بررسی اثر کشت مخلوط نیشکر ـ لگوم بر ویژگی‌های کمی، کیفی و فیزیولوژیک نیشکر

علی احسانی پور*[۱]، حمید عباس دخت[۲]، منوچهر قلی پور[۳] و علیرضا ابدالی مشهدی[۴]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
۲ و ۳) دانشیار گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
۴) دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: **ali_ehsany2007@yahoo.com**

این مقاله مستخرج از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۲۸**

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط نیشکر با دو نوع لگوم روی برخی صفات کمی و کیفی نیشکر، آزمایشی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و چهار تکرار در دو مکان در شهرستان اهواز در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به اجرا درآمد. تیمارها شامل کشت خالص نیشکر، خالص سویا، خالص لوبیا، خالص سویا تلقیح با رایزوبیوم، خالص لوبیا تلقیح با رایزوبیوم، خالص نیشکر تلقیح با میکوریزا، مخلوط نیشکر و لوبیا، مخلوط نیشکر و سویا، مخلوط نیشکر و لوبیا تلقیح با رایزوبیوم، مخلوط نیشکر و سویا تلقیح با رایزوبیوم، مخلوط نیشکر تلقیح شده با میکوریزا و لوبیا، مخلوط نیشکر تلقیح شده با میکوریزا و سویا، مخلوط نیشکر تلقیح شده با میکوریزا و سویا تلقیح شده با رایزوبیوم و مخلوط نیشکر تلقیح شده با میکوریزا و لوبیا تلقیح شده با رایزوبیوم بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان دادند بیش‌ترین شاخص برداشت برای عملکرد نی (۹۳/۸۱ درصد)، بیش‌ترین شاخص برداشت برای عملکرد شکر (۷/۳۴ درصد)، بیش‌ترین درجه خلوص (۸۷/۲۸ درصد)، درصد شکر سفید (۱۱/۷۳)، درصد نیتروژن (۲/۵۶ درصد)، فسفر (۰/۲۶ درصد)، پتاسیم (۱/۹۱ درصد) در پهنک و رطوبت غلاف برگ نیشکر (۸۳/۸۲ درصد) در تیمار کشت مخلوط نیشکر تلقیح شده با قارچ به‌همراه لوبیا چشم بلبلی تلقیح شده با باکتری و بهترین نسبت برابری زمین (۲/۰۶۸) در کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) به‌دست آمد. این نتایج نشان می‌دهند میکوریزا با نیشکر هم‌زیستی مثبت داشته و زمانی که قارچ میکوریزا و لوبیا چشم بلبلی هم‌زمان در یک تیمار حضور داشتند اثر هم افزایی آن‌ها روی شاخص برداشت عملکرد نی و شاخص برداشت عملکرد شکر و همچنین صفات کیفی در نیشکر مثبت شد.

واژه‌های کلیدی : رایزوبیوم، درجه خلوص، شاخص برداشت و فسفر.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

مقدمه

با ادامه روند رو به رشد جمعیت جهان، تخریب و بهم خوردن تعادل اکولوژیکی اکوسیستم‌های کشاورزی ادامه می‌یابد، لذا باید هم‌زمان برای افزایش تولیدات کشاورزی و حفظ محیط‌زیست اقدام کرد. یکی از راه‌هایی که ما را به این هدف نزدیک می‌سازد، کشت گیاهان به صورت مخلوط است (مظاهری، ۱۳۷۳). عمده‌ترین مزایای کشت مخلوط، استفاده بهتر از عوامل محیطی و افزایش کارایی کاربرد نهاده‌ها، افزایش کیفیت و کمیت محصول، ثبات عملکرد در بوم‌نظام‌های زراعی می‌باشند (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۲). نیشکر با نام علمی *Saccharum officinarum* L. گیاه غول پیکر و قوی‌ترین گیاه زراعی در تبدیل انرژی خورشیدی به ماده خشک گیاهی می‌باشد. با توجه به عملکرد ساقه، حدود ۶ تا ۹/۵ تن شکر از هر هکتار نیشکر به‌دست می‌آید. نیشکر یک گیاه تک لپه‌ای با ارتفاع زیاد است که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود و توانایی ذخیره‌سازی غلظت زیادی از ساکاروز را در ساقه خود دارد (خواجه‌پور، ۱۳۸۶). Geetha و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی اعلام کردند کشت مخلوط نیشکر با حبوبات باعث افزایش بهره‌وری از سطح زیر کشت شده است. در آزمایشی اعلام شد عملکرد نیشکر در کشت مخلوط با لوبیا چشم بلبلی، به ترتیب ۱۷/۲ درصد و ۱۵/۸ درصد بیش‌تر از کشت خالص نیشکر و مخلوط نیشکر ـ ماش شد. همچنین عملکرد نیشکر از ۱۱۱/۸ تن در هکتار در کشت خالص نیشکر به ۱۳۰/۵ تن در هکتار در کشت مخلوط با نخود افزایش یافت (Rasool *et al*., 2011). در تحقیقی اعلام شد کشت مخلوط نیشکر با عدس، خردل هندی و لوبیا سبز باعث پایداری اقتصادی در آن اکوسیستم زراعی شد (Suryawanshi *et al*., 2010). همچنین وجود سویا و لوبیا چشم بلبلی در سیستم کشت مخلوط با نیشکر از طریق تثبیت نیتروژن در خاک و همچنین بهبود یافتن خصوصیات شیمیایی خاک باعث افزایش رشد و عملکرد نیشکر می‌شوند (Khandagave, 2010). قارچ‌های آربسکولار میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح، سرعت جذب همچنین سنتز آنزیم فسفاتاز کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به ویژه فسفر، ازت، پتاسیم، روی، مس و گوگرد افزایش داده و موجب بهبود رشد آن‌ها می‌شوند (Mishra, 2010). یافته‌های Datt و Kulkarni (۲۰۱۲) درمورد نیشکر با یافته‌های علی اصغرزاده و همکاران (۱۳۸۴) که در آن رابطه منفی بین تراکم اسپور قارچ و غلظت فسفر قابل دسترس، سدیم، پتاسیم و کلسیم گزارش شده است مطابقت دارد. کاهش اسپور قارچ با افزایش فسفر قابل دسترس در گیاه نیشکر می‌تواند بیان کننده این واقعیت باشد که فسفر زیاد می‌تواند مانع کلونیزاسیون ریشه بشود (Datta and Kulkarni, 2012). باکتری‌های رایزوبیوم به دلیل داشتن قدرت بالا در برقراری هم‌زیستی با گیاهان تیره لگومینوز و ایجاد سیستم‌های توانمند در تثبیت نیتروژن مولکولی قادر به تأمین بخش قابل توجهی از نیتروژن مولکولی اکوسیستم‌های زراعی می‌باشند (Antoun and Kloepper, 2004). هدف این پژوهش بررسی اثر کلونیزاسیون قارچ میکوریزا در ریشه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

