

مطالعه شاخص‌های رشد پوشش گیاهی در کشت خالص و مخلوط نخود و جو

در شرایط رقابت علف‌های هرز

جواد حمزه‌ئی^{1*}، محسن سیدی²

تاریخ دریافت: 92/03/18 تاریخ پذیرش: 93/07/01

1- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

2- کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

*مسئول مکاتبه: Email: j.hamzei@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کشت مخلوط نخود و جو بر برخی شاخص‌های رشد پوشش گیاهی، آزمایشی در سال زراعی 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام گرفت. آزمایش با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در 3 تکرار اجرا شد. کنترل علف‌هرز به عنوان عامل اصلی در دو سطح عدم وجین علف‌هرز و وجین علف‌هرز و الگوهای مختلف کاشت در 9 سطح کشت خالص نخود (PT₁)، کشت خالص جو (PT₂)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 100% جو (PT₃)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 75% جو (PT₄)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 50% جو (PT₅)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 25% جو (PT₆)، کشت مخلوط جایگزینی 25% نخود + 75% جو (PT₇)، کشت مخلوط جایگزینی 50% نخود + 50% جو (PT₈)، کشت مخلوط جایگزینی 75% نخود + 25% جو (PT₉) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. عدم وجین علف‌های هرز باعث کاهش شاخص‌های رشد پوشش گیاهی شد. به طوریکه، این کاهش در شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و سرعت رشد محصول به ترتیب 11، 15 و 17 درصد بود. در میان الگوهای کشت نیز کمترین میزان شاخص سطح برگ (1/77)، ماده خشک کل (606/90 گرم در متر مربع) و سرعت رشد محصول (18/84 گرم بر متر مربع در روز) متعلق به تیمار تک کشتی نخود بود. با انجام کشت مخلوط بر میزان این ویژگی‌ها افزوده شد و در تیمار PT₃ به حداکثر مقدار خود رسید. مقدار شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و سرعت رشد محصول در این تیمار به ترتیب برابر 4/69، 1110/40 گرم بر متر مربع و 34/47 گرم بر متر مربع در روز بود. بطور کلی و بر اساس نتایج، کشت مخلوط نخود و جو باعث بهبود شاخص‌های رشد پوشش گیاهی نسبت به تک کشتی شد.

واژه‌های کلیدی: چند کشتی، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، عملکرد

Study of Canopy Growth Indices in Mono and Intercropping of Chickpea and Barley Under Weed Competition

Javad Hamzei^{1*}, Mohsen Seyedi¹

Received: June 8, 2013 Accepted: September 23, 2014

1- Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

2- MSc. Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina, University, Hamedan, Iran.

*Corresponding Author: j.hamzei@yahoo.com

Abstract

In order to evaluate the effect of chickpea-barley intercrop on some canopy growth indices, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, during 2010 growing season. Experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design with three replications. Weed control as main factor in two-levels (weed interference and Weed free and nine different planting patterns were considered as sub-plots (sole-crop of chickpea (PT1), sole crop of barley (PT2), additive intercropping of chickpea 100% + barley25% (PT3), chickpea100% + barley50% (PT4), chickpea100% + barley75% (PT5) and chickpea100% + barley100% (PT6), and replacement intercropping of chickpea25% + barley75%, (PT7), chickpea50% + barley50%, (PT8), chickpea75% + barley25%, (PT9)). Results showed that traits were affected by treatments. In comparison with WF treatment, all growth indices reduced at non weeding treatment. This reduction in leaf area index, total dry matter and crop growth rate was 11, 15 and 17%, respectively. Also, among planting patterns minimum leaf area index (1.77), total dry matter (606.90 g.m^{-2}) and crop growth rate ($18.84 \text{ g.m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) were achieved at PT1 treatment. But, intercropping treatments increased all traits as above mentioned and maximum values of LAI (4.69), TDM (1110.40 g.m^{-2}), CGR ($34.47 \text{ g.m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) belonged to PT3 treatment. In general, chickpea-barley intercropping improved all canopy growth indices in comparison to sole cropping.

Keywords: Crop Growth Rate, Leaf Area Index, Multiple Cropping, Yield

مقدمه

میزان محصول در واحد سطح. علاوه بر دو روش یاد شده برای افزایش تولید محصولات کشاورزی به شکل دیگری نیز می‌توان از عوامل محیطی بهره بیشتری برد، بطوریکه بدون متحمل شدن هزینه‌های اضافی و با

زراعت فن کشت و کار و بهره برداری از عوامل محیطی برای تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. در کشاورزی سنتی تولید کشاورزی را به دو روش می‌توان افزایش داد: افزایش سطح زیر کشت و افزایش

گرفتن اندام‌ها و نیازهای غذایی متفاوت نسبت به استفاده بهینه از منابع محیطی مانند آب (اودا و همکاران 2007)، نور (کلمنت و همکاران 1992)، زمین (حمزه‌ئی و سیدی 1391، مید و ویلی 1980) و مواد غذایی (لی و همکاران 2001، لی و همکاران 2002) تحریک می‌کند. همچنین، از مزایای مهم کشت مخلوط افزایش شاخص‌های مهم رشدی از جمله سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص و شاخص سطح برگ است که این موضوع در استفاده موثر از منابع طبیعی از جمله نور بسیار تاثیر گذار می‌باشد (جوانشیر و همکاران 1379، کلمنت و همکاران 1992، گرن و همکاران 2008). بنابراین، زارعین به دلایلی نظیر حفاظت فیزیکی و کاهش خطرات احتمالی، حداکثر استفاده از منابع، حفاظت و حاصلخیزی خاک، بدست آوردن حداکثر سود، افزایش کیفیت محصول و کاهش آفات و امراض گیاهی و همچنین کنترل علف‌هرز اشتیاق به انجام این نوع کشت دارند و آن را بر تک کشتی ترجیح می‌دهند.

با توجه به اینکه در کشت مخلوط از سطح مورد کشت استفاده بهتری می‌شود، در نتیجه مکان بیشتری از خاک توسط اندام‌های هوایی و ریشه‌ای گیاهان پوشیده می‌شود و بدین ترتیب فرسایش و آبشویی خاک به حداقل می‌رسد (حقیقت نیا و همکاران 1387). مطالعاتی که بر روی کشت مخلوط افزایشی نخود-گندم و نخود-جو انجام شد نشان داد که کشت مخلوط باعث کاهش خسارات علف‌های هرز می‌شود (حمزه‌ئی و همکاران 1391؛ بنیک و همکاران 2006). برخی محققین برتری نظام مخلوط نسبت به تک کشتی را در کاهش آفات و بیماری‌ها گزارش کردند (امبیری و ابیکفونا 1992، رحیمی و همکاران 2002). افزایش عملکرد علوفه در کشت مخلوط جو و نخود سیاه گزارش شده است (دریایی و همکاران 1387). در کشت مخلوط جو و باقلا، عملکرد کل افزایش یافت (آجینهو و همکاران 2006). همچنین، نتایج مطالعه‌ای حاکی از افزایش عملکرد در اجتماع گیاهی ذرت و لوبیا بود (سوبو و همکاران

استفاده از آب و کود موجود بتوان تولید بیشتری نمود و آن استفاده از عامل زمان و مکان در تولید محصولات زراعی است، که شامل افزایش تولیدات کشاورزی در واحد سطح با کشت بیش از یک گیاه در سال زراعی می‌باشد. یعنی استفاده از کشت مخلوط یا چند کشتی. در این حالت افزایش تولید در واحد سطح از طریق کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در یک سال زراعی تامین می‌شود. در این راستا انتخاب گیاهانی که کمترین رقابت را از نظر زمان با هم ایجاد کنند قدم عمده‌ای محسوب می‌شود (جوانشیر و همکاران 1379، بنیک و همکاران 2006).

