"مجله علوم زراعی ایران"
جلد شانزدهم، شماره۳، پاییز ۱۳۹۳

ارزیابی سودمندی، رقابت و جذب و کارایی مصرف تابش درکشت مخلوط مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) در منطقهٔ مشهد

Evaluation of advantage, competition and radiation interception and use efficiency of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) intercropping in Mashhad region in Iran

فاطمه حسن زاده اول[۱]، سیده ملیحه میرهاشمی[۲]، محمد کاظمی[۳] و محمد بنایان اول[۴]

چکیده

حسن زاده اول، ف.، س. م. میرهاشمی، م. کاظمی و م. بنایان اول. ۱۳۹۳. ارزیابی سودمندی، رقابت و جذب و کارایی مصرف تابش درکشت مخلوط مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) در منطقهٔ مشهد. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۶(۳): ۲۰۸-۱۹۱.

با هدف بررسی سودمندی، رقابت و میزان جذب و کارایی مصرف تابش درکشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف مرزه و در شرایط آب و هوایی مشهد، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل کشت مخلوط شبدر ایرانی با تراکم ثابت ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم‌های ۲۷، ٤٠ و ۸۰ بوته در متر مربع و کشت خالص هر دو گونه با تراکم‌های ذکر شده بودند. نتایج نشان داد که نسبت برابری سطح زیرکشت و زمان در تمام تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود. کارایی مصرف تابش گیاه مرزه در کشت خالص بین ۱/۳۲ تا ۱/۷۰ گرم بر مگاژول و در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص و بین ۲/٦۰ تا ۲/۹۸ گرم بر مگاژول به‌دست آمد. بیشترین کارایی مصرف تابش مرزه مربوط به تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شبدر بود. در تیمارهای کشت خالص مرزه با افزایش تراکم از ۲۷ به ۸۰ بوته در متر مربع، افزایش میزان مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده و کاهش میزان ماده خشک باعث کاهش کارایی مصرف تابش گردید. کارایی مصرف تابش گیاه شبدر در همه چین‌های آن در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. در چین اول شبدر ایرانی که بیشترین دوره رشدی (۱۱٦ روز) را داشت بیشترین کارایی مصرف تابش شبدر نیز در تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شبدر به‌دست آمد. در این تیمار میزان افزایش ماده خشک شبدر، بیشتر از میزان افزایش مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده توسط شبدر نسبت به سایر تیمارهای مخلوط بود. بنابراین این تیمار، بهترین تراکم کشت مخلوط از نظر کارایی مصرف تابش و همچنین نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان و ارزش اقتصادی شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: تابش فعال فتوسنتزی، تراکم بوته، شبدر، مرزه و نسبت برابری سطح کشت و زمان.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۰۲ این مقاله مستخرج از رساله کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: fa_ha140@stu.um.ac.ir)
۲- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
۴- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

مقدمه

کشت مخلوط به عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی و از روش‌های زراعی و با قدمتی دیرینه است که کشاورزان در جهت بهبود شرایط زراعی و افزایش سازگاری با طبیعت در پیش گرفته‌اند و عبارت است از کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین در یک سال زراعی به‌ترتیبی که یک گیاه در اکثر دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر باشد (Mukhala *et al*., 1999). کشت مخلوط یا کاشت دو یا چند گونه زراعی، در مناطق گرمسیری جهان به‌طور گسترده‌ای متداول می‌باشد و در حال حاضر این نظام کشت در مناطق معتدل و در کشورهای پیشرفته نیز به‌سرعت در حال گسترش است (Yildirim and Guvenc, 2005). چنانچه گیاهان مخلوط‌شونده با دقت انتخاب شوند باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش میزان کارایی منابع مورد استفاده، ثبات عملکرد محصول وصرفه‌جویی در وقت و انرژی مصرفی، کاهش فرسایش وافزایش حاصلخیزی خاک به‌خصوص در مناطق خشک ونیمه خشک، کاهش مصرف سموم وآفت‌کشها، رقابت با علف‌های هرز، افزایش نسبت برابری زمین، افزایش راندمان تولید و افزایش تنوع وثبات زیستی در درازمدت می‌شود (Van der Meer, 1989). از بارزترین این مزایا، بالاتر بودن کارایی استفاده از منابع (نور، آب و عناصر غذایی) است؛ در صورتیکه تراکم گیاهی اجزاء مخلوط نیز در حد مطلوبی باشد (Gao *et al*., 2009).

در شرایط مطلوب زراعی که هیچ عامل محدودکننده دیگری وجود ندارد، بین وزن خشک تولیدی با تابش فعال فتوسنتزی جذب شده یک رابطه خطی وجود دارد. شیب رگرسیون خطی بین تابش تجمعی و ماده خشک تولیدی گیاه، کارایی مصرف تابش را تعیین می‌نماید (Nasiri Mahallati, 2000). در آزمایشات مختلف بهبود کارایی مصرف تابش در کشت مخلوط گزارش شده است (Awal *et al*., 2006; Zhang *et al*., 2008; Hosseinpanahi *et al*., 2011). حضور چند گیاه در کشت مخلوط در صورت انتخاب درست گیاهان و با تراکم مناسب، نسبت به یک گیاه در کشت خالص، می‌تواند میزان بیشتری از تابش رسیده به سطح زمین را جذب کرده و در نتیجه سبب افزایش تولید ماده خشک شود (Keating and Carberry, 1993).

گیاه مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.)، متعلق به خانواده Lamiaceae است که این خانواده بیشترین تعداد گونه‌های کشت شده در ایران را دارا می‌باشد. پیکر رویشی مرزه حاوی مواد مؤثره‌ای است که در مصارف غذایی و صنایع داروسازی و بهداشتی کاربرد دارد (Omidbaigi, 2005). انتخاب گیاهان در سیستم مخلوط به‌طوری است که یک گونه مستقیماً از تغییرات محیطی که توسط گونه دیگر در کشت مخلوط پدید می‌آید، سود ببرد. گیاهان خانواده بقولات که دارای قابلیت تثبیت نیتروژن هستند، از جمله گیاهان مناسب برای کشت با سایر گیاهان به‌منظور تأمین نیازهای غذایی آنها می‌باشند. یکی از گیاهان این خانواده، شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) است که قابلیت تثبیت نیتروژن داشته و از گیاهان علوفه‌ای بسیار با ارزش و بومی ایران می‌باشد (Hassanzadeh Aval *et al*., 2011). کشت مخلوط گیاهان خانواده بقولات باگیاهان دارویی توسط محققین زیادی مطالعه شده است و بسیاری از آنها افزایش میزان بهره‌وری استفاده از منابع و سودمندی کشت مخلوط را در مقایسه با تک کشتی گزارش کرده‌اند (Ram *et al*., 1998; Maffei and Mucciarelli, 2003; Alizadeh *et al*., 2010).

در کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی، مرزه به عنوان گیاه اصلی از توانایی تثبیت نیتروژن توسط شبدر استفاده نموده و ضمن جلوگیری از هدر روی منابع، مقداری علوفه علاوه بر تولید گیاه اصلی نیز تولید می‌گردد. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی میزان جذب و کارایی مصرف تابش درکشت مخلوط مرزه و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

شبدر ایرانی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف مرزه و در شرایط آب و هوایی مشهد بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۴ -۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا انجام شد. میانگین بارندگی سالیانه ۲۸۶ میلی متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه در این منطقه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک می‌باشد. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل A- کشت خالص شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، B- کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، C- کشت خالص مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع، D- کشت خالص مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، E- کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، F- کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و G- کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع بودند.

قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به‌طور تصادفی نمونه‌برداری و خصوصیات آن تعیین گردید. بافت خاک لومی، مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک به‌ترتیب ۵۸۷، ۱۴/۷ و ۲۵۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، اسیدیته آن ۷/۶۲ و هدایت الکتریکی خاک ۲/۴۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. در آبان‌ماه کود گاوی کاملاً پوسیده به مقدار ۲۰ تن در هکتار به خاک اضافه و تا عمق ۳۰ سانتیمتری مخلوط شد. در اسفندماه بلوک‌های آزمایش مشخص و سپس اقدام به کرت‌بندی داخل بلوک‌ها شد. داخل هر بلوک هفت کرت به طول سه متر و عرض دو متر مشخص گردید. فواصل بین بلوک‌ها (تکرار) یک متر و فواصل بین کرت‌ها در هر بلوک نیم متر منظور گردید. بذرهای اکوتیپ‌های محلی شبدر ایرانی و مرزه تابستانه از مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر خراسان رضوی تهیه شدند. کاشت شبدر ایرانی در تاریخ ۲۰ اسفند ماه ۱۳۹۰ و کاشت مرزه تابستانه در تاریخ ۲۵ فروردین ۱۳۹۱ انجام گرفت. فاصله بین خطوط کشت ۲۵ سانتی متر منظور گردید. تراکم شبدر ایرانی با فاصله روی ردیف ۵ سانتیمتر و تراکم مرزه با فاصله روی ردیف ۵، ۱۰ و ۱۵ تنظیم شد. در کرتهای کشت مخلوط هشت خط کشت به صورت دو ردیف شبدر ایرانی و دو ردیف مرزه و در کرت‌های کشت خالص هشت خط کشت از گیاه مورد نظر، در نظر گرفته شدند. در طی فصل رشد آبیاری به‌صورت شیاری (جوی و پشته) و هفته‌ای یکبار و همچنین مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی طی دو مرحله انجام گردید.

به منظور تعیین عملکرد در تمامی کرت‌ها، برداشت از ۱/۵ متر ابتدایی هر کرت صورت گرفت. برای اندازه گیری عملکرد دو ردیف کناری و نیز ۳۰ سانتی متر از بالای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شد و گیاهان باقیمانده کرت (معادل ۱/۲ متر مربع) برداشت شدند. نمونه‌های برداشت شده درون کیسه‌های سر بسته قرار داده شد و بلافاصله جهت اندازه‌گیری وزن تر به آزمایشگاه منتقل شدند. درصد رطوبت نمونه‌ها پس از قرار دادن وزن مشخصی از هر نمونه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت تعیین و سپس وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد. با توجه به اینکه شبدر دارای رشد نامحدود بوده و دارای چند چین می‌باشد، برداشت آن جهت تعیین عملکرد محصول (وزن خشک اندام رویشی) مصادف با زمان گلدهی در همه چین‌ها بود که در تاریخ‌های ۱۳ تیر، ۲۷ تیر و ۸ مرداد (سه چین) انجام گرفت. برداشت گیاه مرزه جهت تعیین عملکرد محصول (وزن خشک اندام رویشی) نیز در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

ابتدای گلدهی و همزمان با چین سوم شبدر در تاریخ ۸ مرداد انجام شد.

جهت تعیین ضریب خاموشی و کارایی مصرف تابش، اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک گیاه در فواصل مشخص ضروری بود، به‌همین منظور، نمونه‌برداری تخریبی در شبدر، قبل از چین اول (۴۹ روز پس از کاشت) به فاصله هر ۱۴ روز یکبار و در فاصله بین چین‌ها هر پنج روز یکبار انجام شد. در مرزه، نمونه‌برداری تخریبی ۵۴ روز پس از کاشت به فاصله هر ۱۴ روز یکبار و همچنین یک هفته قبل از برداشت و همزمان با برداشت انجام گرفت. نمونه‌برداری‌های تخریبی از ۱/۵ متر انتهایی هر کرت، با حذف دو ردیف کناری و ۲۰ سانتی‌متر از انتهای کرت به‌عنوان حاشیه و از شش ردیف وسط به‌طور تصادفی انجام گرفت. نمونه‌برداری‌ها از سطح ۰/۰۵ متر مربع و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از نمونه‌برداری‌های قبلی انجام شد تا حذف بوته‌ها، روی نمونه بعدی اثر نداشته باشد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Licor, USA) استفاده شد سپس نمونه‌ها جهت تعیین وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشکانده شدند.

به منظور ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص و با توجه به اینکه کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی زمین را در مدت زمان بیشتری نسبت به کشت خالص مرزه اشغال نمود، از شاخص نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان (Area Time Equivalent Ratio) از رابطه یک استفاده شد:

$$ATER = \sum_{i=1}^{n} (\frac{t_i^M}{t_i^I} * \frac{Y_i^I}{Y_i^M}) \qquad (۱)$$

t_i^M؛ طول دوره رشد گونه i در کشت خالص، t_i^I؛ مجموع طول دوره کشت مخلوط، Y_i^I؛ عملکرد گونه i در کشت مخلوط، Y_i^M؛ عملکرد گونه i در کشت خالص و n؛ تعداد گونه‌های ارزیابی در کشت مخلوط می‌باشند (Mazaheri, 1998). در گیاه شبدر ایرانی عملکرد محصول، مجموع سه چین در نظر گرفته شد. در گیاه مرزه عملکرد مخلوط در هر تراکم با عملکرد خالص در همان تراکم سنجیده شد. همچنین به‌منظور ارزیابی رقابت بین دو گیاه از ضریب ازدحام نسبی (Relative Crowding Coefficient) بر اساس رابطه دو استفاده شد:

$$RCC_{AB} = \left(\frac{\overline{Y_A^I}}{\overline{Y_A^M}}\right) \Big/ \left(\frac{\overline{Y_B^I}}{\overline{Y_B^M}}\right) \qquad (۲)$$

$\overline{Y_A^I}$؛ متوسط عملکرد هر بوته A در کشت مخلوط، $\overline{Y_A^M}$؛ متوسط عملکرد هر بوته A در کشت خالص ، $\overline{Y_B^I}$؛ متوسط عملکرد هر بوته B در کشت مخلوط ، $\overline{Y_B^M}$؛ متوسط عملکرد هر بوته B در کشت خالص می‌باشند.

برای محاسبه ارزش اقتصادی هر تیمار آزمایشی، قیمت فروش به ازای یک کیلوگرم از هر گیاه در عملکرد حاصل از یک هکتار ضرب شد و سپس برای تیمارهای کشت مخلوط ارزش اقتصادی هر دو گیاه با یکدیگر جمع شد (Beheshti and Soltanian, 2012). با توجه به نرخ بازار در سال انجام آزمایش، قیمت هر کیلوگرم مرزه تر (همراه با رطوبت در زمان برداشت) معادل ۱۳۰۰ ریال و قیمت هر کیلوگرم شبدر ایرانی تر (همراه با رطوبت در زمان برداشت یا علوفه سبز) معادل ۳۵۰ ریال در نظر گرفته شد.

جهت محاسبه میزان جذب و کارایی مصرف تابش ابتدا میزان تابش روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی مشهد به‌روش ارائه شده توسط خودرویان و وان‌لار (Goudriaan and Van Laar, 1993) با احتساب ساعات آفتابی هر روز برآورد گردید و ۵۰ درصد آن به عنوان تابش فعال فتوسنتزی (PAR) در نظر گرفته شد.

