یافته های نوین کشاورزی
سال اول- شماره۲- زمستان۱۳۸۵

ارزیابی روابط منبع و مخزن در دو هیبرید آفتابگردان

مهرداد یارنیا*، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز
علی رحمتی، کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

چکیده

مطالعه روابط منبع و مخزن، بارگیری اسیمیلات‌ها در آوند آبکش و ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی عامل محدودکننده برای افزایش بیشتر عملکرد است که ظرفیت مخزن نمونه ای از خصوصیات فیزیولوژیکی عملکرد است. این پژوهش به منظور ارزیابی میزان محدویت منبع و تاثیرآن بر اجزای عملکرد دو هیبرید آفتابگردان به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۳ در تبریز اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو هیبرید آذرگل و آلستار و حذف دانه شامل تیمار بدون حذف دانه (شاهد)، حذف دانه‌های ۱/۳ کناری طبق، حذف دانه‌های ۱/۳ میانی طبق و حذف دانه‌های ۱/۳ مرکزی طبق بود. اعمال تیمار حذف دانه در زمان پس از گرده‌افشانی کامل انجام گرفت. نتایج نشان دادند که بین دو هیبرید در همه صفات به جز وزن هزار دانه و پهنای دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشته و در تمام صفات مورد بررسی هیبرید آذرگل نسبت به هیبرید آلستار برتری داشت. وزن هزار دانه، طول، عرض و پهنای دانه با حذف دانه افزایش یافته ولی نسبت مغز به دانه کاهش نشان داد. درصد افزایش وزن هزار دانه در هیبرید آذرگل معادل ۳/۹ درصد و در هیبرید آلستار معادل ٦/۹ درصد بود. وزن هزار دانه در تیمار شاهد ۷۵/٤۳ گرم و در تیمارهای حذف دانه های ۱/۳ کناری، ۱/۳ میانی و ۱/۳ مرکزی به ترتیب ۸۱/۳۷، ۷۸/۸۳ و ۷۸/۲۱ گرم بود. بر اساس نتایج آزمایش می‌توان گفت که دو هیبرید مورد بررسی با محدودیت منبع مواجه بوده و میزان محدودیت در هیبرید آلستار نسبت به هیبرید آذرگل بیشتر می‌باشد.

واژه های کلیدی: محدودیت منبع و مخزن، هیبرید آفتابگردان، وزن هزار دانه

* نویسنده رابط Email: yarnia@iaut. ac. ir

مقدمه

میزان انتقال اسیمیلات‌ها به‌وسیله فرآیندهای منبع یا مخزن کنترل می‌شود. پژوهش‌های بسیاری پیرامون محدودیت رشد مخزن به کمک تأمین مواد پرورده (منبع محدود) یا به وسیله گنجایش مخزن در واردکردن و استفاده از آن مواد (مخزن محدود) صورت گرفته است (۳). فعالیت مخزن به سرعت جذب مواد فتوسنتزی در واحد وزن، بافت و اندازه مخزن و وزن کل بافت آن بستگی دارد لذا تغییر اندازه یا فعالیت مخزن منجر به تغییر الگوی انتقال می‌شود. اگر اجزای عملکرد تغییر کنند اما عملکرد در همان سطح قبلی بماند نشان می‌دهد که اندام‌های تأمین‌کننده اسیمیلات عامل محدودکننده هستند (۱۳).

وزن دانه یکی از شاخص های مهم عملکرد در گیاهان دانه‌ای به شمار می‌رود. این شاخص از یک سو به میزان اسیمیلات‌های (منبع) موجود به ویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه‌های درحال رشد (مخازن) برای ذخیره اسیمیلات‌ها بستگی دارد (۷). منابع تامین کننده اسیمیلات‌ها برای پر شدن دانه‌ها شامل فتوسنتز جاری، انتقال مجدد مواد قبل از گرده افشانی و حرکت مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی بعد از گرده افشانی تا ابتدای رشد خطی دانه می‌باشند که به مجموع حرکت مجدد و انتقال مجدد، توزیع مجدد گفته می‌شود (٦). به منظور ارزیابی میزان محدودیت منبع و نحوه عرضه مواد پرورده بر رشد دانه، از تیمارهایی نظیر غنی سازی گاز کربنیک، حذف گزینشی دانه‌ها و تنک کردن تعدادی از بوته‌ها استفاده می شود (۷). تغییرات مخزن می تواند پیچیده‌تر باشد چون تعدادی از فعالیت‌های مخزن به طور بالقوه می توانند سرعت جذب به وسیله مخزن را محدود کنند. این تفاوت‌ها شامل تخلیه از عناصر غربالی، متابولیسم در دیواره سلولی و در برخی موارد بازیافت آپوپلاست و فرآیندهای متابولیکی هستند که مسئول به کارگیری مواد فتوسنتزی برای رشد یا ذخیره می باشند (٤). در آزمایش‌هایی که تعدادی از دانه‌ها از سنبله حذف شده این امر منجر به افزایش وزن نهایی دانه‌های باقی مانده، شده است و بیانگر رقابت دانه‌ها برای مواد پرورده در سنبله دست نخورده می باشد. ممکن است در سنبله دست نخورده، دانه‌ها مواد پرورده کافی برای رفع نیازشان دریافت کنند و تاثیر حذف گزینشی دانه‌ها، افزایش ظرفیت مقصد فیزیولوژیکی دانه‌ها بر اثر افزایش تعداد سلول‌های آندوسپرم باشد. از این رو در هر صورت ممکن است رشد دانه به وسیله گنجایش مقصد موجود محدود شود هر چند این صفت خود با تامین مواد پرورده تنظیم می شود. در آزمایش‌هایی که حذف گزینشی دانه ها انجام گرفته افزایش وزن دانه‌ها با تعداد بیشتر سلول‌های آندوسپرم همراه بوده است (۱). در بسیاری از آزمایش ها کاهش میزان تقاضای مخزن موجب افت میزان فتوسنتز شده است. این موضوع حداقل در ٤ رقم گندم و سویا توسط کنل و همکاران (۱۹۸۷) مقایسه شده است.

