

بررسی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیکی کشت مخلوط سه توده کنجد (*Sesamum indicum*)

مهدی محمدیان^۱ - پرویز رضوانی مقدم^{۲*} - هادی زرقانی^۳ - عبدالجلیل یانق^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۵

چکیده

به منظور مطالعه اثر کشت مخلوط سه توده کنجد (سبزوار، کاشمر و کلات) به صورت درهم^۵ آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. این آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار که شامل ۶ تیمار بود، انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص توده‌های مورد بررسی (۱: سبزوار، ۲: کلات و ۳: کاشمر) و کشت مخلوط این توده‌ها شامل ۱: سبزوار با کلات، ۲: سبزوار با کاشمر و ۳: کاشمر با کلات بود. توده‌های کنجد به صورت خطی در دو طرف پشته کشت شدند، بطوریکه در کشت مخلوط آن‌ها، این توده‌ها در خطوط جدا بر روی یک پشته قرار گرفتند. نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در مخلوط توده‌های سبزوار با کاشمر (۱۰۲۹ کیلوگرم در هکتار) و سبزوار با کلات (۱۰۱۶ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و کمترین مقدار آن (۷۷۰/۷ کیلوگرم) در کشت خالص توده کلات مشاهده شد. تیمار مخلوط توده‌های سبزوار با کاشمر در سایر شاخص‌های مورفولوژیکی مثل ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه، زیست توده تک بوته و تعداد شاخه در بوته، بیشترین مقدار را داشت. از نظر مقدار شاخص‌های فیزیولوژیکی نیز، بیشترین سرعت رشد محصول (CGR) در این تیمار مشاهده شد، همچنین این تیمار از نظر شاخص‌های دیگر مثل شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت جذب خالص (NAR)، سرعت رشد نسبی (RGR) به همراه تیمار مخلوط توده‌های سبزوار با کلات دارای بیشترین مقدار نسبت به سایر تیمارها بودند و در این بین کشت خالص کلات در تمام شاخص‌ها کمترین مقدار را داشت. همچنین بیشترین مقدار عملکرد دانه و سایر شاخص‌های مورد مطالعه در کشت خالص توده‌های کنجد به ترتیب به ترتیب توده‌های سبزوار، کاشمر و کلات تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، کنجد، شاخص‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی

مقدمه

متعددی است که در ادامه به چند نمونه آن اشاره می‌شود. در حقیقت افزایش عملکرد مهمترین مزیت کشت مخلوط نسبت به تک کشتی است (۴) و با افزایش تعداد گونه‌ها در واحد سطح این سیستم به عنوان یک راه حل برای افزایش تولید در کشاورزی پیشرفته پیشنهاد شده است (۱۴). کنجد یکی از گیاهان زراعی است که به دلیل بالا بودن کمیت و کیفیت روغن استحصالی آن از جایگاه ویژه‌ای در بین گیاهان روغنی برخوردار است. بذور کنجد به طور غیر معمول دارای روغن زیادی هستند. در حدود ۵۰ درصد وزن دانه در مقایسه با سویا که فقط ۲۰ درصد وزن دانه اش روغن است (۵ و ۲۳). مطالعات متعددی در مورد کشت مخلوط دو یا چند رقم از یک گیاه انجام گرفته و دلایل مختلفی برای کشت ارقام یک گونه به صورت کشت مخلوط ذکر شده است. هر قدر اختلافات بین ارقام (مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی) بیشتر باشد احتمال افزایش عملکرد کل مخلوط بیشتر است (۲۲ و ۳۲). مخلوطی از ژنوتیپ‌های مختلف باعث ثبات تولید

در دنیای جدید روند کشت و کار محصولات زراعی بتدریج از اصول اکولوژیکی خارج شده و به سمت دیدگاه‌های اقتصادی پیش می‌رود که این امر منجر به تخریب منابع طبیعی و کاهش کارایی انرژی می‌شود (۱۷). کشت مخلوط از روش‌های زراعی با قدمتی دیرینه است که کشاورزان در جهت بهبود شرایط زراعی و افزایش سازگاری با طبیعت در پیش گرفتند (۱). کشت مخلوط عبارت است از پرورش هم‌زمان دو یا چند گیاه در یک زمین و متضمن محاسن

۱، ۲، ۳ و ۴ - به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و دانشجویان دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
* - نویسنده مسئول: (Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

5- Mixed cropping
6- Inter cropping

تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد (طول جغرافیایی $28^{\circ} 59'$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 15'$ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) در سال ۱۳۸۸ و در زمینی به مساحت ۴۵۰ متر مربع اجرا شد. آزمایش مذکور شامل ۶ تیمار با سه تکرار بود. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از کشت خالص سه توده سبزواری، کلات و کاشمر و کشت درهم این توده ها با هم که شامل ۱: مخلوط کلات با کاشمر، ۲: مخلوط سبزواری با کاشمر و ۳: مخلوط کلات با سبزواری بود.

مراحل آماده سازی زمین شامل شخم عمیق در پاییز سال قبل و کولتیواتور، دیسک و لولر در بهار همان سال صورت گرفت. به منظور تعیین مقدار کود مصرفی، نمونه برداری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک محل آزمایش انجام شد و پس از تعیین عناصر آن، کود دهی بر اساس شرایط خاک و نیاز گیاه (۵) صورت گرفت. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. ابعاد کرت‌های آزمایش 5×3 متر بود، که پس از آماده سازی کرت ها، کاشت توده های کنجد در اواخر اردیبهشت ماه به صورت ردیفی (با فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر) و مجزا، با دست و در عمق ۳-۲ سانتیمتر در دو طرف پشته انجام شد. آبیاری کرت ها به صورت نشتی انجام شد که پس از سبز شدن بذور جهت رسیدن به تراکم مطلوب (۴۰ بوته در متر مربع با فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی متر و بین ردیف ۲۵ سانتی متر)، بوته ها در مرحله ۴-۶ برگگی تنک شدند. عملیات داشت شامل، آبیاری (هر ۸ روز یک بار)، وجین علف‌های هرز (سه بار در طول دوره رشد) مطابق عرف منطقه انجام گرفت.