میزان تابش جذب شده روزانه برای هر دو گونه بر اساس روابط ۳ تا ۵ محاسبه شد (Tsubo *et al*., 2005):

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

$$I_{abs} = I_0 * (1-\rho) * (1-e^{((-K_S * LAI_S)+(-K_S * LAI_S))}) \quad (۳)$$

$$I_S = I_{abs} * (-K_S * LAI_S) / (-K_S * LAI_S) + (-K_C * LAI_C) \quad (۴)$$

$$I_C = I_{abs} - I_S \quad (۵)$$

I_{abs}؛ نور جذب شده توسط پوشش گیاهی مخلوط (مگاژول بر متر مربع)، I_0؛ نور رسیده به بالای پوشش گیاهی (مگاژول بر متر مربع)، ρ؛ ضریب انعکاس که برای مرزه و شبدر ایرانی ۰/۰۵ منظور شد، K_S و K_C ؛ به ترتیب ضریب خاموشی نور مرزه و شبدر ایرانی، LAI_S و LAI_C؛ به‌ترتیب شاخص سطح برگ مرزه و شبدر ایرانی و I_S و I_C؛ به‌ترتیب نور جذب شده توسط پوشش گیاهی مرزه و شبدر ایرانی است.

ضریب خاموشی نور (k) برای مرزه و شبدر ایرانی، بر اساس رابطه ۶ ارائه شده توسط زفرنی و اشنایتر (Zaffaroni and Schneiter, 1989) و میرهاشمی و بنایان (Mirhashemi and Bannayan Awal, 2012) محاسبه شد:

$$K = \min(1.0; 1.43 * LAI^{-0.5}) \quad (۶)$$

مقادیر شاخص سطح برگ (LAI) روزانه در مرزه و شبدر ایرانی از طریق برازش رابطه ۷ در نرم‌افزار SlidWrite برآورد شد:

$$Y = a/1 + e^{(b-cx)} \quad (۷)$$

a؛ حداکثر شاخص سطح برگ، b؛ اختلاف بین حداکثر و حداقل شاخص سطح برگ، c؛ میانگین سرعت رشد نسبی سطح برگ و x؛ زمان بر حسب روز پس از کاشت می‌باشند. لازم به توضیح است که رابطه ۷ بالاترین ضریب همبستگی بین مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ در زمان‌های مختلف را در هر دو گیاه، در میان سایر توابع برازش داده شده نشان داد. در نهایت کارایی مصرف تابش از طریق محاسبه شیب خط رگرسیونی ساده بین ماده خشک و نور جذب شده محاسبه گردید (Tsubo and Walker, 2002).

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم افزار SAS 9.1 و جهت انجام محاسبات و رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که وزن خشک اندام رویشی مرزه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت. بیشترین وزن خشک اندام رویشی مرزه مربوط به تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (۵۱۸۱ کیلوگرم بر هکتار) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بود (جدول ۱). به‌نظر می‌رسد که در این مخلوط، چون شبدر زودتر از مرزه کاشته شده بود، سطح زمین را زودتر پوشش داده و بنابراین مرزه در مخلوط با شبدر، از منابع کمتری بهره برده و میزان تجمع ماده خشک مرزه در تیمارهای مخلوط کمتر از کشت خالص آنها بود.

وزن خشک اندام رویشی شبدر ایرانی در چین اول در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص شبدر بود و هر چقدر تراکم مرزه کشت شده در مخلوط با شبدر کمتر بود، تجمع ماده خشک در شبدر بیشتر شد (جدول ۱). در چین‌های دوم و سوم وزن خشک اندام رویشی شبدر در تیمار کشت خالص شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱). دلیلی که می‌توان ذکر کرد این است که پس از چین اول و دوم شبدر، مرزه در زمین حضور داشت و بعد از برداشت شبدر، به‌سرعت منابع را در اختیار گرفت، در نتیجه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

جدول ۱- مقایسه میانگین وزن خشک اندام‌های رویشی مرزه و شبدر ایرانی و شاخص‌های ارزیابی مخلوط در تیمارهای کشت مخلوط

Table 1. Mean comparison of dry matter of summer savory and Persian clover and intercropping indices in intercropping treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments	وزن خشک اندام رویشی مرزه Dry matter of summer savory ($kg.ha^{-1}$)	وزن خشک اندام رویشی شبدر Dry matter of Persian clover ($kg.ha^{-1}$)			نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان Area Time Equivalent Ratio	ضریب ازدحام نسبی مرزه به شبدر Relative Crowding Coefficient	ضریب ازدحام نسبی شبدر به مرزه Relative Crowding Coefficient	ارزش اقتصادی (ریال) Economic value (Rial)
		چین اول 1st harvest	چین دوم 2nd harvest	چین سوم 3rd harvest				
A	-	5564 d	2663 a	1138 a	-	-	-	26417725c
B	5181a	-	-	-	-	-	-	27683864c
C	4832ab	-	-	-	-	-	-	25819157cd
D	4363b	-	-	-	-	-	-	23311509d
E	1029c	8873a	2296b	411b	1.39a	0.161b	6.23a	38164187a
F	1035c	7381b	2415b	409b	1.25b	0.197b	5.11a	34321972b
G	1118c	6819c	2009c	368c	1.17b	0.261a	3.84b	31915490b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range test

A- کشت خالص شبدر (۸۰ بوته در متر مربع)
B- کشت خالص مرزه (۲۷ بوته در متر مربع)
C- کشت خالص مرزه (۴۰ بوته در متر مربع)
D- کشت خالص مرزه (۸۰ بوته در متر مربع)
E- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۲۷ بوته در متر مربع)
F- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۴۰ بوته در متر مربع)
G- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۸۰ بوته در متر مربع)

A- Sole cropping of Persian clover (80 plants.m^{-2})
B- Sole cropping of summer savory (27 plants.m^{-2})
C- Sole cropping of summer savory (40 plants.m^{-2})
D- Sole cropping of summer savory (80 plants.m^{-2})
E- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (27 plants.m^{-2})
F- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (40 plants.m^{-2})
G- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (80 plants.m^{-2})

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

بیشترین وزن خشک اندام رویشی شبدر در چین‌های دوم و سوم در تیمار کشت خالص شبدر به‌دست آمد.

نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان (ATER) در تمام تیمارهای کشت مخلوط (عملکرد محصول شبدر ایرانی، مجموع سه چین در نظر گرفته شد و در گیاه مرزه عملکرد مخلوط در هر تراکم با عملکرد خالص در همان تراکم مقایسه گردید) بیشتر از یک بود (جدول ۱) که نشان‌دهنده برتری این کشت مخلوط نسبت به کشت خالص از لحاظ عملکرد بود. در تیمار کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (E)، بیشترین نسبت برابری سطح و زمان به‌دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. برتری عملکرد کشت مخلوط ممکن است ناشی از عوامل مختلفی از قبیل استفاده بهتر از نور، رطوبت خاک و عناصر غذایی باشد (Mazaheri, 1998; Zhang *et al*., 2008) که در آزمایش حاضر به ارزیابی جذب تابش و کارایی مصرف تابش در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط پرداخته شد.

مقایسه ضریب ازدحام نسبی مرزه به شبدر و همچنین ضریب ازدحام نسبی شبدر به مرزه، در تراکم‌های مختلف مرزه در کشت مخلوط با شبدر ایرانی نشان داد که شبدر ایرانی رقابت کننده قوی‌تری نسبت به مرزه تابستانه بود. با افزایش تراکم مرزه قدرت تهاجمی آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت؛ به‌طوریکه در تیمار کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع (G) بیشترین مقدار به‌دست آمد. عکس این موضوع یعنی کاهش قدرت تهاجمی شبدر بر اثر افزایش تراکم مرزه نیز صادق بود (جدول ۱).

