نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۸، مرداد - شهریور ۱۴۰۳، ص. ۵۱۴-۵۰۳

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.3, Vol. 18, Aug.-Sep. 2024, p. 503-514

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر کشت مخلوط چغندرقند با نخود و باقالا بر عملکرد و بهره‌وری آب و زمین

رامین روشناس[1*]، مسعود پارسی‌نژاد[2]، فرهاد میرزائی[3]، خدابخش گودرزوند چگینی[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۵

چکیده

به منظور بررسی شاخص‌های کشت مخلوط تحقیقی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در قالب ۱۸ تیمار، و ۳ تکرار در سال ۱۴۰۲ در یک قطعه ۶۰۰ متری در شهرستان ممسنی، استان فارس به روش کشت مخلوط افزایشی انجام شد. تیمارها شامل ۸ تیمار کشت مخلوط چغندرقند با نخود و باقالا با کود و بدون کود اوره و دو فاصله ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متر روی ردیف باقالا و نخود و ۱۰ تیمار تک کشتی بود. حداقل و حداکثر مقدار شاخص نسبت برابری زمین ۱/۸۴ و ۱/۰۱ بود که به ترتیب مربوط به تیمارهای IBF40 (کشت مخلوط باقالا و چغندرقند با فاصله ۴۰ و با کود اوره) و IP20 (کشت مخلوط نخود و چغندرقند با فاصله ۲۰ و بدون کود اوره) بود و حداقل و حداکثر مقدار شاخص تغییر در بهره‌وری آب ۰/۸۸ و ۰/۰۴ بود که به ترتیب مربوط به تیمارهای IBF40 و IP40 (کشت مخلوط نخود و چغندرقند با فاصله ۴۰ و بدون کود اوره) می‌باشد. نتایج مربوط به شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب و زمین نشان داد که کشت مخلوط چغندرقند با نخود یا باقالا می‌تواند بهره‌وری نسبی آب و زمین را افزایش دهد ولی این افزایش بهره‌وری لزوما به معنی افزایش درآمد اقتصادی نیست و نتایج این مطالعه نشان داد که تنها کشت مخلوط چغندرقند و باقالا از نظر اقتصادی بسیار مناسب‌تر است. عامل اصلی تعیین‌کننده در درآمد کل می‌تواند عملکرد و ارزش متفاوت هر سه گیاه باشد که نهایتاً در این مطالعه ملاحظه شد که کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با ۱/۴ برابر کردن درآمد نسبت به تک کشتی منجر به افزایش درآمد کل شد.

واژه‌های کلیدی: افزایش درآمد، باقالا، تغییر در بهره‌وری آب، نسبت برابری زمین، نخود

مقدمه

افزایش جمعیت، نیاز روز افزون بشر به تامین محصولات غذایی و محدودیت منابع آب و خاک، لزوم توسعه و استفاده از سیستم‌های زراعی سازگار با محیطزیست را دوچندان کرده است (اسماعیلیان و امیری، ۱۳۹۹). یکی از سیستم‌های زراعی سازگار با محیطزیست کشت مخلوط می‌باشد. کشت مخلوط یا کشت ترکیبی به معنای کشت همزمان دو یا چند گیاه در یک زمین و در کنار یکدیگر است. این سیستم می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای افزایش عملکرد و پایداری تولید در واحد سطح مطرح باشد (احمدوند و حاجی‌نیا، ۱۳۹۳).

در مناطق خشک و نیمه خشکی مانند ایران که آب عامل محدودکننده است می‌توان با بهره‌برداری مطلوب از آب موجود، میزان تولید را افزایش داد. یکی از راه‌های نیل به این هدف، انجام کشت مخلوط است. اصولا کشت مخلوط گیاهانی با سیستم ریشه‌ای متفاوت باعث جذب حداکثر آب و مواد غذایی می‌شود کشت مخلوط به دلیل رقابت گیاهان با علف‌های هرز به طور کارآمدی از رشد و توسعه آن‌ها ممانعت کرده و این امر به علت عدم کاربرد علف‌کش، به افزایش تولید و پایداری کمک می‌کند (اکبری، ۱۳۹۲). در کشت مخلوط، عملکرد هر کدام از گیاهان به طور جداگانه نسبت به تک کشتی خود کاهش پیدا می‌کند ولی با توجه به عملکرد متفاوت هر کدام از محصولات، کشت مخلوط می‌تواند منجر به افزایش عملکرد نسبی شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸؛ عباسی و نامداری، ۱۴۰۲). علاوه بر افزایش عملکرد نسبی در کشت مخلوط سود نهایی هم به علت ارزش متفاوت محصولا می‌تواند بیشتر باشد (باقری و همکاران،۱۳۹۱؛ چاپیچیان و همکاران، ۱۴۰۰؛ حمزه‌ئی و صدیقی کامل، ۱۴۰۲). مثلاً در مطالعه انجام شده در سال‌های زراعی ۲۰۱۴-۲۰۱۳ و ۲۰۱۵-۲۰۱۴ در دانشگاه قاهره در جیزه که به منظور بررسی سه نرخ کوددهی (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰)، چهار رقم چغندرقند (Farida,

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲ - دانشیار، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳- دانشیار، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۴- دکتری ژنتیکبیومتری، دانشگاه زنجان و کارشناس پژوهشهای کاربردی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب در اراضی دیم دانشگاه تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: ramin123456ro@gmail.com)

(Carola, Gloria and Demapoly) و سه روش تک کشتی چغندر قند، کشت مخلوط چقندرقند و کلزا و کشت مخلوط چغندر قند و پیاز انجام شد، مشاهده گردید که کشت مخلوط چغندرقند رقم کارولا با پیاز و مقدار کوددهی ۱۰۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار بیشترین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی محصول در واحد سطح را داشت (Masri and Safina, 2015). علاوه‌بر افزایش عملکرد و درآمد اقتصادی، کشت مخلوط می‌تواند آلودگی محصولات به حشرات مکنده را کاهش دهد(Zohry and Ouda, 2019). تبدیل ازت مولکولی به اشکال دیگر آن نظیر نیترات یا آمونیاک را تثبیت ازت می‌گویند. این فرایند در غالب فرایندهای طبیعی و مصنوعی قابل انجام است. ۱۰ درصد نیتروژن توسط رعد وبرق و ۹۰ درصد دیگر توسط میکرو ارگانیسم‌های مفید خاک در حضور برخی از گیاهان تثبیت می‌شود. بقولات مانند نخود، باقالا و شبدر با باکتری‌های خاصی به نام ریزوبیوم رابطه همزیستی دارند. این باکتری‌ها می‌توانند نیتروژن هوا را تثبیت نمایند و به فرم قابل جذب گیاهان تبدیل کنند. به طور میانگین در هر هکتار از اراضی تحت کشت لگوم‌ها مقدار تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیم چیزی بالغ بر ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم می‌باشد (خسروی، ۱۳۹۴). کشت مخلوط گیاهان با بقولات و تلفیق آن با کودهای زیستی می‌توانند نیاز کوددی نیتروژن را به علت تثبیت مولکولی توسط بقولات کاهش دهد (احسانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹).

در مطالعه‌ای که در مصر، در دو سال زراعی ۲۰۱۳-۲۰۱۴ و ۲۰۱۴-۲۰۱۵ تحت عنوان تأثیر فاصله کاشت باقلا و ترکیب سطوح نیتروژن معدنی با کودهای زیستی بر بهره‌وری چغندرقند و باقلا در سیستم کشت مخلوط انجام شد (تیمارها آزمایشی شامل فواصل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتیمتری فاصله باقالا و مقادیر کوددهی ۳۶، ۵۴، ۷۲ و ۹۰ و دو کود زیستی Cerealine و Rizobacterine) نتایج این محققین نشان داد که بیشترین بهره‌وری و درآمد خالص کل باقالا و چغندر قند حاصل از کاشت باقلا در فاصله ۳۰ سانتیمتری در سیستم کشت مخلوط با چغندر قند با کاربرد ۷۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن معدنی همراه با کودهای زیستی می‌باشد (Moshira et al,2016).

