دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و شاخص‌های سودمندی جو (*Hordeum vulgare* L.) در کشت مخلوط با حبوبات

سید حسام نیک‌سیرت[۱]، احسان بیژن زاده[۲]، علی بهپوری[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/٤/٦ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۹

چکیده

کشت مخلوط غلات با بقولات به عنوان یکی از روش‌های افزایش عملکرد محصولات در واحد سطح توصیه می‌گردد. به منظور بررسی اثر قطع آبیاری و تیمارهای کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد جو با حبوبات آزمایشی مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز اجرا شد. در این آزمایش رژیم‌های آبیاری (آبیاری مطلوب وقطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه جو) به‌عنوان کرت‌های اصلی و تیمارهای کشت (تک کشتی‌های جو دو ردیفه نیمروز، جو شش ردیفه زهک، نخود (*Cicer arietinum* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) ، و کشت مخلوط ردیفی با نسبت ۱ به ۱ جو نیمروز + نخود، جو نیمروز + باقلا، جو زهک + نخود و جو زهک + باقلا) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قطع آبیاری، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکردهای بیولوژیک و دانه ارقام جو را به ترتیب به میزان ۱۲/۵، ۲۳/٦، ٤/۳ و ۲۰ درصد کاهش داد. در شرایط قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه جو، بالاترین عملکرد دانه در کشت خالص جو زهک و نیمروز به ترتیب به میزان‌های ۳٤۷۰ و ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. کمترین دمای سایه‌انداز بعد از اعمال قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه جو در تیمارهای کشت مخلوط بین ۲۸ تا ۳۰ درجه مشاهده شد. در شرایط قطع آبیاری بیشترین میزان نسبت برابری زمین جزئی ارقام جو، حبوبات و نسبت برابری زمین کل در کشت مخلوط جو زهک + نخود به ترتیب به میزان‌های ۰/۵۷، ۰/۸۳ و ۱/٤ بدست آمد. در هر دو رژیم آبیاری تیمارهای کشت مخلوط جو زهک + باقلا و جو نیمروز + باقلا مجموع ارزش نسبی بالاتری نسبت به تک‌کشتی داشتند. در این آزمایش رقم جو زهک به‌واسطه عملکرد دانه، نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی بالاتر نسبت به جو نیمروز، گزینه مناسبتری در کشت مخلوط با حبوبات در شرایط تنش آبی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نسبت برابری زمین، مجموع ارزش نسبی، دمای سایه انداز، تنش آبی

نیک سیرت، س.ح.، ا. بیژنزاده و ع. بهپوری. ۱۳۹۷. تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و شاخص‌های سودمندی جو (*Hordeum vulgare* L.) در کشت مخلوط با حبوبات. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳٤: ۵۸-٤٦.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران

۲- دانشیار بخش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: bijanzd@shirazu.ac.ir

۳- استادیار بخش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز داراب، ایران

مقدمه

در سال زراعی ٩٤-١٣٩٣، از حدود ١١/٣٨ میلیون هکتار سطح زیر برداشت محصولات زراعی حدود ٨/١٧ میلیون هکتار معادل ٧١/٨٦ درصد سطح برداشت غلات بود که از این میزان سهم کشت گیاه جو ٢١/٥٦ درصد بود که پس از گندم بیشترین سطح ریز کشت را به خود اختصاص داد (آمارنامه کشاورزی، ١٣٩٥). اقلیم گرم و خشک جنوب ایران در پهنه‌ای به وسعت ٢٠٠٠ کیلومتر از جنوب غربی کشور تا جنوب شرقی آن گسترده شده است. نظر به فراوانی تنش‌های محیطی مختلف نظیر خشکی، گرما، شوری و قلیائیت خاک در این مناطق دستیابی به ارقام جو که تحت این شرایط همچنان عملکرد قابل قبولی داشته باشند از اصلی‌ترین اهداف به نژادی جو در مناطق گرم کشور می‌باشد (قزوینی و همکاران، ١٣٩٣). رقم‌های اهلی جو به دو گروه شش ردیفه و دو ردیفه تقسیم‌بندی می‌شوند. به طور معمول عملکرد رقم‌های جو شش ردیفه بیشتر از رقم‌های دو ردیفه می‌باشد (امام، ١٣٩٠).

از طرف دیگر تک‌کشتی متوالی و مداوم جو نیز در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل تخلیه عناصر غذایی خاک، افزایش آفت‌ها و بیماری‌های گیاهی، علف‌های هرز، روند کاهش عملکرد و بازدهی اقتصادی، روش پایداری محسوب نمی‌شود (یااو و همکاران، ٢٠٠٣). افزایش بهره‌وری و استفاده مطلوب از منابع در دسترس (زمین، کار، زمان، آب و عناصر غذایی) افزایش کارایی زمین (دیما و همکاران، ٢٠٠٧؛ اسدی و قطبی، ١٣٩١)، پایداری عملکرد (لیتهورگیدیس و همکاران، ٢٠١١) و کاهش خسارت آفت‌ها و علف‌های هرز (اسدی و خرمدل، ١٣٩٣) از مزایای کشت مخلوط بقولات و غلات در مقایسه با تک‌کشتی این گیاهان به شمار می‌آیند.

در زراعت مخلوط که دو یا چند گیاه در مجاورت یکدیگر رشد می‌کنند ممکن است به دلایلی از قبیل متفاوت بودن مورفولوژی گیاهان و یا گریزان بودن ریشه‌های گونه‌های مختلف از یکدیگر، میزان رقابت برای آب کاهش یابد (مظاهری، ١٣٧٧). در کشت مخلوط، گیاهان، آبی را که در تک کشتی قابل استفاده نیست و از دسترس گیاه خارج می‌شود، جذب می‌کنند و به عبارت دیگر گیاهان به نحو بهتری از آب موجود بهره می‌برند (ویلی ، ١٩٩٠).

قزوینی و همکاران (١٣٩٣) در آزمایشی سازگاری ژنوتیپ‌های متفاوت جو را در مناطق گرمسیری ایران که در اواخر مرحله رشد خود با کمبود آب مواجه می‌شوند مورد مقایسه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که رقم زهک (رقم شش ردیفه) با میانگین عملکرد ٤٨٤٦ کیلوگرم در هکتار حدود ٥٢٤ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم نیمروز (رقم دو ردیفه) که در این مطالعه به عنوان رقم شاهد بود برتری داشت. اسدی و خرمدل (١٣٩٣) در کشت مخلوط جو با ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth) تحت رقابت با علف هرز گزارش کردند که عملکردهای بیولوژیک و دانه جو در کشت خالص جو و بیشترین نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد بیولوژیک و دانه در تیمار٥٠٪ جو + ٥٠٪ ماشک به میزان‌های ١/٢٠ و ١/٢١ بدست آمد. الشریف و علی (٢٠١٥) ضمن بررسی تأثیر رژیم‌های متفاوت آبیاری را بر سامانه تک‌کشتی و کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و سویا (*Glycine max*) گزارش کردند که بیشترین میزان ارتفاع بوته، شاخص برداشت، وزن ١٠٠ دانه و عملکرد دانه در تیمارهای تک‌کشتی ذرت و در شرایط آبیاری مطلوب بدست آمد و شاخص نسبت برابری زمین در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از ١ بود.