ارزش اقتصادی تیمارهای مختلف گویای سودمندی اقتصادی کشت مخلوط مرزه و شبدر و استفاده بهتر از منابع در دسترس توسط این دو گیاه، در مقایسه با کشت خالص هر دو گیاه بود. در بین تیمارهای آزمایشی، کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (E) بیشترین ارزش اقتصادی را نشان داد که این تیمار بیشترین نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان را نیز داشت. کمترین ارزش اقتصادی در تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۱).

تغییرات شاخص سطح برگ مرزه نشان داد که شاخص سطح برگ در طول فصل رشد در تیمارهای کشت خالص به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که در تیمارهای کشت مخلوط، به‌دلیل سایه‌اندازی گیاه شبدر ایرانی بر مرزه و کاهش نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی، فعالیت فتوسنتزی در گیاه مرزه کاهش یافته و سطح برگ کمتری نسبت به تیمارهای کشت خالص تولید کرد. تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای کشت خالص در ابتدا کند بود و از زمان نمونه‌برداری سوم (۸۲ روز پس از کاشت) به بعد، وارد مرحله سریع افزایش شاخص سطح برگ گردید. در بین تیمارهای کشت خالص، تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع در اواسط فصل رشد شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت؛ اما در انتهای فصل رشد که مصادف با زمان گلدهی مرزه بود به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، شاخص سطح برگ در تیمارهای کشت خالص مرزه اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۲). آدنیان و همکاران (Adeniyan *et al*., 2007) گزارش کردند که تراکم زیاد در گیاهان باعث بیشتر شدن رقابت بر سر نور می‌شود که به گیاه در جهت رشد و سطح برگ بیشتر در سایه‌انداز کمک می‌کند.

روند تغییرات شاخص سطح برگ مرزه در تیمارهای کشت مخلوط حاکی از آن است که شاخص سطح برگ در این تیمارها بسیار کم بود و حدود پنج برابر نسبت به تیمارهای کشت خالص کاهش یافت. در بین تیمارهای کشت مخلوط، کشت مخلوط شبدر با

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ مرزه در طول فصل رشد در تیمارهای کشت مخلوط با شبدر ایرانی

Table 2. Mean comparison of Leaf Area Index of summer savory during the growing season in intercropping treatments with Persian clover

تیمارهای آزمایشی Treatments	۵۴ روز پس از کشت 54 days after sowing	۶۸ روز پس از کشت 68 days after sowing	۸۲ روز پس از کشت 82 days after sowing	۹۶ روز پس از کشت 96 days after sowing	۱۰۰ روز پس از کشت 100 days after sowing	۱۰۷ روز پس از کشت 107 days after sowing
B	0.298a	0.355c	0.621b	1.46a	1.94a	2.10a
C	0.302a	0.425b	0.729ab	1.27b	1.85a	1.95a
D	0.241b	0.498a	0.855a	1.48a	1.87a	2.02a
E	0.001d	0.035e	0.051c	0.084c	0.196b	0.207c
F	0.002d	0.013e	0.047c	0.096c	0.198b	0.238c
G	0.086c	0.135d	0.160c	0.166c	0.315b	0.468b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range test

B- کشت خالص مرزه (۲۷ بوته در متر مربع)

C- کشت خالص مرزه (۴۰ بوته در متر مربع)

D- کشت خالص مرزه (۸۰ بوته در متر مربع)

E- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۲۷ بوته در متر مربع)

F- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۴۰ بوته در متر مربع)

G- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۸۰ بوته در متر مربع)

B- Sole cropping of summer savory (27 plants.m^{-2})

C- Sole cropping of summer savory (40 plants.m^{-2})

D- Sole cropping of summer savory (80 plants.m^{-2})

E- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (27 plants.m^{-2})

F- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (40 plants.m^{-2})

G- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (80 plants.m^{-2})

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع بیشترین شاخص سطح برگ مرزه را در طول فصل رشد نشان داد (جدول ۲). چون در این مخلوط شبدر سریعتر سطح زمین را پوشاند، رقابت کننده قوی‌تری نسبت به مرزه تابستانه بود و مرزه شانس کمتری برای بهره‌گیری از نور و سایر منابع را داشت، بنابراین افزایش تراکم مرزه از ۲۷ به ۸۰ بوته در متر مربع در مخلوط توانست کاهش سطح برگ ناشی از کشت مخلوط این گیاه با شبدر را تا حدودی جبران نماید.

تغییرات شاخص سطح برگ شبدر ایرانی نشان داد که در چین اول شاخص سطح برگ شبدر در تیمار کشت خالص (A) کمتر از تیمارهای کشت مخلوط بود (جدول ۳). در ابتدای رشد در تیمار کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع (G)، شاخص سطح برگ شبدر به‌طور معنی داری بیشترین مقدار به‌دست آمد؛ اما در انتهای رشد شاخص سطح برگ شبدر در تیمار کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (E) بیشترین مقدار به‌دست آمد، اما این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۳). در کشت مخلوط چون شبدر ایرانی زودتر کاشته شده بود، از فواصل ایجاد شده برای کشت مرزه استفاده کرده و از منابع بیشتری بهره گرفت و در نتیجه شاخص سطح برگ آن افزایش یافت و با کاهش تراکم مرزه از ۸۰ به ۲۷ بوته در متر مربع در مخلوط، شاخص سطح برگ شبدر از ابتدا تا انتهای رشد، در چین اول بیشتر شد. مافی و موسیارلی (Maffei and Mucciarelli, 2003) گزارش کردند که شاخص سطح برگ نعناع در کشت مخلوط با سویا در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود. پراساد و بروک (Prasad and Brook, 2005) در آزمایشی که تراکم‌های مختلف ذرت در کشت مخلوط ذرت و سویا را مورد بررسی قرار دادند؛ گزارش کردند که هرچه تراکم ذرت در مخلوط کمتر بود شاخص سطح برگ سویا افزایش داشت.

در چین سوم شاخص سطح برگ در تیمار کشت خالص شبدر به‌طور معنی داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود، زیرا در کشت مخلوط، پس از چین اول شبدر ایرانی، گیاه مرزه از فضای خالی شده استفاده نموده و سطح برگ آن گسترش یافت تا جایی که روند تغییرات شاخص سطح برگ پس از چین دوم نشان داد که در تیمارهای کشت مخلوط گیاه مرزه مانع افزایش شاخص سطح برگ شبدر نسبت به کشت خالص آن گردید (جدول ۳).

روند تغییرات جذب تابش در تیمارهای کشت خالص شبدر ایرانی و مرزه و کشت مخلوط دو گونه نشان داد که جذب تابش گیاه مرزه در تیمارهای کشت خالص به‌طور معنی‌داری بیشتر از کشت مخلوط بود. در تیمارهای کشت مخلوط اکثر مقدار تابش جذب شده در پوشش گیاهی مخلوط مربوط به گیاه شبدر بود و گیاه مرزه به‌دلیل اینکه پس از شبدر کشت شده و به‌عنوان گیاه مغلوب در کشت مخلوط به‌نظر می‌رسد و در سایه‌انداز گیاه شبدر رشد نموده، فقط توانسته از نور رسیده به فضاهای خالی شبدر استفاده کند؛ بنابراین تابش دریافت شده توسط آن بسیار کم است (شکل ۱). منصوری و همکاران (Mansoori *et al.*, 2013) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا بیان نمودند که دلیل افزایش میزان تابش جذب شده در کشت خالص یک گونه نسبت به کشت مخلوط آن، به‌علت رقابت نوری ایجاد شده بین دو گونه در کشت‌های مخلوط می‌باشد.