مطالعه انجام شده جهت بررسی تأثیر سیستم‌های کشت مخلوط چغندرقند با سه گیاه نخود، پیاز و باقالا بر بهره‌وری آب در دو سال زراعی ۲۰۱۴-۲۰۱۵ و ۲۰۱۶-۲۰۱۵ نشان داد که بین عملکرد چغندرقند خالص و کشت مخلوط با هر یک از سه محصول تفاوت معنی‌داری وجود دارد و نسبت معادل آب برای سیستم‌های کشت مخلوط چغندرقند روندی مشابه نسبت معادل زمین دارد. علاوه‌بر این، مقدار نسبت معادل آب سیستم‌های کشت مخلوط همگی بیشتر از ۱ بود که نشان می‌دهد راندمان استفاده از آب در محصولات کشت مخلوط نسبت به تک کشتی بیشتر است. نسبت معادل آب برای پیاز مخلوط با چغندرقند، باقلا با چغندرقند و نخود با چغندرقند به ترتیب ۵۲، ۳۱ و ۲۹ درصد به طور میانگین در هر دو فصل رشد افزایش یافت (Zohry and Ouda, 2019).

محدودیت منابع محیطی مانند آب و خاک می‌تواند کشاورزی و امنیت غذایی را با مشکل مواجه کند به همین علت محققان به دنبال راهکاری مناسب و سازگار با محیطزیست هستند به طوری‌که باعث بهبود وضعیت موجود شود. با توجه به تحقیقات انجام شده یکی از راهکارهای مناسب سازگار با محیطزیست کشت مخلوط گیاهان با یکدیگر است. لذا انجام تحقیقات متنوع در رابطه با کشت مخلوط تحت شرایط مختلف و در مناطق گوناگون ضروری می‌باشد. با توجه به این که چغندر قند محصولی استراتزیک است و دارای سطح کشت وسیعی می‌باشد و در شهرستان ممسنی تحقیقاتی در رابطه با کشت مخلوط انجام نشده است. تحقیق در رابطه با کشت مخلوط الزامی است. لذا مطالعه حاظر به منظور بررسی و مقایسه عملکرد و شاخص‌های کشت مخلوط انجام گرفت. تا در صورت رضایت بخش بودن نتایج این مطالعه، سیستم کشت مخلوط برای ارتقاء بهره‌وری اقتصادی آب و زمین در اراضی این شهرستان به کشاورزان توصیه شود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در یک مزرعه چغندرقند در شهرستان ممسنی استان فارس صورت گرفت. شهرستان ممسنی در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۷ دقیقه و در ارتفاع ۹۲۰ متری از سطح دریا واقع شده است. این مطالعه به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در قالب ۸ تیمار کشت مخلوط افزایشی و ۱۰ تیمار کشت خالص (شاهد) و ۳ تکرار انجام گرفت (جدول۱).

عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین شامل شخم و دیسک به‌وسیله تراکتور در مهرماه انجام شد. کود در زمان کشت با استفاده از تراکتور و به مقدار ۵۰ کیلو کود اوره، ۱۵۰ کیلو کود کلرو پتاس و۱۵۰ کیلو کود سوپر فسفات تریپل در هکتار متناسب با عرف منطقه مورد مطالعه داده شد. پس از عملیات خاک‌ورزی و کوددهی در تاریخ ۱۴۰۱/۷/۲۷ چغندر قند رقم باروسا و در تاریخ ۱۴۰۱/۹/۱۲ کشت بذر باقالا رقم اهوازی و بذر نخود رقم کرمانی در کنار چغندرهای سبز شده که در مرحله ۴ برگی بود متناسب با دوره کاشت هر کدام کشت شد. و برداشت محصول نخود، باقالا و چغندرقند به طور کاملا تصادفی به ترتیب در تاریخ‌های ۱۴۰۲/۲/۱۲، ۱۴۰۲/۳/۵ و ۱۴۰۲/۴/۲ صورت گرفت.

جدول ۱- تیمارهای مورد آزمایش

تیمار	شرح تیمار	تیمار	شرح تیمار
IBF20	کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با فاصله ۲۰ سانتی‌متر با کود اوره	SBF20	کشت خالص باقالا با فاصله ۲۰ سانتی‌متر با کود اوره
IB20	کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بدون کود اوره	SB20	کشت خالص باقالا با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بدون کود اوره
IBF40	کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با فاصله ۴۰ سانتی‌متر با کود اوره	SBF40	کشت خالص باقالا با فاصله ۴۰ سانتی‌متر با کود اوره
IB40	کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با فاصله ۴۰ سانتی‌متر بدون کود اوره	SB40	کشت خالص باقالا با فاصله ۴۰ سانتی‌متر بدون کود اوره
IPF20	کشت مخلوط چغندرقند و نخود با فاصله ۲۰ سانتی‌متر با کود اوره	SPF20	کشت خالص نخود با فاصله ۲۰ سانتی‌متر با کود اوره
IP20	کشت مخلوط چغندرقند و نخود با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بدون کود اوره	SP20	کشت خالص نخود با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بدون کود اوره
IPF40	کشت مخلوط چغندرقند و نخود با فاصله ۴۰ سانتی‌متر با کود اوره	SPF40	کشت خالص نخود با فاصله ۴۰ سانتی‌متر با کود اوره
IP40	کشت مخلوط چغندرقند و نخود با فاصله ۴۰ سانتی‌متر بدون کود اوره	SP40	کشت خالص باقالا با فاصله ۴۰ سانتی‌متر بدون کود اوره
		S	کشت خالص چغندرقند بدون کود اوره
		SF	کشت خالص چغندرقند با کود اوره

در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ که تحقیق حاضر انجام شد بخش عمده‌ای از نیاز آبی گیاه توسط بارش باران تأمین شد (جدول ۲) و آبیاری تکمیلی با توجه به پیش بینی کشاورز و متناسب با عرف منطقه، با روش آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک صورت گرفت. مزرعه ۶ بار آبیاری شد به طوری که مدت زمان آبیاری اول تا پنجم ۴ ساعت و آبیاری ششم قبل از برداشت چغندرقند ۳ ساعته صورت گرفت (برای برداشت چغندرقند رطوبت خاک باید حد گاورو باشد). حجم کل آب مصرفی برای سه گیاه باقالا، نخود و چغندرقند با احتساب باران به ترتیب برابر با ۸۲۷۴، ۹۲۵۸ و ۱۰۰۰۳ متر مکعب اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است در این مطالعه نوع و مقدار آبیاری برای تیمارهای مختلف بطور یکسان انجام شد لیکن به علت اینکه برداشت باقالا و نخود زودتر از چغندرقند صورت گرفت حجم آب مصرفی برای سه کشت مورد مطالعه متفاوت است. کوددهی متناسب با عرف منطقه و به صورت جدول (۳) انجام گرفت.