با توجه به کاهش میزان نزولات آسمانی و همچنین منابع آب‌های زیرزمینی سطح زیر کشت مزارع در شهرستان داراب کاهش یافته است.به همین دلیل تنها راه باقی مانده افزایش تولید در واحد سطح می‌باشد، که کشت مخلوط با توجه به استفاده مکمل از منابع به‌خصوص آب این امکان را فراهم می‌سازد. در همین راستا هدف از انجام این آزمایش مقایسه عملکرد و سودمندی جو در کشت مخلوط با نخود و باقلا تحت شرایط کم آبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر قطع آبیاری و تیمارهای کشت مخلوط برعملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های جو آزمایشی مزرعه ای در سال زراعی ٩٤-١٣٩٣ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب (طول جغرافیایی ٢٨ درجه و ٥٠ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ٥٤ درجه و ٣٠ دقیقه شرقی و با ارتفاع ١١٨٠ متری از سطح دریا) با میزان بارندگی ١٩٤ میلی متر در طول سال انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در جداول ١ آورده شده است. فاکتورهای مورد مطالعه شامل رژیم‌های آبیاری در دو سطح آبیاری مطلوب و قطع آبیاری در ابتدای مرحله شیری شدن دانه جو (ZGS 71) در کرت‌های اصلی و تیمارهای متفاوت کشت شامل کشت‌های خالص رقم‌های جو دو ردیفه (نیمروز)، جو شش ردیفه (زهک)، نخود رقم آزاد و

باقلا رقم سرازیری و کشت‌های مخلوط ردیفی شامل: جو نیمروز + نخود، جو زهک + نخود، جو نیمروز + باقلا و جو زهک + باقلا با نسبت ۱ به ۱ به روش جایگزینی به عنوان کرت‌های فرعی بودند. بذرهای جو نیمروز و زهک از مرکز تحقیقات غلات حسن آباد داراب، و بذر نخود و باقلا از مرکز تحقیقات حبوبات اقلید تهیه گردید. اندازه کرت‌های اصلی ۵۰ متر مربع و فرعی ٦ متر مربع بودند و در هر یک از کرت‌های فرعی ۸ ردیف کاشت با فاصله ۳۰ سانتی متر ایجاد شد. مزرعه در سال قبل از آزمایش به صورت آیش بوده و تاریخ کاشت ۲ آذر ماه بود. تراکم کشت برای رقم‌های جو ٤۰۰ بوته در متر مربع (امام، ۱۳۹۰) و برای نخود (حمزه‌ئی و همکاران ۱۳۹۱) و باقلا ٤۰ بوته در متر مربع (رضائی‌چیانه و همکاران ۱۳۸۹) بود. برای بدست آوردن تراکم مورد نظر از لبه پشته ها برای رقم های جو و روی پشته ها برای باقلا و نخود استفاده شد. همچنین در کشت‌های مخلوط با توجه به جایگزینی بودن سری‌های کشت مخلوط تراکم هر یک از گیاهان نصف شد. برای شرایط آبیاری مطلوب با ۱۱ دور آبیاری، میزان ۰/۵۸ متر مکعب در متر مربع و برای شرایط قطع آبیاری با ۸ دور آبیاری میزان ۰/٤۸ متر مکعب در متر مربع آب داده شد. بر اساس آزمایش خاک مزرعه، تنها از کود اوره بر اساس ٦۵ کیلوگرم در هکتار بود که به صورت سرک در دو مرحله کاشت و ساقه رفتن غلات، به کرت‌ها اضافه شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش

عمق خاک (سانتی متر)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	کربن آلی (درصد)	اشباع بازی (درصد)	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)
۰-۱۵	٤۰/۱٦	۱۸/۷٦	٤۱/۱۰	۰/٤٤	۸/۸۸	۲/٦٤	۷/۵٤	۱۵۰	۵۲	۰/۰۳
۱۵-۳۰	٤۰/۱٦	۱۸/٦۰	٤۱/۳۰	۰/٤۰	۸/۹۳	۱/۵۹	۷/٦٤	۱۰۰	٦۰	۰/۰۵

پس از برداشت در ۱۵ اردیبهشت ماه صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه با رطوبت ۱٤٪، شاخص برداشت و شاخص نسبت برابری زمین برای رقم‌های جو اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری دمای سایه‌انداز در دو مرحله پیش از اعمال قطع آبیاری و بعد از اعمال قطع آبیاری بوسیله‌ی دما سنج لیزری مدل Lutron-TM-958-Taiwan اندازه گیری شد. اندازه گیری دما در تمام دفعات در ساعت ۱۳ صورت گرفت و برای اندازه گیری دما در در هر مرحله از ٤ نقطه از هر کرت و از قسمت میانی صورت گرفت. میزان کلروفیل برگ گیاهان زراعی با استفاده از دستگاه اسپد مدل (502- plus, Japan) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری از سه قسمت برگ‌های بالایی، وسط و پایینی گیاهان زراعی در سایه‌انداز صورت گرفت.

شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل شاخص نسبت برابری زمین[1] (LER) و شاخص مجموع ارزش نسبی[2] (RVT) بودند که بوسیله روابط زیر محاسبه می‌شوند:

رابطه (۱) نسبت برابری زمین (بانیک و همکاران، ۲۰۰٦):

$$LER = \left(\frac{Yil}{Yml}\right) + \left(\frac{Yic}{Ymc}\right)$$

رابطه (۲) مجموع ارزش نسبی (دیما و همکاران، ۲۰۰۷):

$$RVT = \frac{aYil + bYic}{aYmc}$$

در این رابطه Yilعملکرد حبوبات در کشت مخلوط، Ymlعملکرد حبوبات در تک کشتی، Yic عملکرد رقم‌های جو در کشت مخلوط، Ymc عملکرد رقم‌های جو در تک کشتی، a ارزش اقتصادی گیاه جو و b ارزش اقتصادی حبوبات می‌باشد. چنانچه میزان شاخص‌های LER و RVT بالاتر از ۱ باشد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گیاهان برتری دارد و چنانچه پایین‌تر از ۱ باشد کشت خالص برتر می‌باشد. قیمت جو، نخود و باقلا با توجه به قیمت گذاری سازمان جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۳ به ترتیب ۹۲۰۰، ۲۱۰۰ و ۳۵۰۰ ریال برای هر کیلوگرم محاسبه شد (سایت رسمی سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹٤).