نیشکر و کشت مخلوط نیشکر با لوبیا چشم بلبلی و سویا روی شاخص برداشت، نسبت برابری زمین و برخی ویژگی‌های کیفی نیشکر از جمله درجه خلوص شربت حاصل از ساقه نیشکر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۶- ۱۳۹۵ در دو مکان با فاصله ۶۰ کیلومتر از یکدیگر در اهواز در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و چهار تکرار به اجرا درآمد. موقعیت محل اول، طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ۳۱ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و موقعیت محل دوم، طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۴۸ درجه و ۶۴ دقیقه شرقی و ۳۱ درجه و ۹۱ دقیقه شمالی بود. فاصله بین ردیف‌های کشت نیشکر ۱۸۳ سانتی‌متر بود و گیاهان لگوم (لوبیا چشم بلبلی اکوتیپ محلی اهواز و سویا رقم کتول) در بین خطوط کشت نیشکر (رقم CP69-1062) روی خط داغاب پشته‌ها در نیمه اول مرداد ۱۳۹۵ کاشته شدند. ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود پایه سوپرفسفات‌تریپل به صورت نواری در کف جوی‌ها پاشیده شد. عملیات کوددهی نیتروژن به میزان ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک (چهار مرحله) انجام شد. تیمارها شامل کشت خالص نیشکر، خالص سویا، خالص لوبیا، خالص سویا + تلقیح با باکتری رایزوبیوم، خالص لوبیا + تلقیح با رایزوبیوم، خالص نیشکر + تلقیح با قارچ میکوریزا، مخلوط نیشکر و لوبیا بر اساس سری افزایشی ۱۰۰ درصد نیشکر و ۱۰۰ درصد لوبیا، مخلوط نیشکر و سویا بر اساس سری افزایشی ۱۰۰ درصد نیشکر و ۱۰۰ درصد سویا، مخلوط نیشکر و لوبیا + تلقیح با رایزوبیوم، مخلوط نیشکر و سویا + تلقیح با رایزوبیوم، مخلوط نیشکر + تلقیح با میکوریزا و لوبیا، مخلوط نیشکر + تلقیح با میکوریزا و سویا، مخلوط نیشکر + تلقیح با میکوریزا و سویا + تلقیح با رایزوبیوم، مخلوط نیشکر + تلقیح با میکوریزا و لوبیا + تلقیح با رایزوبیوم. تلقیح بذور لگوم‌ها با استفاده از باکتری‌های رایزوبیوم و دور از نور خورشید صورت گرفت. برای تلقیح بذر لگوم، از مایه تلقیح که هرگرم آن دارای 10^{7} عدد باکتری فعال بود، استفاده گردید. در تیمارهای تلقیح نیشکر با میکوریزا، میزان ۱۵ گرم مایه تلقیح قارچ در کف جوی زیر هر قلمه نیشکر قرار داده شد که حاوی خاک، اسپور و ریسه قارچ بود.

تعیین درصد کلونیزاسیون میکوریزا در ریشه

رنگ‌آمیزی ریشه‌های نیشکر به روش هیمن انجام شد (Hayman and Phillips, 1990). برای تعیین درصد کلونیزاسیون، ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده به قطعات یک سانتی‌متری برش داده شدند و با روش Gridline Intersect درصد کلونیزاسیون تعیین گردید به این صورت که ۲۵ قطعه یک سانتی‌متری بریده شده و زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ۲۰۰ وجود هر یک از اندام قارچ (ویزیکول، آرباسکول و هیف) به‌عنوان یک درصد حساب شد (Gryndler *et al*., 1999).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

تعیین فسفر

برای اندازه‌گیری فسفر موجود در میانگره ساقه نیشکر، فسفر ریشه نیشکر و فسفر موجود در خاک پای گیاه نیشکر از میانگره پنجم نمونه‌برداری انجام شد (Clements, 1980). به منظور تعیین میزان فسفر موجود در ریشه نیشکر، ریشه‌ها به دو دسته‌ی جوان‌تر (بالاتر) و پیرتر (پایین‌تر) تقسیم شدند و با روش اسپکتروفتومتری وانادیوم فسفو مولیبدات (Motsara and Roy, 2008) میزان فسفر موجود در ریشه و میانگره اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فسفر موجود در خاک از روش اولسن استفاده شد (Page *et al*., 1995; Raman *et al*., 2013).

محاسبه انواع شاخص برداشت[1]

به منظور محاسبه شاخص برداشت نیشکر برای عملکرد نی، عملکرد شکر و عملکرد باگاس (Raman *et al*., 2013) و شاخص برداشت برای لگوم‌ها (گاردنر، ۱۳۸۲) به ترتیب از رابطه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ استفاده شد:

رابطه ۱: شاخص برداشت برای عملکرد نی (درصد) = (کل عملکرد بیولوژیکی / وزن نی قابل آسیاب) × ۱۰۰

رابطه ۲ : شاخص برداشت برای عملکرد شکر (درصد) = (کل عملکرد بیولوژیکی/ وزن نی قابل آسیاب × درصد استخراج × درصد بریکس) ×۱۰۰

رابطه ۳ : شاخص برداشت برای عملکرد باگاس (درصد) = (کل عملکرد بیولوژیکی / وزن نی قابل آسیاب ×درصد فیبر) × ۱۰۰

رابطه ۴ : شاخص برداشت برای عملکرد لگوم (درصد) = (عملکرد بیولوژیک / عملکرد اقتصادی) × ۱۰۰

نسبت برابری زمین (LER[2])

نسبت برابری زمین با استفاده از رابطه ۵ محاسبه گردید (مظاهری، ۱۳۷۳):

رابطه ۵ : $LER= (Y_{ab}\ Y_{aa}) + (Y_{ba} / Y_{bb})$

Y_{ab} = عملکرد گونه a در کشت مخلوط با گونه b، Y_{aa} = عملکردگونه a در کشت خالص، Y_{ba} = عملکرد گونه b در کشت مخلوط با گونه a، Y_{bb} = عملکرد گونه b در کشت خالص.

1- Harvest Index

2- Land Equivalent Ratio

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

اندازه‌گیری درصد رطوبت غلاف برگ نیشکر

از غلاف برگ‌های سه، چهار، پنج و شش جهت اندازه‌گیری درصد رطوبت طبق رابطه‌های ۶ و ۷ استفاده شد (Clements, 1980)، به این صورت که غلاف‌ها وزن شدند (MW) سپس در آون با دمای ۸۰ تا ۸۵ درجه سانتی‌گراد پس از ۲۴ ساعت که کاملاً خشک شدند، مجدداً وزن شدند (MD):

رابطه ۶ : $\theta\ \% = W/MW \times 100$ درصد رطوبت غلاف

رابطه ۷ : $W = MW - MD$ میزان آب موجود در غلاف برگ :

اندازه‌گیری درصد نیتروژن گیاهی

برای تعیین درصد نیتروژن موجود در پهنک برگ، ساقه (میانگره پنجم) و ریشه از روش کجلدال استفاده شد (Motsara and Roy, 2008).

محاسبه درصد خلوص[1]

به مجموع مواد جامد محلول در عصاره نیشکر، بریکس و به درصد ساکاروز موجود در عصاره نیشکر پل گفته می‌شود. به درصد ساکاروز در مجموع مواد جامد محلول، درصد خلوص گفته می‌شود (Clements, 1980). در زمان برداشت، ۲۰ ساقه رسیده به منظور تجزیه‌ی صفات کیفی از دو خط وسط هر کرت برداشت شد و عصاره آن‌ها با استفاده از دستگاه آسیاب سه غلطکی استخراج شد و درصد بریکس با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (RX-5000α, ATAGO, JAPAN) با دقت ۰/۰۱ درصد و درصد پل با استفاده از دستگاه پلاریمتر (AP-300, ATAGO, JAPAN) با دقت ۰/۰۱ درصد اندازه‌گیری شد. در نهایت درصد خلوص شربت نیشکر از طریق رابطه ۸ محاسبه شد (Whalley, 2009):

رابطه ۸ : درصد خلوص = پل / بریکس × ۱۰۰

محاسبه عدد Yield یا مقدار شکر زرد

برای محاسبه مقدار شکر زرد حاصل از ۱۰۰ تن شکر از رابطه های ۹ و ۱۰ استفاده شد (Clements, 1980):

رابطه ۹ : $Yield = 100 / Q.R$

رابطه ۱۰ : $Q.R = \left(\left((79.3126 \times (J-1)) / (J-1) - 35.5\right) / pol\right)$

J: درجه خلوص

1- Purity

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

محاسبه درصد شکر سفید یا تصفیه شده[1] (RS)

با توجه به تجربیات چندین ساله و نتایج حاصل از پیش بینی تولید شکر و میزان شکر تصفیه شده از شکر زرد، طبق رابطه ۱۱، عدد ثابت ۰/۸۳را در عدد Yield ضرب نموده تا رقم درصد شکر سفید استحصالی به‌دست آید (Whalley, 2009).