هیتولت و اگلی (۱۹۸۵) اعلام کردند که حذف مخزن اصلی در گیاهانی مانند گندم، یولاف، پنبه و سویا همیشه منجر به افت نشده است و در تمامی این موارد مخازن فعال جایگزینی وجود داشته است.

راوسون و همکاران (۱۹۷٦) دریافتند که تنها در زمانی حذف دانه از بوته گندم موجب افت سریع میزان مبادله دی اکسید کربن برگ پرچم شد که پنجه‌ها قطع شدند در صورتی که قبل از قطع شدن به عنوان مخازن فعال قابل جایگزینی عمل می کردند. ریل و پاول (۱۹۷۵) بیان کردند میزان فتوسنتز بسیاری از گیاهان زراعی تا حد زیادی به میزان تقاضا بستگی دارد. در بسیاری از آزمایش ها با کاهش میزان تقاضا، CER افت نموده و در بسیاری از موارد نیز با افزایش تقاضا، CER افزایش پیدا کرده است. به نظر می‌رسد در بیشتر مواقع افزایش تقاضا باعث به تاخیر انداختن پیری می‌شود و از این رو در مراحل نهایی حتی اگر باعث افزایش حداکثر سرعت CER نشود لااقل آن را در اواخر دوره رشد افزایش خواهد داد. این موضوع در گیاهانی مانند گندم، سویا و چچم مشاهده شده است. اگلی(۱۹۸۸) معتقد است قابلیت جبران دانه‌های حذف شده در گندم متغیر است. در بسیاری موارد حذف دانه‌ها اثر ناچیزی بر وزن دانه‌های باقی مانده گذاشته است. دلیل این امر احتمالاً فقدان مواد ذخیره‌ای کافی در گیاه است.

بینگهام (۱۹٦۷) نشان داد با حذف تعدادی از دانه‌های گندم، وزن دانه‌های باقی‌مانده به‌صورت تصاعدی افزایش می‌یابد ولی این افزایش به اندازه‌ای نیست که بتواند کاهش تعداد دانه را جبران کند. جانسون و تانر(۱۹۷۲) معتقد هستند یکی از دلایلی که نشانه عدم محدودیت کامل منبع در عملکرد است وجود مقادیر زیادی از ذخایر کربوهیدرات‌ها در گیاه در زمان رسیدگی است (عدم انتقال مواد ذخیره ای به دانه). گی‌فورد (۱۹۸۵) مدلی ارائه داد که در بر دارنده چگونگی نقش منبع و مخزن در محدودیت عملکرد غلات پس از گرده‌افشانی است. هیوم و کمبل (۱۹۹۲) دریافتند که تغییر نسبت منبع به مخزن می تواند تاثیر زیادی بر مواد ذخیره ای ساقه بگذارد. اگر فقط مخزن حذف شود ٦ تا ۱۲ روز فتوسنتز کافی است تا ظرفیت ساقه از کربوهیدرات پر شود. این میزان ۵۲ درصد از کل وزن گیاه را شامل می شود. چنانچه بخشی یا تمامی منبع حذف شود، مواد محلول داخل ساقه در طی مدتی پس از گرده افشانی به سرعت کاهش می یابد. یوهارت و اندرد (۱۹۹۵) گزارش کردند که محدودیت منبع سبب افزایش انتقال مجدد از ساقه و برگ و کاهش کربوهیدرات نهایی غیرساختمانی در مقایسه با تیمار شاهد می گردد. آنها بیان کردند که محدودیت مخزن نیز باعث کاهش انتقال مجدد از ساقه می گردد. بونت و اینکول (۱۹۹۲) بیان کردند که میزان انتقال مجدد و مواد ذخیره ای توسط اندازه مخزن، رقم و محیط کنترل می شود. پس از گرده مهمترین مولفه در تعیین میزان انتقال ذخایر ساقه می باشد. رادمهر(۱۳۸۱) با مطالعه محدودیت منبع و مخزن در گندم، گزارش نمود که کلیه ژنوتیپ‌ها فاقد محدودیت مخزن و دارای محدودیت منبع می‌باشند. همان طور که کاهش منبع در حدی کمتر از حد طبیعی موجب کاهش عملکرد می‌شود کاهش مخزن از طریق حذف تعدادی از گل‌ها یا دانه‌ها نیز موجب کاهش عملکرد می‌شود (۳). بهبود ژنتیکی گیاهان نیازمند شناخت مکانیزم های فیزیولوژیک موثر بر عملکرد به عنوان

