یافته‌های تحقیقاتی در بهبود
تولیدات گیاهان زراعی
جلد دوم، شماره دوم، سال1395
http://raicp.areo.ir

بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد کشت مخلوط ردیفی کرچک (*Ricinus communis*) با کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

سحر مرید احمدی[1*]، سرور خرم دل[2]، علیرضا کوچکی[3] و جواد شباهنگ[4]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

[2]استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

[3]استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

[4]دکتری بوم شناسی زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

چکیده

کشت مخلوط یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی است که به بهبود جذب و کارایی مصرف منابع توسط گیاهان منجر می‌شود. هدف از این آزمایش بررسی شاخص‌های رشدی گیاه زراعی کرچک در شرایط کشت مخلوط ردیفی با کدو پوست‌کاغذی می‌باشد که در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و 11 تیمار در سال زراعی 94-1393 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارها شامل کشت مخلوط ردیفی ذرت، ذرت شیرین، آفتابگردان، کنجد و کرچک با کدو پوست‌کاغذی و تک‌کشتی آن‌ها بود. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع، شاخص سطح برگ (LAI)، تجمع ماده خشک (TDM)، سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت رشد نسبی (RGR) کرچک بود. اثر تیمارهای کشت مخلوط ردیفی بر روند ارتفاع، شاخص سطح برگ، میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی کشت مخلوط ردیفی کرچک با کدو پوست‌کاغذی نشان داد که این صفات در کشت خالص برتری داشت. بیشترین ارتفاع بوته از کشت خالص با 143 سانتی‌متر بدست آمد. بالاترین CGR, TDM, LAI و RGR به ترتیب با 3/09، 718 ($g.m^{-2}$)، 13/62 ($g.m^{-2}.day^{-1}$) و 0/035 ($g.g^{-1}.day^{-1}$) و بیشترین عملکرد

به میزان 176/69 گرم بر مترمربع از کشت خالص کرچک بدست آمد. بیشترین LER کل در تیمار کشت مخلوط ردیفی کرچک با کدو با 1/25 محاسبه شد. محاسبه شاخص ارزیابی نسبت برابری زمین (1<LER) سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی.[1]

مقدمه

هنگامی‌که دو گونه با ارتفاع بوته، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت به صورت همزمان در کشت مخلوط کاشته می‌شوند، کم‌ترین رقابت را با یکدیگر ایجاد می‌کنند و این موضوع باعث افزایش عملکرد می‌شود (کلیندت آندرسون و همکاران، 2007؛ خان و همکاران، 2005). تشعشع فعال فتوسنتزی[2] جذب شده توسط گیاه بسیار وابسته به شاخص سطح برگ و آرایش قرارگیری آنها در کانوپی بوده که البته اهمیت مورد دوم به مراتب بیشتر از مورد اول می‌باشد (ژنگ و همکاران، 2008). افزایش شاخص سطح برگ امکان جذب بیشتر نور را فراهم می‌آورد و در گیاهانی که برگ‌ها آرایش عمودی‌تری دارند تشعشع موجود به میزان مؤثرتری جذب گیاه می‌شوند و چنین آرایشی اجازه می‌دهد تا مقادیر بیشتری نور به لایه‌های پایین‌تر کانوپی رسیده و فتوسنتز برگ‌های پایین کانوپی در بالاتر از نقطه جبرانی حفظ شود (آوال و همکاران، 2006). بنابراین، آرایش برگ‌ها در کانوپی بسیار مهم بوده و تغییر در ساختار کانوپی از راه تغییر در زاویه برگ‌ها و بهبود آرایش عمودی آنها به همراه افزایش دوام سطح برگ عاملی مؤثر برای افزایش عملکرد گیاهان است (استوارت، 2003). شناخت دقیق فرایندهای فیزیولوژیکی کنترل‌کننده عملکرد و استفاده بهینه از آنها در زراعت سبب افزایش عملکرد بالقوه گیاهان زراعی می شود، شناخت و بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد در تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزای آن از اهمیت زیادی برخوردار است و ثبات آن تعیین‌کننده مقدار ماده خشک تولیدی است که به نوبه خود معیاری از اجزاء عملکرد می باشد. هدف از محاسبه اجزای رشد، تشریح چگونگی واکنش گیاه نسبت به شرایط محیطی است. تجزیه رشد روش با ارزشی در تحلیل کمی رشد و نمو گیاه و تولید محصولات بشمار می‌آید که برای اولین بار توسط بلاکمن (1919) پیشنهاد شد. عواملی که برای تعیین چگونگی رشد اجرای عملکرد استفاده می‌شود، شاخص‌های رشد نامیده شده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (بلاکمن، 1919؛ منافه و کلوپر، 1994). برای تحلیل رشد، اندازه‌گیری دو پارامتر سطح برگ و وزن خشک الزامی است و سایر شاخص‌های رشد از طریق محاسبه به دست خواهد آمد.