رابطه ۱۱: $RS = Yield \times 0.83\ \%$

برای آنالیز صفات مختص به نیشکر، تیمارهای خالص لوبیا و خالص سویا لحاظ نشدند و تعداد ۱۰ تیمار و در مورد شاخص برداشت در لگوم‌ها، فقط تیمارهای مختص به لگوم (شش تیمار) به‌صورت جداگانه آنالیز شدند. تجزیه واریانس و مقایسات میانگین با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

جدول ۱: برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر

مکان	زمان نمونه برداری	بافت خاک	هدایت الکتریکی خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم محلول (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)
اول	قبل از کشت	سیلتی- کلی	۳/۰۲	۷/۹	۱۲/۸۹	۲۵۸	۰/۰۷
اول	بعد از برداشت لگوم‌ها	سیلتی- کلی	۲/۵۸	۷/۹۶	۱۳/۳۱	۲۵۲	۰/۱
دوم	قبل از کشت	کلی- لوم	۴/۲۸	۸/۸	۱۱/۵	۲۴۰	۰/۰۵
دوم	بعد از برداشت لگوم‌ها	کلی- لوم	۳/۷	۸/۹	۱۱/۸۶	۲۳۶	۰/۰۹

نتایج و بحث

شاخص برداشت برای عملکرد نی، عملکرد شکر، عملکرد باگاس و لگوم‌ها

برهم‌کنش مکان در تیمار در سطح یک درصد روی شاخص برداشت برای عملکرد نی و در سطح پنج درصد روی شاخص برداشت برای عملکردهای شکر و باگاس اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). بیش‌ترین شاخص برداشت عملکرد نی (۹۵/۰۹ درصد در مکان اول و ۹۴/۸۱ درصد در مکان دوم) و شکر (۷/۴۵ درصد در مکان اول و ۷/۲۲ درصد در مکان دوم) و کم‌ترین شاخص برداشت عملکرد باگاس (۱۱/۰۳ درصد در مکان اول و ۱۰/۷۲ درصد در مکان دوم) در تیمارهایی که میکوریزا وجود داشت به‌خصوص کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) به‌دست آمد و کم‌ترین

1- Refined Sugar

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

شاخص برداشت عملکرد نی و شکر و بیش‌ترین شاخص برداشت عملکرد باگاس در تیمارهای بدون حضور میکوریزا، بخصوص در کشت خالص حاصل شد (جدول ۵). شاخص برداشت برای عملکرد نی در مخلوط نیشکر و لوبیای تلقیح شده با باکتری بیش‌تر از تیمارهای نیشکر خالص به‌همراه قارچ و حتی مخلوط نیشکر تلقیح شده با قارچ به‌همراه سویا شد. با در نظر گرفتن رابطه‌های ۱ و ۲ و نقش مثبت قارچ میکوریزا در افزایش عملکرد نی و به دنبال آن افزایش عملکرد شکر، در می‌یابیم که افزایش عملکرد اقتصادی نیشکر (عملکرد نی و شکر) تحت تأثیر میکوریزا و همچنین تأثیر باکتری رایزوبیوم در لوبیا چشم بلبلی (در فراهم کردن نیتروژن بیش‌تر در محیط ریشه) بیش‌تر از افزایش عملکرد بیولوژیک آن بود. تغییرات شاخص برداشت نی و باگاس برعکس یکدیگر بودند. با افزایش شاخص برداشت نی و شکر، شاخص برداشت باگاس کاهش یافت. بر اساس نتایج فوق می‌توان اظهار کرد زمانی که میکوریزا و لوبیا چشم بلبلی با هم در یک تیمار حضور داشته باشند اثر هم‌افزایی آن‌ها روی افزایش شاخص برداشت نی و شکر بیش‌تر می‌شود. در آزمایش‌های مختلفی گزارش شده که هم‌زیستی قارچ میکوریزا باعث افزایش فتوسنتز گیاه می‌شود که افزایش عملکرد و در نهایت افزایش شاخص برداشت را به دنبال دارد (Kumutha *et al*., 2006). بر اساس جدول ۲ تیمارهای مختلف روی شاخص برداشت لوبیا و سویا اثر معنی‌داری نداشتند و مکان‌های مختلف نیز فقط روی شاخص برداشت سویا در سطح یک درصد معنی‌درا بودند و روی شاخص برداشت لوبیا اثر معنی‌دار نداشتند. این موضوع احتمالاً به این دلیل است که تیمارهای مختلف روی عملکرد بیولوژیک لگوم‌ها اثر معنی‌دار نداشتند. برهم‌کنش مکان در تیمار در سطح یک درصد اثر معنی‌داری روی شاخص برداشت لوبیا چشم بلبلی داشت (جدول ۲). شاخص برداشت در لوبیا در هر دو مکان در تیمارهایی که بذر لوبیا با باکتری تلقیح شده بود بیش‌تر از تیمار عدم تلقیح با باکتری بود که این موضوع اثر مثبت باکتری در افزایش عملکرد لوبیا را نشان می‌دهد. باکتری‌های رایزوبیوم از طریق سنتز فیتوهورمون‌ها باعث توسعه سیستم جذب ایندولی توسط سیستم ریشه‌ای گیاه و به‌دنبال آن افزایش جذب عناصر غذایی توسط لوبیا چشم بلبلی می‌گردند و باعث افزایش رشد و نمو گیاهان لگوم می‌شوند (Antoun and Kloepper, 2004).

نسبت برابری زمین (LER)

در زراعت مخلوط اگر نسبت برابری زمین بیش‌تر از یک باشد به عبارتی اگر LER =1+x باشد به این مفهوم است که مقدار X (در واحد سطح) زمین اضافه در سیستم تک کشتی مورد نیاز است تا بتوان همان مقدار محصولی که در واحد سطح از کشت مخلوط به‌دست آمده است برداشت نمود (مظاهری، ۱۳۷۳). به طور مثال نسبت برابری ۲/۰۶۸ در تیمار مخلوط نیشکر و لوبیا چشم بلبلی در این تحقیق، بیانگر این مطلب می‌باشد که برای تولید مقدار محصول نیشکر و لوبیا در این تیمار مخلوط، در یک هکتار نیاز به ۲/۰۶۸ هکتار زمین در حالت کشت خالص این دو می‌باشد که بیانگر کاهش زمین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.42.7.4]

مورد نیاز از ۲/۰۶۸ هکتار در سیستم کشت خالص این دو محصول به یک هکتار در کشت مخلوط این دو گیاه می‌باشد که نشان دهنده افزایش راندمان بهره‌وری از زمین و بقیه نهاده‌های کشاورزی در کشت مخلوط نیشکر با لوبیا چشم بلبلی و نیشکر با سویا می‌باشد. نتایج یک مطالعه‌ی دو ساله در مورد کشت مخلوط نیشکر با گیاهان دیگر نشان داد در هر دو سال مطالعه، نسبت برابری زمین در مخلوط نیشکر+ نخود، در سال اول و دوم به ترتیب ۱/۵۶ و ۱/۵۵ و در نیشکر+ سویا، در دو سال ۱/۵۵ و در نیشکر+ سیب زمینی، در سال اول و دوم به ترتیب ۱/۵۳ و ۱/۵۴ شد. چون نسبت برابری زمین در تمام سیستم‌های مخلوط بالاتر از یک شد، این موضوع برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص نیشکر را اثبات می‌کند (Abdul *et al*., 2014). با توجه به جدول ۷، در این مطالعه نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای مخلوط بالاتر از یک بود. دلیل آن می‌تواند وجود اختلافات مورفولوژیک دو گونه و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و بهره‌برداری بهینه از منابع باشد. مشاهده می‌شود که مقدار LER به‌دست آمده در این مطالعه در مقایسه با برخی تحقیقات دیگر بیش‌تر نیز می‌باشد که این موضوع حاکی از مثبت بودن کشت مخلوط نیشکر با لگوم می‌باشد.