کشت مخلوط به صورت کاشت دو یا چند گونه زراعی با یکدیگر در مناطق گرمسیری جهان به طور گسترده‌ای متداول می‌باشد. در حال حاضر این نظام کشت در مناطق معتدل نیز به سرعت در حال گسترش است. در این نوع زراعت کل محصول که از یک قطعه زمین و در یک سال زراعی تولید می‌شود از روش‌های مختلفی حاصل می‌شود. کشت مخلوط الگوی اقتباس شده از سیستم‌های پایدار طبیعی گیاهان از جمله مراتع و جنگل‌های بکر و دست نخورده می‌باشد که نشان می‌دهد طبیعت همواره ترکیب گونه‌ها را بر حالت تک گونه‌ای ترجیح می‌دهد. در این سیستم روابط و همبستگی بین سوددهی، تولید با ثبات اکولوژیک و محیط زیست به طور جامع نگریسته می‌شود. برعکس، کشاورزی مدرن (تک کشتی)؛ بر اساس استفاده از حداکثر نهاده‌ها در یک مدت کوتاه پایه گذاری شده است. تاریخ مدونی برای زراعت چند کشتی و مخلوط وجود ندارد. ولی با توجه به شواهدی که اشاره شد رویش گیاهان بصورت توأم سابقه طولانی داشته و احتمالاً تاریخ آن به نخستین دوره‌هایی که بشر با کشاورزی آشنا گردیده بر می‌گردد (جوانشیر و همکاران 1379).

تجربیات کشاورزان در طول سال‌ها و نتایج تحقیقات متعدد مؤید این نکته است که کشت‌های مخلوط، گیاهان را به دلیل اختلاف ارتفاع، نحوه قرار

قرار دارد. میزان بارندگی در طول فصل رشد (فروردین تا تیر ماه 1389) 187/1 میلی‌متر گزارش شد. این آزمایش با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در 3 تکرار انجام شد. در طراحی کشت مخلوط از سری‌های افزایشی و جایگزینی استفاده شد. کنترل علف‌هرز به عنوان عامل اصلی در دو سطح عدم وجین علف‌هرز و وجین علف-هرز و الگوهای مختلف کاشت در 9 سطح کشت خالص نخود (PT₁)، کشت خالص جو (PT₂)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 100% جو (PT₃)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 75% جو (PT₄)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 50% جو (PT₅)، کشت مخلوط افزایشی 100% نخود + 25% جو (PT₆)، کشت مخلوط جایگزینی 25% نخود + 75% جو (PT₇)، کشت مخلوط جایگزینی 50% نخود + 50% جو (PT₈)، کشت مخلوط جایگزینی 75% نخود + 25% جو (PT₉) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. شایان ذکر است که در کشت مخلوط جایگزینی از نسبت معادل گونه‌ها برای طراحی کشت استفاده شد. قطعه زمین مورد نظر در اسفند سال 1388 شخم زده شد و در فروردین سال 1389 بعد از دیسک زدن تسطیح شد. عملیات کاشت نخود و جو بطور همزمان و در 15 فروردین سال 1389 با دست انجام گرفت. ابعاد هر کرت فرعی 6 × 4/5 متر بود. فاصله ردیف‌های کاشت برای نخود 50 سانتی‌متر و برای جو 25 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بنابراین، در کشت خالص نخود، در هر کرت آزمایشی 12 ردیف کاشت و در کشت خالص جو، در هر کرت آزمایشی 24 ردیف کاشت قرار داشت. بین هر کرت فرعی نیم متر و هر کرت اصلی یک متر فاصله در نظر گرفته شد. ارقام مورد استفاده در این آزمایش، رقم هاشم نخود و رقم والفجر جو بهاره بودند. تراکم‌های نرمال نخود و جو به ترتیب 40 و 300 بوته در متر مربع منظور گردید. نتایج آزمون خاک، بافت خاک را لومی رسی، pH آن را 7/46، میزان پتاسیم قابل جذب

(2005). نتایج تحقیقات برخی پژوهشگران نشان داد که کشت مخلوط ذرت با لوبیا معمولی و لوبیا چشم بلبلی صفات زیادی نظیر ارتفاع بوته، وزن تر، وزن خشک، عملکرد و پروتئین خام را تحت تاثیر قرار می‌دهد (گرن و همکاران 2008). همچنین، میزان عملکرد ذرت در مخلوط با این لگوها در مقایسه با کشت خالص آن بیشتر بود. مطالعه ای که بر روی کشت مخلوط افزایشی نخود و گندم، انجام شد، نشان داد که کشت مخلوط نخود و گندم سودبری کل و نسبت برابری زمین را افزایش داده و سبب کنترل علف‌های هرز و آفات می‌شود. بر اساس این تحقیق تراکم و بیوماس علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص از کاهش معنی‌داری برخوردار بود (بنیک و همکاران 2006). بررسی جمعیت علف‌های هرز در تک کشتی و چندکشتی نخود و جو موید این بود که کشت مخلوط عملکرد کل سیستم را افزایش و تراکم و جمعیت علف‌های هرز را کاهش داد (پوگیو 2005).

جو با نام علمی *Hordeum vulgare* L. یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی می‌باشد که توسط انسان اهلی شده و هم اکنون در سراسر جهان کشت می‌شود. نخود معمولی یا زراعی با نام علمی *Cicer arietinum* L. یکی از سه لگو مهم در آسیای غربی و آفریقای شمالی است. این گیاه در بیشتر از 60 کشور و در تمام قاره‌های جهان کشت و کار می‌شود. هدف از انجام این تحقیق بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد پوشش گیاهی در کشت مخلوط نخود و جو بهاره و مقایسه آن با کشت خالص این دو گیاه زراعی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا واقع در روستای دستجرد انجام گرفت. محل اجرای آزمایش در 48 درجه و 31 دقیقه طول شرقی، 35 درجه و 1 دقیقه عرض شمالی و 1690 متر ارتفاع از سطح دریا

داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS صورت گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح آماری 5% توسط نرم افزار SAS مقایسه شدند.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ LAI

نتایج تجزیه واریانس ویژگی حداکثر شاخص سطح برگ در کانوپی نشان داد که علی‌رغم، معنی‌داری اثرات کنترل علف‌هرز و الگوی کشت در سطح احتمال 1 درصد اثر متقابل بین آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول 1). مقایسه میانگین اثر کنترل علف‌هرز (شکل 1) نشان داد که بیشترین میزان شاخص سطح برگ کانوپی (3/42) در حالت کنترل علف‌هرز بدست آمده و رقابت علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌دار این ویژگی شده است. بسیاری از محققین نیز در مطالعات خود این یافته‌ها را تایید کرده‌اند (باغستانی میبیدی و همکاران 1382؛ رامیار و جم نژاد 1389؛ سرحدی و همکاران 1389).

در میان الگوهای کشت نیز کمترین مقدار شاخص سطح برگ (1/77) متعلق به تیمار تک کشتی نخود بود. با انجام کشت مخلوط، کلیه الگوهای کشت مخلوط دارای شاخص سطح برگ بالاتری نسبت به تک کشتی نخود بودند و بیشترین میزان این ویژگی (4/69) در تیمار PT₃ بدست آمد (جدول 2). در مطالعه‌ای افزایش شاخص‌های رشد کل کانوپی، در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی گزارش شد (مظاهری 1377).