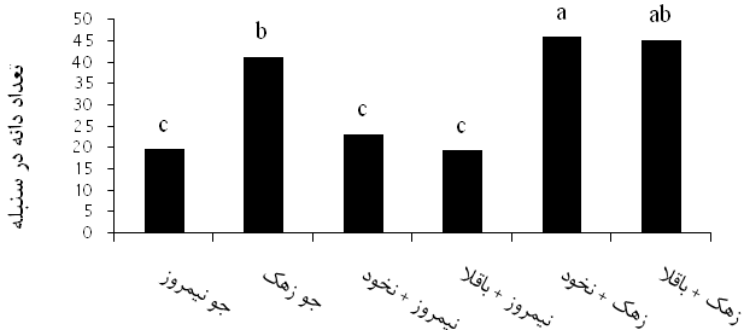
داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار M STAT C ver2.10 (1991) آنالیز شدند. همچنین نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2010 رسم گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد.

[1]- Land equivalent ratio
[2]- Relative value total

نتایج و بحث

رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کشت دارای اثر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله بود (جدول ۲). در شرایط آبیاری مطلوب تعداد دانه در سنبله ۳۴/۶ دانه بدست آمد، این مقدار پس از اعمال قطع آبیاری به ۳۰/۳۱ دانه در سنبله کاهش یافت (جدول ۳). تنش آبی بر روی سه مرحله مهم از رشد اثرات شدیدی می‌گذارد، پیدایش گل، گرده افشانی و لقاح و تشکیل دانه. در مرحله زایشی گیاه حساسیت خاصی نسبت به تنش آب دارد (سرمدنیا، ۱۳۷۲). ساماراو همکاران (۲۰۱۰) نیز کاهش تعداد دانه در سنبله رقم‌های متفاوت جو را تحت شرایط تنش آبی انتهای فصل گزارش کردند. بیشترین (۴۶/۰) و کمترین (۱۹/۴)

تعداد دانه در سنبله به ترتیب در کشت مخلوط جو زهک + نخود و جو نیمروز + باقالا بدست آمد (شکل ۱). اختلافات ژنتیکی بین رقم‌های دو و شش ردیفه جو و از طرفی وجود رقابت بین گونه‌ای ضعیف بین جو زهک با نخود و باقلا مهمترین عوامل در برتری کشت مخلوط جو زهک + نخود و جو زهک + باقلا نسبت به تک‌کشتی جو زهک و نیمروز و کشت مخلوط ارقام نیمروز بود (امام، ۱۳۹۰؛ سیدی و همکاران، ۱۳۹۱). دارائی مفرد و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی عملکرد دانه جو در کشت مخلوط با ماشک (*Vicia narbonensis* L.) بیان کردند حداقل تعداد دانه در سنبله مربوط به تک‌کشتی جو و حداکثر آن مربوط به ترکیب ۲۵٪ جو و ۷۵٪ ماشک بود.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای کشت بر تعداد دانه در سنبله رقم‌های جو. میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای رژیم آبیاری و تیمار کشت مخلوط بر ویژگی‌های رقم‌های جو و دمای سایه‌انداز

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد دانه درسنبله	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	محتوای کلروفیل ارقام جو	دمای سایه‌انداز پیش از اعمال قطع آبیاری	دمای سایه‌انداز بعد از اعمال قطع آبیاری
تکرار	۲	۰/۱۴۹ ns	۱۰/۹۵ ns	۰/۲۴ ns	۲۲/۶ ns	۱۶/۶ ns	۴/۵۵ ns	۳/۶ ns
رژیم آبیاری	۱	۱۶۶/۴ **	۷۸۹ **	۰/۹۸ ns	۳۰۳۰ **	۶۴/۲ ns	۱/۴۲ ns	۱۹۲ **
خطای کرت اصلی	۲	۱/۷۴	۱۳/۳۱	۰/۲۴	۶۰	۱۶/۶	۳/۶	۱/۳
تیمار کشت	۵	۱۰۱۶ **	۶۰/۹۴ **	۳۴/۷۴ **	۵۴۹۲ **	۴۰/۹ **	۳۹ **	۳۴ **
رژیم آبیاری × تیمار کشت	۵	۹/۱ ns	۲۸/۱۴ *	۱/۳۱ ns	۱۲۱ **	۲۱/۸ *	۰/۲۷ ns	۰/۱۷ ns
خطا	۲۰	۱۲/۹	۱۰/۷۶	۰/۷۱	۱۷/۴	۷/۳	۴/۲۴	۹/۸
ضریب تغیرات (٪)		۱۱/۰۸	۹/۳۵	۱۱/۱۹	۱۵	۵/۳	۸/۶۲	۱۰/۲۷

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار و معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است

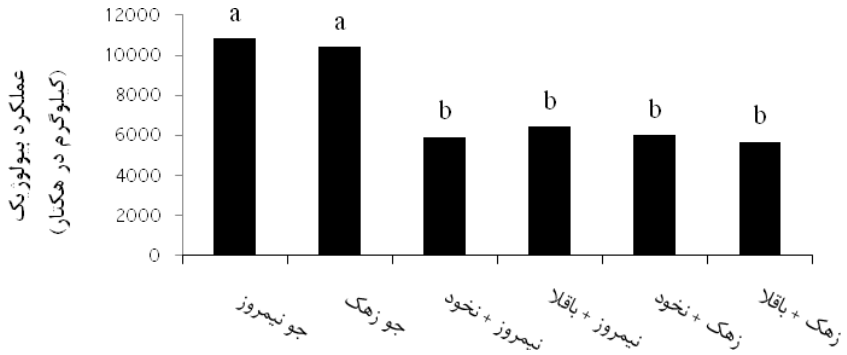
تیمارهای کشت دارای تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک رقم‌های جو بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۰۸٤۵ و ۱۰٤۰۰ کیلوگرم در هکتار) رقم‌های جو به ترتیب در تک‌کشتی جو نیمروز و جو زهک بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و کمترین میزان در تیمارهای کشت مخلوط بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت (شکل ۳). وجود رقابت بین گونه‌ای در کشت‌های مخلوط مهمترین عامل در برتری تک‌کشتی جو نیمروز و جو زهک در تولید بیشتر عملکرد بیولوژیک بود (حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۱). در مطالعه‌ای دیگر که بر روی کشت مخلوط جو با یونجه (*Medicago sativa*) انجام شد عملکرد بیولوژیک جو ٦ تا ۲٦ درصد نسبت به تک‌کشتی کاهش یافت (لگارد، ۱۹۹۱).

برهمکنش رژیم آبیاری و تیمار کشت تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت رقم‌های جو داشت (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت (٤۵/۲٪) در تک‌کشتی رقم زهک در شرایط آبیاری مطلوب بدست آمد که با کشت.