کلونیزاسیون قارچ میکوریزا در ریشه نیشکر

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد مکان‌های مختلف در سطح یک درصد اثر معنی‌دار روی درصد کلونیزاسیون میکوریزا در ریشه نیشکر داشتند (جدول ۳). تیمارهای مختلفی که عملیات تلقیح قلمه نیشکر با قارچ میکوریزا در آن‌ها انجام شده بود و همچنین برهم‌کنش تیمارها و مکان‌ها روی درصد کلونیزاسیون میکوریزا در ریشه نیشکر اثر معنی‌دار نداشتند. عدم معنی‌دار بودن اثر تیمارها روی درصد کلونیزاسیون، نشان دهنده این واقعیت می‌باشد که هم‌زیستی بین ریشه نیشکر و قارچ میکوریزا به‌خوبی بوجود آمده بود. درصد کلونیزاسیون در ریشه نیشکر در مکان اول بیش‌تر از مکان دوم بود (جدول ۶). شاید این موضوع به دلیل پایین بودن مقدار EC و pH مناسب خاک در مکان اول نسبت به مکان دوم باشد (جدول ۱). در تحقیقی گزارش شد در تیمارهایی که کلونیزاسیون میکوریزا در ریشه نیشکر انجام شد، مقدار زیادی اسپور قارچ در ریشه نیشکر مشاهده شد و کلونیزاسیون میکوریزا در ریشه نیشکر باعث افزایش ارتفاع ساقه و عملکرد نیشکر شد (Surendran and Vani, 2013). در تحقیقی دیگر اعلام شد بیش‌ترین درصد کلونیزاسیون میکوریزا در ریشه نیشکر در تیمار استفاده از ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار میکوریزا به‌همراه سه تن در هکتار شاخ و برگ نیشکر پس از برداشت (حاصل از برداشت سبز) به‌دست آمد که باعث افزایش صفات کمی و کیفی نیشکر شد (Usha Rant, 2013). این نتایج همسو با نتایج مطالعه کنونی می‌باشند. در کشت مخلوط لگوم با غلات، لگوم روی ریشه غلات اثر مثبت داشته و پس از برداشت لگوم، نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم در اختیار ریشه غله قرار می‌گیرد، به همین دلیل گیاه غله رشد بهتری را

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

نسبت به زمانی که به صورت خالص کشت شده است دارا می‌باشد و این برتری کشت مخلوط لگوم با غلات را نسبت به کشت خالص ثابت می‌کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۲).

درصد خلوص و درصد شکر سفید یا تصفیه شده (RS) در شربت نیشکر

درصد شکر قابل استحصال از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی مورد توجه در صنعت نیشکر بوده و کم‌ترین تغییر در مقدار آن، در سطح وسیع می تواند چشم‌گیر باشد (Abo-El-Hamd, 2013). نتایج نشان دادند که اثر مکان‌ها و تیمارهای مختلف روی درصد خلوص و درصد خلوص و درصد شکر سفید یا تصفیه شده در شربت نیشکر در سطح یک درصد معنی‌دار بود. برهم‌کنش مکان‌ها و تیمارها نیز روی درصد خلوص در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشتند درصورتی‌که روی درصد خلوص و درصد شکر سفید یا تصفیه شده اثر معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). در تحقیقی گزارش شد در صورت تداوم رشد رویشی، بیش‌ترین درصد قند اینورت که شامل گلوکز و فروکتوز است، در میانگره‌های بالای ساقه انباشته شده و در صورت توقف رشد، این قند به ساکارز تبدیل و به‌صورت افزایش در میزان پل نمایان می‌شود (Moore and Botha, 2014). بیش‌ترین درصد خلوص (۸۹/۹۴ درصد در مکان اول و ۸۹/۵ درصد در مکان دوم) در کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) و کم‌ترین درصد خلوص (۸۱/۵۱ درصد در مکان اول و ۸۱/۰۳ درصد در مکان دوم) در کشت خالص نیشکر به‌دست آمد (جدول ۵). با توجه به تعریف پل، افزایش درصد خلوص به دلیل نقش مثبت میکوریزا در افزایش جذب عناصر توسط ریشه نیشکر می‌باشد. همچنین با توجه به جدول ۱، لوبیا به دلیل تثبیت و در اختیار قرار دادن نیتروژن بیش‌تری در محیط ریشه نیشکر باعث افزایش پل و در نهایت درصد خلوص شد. در تحقیقی گزارش شد کلونیزاسیون میکوریزا در ریشه نیشکر باعث افزایش درصد خلوص و بریکس در شربت حاصل از ساقه نیشکر شد (Surendran and Vani, 2013). همچنین در تحقیق دیگری گزارش شد که بیش‌ترین درصد خلوص در تیمار کاربرد هم‌زمان میکوریزا و شاخ و برگ حاصل از برداشت سبز نیشکر به‌دست آمد (Usha Rant, 2013). این نتایج همسو با نتایج این مطالعه می‌باشند. بطور معمول درصد شکر قابل استحصال از گیاه نیشکر ۱۰ درصد می‌باشد (Eggleston *et al*., 2004). در این تحقیق بیش‌ترین درصد خلوص و درصد شکر سفید یا تصفیه شده در تیمارهای کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری و بدون تلقیح) و کم‌ترین درصد خلوص و درصد شکر سفید یا تصفیه شده در کشت خالص نیشکر به‌دست آمد (جدول ۸). زمانی‌که میکوریزا و لوبیا با هم در یک تیمار حضور داشتند نقش مثبت هم افزایی آن‌ها روی افزایش درجه خلوص و RS بیش‌تر شد (جدول‌های ۴ و ۵). در تیماری که میکوریزا حضور نداشت در مقایسه با تیماری که با میکوریزا تلقیح شد، درصد خلوص کم‌تری داشت چون فیبر (الیاف) نی در آن تیمار بیش‌تر شده

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

بود. میزان الیاف (فیبر) ساقه یکی از عواملی است که استخراج عصاره از نی را کاهش می‌دهد، اما تغییرات آن در مقایسه با تغییرات میزان قند، اهمیت کم‌تری دارد.

نیتروژن، فسفر، پتاسیم موجود در پهنک برگ و رطوبت غلاف برگ نیشکر

تیمارهای مختلف در سطح یک درصد اثر معنی‌دار روی درصد نیتروژن، فسفر، پتاسیم در پهنک و رطوبت غلاف برگ داشتند. مکان‌های مختلف نیز روی درصد نیتروژن پهنک در سطح پنج درصد و روی درصد فسفر پهنک و درصد رطوبت غلاف برگ در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشتند، درصورتی‌که روی پتاسیم پهنک اثر معنی‌دار نداشتند (جدول‌های ۲ و۳). تعدادی از ریسه‌های میکوریزا وارد سیستم ریشه گیاه شده و سبب کاهش غلظت آبسیزیک اسید گشته و میزان سیتوکنین را افزایش می‌دهند. این کار سبب افزایش جذب آب توسط سیستم ریشه‌ای گیاه می‌گردد. با توجه به این‌که رطوبت غلاف برگ یک پارامتر مهم برای تصمیم‌گیری در مورد زمان و میزان آبیاری و در نهایت بسیار مؤثر روی عملکرد نی می‌باشد در تحقیقی گزارش شد استفاده از ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار میکوریزا به‌همراه سه تن در هکتار شاخ و برگ حاصل از برداشت سبز نیشکر اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد روی درصد رطوبت غلاف برگ و همچنین میزان فسفر موجود در پهنک برگ دارد (Usha Rant, 2013). بیش‌ترین رطوبت غلاف برگ نیشکر در تیمار کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) و کم‌ترین رطوبت غلاف برگ نیشکر در کشت خالص نیشکر به‌دست آمد (جدول ۴). این موضوع که همسو با یافته‌های دیگر محققین (Kelly *et al*., 2005; Bhat *et al*., 2011) می‌باشد توانایی و نقش مثبت میکوریزا در کمک به ریشه نیشکر در جذب آب را نشان می‌دهد. کم‌ترین درصد نیتروژن پهنک برگ نیشکر در تیمار خالص نیشکر و بیش‌ترین آن در تیمار کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) به‌دست آمد (جدول ۴). در تیمارهایی که لوبیا حضور داشت نسبت به تیمارهایی که لوبیا و میکوریزا حضور نداشتند، درصد نیتروژن پهنک برگ نیشکر بیش‌تر شد. این موضوع علاوه بر نشان دادن نقش مثبت لوبیا در تأمین نیتروژن بیش‌تر در محیط ریشه نیشکر (جدول۱)، اثر هم‌افزایی میکوریزا (تلقیح شده با نیشکر) و لوبیا را روی افزایش نیتروژن پهنک برگ نشان می‌دهد. کم‌ترین پتاسیم پهنک برگ و بیش‌ترین آن به ترتیب در تیمارهای خالص نیشکر و کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) مشاهده شد. با توجه به نقش اصلی قارچ میکوریزا در کمک به جذب عنصر فسفر توسط ریشه گیاه از خاک، نقش میکوریزا در جذب فسفر به‌خوبی دیده می‌شود (جدول ۴)، بیش‌ترین میزان فسفر در پهنک برگ در تیمارهایی که نیشکر با این قارچ تلقیح شده بود و کم‌ترین آن در بقیه تیمارهایی که میکوریزا حضور نداشت به‌دست آمد. مقادیر نیتروژن، فسفر در پهنک و رطویت غلاف برگ نیشکر در مکان اول بیش‌تر از مکان دوم بود (جدول ۶) که این موضوع احتمالاً به دلیل شرایط بهتر خاک در مکان اول برای فعالیت میکوریزا، رشد و تثبیت نیتروژن بیش‌تر توسط لوبیا می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

