاتر بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳). در بررسی کشت مخلوط نخود و زیره سبز گزارش شد که عملکرد دانه نخود در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش پیدا کرد (ظریف پور[8] و همکاران، ۲۰۱۴). متانول تولیدشده در داخل گیاهان علاوه بر تأثیر مستقیم بر نمو آن‌ها، از طریق افزایش فعالیت باکتری‌های متیلوتروف نیز بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد (آباندا[9]، ۲۰۰۶). در پژوهشی که یاور پناه[10] و همکاران (۲۰۱۵) داشتند بیان نمودند که محلول‌پاشی متانول باعث افزایش عملکرد میوه توت‌فرنگی شده است. بررسی‌های انجام‌شده در مورد برتری عملکرد کشت‌های مخلوط نسبت به خالص نشان داده است که افزایش عملکرد ممکن است به‌دلیل افزایش جذب منابع، افزایش کارآیی مصرف منابع یا هر دو مورد به‌صورت توأم باشد (تسوبو[11] و همکاران، ۲۰۰۱). رامیرز[12] و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند 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 قابل‌استفاده برای برگ‌های گیاه شده و

1. Noushavani
2. Ghanbari
3. Lee
4. Downei
5. Ramberg
6. Barhom
7. Ghanbari
8. Zarifpour
9. Abanda
10. Yavarpanah
11. Tsubo
12. Ramirez

این امر ممکن است انتقال مواد به سمت سلول‌های برگ به‌ویژه سلول‌های جوان را افزایش دهد و در نتیجه ذخیره درون سلولی برگ برای ادامه روند بزرگ‌شدن افزایش پیدا می‌کند (محمودی و قنبری، ۱۳۹۲). پاک گوهر و قنبری (۱۳۹۲) در کشت مخلوط ارزن و خلر بالاترین میزان جذب پتاسیم توسط خلر را در کشت خالص گزارش کردند. اسکندری و قنبری (۱۳۹۰) در کشت مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت بیان داشتند که الگوهای مختلف کشت مخلوط و کشت خالص ذرت، عناصر غذایی فسفر و پتاسیم را به میزان بیش‌تری نسبت به کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی جذب کردند. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش با کاهش سهم بادام‌زمینی در نسبت‌های مختلف کاشت، از میزان عناصر جذب‌شده توسط آن به‌طور معنی‌داری کاسته شد. به‌نظر می‌رسد که افزایش سهم چای ترش با یک سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر و متراکم‌تر به کاهش میزان جذب عناصر توسط بادام‌زمینی منجر شده است.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج نشان‌دهنده اثرات مثبت کشت مخلوط چای ترش، آلوئه‌ورا و بادام‌زمینی نسبت به تک‌کشتی آلوئه‌ورا بود. با توجه به نتایج مشخص گردید که جهت کسب بالاترین عملکرد در واحد سطح از نسبت کاشت ۱۰۰ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد بادام‌زمینی+ ۷۵ درصد آلوئه‌ورا استفاده شود. به‌نظر می‌رسد که الگوی کشت مخلوط از طریق رقابت بین‌گونه‌ای جهت استفاده بهتر از عوامل محیطی رشد و تأثیرگذاری مثبت بر الگوی فضایی بین سه گونه می‌تواند باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و در نتیجه جذب منابع بهتر توسط آلوئه‌ورا گردد. هم‌چنین این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت محلول‌پاشی متانول بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و جذب بهتر عناصر غذایی توسط آلوئه‌ورا بود و جهت رسیدن به بالاترین میزان عملکرد و حداکثر جذب عناصر غذایی توسط آلوئه‌ورا از محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول استفاده گردد. طبق نتایج حاصل از این آزمایش با تعیین دقیق میزان محلول‌پاشی متانول و انتخاب نسبت کاشت مناسب این سه گونه می‌توان سودمندی کشت مخلوط را در منطقه سیستان افزایش داد و قابل‌توصیه می‌باشند.

۷. تشکر و قدردانی

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

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

اسکندری، حمداله و قنبری، احمد. (۱۳۹۰). ارزیابی میزان رقابت و مکملی اجزای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی در مصرف عناصر غذایی. *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۱ (۲)، ۶۸-۷۵.

امینی، اخلاص؛ تاب، علیرضا و رادیستی، امانول (۱۴۰۳). بررسی عملکرد کمی و کیفی گاودانه (*Vicia ervilia*) و خلر (*Lathyrus sativus*) در کشت مخلوط با گندم (*Triticum aestivum*) تحت سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۵ (۳)، ۱۹۷-۲۱۰.

امامی، عاکفه (۱۳۷۵). روش‌های تجزیه گیاه . چاپ اول (تهران): *انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب*.