جدول ۳- تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های جو

رژیم آبیاری	صفات					
	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	محتوای کلروفیل برگ	دمای سایه‌انداز بعد از اعمال قطع (درجه سانتی‌گراد)
آبیاری مطلوب	۳٤/٦a	۳۹/۸a	۷۷۰۰a	۲۹۱٦a	۵۲/۷a	۲۸/۵٤b
قطع آبیاری	۳۰/۳b	۳۰/٤b	۷۳۷۰b	۲۳۳۵b	۵۰/۱a	۳۲/۵۳b

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%)



شکل۳- اثر تیمارهای کشت بر عملکرد بیولوژیک ارقام جو. میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%)

مخلوط جو زهک + نخود، جو زهک + باقلا و تک‌کشتی جو نیمروز اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٤). دهقان نیری و همکاران (۱۳۷٤) گزارش کردند که شاخص برداشت جو تحت تأثیر کشت مخلوط گاودانه (*Vicia ervilia* L.) و جو بهاره معنی‌دار نبود. بالا بودن شاخص برداشت در تیمارهای کشت رقم‌های زهک نسبت به نیمروز را می‌توان به بالاتر بودن عملکرد دانه (جدول ۵) که رابطه‌ی مستقیم با نسبت شاخص برداشت دارد و عملکرد بیولوژیک پایین‌تر (شکل ۳) که نسبت عکس را با این شاخص دارد نسبت داد. مدحج و همکاران (۱۳۸۳) گزارش دادند که ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه به دلیل عملکرد پایین و زیست توده بیشتر نسبت به ژنوتیپ‌های شش ردیفه، از شاخص برداشت کمتری برخوردار بودند. برای پر شدن دانه سه منبع اصلی شامل فتوسنتز جاری (برگ و اندام‌های سبز دیگر)، ذخائر مواد فتوسنتزی کوتاه مدت (برگ‌ها) و ذخائر کربوهیدرات‌های ساقه وجود دارد که شرایط محدود کننده مانند تنش آبی با کاهش فتوسنتز جاری باعث می‌شود تا سهم انتقال مجدد از برگ و ساقه به خصوص ساقه افزایش پیدا کند (فولکس و سیلوستر بردلی، ۲۰۰۲).

جدول ٤- برهمکنش رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کشت مخلوط بر شاخص برداشت ارقام جو

تیمار کشت مخلوط	رژیم آبیاری		درصد کاهش شاخص برداشت
	آبیاری مطلوب	قطع آبیای	
جو نیمروز	٣٥/٢٦cd	٣٢/٩cde	٦/٧
جو زهک	٤٥/٢a	٣٢/٦٦cde	٢٧/٧
جو نیمروز + نخود	٣٤/١٣cde	٢٧/٩٦de	١٨/١
جو نیمروز + باقلا	٣٦/٧٣bc	٢٧/٣٣e	٢٥/٦
جو زهک + نخود	٤٣/٧٦ab	٣٠/٨cde	٢٩/٦٢
جو زهک + باقلا	٤٣/٦ab	٣٠/٨٣cde	٣٠/٨٣

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%)

بر همین اساس می‌توان کاهش عملکرد و شاخص برداشت در رقم‌های مختلف به خشکی را با کاهش فتوسنتز و نیز عدم قابلیت انتقال مجدد کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای و حفظ آنها در میانگره‌های ساقه توضیح داد (گوپتا و همکاران، ۱۹۹۵). سرآبادانی تفرشی (۱۳۹۲) گزارش کرد که تنش آبی انتهای فصل باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت رقم‌های جو شد.

تیمارهای کشت تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه رقم‌های جو داشت (جدول ۲). بالاترین عملکرد دانه (٤٥١٣ و ٤٠٧٠ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری مطلوب به‌ترتیب در تک‌کشتی رقم‌های جو زهک و نیمروز و در شرایط قطع آبیاری نیز بالاترین عملکرد دانه (٣٤٧٠ و ٣٣٠٠ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در تیمارهای تک‌کشتی جو زهک و نیمروز بدست آمد (جدول ٥).

جدول ٥- تأثیر رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کشت بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) رقم‌های جو، نخود و باقلا.

گیاه زراعی	تیمار کشت مخلوط	رژیم آبیاری		درصد کاهش عملکرد دانه
		آبیاری مطلوب	قطع آبیاری	
رقم‌های جو	جو نیمروز	٤٠٧٠b	٣٣٠٠c	٢٣
	جو زهک	٤٥١٣a	٣٤٧٠c	٣٠
	جو نیمروز + نخود	٢٠٠٠fg	١٦٤٠i	٢١
	جو نیمروز + باقلا	٢١٦٣ef	١٨٧٥gh	١٥/٣
	جو زهک + نخود	٢٤٠ d	١٩٩٠fg	٢٠/٦
	جو زهک + باقلا	٢٣٥٠de	١٧١٠hi	٣٧/٨
نخود	تک‌کشتی نخود	٢٢٦٦a	٩٩٣c	٥٦
	جو نیمروز + نخود	١١٥٠b	٧٣٣b	٣٦
	جو زهک + نخود	١٠٥٠ab	٨٢٠b	٢٢
باقلا	تک‌کشتی باقلا	٦٦٥٠a	٣٧٠٠c	٤٤/٣
	جو نیمروز + باقلا	٢٦٦٦a	١٨٤٠c	٣١
	جو زهک + باقلا	٢٩٨٣a	١٨٨٣c	٣٦/٩

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%)

به طور کلی تیمارهای تک‌کشتی به دلیل وجو تعداد بوته بیشتر نسبت به کشت‌های مخلوط از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. اعمال قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد دانه در تمامی تیمارها شد به نحوی که بیشترین میزان کاهش (۳۷/۸ درصد) در کشت مخلوط جو زهک + باقلا و کمترین میزان کاهش (۱۵/۳ درصد) در کشت مخلوط جو نیمروز + نخود بدست آمد (جدول ٥). به طور کلی رقم‌های دو ردیفه جو در شرایط کمبود آب بهتر از رقم‌های شش ردیفه عمل می‌کنند، به نحوی که از کاهش عملکرد پایین‌تری نسبت به رقم‌های شش ردیفه برخوردار بودند (امام، ۱۳۹۰؛ مجنون حسینی، ۱۳۸۰). وجود

کمترین کاهش عملکرد در کشت مخلوط جو نیمروز + نخود نشان می‌دهد که دو گیاه نخود و جو توانسته‌اند به صورت مکملی از آب موجود استفاده کنند (قوش، ۲۰۰٤) و رقابت شدیدی بین این دو جزء وجود نداشت و این سامانه کشت از ثبات بالاتری در تولید دانه نسبت به تیمارهای دیگر در شرایط کمبود آب برخوردار بود. حمزه‌ئی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که با کاهش تراکم جو در کشت مخلوط با نخود از عملکرد دانه این گیاه در واحد سطح کاسته شد و بالاترین عملکرد دانه جو در شرایط مهار علف‌های هرز در کشت خالص جو بدست آمد.