جدول ۲- داده‌های هواشناسی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲

ماه	متوسط بیشینه دما (درجه سانتی‌گراد)	متوسط کمینه دما (درجه سانتی‌گراد)	کل بارش (میلی‌متر)
مهر	۳۵/۲	۱۵	۰
آبان	۲۶	۱۲/۶	۱۰۶/۹
آذر	۲۰/۹	۵۷/	۵۹/۳
دی	۱۴/۸	۴/۷	۲۳۳/۲
بهمن	۱۵/۱	۵	۱۳۶/۷
اسفند	۲۲/۷	۹/۷	۲۹/۵
فروردین	۲۴/۴	۸/۶	۲۹/۲
اردیبهشت	۳۳/۱	۱۱/۸	۷/۱
خرداد	۳۸/۹	۱۸/۱	۰

جدول ۳- نوع، مقدار، نحوه و زمان کوددهی

ردیف	نام کود	مقدار کود	نحوه کوددهی	تاریخ کوددهی
۱	اوره	Kg/ha ۵۰	قبل کشت	۱۴۰۱/۷/۲۷
۲	کلرور پتاس	Kg/ha۱۵۰	قبل کشت	۱۴۰۱/۷/۲۷
۳	سوپر فسفات تریپل	Kg/ha۱۵۰	قبل کشت	۱۴۰۱/۷/۲۷
۴	ریزمغذی	lit /ha ۲/۵	محلول‌پاشی	۱۴۰۱/۱۱/۳
۵	اوره	Kg/ha ۳۵۰	دانه پاشی	۱۴۰۱/۱۲/۸
۶	۲۰-۲۰-۲۰	Kg/ha۲	محلول‌پاشی	۱۴۰۱/۱۲/۱۰
۷	آمینواسید	Kg/ha۰/۵	محلول‌پاشی	۱۴۰۱/۱۲/۱۳
۸	فروت ست	lit /ha ۱	محلول‌پاشی	۱۴۰۱/۱۲/۲۱
۹	کلسیم بور	lit /ha ۱	محلول‌پاشی	۱۴۰۲/۱/۱۵
۱۰	۳۰-۵-۱۵	lit /ha ۱	محلول‌پاشی	۱۴۰۲/۱/۲۱

نمونه‌برداری‌های انجام شده از محصول به‌دست‌آمده از هر تیمار و تکرار با استفاده از یک قاب چوبی (۱×۱) و به صورت کاملا تصادفی انجام شد. با توجه به اینکه خصوصیات کیفی محصول می‌تواند بر قیمت و عملکرد محصول نهایی چغندرقند تاثیر گذار باشد (winter, 1998؛ بهرامی و هنرور، ۱۳۹۴؛ عبدالهیان نوقابی و همکاران ۱۳۹۲). نمونه‌های چغندرقند برای آنالیز کیفی و اندازه‌گیری عیار و درصد قند قابل استحصال با استفاده از دستگاه بتالایزر، به مرکز تحقیقات چغندرقند واقع در کرج منتقل شد. تجزیه واریانس و آنالیز داده‌های اندازه‌گیری با استفاده از آزمون دانکن ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXEL انجام شد. با توجه به تفاوت در عملکرد و قیمت نهایی هر محصول در کشت مخلوط امکان مقایسه دو به دو بین سه گیاه چغندرقند، نخود و باقالا در کشت مخلوط و تک کشتی وجود ندارد لذا باید از شاخص‌های کشت مخلوط استفاده کرد.

نسبت برابری زمین[۱] برای بررسی مقدار عملکرد نسبی در کشت مخلوط و مقایسه آن با تک کشتی به‌ازای واحد سطح زمین استفاده می‌شود و به عبارتی نشان‌دهنده افزایش یا کاهش بهره‌وری زمین می‌باشد که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$LER = \left(\frac{Y_{bi}}{Y_b}\right) + \left(\frac{Y_{pi}}{Y_p}\right) \quad (۱)$$

در این رابطه Y_{bi} و Y_b، به ترتیب عملکرد گیاه b در کشت مخلوط و تک کشتی، Y_{pi} و Y_p به ترتیب عملکرد گیاه p در کشت مخلوط و تک کشتی. در رابطه (۱) در صورتی که نسبت برابری زمین بزرگتر از یک باشد، کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد نسبی گیاهان در کشت مخلوط شده است. اما اگر این نسبت کمتر از یک باشد، نشان دهنده اثرات منفی کشت مخلوط بر روی عملکرد نسبی گیاهان در کشت مخلوط است (Lithourgdis et al., 2011).

با استفاده از شاخص کاهش عملکرد واقعی[۲] به بررسی وضعیت عملکرد گیاهان در کشت مخلوط پرداخته می‌شود که نهایتاً نشان می‌دهد که آیا کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد نسبت به حالت تک کشتی شده است یا خیر. این شاخص از روابط زیر حاصل می‌شود (Banik, 1996).

$$AYL_b = \left\{\left[\frac{Y_{bi}/Z_{bi}}{Y_b/Z_b}\right] - 1\right\} \quad (۲)$$

$$AYL_p = \left\{\left[\frac{Y_{pi}/Z_{pi}}{Y_p/Z_p}\right] - 1\right\} \quad (۳)$$

$$AYL = AYL_b + AYL_p \quad (۴)$$

$$Z_{bi} = \frac{t}{T} \quad (۵)$$

Z_{bi}، Z_b، t و T به ترتیب نسبت تعداد گیاه b در کشت مخلوط و تک کشتی، تعداد گیاه b و تعداد کل موجود در یک متر مربع می‌باشد. عدد حاصل از معادله (۵) در صورتی که هدف مقایسه عملکرد بر اساس یک گیاه باشد، براساس سودمندی یا عدم سودمندی کشت مخلوط می تواند مثبت یا منفی باشد (Dhima et al., 2007).

شاخص غالبیت[۳] برای بررسی اینکه در کشت مخلوط کدام یک از گیاهان غالبیت بیشتری دارد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه باید برای بررسی برتری تیمارها از نظر شاخص غالبیت به ارزش اقتصادی هر کدام از محصولات توجه شود. پس با توجه به اینکه دو گیاه نخود و باقالا از نظر قیمت ارزش بالاتری نسبت به چغندرقند دارند؛ لذا بهتر است که شاخص غالبیت در کشت مخلوط مقدار منفی داشته باشد. شاخص غالبیت با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Li et al.,2001).

$$A_b = \left(\frac{Y_{bi}}{Z_{bi}Y_b}\right) - \left(\frac{Y_{pi}}{Z_{pi}Y_p}\right) \quad (۶)$$

در این رابطه اگر شاخص غالبیت A_b یا غالبیت چغندر صفر بود هر دو گیاه رقابت یکسان دارند اگر مثبت بود چغندر گیاه غالب در غیر این صورت چغندر گیاه مغلوب است.

شاخص سودمندی[۴] یا MAI برای مقایسه اقتصادی تیمارهای مختلف به کار می‌رود باتوجه‌به این شاخص هر کدام از تیمارها دارای مقدار بیشتری نسبت به سایر تیمارها باشد به‌عنوان تیمار برتر معرفی می‌گردد. شاخص سودمندی مالی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Ghosh, 2004).

$$MAI = \left[(Y_{bi} \times P_b) + (Y_{pi} \times P_p)\right] \times \frac{LER-1}{LER} \quad (۷)$$

در این رابطه Y_{bi} و Y_{pi} به ترتیب عملکرد چغندر و نخود و یا باقالا در کشت مخلوط است و P_b و P_p قیمت نهایی هریک از محصولات می‌باشد.