روند تغییرات جذب تابش در گیاه شبدر ایرانی نشان داد که چین اول جذب تابش بیشتری از چین‌های دوم و سوم داشت و این اختلاف معنی‌داری بود. در چین‌های دوم و سوم نیز به دلیل رشد مجدد سریع شبدر، جذب تابش به‌سرعت افزایش یافت (شکل ۱- الف). در تیمارهای کشت خالص مرزه، در طول فصل رشد تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع (D) جذب تابش بیشتری

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ شبدر ایرانی در طول فصل رشد در تیمارهای کشت مخلوط با مرزه

Table 3. Mean comparison of Leaf Area Index of Persian clover during the growing season in intercropping treatments with summer savory

	چین اول First harvest					
تیمارهای آزمایشی Treatments	۴۹ روز پس از کشت 49 days after sowing	۶۳ روز پس از کشت 63 days after sowing	۷۷ روز پس از کشت 77 days after sowing	۹۱ روز پس از کشت 91 days after sowing	۱۰۵ روز پس از کشت 105 days after sowing	۱۱۶ روز پس از کشت 116 days after sowing
A	0.442b	0.615b	1.16b	2.55a	3.50a	4.05a
E	0.454b	0.712ab	1.26b	2.70a	3.88a	4.53a
F	0.450b	0.682ab	1.20b	2.55a	3.76a	4.25a
G	0.544a	0.751a	1.49a	2.43a	3.50a	4.13a
	چین دوم Second harvest			چین سوم Third harvest		
تیمارهای آزمایشی Treatments	۱۲۰ روز پس از کشت 49 days after sowing	۱۲۵ روز پس از کشت 63 days after sowing	۱۳۰ روز پس از کشت 77 days after sowing	۱۳۵ روز پس از کشت 91 days after sowing	۱۴۰ روز پس از کشت 105 days after sowing	۱۴۲ روز پس از کشت 116 days after sowing
A	0.623a	1.02a	1.59a	0.728a	1.02a	1.13a
E	0.633a	1.24a	1.58a	0.282c	0.798b	0.925b
F	0.555a	1.18a	1.51a	0.377b	0.515c	0.738c
G	0.576a	1.07a	1.36a	0.185d	0.497c	0.633c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range test

A- کشت خالص شبدر (۸۰ بوته در متر مربع)

E- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۲۷ بوته در متر مربع)

F- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۴۰ بوته در متر مربع)

G- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۸۰ بوته در متر مربع)

A- Sole cropping of Persian clover (80 plants.m^{-2})

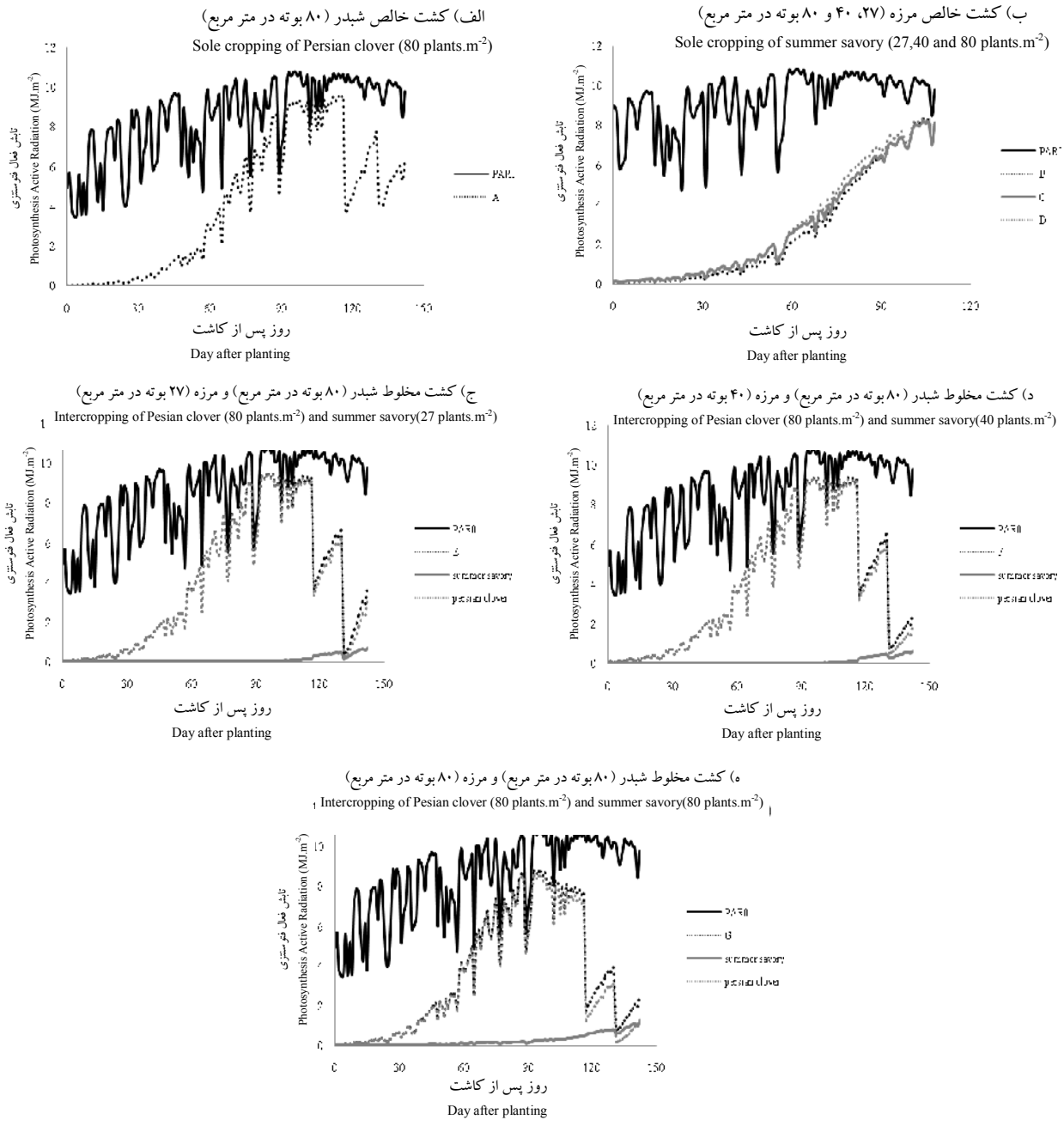
E- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (27 plants.m^{-2})

F- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (40 plants.m^{-2})

G- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (80 plants.m^{-2})

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]



شکل ۱- اثر تیمارهای کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بر روند جذب تابش

Fig.1- Effect of intercropping of summer savory and Persian clover treatments on absorption of radiation

A- کشت خالص شبدر (۸۰ بوته در متر مربع)
B- کشت خالص مرزه (۲۷ بوته در متر مربع)
C- کشت خالص مرزه (۴۰ بوته در متر مربع)
D- کشت خالص مرزه (۸۰ بوته در متر مربع)
E- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۲۷ بوته در متر مربع)
F- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۴۰ بوته در متر مربع)
G- کشت مخلوط شبدر (۸۰ بوته در متر مربع) و مرزه (۸۰ بوته در متر مربع)

A- Sole cropping of Persian clover (80 plants.m^{-2})
B- Sole cropping of summer savory (27 plants.m^{-2})
C- Sole cropping of summer savory (40 plants.m^{-2})
D- Sole cropping of summer savory (80 plants.m^{-2})
E- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (27 plants.m^{-2})
F- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (40 plants.m^{-2})
G- Intercropping of Persian clover (80 plants.m^{-2}) and summer savory (80 plants.m^{-2})

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

(۳۱۶ مگاژول بر متر مربع) از تراکم‌های ۴۰ و ۲۷ بوته در متر مربع (به‌ترتیب ۳۰۴ و ۲۸۳ مگاژول بر متر مربع) داشت؛ اما این اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۱- ب). در تیمارهای کشت مخلوط جذب تابش در گیاه مرزه فقط در فواصل بین چین‌های شبدر کمی افزایش یافت. پس از برداشت هر چین شبدر، گیاه مرزه توانسته از فضای خالی ایجاد شده استفاده نموده و جذب تابش آن افزایش یابد، اما به دلیل اینکه پس از چین اول شبدر، فاصله زمانی بین رویش مجدد و گلدهی آن بسیار کوتاه بود و گیاه شبدر به‌سرعت پوشش گیاهی را پر نمود، افزایش جذب تابش در مرزه نیز بسیار کم بود (شکل ۱- ج، ۱- د و ۱- ه). جذب تابش توسط دو گیاه در طول فصل رشد و در تیمارهای کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۲۷، ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع (E، F و G) به‌ترتیب ۵۶۶، ۵۵۳ و ۵۰۶ مگاژول بر متر مربع به‌دست آمد.