جهت تعیین خصوصیات فیزیولوژیکی (سطح برگ، وزن خشک اندام های هوایی، وزن خشک برگ) در طول مرحله رویشی و زایشی و از ابتدای مرحله ای که در آن در ۵۰ درصد بوته ها گل مشاهده شده باشد، به فواصل هر ۱۵ روز یک بار جهت بررسی خصوصیات رشدی، سه بوته در نیمه ای از کرت که به منظور نمونه گیری طول فصل رشد در نظر گرفته شده بود، به طور تصادفی برداشت شد. سپس نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شد و بعد از انتقال به آزمایشگاه صفات مورد نظر اندازه گیری شد. به منظور برداشت نهایی نیز در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از این نیمه تعداد ۱۰ بوته برداشت کرده و صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، زیست توده تک بوته، مجموع طول شاخه ها، تعداد شاخه، تعداد گره های ساقه و شاخه ها) آنها اندازه گیری شد و جهت تعیین وزن خشک، نمونه ها به آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شد و سپس توزین شد. همچنین به منظور تعیین میزان عملکرد در واحد سطح پس از حذف حاشیه نیمه دیگر کرت بقیه بوته ها در مساحت ۴ متر مربع برداشت شده و پس از خشک شدن، بوته ها بذرگیری شده و عملکرد بیولوژیک آنها نیز اندازه گیری شد. داده های حاصل با استفاده از نرم افزار Mstatc مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel رسم شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند

می شوند که این موضوع برای رسیدن به حداکثر عملکرد در هر سال حائز اهمیت است (۲۶). بیابانی و هاشمی دزفولی (۲) در چند کشتی دو رقم سویا به نام هارکور و بونوس بالاترین شاخص سطح برگ را در نسبت کاشت ۵۰ درصد هارکور و ۵۰ درصد بونوس را به دست آوردند. بر اساس نظریه فیزیولوژیست ها، کشت مخلوط گونه های مختلف، با توجه به وجود اختلافاتی نظیر اختلاف ارتفاع از طریق جذب بیشتر تشعشع خورشیدی موجب افزایش عملکرد می شود. بسیاری از پژوهشگران موفقیت مخلوط ها را به اختلاف ارتفاع اجزای مخلوط نسبت داده اند (۲۹). بررسی در کشت مخلوط ارقام گندم (۶ و ۷)، سویا (۲، ۱۰ و ۳۰) و ذرت (۳، ۱۳، ۱۴ و ۲۷) نشان می دهند که اکثر شاخص های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند RGR، CGR، LAI و همچنین عملکرد تاثیر مثبت بیشتری در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می پذیرد. در برخی نقاط کشاورزان معیشتی مخلوطی از ارقام زودرس و دیررس را با هم کشت میکنند. رقم زودرس برای اطمینان از خطرات قطع زود هنگام بارندگی و واریته دیررس برای بهره گیری احتمالی از بارندگی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد (۸). در آزمایشی ثبات عملکرد کشت مخلوط و خالص ارقام سویا مورد ارزیابی قرار گرفت و نتیجه گرفته شد که علی‌رغم تغییر عملکرد در هر یک از اجزای همراه در کشت مخلوط تغییرات عملکرد در واحد سطح از سالی به سال دیگر در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص بود (۳۲). مارتین و الکساندر (۲۸) در ارزیابی رقابت بین گونه‌ای در مخلوط های ارقام پابلند و پاکوتاه گندم بهاره دریافتند که نه تنها کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد نگردد، بلکه عملکردها را نسبت به کشت خالص کاهش داد، که آنها دلیل این کاهش را رقابت بین ارقام و کاهش در برخی از پارامترهای رشدی مانند سرعت رشد روزانه (CGR) و نیز سرعت جذب خالص (NAR) ذکر کردند. در مجموع نتایج حاصله نشان می دهد که در بعضی شرایط و ارقام بسیاری از پارامتر های رشدی (CGR، RGR، NAR، LAI و...) و همچنین عملکرد مخلوط بیشتر از عملکرد اجزایشان بوده و بر عکس در بعضی مطالعات این شاخص ها در مخلوط ارقام کاهش یافته است. بدلیل اینکه خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک کنجد در عملکرد نهایی تاثیر بسزایی داشته و در کشت های مخلوط ارقام و توده های کنجد نسبت به کشت خالص آنها، این خصوصیات تحت تاثیر ارقام و نوع کشت مخلوط قرار می گیرد، لذا لازم به نظر میرسد که تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی کنجد در این شرایط بررسی شود، تا بهترین نوع کشت مخلوط از نظر فضایی و استفاده موثرتر از منابع به دست آید.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی، در مزرعه

دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

شاخص های مورفولوژیکی

نتایج تجزیه داده ها نشان داد که بین تیمارها از نظر کلیه شاخص های مورفولوژیکی مورد مطالعه، اختلاف معنی داری ($P < 0.01$) وجود داشت (جدول ۲). عملکرد سه توده کنجد در کشت های خالص و مخلوط در جدول ۲ نشان داده شده است.