نتایج این بررسی نشان داد که شاخص سطح برگ نخود و جو در حالت کشت خالص و مخلوط با یکدیگر (شکل‌های 2 و 3) در تیمارهای مختلف کنترل علف‌هرز و الگوی کاشت روند مشابهی در طول دوره رشد داشتند. با گذشت زمان مقدار LAI افزایش یافت و به حداکثر مقدار خود رسید و سپس به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها، روند نزولی را طی کرد. با انجام عمل وجین در تیمارهای کنترل علف‌هرز شاخص سطح برگ

را 590/1 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، میزان فسفر قابل جذب را 59/4 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، نیتروژن کل خاک را 0/13 درصد، هدایت الکتریکی آن را 0/409 میلی موس بر متر و ماده آلی آن را 1/32 درصد نشان داد. بنابراین، بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، فقط کود اوره به میزان 50 کیلوگرم در هکتار به عنوان استراتژی و در زمان کشت به خاک اضافه گردید. آبیاری به صورت بارانی و اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. در فاکتور بدون وجین علف‌هرز، به علف‌های هرز اجازه داده شد تا در تمام فصل رشد در مزرعه حضور داشته و با گیاه زراعی رقابت کنند، ولی در فاکتور بدون علف‌هرز، چندین مرتبه علف‌های هرز در طول فصل رشد و به صورت دستی وجین شدند.

در هر بار نمونه گیری 5 بوته به صورت تصادفی از سطح خاک قطع شده و پس از محاسبه سطح برگ به مدت 48 ساعت در آون 70 درجه سانتی گراد قرار داده شده و سپس به منظور تعیین وزن خشک توزین گردیدند.

در محاسبه شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص به ترتیب از معادلات 1 تا 5 استفاده گردید (کریمی و صدیق 1991؛ هوزاین و همکاران 2007).

$$LAI = EXP (a' + b' T + c' T^2) \quad [1]$$

$$TDM = EXP (a + bT + cT^2) \quad [2]$$

$$CGR = NAR \times LAI \quad [3]$$

$$RGR = b + 2cT \quad [4]$$

$$NAR = (b + 2cT) \times EXP [(a - a') + (b - b') T + (c - c') T^2] \quad [5]$$

که در این معادلات: a' ، b' و c' به ترتیب: ضرایب معادلات رگرسیونی مربوطه و T زمان بر حسب روز می‌باشد.

پس از وارد کردن داده‌ها به کامپیوتر و تست فرضیات تجزیه واریانس و اطمینان از نرمال بودن

این امر می‌تواند به علت پیری و همچنین ریزش برگ‌ها باشد. این نتایج با یافته‌های برخی پژوهشگران مطابقت دارد (سیوارمایا و همکاران 2007، سعید اختر و صدیق زکی 2008).

سرعت رشد محصول CGR

بررسی روند تغییر سرعت رشد محصول در کانوپی در حالت‌های کنترل و عدم کنترل علف‌هرز نشان داد که روند تغییر CGR در کلیه تیمارها از الگوی مشخصی پیروی می‌کند. CGR در تمامی تیمارها در اوایل فصل رشد، افزایش آهسته‌ای نشان داد و به دنبال آن با سرعت بیشتری افزایش یافت و به حداکثر رسید و پس از آن CGR با شیب تندی کاهش یافت، بطوریکه در انتهای فصل رشد منفی شد (شکل-های 6 و 7). نتایج این تحقیق با یافته‌های دیگر پژوهشگران هماهنگ است (کریمی و صدیق 1991).

در واقع، CGR در مراحل اولیه رشد به دلیل کم بودن مریستم‌های رویشی اندک است. همچنین، در اوایل فصل رشد تفاوت محسوسی بین سرعت رشد محصول در شرایط کشت خالص و مخلوط دیده نمی‌شود (شکل 6 و 7). پس از آن با کامل شدن پوشش گیاهی و استفاده کارتر از نور خورشید و همچنین افزایش سطح برگ، مقدار CGR افزایش می‌یابد تا به یک حد نهایی برسد. سپس به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها، کاهش نفوذ نور به داخل سایه انداز گیاهی و همچنین پیر و زرد شدن اندام‌های فتوسنتز کننده و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها، میزان CGR کاهش می‌یابد و حتی در برخی موارد منفی می‌شود. به طور کلی، افزایش تراکم موجب افزایش سرعت رشد محصول گردید. نتایج این تحقیق مطابق با یافته‌های تحقیقات دیگر می‌باشد (خندان بجنی و همکاران 1389).

حداکثر سرعت رشد محصول در کانوپی گرچه در اثرات ساده کنترل علف‌هرز و الگوی کشت در سطح احتمال 1% معنی‌دار شد ولی تحت تاثیر اثر متقابل

در کانوپی افزایش داشت که علت این امر را باید در کاهش رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی دانست. محققین دیگر در مطالعات خود این یافته‌ها را تایید نمودند (رامیار و جم نژاد 1389).

ماده خشک کل TDM

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در حداکثر ماده خشک کل در کانوپی نیز نشان دهنده معنی‌داری اثر کنترل علف‌هرز و الگوی کشت در سطح احتمال 1% بود. ولی، اثر متقابل بین کنترل علف‌هرز و الگوی کشت معنی‌دار نبود (جدول 1).

مقایسه اثرات ساده تیمارهای آزمایشی نیز نشان داد بیشترین ماده خشک کل کانوپی در تیمار وجین علف‌هرز (992/86 گرم در متر مربع) و در الگوی کشت PT₃ (1110/40 گرم در متر مربع) بدست آمد (شکل 1 و جدول 2). علت برتری تیمار PT₃ از نظر این ویژگی می‌تواند از افزایش تراکم دو گونه در واحد سطح ناشی شود. همانطور که اشاره شد یکی از مزایای مهم کشت مخلوط استفاده بهتر از عوامل محیطی و افزایش تولید نسبت به سیستم تک کشتی است. پژوهشگران دیگری نیز به چنین نتایجی دست یافتند (آجینهو و همکاران 2006، بنیک و همکاران 2006).

بررسی روند تغییر ماده خشک کل نشان داد که تغییرات TDM در کلیه تیمارها از روند مشخصی پیروی می‌کند. TDM در تمامی تیمارها در اوایل فصل رشد، افزایش آهسته‌ای نشان داد و به دنبال آن با سرعت بیشتری افزایش یافت و به حداکثر رسید (شکل-های 4 و 5). در اوایل فصل رشد تفاوت محسوسی بین ماده خشک کل در الگوهای مختلف کشت دیده نمی‌شد که علت این امر می‌تواند به دلیل وجود منابع کافی جهت رشد گیاهان زراعی باشد. پس از آن با کامل شدن پوشش گیاهی و افزایش سطح برگ، ظرفیت فتوسنتز کانوپی افزایش یافت و مقدار TDM به حداکثر میزان خود رسید و پس از آن از میزان TDM کاسته شد که

طور کلی RGR در ابتدای فصل رشد به علت نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی و سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها بر روی هم و در نتیجه تنفس کمتر، بالاتر است. با گذشت زمان و افزایش اندام‌های رویشی، گسترش بوته و سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر از مقدار RGR کاسته می‌شود (شکل‌های 8 و 9). کاهش میزان RGR با افزایش سن گیاه توسط سایر محققان نیز مورد تایید قرار گرفته است (سرحدی و همکاران 1389). کریمی و صدیق (1991) اظهار داشتند که با گذشت زمان میزان RGR کاهش و در نهایت منفی می‌شود. نتایج آزمایشی حاکی از این بود که علف‌های هرز تاثیر کمی بر میزان سرعت رشد نسبی جو و نخود در تیمارهای کنترل و عدم کنترل علف‌هرز گذاشته‌اند. به نظر می‌رسد سرعت رشد نسبی کمتر تحت تاثیر رقابت قرار می‌گیرد (باغستانی میبیدی و همکاران 1382، سرحدی و همکاران 1389، دومان و زیمدال 1991). در میان تیمارهای مختلف کشت در کانوپی کمترین RGR متعلق به تک کشتی نخود بود، ضمن اینکه شیب کاهش در این تیمار نسبت به دیگر تیمارها کمتر بود (شکل 8).