محاسبه مقدار آب مصرفی برای یک گیاه در کشت مخلوط برای بررسی بهره‌وری آب امکان‌پذیر نیست به همین علت شاخص تغییر در بهره‌وری آب معرفی می‌شود. مقادیر مثبت این شاخص نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری آب نسبت به تک کشتی است. برای تعیین اینکه آیا کشت مخلوط منجر به تغییر در کارایی مصرف آب[۵] می‌شود یا خیر، معادله زیر پیشنهاد شده است (Morris and Garrity, 1993).

$$\Delta WUE\% = \left(\frac{\frac{Y_{ic}}{WU_{ic}}}{\frac{Z_bY_b}{WU_b}+\frac{Z_pY_p}{WU_p}} - 1\right) \times 100 \quad (۸)$$

در این رابطه Y_{ic} عملکرد در کشت مخلوط، Y_b و Y_p عملکرد تک‌کشتی چغندر و نخود، WU_b و WU_p به ترتیب مقدار آب

۱- Land equality ratio
۲- Actual Yield Loss
۳- Aggressivity
۴- Monetary Advantage
۵- Water use efficiency change

مصرفی در حالت تک کشتی چغندر و نخود و Z_b و Z_p نسبت چغندر قند و نخود یا باقالا در کشت مخلوط است. اعداد مثبت نشان‌دهنده این است که سیستم کشت مخلوط آب مصرفی را با کارآیی بیشتری مورد استفاده قرار داده است.

شاخص بهره‌وری اقتصادی زمین در کشت مخلوط نشان می‌دهد به‌ازای سطح زیر کشت واحد، کشت مخلوط یا تک کشتی، کدام‌یک ارزش اقتصادی بالاتری دارد.

$$EPL = \frac{IA}{A} \quad (۹)$$

در رابطه بالا EPL بهره‌وری زمین (تومان بر هکتار)، IA ارزش اقتصادی محصول تولیدی (تومان) و A سطح زیر کشت محصول می‌باشد.

قیمت‌گذاری نخود و باقالا بر اساس قیمت روز بازار منطقه صورت گرفت. در همین راستا قیمت هر کیلو نخود ۴۰۰۰۰ تومان و قیمت هر کیلو باقالا تازه ۱۲۰۰۰ تومان تعیین شد. خرید چغندرقند در ایران از سال ۱۳۵۴ با نصب سیستم عیارسنج در ۳۲ کارخانه قند بر مبنای عیار و با استفاده از رابطه خطی (۱۰) در دامنه عیار ۱۰ تا ۲۴ درصد صورت می‌گرفت. اکنون قیمت خرید چغندرقند پاییزه با استفاده از رابطه‌ای که توسط عبدالهیان نوقابی و همکاران (۱۳۹۲) ارائه شده است محاسبه می‌گردد. در این روابط (رابطه ۱۱ و ۱۲) کیفیت محصول تأثیر زیادی بر قیمت نهایی می‌گذارد. درصورتی‌که عیار چغندرقند بین ۱۰–۱۵ باشد از رابطه (۱۱) و اگر بین ۱۵–۲۲ باشد از رابطه (۱۲) استفاده خواهد شد. قیمت تعیین شده برای عیار ۱۵٪ کشت پاییزه، توسط وزارت جهاد کشاورزی و کارخانه قند ۲۷۰۰ تومان تعیین شد. تمامی هزینه‌های مازاد از قبیل نیروی کارگر (هر نفر روزی ۴۰۰ هزارتومان) و کود اوره مصرفی (۵۰ کیلوگرم، ۱۵۰ هزارتومان) در درآمد نهایی لحاظ شد و دیگر هزینه‌های انجام شده مانند شخم، کوددهی، سم‌پاشی و ... برای تمامی تیمارها ثابت فرض شد. از طرفی تعداد کارگرهای مورداستفاده در هکتار برای کشت مخلوط ۲۰ و برای تک کشتی ۱۰ نفر پیش‌بینی شد که از درآمد کل کسر گردید.

$$P = P_{SC15\%} \times (SC - 3)/13 \quad (۱۰)$$

$$P = (P_{SC15\%} \times (SC \times 12) - 80)/100 \quad (۱۱)$$

$$P = P_{SC15\%} \times ((SC \times 0.065) + 0.025) \quad (۱۲)$$

در روابط بالا P قیمت خرید هر تن چغندرقند (تومان)، $P_{SC15\%}$ قیمت خرید هر کیلو چغندرقند با عیار ۱۵٪ اعلام شده توسط وزارت جهاد کشاورزی و کارخانه قند (تومان) و SC عیار چغندرقند (٪)

نتایج و بحث

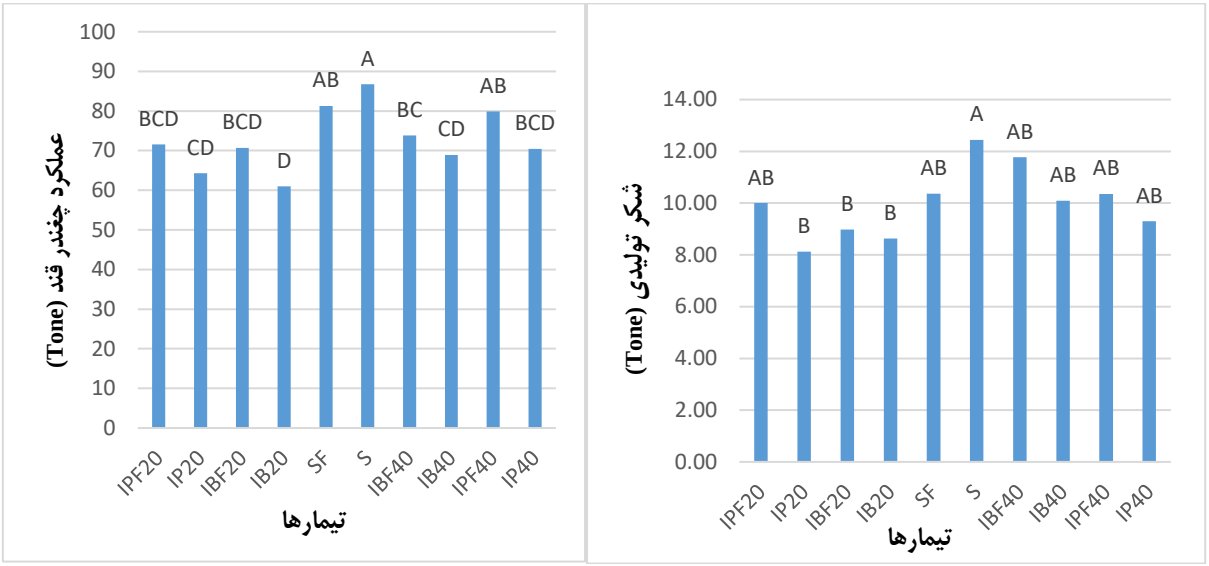
با توجه به نمودار عملکرد چغندرقند تیمار S و پس از آن تیمار SF بیشترین عملکرد را دارد. به نظر می‌رسد که عدم کوددهی در تمامی تیمارها به جزء تک کشتی چغندرقند باعث کاهش عملکرد شده است. در مطالعه تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر برخی صفات فیزیولوژیکی و کیفی در چغندرقند نشان داده شد که در بین مقادیر کوددهی ۶۰، ۱۳۰، ۱۶۰ و ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد مربوط به کوددهی۱۶۰ کیلوگرم بود Naushad, H. and (Khayamim, S. 2017). لذا می‌توان بیان داشت که کاهش عملکرد چغندرقند خالص در حالتی که کوددهی وجود دارد نسبت به عدم کوددهی در تک کشتی خود می‌تواند به علت مقدار و زمان کوددهی نامناسب باشد. در تیمارهای کشت مخلوط، کشت مخلوط چغندرقند و نخود عملکرد بیشتری را نشان داد و می‌تواند به علت غالبیت بیشتر چغندر در کشت مخلوط با نخود باشد. با افزایش فاصله کشت دوم (نخود و باقالا) عملکرد چغندرقند افزایش یافت.