فسفر موجود در میانگره پنجم ساقه و فسفر خاک در محیط ریشه نیشکر

اثر مکان‌ها و تیمارهای مختلف و برهم‌کنش آن‌ها روی فسفر موجود در میانگره پنجم ساقه و فسفر موجود در خاک محیط ریشه همان بوته مورد آزمایش، در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین میزان فسفر در میانگره پنجم ساقه در تیمار مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) و کم‌ترین آن در تیمارهایی مشاهده شد که نیشکر با میکوریزا تلقیح نشده بود (جدول ۵). این موضوع هم‌زیستی خوب نیشکر با قارچ میکوریزا را نشان می‌دهد. در تیمارهایی که میزان فسفر در خاک محیط ریشه (پای‌بوته) کم‌تر شده بود، میزان فسفر در میانگره پنجم ساقه در همان تیمارها افزایش یافت و بر عکس این جریان نیز صادق بود. به نظر می‌رسد فسفر فراهم خاک در تیمارهای دارای میکوریزا، افزایش یافته باشد که دلیل آن می‌تواند انحلال فسفر توسط هیف‌های قارچی باشد. همین موضوع باعث افزایش جذب فسفر از خاک توسط گیاه (دارای میکوریزا) شده و در نهایت مقدار فسفر درون خاک کاهش می‌یابد. این نتیجه همسو با نتایج ارائه شده توسط Surendran و Vani (۲۰۱۳) می‌باشد. بنابراین فعالیت میکوریزا در مکان اول بیش‌تر از مکان دوم بوده که باعث افزایش فسفر در ساقه نیشکر شده و به همین نسبت باعث کاهش فسفر در خاک در محیط ریشه همان بوته نیشکر شده است (جدول ۵).

نیتروژن، فسفر، پتاسیم موجود در ریشه‌های جوان تر و پیرتر

اثر تیمارهای مختلف روی نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در ریشه‌های جوان‌تر و پیرتر در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مکان‌های مختلف فقط روی فسفر و پتاسیم در ریشه‌های پیرتر در سطح پنج درصد اثر معنی‌دار داشتند (جدول ۲). بیش‌ترین نیتروژن موجود در ریشه‌های جوان‌تر و پیرتر در تیمار مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (تلقیح با باکتری) به‌دست آمد (جدول ۸)، البته با تیمارهایی که لوبیا حضور داشت و تیمار کشت مخلوط نیشکر (تلقیح با قارچ) و لوبیا (عدم تلقیح با باکتری) تفاوت معنی‌دار نداشت این موضوع برتری لوبیا در تأمین نیتروژن بیش‌تر در محیط ریشه نیشکر و همچنین اثر مثبت هم افزایی میکوریزا در ریشه نیشکر و حضور لوبیا در یک تیمار را تأیید می‌کند. تعدادی از ریسه‌های قارچ میکوریزا خارج از سیستم ریشه می‌باشند، این ریسه‌ها اسیدهای آلی حل کننده فسفر مانند اسید مالیک تراوش کرده که جذب فسفر در ریشه گیاه را افزایش می‌دهد. بیش‌ترین فسفر در ریشه‌های جوان‌تر و ریشه‌های پیرتر به‌دست آمد. میزان فسفر در ریشه‌های پیرتر در تمام تیمارها بیش‌تر از میزان فسفر در ریشه‌های جوان‌تر بود (جدول ۸) که این موضوع تا حدودی طبیعی به نظر می‌رسد زیرا ریشه‌های پیرتر فرصت بیش‌تری برای جذب عناصر غذایی (فسفر) داشتند اما نکته جالب این است که این تفاوت در تیمارهای دارای میکوریزا بسیار بیش‌تر از بقیه تیمارها بود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.42.7.4]

جدول ۲: تجزیه واریانس مرکب انواع شاخص برداشت در نیشکر و لگوم‌ها و برخی صفات کیفی در نیشکر تحت اثر مکان‌ها و تیمارهای مختلف

		میانگین مربعات																
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص برداشت عملکرد نی	شاخص برداشت عملکرد شکر	شاخص برداشت عملکرد باگاس	نیتروژن در پهنک برگ	فسفر در پهنک برگ	پتاسیم در پهنک برگ	فسفر میانگره پنجم ساقه	فسفر خاک در پای بوته	نیتروژن در ریشه جوان تر	نیتروژن در ریشه پیرتر	فسفر در ریشه جوان تر	فسفر در ریشه پیرتر	پتاسیم در ریشه جوان تر	پتاسیم در ریشه پیرتر	درجه آزادی	شاخص برداشت لوبیا	شاخص برداشت سویا
مکان	۱	۳۱۷/۱۲**	۱/۰۸*	۳۳/۱۲**	۰/۲۱۵*	۰/۰۲**	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۲**	۷۴/۵۶**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۳۳*	۱	۳۶/۴۱^{ns}	۸/۶۲**
تکرار (مکان)	۶	۱۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۲/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۶	۱۱/۲۰	۰/۰۰۲
تیمار	۹	۴۰/۴۸**	۲/۷۶**	۳/۱۲**	۰/۵۳۳**	۰/۰۲**	۰/۲۷۲**	۰/۰۰۸**	۱۱/۸۴**	۰/۰۰۲**	۰/۱۰۶**	۰/۰۰۳**	۰/۰۵۴**	۰/۰۲۹**	۰/۳۲**	۵	۰/۵۷^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}
مکان×تیمار	۹	۲/۰۷**	۰/۰۲*	۰/۰۷*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱**	۱/۰۳**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۵	۴/۳۴**	۰/۰۰۱^{ns}
خطای آزمایش	۵۴	۱/۴۴	۰/۷	۰/۳۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۳۰	۰/۹	۰/۴
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۰/۷۳	۱۰/۳۲	۱۱/۴۸	۳/۵۴	۵/۴۹	۳/۳۹	۱۰/۴۸	۶/۰۴	۳/۲۵	۲/۹۴	۶/۱۵	۶/۶۴	۴/۶۹	۶/۷۶	-	۱۰/۲	۹/۱۲

*و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و معنی دار نیست.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.20084033.1398.11.42.7.4]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

جدول ۳ : تجزیه واریانس مرکب برخی صفات کیفی و کلونیزاسیون ریشه نیشکر

		میانگین مربعات				میانگین مربعات
منابع تغییر	درجه آزادی	رطوبت در غلاف برگ	درجه خلوص در شربت	در شربت RS	درجه آزادی	کلونیزاسیون در ریشه
مکان	۱	۱۹/۱۳۹ **	۶۱۵//۵۵ **	۶۱/۲۵ **	۱	۱۳/۹۴۸ **
تکرار (مکان)	۶	۰/۰۹۵	۰/۲۳۰	۰/۵۶۵	۶	۰/۱۱
تیمار	۹	۴۳/۸۲۴ **	۱۷/۲۱۲ **	۴/۶۱۴ **	۴	۰/۱۶۷ ns
مکان×تیمار	۹	۰/۰۲۳ ns	۱/۰۰۹ **	۰/۰۱ ns	۴	۰/۰۶۸ ns
خطای آزمایش	۵۴	۲/۳۶	۱/۰۹۶	۰/۲۱	۲۴	۰/۲۳۷
(٪) ضریب تغییرات	-	۱۰/۶	۳/۳۶	۳/۱۲	-	۱/۵۶

*و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و معنی دار نیست.