به طور کلی در کشت خالص بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب مربوط به توده های سبزواری با ۷۵/۹۱۶ کیلوگرم در هکتار و کلات با ۷۷۰/۷ کیلوگرم در هکتار بود، و حداکثر عملکرد توده های کلات و کاشمر در کشت مخلوط با توده سبزواری (۱۰۲۹ و ۱۰۱۶ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و اما کشت مخلوط دو توده کلات و کاشمر با ۸۴۸/۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را داشت. در بعضی از مطالعات بیان شده که اختلاط تعدادی از ارقام گندم و همچنین ذرت باعث کاهش عملکرد شده است (۱۹ و ۲۴). وزن دانه در تک بوته نیز به موازات عملکرد دانه تغییر کرد و کمترین آن در کشت خالص توده کلات (۶/۲ گرم) و بیشترین آن در مخلوط سبزواری-کاشمر (۹/۵ گرم) مشاهده شد. این نتایج با نتایج سایر محققان در بررسی عملکرد کشت خالص نسبت به کشت مخلوط مشابه است. به عنوان مثال مظاهری (۱۵) در کشت مخلوط دو واریته گندم بیات و طبیعی، نتیجه گرفت که عملکرد مخلوط ۵۹/۶ درصد بیش از حداکثر واریته پر محصول (بیات) در تک کشتی بود. همچنین جنسن (۲۶) در کلیه آزمایش های خود به این نتیجه رسید که عملکرد ارقام یولاف در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص آنها است. نتایج به دست آمده نشان دهنده اختلاف معنی دار از نظر ارتفاع بوته در بین تیمارها بود.

ارتفاع بوته در مخلوط توده های سبزواری با کاشمر (۹۴ سانتی متر) از همه بیشتر بود که این شاخص با تعداد کپسول در شاخه اصلی بیشترین همبستگی مثبت ($r = 0.8^{**}$) را داشت که پس از آن مجموع طول شاخه های فرعی (۰/۷۲)، تعداد گره اصلی (۰/۶۴) و همچنین عملکرد بیولوژیک (۰/۶۶)، در سطح یک درصد همبستگی مثبت داشتند. پس به نظر می رسد در کشت مخلوط توده سبزواری با توده های کلات و کاشمر افزایش ارتفاع مخلوط می تواند منجر به افزایش در سایر شاخص ها، مخصوصاً تعداد کپسول در ساقه اصلی شده و از آنجا که بیشترین عملکرد توده سبزواری به خاطر افزایش در میزان این شاخص است، در نهایت میتواند منجر به افزایش عملکرد مخلوط این توده با سایر توده ها شود. شوتر و بریم (۳۲) در مطالعات خود بیان کردند که مبنای افزایش عملکرد در انتخاب ارقام یک گونه جهت چندکشتی اختلافات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته و حجم گیاه، وضعیت آرایش برگها و اختلافات فیزیولوژیکی مانند نحوه رشد (محدود رشد یا غیر محدود رشد) و طول دوره رشد باشد. هر قدر این اختلافات بین ارقام بیشتر باشد احتمال افزایش عملکرد کل مخلوط بیشتر است (۳۱) و از آنجا که بین توده های سبزواری با کاشمر و کلات این اختلافات بیشتر مشهود است انتظار می رود، عملکرد مخلوط توده های سبزواری با کلات و نیز با توده کاشمر در مقایسه با کشت خالص این توده ها بیشتر باشد، ولی در مخلوط توده های کاشمر با کلات به دلیل شباهت شاخص های مورفولوژیکی، رقابت بر سر منابع غذایی و محیطی یکسان بیشتر شده و عملکرد را کاهش می دهد. نتایج حاکی از آن است که اختلاف معنی داری از نظر تعداد گره در ساقه اصلی وجود داشت به طوری که مخلوط توده های کاشمر با سبزواری بیشترین تعداد گره در ساقه (۱۶/۴۲ گره) را داشتند.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

بافت خاک	نیترژن (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	EC (dS/m)	ماده آلی (درصد)
لومی - سیلت	۱۵/۴	۱۳/۷	۱۱۹	۷/۹	۱/۲	۰/۸۳

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و شاخص های مورفولوژیکی تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط توده های کنجد

منابع تغییر	وزن دانه در تک بوته	زیست توده تک بوته	ارتفاع بوته	مجموع طول شاخه در بوته	تعداد گره ساقه در بوته	مجموع گره شاخه در بوته	تعداد شاخه در بوته	عملکرد دانه
بلوک	۰/۶۴ ^{NS}	۱/۵ ^{NS}	۳۲/۶ ^{NS}	۳۳۵۹۳ ^{NS}	۱/۲ ^{NS}	۹۷ ^{NS}	۰/۰۴ ^{NS}	۷۱۱ ^{NS}
تیمار	۳/۸ ^{**}	۳۳/۲ ^{**}	۲۷۳/۳ [*]	۲۹۷۳۵ ^{**}	۹/۵ ^{**}	۱۳۶ ^{**}	۰/۸ ^{**}	۳۴۲۹۵ ^{**}
C.V	۱۱/۲	۱۱/۵	۸/۹	۹/۱	۱۲/۵	۱۲/۷	۸/۸	۱۲/۵

NS، * و ** - به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و وجود اختلاف معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