سرعت جذب خالص NAR

حداکثر سرعت جذب خالص در اواسط فصل رشد دو گونه و با یک شیب ملایم از اوایل فصل رشد بدست آمد. بعد از افزایش رشد گیاهان و افزوده شدن برگ‌ها، سایه‌اندازی بوته‌ها باعث شد برگ‌های بیشتری از گیاهان در سایه قرار گیرند و تحت چنین شرایطی سرعت جذب خالص کاهش یافت (شکل‌های 10 و 11). کمترین میزان سرعت جذب خالص در پوشش گیاهی مربوط به تک کشتی دو گیاه در حالت با و بدون کنترل علف‌های هرز بود. در بین الگوهای کشت مخلوط با کاهش تراکم بر میزان سرعت جذب خالص افزوده شد بطوریکه، بیشترین میزان سرعت جذب خالص در پوشش گیاهی الگوهای مخلوط، در تیمارهای PT₉ با کنترل و بدون کنترل علف‌های هرز

کنترل علف‌هرز و الگوی کشت قرار نگرفت (جدول 1). در میان اثرات ساده کنترل علف‌هرز و الگوی کشت، CGR کانوپی در تیمار وجین علف‌هرز و تیمار PT₃ دارای بیشترین میزان (به ترتیب 30/82 و 34/47 گرم در متر مربع در روز) بودند. به دلیل اینکه سرعت رشد محصول کانوپی از مجموع سرعت رشد هر دو گونه گیاهی ناشی می‌شود، لذا کانوپی تمام الگوهای کشت مخلوط دارای سرعت رشد محصول بالاتر از کشت خالص نخود بودند. همچنین، به جز تیمار PT₉ بقیه تیمارهای کشت مخلوط CGR بالاتری نسبت به تک کشتی جو داشتند (جدول 2). احتمالاً به دلیل کاهش تراکم جو در واحد سطح و نزدیک شدن به تراکم کشت خالص نخود در تیمار PT₉ باعث شده است که کارایی کانوپی در بهره‌برداری از منابع کاهش یافته و در مجموع سرعت رشد کانوپی در این تیمار کاهش یابد. این نتایج مطابق با یافته‌های مطالعات محققان دیگر بود (خندان بجندی و همکاران 1389، کریمی و صدیق 1991).

افزایش رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز و نیز سایه‌اندازی علف‌های هرز باعث کاهش سرعت رشد محصول در تیمارهای عدم کنترل شد. به طوری که، در این مطالعه کاهش سرعت رشد محصول بر اثر رقابت علف‌های هرز به 15% رسید (شکل 2). بسیاری از پژوهشگران دیگر در مطالعات خود اظهار داشتند که با حضور علف‌های هرز میزان CGR در تک کشتی گیاه زراعی کاهش می‌یابد (باغستانی میبیدی و زند 1384، برجسته و رحیمیان 1384، سرحدی و همکاران 1389).

سرعت رشد نسبی RGR

روند تغییر سرعت رشد نسبی در الگوهای مختلف کشت در پوشش گیاهی نشان داد که RGR با افزایش سن گیاه به طور مداوم کاهش یافت، بطوریکه در انتهای فصل رشد به کمترین میزان خود رسید، به-

همچنین، در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز نیز در عملکرد دانه نخود کاهش معنی‌داری مشاهده شد. به نظر می‌رسد گیاه نخود به رقابت علف‌های هرز حساسیت بیشتری دارد. تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از این بود که عملکرد دانه جو در سطح احتمال 1% تحت تاثیر تیمارهای کنترل علف‌های هرز، الگوی کشت و اثر متقابل آن‌ها قرار می‌گیرد (جدول 3). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه جو به تیمار تک کشتی آن با کنترل علف‌های هرز تعلق دارد (301/38 گرم در متر مربع). بطوریکه، کشت مخلوط باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه جو شد که این کاهش در تیمارهای بدون کنترل علف‌های هرز بیشتر از تیمارهای مخلوط با کنترل علف‌های هرز بود (جدول 4). تجزیه واریانس مربوط به عملکرد دانه کل نشان داد که این ویژگی در سطح احتمال 1% تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول 3). بیشترین میزان این ویژگی در الگوی کشت مخلوط PT₃ با کنترل علف هرز به دست آمد (جدول 4). همچنین، کمترین میزان عملکرد دانه کل مربوط به تک کشتی نخود بدون کنترل علف هرز بود (جدول 4). به نظر می‌رسد افزایش شاخص‌های رشد پوشش گیاهی منجر به افزایش عملکرد دانه کل شده است، بطوریکه اکثر الگوهای کشت مخلوط دارای عملکرد دانه کل بالاتری نسبت به تک کشتی بودند (جدول 4). پژوهشگران زیادی افزایش عملکرد دانه کل را در کشت مخلوط گیاهان زراعی مختلف تایید کرده اند (گرن و همکاران 2008، آجینهو و همکاران 2006، بنیک و همکاران 2006).

نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شاخص‌های رشد پوشش گیاهی در کشت مخلوط نخود و جو نسبت به تک کشتی نخود و جو افزایش یافتند که بیانگر برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی این گیاهان است. در

بدست آمد (شکل‌های 10 و 11). این نتایج با یافته‌های برخی پژوهشگران در رابطه با تاثیر تراکم کاشت بر میزان سرعت جذب خالص مطابقت دارد (جوادی و همکاران 1385، سید شریفی و همکاران 2005). این محققین در تحقیقات خود اظهار داشتند که با کاهش تراکم گونه‌های زراعی NAR افزایش یافت و دلیل این امر را کاهش سایه اندازی برگ‌ها بر یکدیگر دانستند. حضور علف‌های هرز و سایه اندازی بر روی برگ‌های گیاهان زراعی و کاهش ظرفیت فتوسنتزی آن‌ها باعث کاهش سرعت جذب خالص در الگوهای کشت بدون کنترل شد. سرحدی و همکاران (1389) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف کاشت ذرت بر مهار علف‌های هرز، شاخص‌های رشد و عملکرد دانه ذرت اظهار داشتند که وجود علف‌های هرز باعث کاهش میزان سرعت جذب خالص می‌گردد. در اواخر رشد نیز سرعت جذب خالص شیب کاهشی شدیدی پیدا کرد. شدت این کاهش در تیمارهای مخلوط بیش از خالص بود که دلیل آن افزایش سایه اندازی برگ‌ها بر یکدیگر است.