*نویسنده مسئول: sahar.ahmadi03@yahoo.com

2- Photosynthetic active radiation

در مطالعات فیزیولوژیک، عامل مؤثر در مقدار ذخیره ماده خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد و هر عاملی که موجب کاهش این شاخص به کمتر از مقدار بهینه آنLAI به عنوان شود، عملکرد را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (ترائوره و همکاران، 2003). افزایش شاخص سطح برگ سبب افزایش در فتوسنتز و در نتیجه عملکرد ماده خشک و دانه بیشتر خواهد شد. تعادل بین اندام های رویشی و زایشی تشکیل دهنده عملکرد امری ضروری است (پارسا و باقری، 2008). مقدار کل ماده خشک تولیدی با افزایش تراکم افزایش می‌یابد. شاخص های رشدی به طور غیرمستقیم تحت تأثیر رقابت می‌باشند، زیرا پدیده رقابت روی سطح برگ و ماده خشک گیاه شدیداً تأثیر می‌گذارد (اصغری، 1385). افزایش انباشت ماده خشک در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی در کشت مخلوط ذرت و لوبیا (کوچکی و همکاران، 1388)، کنجد و نخود (پورامیر و همکاران، 1389) و زنیان و شنبلیله (میرهاشمی و همکاران، 1388) گزارش شده است. سرعت رشد اجزای مخلوط سویا و لوبیای سودانی (*Cajanus cajan* L.) در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط گزارش شده است (گاش و همکاران، 2006). در آزمایشی روی کشت مخلوط لوبیا و ذرت، مشخص شد که بیشترین میزان ماده خشک تجمعی در تیمارهای کشت مخلوط و کمترین میزان آن در تیمار کشت خالص بدست آمد (رضوان بیدختی، 1383). حسن زاده اول و همکاران (1391) گزارش کردند که مقادیر وزن خشک در همه تراکم‌های کشت خالص مرزه به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط با شبدر بود. به نظر می‌رسد چون گیاه مرزه در کشت مخلوط همراه با گیاهی قرار گرفت که از توانمندی و ظرفیت بیشتری در اشغال فضای کانوپی برخوردار بود، باعث شد جذب نور و در نهایت رشد این محصول تحت تأثیر قرار گیرد. نتایج تحقیق ولایتی و همکاران (1389) در بررسی اثر تراکم پنبه و سلمه تره (*Chenopodium album*) بر برخی ویژگی های رشدی پنبه در منطقه بیرجند نشان داد که به طور کلی سرعت رشد محصول پنبه به علت افزایش تراکم بیشتر شد. افزایش سطح برگ (سطح دریافت کننده تشعشع) و بسته شدن زودتر تاج پوشش در تراکم‌های بالاتر می‌توانند توجیه‌کننده این مطلب باشند. ظریف‌پور (1389) در تحقیقی روی کشت مخلوط زیره سبز و نخود، بیشترین سرعت رشد محصول را در کشت خالص زیره سبز گزارش کرد. حمزه‌ئی و سیدی (1393) در مطالعه‌ای بر روی شاخص‌های رشد پوشش گیاهی در کشت خالص و مخلوط نخود و جو (*Hordeum vulgare*) در شرایط رقابت با علف‌های هرز اعلام کردند که بالاترین سرعت رشد نسبی مربوط به کشت مخلوط بود. باقری و همکاران (1391) در بررسی ارزیابی شاخص های رشد سویا، ریحان رویشی (*Ocimum basilicum*) و گاوزبان اروپایی (*Officinalis borago*) در نسبت های مختلف کشت مخلوط اعلام کردند که سرعت رشد نسبی سویا در نسبت‌های 75:25 سویا: ریحان و سویا: گاوزبان نسبت به سایر

تیمارها برتری داشت و با افزایش سهم سویا از میزان آن کاسته شد. نصرالله‌زاده و همکاران (1390) نیز روند مشابه‌ای را برای سرعت رشد نسبی باقلا (*Faba vulgaris*) گزارش کردند. یکی از موضوعات مهم این‌ست که افزایش عملکرد به راحتی و بدون استفاده از نهاده‌های پر هزینه بدست می‌آید (مظاهری 1377) که شاید یکی از مهمترین مزایای کشت مخلوط بر پایه کشاورزی پایدار و پایداری عملکرد تلقی شود. قنبری و همکاران (1389) گزارش کردند که میزان نور در کشت مخلوط ذرت-کدو در مراحل انتهایی رشد به دلیل ارتفاع زیاد و توسعه تاج پوشش گیاهی ذرت، بیشتر توسط سایه-انداز این گیاه جذب شده و میزان نور عبوری کاهش می‌یابد و از طرفی، پیری و ریزش برگ‌های کدو باعث کاهش استفاده بهینه از نور عبوری شد که عملکرد را تحت تأثیر قرار داد. پورامیر و همکاران (1389) در آزمایش چهار ترکیب مختلف کشت مخلوط نخود و کنجد بیان کردند که بیشترین عملکرد دانه ار تک‌کشتی نخود بدست آمد و کمترین میزان عملکرد دانه از ترکیب (75 درصد کنجد+ 25 درصد نخود) بدست آمد.

از آنجا که کشت مخلوط با گیاهان دارویی از راه انتخاب مناسب گونه‌های گیاهی می‌تواند نقش مؤثری بر بهبود رشد و عملکرد به همراه داشته باشد و پایداری را برای بوم نظام‌های زراعی به همراه بیاورد، هدف از این پژوهش مقایسه‌ی اثر کشت مخلوط ردیفی دو گونه‌ی زراعی کرچک با کدو پوست‌کاغذی بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه کرچک بود.