نمودار مربوط به شکر تولیدی رابطه خاصی را بین تیمارهای کشت مخلوط نشان داد. تیمارهای کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با کود نیتروژن تولید شکر بیشتری را نشان داد و با افزایش فاصله کشت باقالا تولید شکر افزایش پیدا کرد. این رابطه برای کشت مخلوط چغندرقند و نخود هم صدق می‌کند. عدم کوددهی در تمامی تیمارها به جز تیمار تک کشتی چغندرقند باعث کاهش تولید شکر شد. در بین تیمارهای کشت مخلوط تیمار IBF40 و تیمار تک کشتی S بیشترین عملکرد تولید شکر را داشت.

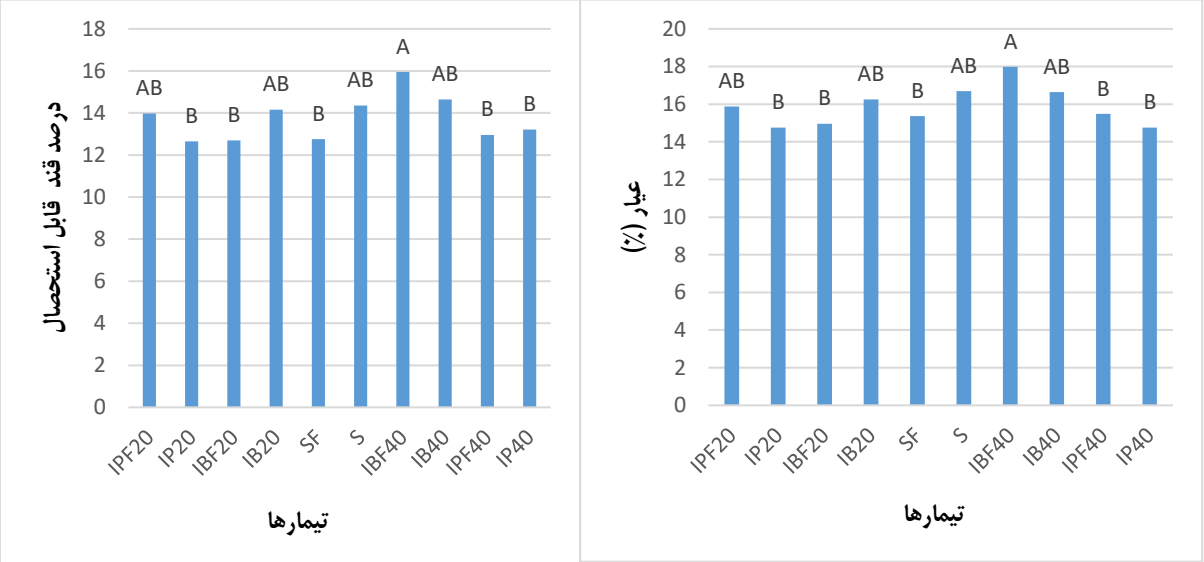
درصد قند قابل استحصال نشان‌دهنده درصد شکر سفید تولیدی است. به همین علت بررسی وضعیت تغییرات آن در کشت مخلوط بسیار مهم است. در نمودار مربوط به درصد قند قابل استحصال تغییرات شبیه به تغییرات نمودار عیار می‌باشد و بیشترین درصد قند قابل استحصال مربوط به تیمار IBF40 است. به‌طورکلی با توجه به تغییرات نمودار ملاحظه می‌شود که بیشترین مقادیر ملاحظه شده در تیمارهای بافاصله بیشتر است و عدم کوددهی باعث کاهش درصد قند قابل استحصال در برخی از تیمارها گردیده است.

درصد قند در چغندرقند بیشتر با عنوان عیار شناخته می‌شود که یکی از مهم‌ترین صفات کیفی در تولید این محصول است. تفاوت عیار و درصد قند قابل استحصال در این است که عیار، کل مقدار قند موجود در چغندر قند است در حالی‌که درصد قند قابل استحصال مقدار قندی است که قابلیت جدا سازی آن وجود دارد و معمولا مقدار عیار از درصد قند قابل استحصال بیشتر است. هرچقدر عیار قند بالاتر باشد کیفیت چغندر و سودآوری آن بالاتر خواهد بود. به طور معمول مقدار عیار چغندرقند در ایران بین ۱۵ تا ۲۰ متغیر است. در برخی شرایط، مقدارهای بالاتر و یا پایین‌تر از این اعداد نیز گزارش شده است. عوامل اثرگذار بر عیار قند شامل نوع رقم، تراکم مناسب کاشت، سلامت و سطح برگ مناسب، آفات و بیماری‌ها، کوددهی، آبیاری و ... می‌باشد. نمودار مربوط به عیار چغندرقند نشان می‌دهد که عیار در کشت مخلوط همراه با کود اوره نسبت به حالت بدون کود اوره بجزء

در تیمار IBF20 و IB20 بیشتر است. در بیشتر تیمارها با افزایش فاصله و عدم کوددهی عیار چغندرقند افزایش می‌یابد. افزایش فاصله باعث کاهش رقابت بر سر منابع آب، نور و مواد مغذی خاک شد و عدم کوددهی کاهش رشد رویشی و افزایش تولید شکر را به دنبال داشت که می‌تواند به علت زمان نامناسب کوددهی توسط کشاورزان باشد (کوددهی متناسب با عرف منطقه انجام شد)



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد و شکر تولیدی چغندر قند بر اساس آزمون دانکن ۵٪، ستون‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد در غیر اینصورت تفاوت بین تیمارها معنی‌دار است

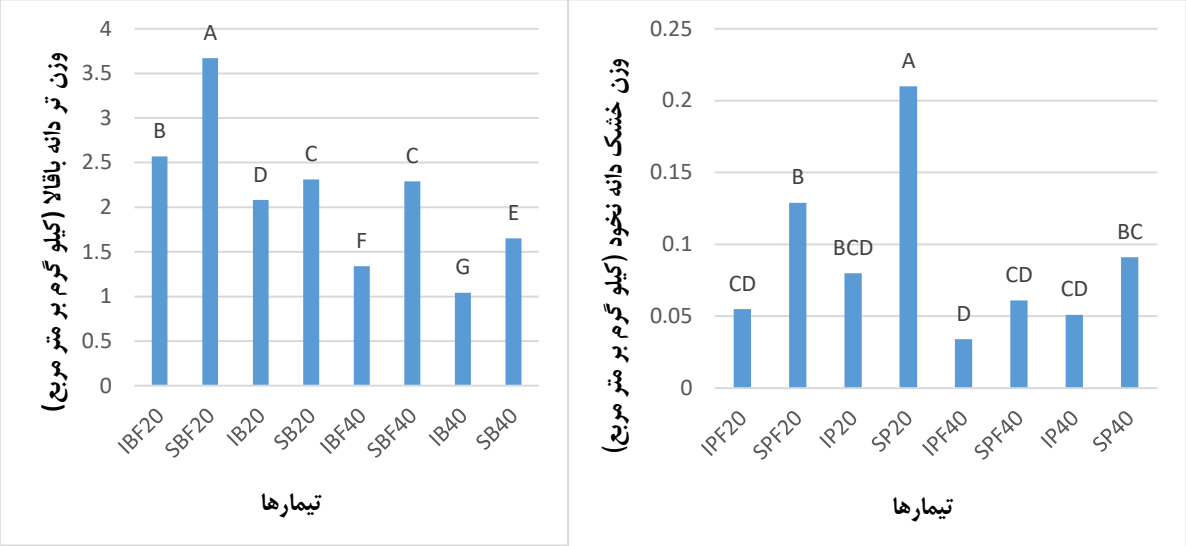


شکل ۲- مقایسه میانگین درصد قند قابل استحصال و عیار چغندر قند بر اساس آزمون دانکن ۵٪، ستون‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد در غیر اینصورت تفاوت بین تیمارها معنی‌دار است

وزن خشک دانه نخود و باقالا تحت تاثیر کشت مخلوط قرار گرفته و نسبت به تک کشتی کاهش پیدا کرد. بیشترین وزن خشک دانه مربوط به تیمار SP20 می‌باشد. وزن خشک دانه تحت تاثیر عدم کوددهی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. این موضوع نشان می‌دهد که تثبیت ازت نتوانسته نیاز کل کودی را تامین کند.