برهمکنش رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کشت اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل برگ رقم‌های جو داشت (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل برگ (عدد اسپد) در شرایط آبیاری مطلوب (۵۷/۷) در کشت مخلوط جوزهک + باقلا و جو نیمروز + باقلا (۵٦/۳) بدست آمد. این در حالی است که در شرایط قطع آبیاری بیشترین میزان کلروفیل برگ (۵۲/۹، ۵۱/۹ و ۵۱/۸) به‌ترتیب در کشت مخلوط جو زهک + نخود، جو نیمروز + نخود و جو زهک + باقلا بدست آمد (جدول ٦). حمزه‌ئی (۱۳۹۱) در کشت مخلوط جو با گاودانه (*Vicia ervilia*) گزارش کرد که تیمارهای کشت مخلوط جو به دلیل سایه‌اندازی دو گیاه بر روی یکدیگر، تثبیت نیتروژن توسط گاودانه و همچنین استفاده بهینه و بالاتر جو از نیتروژن موجود در خاک از شاخص کلروفیل برگ بالاتری نسبت به تک‌کشتی جو برخوردار بودند. همانطور که در جدول ۵ مشخص است رقم‌های جو زهک و نیمروز زمانی که با گیاه نخود کشت شده‌اند با اعمال قطع آبیاری میزان کلروفیل برگ آن‌ها افزایش یافته است و سایر تیمارها کاهش میزان کلروفیل را داشته‌اند. نورزاد و همکاران (۱۳۹٤) در بررسی اثر تنش آبی بر میزان کلروفیل برگ گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گزارش کردند که با افزایش سطوح خشکی میزان کلروفیل برگ این گیاه کاهش یافت و آن‌ها دلیل کاهش میزان کلروفیل برگ را به دلیل افزایش رادیکال‌های اکسیژن در سلول و در نتیجه تجزیه کلروفیل گزارش کردند.

جدول ٦- تأثیر رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کشت مخلوط بر محتوای کلروفیل برگ رقم‌های جو.

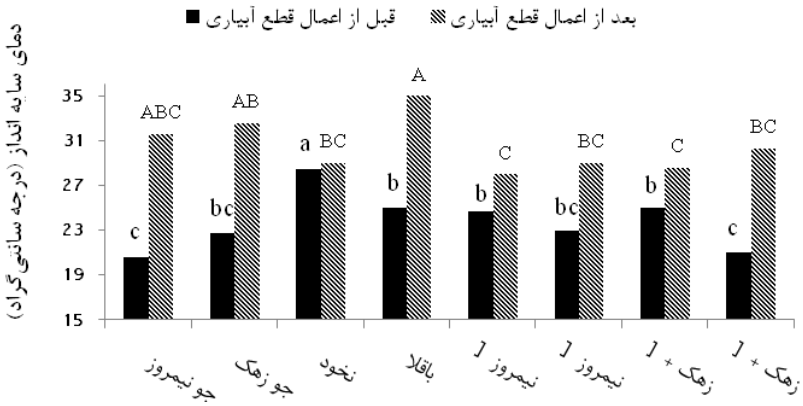
تیمار کشت مخلوط	رژیم آبیاری		درصد تغییرات محتوای کلروفیل برگ در شرایط قطع آبیاری
	آبیاری مطلوب	قطع آبیای	
جو نیمروز	٤٨/۱de	٤٥/۵e	-۵/۷
جو زهک	۵۳bc	٤۹/۷cde	-٦/٦
جو نیمروز + نخود	۵۰/۱cde	۵۱/۹bcd	+۳/۵
جو نیمروز + باقلا	۵٦/۳ab	٤۸/٦cde	-۱۵/۸
جو زهک + نخود	۵۱ cd	۵۲/۹bc	+۳/٦
جو زهک + باقلا	۵۷/۷a	۵۱/۸bcd	-۱۱/٤

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%)

در شرایط قطع آبیاری میزان کلروفیل برگ کشت‌های مخلوط جو زهک + نخود و جو نیمروز + نخود به دلیل جذب بهتر نیتروژن افزایش یافته است به این دلیل که رقابت برای جذب نیتروژن بین این دو گیاه کمتر از تک‌کشتی جو نیمروز و زهک بود. از طرفی توانایی تثبیت نیتروژن در گیاه نخود نیز عاملی دیگر در کاهش رقابت بین این دو گیاه در جذب نیتروژن بود. آرجنتا و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاهانی که در معرض تنش آبی قرار می‌گیرند به دلیل وجود نیتروژن بالا در خاک و جذب آن توسط گیاه می‌باشد.

پیش از اعمال قطع آبیاری تنها تیمارهای کشت دارای اثر معنی داری و پس از قطع آبیاری رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کشت دارای اثر معنی داری بر دمای سایه‌انداز بودند (جدول ۲). بالاترین دمای سایه‌انداز (۲۸/۵۳ درجه سانتی‌گراد) پیش از اعمال قطع آبیاری در تک‌کشتی نخود بدست آمد و کمترین دمای سایه‌انداز (۲۰/٦ درجه سانتی‌گراد) در تک‌کشتی جو نیمروز بدست آمد. این در حالی است که بعد از اعمال قطع آبیاری بالاترین دمای سایه‌انداز (۳۵ درجه سانتی‌گراد) در تک‌کشتی باقلا و کمترین دمای سایه‌انداز (۲۸ درجه سانتی‌گراد) در کشت مخلوط جو نیمروز + نخود بدست آمد (شکل ٤). گیاه نخود به دلیل سرعت رشد پایین‌تر نسبت به جو و باقلا در نخستین مرحله اندازه‌گیری دمای سایه‌انداز هنوز به صورت کامل سایه‌انداز خود را کامل نکرده بود و همین موضوع باعث بالاتر بودن دمای سایه‌انداز در تک‌کشتی و کشت‌های مخلوط این گیاه

بود. این در حالی است که در مرحله دوم اندازه‌گیری این گیاه سایه‌انداز خود را کامل کرده و مقاومت بالای این گیاه نسبت به شرایط کم آبی (مجنون حسینی، ۱۳۸۷) باعث شد تا کمترین دما در تک‌کشتی و کشت مخلوط این گیاه بدست آید. به طور کلی تیمارهای کشت مخلوط از دمای پایین‌تری نسبت به تک‌کشتی‌ها برخوردار بودند (شکل ٤)، که علت آن را می‌توان به دلیل تفاوت‌های مورفولوژیکی بین جو و نخود و جو با باقلا دانست که این اختلافات (وجود برگ‌های عمودی در جو و ارتفاع بیشتر جو نسبت به نخود و باقلا و وجود برگ‌های افقی در نخود و باقلا و ارتفاع کمتر نخود و باقلا نسبت به جو) موجب افزایش جذب نور ورودی به درون سایه‌انداز شده و از تبخیر آب از سطح زمین جلوگیری می‌کند. زمانی که انرژی ورودی به درون سایه‌انداز صرف فرایند فتوسنتز شود سهم انرژی اختصاص یافته برای گرمایش سایه‌انداز کاهش می‌یابد (رضائی چیانه و همکاران، ۱۳۸۹). جایا و همکاران، (۲۰۰۸) در کشت مخلوط ذرت و گل کلم (*Brassica oleracea* L.) به این نتیجه رسیدند که در تراکم‌های مطلوب به دلیل سایه‌اندازی ذرت دمای سایه‌انداز مخلوط کمتر شده است. دمای سایه‌انداز بعد از اعمال قطع آبیاری در شرایط آبیاری مطلوب ۲۸/٥٤ درجه سانتی‌گراد بدست آمد که با تیمار قطع آبیاری با دمای ۳۲/۵۳ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌دار ٤ درجه سانتی‌گرادی داشت (جدول ۳). نخستین پاسخ همه گیاهان به کمبود آب بستن روزنه‌ها به منظور کاهش هدر روی آب از طریق تعرق می‌باشد (ماهاجان و توتج، ۲۰۰۵). سرآبادانی تفرشی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که اعمال تنش آبی انتهای فصل موجب افزایش دمای سایه‌انداز بین رقم‌های متفاوت جو شده است. همچنین آن‌ها گزارش کردند که به طور کلی بین باز بودن روزنه‌ها و به دنبال آن خنک شدن برگ‌ها در اثر تعرق با دمای سایه‌انداز رابطه مستقیمی وجود دارد.