~~از آنجا که بهره‌گیری از کشت مخلوط با گیاهان دارویی از طریق انتخاب مناسب گونه‌های گیاهی می‌تواند نقش مؤثری بر بهبود رشد، و عملکرد به همراه داشته باشد و پایداری را برای بوم نظام‌های زراعی به همراه بیاورد، هدف از این مطالعه مقایسه اثر کشت مخلوط ردیفی دو گونه زراعی کرچک و کدو پوست‌کاغذی بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه کرچک بود.~~

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی 59°28'E، عرض جغرافیایی 36°15'N و ارتفاع 985 متر از سطح دریا در سال زراعی 94-1393 انجام گرفت. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و 11 تیمار در زمینی با مساحت 1396 متر مربع اجرا شد. تیمارهای کشت مخلوط ردیفی شامل ذرت، ذرت شیرین، آفتابگردان، کنجد و کرچک با کدو پوست کاغذی و تک کشتی آنها بود. عملیات آماده-سازی زمین شامل شخم، دو دیسک عمود بر هم و تسطیح توسط لولر در اردیبهشت ماه 1393 انجام شد. گونه‌های ذرت، ذرت شیرین، آفتابگردان، کنجد و کرچک به ترتیب با تراکم‌های 8، 6، 12، 50 و 4

بین ردیف‌های کدو پوست کاغذی با تراکم 4/5 بوته در متر مربع به صورت ردیفی و یک در میان کاشته شد. بلافاصله پس از کاشت اولین آبیاری به شیوه نشتی صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی در طی فصل رشد به فاصله هر هفت روز یک بار تا پایان فصل رشد ادامه یافت. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها عملیات تنک کردن و واکاری در مرحله 4-3 برگی به منظور ایجاد تراکم کاشت مطلوب و مورد نظر هر گیاه انجام شد. نیمی از کرت به اندازه‌گیری‌های تخریبی در طول فصل رشد و نیم دیگر برای عملکرد اختصاص داده شد. به منظور تعیین شاخص‌های رشد شامل شاخص سطح برگ و میزان تجمع ماده خشک، از 20 روز پس از سبز شدن، نمونه‌برداری از سطح سه بوته برای کدو پوست کاغذی و پنج بوته برای ذرت، ذرت شیرین، آفتابگردان، کرچک و هفت بوته برای کنجد به طور تقریبی هر دو هفته یکبار انجام شد. در این زمان ارتفاع نیز اندازه گیری و برای تعیین شاخص سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج (LI_{3100} C)[3]، استفاده شد. به‌منظور تعیین وزن خشک گیاه، ابتدا برگ‌ها از ساقه هر نمونه گیاهی جدا و سپس درون پاکت‌های کاغذی قرار داده شد. بعد از آن پاکت‌ها به مدت 48 تا 72 ساعت بر حسب گیاه مورد نظر در دمای 75 درجه سانتی‌گراد درون آون گذاشته و پس از آن، وزن خشک اندازه‌گیری شد. در این مقاله از درج جنبه‌های فیزیولوژیک سایر گیاهان به دلیل افزایش حجم مقاله صرف نظر شده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها، نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS ver.19 تجزیه شدند. رسم نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel 2013 انجام گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. به منظور برازش داده‌های شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد از نرم‌افزار Slide write 2.0 استفاده شد.

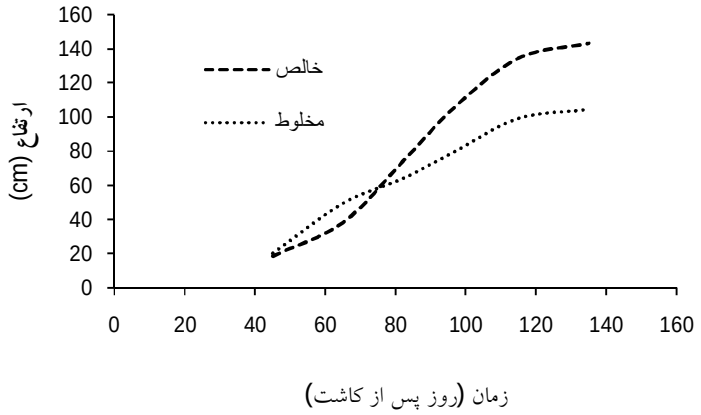
نتایج و بحث

شاخص‌های رشدی و عملکرد دانه گیاه کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی

[3]- Leaf area meter

ارتفاع

با گذشت زمان ارتفاع بوته کرچک در تیمار کشت مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی افزایش یافت و در حدود 135 روز پس از سبز شدن به حداکثر میزان خود رسید. در این زمان، بیشترین ارتفاع بوته در کشت خالص با 143 سانتی‌متر مشاهده گردید که 37/5 درصد نسبت به کشت مخلوط آن افزایش داشت (شکل 1).



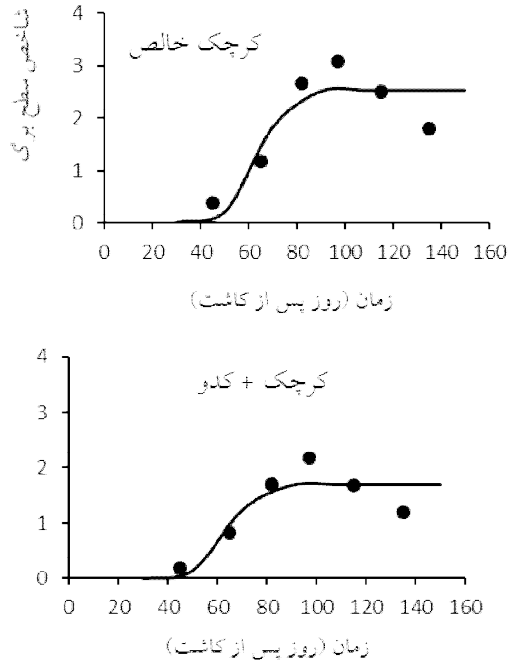
شکل 1. روند تغییرات ارتفاع بوته کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی

ارتفاع بوته و فاصله اولین گل‌آذین از زمین مهم‌ترین خصوصیات مورفولوژیکی کرچک است که در برداشت مکانیزه مؤثر می‌باشند. محل اولین گل‌آذین در کرچک بین گره‌های ششم تا دوازدهم متفاوت است (سپاسخواه و ایلام پور، 1996). به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع کرچک در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط ردیفی با کدو به دلیل تراکم بالاتر بوته و تا حدودی سایه‌اندازی بوته‌ها بر روی یکدیگر بوده که در نتیجه باعث افزایش رقابت برای جذب نور شده که در نتیجه باعث تحریک رشد و افزایش ارتفاع شده است. بوته‌های کلزا در تک‌کشتی ارتفاع بیشتری نسبت به بوته‌های کلزا در کشت مخلوط با نخود فرنگی داشت، به طوری‌که کشت خالص کلزا، بیشترین ارتفاع (157 سانتیمتر) را داشت. این افزایش ارتفاع ممکن است به دلیل انبوهی بیشتر کلزا در کشت خالص و رقابت بیشتر بوته‌ها بر سر عامل نور باشد (بهارلوئی و فلاح، 1394). نادری و همکاران (1389) گزارش کردند که بیشترین ارتفاع

بوته بامیه (164/7 سانتی‌متر) در الگوی کشت خالص و کمترین ارتفاع بوته (146/91 سانتی متر) در کشت مخلوط با بامیه داخل ردیف‌های خیار بدست آمد. در این راستا آگگنهو و همکاران (2006) در کشت مخلوط جو و باقلا نشان دادند که ارتفاع بوته باقلا در کشت مخلوط به دلیل رقابت برون‌گونه‌ای به طور معنی‌داری کاهش یافت.

شاخص سطح برگ

بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار تک کشتی (3/09) بود که نسبت به کشت مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی 43 درصد بیشتر است (شکل 2).

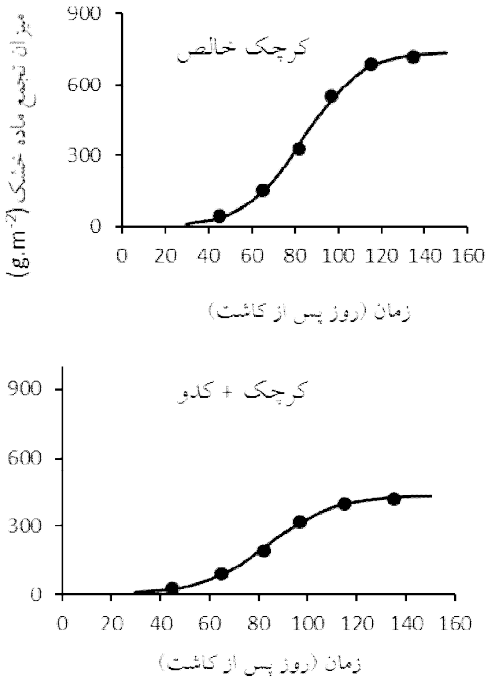


شکل 2. روند تغییرات شاخص سطح برگ کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی

عموماً روند رشد سطح برگ گیاهان در فصل رشد به صورت غیر خطی (لجستیکی) می‌باشد، به طوری‌که در نیمه دوم فصل رشد به حداکثر خود می‌رسد و سپس با از بین رفتن برگ‌های پیر کاهش می‌یابد و این زمانی است که تولید برگه‌ای جدید کفاف سطح برگ از دست رفته را نمی‌دهد (جهان، 2012). شاخص سطح برگ بامیه در تک کشتی بیشتر از کشت مخلوط آن با کاساوا گزارش شده است. علت این کاهش در تیمارهای مخلوط به افزایش رقابت بین گونه‌ای بین بامیه و کاساوا ارتباط داده شد (مونکه و امباه، 2007). خاموشی (1392) در تحقیقی اظهار داشت به دلیل تراکم بیشتر و اختصاص افزونتر فضا، کشت خالص نسبت به تیمارهای کشت مخلوط، بالاترین شاخص سطح برگ را به خود اختصاص داد و تیمارهای کشت مخلوط شاخص سطح برگ کمتری را دارا بودند.

میزان تجمع ماده خشک

همان طور که در شکل 3 ملاحظه می‌شود روند تغییرات ماده خشک به صورت افزایشی بود. بیشترین مقدار تجمع ماده خشک در کشت خالص کرچک با مقدار 718 گرم بر متر مربع بود که نسبت به کشت مخلوط 71 درصد بیشتر است (شکل 3).