گیاهان زراعی همبستگی بالایی نشان می‌دهد و عبارتست از افزایش وزن ماده خشک یک جامعه گیاهی در واحد سطح و در واحد زمان، و معمولاً بر حسب گرم بر متر مربع بیان می‌شود. سرعت رشد گیاه در مراحل اولیه رشد بدلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم نور خورشید که توسط گیاه جذب می‌شود کم است. با نمو گیاهان زراعی افزایش سریعی در سرعت رشد گیاه بوجود می‌آید، زیرا سطح برگها توسعه می‌یابد و نور کمتری از لابلای پوشش گیاهی به سطح خاک میرسد. حداکثر سرعت رشد گیاه و تندترین شیب در منحنی تغییرات وزن خشک کل هنگامی حاصل میشود که گیاهان به اندازه کافی بلند و متراکم شده باشند تا بتوانند از تمام عوامل محیطی حداکثر بهره‌گیری را بنمایند (۳۳). شکل یک، نمودار سرعت رشد تیمارهای مختلف توده‌های کنجد را نشان میدهد. همانطور که ملاحظه می‌شود حداکثر CGR به دست آمده برای همه تیمارها در ۷۵ روز پس از کاشت حاصل شد. در حالت کلی بیشترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمارهای کشت مخلوط توده‌های سبزواری با کاشمر و کلات با سبزواری مشاهده شد. و به دلیل اینکه سرعت رشد روزانه رابطه مستقیمی با سطح برگ و سرعت جذب خالص و در نهایت عملکرد دارد (۱۲) عملکرد بالای این دو تیمار قابل انتظار است. سرعت نزول CGR در بین تیمارها از لحاظ زمانی نیز متفاوت بود که در این بین CGR توده کلات زودتر از بقیه توده‌ها در فاصله زمانی حدود ۸۰ روز پس از کاشت به صفر رسید، سرعت رشد سایر تیمارها به جز مخلوط توده‌های سبزواری با کاشمر اگر چه با فاصله زمانی دیرتر به این توده تا ۱۰۵ روز از این امر مستثنی نبود. لازم به ذکر است که کشت خالص توده سبزواری اگر چه دارای CGR پایین تری نسبت به تیمار مخلوط توده‌های سبزواری با کلات بود، ولی در فاصله زمانی بیشتری (۱۰۵ روز) به صفر رسید و CGR مخلوط توده‌های سبزواری با کاشمر در فاصله ۱۰۵ روز پس از کاشت هرچند روند کاهشی داشت ولی هنوز مثبت بود (شکل ۱). با توجه به این نتایج به نظر میرسد کشت مخلوط بر سرعت رشد روزانه اثر مثبت گذاشته است. در مطالعه بیابانی و هاشمی دزفولی (۲) در چند کشتی دو توده سویا به نام هارکور و بونوس بالاترین CGR را در کشت مخلوط این دو توده به دست آوردند. که این نتیجه با نتایج مطالعه انجام شده مطابقت دارد.

سطح برگ (LAI)

شاخص سطح برگ بیان‌کننده نسبت سطح برگ به سطح زمینی است که آن برگها اشغال می‌نمایند. همانطور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، تغییرات شاخص سطح برگ از روند سیگموئیدی پیروی می‌کند. بدین صورت که ابتدا به آرامی افزایش یافته (تا ۷۵ روز) و سپس دوره رشد سریع آن آغاز می‌شود.

با این وجود تیمار مخلوط توده‌های کلات با کاشمر نیز از نظر این صفت با این تیمار غیر معنی‌دار شد، این صفت با صفاتی نظیر تعداد کپسول در ساقه اصلی (۰/۷۲)، ارتفاع بوته (۰/۶۴)، و در نهایت عملکرد دانه (۰/۵۹) در سطح یک درصد همبستگی مثبت داشت ولی از آنجا که درصد بیشتری از عملکرد دانه توده‌های کلات و کاشمر مربوط به تعداد کپسول‌های شاخه‌های فرعی است و این شاخص از این نظر همبستگی نداشت، بنابراین در مخلوط این دو توده با یکدیگر با وجود تعداد گره زیاد در ساقه اصلی (۱۴/۴ گره) در توده‌ها، عملکرد کمی حاصل شد. بر اساس نتایج به دست آمده تعداد گره‌های فرعی در بین تیمارها نیز معنی‌دار شد و بیشترین تعداد گره‌های فرعی در تیمار کشت خالص توده کاشمر (۴۳/۰۳ گره) و کمترین آن در کشت خالص توده کلات مشاهده شد، که این صفت فقط با تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی همبستگی مثبت (۰/۵۱^{**}) داشت که میتوان یک علت عمده عملکرد بالای مخلوط سبزواری با کاشمر را نیز تعداد گره‌های اصلی زیاد در توده سبزواری و گره‌های فرعی زیاد در توده کاشمر دانست به طوری که این دو توده در مخلوط با یکدیگر توانسته‌اند کانوپی موثری را جهت استفاده موثر از شرایط محیطی فراهم آورده و بر روی هم تاثیر مثبت داشته باشند. تیمارها از نظر مجموع طول شاخه‌های فرعی نیز معنی‌دار شدند که کشت خالص توده کاشمر دارای بیشترین طول (۱۴۹۲/۹ سانتی‌متر) و مخلوط توده‌های کلات-کاشمر (۶۱۷/۶ سانتی‌متر) و کشت خالص سبزواری (۶۷۲ سانتی‌متر) کمترین طول را داشتند. با این وجود هیچ‌گونه همبستگی بین این شاخص با عملکرد مشاهده نشد.