پاک‌گوهر، ندا و قنبری، احمد. (۱۳۹۲). ارزیابی میزان رقابت و مصرف عناصر غذایی در کشت مخلوط ارزن و خلر. *به‌زراعی کشاورزی*، ۱۵ (۴)،۱۳۷-۱۵۰.

پورکرمی، اسحق؛ دهمرده، مهدی؛ گلوی، محمد و خمری، عیسی (۱۴۰۲). بررسی عملکرد و اجزای عملکرد بادام‌زمینی در کشت مخلوط ردیفی سری جایگزینی با چای ترش در سطوح مختلف کود نیتروژن. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۴)، ۸۹۹-۸۸۷.

حسین‌زاده، سعید؛ سلیمی، اعظم و گنجعلی، علی و احمدپور، راهله (۱۳۹۲). تأثیر محلول‌پاشی متانول بر ویژگی‌های فتوسنتزی، فلوئورسانس کلروفیل و محتوای کلروفیل نخود تحت تنش خشکی. *زیست‌شناسی گیاهی ایران*، ۵ (۱۸)، ۱۱۵-۱۳۲.

زمانیان، محمد؛ گل‌زردی، فرید؛ حیدرزاده، فرید و علیزاده، بهزاد (۱۴۰۳). تأثیر میزان بذر بر عملکرد کمی و کیفی علوفه در نظام‌های مخلوط شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*) و شبدر لاکی (*Trifolium incarnatum*). *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۴)، ۷۶۹-۷۸۶.

سبک‌رو فومنی، کاوه؛ صفرزاده، محمدنقی؛ دانشیان، جهانفر؛ رنجبر چوبه، مهدی و سبک‌رو فومنی، کامیار (۱۳۹۰). بررسی تأثیر زمان و مقادیر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد کمی و کیفی توتون گرم خانه ای رقم کوکر ۳۴۷ در منطقه احمد گوراب رشت. *مجله پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۱۸ (۳۰)، ۱۷-۳۰.

سیدشریفی، رئوف؛ سیدشریفی، رضا و نریمانی، حامد (۱۴۰۰). تأثیر متانول و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر پرشدن دانه، محتوای کلروفیل و عملکرد گلرنگ تحت سطوح مختلف آبیاری. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۳ (۴)، ۹۰۷-۹۲۲.

صفرزاده ویشکایی، محمدنقی (۱۳۸۶). اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام‌زمینی، (رساله دکتری)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران. ۲۳۶ صفحه.

عباسی، رحمت و نامداری، میثم (۱۴۰۱). بررسی کارایی مصرف نور و نیتروژن حاصل از تثبیت بیولوژیکی در کشت مخلوط سویا و کنجد. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۴)، ۱۰۱۹-۱۰۳۳.

کوچکی، علیرضا؛ نصیری محلاتی، مهدی؛ برومند رضازاده، زینب؛ جهانی، مریم و جعفری، لیلا (۱۳۹۳). بررسی عملکرد گیاه دارویی سیاه‌دانه در کشت مخلوط با نخود و لوبیا. *پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱۲ (۱)، ۱-۸.

محمودی، قدریه و قنبری، علی (۱۳۹۲). بررسی رقابت چندگونه‌ای علف‌های هرز در تراکم‌های مختلف ذرت (*Zea mays*). *حفاظت گیاهان*، ۲۷ (۱)، ۲۶-۳۶.

مندنی، فرزاد؛ یاری، امین؛ باقری، علیرضا و چقازردی، حمید (۱۴۰۳). مطالعه کارایی جذب و مصرفت تشعشع در کشت مخلوط گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) با عدس (*Lens culinaris* Medik) تحت شرایط دیم. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۲)، ۳۳۰-۳۱۵.

References

Abanda-Nkpwatt, 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, A., 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).

Arlauskiene, A., Maikstenienei, S., Sarunaite, L., Kadziuliene, Z., Deveikyte, I., Zekaite, V., & Cesnuleviciene, R. (2011). Competitiveness and productivity of organically grown pea and spring cereal intercrops. *Journal of Agriculture*, *98* (4), 339-348.

Barhom, T. I. H. (2001). Studies on water requirements for some crops under different cropping systems. M.Sc. Thesis. Faculty Agriculture. Cairo University.

Brahimi, S., Toumatia, O., Drevon, J.J., Zitouni, A., & Lazali, M. (2022). Intercropping legumes and cereals increases resource use efficiency and crop productivity in low phosphorus soils under semi-arid Mediterranean conditions. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *46* (10), 1482-1501.