جدول ۴ : مقایسه میانگین صفات کیفی در نیشکر تحت اثر تیمارهای مختلف

تیمارها	درجه خلوص در شربت (درصد)	فسفر میانگره پنجم در ساقه (درصد)	فسفر خاک در پای بوته (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن در پهنک برگ (درصد)	فسفر در پهنک برگ (درصد)	پتاسیم در پهنک برگ (درصد)	رطوبت در غلاف برگ (درصد)	RS در شربت (درصد)
خالص نیشکر	۸۴/۲۴ b*	۰/۰۳۴ c	۸/۹۰ a	۱/۷۹ f	۰/۱۶۳ b	۱/۴۷ c	۷۸/۷۱ d	۱۰/۱۶ c
خالص نیشکر+ قارچ	۸۷/۱۱ a	۰/۰۸۸ b	۶/۷۰ b	۲/۰۲ de	۰/۲۴۶ a	۱/۸۰ b	۸۳/۶۵ a	۱۱/۵۸ b
مخلوط نیشکر و لوبیا	۸۴/۴۵ b	۰/۰۴۰ c	۸/۴۸ a	۲/۰۳ d	۰/۱۷۰ b	۱/۵۰ c	۸۰/۰۸ b	۱۰/۲۷ c
مخلوط نیشکر و سویا	۸۴/۳۳ b	۰/۰۳۶ c	۸/۶۵ a	۱/۸۰ f	۰/۱۶۷ b	۱/۴۸ c	۷۸/۸۷ d	۱۰/۲۳ c
مخلوط نیشکر و لوبیا+باکتری	۸۴/۴۹ b	۰/۰۴۱ c	۸/۶۲ a	۲/۲۵ c	۰/۱۷۲ b	۱/۵۱ c	۷۹/۴۸ c	۱۱/۵۷ b
مخلوط نیشکر و سویا+باکتری	۸۴/۲۹ b	۰/۰۳۹ c	۸/۹۰ a	۱/۸۰ f	۰/۱۶۸ b	۱/۵۰ c	۷۹/۰۷ cd	۱۰/۲۳ c
مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا	۸۷/۱۹ a	۰/۰۹۶ b	۶/۳۰ bc	۲/۳۷ b	۰/۲۵۲ a	۱/۸۳ b	۸۳/۶۹ a	۱۱/۷۳ a
مخلوط نیشکر+قارچ و سویا	۸۷/۰۹ a	۰/۰۹۴ b	۶/۵۲ bc	۲/۰۲ de	۰/۲۵۱ a	۱/۸۲ b	۸۳/۴۵ a	۱۱/۵۸ b
مخلوط نیشکر+قارچ و سویا+باکتری	۸۷/۰۱ a	۰/۰۹۵ b	۶/۴۶ bc	۱/۹۷ e	۰/۲۵۱ a	۱/۸۲ b	۸۳/۵۲ a	۱۱/۶۹ ab
مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا+باکتری	۸۷/۲۸ a	۰/۱۱۶ a	۶/۱۵ c	۲/۵۶ a	۰/۲۶۳ a	۱/۹۱ a	۸۳/۸۲ a	۱۱/۷۳ a

* : اعدادی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، اختلاف میانگین آنها طبق آزمون دانکن، در سطح پنج درصد معنی دار نمی‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.20084033.1398.11.42.7.4]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

جدول ۵ : مقایسه میانگین انواع شاخص برداشت نیشکر، لوبیا و صفات کیفی نیشکر تحت بر هم‌کنش‌های تیمارها و مکان‌های مختلف

مکان‌ها	تیمارها	شاخص برداشت نی (درصد)	شاخص برداشت شکر (درصد)	شاخص برداشت باگاس (درصد)	درجه خلوص در شربت (درصد)	فسفر میانگره پنجم در ساقه (درصد)	فسفر خاک در پای بوته (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	تیمارها	شاخص برداشت لوبیا (درصد)
اول	خالص نیشکر	^{g*}۸۶/۵۴	^{l}۵/۸۸	^{a}۱۳/۵۷	^{e}۸۱/۵۰	^{e}۰/۰۴	^{a}۹/۷۵	خالص لوبیا	^{d}۴۱/۲۲
اول	خالص نیشکر+ قارچ	^{bc}۹۲/۲۵	^{def}۶/۸۵	^{e}۱۱/۴۹	^{b}۸۹/۳۹	^{bcd}۰/۰۹	^{cd}۶/۹۷	خالص لوبیا+باکتری	^{a}۴۴/۷۹
اول	مخلوط نیشکر و لوبیا	^{d}۹۱/۳۱	^{hi}۶/۳۳	^{c}۱۲/۵۳	^{d}۸۴/۷۳	^{e}۰/۰۴۱	^{bcd}۷/۳	مخلوط نیشکر و لوبیا	^{b}۴۴/۱۸
اول	مخلوط نیشکر و سویا	^{fg}۸۶/۶۳	^{kl}۵/۹۹	^{a}۱۳/۵۶	^{e}۸۱/۵۱	^{e}۰/۰۴	^{b}۷/۶۵	مخلوط نیشکر و لوبیا+باکتری	^{b}۴۴/۷۲
اول	مخلوط نیشکر و لوبیا+باکتری	^{cd}۹۱/۳۵	^{h}۶/۳۸	^{cd}۱۲/۴۹	^{d}۸۴/۷۹	^{e}۰/۰۴۲	^{bcd}۷/۲۱	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا	^{ab}۴۴/۳۵
اول	مخلوط نیشکر و سویا+باکتری	^{ef}۸۷/۵۰	^{jk}۶/۰۰	^{b}۱۲/۹۲	^{d}۸۴/۵۳	^{e}۰/۰۴	^{a}۹/۹۲	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا+باکتری	^{a}۴۴/۸۱
اول	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا	^{a}۹۵/۰۱	^{b}۷/۲۹	^{f}۱۱/۱۶	^{ab}۸۹/۶۷	^{b}۰/۱۰۲	^{e}۵/۶۴	.....	.....
اول	مخلوط نیشکر+قارچ و سویا	^{b}۹۲/۶۱	^{cde}۶/۹۴	^{cd}۱۲/۳۰	^{c}۸۷/۵۶	^{bc}۰/۱	^{d}۶/۷	.....	.....
اول	مخلوط نیشکر+قارچ و سویا+باکتری	^{b}۹۲/۴۳	^{cd}۶/۹۵	^{cd}۱۲/۳۲	^{c}۸۷/۴۹	^{bc}۰/۰۹۷	^{cd}۶/۹۷	.....	.....
اول	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا+باکتری	^{a}۹۵/۰۹	^{a}۷/۴۵	^{fg}۱۱/۰۳	^{a}۸۹/۹۴	^{a}۰/۱۳	^{e}۵/۵۹	.....	.....

* : اعدادی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، اختلاف میانگین آنها طبق آزمون دانکن، در سطح پنج درصد معنی دار نمی‌باشند.

ادامه جدول ۵ : مقایسه میانگین انواع شاخص برداشت نیشکر، لوبیا و صفات کیفی نیشکر تحت بر هم‌کنش‌های تیمارها و مکان‌های مختلف

مکان‌ها	تیمارها	شاخص برداشت نی (درصد)	شاخص برداشت شکر (درصد)	شاخص برداشت باگاس (درصد)	درجه خلوص در شربت (درصد)	فسفر میانگره پنجم در ساقه (درصد)	فسفر خاک در پای بوته (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	تیمارها	شاخص برداشت لوبیا (درصد)
دوم	خالص نیشکر	^{g}۸۶/۲۸	^{m}۵/۶۳	^{a}۱۳/۴۵	^{f}۸۱/۰۳	^{e}۰/۰۳۱	^{a}۱۰/۳	خالص لوبیا	^{d}۴۱/۱۷
دوم	خالص نیشکر+ قارچ	^{bcd}۹۱/۷۹	^{fg}۶/۷۸	^{d}۱۲/۲۵	^{c}۸۷/۳۹	^{bcd}۰/۰۸۹	^{bcd}۷/۲۳	خالص لوبیا+باکتری	^{a}۴۴/۶۹
دوم	مخلوط نیشکر و لوبیا	^{e}۸۸/۲۴	^{i}۶/۲۶	^{cd}۱۲/۴۲	^{d}۸۴/۶۲	^{e}۰/۰۴	^{bc}۷/۳۸	مخلوط نیشکر و لوبیا	^{c}۴۳/۵۸
دوم	مخلوط نیشکر و سویا	^{g}۸۶/۴۵	^{m}۵/۶۲	^{cd}۱۲/۴۳	^{ef}۸۱/۱۸	^{e}۰/۰۳۷	^{a}۱۰/۱۳	مخلوط نیشکر و لوبیا+باکتری	^{a}۴۴/۶۷
دوم	مخلوط نیشکر و لوبیا+باکتری	^{d}۹۰/۹۲	^{j}۶/۱۲	^{cd}۱۲/۴۱	^{d}۸۴/۷۱	^{e}۰/۰۳۷	^{bc}۷/۵	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا	^{c}۴۳/۴۸
دوم	مخلوط نیشکر و سویا+باکتری	^{g}۸۶/۳۸	^{m}۵/۶۰	^{b}۱۳/۰۳	^{ef}۸۱/۱۲	^{e}۰/۰۳۳	^{a}۹/۹۴۵	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا+باکتری	^{a}۴۴/۷
دوم	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا	^{b}۹۲/۴۲	^{c}۷/۰۲	^{fg}۱۰/۹۷	^{b}۸۹/۴۹	^{b}۰/۱۰۲	^{e}۵/۹۶	.....	.....
دوم	مخلوط نیشکر+قارچ و سویا	^{d}۹۱/۱۴	^{ef}۶/۸۲	^{gh}۱۰/۹۱	^{c}۸۷/۴۶	^{cd}۰/۰۸۷	^{bcd}۷/۲۳	.....	.....
دوم	مخلوط نیشکر+قارچ و سویا+باکتری	^{d}۹۱/۲۸	^{g}۶/۶۸	^{e}۱۱/۶۶	^{c}۸۷/۳۵	^{d}۰/۰۸	^{bcd}۷/۳	.....	.....
دوم	مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا+باکتری	^{a}۹۴/۸۱	^{b}۷/۲۲	^{h}۱۰/۷۲	^{b}۸۹/۵۰	^{b}۰/۱۰۴	^{e}۵/۸۲	.....	.....