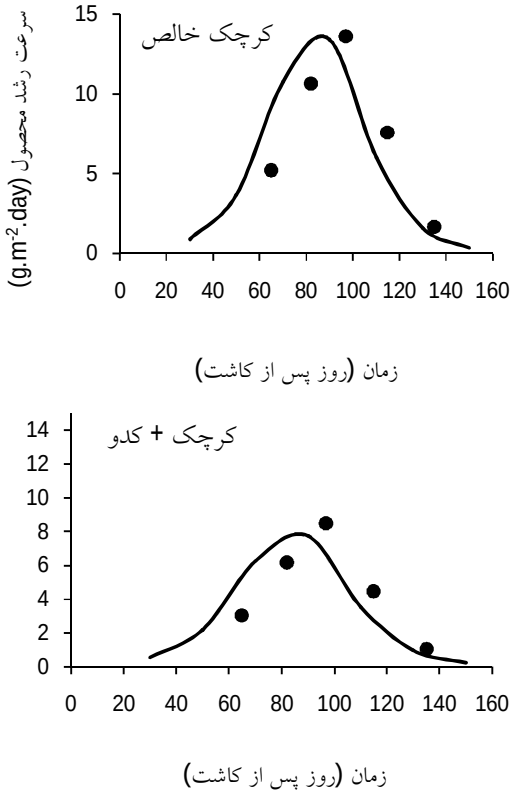
شکل 3. روند تجمع ماده خشک کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی

باقری شیروان و همکاران (1393) بیان کردند که در شرایط تداخل علف هرز، تجمع ماده خشک سویا در کشت خالص سویا بیشتر از تیمارهای مخلوط با دو گیاه ریحان و گاوزبان اروپایی بود. کاهش میزان تجمع ماده خشک سویا در حضور توام تاج خروس و تاتوره در تیمارهای مخلوط نسبت به تک‌کشتی به دلیل افت شدید منابع غذایی نیز گزارش شده است (زعفریان و همکاران، 2009). کاهش معنی‌دار میزان تجمع ماده خشک گندم و ذرت در شرایط کشت مخلوط نسبت به کشت خالص نیز گزارش شده است. در کشت‌های مخلوط تأخیری در مقایسه با کشت‌های خالص، دوره کند رشد گیاهچه‌های ذرت در طی دوره پر شدن دانه‌های گندم سپری شده و در نتیجه رشد خطی ذرت بلافاصله بعد از برداشت

گندم آغاز گردید. به نظر می‌رسد که طی شدن دوره رشد نمایی ذرت در سایه‌انداز گندم مزیتی برای کشت مخلوط این دو گونه محسوب شود (نصیری محلاتی و همکاران، 2011). خرم دل و همکاران (1393) گزارش کردند که بیشترین وزن خشک در کشت خالص لوبیا و کمترین میزان برای تیمار 100% زنیان + 50% لوبیا مشاهده شد.

سرعت رشد محصول

سرعت رشد محصول کرچک در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب درصد کمی از نور خورشید، به طور نسبی پایین بود و با گذشت زمان و افزایش سرعت نمو، توسعه سطح برگ بهبود یافت که این امر احتمالاً کاهش تلفات نوری را به دنبال داشته است. روند افزایش CGR، در تمام تیمارها تا 97 روز پس از سبز شدن افزایش و سپس با نزدیک شدن به مراحل رسیدگی و زرد شدن اندام‌های فتوسنتزی و تخصیص مواد فتوسنتزی به مخازن زایشی کاهش یافت (شکل 4). بیشترین و کمترین میزان CGR کرچک به ترتیب برای کشت خالص کرچک و کشت مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی برابر با 13/62 و 8/45 گرم بر مترمربع در روز مشاهده شد که کشت خالص 61 درصد نسبت به کشت مخلوط افزایش داشت. به نظر می‌رسد که بالاتر بودن سرعت رشد کرچک (شکل 4) در کشت خالص احتمالاً به علت بالاتر بودن شاخص سطح برگ (شکل 2) و متعاقب آن بالاتر بودن میزان تجمع ماده خشک (شکل 3) در مقایسه با کشت مخلوط می‌باشد.

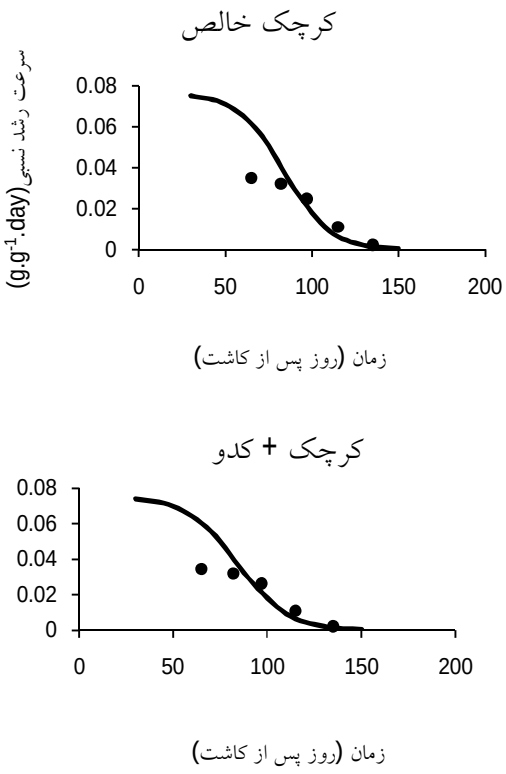


شکل 4. روند تغییرات سرعت رشد محصول کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی

سرعت رشد محصول به بهترین شکل مفهوم رشد را می‌رساند و سرعت تولید را در واحد سطح زمین در زمان مشخص ساخته و اثر بر هم کنش تنفس و فتوسنتز را نشان می‌دهد (کریمی و سیدیکو، 1995). ترابی جفررودی و همکاران (1386) نیز اظهار داشتند که با کاهش فاصله بین دو بوته در ردیف و یا افزایش تراکم کاشت بر میزان سرعت رشد لوبیا افزوده شد.