شاخص‌های فیزیولوژیکی

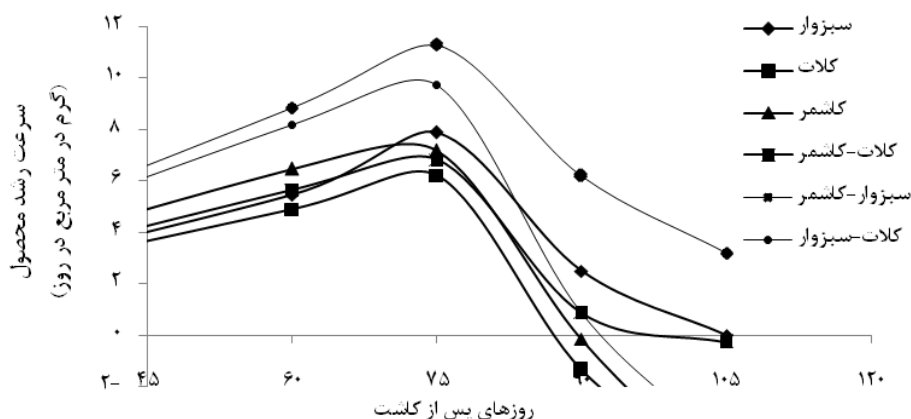
برای تولید عملکرد اقتصادی مطلوب در زراعت کنجد، علاوه بر رشد سبزینه مناسب در اوایل دوره رشد، توزیع و تخصیص مطلوب مواد فتوسنتزی در اندام‌زایی در طول دوره رشد نیز مهم است. یک راه برای تجزیه عوامل موثر در عملکرد و تکامل گیاه، تجزیه و تحلیل رشد است، که از روی تجمع مواد فتوسنتزی خالص در طول زمان محاسبه می‌گردند. تجزیه و تحلیل رشد، براساس اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک اندامها است، دیگر شاخص‌های رشد، از طریق محاسبه این دو کمیت بدست می‌آیند. این اطلاعات ممکن است بسته به نیاز، برای گیاه کامل یا بخش‌های مختلفی همچون ریشه، ساقه‌ها و برگها محاسبه شوند (۲ و ۹). به طور کلی هدف از محاسبه توابع رشد تفسیر این موضوع است که چطور یک گونه گیاهی به یک یا چند عامل محیطی عکس‌العمل نشان می‌دهد.

تغییرات سرعت رشد محصول (CGR)

پارامتر سرعت رشد یکی از شاخص‌هایی است که با عملکرد

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد شاخص های مورفولوژیک تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط توده های کنجد

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن دانه در تک بوته (گرم)	زیست توده تک بوته (گرم)	ارتفاع (سانتیمتر)	مجموع طول شاخه (سانتی متر)	تعداد گره ساقه در بوته	تعداد گره شاخه در بوته	تعداد شاخه در هر بوته
سبزوار	۹۱۶/۸	۴/۲	۴/۰	۷۸/۵	۶۷۲	۱۳/۷	۳۲/۴	۲/۵
کلات	۷۷۰/۷	۲/۶	۲/۵	۶۷/۲	۱۱۶۸	۱۱/۰	۲۲/۰	۲/۲
کاشمر	۸۷۹/۹	۳/۲	۳/۲	۷۲	۱۴۹۳	۱۳/۱	۴۳/۰	۳/۰
کلات-کاشمر	۸۴۸/۳	۳/۴	۴/۰	۷۳/۲	۶۱۷	۱۴/۴	۳۳/۵	۲/۸
سبزوار-کاشمر	۱۰۲۹/۰	۵/۹	۷/۲	۹۴/۰	۱۱۷۱	۱۶/۴	۳۳/۴	۳/۷
کلات-سبزوار	۱۰۱۶/۰	۴/۱	۴/۲	۷۷/۹	۱۰۱۰	۱۴/۲	۳۰/۶	۲/۹
LSD	۳۸/۳	۰/۷۵	۰/۸۳	۱۱/۹۵	۱۶۹/۲۶	۲/۹۸	۷/۱۳	۰/۴۲



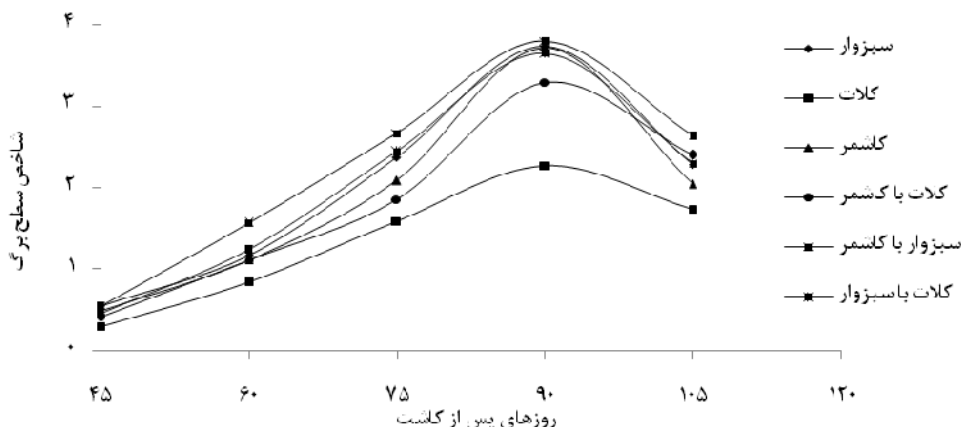
شکل ۱- تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط توده های کنجد

همچنین همبستگی قوی بین سطح برگ با عملکرد بیولوژیک و دانه در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (۱۶).