الگوی تغییرات زمانی جذب تابش در همه تیمارها از الگوی رشد سطح برگ تبعیت کرد؛ بدین ترتیب که متناسب با افزایش شاخص سطح برگ، میزان تابش جذب شده توسط پوشش گیاهی در تمامی تیمارها نیز به‌تدریج افزایش یافت (جدول ۲ و ۳ و شکل ۱). این موضوع با نتایج سایر تحقیقات مبنی بر همخوانی روند افزایش شاخص سطح برگ با روند جذب تابش مطابقت دارد (Alizadeh *et al*., 2010; Mansoori *et al*., 2013).

در همه تیمارها، شیب خط رگرسیونی برازش یافته به تجمع ماده خشک در مرزه و شبدر ایرانی در برابر مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده، بیانگر کارایی مصرف تابش توسط گیاه بود (Nasiri Mahallati, 2000) و ضریب تبیین در تمامی تیمارها حدود ۰/۹ یا بیشتر به‌دست آمد (شکل ۲ و ۳). بررسی کارایی مصرف تابش گیاه مرزه نشان داد که این مقادیر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت. کارایی مصرف تابش گیاه مرزه در کشت خالص بین ۱/۳۲ تا ۱/۷۰ گرم بر مگاژول و در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص و بین ۲/۶۰ تا ۲/۹۸ گرم بر مگاژول بود (شکل ۲). دلیل این موضوع این است که در زراعت‌های تک‌کشتی، همواره مقادیری از تابش فتوسنتزی به‌دلیل وجود فضاهای خالی در سایه‌انداز تلف می‌شود، ولی در کشت مخلوط، به‌دلیل پوشش بیشتر و مناسب‌تر سطح خاک، این تلفات کاهش یافته و در نتیجه میزان جذب تابش نسبت به تک‌کشتی بیشتر شده و سبب بهبود کارایی مصرف تابش می‌گردد (Mitchell *et al*., 1998). کارایی مصرف نور در تیمارهای کشت خالص مرزه با افزایش تراکم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۲- الف، ۲- ب و ۲- ج)؛ با افزایش تراکم مرزه از ۲۷ به ۸۰ بوته در متر مربع، افزایش میزان مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده و کاهش میزان ماده خشک سبب کاهش کارایی مصرف تابش گردید.

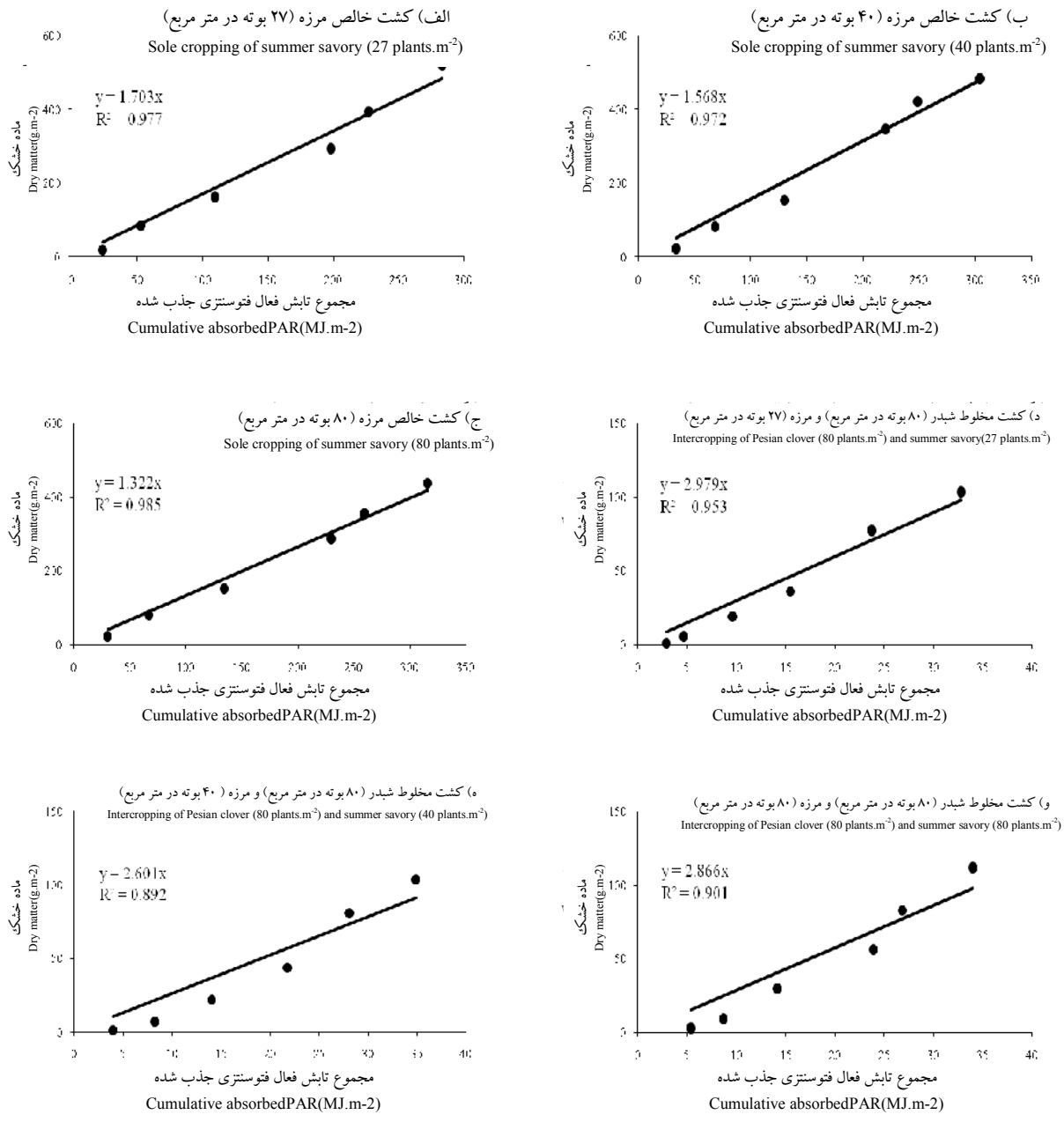
کارایی مصرف تابش گیاه شبدر ایرانی در چین اول بین ۱/۲۹ تا ۱/۷۲ گرم بر مگاژول، در چین دوم بین ۳/۲۳ تا ۳/۴۰ گرم بر مگاژول و در چین سوم بین ۱/۸۷ تا ۳/۴۹ گرم بر مگاژول متغیر بود (شکل ۳). کارایی مصرف تابش در همه چین‌ها در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود، اما این اختلاف در چین دوم معنی‌دار نبود. سایر محققین نیز در آزمایشات خود نتایج مشابهی را گزارش کردند (Tsubo *et al*., 2005; Zhang *et al*., 2008).