محصول باقالا به صورت تر بیشتر مصرف می‌شود به همین علت برداشت و مقایسه آن به صورت تر انجام گرفت. نتایج آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که کشت مخلوط عملکرد باقالا را

نسبت به تک کشتی کاهش داد. علت این امر شاید رقابت بر سر منابع آب، نور و مواد مغذی خاک بیشتر می‌شود. با افزایش فاصله مقدار عملکرد کاهش یافت این به این علت است که با افزایش فاصله تراکم و تعداد بوته‌های باقالا و تعداد محصول برداشتی هم کمتر شد. عدم کوددهی باعث کاهش عملکرد شد و این موضوع نشان می‌دهد که تثبیت ازت نیاز کامل کودی را نتوانسته تأمین کند.



شکل ۳- مقایسه میانگین وزن خشک دانه نخود و وزن تر باقالا بر اساس آزمون دانکن ۵٪، ستون‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد در غیر اینصورت تفوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد

شکل ۴- بخشی از محصول باقالا و نخود در کشت مخلوط

باتوجه‌به جدول (۴) که نشان دهنده شاخص‌های زراعی کشت مخلوط می‌باشد اگر شاخص نسبت برابری زمین بزرگتر از یک باشد کشت مخلوط باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان مورد کشت می‌شود. از طرفی این شاخص در تمامی تیمارها بزرگتر از یک است. پس با توجه به این شاخص، کشت مخلوط باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان شد. کوددهی و فاصله بیشتر در مقایسه با عدم

کوددهی و فاصله کمتر دارای مقادیر بالاتری از نسبت برابری زمین است. بیشترین و کمترین مقدار نسبت برابری زمین به ترتیب مربوط به تیمار IBF40 و IP20 می‌باشد. در تیمارهای که نسبت برابری زمین بیشتر باشد عملکرد نسبی هر دو محصول در کشت مخلوط هم بیشتر است. به همین علت با توجه به این شاخص به ترتیب دو تیمار IBF40 و IB40 بیشترین عملکرد نسبی را دارند و می‌توانند برای کشت مخلوط در اولویت قرار گیرند.

شاخص کاهش عملکرد واقعی، درصورتی‌که هدف مقایسه عملکرد بر اساس یک گیاه باشد، بر اساس سودمندی یا عدم سودمندی کشت مخلوط می‌تواند مثبت یا منفی باشد. مقادیر مثبت این شاخص نشان‌دهنده افزایش تولید در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی است و هر کدام از تیمارها که مقدار بیشتری داشته باشند از ارزش بیشتری برخوردار است. بیشترین و کمترین مقدار این شاخص مربوط به تیمارهای IB40 و IP20 است. دررابطه‌با تیمارهای کشت مخلوط می‌توان گفت که کوددهی و افزایش فاصله باعث افزایش عملکرد شده است.

شاخص غالبیت یا A برای چغندرقند نشان‌داده‌شده است. در مقادیر مثبت، چغندر غالب و در مقادیر منفی چغندر مغلوب می‌باشد. باتوجه‌به این شاخص چغندرقند تنها در تیمارهای IPF20 و IP20 دارای غالبیت است. باتوجه‌به ارزش اقتصادی متفاوت در محصولات کشت شده بهتر است که گیاه باارزش اقتصادی بیشتر (نخود یا باقالا) غالب باشد؛ ولی غالبیت گیاه دوم (نخود یا باقالا) باید به‌گونه‌ای باشد که تنش رقابتی شدیدی به گیاه اصلی (چغندرقند) که خرید قراردادی دارد وارد نشود به همین علت تیمارهای برتر از نظر شاخص غالبیت، تیمارهای IBF20 و IB20 است.

جدول ۴- شاخص های زراعی کشت مخلوط

تیمارها	LER			AYL		A
	گیاه اول (چغندرقند)	گیاه دوم (نخود یا باقالا)	کل	گیاه اول (چغندرقند)	گیاه دوم (نخود یا باقالا)	کل
IBF20	۰/۸۶	۰/۸	۱/۶۶	۰/۵۴	۰/۹۷	۱/۵۱	-۰/۰۱۹
IB20	۰/۶۹	۰/۷۶	۱/۴۵	۰/۲۳	۰/۸۶	۱/۱	-۰/۰۲۷
IBF40	۱/۱۳	۰/۶۹	۱/۸۲	۰/۵۵	۱/۶۶	۲/۲۱	-۰/۰۵۷
IB40	۰/۸۱	۰/۸۸	۱/۶۹	۰/۱۱	۲/۳۹	۲/۵	-۰/۱۱
IPF20	۰/۹۶	۰/۴۲	۱/۳۹	۰/۷۲	۰/۰۴	۰/۷۷	۰/۰۲۵
IP20	۰/۶۵	۰/۳۶	۱/۰۱	۰/۱۶	-۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۰۹
IPF40	۰/۹۹	۰/۵۵	۱/۵۵	۰/۳۶	۱/۱۵	۱/۵۲	-۰/۰۴
IP40	۰/۷۴	۰/۵۴	۱/۲۸	۰/۰۲	۱/۰۸	۱/۱۰	-۰/۰۵

شاخص نسبت برابری زمین (LER)، کاهش عملکرد واقعی (AYL) و شاخص غالبیت (A)

محاسبه مقدار آب مصرفی برای یک گیاه در کشت مخلوط برای بررسی بهره‌وری آب امکان‌پذیر نیست و یا بسختی و با خطا همراه است چرا که آب مصرفی همزمان به مصرف چند گیاه که ریشه‌های آنها در هم تنیده در منطقه توسعه ریشه دو یا چند گیاه است می‌رسد. به همین علت شاخص تغییر در بهره‌وری آب معرفی می‌شود (Morris and Garrity, 1993). اعداد مثبت نشان‌دهنده این است که سیستم کشت مخلوط آب مصرفی را با کارایی بیشتری مورداستفاده قرار داده است. مقادیر مثبت این شاخص نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری آب نسبت به تک کشتی است. باتوجه‌به جدول (۵) مقدار ΔWUE در تمام تیمارها مقداری مثبت دارد؛ لذا به نظر می‌رسد کشت مخلوط باعث افزایش بهره‌وری آب شده است؛ زیرا گیاهان مختلف به طور متفاوت از عناصر مغذی خاص خاک استفاده می‌کنند. این به معنای بهره‌برداری بهینه‌تر از عناصر مغذی خاک است که در نتیجه موجب صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. علاوه بر این کشت مخلوط می‌تواند به کنترل علف‌های هرز کمک کند. با کاشت گونه‌های مختلف گیاهان، علف‌های هرز کمتر فرصت رشد و تکثیر دارند، زیرا میزان رقابت بین گیاهان افزایش می‌یابد. به‌این‌ترتیب، کشت مخلوط می‌تواند با کاهش علف‌های هرز به مصرف کمتر آب و مواد مغذی خاک توسط علف هرز کمک کند. در تیمارهای کشت مخلوط چغندرقند و باقالا افزایش فاصله و کوددهی باعث افزایش تغییرات مثبت در بهره‌وری آب می‌گردد درحالی‌که در کشت مخلوط چغندرقند و نخود فواصل کم و کوددهی باعث افزایش تغییرات مثبت در بهره‌وری آب می‌گردد. بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب به ترتیب مربوط به تیمارهای IBF40و IP40می‌باشد. در شرایطی که هدف افزایش بهره‌وری آب باشد به ترتیب تیمارهای IBF40و IB40 برای کشت پیشنهاد می‌شوند.