سرعت جذب خالص (NAR)

میزان جذب خالص (NAR) نشان دهنده مقدار ماده خشک خالص ساخته شده در واحد سطح برگ در واحد زمان می باشد. سرعت جذب خالص در اکثر گیاهان زراعی از ابتدا به صورت کاهشی است و زمانی به حداکثر مقدار خود می رسد که برگ ها در معرض نور کامل خورشید قرار گرفته باشند. با افزایش رشد، برگهای گیاه افزوده شده و برگ های بالایی جامعه گیاهی موجب سایه اندازی بر روی برگ های پایین تر شده و هر قدر سایه اندازی بیشتر شود مقدار سرعت جذب خالص کاهش بیشتری نشان می دهد. با افزایش سن برگ از فتوسنتز نیز کاسته می شود که این امر به نوبه خود موجب افزایش شیب نزولی سرعت جذب خالص خواهد شد (۲۴).

با افزایش سن گیاه از ۹۰ روز به بعد شاخص سطح برگ در تمامی توده ها کاهش یافت که دلیل آن می تواند پیر شدن و ریزش برگ ها در آخر فصل رشد به علت کاهش مواد غذایی و نفوذ کم نور به داخل کانوبی باشد (۲۱). نتایج حاصل نشان داد که بین تیمارها از لحاظ شاخص سطح برگ تفاوت معنی داری وجود دارد. به طوری که بیشترین سطح برگ مربوط به تیمارهای توده های مخلوط کاشمر با سبزوار بود و بعد از آن کشت مخلوط سبزوار با کلات و کشت خالص توده سبزوار بیشترین سطح برگ را داشتند، کمترین مقدار سطح برگ نیز مربوط به تیمار کشت خالص توده کلات و بعد از آن مخلوط توده های کلات با کاشمر تعلق داشت (شکل ۲) و از آنجا که شاخص سطح برگ با عملکرد ارتباط دارد (۲۰)، میتوان عملکرد دانه زیاد مخلوط توده های سبزوار با کاشمر را سطح برگ بیشتر و تولید ماده خشک بیشتر و برعکس آن برای کشت خالص توده کلات ذکر کرد. واتسون نیز در مطالعه اثرات فیزیولوژیکی رقابت ذرت بیشترین عملکرد را در تیمار دارای بالاترین سطح برگ به دست آورد (۳۴).



شکل ۲- روند تغییرات سطح برگ در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط توده های کنجد

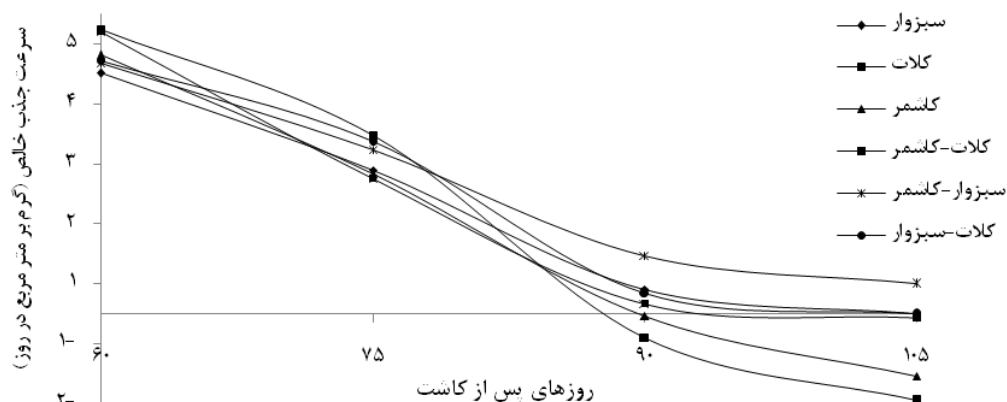
کاهش NAR با افزایش سن گیاه می تواند مربوط به افزایش میانگین سن برگ ها و افت راندمان فتوسنتزی برگ باشد (۲۵). در بین تیمارهای کشت خالص توده ها نیز توده سبزواری تا حدود ۹۰ روز پس از کاشت از میزان NAR بالایی برخوردار بود، بنابراین در بین دو توده دیگر از عملکرد بیشتری برخوردار بود.

تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR)

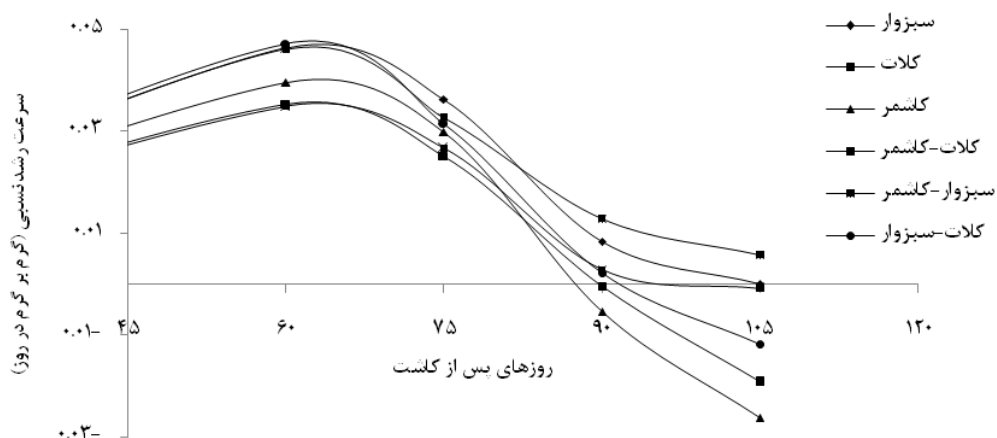
سرعت رشد نسبی بیان کننده میزان افزایش وزن خشک گیاه، نسبت به وزن خشک اولیه آن در واحد زمان می باشد و معمولاً بر حسب گرم در روز بیان می شود. هر گاه لگاریتم طبیعی وزن نسبت به زمان رسم شود، سرعت رشد نسبی شیب آن خط خواهد بود، در واقع RGR لگاریتم CGR می باشد. به طور کلی با گذشت زمان، سرعت رشد نسبی گیاه پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود تقریباً پس از ۷۰ روز از کاشت روندی کاهشی داشت (شکل ۴). علت کاهش RGR این است که مقدار وزن خشک گیاه با گذشت زمان افزایش پیدا می کند، اما سرعت افزایش به دلیل افزایش نسبت بافت های بالغ به بافت های مرستمی کاهش می یابد، از طرفی بخشی از این کاهش می تواند مربوط به در سایه قرار گرفتن و یا افزایش سن برگ های پایین گیاه باشد، که باعث کاهش فتوسنتز می گردد (۱۱، ۱۲ و ۲۱).