* : اعدادی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، اختلاف میانگین آنها طبق آزمون دانکن، در سطح پنج درصد معنی دار نمی‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.20084033.1398.11.42.7.4]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

جدول ۶ : مقایسه میانگین انواع شاخص برداشت و صفات کیفی در نیشکر تحت اثر مکان‌های مختلف

صفات	مکان اول	مکان دوم	صفات	مکان اول	مکان دوم
نیتروژن در پهنک برگ (درصد)	۲/۲۱ a	۲/۰۱ b	رطوبت در غلاف برگ (درصد)	۸۱/۹۴ a	۸۰/۸۴ b
فسفر در پهنک برگ (درصد)	۰/۲۴ a	۰/۱۸ b	در شربت (درصد)RS	۱۱/۸۱ a	۱۰/۰۶ b
فسفر در ریشه پیرتر (درصد)	۰/۲۱ a	۰/۱ b	کلونیزاسیون ریشه (درصد)	۳۱/۹۱ a	۳۰/۷۱ b
پتاسیم در ریشه پیرتر (درصد)	۲/۱ a	۱/۹ b			

جدول ۷ : مقادیر نسبت برابری زمین (LER) در تیمارهای مختلف

تیمار	عملکرد نیشکر (تن در هکتار)	عملکرد لوبیا (تن در هکتار)	LER	تیمار	عملکرد نیشکر (تن در هکتار)	عملکرد سویا (تن در هکتار)	LER
خالص نیشکر	۱۰۲/۸	.....	.....	خالص نیشکر	۱۰۲/۸	.....	.....
خالص لوبیا	.....	۱/۷۳۹	.....	خالص سویا	.....	۰/۹۶	.....
خالص لوبیا + باکتری	.....	۲/۷۱۳	.....	خالص سویا + باکتری	.....	۱/۰۲	.....
خالص نیشکر + میکوریزا	۱۰۸/۸	.....	.....	خالص نیشکر + میکوریزا	۱۰۸/۸	.....	.....
مخلوط نیشکر و لوبیا	۱۰۸/۳	۱/۷۶۱	۲/۰۳۷ a	مخلوط نیشکر و سویا	۱۰۳/۸	۰/۹۵	۱/۹۹۱ a
مخلوط نیشکر و لوبیا+ باکتری	۱۰۹/۲	۲/۷۱۶	۲/۰۵۶ a	مخلوط نیشکر و سویا + باکتری	۱۰۴/۱	۰/۹۷	۱/۹۴۹ a
مخلوط نیشکر + میکوریزا و لوبیا	۱۱۰/۷	۱/۸۴۷	۲/۰۶۶ a	مخلوط نیشکر + میکوریزا و سویا	۱۰۹/۰	۰/۹۹	۲/۰۱۹ a
مخلوط نیشکر + میکوریزا و لوبیا + باکتری	۱۱۲/۸	۲/۷۲۷	۲/۰۶۸ a	مخلوط نیشکر + میکوریزا و سویا + باکتری	۱۰۹/۱	۰/۹۳	۱/۹۰۳ a

* : اعدادی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، اختلاف میانگین آن‌ها طبق آزمون دانکن، در سطح پنج درصد معنی دار نمی‌باشند

جدول۸ : مقایسه میانگین نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ریشه نیشکر تحت اثر تیمارهای مختلف

تیمار	نیتروژن در ریشه جوان‌تر (درصد)	نیتروژن در ریشه پیرتر (درصد)	فسفر در ریشه جوان‌تر (درصد)	فسفر در ریشه پیرتر (درصد)	پتاسیم در ریشه جوان تر (درصد)	پتاسیم در ریشه پیرتر (درصد)
خالص نیشکر	۰/۳۹۰ d*	۰/۵۸۱ d	۰/۰۳۳ b	۰/۰۶۵ f	۰/۲۱۰ c	۱/۱۱ f
خالص نیشکر + قارچ	۰/۴۵۸ b	۰/۶۵۵ b	۰/۰۶۸ ab	۰/۲۱۸ c	۰/۳۲۱ b	۲/۸۵ b
مخلوط نیشکر و لوبیا	۰/۴۸۱ a	۰/۸۶۸ a	۰/۰۳۷ ab	۰/۰۶۸ e	۰/۲۱۵ c	۱/۱۷ e
مخلوط نیشکر و سویا	۰/۴۰۸ c	۰/۶۱۵ c	۰/۰۳۷ ab	۰/۰۶۷ ef	۰/۲۱۲ c	۱/۱۶ e
مخلوط نیشکر و لوبیا+باکتری	۰/۴۸۳ a	۰/۸۷۵ a	۰/۰۳۸ ab	۰/۰۷۰ e	۰/۲۱۶ c	۱/۲۲ d
مخلوط نیشکر و سویا+باکتری	۰/۴۱۰ c	۰/۶۱۲ c	۰/۰۳۷ ab	۰/۰۶۵ f	۰/۲۱۱ c	۱/۱۵ ef
مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا	۰/۴۸۵ a	۰/۸۷۵ a	۰/۰۷۲ ab	۰/۲۲۷ a	۰/۳۲۸ ab	۲/۸۸ ab
مخلوط نیشکر+قارچ و سویا	۰/۴۶۰ b	۰/۶۵۶ b	۰/۰۶۷ ab	۰/۲۱۵ d	۰/۳۲۵ b	۲/۷۵ c
مخلوط نیشکر+قارچ و سویا+باکتری	۰/۴۸۰ a	۰/۸۵۸ a	۰/۰۷۱ ab	۰/۲۲۳ b	۰/۳۲۶ ab	۲/۸۶ ab
مخلوط نیشکر+قارچ و لوبیا+باکتری	۰/۴۸۶ a	۰/۸۸۲ a	۰/۰۸۱ a	۰/۲۲۸ a	۰/۳۳۶ a	۲/۹۰ a

* : اعدادی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند، اختلاف میانگین آنها طبق آزمون دانکن، در سطح پنج درصد معنی دار نمی‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.20084033.1398.11.42.7.4]