در این مطالعه با قطعیت نمی‌توان گفت که کشت مخلوط چغندرقند و بقولات در شرایط عدم کوددهی با فرایند تثبیت ازت نیاز

کودی چغندرقند را تأمین می‌کند یا خیر ولی در طول دوره داشت با بررسی وضعیت ریشه گیاه باقالا و نخود و مشاهده گره‌های تثبیت‌کننده ازت می‌توان به این نتیجه رسید که بخش عمده‌ای از نیاز کودی نخود و باقالا با تثبیت ازت تامین شده است. با این وجود کاملاً مشخص است که در شرایط عدم کوددهی مقدار عملکرد محصول تولید شده نسبت به حالت کوددهی بسیار کاهش می‌یابد؛ ولی درعین‌حال کشت مخلوط چغندرقند و باقالا در شرایط عدم کوددهی، می‌تواند درآمد را نسبت به تک کشتی افزایش دهد که از نظر زیست‌محیطی به علت عدم استفاده از کود شیمیایی بسیار حائز اهمیت است. نتایج مطالعه میرزاخانی (۱۳۹۳) در رابطه با استفاده از گیاهان خانواده لگوم در کشت مخلوط همسو با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد و نشان داد که استفاده از گیاهان همزیست با تثبیت کننده‌های ازت در کشت مخلوط می‌تواند برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به کشاورزی پایدار و اکولوژیکی بسیار موثر و مفید باشد زیرا در کشت مخلوط با گیاهان لگوم علاوه بر تثبیت نیتروزن به علت تراکم بالا ریشه، آبشویی کود نیتروژن کاهش می‌یابد و راندمان استفاده از کود بالا می‌رود. بیشترین و کمترین مقدار بهره‌وری اقتصادی آب و زمین به ترتیب مربوط به تیمار IBF20و IP20می‌باشد (واحد بهره‌وری اقتصادی زمین، تومان بر هکتار و بهره‌وری اقتصادی آب، تومان بر متر مکعب). در کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با کاهش فاصله درآمد هم افزایش پیدا می‌کند در حالی که این رابطه برای چغندرقند و نخود کاملا برعکس می‌باشد همچنین در کشت مخلوط چغندرقند و نخود به علت افزایش رقابت بین دو گیاه کاهش عملکرد قابل توجهی برای گیاه نخود در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی مشاهده شد که در نهایت باعث کاهش درآمد کل نسبت به تک کشتی گردید. تک کشتی چغندرقند با کود و بدون کود اوره به ترتیب دارای درآمد ۲۲۴ و ۲۶۰ میلیون تومان در هکتار می‌باشد و تیمارهای IBF20و IBF40به ترتیب دارای درآمد ۴۲۷ و ۴۲۵ میلیون تومان می‌باشد که نسبت به تک کشتی درآمد را ۱/۶۴ برابر کرده است. تمامی تیمارهای کشت مخلوط چغندرقند و باقالا دارای درآمد بالاتری نسبت به تک کشتی چغندرقند می‌باشد همچنین تمامی تیمارهای کشت مخلوط چغندرقند و نخود درآمد کمتری را نسبت به تک کشتی چغندرقند نشان دادند.

شاخص سودمندی مالی بیشترین مقدار را در تیمار IBF40و کمترین مقدار را در تیمار IP20نشان می‌دهد. باتوجه‌به جدول(۵) به نظر می‌رسد افزایش فاصله و کوددهی باعث افزایش مقدار شاخص سودمندی مالی در کشت مخلوط چغندرقند و باقالا شده است؛ زیرا در فواصل بیشتر رقابت بین هر دو گیاه کمتر است و عملکرد افزایش می‌یابد. ولی باتوجه‌به اینکه نخود در رقابت با چغندرقند توانایی کمتری برای رقابت دارد به همین علت کاهش فاصله نخود و کوددهی باعث افزایش عملکرد و افزایش سودمندی مالی می‌شود.

جدول ۵- شاخص‌های بهره‌وری آب، اقتصادی زمین و سودمندی مالی کشت مخلوط

تیمارها	ΔWUE	EPL (میلیون تومان بر هکتار)	MAI (میلیون تومان)
IBF20	۰/۵۶	۴۲۷	۱۷۵
IB20	۰/۳۸	۳۶۸	۱۱۸۲
IBF40	۰/۸۴	۴۲۵	۱۹۶
IB40	۰/۶۳	۳۴۱	۱۴۳
S	-	۲۲۴	-
SF	-	۲۶۰	-
IPF20	۰/۶۰	۲۱۸	۶۴
IP20	۰/۰۸	۱۹	۴۵
IPF40	۰/۳۸	۲۲۷	۴۹
IP40	۰/۰۴	۱۹۷	۴۵

تغیر در بهره‌وری آب (ΔWUE)، شاخص بهره‌وری اقتصادی زمین (EPL) و شاخص سودمندی مالی (MAI)

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای مختلف در کشت مخلوط را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد. الف- عملکرد تیمارهای کشت مخلوط نشان داد که تیمارهای کشت مخلوط چغندرقند و باقالا با کود نیتروژن تولید شکر بیشتری را دارند و با افزایش فاصله کشت باقالا تولید شکر افزایش می‌یابد. این نتیجه برای کشت مخلوط چغندرقند و نخود هم صدق می‌کند. عدم کوددهی در تمامی تیمارها به جز تیمار تک کشتی چغندرقند باعث کاهش تولید شکر شد. در بین تیمارهای کشت مخلوط تیمار IBF40 و تیمار تک کشتی S بیشترین عملکرد تولید شکر را دارا بود. ب- کوددهی و فاصله بیشتر در مقایسه با عدم

کوددهی و فاصله کمتر دارای مقادیر بالاتری از نسبت برابری زمین است. بیشترین و کمترین مقدار نسبت برابری زمین به ترتیب مربوط به تیمار IBF40 و IP20 می‌باشد. در تیمارهای که نسبت برابری زمین بیشتر باشد عملکرد نسبی هر دو محصول در کشت مخلوط هم بیشتر است به همین علت با توجه به این شاخص به ترتیب دو تیمار IBF40 و IB40 بیشترین عملکرد نسبی را دارند و می‌توانند برای کشت مخلوط در اولویت قرار گیرند. ج- شاخص سودمندی مالی بیشترین مقدار را در تیمار IBF40 و کمترین مقدار را در تیمار IP20 نشان می‌دهد. افزایش فاصله و کوددهی باعث افزایش مقدار شاخص سودمندی مالی در کشت مخلوط چغندرقند و باقالا شد؛ زیرا در فواصل بیشتر رقابت بین هر دو گیاه کمتر است و عملکرد افزایش می‌یابد. ولی باتوجه‌به اینکه نخود در رقابت با چغندرقند توانایی کمتری برای رقابت دارد به همین علت کاهش فاصله نخود و کوددهی باعث افزایش عملکرد و افزایش سودمندی مالی می‌شود. و- نتایج نشان می‌دهد که مقدار ΔWUE در تمام تیمارها مقداری مثبت دارد؛ لذا به نظر می‌رسد کشت مخلوط باعث افزایش بهره‌وری آب گردیده است؛ زیرا گیاهان مختلف به طور متفاوت از عناصر مغذی خاص خاک استفاده می‌کنند. این به معنای بهره‌برداری بهینه‌تر از عناصر مغذی خاک است که در نتیجه موجب صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب به ترتیب مربوط به تیمارهای IBF40 و IP40 می‌باشد. در شرایطی که هدف افزایش بهره‌وری آب باشد به ترتیب تیمارهای IBF40 و IB40 برای کشت پیشنهاد می‌شوند.