شکل ٤- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر دمای سایه‌انداز. میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%)

برهمکنش رژیم‌های متفاوت آبیاری و تیمارهای کشت اثر معنی‌داری بر شاخص نسبت برابری زمین حبوبات و کل داشت و نسبت برابری زمین رقم‌های جو تنها تحت تأثیر تیمارهای کشت قرار گرفت (جدول ۷). بیشترین نسبت برابری زمین رقم‌های جو (۰/۵۷) در کشت مخلوط جو نیمروز + باقلا و جو زهک + نخود در شرایط آبیاری مطلوب و جو زهک + نخود در شرایط قطع آبیاری بدست آمد و بیشترین شاخص نسبت برابری زمین حبوبات و مجموع (به‌ترتیب با ۰/۸۳ و ۱/٤) در کشت مخلوط جو زهک + نخود در شرایط قطع آبیاری بدست آمد (جدول ۸). در شرایط آبیاری مطلوب و قطع آبیاری نسبت برابری زمین جزئی رقم‌های جو تنها در کشت مخلوط جو نیمروز + نخود پایین‌تر از ۰/۵ بود و سایر تیمارها نسبت برابری زمین جزئی بالاتر از ۰/۵ داشتند (جدول ۸) که نشان از برتری کشت‌های مخلوط نسبت به تک‌کشتی رقم‌های جو بود. با اعمال قطع آبیاری نسبت برابری زمین رقم‌های جو دچار تغییرات معناداری نشد. این در حالی است که میزان نسبت برابری زمین حبوبات در کشت‌های مخلوط جو نیمروز + نخود، جو زهک + نخود، جو نیمروز + باقلا و جو زهک + باقلا در شرایط قطع آبیاری به ترتیب ٤٥، ۸۰/٤، ۲۵ و ۱۳/۳ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب افزایش یافت. با توجه به اینکه در شرایط آبیاری

مطلوب آب کافی برای هر دو جزء وجود دارد و از طرفی توانایی جذب نیتروژن تثبیت شده در حبوبات از طریق ریشه می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷) می‌توان نتیجه گرفت که رقابت اصلی بین رقم‌های جو با نخود و باقلا بر سر جذب نور می‌باشد. رقم‌های جو با سرعت رشد اولیه بالاتر نسبت به نخود و باقلا همواره در طول فصل رشد بر روی نخود و باقلا سایه‌اندازی داشته و یک برتری در جذب نور نسبت به این گیاهان داشتند (حمزه‌ئی و سیدی، ۱۳۹۲) و این موضوع عامل اصلی در بالاتر بودن نسبت برابری زمین رقم‌های جو در شرایط آبیاری مطلوب بود. این در حالی است که پس از اعمال قطع آبیاری گیاه نخود و باقلا به ارتفاع نهایی خود رسیده بودند و رقابت برای جذب نور کاهش یافته و رقابت شدیدی بر سر جذب آب بین دو جزء در کشت مخلوط بوجود آمده است. با توجه به اینکه گیاه نخود و جو به عنوان گیاهان مقاوم به خشکی محسوب می‌شوند در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به باقلا که مقاومت کمتری به خشکی دارند برتری داشتند (امام، ۱۳۹۰؛ مجنون حسینی، ۱۳۸۷). در کشت‌های مخلوط جو نیمروز + نخود و جو زهک + نخود در شرایط قطع آبیاری گیاه نخود به‌وسیله‌ی سامانه ریشه‌ای عمیق‌تر نسبت به جو توانسته است آب را از لایه‌های زیرین که از دسترس جو خارج شده است استفاده کرده و نسبت به رقم‌های جو برتری پیدا کرده و شاخص نسبت برابری زمین خود را افزایش دهد. به طور معمول نسبت برابری زمین در شرایط تنش‌زا بیشتر از شرایط عادی می‌باشد (موریس و گریتی، ۱۹۹۳). در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و خیار (*Cucumis sativus*)انجام شد، میزان نسبت برابری زمین در شرایط بدون مهار علف‌هرز بیشتر از شرایط با مهار علف هرز گزارش شد (قنبری و همکاران، ۱۳۸۵).

جدول ۷- تجزیه واریانس تأثیر رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کشت بر نسبت برابری زمین غلات، حبوبات و کل و مجموع ارزش نسبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	نسبت برابری زمین			مجموع ارزش نسبی
		ارقام جو	حبوبات	کل	
تکرار	۲	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰٦ ns	۰/۰۳ ns
رژیم آبیاری	۱	۰/۰۰۳ ns	۰/۲۱ **	۰/۲۳ **	۰/۳ ns
خطای آ	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰٤
تیمار کاشت	۳	۰/۰۰٦ **	۰/۰٦ **	۰/۰۷ **	٦/۱۳ **
رژیم آبیاری × تیمار کشت	۳	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۳ **	۰/۰۳ **	۰/۰۹ **
خطای ب	۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲
ضریب تغیرات (٪)		٦/٤٦	٥/۷۸	۳/۸٤	٦/۸٥

ns، * و** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ٥ و معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشند

برهمکنش رژیم‌های متفاوت آبیاری و تیمارهای کشت اثر معنی‌داری بر شاخص مجموع ارزش نسبی داشت (جدول ۷). بیشترین میزان شاخص مجموع ارزش نسبی در شرایط آبیاری مطلوب (۳/۰٦ و ۳/۰۳) به‌ترتیب در کشت مخلوط جو زهک + باقلا و جو نیمروز + باقلا بدست آمد. این نتایج در شرایط قطع آبیاری نیز مشابه بود به نحوی که تیمارهای کشت مخلوط جو زهک + باقلا و جو نیمروز + باقلا بیشترین میزان شاخص مجموع ارزش نسبی (به‌ترتیب ۲/٥٦ و ۲/٦۷) را داشتند (جدول ۸). به طور کلی کشت‌های مخلوط به غیر از تیمار کشت مخلوط جو نیمروز + نخود در شرایط قطع آبیاری دارای شاخص مجموع ارزش نسبی بالاتر از ۱ بودند که نشان می‌دهد این تیمارها نسبت به تک‌کشتی جو نیمروز و جو زهک سودمندتر بودند. عملکرد دانه بالا و قیمت بالاتر گیاه باقلا نسبت به نخود و جو عوامل اصلی در سودمندتر بودن کشت مخلوط جو زهک + باقلا و جو نیمروز + باقلا در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و قطع آبیاری بود. اعمال قطع آبیاری به غیر از تیمار کشت مخلوط جو زهک + نخود باعث کاهش سودمندی تیمارهای کشت مخلوط شد به نحوی که بیشترین میزان کاهش (۱٦ و ۱۲ درصد) سودمندی به‌ترتیب در کشت مخلوط جو زهک + باقلا و جو نیمروز + باقلا مشاهده شد که دلیل آن را می‌توان حساسیت بالاتر باقلا نسبت به نخود و جو به شرایط کم آبیاری و قیمت بالاتر این گیاه نسبت داد. جوانمرد و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی کشت مخلوط ذرت با تعدادی از حبوبات گزارش کردند که تنها زمانی که ذرت با گیاه گاودانه کشت شد شاخص مجموع ارزش نسبی

پایین‌تر از ۱ داشت و سایر تیمارها شاخص‌ها مجموع ارزش نسبی بالاتر از ۱ داشتند.

جدول ۸- مقایسه میانگین نسبت برابری زمین غلات، حبوبات،کل و مجموع ارزش نسبی

رژیم آبیاری	تیمار کشت	نسبت برابری زمین			مجموع ارزش نسبی
		ارقام جو	حبوبات	کل	
آبیاری مطلوب	جو نیمروز + نخود	۰/۴۹a	۰/۵۱cd	۱cde	۱/۱۴c
	جو زهک + نخود	۰/۵۷a	۰/۴۶cd	۱/۰۳cd	۱/۰۷c
	جو نیمروز + باقلا	۰/۵۷a	۰/۴۰e	۰/۹۷de	۳/۰۳a
	جو زهک + باقلا	۰/۵۵a	۰/۴۵de	۰/۹۷de	۳/۰۶a
قطع آبیاری	جو نیمروز + نخود	۰/۴۹a	۰/۷۴b	۱/۲۳b	۱c
	جو زهک + نخود	۰/۵۷a	۰/۸۳a	۱/۴a	۱/۱۲c
	جو نیمروز + باقلا	۰/۵۶a	۰/۵cd	۱/۰۶c	۲/۶۷b
	جو زهک + باقلا	۰/۵۲a	۰/۵۱c	۱/۰۳cd	۲/۵۶b

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (LSD 5%)

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که اگرچه عملکرد رقم‌های جو نیمروز و زهک در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص آن‌ها بود، ولی برآورد شاخص نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی نشان داد که در شرایط قطع آبیاری در اواخر مرحله رشدی گیاهان که حالتی مرسوم در شهرستان داراب می‌باشد، کشت مخلوط نسبت به کشت خالص رقم‌های جو برتری داشتند. به نحوی که بیشترین استفاده و بهره‌وری از زمین مورد کشت در کشت مخلوط جو زهک + نخود و بیشترین سودمندی به لحاظ ارزش مالی در کشت مخلوط جو زهک + باقلا و جو نیمروز + باقلا بدست آمد. تیمارهای کشت رقم زهک بواسطه عملکرد، شاخص نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی بالاتری نسبت به تیمارهای کشت جو نیمروز نشان داد که این رقم به همراه نخود و باقلا رقم مناسب‌تری جهت استفاده در سامانه‌های کشت مخلوط در شرایط کمبود آب در داراب می‌باشد.

منابع

اسدی، ه. و و. قطبی. ۱۳۹۰. بررسی اقتصادی کشت مخلوط یونجه با غلات یکساله آبی. مجله به‌زراعی نهال و بذر. جلد ۲۷، شماره۲: ۱۹۴-۱۸۲.

اسدی، ق. ع و س. خرم دل. ۱۳۹۳. اثر نسبت‌های کشت مخلوط جو با ماشک گل‌خوشه‌ای بر جمعیت و تنوع علف‌های هرز و عملکرد. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ۷، شماره۱: ۱۵۶-۱۳۱.

آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳. ۱۳۹۵. ایران. وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات . جلد ۱. ۱۷۴ صفحه. http://amar.maj.ir

امام، ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز: ۱۹۰ صفحه.

جوانمرد، ع. ا.، ع. دباغ محمدی نسب، ی. نصیری. و ف. شکاری. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد علوفه و برخی شاخص‌های سودمندی در گشت مخلوط ذرت با چند لگوم در کشت دوگانه. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی باغی. جلد ٤ شماره ۱۲: ۵۱-۳۹.

حمزه‌ئی، ج.، م. سیدی.، گ. احمدوند. و م. ع. ابوطالبیان. ۱۳۹۱. تأثیر کشت مخلوط افزایشی بر سرکوب علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد نخود و جو. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۲ شماره ۳: ۵۵-۴۳.

حمزه‌ئی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد، شاخص اسپد، کارایی استفاده از زمین و شاخص بهره‌وری سیستم در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و گاودانه (*Vicia ervilia*). مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۲ شماره ٤: ۹۱-۷۹.

حمزه‌ئی، ج. و م. سیدی. ۱۳۹۲. ارزیابی کشت مخلوط نخود و جو با استفاده از شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط تحت شرایط رقابت با علف‌های هرز. مجله دانش زراعت. جلد ٦ شماره ۹: ۱۲-۱.

دارائی مفرد، ع.، ر. خ. عزیزی، س. حیدری و ع. ر. احمدی. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد دانه جو (*Hordeum vulgare* L.) و رشد علف‌های هرز در سیستم مخلوط و تک‌کشتی با ماشک برگ درشت (*Vicia narbonensis* L.). مجله دانشور علوم زراعی. جلد ۱: ٤٤-۳۵.

دهقان نیری، ع. ۱۳۷٤. اثر کشت مخلوط جو بهاره و گاودانه بر عملکرد دانه. پایان‌نامه. دانشکده کشاورزی، تبریز. ۱۳۰ صفحه.

رضائی‌چیانه، ا.، ع. دباغ محمدی نسب، م. ر. شکیبا، ک. قاسمی گلعذانی. و س. اهری‌زاده. ۱۳۸۹. بررسی دریافت نور و برخی ویژگی‌های کانوپی در کشت خالص و مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۲ شماره ۳: ٤۳۷-٤٤۷.

سایت رسمی سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹٤. قابل دسترس در www.maj.ir.

سرآبادانی تفرشی، ر.، م. ر. بی‌همتا.، ز. سادات‌شبر.، م. شهبازی.، ا. کرمی.، م. ر. نقوی.، ح. رضا نیک‌خواه. و ح. دهقانی سانیچ. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد و برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی چند رقم و لاین جو. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۷ شماره ٤: ٥٤۹-٥۳٥.

سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۷۲. اهمیت تنش های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران: صفحه ۱٥۷.