سرعت رشد نسبی

در شکل 5 سرعت رشد نسبی که مشتق دوم معادله سیگموییدی روند تجمع ماده خشک کرچک است در کشت مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی نشان داده شده است. بالاترین سرعت رشد نسبی در 65 روز پس از سبز شدن مربوط به تیمار کشت خالص کرچک (0/035 گرم بر گرم در روز) و کمترین میزان متعلق به کشت مخلوط کرچک با کدو (0/034 گرم بر گرم در روز) بود (شکل 5).

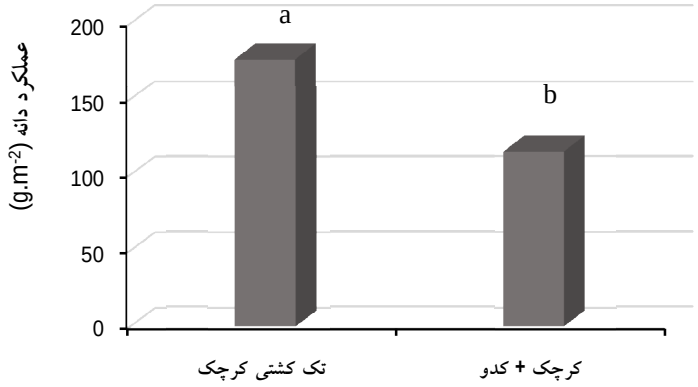


شکل 5. روند تغییرات سرعت رشد نسبی گیاه کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی

باقری و همکاران (1391) در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که سرعت رشد نسبی سویا و گاوزبان در تمامی نسبت‌های کاشت مخلوط در طول زمان روند نزولی داشت. به طوریکه تیمارهای تک کشتی سویا از کمترین میزان سرعت رشد نسبی برخوردار بودند که احتمالاً به دلیل شدت بالای رقابت درون گونه‌ای در تراکم‌های بالاتر سویا و وجود فضای کافی برای رشد و نمو در تراکم‌های پایین آن باشد.

عملکرد دانه

عملکرد دانه ($p\leq0/01$) کرچک به طور معنی‌داری تحت تأثیر کشت مخلوط ردیفی با کدوپوست کاغذی قرار گرفت. میزان افزایش عملکرد دانه کرچک در کشت خالص نسبت به مخلوط 53 درصد محاسبه گردید (شکل 6).



شکل 6. مقایسه میانگین عملکرد دانه کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدو پوست کاغذی

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن دارند ($p\leq0/05$).

در شرایطی که کشت دو گیاه در یک زمان انجام می‌گیرد، رقابت برای منابع رشد شدیدتر است و از این رو کاهش عملکرد دو گیاه در این گونه نظام‌ها بیشتر به چشم می‌خورد. در مطالعه کوچکی و همکاران (1391ب) روی الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی دو گیاه گاو زبان اروپایی و لوبیا،

بیشترین و کمترین عملکرد اقتصادی لوبیا به ترتیب در کشت خالص و الگوی چهار ردیفی با 4/46 و 30/2 تن در هکتار مشاهده شد. بررسی‌های مختلف نشان داده است که در صورت انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب در کشت مخلوط، جذب آب و مواد غذایی به دلیل تفاوت در توانایی رقابت بین گیاهان مختلف افزایش می یابد (هائوگارد- نیلسون و همکاران، 2001). لیبمن و دوایز (2000) در بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا به نتایج مشابهی دست یافتند، در این بررسی نیز کشت مخلوط ذرت و لوبیا نسبت به تک کشتی این گیاهان دارای عملکرد اقتصادی بالاتری بود. اگگنهو و همکاران (2006) نیز در بررسی کشت مخلوط جو و باقلا، افزایش عملکرد را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی دو گیاه گزارش کردند. حسینی و همکاران (1382) مشاهده نمودند که کاهش تراکم لوبیا چشم بلبلی در مخلوط با ارزن علوفه‌ای موجب افت عملکرد در مقایسه با کشت خالص شد.

نسبت برابری زمین (LER) کرچک در کشت خالص و مخلوط ردیفی با کدوپوست کاغذی

اثر تیمارهای کشت مخلوط ردیفی بر نسبت برابری زمین جزئی و کلی کرچک مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همان طور که در شکل 7 مشاهده می‌شود، LER کل در تیمار کشت مخلوط ردیفی ذرت شیرین با کدو پوست کاغذی بالاتر از یک بود که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی است. بیشترین LER کل در تیمار کشت مخلوط ردیفی کرچک با کدو با 1/25 بدست آمد (شکل 7). اگر مقدار شاخص LER مساوی یک باشد نشانگر حد بحرانی آن بوده و در این حالت اختلافی بین کشت مخلوط و تک‌کشتی از نظر عملکرد وجود ندارد. مقادیر بزرگتر از یک بیانگر مزیت مخلوط، و مقادیر کمتر از یک بیانگر مزیت تک‌کشتی خواهد بود. رضوان بیدختی (1383) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کرد که مقادیر نسبت برابری زمین تا 1/9 در کشت مخلوط ردیفی دو گونه افزایش پیدا کرد. در کشت مخلوط ذرت شیرین و ماش نیز، نسبت برابری زمین 1/08 از تیمار 25 درصد ذرت شیرین: 75درصد ماش و نسبت برابری زمین 1/03 از تیمار 75 درصد ذرت شیرین: 25درصد ماش گزارش شده است (سرلک و آقاعلیخانی، 1388).