منابع

Abbasi, R. and Namdari, M. 2023. Effect of soybean and sesame intercropping on grain yield and yield components under the low-nitrogen condition. Iranian Journal of Field Crop Science. 54(1): 1-10. doi: 10.22059/ijfcs.2021.324886.654833

Abdullahian Nougabi, M., Sharifi, H., Babaei, B. and Bahmani, G. 2013. Introduction of a new formula for determining the purchase price of fall-grown sugar beet. Sugar beet. 29(2): 227-215. doi: 10.22092/jsb.2014.5635

Ahmadvand, K. and Hajinia, S. 2013. Investigating the ecological aspects of different intercropping patterns of replacing soybean (Glycine max L.) and common millet (Panicum miliaceum L.). Agricultural Ecology. 7(4): 485-498. doi: 10.22067/jag.v7i4.4374

Akbari, Sh. 2013. investigation on the use of mixture in sustainable development, increasing yield, improving the use of water resources and controlling weeds, the first national conference on sustainable development of agriculture using cropping patterns, Hamadan

Bagheri Shirvan, M., Zaafrian, F., Akbarpour, V. and Asadi, Q. 2012. Evaluating the usefulness of yield and economic efficiency of soybean intercropping with basil and European borage. Journal of ecological agriculture. 2: (2). 57-42.

Bahrami, M. and Hanrour, M. 2014. The effect of climatic factors, seed type and harvest time on the quantity and technological quality of sugar beet in the western regions of Iran. Food science and nutrition. 14(2). 49-62.

Banik, P., 1996. Evaluation of wheat (Triticum aestivum) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series system. Journal of Agronomy and Crop Science. 176: 289- 294.

Chaichian, F., Passari, B., Sabbaghpour, S.H., Rokhzadi, A. and Mohammadi, Kh. 2021. Evaluation of ecological and economic indicators in intercropping of chickpeas and wheat with the use of nitroxin biofertilizer in Hamedan's dry conditions. Iran Rainfed Agriculture. 10(2): 125-141. doi: 10.22092/idaj.2021.353985.328.

Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou I.B. and Dordas, C.A., 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research. 100: 249-256.

Ehsanipour, A., Abbas Dekht, H., Qolipour, M. and Abdali Mashhadhi, A. 2019. Evaluation of the effect of inoculation of biofertilizers on traits related to yield in sugarcane-legume intercropping. Sciences of Crop Plants of Iran. 51(4): 85-99.

Elshamy, M. A., Hamy, M. K. and Ahmed, A. A. 2016. Effect of faba bean sowing distance and some combinations of mineral nitrogen levels with bio-fertilizers on sugar beet and faba bean productivity under intercropping system. Egyptian Journal of Agronomy. 38(3): 489-507.

Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field Crops Research. 88: 227-237.

Hamzai, J. and Seddighi Kamel, J. 2023. Increasing the productivity of resource use, profitability and fertility of potatoes through intercropping with green beans. Journal of Plant Production Research/Pizhūhish/hā-yi Tulīd-i Giyāhī. 29(4).

Ismailian, Y. and Amiri, M., b. 2019. Agronomic and economic evaluation of safflower (Carthamus tinctorius L.) and chickpea (Cicer arietinium L.) intercropping under the conditions of application of micronutrient elements. Scientific Journal of Ecophysiology of Agricultural Plants. 1 (57): 1-20.

Khosravi, H. 2014. Rhizobiums and their role in nitrogen management of agricultural lands cultivated

Mirzakhani, M. 2013. Relationship of several ships at the same time with legumes and the use of chemical and biological fertilizers with the yield and agricultural efficiency of corn nitrogen. Knowledge of agriculture and sustainable production. 25 (2): 17-32.

Morris, R, A. and Garrity, D, P. 1993. Resource capture and utilization in intercropping: water. Field Crops Research. 34: 303–317.

Winter, S. R. 1998. Sugarbeet response to residual and applied nitrogen in Texas. Journa of Sugar Beet Research. 35: 43-62.

Zohry, A. and Ouda, S. 2019. Intercropping systems for sugar beet to improve its land and water productivity. Journal of Soils and Crops. 29(2): 218-226

Naushad, H. and Khayamim, S. 2017. The effect of different levels of nitrogen on some physiological and qualitative traits in sugar beet. Iranian Plant Sciences. 48(1): 11-24.

with legumes. Land management. 3 (1): 37-48.

Kochaki, A., Najibnia, S. and Lehganidzaki, b. 2004. Performance evaluation of Crocus sativus saffron. L in intercropping with cereals, legumes and medicinal plants. Agricultural research in Iran. 1 (7): 184-175.

Li, L., Sun, J., Zhang, F., Li, X., Yang, S. and Pengel, Z. 2001. "Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients". Field Crops Research. 71: 123-137.

Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A. and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. European Journal of Agronomy. 34: 287-294.

Masri, MI, and Safina, SA. 2015. The effect of rapeseed and onion intercropping on some sugar beet cultivars under different amounts of nitrogen. Journal of Plant Products. 6 (10): 1661-1678.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.3, Vol. 18, Aug.-Sep. 2024, p. 503-514

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۸، مرداد - شهریور ۱۴۰۳، ص. ۵۱۴-۵۰۳

Investigating the Effect of Intercropping of Sugar Beet with Peas and Beans on the Yield and Productivity of Water and Land

R. Roshenas[1]*, M. Parsinjad[2], F. Mirzai[3], K Guderzvand Chegini[4]

Recived: May.26, 2024 Accepted: Jul.26, 2024

Abstract

Investigate the indicators of mixed cropping, research was done in the form of complete randomized blocks in 18 treatments, and 3 replications in 1402 in a 600-meter plot in Mamsani city, Fars province, using incremental mixed mold cultivation method. The treatments included 8 mixed treatments of sugar beet with chickpeas and beans with and without urea fertilizer and two distances of 20 and 40 cm on the row of beans and chickpeas and 10 single-ship treatments of each plant with its own single-ship conditions. The Minimum and maximum index values compared to land were 1.84 and 1.01, respectively, corresponding to treatments IBF40 (intercropping of peas and sugar beet with 40 distance and with urea fertilizer) and IP20 (intercropping of peas and sugar beet with 20 distance and without). Urea fertilizer) and less and a small amount of the index of change in water productivity was 0.88 and 0.04, which corresponds to the treatments IBF40 and IP40 (intercropping of peas and sugar beet with a distance of 40 and without fertilizer). The results related to the economic productivity indicators of water and land showed that the mixture of sugar beet with peas or beans can increase the relative productivity of water and land, but this increase in productivity does not necessarily mean an increase in income, and the results of this study showed that only the mixture of sugar beet. And Beanis much more suitable from the economic point of view. The main determining factor in the total income can be the different performance and value of all three plants, which was finally observed in this study that the mixture of sugar beet and beans increased the total income by doubling the income by 1.4 compared to a single plant.

Keywords: Beans, Change in water productivity, Increase in income, Land equality ratio, Peas

1- M.Sc student, Department of Irrigation and Development Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3- Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4- PhD in genetics-biometrics, Zanjan University and applied research expert, Soil and Water Conservation Research Center in Tehran University (Kohin)
(*-Corresponding Author Email: ramin123456ro@gmail.com)