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می شود سرعت رشد نسبی در همه تیمار ها در طی زمان بنا به دلایلی که در بالا اشاره شد روند کاهشی داشت و واکنش تیمارهای مورد مطالعه از نظر سرعت رشد نسبی متفاوت بود و بیشترین سرعت رشد نسبی مربوط به تیمار مخلوط توده های سبزواری با کاشمر و کمترین آن مربوط به کشت خالص توده کلات بود، RGR بالای مخلوط کاشمر با سبزواری می توان به سرعت جذب خالص بالا در طول دوره رشد و سطح برگ بالای آن نسبت به سایر تیمار ها دانست.

ولی در گیاهانی مثل چغندر قند و کاهو و گیاهان مشابه تا مدتی روند افزایشی بوده سپس کاهش پیدا میکند. علت این امر این است که چغندر قند در ابتدای فصل، برگ های کوچک داشته و به صورت بسته میباشند، و لذا قادر به استفاده کامل از انرژی خورشیدی نمی باشد، ولی با ادامه رشد و باز شدن برگ ها NAR تا مدتی روند افزایشی و در ادامه با سایه اندازی برگ ها بر روی هم کاهش می یابد (۹). شکل ۳ روند تغییرات میزان جذب خالص در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط توده ها را نشان می دهد. در همه تیمارها از روند مشابهی پیروی کرده و روند کاهشی داشت، ولی سرعت این کاهش در تیمارهای مختلف متفاوت بود. به عنوان مثال در ۶۰ روز پس از کاشت، سرعت جذب خالص در تیمار کشت خالص توده کلات از همه بیشتر بود (۴/۷ گرم بر متر مربع بر روز)، که شاید بدلیل شاخص سطح برگ پایین آن در طول این دوره نسبت به سایر تیمارها بوده به طوری که نور خورشید توانسته به تمام سطوح کانوپی نفوذ کرده و حداکثر فتوسنتز در تمام لایه های کانوپی انجام شود، ولی در ۹۰ روز پس از کاشت به دلیل پیری زودرس برگ ها و سایه اندازی زیاد برگ های بالایی بر روی برگ های پایینی نسبت به سایر تیمارها این شاخص بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت، در تیمارهای مخلوط کاشمر با کلات و توده خالص کلات نیز روند تا حدی مشابه بود. بیشترین سرعت جذب خالص (۰/۵ گرم بر متر مربع در روز) را در بین تیمارها در ۱۰۵ روز پس از کاشت مخلوط توده های سبزواری با کاشمر داشت که روند کاهش سرعت جذب خالص آن در مقایسه با سایر توده ها کندتر بود که به نظر میرسد این تیمار تحت تاثیر عوامل مثبت کشت مخلوط قرار گرفت. با این وجود این تیمار به همراه توده خالص سبزواری، در ۶۰ روز اول دوره رویشی خود به دلیل شاخص سطح برگ بالای آن و سایه اندازی برگ ها دارای NAR کمتری (به ترتیب ۴/۰۱ و ۴/۱۹ گرم بر متر مربع برگ در روز) نسبت به بقیه تیمارها داشتند.



شکل ۳- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط توده های کنجد



شکل ۴- تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط توده های کنجد

فیزیولوژیکی مثل سرعت رشد محصول (CGR) نسبت به سایر تیمارهای کشت مخلوط و خالص توده های مورد بررسی برتری داشت. همچنین این تیمار از نظر شاخص های دیگر مثل شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت جذب خالص (NAR)، سرعت رشد نسبی (RGR) به همراه تیمار مخلوط توده های سبزوار با کلات دارای بیشترین مقدار را داشتند. در بین تیمارهای کشت خالص توده های کنجد نیز از نظر عملکرد و سایر شاخص ها بیشترین مقدار به ترتیب متعلق به توده های سبزوار، کاشمر و کلات بود. بنابراین در بین الگوهای کشت مخلوط توده های مورد بررسی کنجد، کشت مخلوط توده سبزوار با کاشمر در شرایط آب و هوایی دشت مشهد به منظور داشتن عملکرد دانه مطلوب تر قابل توصیه است.

بر عکس این مطلب نیز راجع به کشت خالص توده کلات صدق می کند. کاهش RGR به صورت خطی به دلیل بالا رفتن نسبت بافت های ساختمانی به بافت های فعال مریستمی و افزایش سن برگها، و از طرفی بدلیل کاهش نسبت سطح برگ (LAR) و کاهش میزان جذب خالص (NAR) می باشد (۱۶ و ۱۸). زیرا در حقیقت RGR از فرمول $RGR = NAR * LAR$ قابل محاسبه است. بنابراین، این شاخص تحت تاثیر روند کاهش این کمیت ها قرار گرفته و به طور خطی کاهش می یابد (۱۸).