شکل 7. مقایسه میانگین LER جزئی تیمارهای کشت مخلوط ردیفی کرچک با کدو پوست کاغذی

نتیجه‌گیری نهایی

برای دستیابی به حداکثر بازده در کشت مخلوط با وجود مزایای بی‌شمار آن، انتخاب مناسب گیاهان از اهمیت بالایی برخوردار است، چرا که جذب نور عامل اصلی در رشد و فتوسنتز گیاهان محسوب می‌شود. اثر تیمارهای کشت مخلوط ردیفی بر روند ارتفاع، شاخص سطح برگ، میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی کرچک با کدو پوست کاغذی نشان داد که این صفات در کشت خالص برتری داشت. بالاترین عملکرد دانه کرچک از کشت خالص با میزان 176/69 گرم بر متر مربع مشاهده شد. بالاتر بودن عملکرد در کشت خالص به دلیل تعداد بوته بیشتر نسبت به کشت مخلوط است. گیاهان کشت مخلوط با خصوصیات مورفولوژیکی متفاوت چنانچه در مجاورت یکدیگر کشت شوند، قادر خواهند بود که از عوامل محیطی استفاده بهینه نمایند و در نتیجه عملکرد کل در واحد سطح افزایش خواهد یافت. محاسبه شاخص ارزیابی نسبت برابری زمین (1/25) سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را نشان داد. بر این اساس، از آنجا که کشت مخلوط یکی از روش‌های مدیریت تولید محصولات گیاهان دارویی است که در راستای رسیدن به کشاورزی پایدار و

عملکرد مطلوب با حداقل مصرف یا بدون مصرف نهاده‌های خارجی اجرا می‌گردد، توصیه می‌شود که توسعه کشت و کار گیاهان دارویی به صورت کشت مخلوط به منظور بهبود ویژگی‌های اکولوژیکی آن‌ها در بوم نظام‌های زراعی مد نظر قرار گیرد.

منابع:

۱. اصغری، ج.، زراعی، ب.، و برزگری، م. 1385. اثرتراکم و الگوی کاشت بر برخی صفات، عملکرد و اجزای عملکرد دوهیبرید ذرت. مجله علوم وصنایع کشاورزی. 20 (3): 123-132.

۲. باقری شیروان، م.، زعفریان، ف.، بیچرانلو، ب.، اسدی، ق. 1393. بررسی نسبت‌های مختلف جایگزینی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) با دو گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) در شرایط تداخل علف هرز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. 6 (1): 70 تا 83.

۳. باقری، م.، زعفریان، ف.، اکبرپور، و.، اسدی، ق.، و بیچرانلو، ب. 1391. ارزیابی شاخص¬های رشد سویا، ریحان رویشی و گاوزبان اروپایی در نسبت های مختلف کشت مخلوط. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. 19 (3): 1 تا 26.

٤. بهارلویی، س.، و فلاح، س. ا. 1394. بهینه‌سازی مصرف نیتروژن برای رشد و عملکرد کلزا و نخودفرنگی در کشت مخلوط. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. 17: 31 تا 41.

٥. پارسا، م.، و باقری، ع. 1387. حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 528 ص.

٦. پورامیر، ف.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، و قربانی، ر. 1389. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط سری های جایگزینی. پژوهش های زراعی ایران. 5 (8): 747 تا 757.

۷. ترابی جفرودی، آ.، حسن‌زاده، ع.، فیاض مقدم، ا. 1386. اثرات تراکم کاشت بر برخی از خصوصیات مورفولوژیک در دو رقم لوبیا قرمز. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. 74: 63 تا 71.

۸. جوانشیر، ع.، دباغ محمدی‌نسب، ع.، حمیدی، ا.، قلی‌پور، م. (ترجمه). 1379. جان وان درمیر. اکولوژی کشت مخلوط. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۹. حسن زاده اول، ف.، کوچکی، ع. ر.، خزاعی، ح. ر.، و نصیری محلاتی، م. 1391. اثر تراکم بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد مرز (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) در کشت مخلوط. پژوهش¬های زراعی ایران. 10 (1): 75 تا 83.

۱۰. حسینی، س. م.، مظاهری، د.، جهان سوز، م. ر.، و یزدی صمدی، ب. 1382. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزان علوفه ای و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. پژوهش و سازندگی، 16 (2): 60 تا 67.

۱۱. حمزه‌ئی، ج. 1391. ارزیابی عملکرد، شاخص، SPAD، کارایی استفاده از زمین و شاخص بهره وری سیستم در کشت مخلوط جو و گاودانه. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. 4: 79 تا 91.

۱۲. خاموشی، ا. 1392. مقایسه نسبت¬های مختلف کاشت لوبیا و رازیانه در مخلوط¬های افزایشی و جایگزینی. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۳. خرم‌دل، س.، محمودی، ق.، عبدالهی، ف.، و حسن‌زاده، ح. 1393. ارزیابی شاخص‌های رشد و تنوع علف‌های هرز در سری‌های جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط زنیان

(*Trachyspermum ammi* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). فصلنامه پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی. 1 (3): 59 تا 70.

۱۴. رضوان بیدختی، ش. 1383. مقایسه ترکیب¬های مختلف کشت در مخلوط ذرت و لوبیا. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۵. سرلک، ش.، و آقاعلیخانی، م. 1388. اثر تراکم بوته و نسبت اختلاط بر عملکرد کشت مخلوط ذرت شیرین و ماش سبز. مجله علوم زراعی ایران. 11 (4): 367- 380.

۱۶. ظریف پور، ن. 1389. ارزیابی شاخص های کشت مخلوط زیره سبز و نخود با تاکید بر روش افزایشی و جانشینی. پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۷. قنبری، ا.، غدیری، ح.، غفاری مقدم، م.، و صفری، م. 1389. بررسی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و کدو (*Cucurbita* sp.) و اثر آن بر کنترل علف های هرز. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. 41 (1): 43 تا 55.