سیدی، س. م.، ر. قربانی، پ. رضوانی مقدم. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۱. تأثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر درصد و کارایی جذب فسفر و پتاسیم سیاهدانه (*Neglla sativa* L.) و علف‌های هرز آن. حفاظت گیاهان. جلد ۲٦: ۹۱-۸۲.

صابر، ز.، ح. پیردشتی، م.ع. اسماعیلی و ا. عباسیان. ۱۳۹۰. ارزیابی باکتری های محرک رشد، نیتروژن و فسفر بر کارایی کود و عملکرد گندم رقم N-80-19 در شرایط ساری. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ٥ شماره ۱: ٤۹-۳۹.

قزوینی، ح. ا.، ش. ع. کوهکن، ا. لک‌زده، ح. ع. فلاحی، ج. آلت‌جعفربای، م. قاسمی، ع. ا. امینی، س. م. طبیب غفاری و ب. سرخی لله لو. ۱۳۹۳. زهک، رقم جدید جو آبی با سازگاری مناسب برای کاشت در مناطق گرم و خشک جنوب کشور. نشریه علمی ـ ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. جلد ۳ شماره ۱: ۲۷-۱٥.

قنبری، ا.و ح. غدیری. و م. جوکار. ۱۳۸٥. بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و خیار بر کنترل علف‌هرز. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. جلد۷۳ شماره ۱: ۱۹۹-۱۹۳.

مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۰. زراعت غلات (گندم، جو، برنج و ذرت). انتشازات نقش مهر. ۱۲٦ صفحه.

مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۸٤ صفحه.

مدحج، ع.، ا. نادری. و ع. سیادت. ۱۳۸۳. بررسی اثرات تنش گرمای پس از گرده افشانی بر ارقام گندم و جو. مجله علمی کشاورزی. جلد ۲۷ شماره ۲: ۹۹-۸۳.

مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲٦۲ صفحه.

نورزاد، س.، ا. احمدیان. و م. مقدم. ۱۳۹٤. بررسی میزان پرولین، شاخص کلروفیل، کربوهیدرات و مقدار جذب عناصر غذایی در گیاه داردیی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) تحت تأثیر تنش خشکی و تیمار کودی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۳ شماره ۱: ۱۳۹-۱۳۱.

Antolin, M., and J. Yoller. 1995. Effect of temporary drought on nitrate-fed and nitrogen-fixing alfalfa plants. Plant Sci. 107 (2): 159-165.

Argenta, G., P. R. F. Da Silva, and L. Sangoi. 2004. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter predicts nitrogen fertilization in maize. Cienc. Rural. 34 (5): 1379-1387.

Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar, and S. S. Ghase. 2006. Wheat and Chikpea intercropping systems in additive series experiment: advantages and smothering. Eur. J. Agron. 24 (4): 325-332.

Dhima, K. V., A. S. Lithorgidis., I. B. Vasilakoglou, and C. A. Dordas. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrop in two seeding ratio. Field Crops. Res. 100 (2): 249- 256.

El–Sherif, A., and M. M. Ali. 2015. Effect of deficit irrigation and soybean/maize intercropping on yield and water use efficiency. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 4 (12): 777–794.

Foulkes, M. J., and S. R. Sylvester–Bradley. 2002. The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: formation of grain yield. J. Agric. Sci. 138 (2): 153–169.

Gupta. S., D. Campbell., B. Derijard, and R. J. Davis. 1995. Transcription factor ATF2 regulation by the JNK signal transduction pathway. Sci. 267: 389-397.

Ghosh, P. K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut- cereal fodder intercropping system in the semi- arid tropics of India. Field Crops Res. 88 (2): 227- 237.

Jaya, K. D., V. J. Bell, and P.W. Sale. 2008. Modification of within-canopy microclimate in maize for intercropping in the lowland tropics. Available at: // www.regional.org.au.

Ledgard, S. F. 1991. Transfers of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows estimated using 15 methods. Plant Soil. 131: 215-223.

Lithourgidis, A. S., D. N. Vlachostergios., C. A. Dordas, and C. A. Damalas. 2011. Dry mater yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. Eur. J. Agron. 34 (4): 287–294.

Mahajan, S., and N. Tuteja. 2005. Cold, salinity and drought stress: an overview. Arch. Biochem. Biophys. 444 (2): 139-158.

Morris, R.A., and D. P. Garrity. 1993. Resource capture and utilization in intercropping: water. Field Crops Res. 34 (3-4): 303- 317.

Samarah, N. H., A. M. Alqudah., J. A. Amayreh, and G. M. McAndrews. 2009. The effect of late-terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. J. Agron. Crop. Sci. 195 (6): 427–441.

Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping systems. Agric. Water Manag. 17 (1): 215–231.

Yao, S. K., M. Bounejmate, J. Rayan, R. Balbaki, A. Nassar, and R. Muacaroum. 2003. Barley-legumes rotation for semi-arid areas of Lebanon. Eur. J. Agron. 19: 599-610.

Effect of cutting off irrigation on yield and advantage indices of barley intercropped with legumes

S.H. Niksirat[1], E. Bijanzadeh[2], A. Behpouri[3]

Received: 2016-6-26 Accepted:2017-2-7

Abstract

Cereals with legume intercropping as one of the ways to increase yield per unit area are recommended. To investigate the effect of cutting off irrigation on yield, yield component and advantageous indices of barley intercropped with legumes, a field experiment was conducted as split plot in randomized complete blocks design with three replicates at College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University during 2014 growing season. Treatments were included two levels of irrigation regimes as main plot (full irrigation and cutting off irrigation at milk development stage) and cropping treatments consisted of monoculture of Nimroz tow-rowed barley, Zehak six-rowed barley, pea and faba bean and intercropping of Nimroz + pea, Nimroz + faba bean, Zehak + pea and Zehak + faba bean) with a ratio of 1:1 as sub plot. Results showed that under cutting off irrigation number of seeds/spike, harvest index, biological yield and grain yield of barley cultivars decreased 12.5%, 23.6%, 4.3% and 20%, respectively. Under cutting of irrigation at milk development stage, the highest grain yield was obtained in monocropping of Zehak (3470 kg/ha) and Nimroz (3300 kg/ha). After cutting off irrigation at milk development stage, the lowest canopy temperature (28 to 30 ºC) was observed in intercropping treatments. The highest land equivalent ratio (LER) of barley (0.57), legumes (0.83), and total (1.4) were obtained in intercropping of Zehak + pea. In both of the irrigation regimes, Zehak and Nimroz barley cultivars intercropped with faba bean had higher relative value total (RVT) compared to monoculture. In addition, Zehak barley cultivar due to higher grain yield, LER and RVT was better option in intercropping with legumes compared to Nimroz cultivar, under water stress.

Key words: land equivalent ratio, relative value total, canopy temperature, water stress

1- MSc student of Agroecology Department, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Darab, Iran
2- Associate Professor of Agroecology Department, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Darab, Iran
3- Assistant Professor of Agroecology Department, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Darab, Iran