عملکرد دانه نخود و جو و عملکرد دانه کل

از آثار مهم افزایش شاخص‌های رشد اجتماع گیاهی مانند ماده خشک کل، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول، اثر مستقیم آن‌ها بر افزایش عملکرد دانه است که دلیل نهایی انجام کشاورزی می‌باشد. صفت عملکرد دانه نخود در سطح احتمال 1% تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول 3). بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه نخود در تیمارهای وجین و تک کشتی و عدم وجین PT₇ بدست آمد (به ترتیب 249/88 و 48/50 گرم در متر مربع). در تیمارهای کشت مخلوط به همراه کنترل علف‌هرز عملکرد دانه نخود بطور معنی‌داری نسبت به کشت خالص آن کاهش یافت که احتمالاً این امر از پایین بودن توان رقابتی نخود در مقابل جو ناشی می‌شود.

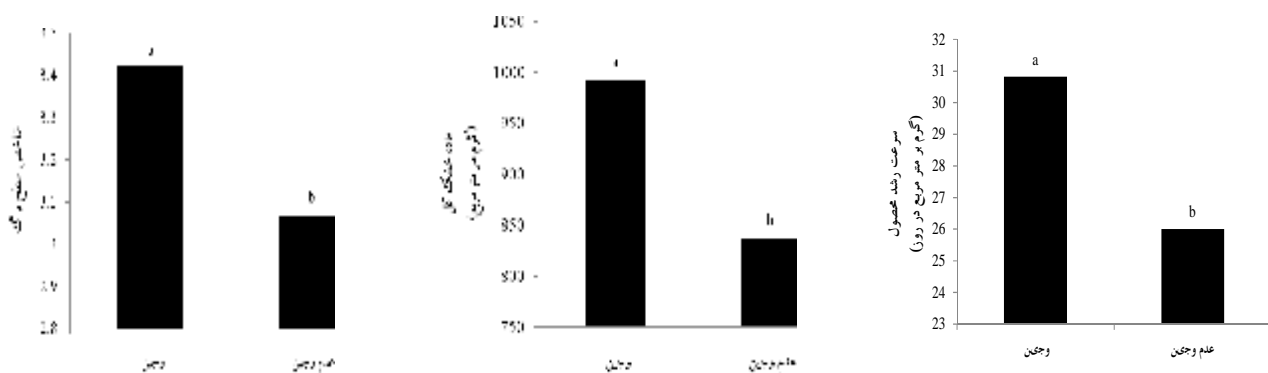
جدول 1- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد پوشش گیاهی در شرایط کنترل علف‌هرز و الگوی‌های مختلف کشت.

میانگین مربعات (MS)				
CGR _{max}	TDM _{max}	LAI _{max}	درجه آزادی	منابع تغییر
26/59 ^{ns}	13771/78 ^{ns}	1/54 ^{**}	2	تکرار
313/10 ^{**}	324570/04 ^{**}	1/68 ^{**}	1	کنترل علف هرز
7/10	352/17	0/02	2	Ea
113/05 ^{**}	117269/31 ^{**}	5/64 ^{**}	8	الگوی کشت
3/32 ^{ns}	3448/41 ^{ns}	0/04 ^{ns}	8	کنترل علف هرز × الگوی کشت
10/43	11580/11	0/18	32	Eb
11/36	11/75	13/16		ضریب تغییرات (%)

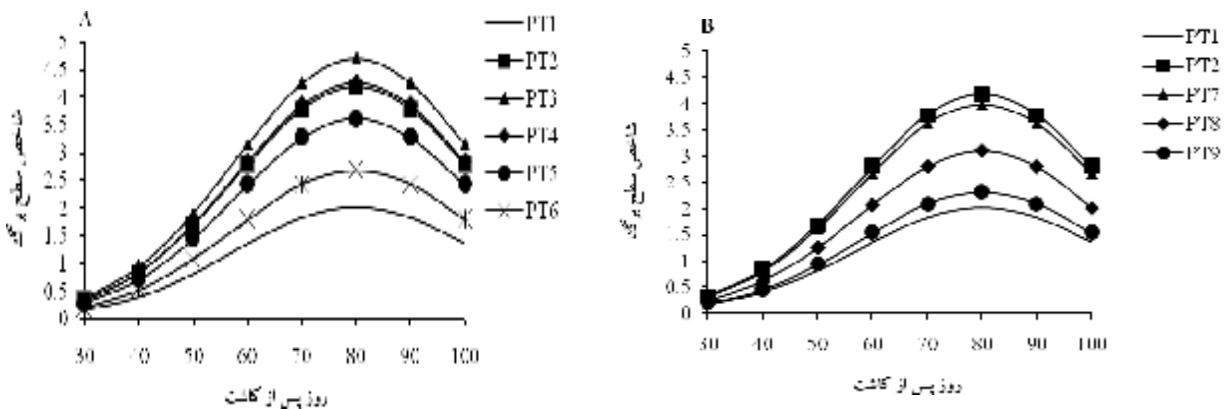
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد می‌باشد.

کشت خالص کمتر بود، که می‌توان کاهش بار رقابتی و خسارات علف‌های هرز در کشت مخلوط را دلیل این موضوع دانست. در نهایت در الگوهای کشت مخلوط عملکرد دانه کل نسبت به تک کشتی افزایش معنی داری نشان داد، که نشان از برتری این سیستم کشت به کشت خالص گیاهان است.

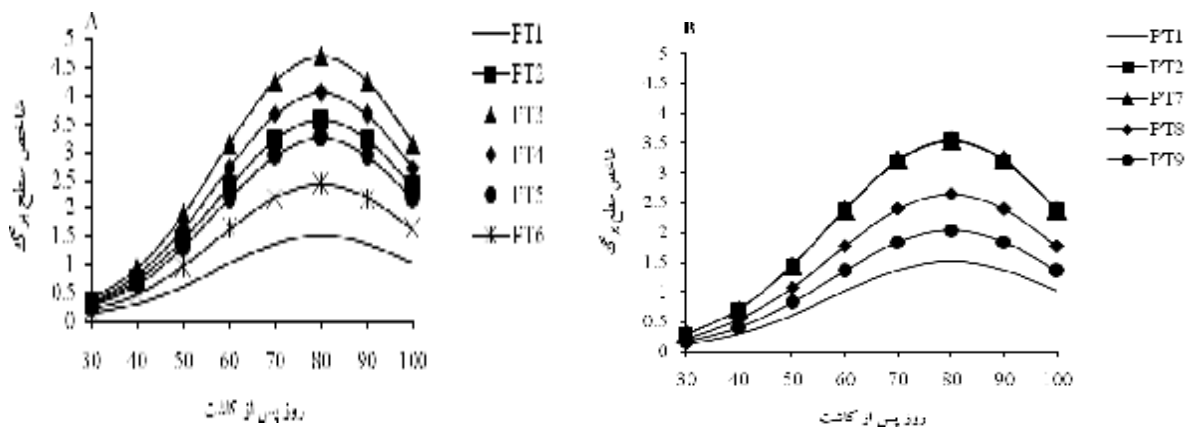
این میان کشت مخلوط افزایشی در اکثر صفات مورد ارزیابی نسبت به کشت مخلوط جایگزینی دارای برتری بود. همچنین، شاخص‌های رشد پوشش گیاهی در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز نسبت به تیمارهای با کنترل علف‌هرز کاهش یافتند، که دلیل این امر رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی می‌باشد. لازم به ذکر است که میزان این کاهش در کشت مخلوط نسبت به