در چین اول شبدر که بیشترین دوره رشدی (۱۱۶ روز) را داشت، بیشترین کارایی مصرف تابش در تیمار کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (E) به‌دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. با وجود اینکه شبدر گیاه غالب در این مخلوط بوده و مرزه در زیر پوشش گیاهی شبدر رشد کرد؛ افزایش تراکم مرزه در کشت مخلوط باعث افزایش ضریب ازدحام نسبی مرزه به شبدر و افزایش رقابت نوری در پایین پوشش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

گیاهی بین گونه‌های شبدر و مرزه و در نتیجه کاهش کارایی مصرف تابش شبدر گردید. کارایی مصرف تابش در چین‌های دوم و سوم با وجود کاهش میزان تجمع ماده خشک و کاهش مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده، بیشتر از چین اول بود. این افزایش کارایی به‌دلیل تولید ماده خشک بیشتر نسبت به مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده در یک دوره رشدی کوتاه‌مدت (در چین‌های دوم و سوم



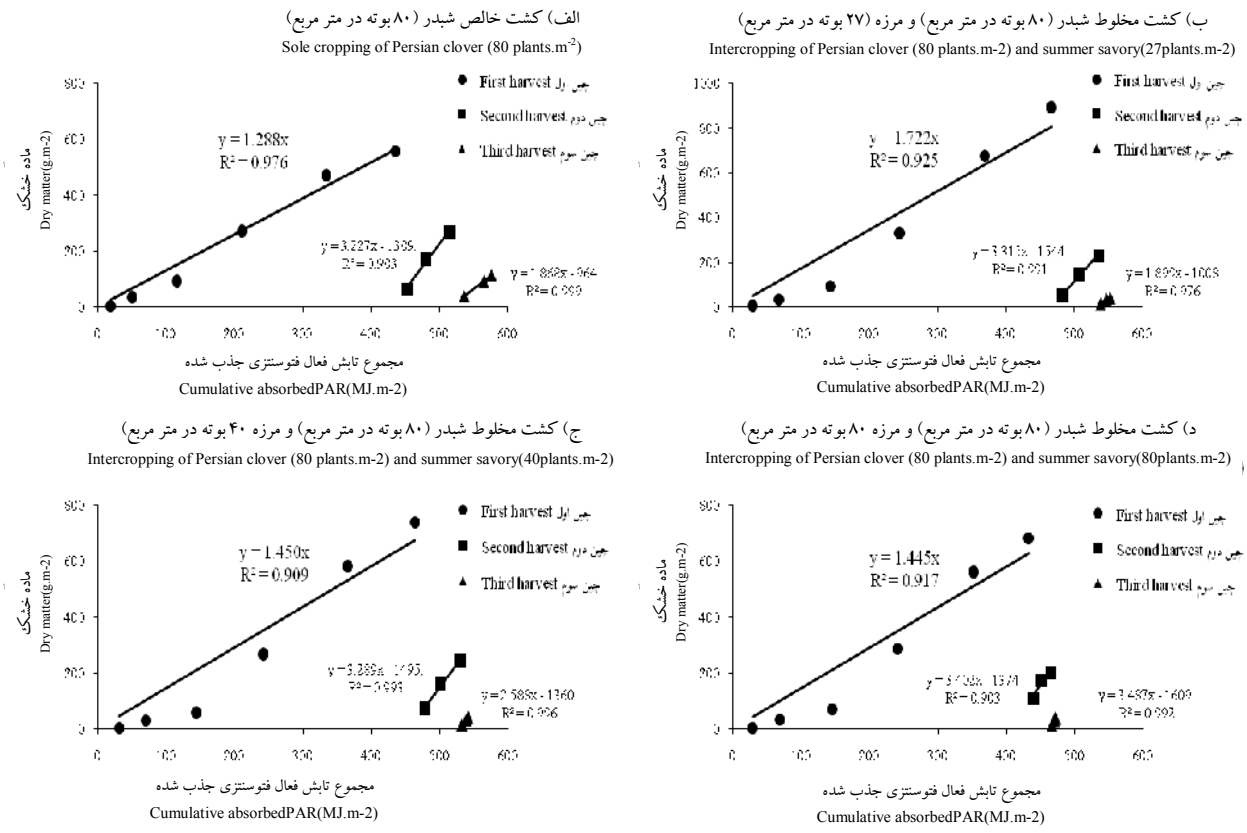
شکل ۲- تأثیر تیمارهای کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بر رابطه رگرسیونی بین مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک در گیاه مرزه

Fig. 2. Effect of intercropping of summer savory and Persian clover treatments on regression equation between cumulative absorbed PAR and dry matter in summer savory

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

به‌ترتیب ۱۴ و ۱۲ روز) بود. در چین سوم شبدر و در بین تیمارهای کشت مخلوط کمترین کارایی مصرف تابش در تیمار کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (E) به‌دست آمد (شکل ۳). شاید بتوان دلیل این موضوع را اینگونه توجیه کرد که بعد از برداشت اول شبدر، گیاه مرزه توانسته از فضای خالی شده استفاده نموده و با بهره‌گیری از منابع، رشد آن افزایش یابد. در تیمارهایی که مرزه با تراکم کمتر کشت شده بود رقابت بین گونه‌ای بین مرزه و شبدر ایرانی، به نفع مرزه بوده و بوته‌های مرزه با توانایی بیشتری از منابع و شرایط محیطی بهره‌برداری کرده‌اند؛ در نتیجه کارایی مصرف



شکل ۳- تأثیر تیمارهای کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بر رابطه رگرسیونی بین مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک در گیاه شبدر ایرانی

Fig.3. Effect of intercropping of summer savory and Persian clover treatments on regression equation between cumulative absorbed PAR and dry matter in Persian clover

تابش در گیاه شبدر کاهش یافته است.

به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که کشت مخلوط باعث بهبود کارایی مصرف تابش برای هر دو گیاه مرزه و شبدر ایرانی شد که این بهبود کارایی در گیاه مرزه نسبت به گیاه شبدر بیشتر نمود داشت. از آنجاییکه مرزه در زیر سایه‌انداز شبدر رشد کرده، سهم زیادی از تابش رسیده به آن از تابش پخشی بوده که معمولا با کارایی بیشتری مصرف می‌شود (Mansoori *et al*., 2013). نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati *et al*., 2011) بیان نمودند که در کشت‌های مخلوط با غالبیت

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

یک گونه، کارایی مصرف تابش گونه‌ای که در شرایط محدودیت نوری قرار دارد افزایش می‌یابد که در این آزمایش گیاه مرزه در شرایط محدودیت نوری قرار داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی به‌دلیل برتری در نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان، ارزش اقتصادی و کارایی مصرف تابش، نسبت به کشت خالص این دو گیاه ارجحیت دارد. کشت مخلوط یکی از روش‌های مدیریت سیستم‌های کشاورزی در جهت افزایش میزان بهره‌وری منابع مورد استفاده است (Ghosh *et al*., 2006). در تیمارهای کشت مخلوط در این آزمایش، بیشتر مقدار تابش جذب شده در پوشش گیاهی مخلوط مربوط به گیاه شبدر بود و حداکثر مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده توسط مرزه در تیمارهای مختلف کشت مخلوط، ۳۴/۰ گرم بر مگاژول به‌دست آمد؛ این در حالی است که حداقل مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده توسط مرزه در تیمارهای مختلف کشت خالص، ۲۸۳ گرم بر مگاژول بود. در این مخلوط چون شبدر گیاه غالب بود و سریعتر سطح زمین را پوشاند، در نتیجه مرزه در مخلوط با شبدر در مقایسه با کشت خالص، موفقیت کمتری برای بهره‌گیری از تابش داشت. کارایی مصرف تابش شبدر ایرانی در همه تیمارها در چین دوم و سوم بیشتر از چین اول بود.