Carof, M. (2006). Fonctionnement de peuplements en semis direct associant du blé tendre d'hiver (*Triticum aestivum* L.) à différentes plantes de couverture en climat tempere. Doctoral dissertation. Under the supervision of Jean Roger-Estrade. Paris: Institut National Agronomique Parisñ-Grignon.

Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., & Haslam, R. (2004). Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. PHytochem. *65*, 2305-2316.

Emami, A. (1996). Plant Analysis Methods. First Edition (Tehran): Soil and Water Research Institute Publications. (In Persian).

Eskandari, H., & Ghanbari, A. (2011). 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).

Ghanbari, A. (2000). Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*vicia faba*) as a low-input forage. Ph.D. Thess. Wye College University of London.

Ghanbari, A., & Lee, H. C. (2002). Intercropped field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: Effect of nitrogen on forage yield and quality. *Journal of Agriculture Science. Cambridge*, *138*, 311-314

Hossinzadeh, S. R., Salimi, A., Ganjeali, A., & Ahmadpour, R. (2014). Effects of foliar application of methanol on photosynthetic characteristics, chlorophyll fluorescence and chlorophyll content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under ought stress. *Iranian Biology Society*, *5* (18), 115-132. (In Persian).

Hulet, H., & Gosseye, P. (2000). Effect of intercropping cowpea on dry–matter and grain yield of millet in the semi-arid zone of Mali.

Jo, S.G., Kang, Y.I., Om, K.S., Cha, Y.H., & Ri, S.Y. (2022). Growth, photosynthesis and yield of soybean in ridge-furrow intercropping system of soybean and flax. *Field Crops Research*, *275*, 108329.

Joseph, B., & Raj, S. J. (2010). Studies on the purification and characterization of aloe vera gel. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*, *2*(4), 330-332.

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 (*Phaseoluse vulgaris* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *12* (1), 1-8. (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

Mahmoudi, Gh., & Ghanbari, A. (2013). Study of multi-species weed competition under varying maize plant densities. *Journal of Plant Protection*, *27* (1), 26-36

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).

Noushavani, R., Ganjali, H.R., & Dahmardeh, M. (2015). Influence of Intercropping Corn and Aloe vera on some characteristics of Aloe vera. *Biological Forum – An International Journal*, *7*(1), 496-500.

Obi, E.A., Agele, S.O., Aiyelari, O.P., Adejoro, S.A., & Agbona, A.I. (2022). Nutrient uptake and use efficiencies of strip intercropped cassava, maize and pepper as affected by fertilizer type and age of oil palm fields in an oil palm-based intercropping system. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, *13*(2), 23-35.

Pakgohar, N., & Ghanbari, A. (2013). 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., & Khmmari, I. (2023). Evolution of yield and yield components of peanut in intercropping with Roselle in different levels of nitrogen. *Journal of Crop Improvement*, *25* (4), 877-899. (In Persian).

Ramberg, H. A., Bradley, J. S., Olson, J. S., Nishio, J. N., Markwell, J., & Osterman, J. C. (2002). The Role of Methanol in Promoting Plant Growth: An Update. *Rev. Plant Biochemistry Biotechnological*, *1*, 113-126.

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.

Roohi, M., Arif, M.S., Guillaume, T., Yasmeen, T., Riaz, M., Shakoor, A., Farooq, T.H., Shahzad, S.M., & Bragaza, L. (2022). Role of fertilization regime on soil carbon sequestration and crop yield in a maize-cowpea intercropping system on low fertility soils. *Geoderma*, *428*, 116-152.

Sabokrow Foomany, K., Safarzadeh, M. N., Daneshian, J., Ranjbar Choobeh, M., & Foomany, S. (2011). Studing the Effect of time and values of methanol foliation on quality and quantity yield flue-cured tobacco of cocker 347 type in Ahmadgurab region of Rasht. *Journal of Plant Production Research*, *18* (3), 17-30. (In Persian).

Safarzade Vishkaei, M. (2007). Effects of methanol on growth and yield of peanut. Ph. D. thesis. Sciences and Research unit, Islamic Azad University Tehran, Iran, Pp 232. (In Persian).

Seyed sharif, R., Seyed sharifi, R., & 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? In *Advances in Agronomy*. Edited by Sparks D. L. London: Academic Press.

Tsubo, M., Walker, S., & E., Mukhala, (2001). Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping 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. (2024). 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 characterastis of Species. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *12* (1), 34-43. (In Persian).

Zhu, S.G., Zhu, H., Cheng, Z.G., Zhou, R., Yang, Y.M., Wang, J., Wang, W., Wang, B.Z., Tao, H.Y., & Xiong, Y.C. (2022). Soil water and phosphorus availability determines plant-plant facilitation in maize-grass pea intercropping system. *Plant and Soil*, *482*, 451-467.