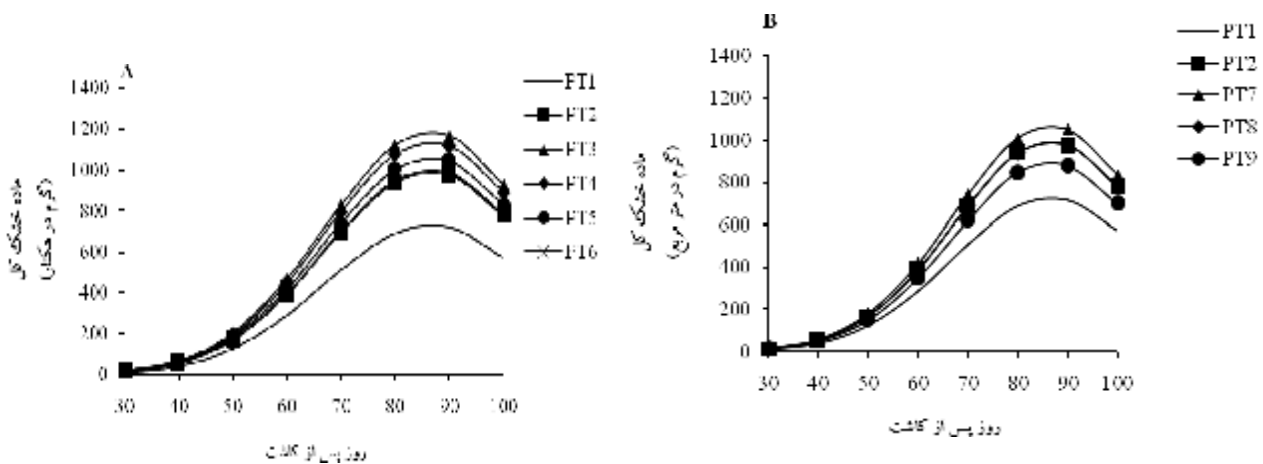
شکل 1- مقایسه میانگین شاخص‌های رشد پوشش گیاهی در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز.



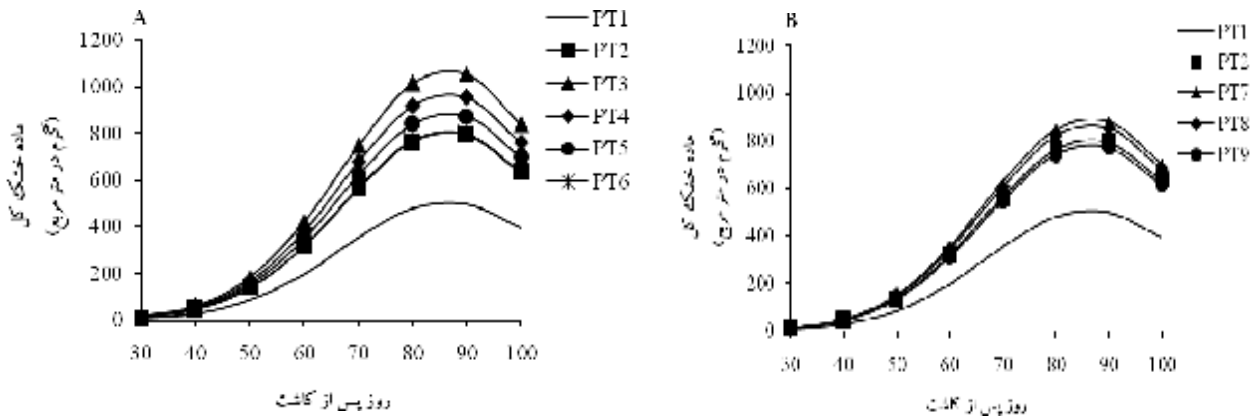
شکل 2- روند تغییرات شاخص سطح برگ پوشش گیاهی در حالت کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



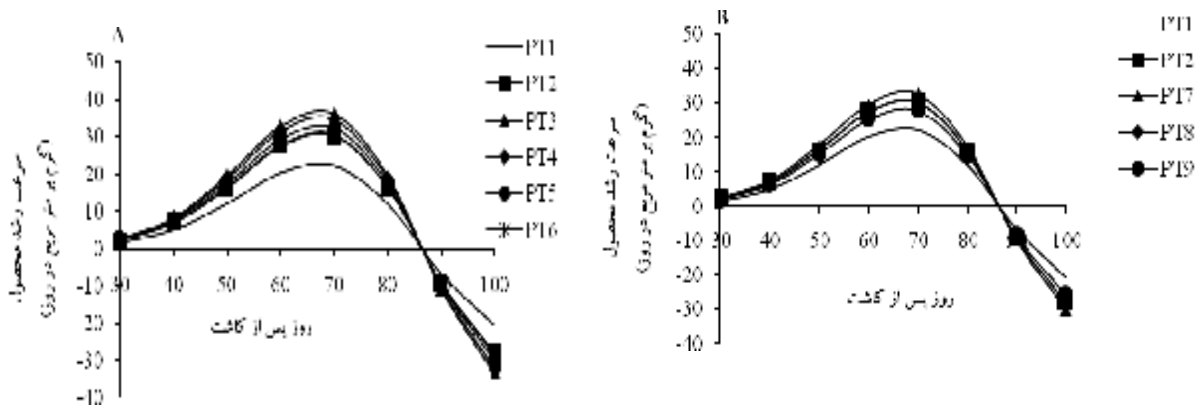
شکل 3- روند تغییرات شاخص سطح برگ پوشش گیاهی در حالت عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



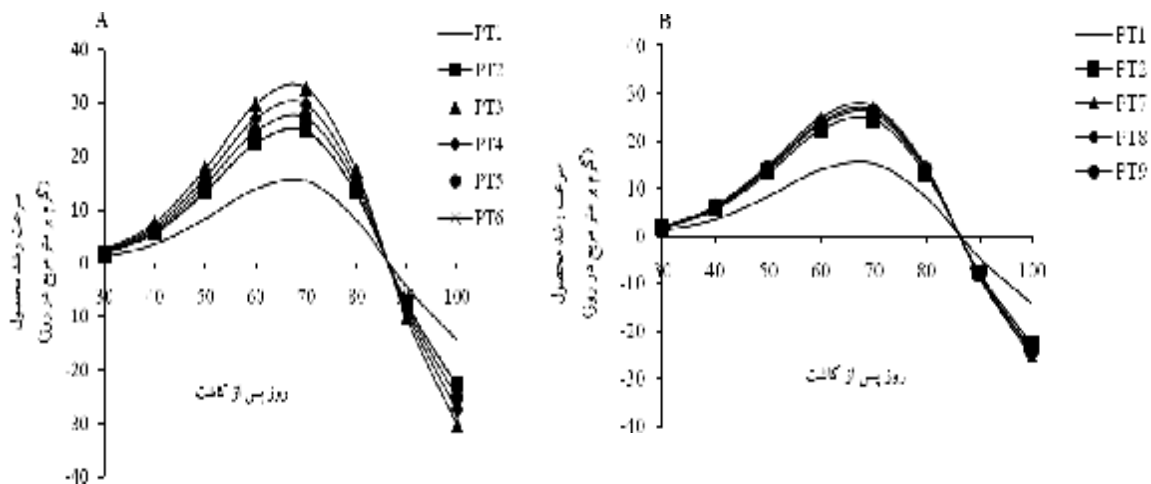
شکل 4- روند تغییرات ماده خشک کل پوشش گیاهی در حالت کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