منابع مورد استفاده

References

Adeniyan, O. N., S. R. Akande, M. O. Balogun and J. O. Saka. 2007. Evaluation of crop yield of African yam bean, maize and kenaf under intercropping systems. Am. Eurasia. J. Agric. Environ. Sci. 2(1): 99-102.

Alizadeh, Y., A. Koocheki and M. Nassiri Mahallati. 2010. Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Agroecol. 2(1): 85-94. (In Persian with English abstract).

Awal, M. A., H. Koshi and T. Ikeda. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agric. Forest Meteorol. 139: 74-83.

Beheshti, S. A. and B. Soltanian. 2012. Assessment of inter-and intra- specific competition of sorghum-bean intercropping using reciprocal yield approach. Seed Plant Prod. J. 28(1): 1-17. (In Persian with English abstract).

Gao, Y., A. W. Duan, J. S. Sun, F. S. Li, Z. G. Liu, H. Liu and Z. D. Liu. 2009. Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. Field Crops Res. 111: 65-73.

Ghosh, P. K., M. Mohanty, K. K. Bandyopadhyay, D. K. Painuli and A. K. Misra. 2006. Growth, competition, yields advantage and economics in soybean/pigeonpea intercropping system in semi-arid tropics of India II. Effect of nutrient management. Field Crops Res. 96: 90-97

Goudriaan, J. and H. H. Van Laar. 1994. Modelling Potential Crop Growth Processes. Textbook with Exercises. Kluwer Academic Publishers, Dordrech. Netherlands.

Hassanzadeh Aval, F., A. Koocheki, H. R. Khazaie and M. Nassiri Mahallati. 2011. Effect of plant density on growth characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium*

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

resupinatum L.) intercropping. Iran. J. Field Crops Res. 8(6): 920-929. (In Persian with English abstract).

Hosseinpanahi, F., F. Pouramir, A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati and R. Ghorbani. 2011. Evaluation of radiation absorption and use efficiency in replacement series intercropping of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.). Agroecology. 3(1): 106-120. (In Persian with English abstract).

Keating, B. A. and P. S. Carberry. 1993. Resource capture and use in intercropping: Solar radiation. Field Crops Res. 34: 273-301.

Maffei, M. and M. Mucciarelli. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. Field Crops Res. 84(3): 229-240.

Mansoori, H., L. Mansoori, Kh. Jamshidi, M. Rastgoo and R. Moradi. 2013. Radiation absorption and use efficiency in additive intercropping of maize and bean in Zanjan region. J. Crop Prod. Process. 3(9): 15-27. (In Persian with English abstract).

Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Press, Tehran. 262 pp. (In Persian).

Mirhashemi, S. M. and M. Bannayan Awal. 2012. Model for simulating canola yield under water stress conditions. J. Water Soil. 26(2): 392-403. (In Persian with English abstract).

Mitchell, P. L., J. E. Sheehy and F. I. Woodward. 1998. Potential yields and the efficiency of radiation use in rice. IRRI Discussion Paper Series No. 32, International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

Mukhala, E., J. M. De Jager, L. D. Van Rensburg and S. Walker. 1999. Dietary nutrient deficiency in small-scale farming communities in South Africa: Benefits of intercropping maize and beans. Nutrit. Res. J. 19(4): 629-641.

Nasiri Mahallati, M. 2000. Modelling of Crops Growth Processes. Jahad Daneshgahi, Mashhad Press. 280 pp. (In Persian).

Nassiri Mahallati, M., A. Koocheki and M. Jahan. 2011. Radiation absorption and use efficiency in relay intercropping and double cropping of winter wheat and maize. Iran. J. Field Crops Res. 8: 878-890. (In Persian with English abstract).

Omidbaigi, R. 2005. Producton and Processing of Medicinal Plants. Astan Quds Publication. Vol. 2. 438 pp. (In Persian).

Prasad, R. B. and R. M. Brook. 2005. Effect of varying maize densities on intercropped maize and soybean in Nepal. Exp. Agric. 41(3): 365-382.

Ram, M., D. Ram, A. Prasad, A. A. Naqvi and S. Kumar. 1998. Productivity of late transplanted mint (*Mentha arvensis*) with summer legume intercrops in a sub- tropical environment. J. Medic. Aroma. Plant Sci. 20: 1028-1031.

Tsubo, M. and S. Walker. 2002. A model of radiation interception and use by a maize/bean intercrop canopy. Agric. Forest Meteorol. 110(3): 203-215.

Tsubo, M., S. Walker and H. O. Ogindo. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. Field Crops Res. 93(1): 10-22.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

Van der Meer, J. 1989. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, New York, USA, 237 pp.

Yildirim, E. and I. Guvenc. 2005. Intercropping based on cauliflower: more productive, profitable and highly sustainable. Europ.J Agron. 22: 11-18.

Zaffaroni, E. and A. A. Schneiter. 1989. Water-use efficiency and light interception of semi-dwarf and standard height sunflower hybrids grown in different row arrangements. Agron. J. 81(5): 831-886.

Zhang, L., W. Vander Werf, L. Bastiaans, S. Zhang, B. Li and J. H. Spiertz. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Res. 107: 29-42.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]

Evaluation of advantage, competition and radiation interception and use efficiency of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) intercropping in Mashhad region in Iran

Hassanzadeh-Aval, F[1]., S. M. Mirhashemi[2]., M. Kazemi[3] and M. Banayan-Aval[4]

ABSTRACT

Hassanzadeh-Aval, F., S. M. Mirhashemi., M. Kazemi and M. Banayan-Aval. 2014. Evaluation of advantage, competition and radiation interception and use efficiency of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) intercropping in Mashhad region in Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 16(3):191-208. (In Persian).**

To evaluate advantage, competition and radiation interception and use efficiency in summer savory- Persian clover intercropping as affected by plant density of summer savory under Mashhad conditions in Iran, an experiment was conducted using randomized complete block design with three replications and seven treatments. Treatments were intercropping of Persian clover with 80 plants.m^{-2} and summer savory with 27, 40 and 80 plants.m^{-2} and sole cropping of both crops with abovementioned densities. Results showed that Area Time Equivalent Ratio in all intercropping treatments were more than one. Radiation use efficiency (RUE) of summer savory in sole cropping was between 1.32- 1.70 g.Mj^{-1}, and it was higher in intercropping than sole cropping (between 2.60- 2.98 g.Mj^{-1}). The highest RUE of summer savory was obtained in intercropping of summer savory with 27 plant.m^{-2} and Persian clover. However, in sole cropping treatments by increasing plant density from 27 to 80 plants.m^{-2} cumulative intercepted photosynthetic active radiation increased but dry matter decreased and RUE reduced. RUE of Persian clover, in all harvests, was greater in intercropping than sole cropping. In the first harvest of Persian clover that had the longest growth duration (116 days), the highest RUE was obtained in intercropping of summer savory with 27 plants.m^{-2} and Persian clover. In this treatment increase in dry matter of Persian clover was higher than increase in intercepted photosynthetic active radiation of Persian clover. Therefore, this treatment was identified as suitable intercropping plant density considering RUE, Area Time Equivalent Ratio and Economic value.

Key words: ATER, Clover, Photosynthetic Active Radiation, Plant density and savory.

Received: February, 2014 **Accepted: September, 2014**

1- PhD. Student, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (Corresponding author) (Email: fa_ha140@stu.um.ac.ir)
2- PhD. Student, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, Mashhad, Iran.
4- Associated Prof., Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.3.2]