نتیجه گیری

در این آزمایش تیمار مخلوط توده های سبزوار با کاشمر در شاخص های مورفولوژیکی مثل ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه، زیست توده تک بوته و تعداد شاخه در هر بوته و نیز از نظر شاخص های

منابع

- ۱- بهدانی، م. ع. و م. ح. راشد محصل. ۱۳۷۷. بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۲: ۵۷-۶۳.
- ۲- بیابانی، ع. و ا. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۶. تجزیه رشد دو رقم سویا در کشت مخلوط. مجله علمی علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۲: ۱۹-۲۸.
- ۳- بغدادی، ح. ۱۳۷۷. بررسی اثر تراکم ذرت و الگوهای مختلف کاشت در کشت مخلوط ذرت و لوبیا. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- ۴- خبرنامه بورس کالای کشاورزی. ۱۳۸۴. دفتر اطلاع رسانی اتحادیه مرکزی تعاونیهای روستائی و کشاورزان.
- ۵- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۶- رقیعی، م. م. ح. سنگتراش و ج. کامبوزیا. ۱۳۷۷. عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف گندم هیبرمند، سرخ تخم و کراس فلات. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- ۷- صادق زاده اهری، د. ع. امیری و م. روستایی. ۱۳۷۷. بررسی عملکرد لاین های گندم با تیپ رشدی متفاوت در کشت خالص و مخلوط در شرایط دیم. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- ۸- صدر آبادی حقیقی، ر. ۱۳۷۸. بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کشت تداخل گندم با ماشک گل خوشه ای در یک سیستم دیم کاری کم نهاده. پایان نامه دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- ۹- عبداللهیان، م. ۱۳۷۱. بررسی تغییرات پارامترهای کمی و کیفی رشد چغندر قند در تاریخ های متلف کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۰- قادری، غ. ر. و ح. رحیمیان. ۱۳۷۳. بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا. نهال و بذر. ۱۰: ۱-۳.
- ۱۱- کولیوند، م. ۱۳۶۶. زراعت چغندر قند. انتشارات بخش فرهنگی جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی. ۲۴۶ صفحه.
- ۱۲- کوچکی، ع. م. ح. راشد محصل، م. نصیری و ر. صدرآبادی. ۱۳۷۰. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.
- ۱۳- مظاهری، د. ۱۳۶۴. کشت مخلوط ذرت و لوبیا. مجله علوم کشاورزی. ۱۶: ۱-۳.
- ۱۴- مظاهری، د. ۱۳۶۶. کشت مخلوط ذرت و کتان. مجله علوم کشاورزی ایران. ۱۸: ۵۷-۵۱.
- ۱۵- مظاهری، د. ۱۳۷۳. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۶- نصیری محلاتی، م. ع. کوچکی، پ. رضوانی مقدم و ع. بهشتی. ۱۳۸۶. آگرواکولوژی. (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- 17- Brummer, E. C. 1998. Diversity, stability, and sustainable American agriculture. *Agronomy Journal*. 90: 1-12.
- 18- Bueno, A. and R. Atrinks. 1982. Growth analysis of grain sorghum hybrids, *Iowa State Journal of Research*. 56: 367-381.
- 19- Chapman, S. R., R. W. Allard, and J. Adams. 1989. Effect of planting rate and genotypic frequency on yield and seed size in mixture of two wheat varieties. *Crop Sci*. 9: 575-576.
- 20- Chinnamuthu, C., R. Kallasam, and S. Sankran. 1989. Sorghum leaf area as a function of six leaf area. *J. Agron. Crop Sci*. 162: 300-304.
- 21- Clawson, K. L., J. E. Specht, and B. L. Blad. 1986. Growth analysis of soybean Isolines differing in pubescence density. *Agron. J*. 78: 164-172.
- 22- Cubbbs, C. H. and E. O. kenachuk. 1987. Performance of pure and mixed stand of flax cultivars. *Can. J. Plant Sci*. 67: 797-802.
- 23- Langham, R. D. 2007. Phenology of Sesame. ASHS Press, Alexandria, VA.
- 24- Eddowes, M. 1962. Physiological studies of completion in *Zea mays* L. I. Vegetative growth and ear development in maize. *J. Agric. Sci.* (Camb.). 72: 85-193.
- 25- Izumiyama, Y. 1984. Production and distribution of dry matter as a basis of sugar beet yield. *J A R Q*. 17 (4): 219-224
- 26- Jensen, N. F. 1952. Intra-varietal diversification in oat breeding. *Agron. J*. 44: 30-31.
- 27- Kannenberg, L. W. and R. B. Hunter. 1992. Yielding ability and competitive influence in hybrid mixtures of maize. *Crop Sci*. 12: 271-277.
- 28- Martin, J. M. and W. L. Alexaner. 1986. Intergenotypic competition in bib ends of spring wheat. *Can. J. Plant Sci*. 66: 871-876.
- 29- Ofori, F. and W. W. R. Stern. 1987. Cereal-legume intercropping systems. *Advances in Agronomy*. 41: 41-90.

- 30- Probst, A. H. 1975. Performance of variety blends in soybean. *Agron. J.* 49: 148-150.
- 31- Saxena, M. C. 1990. Problems and potential of Chickpea production in the nineties. In: chickpea in the Nineties. PP. 13-25. Proc. of the second International work shop on Chickpea Improvement, 4-8 Dec. 1989, ICRISAT. Potancheru India.
- 32- Schutz, W. M. and C. A. Brim. 1967. Enter- genotype competition in soybeans III. an evaluation of stability in multiline mixture. *Crop Sci.* 11: 681-689.
- 33- Singh, S. P. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Field Crops Res.* 53: 161-170.
- 34- Watson, D. J. 1958. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. *Ann. Bot.* 22: 34-54.