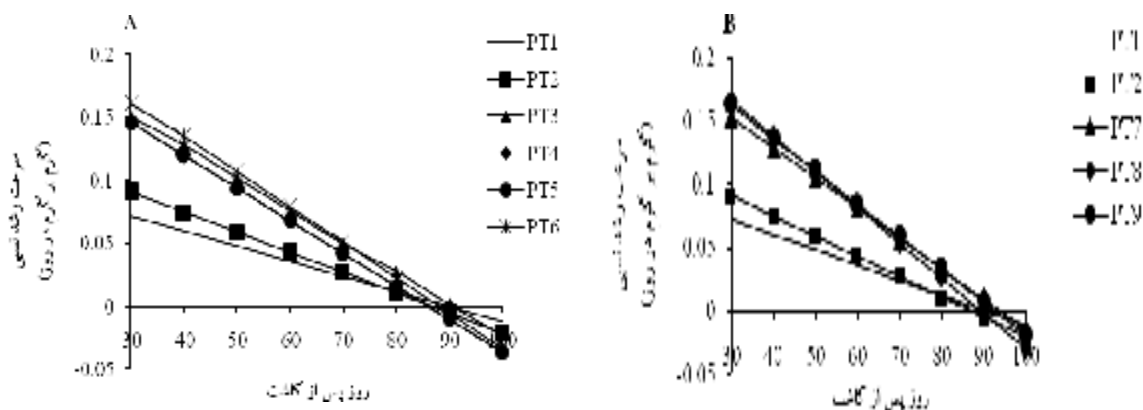
شکل 5- روند تغییرات ماده خشک کل پوشش گیاهی در حالت عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



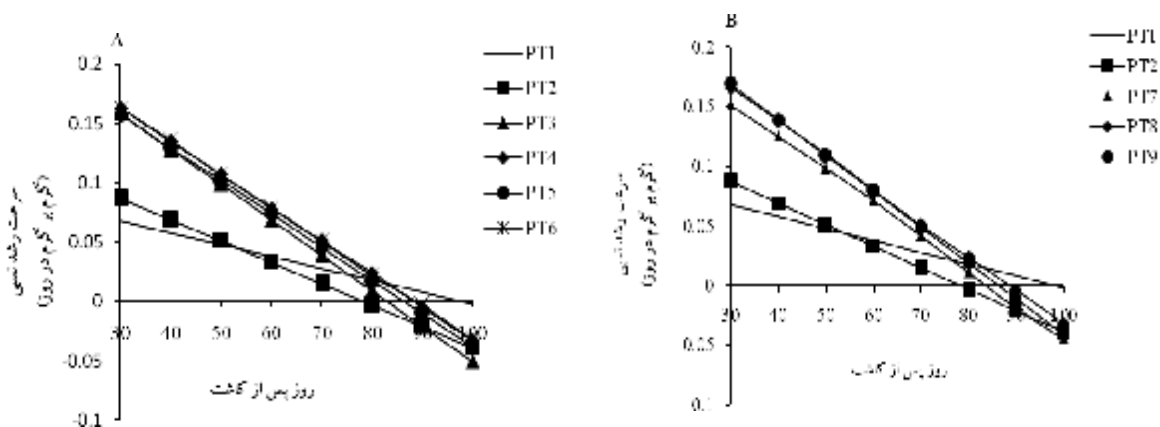
شکل 6- روند تغییرات سرعت رشد محصول پوشش گیاهی در حالت کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



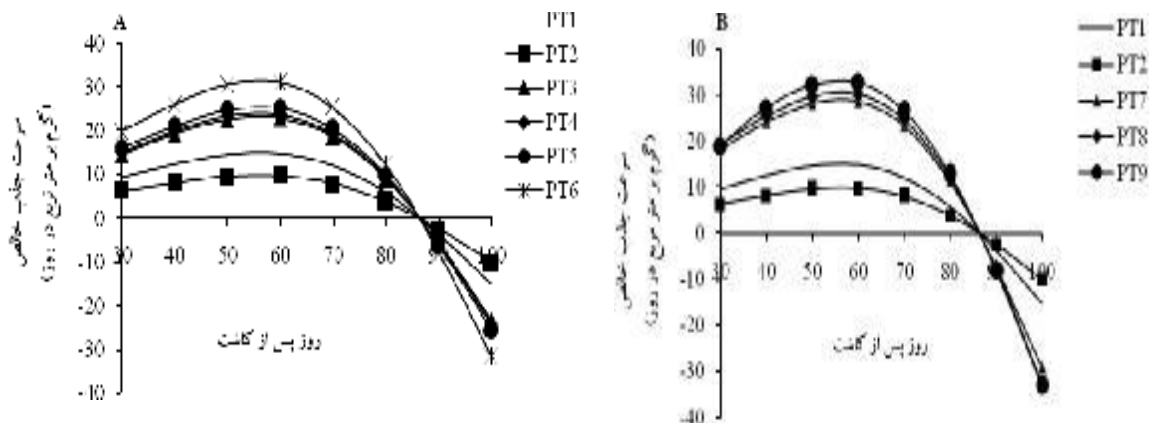
شکل 7- روند تغییرات سرعت رشد محصول پوشش گیاهی در حالت عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



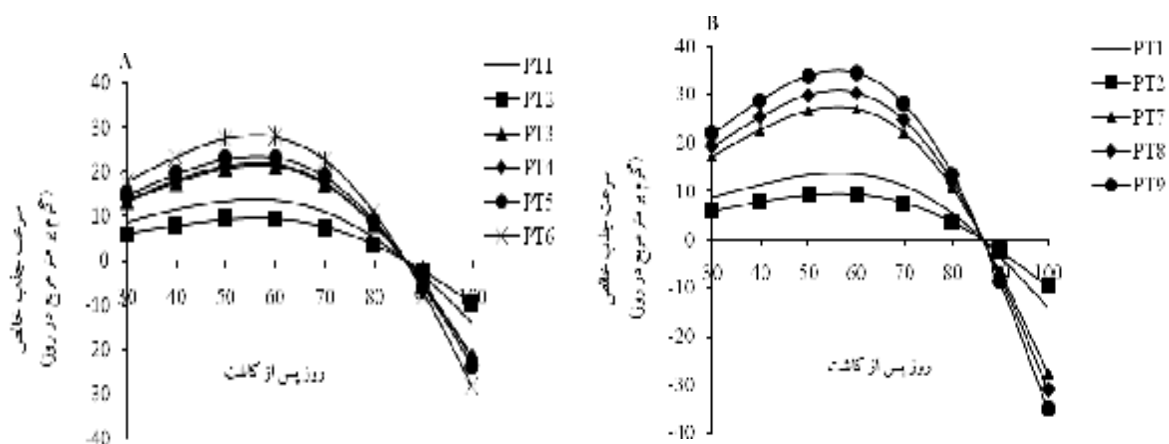
شکل 8- روند تغییرات سرعت رشد نسبی پوشش گیاهی در حالت کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



شکل 9- روند تغییرات سرعت رشد نسبی پوشش گیاهی در حالت عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



شکل 10- روند تغییرات سرعت جذب خالص پوشش گیاهی در حالت کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)



شکل 11- روند تغییرات سرعت جذب خالص پوشش گیاهی در حالت عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی (A) و جایگزینی (B)

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثر کنترل علف‌هرز و الگوی کشت بر عملکرد دانه نخود و جو

میانگین مربعات (MS)				
عملکرد دانه کل	عملکرد دانه جو	عملکرد دانه نخود	درجه آزادی	منابع تغییر
2273/65 ^{ns}	2769/45 ^{**}	616/91 ^{ns}	2	تکرار
132431/33 ^{**}	60170/79 ^{**}	19793/31 ^{**}	1	کنترل علف هرز
4876/13	1710/40	121/93	2	Ea
118983/49 ^{**}	15647/24 ^{**}	5210/12 ^{**}	8	الگوی کشت
22951/70 ^{**}	802/12 ^{**}	5861/41 ^{**}	8	کنترل علف هرز × الگوی کشت
439/20	237/24	186/62	32	Eb
8/15	8/16	13/57		ضریب تغییرات (%)

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد می‌باشد.