۱۸. کوچکی، ع. ر.، شباهنگ، ج.، خرم‌دل، س.، و امین غفوری، ا. 1391. بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. 4 (1): 1 تا 11.

۱۹. کوچکی، ع.، للهگانی دزدکی، ب.، و نجیب نیا، س. 1388. ارزیابی تولید در کشت مخلوط لوبیا و ذرت. پژوهش¬های زراعی ایران. 7 (2): 605- 614.

۲۰. مظاهری، د. 1377. زراعت مخلوط. چاپ دوم انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۲۱. میرهاشمی، س. م.، کوچکی، ع. ر.، پارسا، م.، و نصیری محلاتی، م. 1388. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. مجله پژوهش¬های زراعی ایران، 7 (1): 259 تا 269.

۲۲. نادری، ر. ا.، کاشی، ع.، و سام دلیری، م. 1389. بررسی رشد و عملکرد خیار و بامیه در روش کشت مخلوط. بوم‌شناسی گیاهان زراعی (دانش نوین کشاورزی). 19 (6): 89 تا 100.

۲۳. نصرالله زاده اصل، ع.، ولیزادگان، ا.، جلیلی، ف.، و چاوشقلی، ع. 1390. ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چیتی به روش افزایشی و جایگزینی. پژوهش در علوم زراعی. 4 (13): 115 تا 129.

۲٤. ولایتی، م.، زمانی، غ. ر.، و جامی الاحمدی، م. 1389. بررسی اثر تراکم پنبه (Gossypium hirsutum) و سلمه تره (Chenopodium album) بر برخی ویژگی‌های رشدی پنبه در منطقه بیرجند. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. 8 (1): 147 تا 156.

25. Agegnnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo. W. 2006. Yield performance and land use bean mixed cropping in Ethiopian highlands. Europe Journal Agronomy. 25: 202-207.
26. Awal, M. A., Koshi, H., Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/ peanut intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology. 139: 74-83.
27. Black, C., Ong, C. 2000. Utilization of light and water in tropical agriculture. Agriculture, Forest and Meteorology. 104: 25-32.
28. Blackman, V.H. 1919. The compound interest law and plant growth. Annals of Botany. 33: 353-360.
29. Gardner, F.P., Pearce, R. B., Mitchell, R. L. 1986. Physiology of Crop Plant. Iowa State University Press.327pp.
30. Ghosh, P.K., Mohanty, M., Bandyopadhyay, K.K., Painuli, D.K., and Mirsa, A.K. 2006. Growth, competition, yield advantage and economics in soybean/ pigeonpea intercropping system in semi-arid tropics of India I. Effect of subsoiling. Field Crop Res. 96: 80-89.

31. Hauggard-Nielson, H., Ambus, P., and Jensen, E. S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea barley intercropping. Field Crop Research. 70: 101-109.
32. Jahan, M., Amiri, M. B., Ehyaei, H. R. 2012. Absorption and radiation use efficiency of sesame affected bybiological fertilizers in a low-input agroecosystem. Iranian Journal of Field Crops Research. 2 (10): 435- 447.
33. Khan. M., Khan, R., Wahab, A., Rashid, A. 2005. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of chickpea, lentil and rapeseed in different proportions. Pakistan Journal of Medical Sciences, 42 (3-4): 1-3.
34. Klindt Andersen, M., Hauggaard-Nielsen, H., Weiner, J. Steen Jensen, E. 2007. Competitive dynamics in two and three component intercrops. Journal of Applied Ecology. 44: 545-551.
35. Liebman, M., and Davis, A. S. 2000. Integration of soil, crop and weed management in Low input farming systems. Weed Research. 40: 27-47.
36. Manaffee, W. F., Kloepper, J. W. 1994. Applications of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture.In: Soil biota management in sustainable farming syshoots, Pankburst, C. E. , Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R., and Grace, P. R., eds pp:23-31. CSLRO, pub. East Melbourne: Australia.
37. Muoneke, C.O., and Mbah, E.U. 2007. Productivity of cassava/okra intercropping systems as influenced by okra planting density. African J. AgricRes. 2: 223-231.
38. Nasiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Jahan, M. 2011. Raddiation absorption and use efficiency in relay intercropping and double cropping of winter wheat and maize. Iranian Journal of Field Crops Research. 8 (6): 878-890.

39. Sepaskhah, A. R., and Ilampour, S. 1996. Relationships between yield, crop water stress index (CWSI) and transpiration of cowpea (*Vigna sinesis* L.). Agronomy Agriculture Environtment. 16: 269-279.
40. Stewart, D. W., Costa, C., Dwyer, D. L., Smith, R. I., Hamliton, B. L. 2003. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. Agronomy Journal. 95: 1465-1474.
41. Traore, S., Mason, S. C., Martin, A. R., Mortensen, D. A., Spotanski, J. J. 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. Agronomy journalJournal. 95: 1602-1607.
42. Zaefarian, F., Aghaalikahni, M., Rahimian Mashhadi, H., Zand, E., Rezvani, M. 2009. Yield and growth indices of corn/soybean intercrop under simultaneous competition of redroot pigweed and jimsonweed. Iranian Journal of Weed Science. 5: 107-125.
43. Zhang, L., Vanderwerf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Spiertz, J. H. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Research. 107: 29-4.