در پژوهشی مشخص شد که میزان فسفر و سرعت فتوسنتز گیاهان دارای قارچ میکوریزا در مقایسه با گیاهان بدون میکوریزا بیش‌تر شده بود (Mishra, 2010) که این نتیجه همسو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. پتاسیم نیز چه در ریشه‌های جوان‌تر و چه پیرتر واکنشی مشابه نیتروژن و فسفر از خود نشان داد و مقدار آن در تیمارهایی که میکوریزا وجود داشت بیش‌تر از تیمارهای فاقد حضور میکوریزا بود (جدول ۸). میزان فسفر و پتاسیم در ریشه‌های پیرتر در مکان اول بیش‌تر از مکان دوم بود که این موضوع را احتمالاً می‌توان به شرایط بهتر خاک مکان اول برای فعالیت میکوریزا نسبت داد (جدول ۶).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان دادند که حضور قارچ میکوریزا و لوبیا چشم بلبلی باعث افزایش شاخص برداشت برای عملکرد نی، عملکرد شکر و کاهش شاخص برداشت برای عملکرد باگاس و همچنین افزایش ویژگی‌های کیفی مهمی از جمله درصد خلوص، درصد شکر سفید در شربت ساقه‌ی نیشکر و درصد فسفر موجود در پهنک برگ و ساقه‌ی نیشکر و دیگر صفات کیفی شدند. مقدار LER که یکی از مهمترین فاکتورهای ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد، بیش‌تر از عدد یک شد که این موضوع نشان دهنده مفید بودن کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. بالاترین LER در تیمار کشت مخلوط نیشکر تلقیح شده با قارچ میکوریزا + لوبیا تلقیح شده با باکتری رایزوبیوم به‌دست آمد که می‌تواند نشان دهنده هم‌زیستی خوب ریشه نیشکر با میکوریزا و ریشه لوبیا با رایزوبیوم باشد. چنانچه قارچ میکوریزا و لوبیا چشم بلبلی (لگوم) با هم در یک تیمار حضور داشته باشند، اثر هم‌افزایی آن‌ها روی انواع شاخص برداشت و همچنین اغلب صفات کیفی در گیاه نیشکر مثبت می‌شود. همچنین در تیمارهایی که میکوریزا با ریشه نیشکر تلقیح شده بود، میزان فسفر در ریشه‌های جوان‌تر و پیرتر نیشکر نسبت به دیگر تیمارها افزایش یافت. استفاده از کودهای بیولوژیکی مانند قارچ میکوریزا در زراعت نیشکر و همچنین کشت مخلوط نیشکر با لگوم‌هایی که از نظر ویژگی‌های مرفولوژیکی متفاوت با نیشکر باشند و از نظر استفاده از منابع محیطی رقیبی برای نیشکر محسوب نشوند همانند لوبیا چشم بلبلی، می‌تواند در مسیر رسیدن به کشاورزی پایدار، باعث افزایش صفات کمی و کیفی در نیشکر بشود. در این پژوهش، بهترین نتیجه از نظر صفات مورد بررسی در تیمار مخلوط نیشکر (تلقیح شده با قارچ) به‌همراه لوبیا چشم بلبلی و در مکان اول حاصل شد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت شرکت کشت و صنعت نیشکر دهخدا انجام شد که بدین‌وسیله از این حوزه تشکر می‌گردد.

منابع

خواجه پور، م. ۱۳۸۶. گیاهان صنعتی(چاپ سوم). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

علی اصغر زاده، ن.، صالح راستین، ن.، توفیقی، ح. و علیزاده، ع. ۱۳۸۴. پراکنش قارچ های میکوریز آربوسکولار در خاک‌های شور دشت تبریز و رابطه آن با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۲ (۱): ۹۹-۸۹.

کوچکی، ع.، شباهنگ، ج.، خرم دل، س. و عظیمی، ر. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر فاصله آبیاری و ترکیب‌های کشت مخلوط مرزنجوش (*Origanum vulgare*) و زعفران (*Crocus sativus*) بر خنک شدن بنه‌ها به‌منظور کاهش اثرات نامطلوب تغییر اقلیم. فصلنامه پژوهش‌های علوم زراعی ایران. ۱۱ (۳): ۴۰۰- ۳۹۰.

گاردنر، ف. پ.، برنت پی یرس، آ. و میشل، ر. ا. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۱۵۵۰، مترجم، سرمدنیا، غ. ح. و کوچکی، ع. چاپ دهم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

مظاهری، د. ۱۳۷۳. زراعت مخلوط. تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۲ صفحه.

Abo El-Hamd, A.S., Bakheet, M.A. and Gadalla, A.F.A. 2013. Effect of chemical ripeners on juice quality, yield and yield components of some sugarcane varieties under the conditions of sohag governorate. American-Eurasian Journal Agricultural Environment Science, 13 (11): 1458-1464.

Abdul, R., Qamar, R. and Qamar, J. 2014. Economic assessment of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) through intercropping. Journal of Agricultural Chemistry and Environment. 3: 24-28.

Antoun, H. and Kloepper, J.W. 2004. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). Academic Press London, 1477 p.

Bhat, M.I., Bangroo, S.A., Tahir, A., Yadav, S.R.S. and Aziz, M.A. 2011. Combined effects of rhizobium and vesicular arbuscular fungi on green gram (*Vigna radiata Wilczek* L.) under temperate conditions. Reserch journal agriculther science, 2 (1): 17-20.

Clements, H. F. 1980. Sugarcane Crop Logging and Control: Principles and Practices. Pitman Publishing Limited, London, 520 p.

Datta, P. and Kulkarni, M. 2012. Arbuscular Mycorrhizal Fungal Diversity in Sugarcane Rhizosphere in Relation with Soil Properties. Notulae Scientia Biologicae, 4(1): 66-74.

Eggleston, G., Legendre, B. and Tew, T. 2004. Indicators if freeze-damaged sugar cane varieties which can predict processing problems. Food Chemistry, 87: 119-133.

Geetha, P., Sivaraman, K., Tayade, A.S. and Dhanapal, R. 2015. Sugarcane based intercropping system and its effect on cane yield. Journal of Sugarcane Research, 5 (2): –10.

Gryndler, M., Hrs-elova, H. and Chvatalova, I. 1999. Effect of freesoilinhabiting or root-associated microfungi on the development of arbuscular mycorrhizae and on proliferation of intraradical mycorrhizae hyphae. Folia Microbiologica, 41: 193-196.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

Hayman, D.S., and Phillips, J.M. 1990. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, 55: 158-161.

Kelly, R.M., Edwards, D.G., Thompson, J.P. and Magarey, R.C. 2005. Growth responses of sugarcane to mycorrhiza spore density and phosphores rate. Australian journal of agricultural research, 56: 1405-1413.

Khandagave, R.B. 2010. Agronomic management of intercropping in sugarcane and its economic implications. Proceedings International Society of SugCane Technologists, 27: 1- 6.

Kumutha, K., Sempavalan, J. and Santhonakrishnan, P. 2006. Effect of insoluble phosphate and dual inoculation on soybean. In: Kannaiyan, S., K. Kumar, and K. Govindaraj (eds), Biofertilizer technology. Ascientific Publishers (India) Jodhpur, 2: 354-358.

Moore, P.H. and Botha, F.C. 2014. Sugarcane: Physiology, Biochemistry, and Functional Biology. Publish Wiley Blackwell, 681p.

Mishra, R.H. 2010. Soil Microbiology. Cbs Publishers and Distributors. 159 p.

Motsara, M.R. and Roy, R.N. 2008. Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis, 19: 42-44.

Motsara, M.R. and Roy, R.N. 2008. Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis, 19: 81-85.

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1995. Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Part II ASA, I. SSSA, No, 9. 1142 p.

Raman, K., Duttamajumder, S. K., Srivastava, B. L., Madhok. H. L. and Ram, K. 2013. Harvest index and the components of biological yield in sugarcane. Indian Journal Genetics and Plant Breeding, 73(4): 386-391.

Rasool, A. M., Farooq, A., Zubair, M., Jamil, M., Ahmad, S. and Afghan, S. 2011. Prospects of intercropping rabi crops in autumn planted sugarcane. Pakistan Sugar Journal, 26 (2): 2-5.

Suryawanshi, M.W., Umate, M.G. and Thombre, A.P. 2010. Studies on economic returns of sugarcane based intercropping system. International Journal Agriculture Sciences, 6(2): 513-514.

Surendran, U. and Vani, D. 2013. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi in sugarcane productivity under semiarid tropical agro ecosystem in India. International Journal of Plant Production, 7(2): 269-278.

Usha Rant, T. 2013. Effect of different levels of phosphorus on yield, nutrient uptake and quality in presence and absence of cane trash and mycorrhizae in sugarcane. Acharya N.G. Ranga Agricultural University. Series/Report of Thesis, no: D9308, 228 p.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]

Whalley, H. C. S. 2009. ICUMSA (International Commission for Uniform Methods in Sugar Analysis). ICUMSA Methods Book and ICUMSA Supplement, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New York, 420 p.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.7.4]