جدول 4- مقایسه میانگین عملکرد دانه نخود و جو در تیمارهای کنترل علف‌هرز و الگوی کشت.

تیمار	عملکرد دانه نخود (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه جو (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه کل (گرم در متر مربع)
PT ₁	249/88	-	249/88
PT ₂	-	301/38	301/38
PT ₃	100/22	253/22	353/44
PT ₄	101/93	249/47	351/40
PT ₅	115/42	195/15	310/57
PT ₆	127/83	148/03	275/86
PT ₇	57/30	261/46	318/76
PT ₈	95/43	200/88	296/31
PT ₉	119/47	182/24	301/71
PT ₁	62/17	-	62/17
PT ₂	-	256/42	256/42
PT ₃	97/28	208/88	306/16
PT ₄	102/18	164/30	266/48
PT ₅	113/85	120/52	234/37
PT ₆	83/46	108/50	191/96
PT ₇	48/50	157/21	205/71
PT ₈	61/67	116/39	178/06
PT ₉	73/47	99/13	172/60
	97/28	25/76	34/85
	LSD (%5)		

با کنترل علف‌هرز

بدون کنترل علف‌هرز

منابع مورد استفاده

- باغستانی میبیدی م ع، اکبری غ ع، عطری ع ر و مختاری م، 1382. اثر رقابت علف‌هرز چاودار بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. پژوهش و سازندگی، 61: 11-2.
- باغستانی میبیدی م ع و زند ا، 1384. بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک موثر در رقابت گندم زمستانه در مقابل یولاف وحشی. پژوهش و سازندگی، 68: 56-41.
- برجسته ع ر و رحیمیان ح، 1384. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سورگوم علوفه‌ای. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، 12: 12-1.
- جوادی ح، راشد محصل م ح، زمانی غ ر، آذری نصرآباد ع و موسوی غ ر، 1385. اثر تراکم کاشت بر شاخص‌های رشدی چهار رقم سورگوم دانه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 4: 16-1.

جوانشیر ع، دباغ محمدی نسب ع، حمیدی آ و قلی پور م، 1379. اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

حقیقت نیا ح، دستفال م و براتی و، 1387. اثر نظام‌های مختلف تناوب گیاهی بر عملکرد گندم و برخی ویژگی‌های خاک. مجله نهال و بذر، 24: 265-280.

حمزه‌ئی ج، سیدی م، احمدوند گ و ابوطالبیان م ع، 1391. تاثیر کشت مخلوط افزایشی بر سرکوب علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد نخود و جو. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، 3: 43-55.

حمزه‌ئی ج و سیدی م، 1391. تعیین مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط گندم و کلزا بر اساس شاخص‌های زراعی، عملکرد کل و شاخص نسبت برابری زمین. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، 5: 109-119.

خندان بجنیدی ت، سیدشریفی ر، صدقی م، اصغری زکریا ر، نامور ع، مولایی پ و جعفری مقدم م، 1389. تأثیر تراکم بوته و باکتری ریزوبیوم همراه با کاربرد ریز مغذی‌ها بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک موثر بر رشد نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله الکترونیک تولیدگیاهان زراعی، 3: 139-157.

دریایی ف، آقاعلیخانی م و چایی‌چی م ر، 1387. مقایسه شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط نخود سیاه و جو در تولید علوفه. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، 21: 35-40.

رامیار ح، و جم نژاد م، 1389. ارزیابی اثر تداخلی جو ناخواسته روی شاخص‌های رشد چند رقم گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، 8: 75-81.

رحیمی م م، مظاهری د، خدابنده ن و حیدری شریف آبادی ح، 1381. بررسی عملکرد و اجزا عملکرد ذرت و سویا در کشت مخلوط. پژوهش و سازندگی، 55: 45-51.

سرحدی م، زند ا، باغستانی‌میبدی م ع و محتسبی ر، 1389. بررسی تأثیر روش‌های مختلف کاشت ذرت بر مهار علف‌های هرز، شاخص‌های رشد و عملکرد دانه ذرت. پژوهش و سازندگی، 88: 78-86.

سیدشریفی ر، جوانشیر ع، شکبیا م ر، قاسمی گل‌عزانی ک و محمدی ا، 1385. آنالیز رشد ذرت متاثر از سطوح تراکم و دوره‌های مختلف تداخل سورگوم، 11: 143-157.

مظاهری د، 1377. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.

Agegehu, G, Ghizaw A and Sinebo W, 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal Agronomy*, 25: 202-207.

Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS, 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal Agronomy*, 24: 325-332.

- Clement A, Francois P, Chalifour P, Maheshwar P, Bharati A and Gendron G, 1992. Nitrogen and light partitioning in a maize –soybean intercropping system under a humid subtropical climate. *Canadian Journal of Plant Science*, 72: 69-82.
- Duman RC and Zimdahl P, 1991. Competitive ability of wild oats and barley. *Weed Science*, 39: 558-563.
- Emebiri C and Obicfuna JC, 1992. Effect of leaf removal and intercropping on the incidence and severity of black sigaloka disease at the establishment phase of plantains. *Agricultural Ecosystem & Environment*, 39: 213-219.
- Geren H, Avcioglu R, Soya H and Kir B, 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *Biotechnology*, 22: 4100-4104.
- Hozayn M, Zeidan MS, Abd El-Lateef EM and Abd El-Salam MS, 2007. Performance of Some Mungbean (*Vigna radiate* L. Wilczek) Genotypes under Late Sowing Condition in Egypt. *Research Journal Agriculture Biotechnology Science*, 3: 972-978.
- Karimi MM and Siddique HM, 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. *Australian Journal Agriculture Research*, 42: 13-20.
- Li L, Sun JH, Zhang FS, Li XL, Yang SC and Rengel Z, 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping. I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. *Field Crops Research*, 71: 123–137.
- Li L, Tang C, Rengel Z and Zhang FS, 2002. Chickpea facilitates phosphorous uptake by intercropped wheat from an organic phosphorus source. *Plant and Soil*, 248: 297–303.
- Mead R and Willey RW, 1980. The concept of a ‘Land Equivalent ratio’ and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, 16: 217-218.
- Ouda SA, Mesiry TE, Abdallah EF and Gaballah MS, 2007. Effect of water stress on the yield of soybean and maize grown under different intercropping patterns. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(4): 578-585.
- Poggio BS, 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 109: 48–58.
- Roush ML and Radosevich SR, 1985. Relationship between growth and competitiveness of for annual weeds. *Journal Applied Ecology*, 31: 895-905.
- Sayeed Akhtar, M., and Siddiqui Zaki A, 2008. Biocontrol of a root-rot disease complex of chickpea by *Glomus intraradices*, *Rhizobium* sp. and *Pseudomonas straita*. *Crop Protection*, 27: 410-417.
- Sivaramaiah N, Malik DK and Sindhu SS, 2007. Improvement in symbiotic efficiency of chickpea (*Cicer arietinum*) by coinoculation of *Bacillus* strains with *Mesorhizobium* sp. *Cicer*. *Indian Journal Microbial*, 47: 51–56.
- Tsubo M, Mukhala E, Ogindo H and Walker S, 2005. Productivity of maize-bean intercropping in a semi-arid region of South Africa. *European Journal Agronomy*, 19: 401-409.