معیاری برای انتخاب ارقام برتر و پیشرفت ژنتیکی در این راستا می باشد بنابراین مطالعه خصوصیات فیزیولوژیک نظیر محدودیت منبع و روابط منبع و مخزن ضروری به نظر می رسد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۳ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز واقع در ۵ کیلومتری تبریز با طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳٦۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. خاک های منطقه در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط قرار داشته و خطر شوری قابل ملاحظه‌ای در خاک های سطحی خاک‌ها وجود ندارد. آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. به منظور بررسی میزان محدودیت منبع در آفتابگردان تیمار حذف دانه اعمال گردید لذا فاکتورهای این آزمایش عبارت بودند از دو هیبرید آفتابگردان شامل آذرگل (متوسط رس) و آلستار (زودرس) و چهار سطح حذف دانه شامل شاهد (بدون حذف)، حذف دانه های ۱/۳ کناری طبق، حذف دانه های ۱/۳ میانی طبق، حذف دانه‌های ۱/۳ مرکزی طبق، تیمار حذف دانه بعد از گرده افشانی کامل و قبل از تشکیل دانه ۱/۳ ناحیه کناری با استفاده از پنس انجام شد و گل ها و دانه ها حذف شده و محل حذف بلافاصله با قارچ کش ضدعفونی شد. بعد از تلقیح کامل برای جلوگیری از خسارت گنجشک توسط کیسه های توری محافظت گردیدند. حذف دانه‌های میانی و مرکزی هم بدین ترتیب زمانی که میانه و مرکز طبق گرده افشانی کامل شد انجام گرفت وسپس داخل تور انداخته شدند. در کرت‌های شاهد هم بعد از تلقیح کامل طبق‌هایی به طور تصادفی به تور انداخته شدند. تعداد طبق‌های حذف شده در هر کرت ۷ بوته بود.

ابعاد هر کرت ۲/٤۰ در٤ متر و فاصله ردیف‌های کاشت٦۰ سانتی متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت ۲٤ سانتی متر با تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار اعمال گردید. هر کرت شامل ٤ ردیف کاشت (جوی پشته با جهت شمالی جنوبی) بود که در هر کرت دو ردیف کناری و از هر طرف ۰/۵ متر هر ردیف به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. فاصله بلوک‌ها ۲ متر و فاصله بین هر کرت یک خط نکاشت بود. مقدار کود مصرفی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن، ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۲۵ کیلوگرم در هکتار اسید بوریک بود. مصرف اوره در دو مرحله پس از کاشت به صورت سرک یکبار قبل از آبیاری و بار دوم اوره به همراه سایر کودهای دیگر در مرحله ۱۰ برگی به صورت سرک و قبل از آبیاری داده شدند. آبیاری به صورت منظم در هر هفته یک بار به روش نشتی و قبل از ظهر انجام می گرفت. زمانی که رنگ پشت طبق‌ها به زرد متمایل به قهوه‌ای و براکته‌ها به رنگ زرد در آمدند عملیات برداشت آغاز گردید که نسبت به نوع هیبرید و نوع تیمارها زمان‌های برداشت متفاوت بودند. صفات مورد ارزیابی شامل وزن هزار دانه، درصد پوکی، نسبت مغز به دانه، طول دانه،

عرض دانه، پهنای دانه، میزان روغن دانه و میزان انتقال مجدد از ساقه یک بوته بودند. برای اندازه‌گیری نسبت مغز به دانه، پوست دانه در یک توده ۲۵ عددی جدا شد و پس از توزین مغز دانه‌های به دست آمده نسبت این دو شاخص به یکدیگر به دست آمد. میزان انتقال مجدد از ساقه یک بوته از اختلاف وزن خشک ساقه در شروع گلدهی و زمان برداشت نهایی محاسبه گردید. پس از محاسبه وزن دانه در تیمارهای شاهد و حذف دانه میزان محدودیت منابع با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد: $SL\ (\frac{a}{b}-1)*100$ =[1] در این رابطه SL، a و b به ترتیب محدودیت بر حسب درصد، وزن دانه در تیمار حذف دانه و وزن دانه در تیمار شاهد بر حسب گرم بودند (۱۷).

تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده از اندازه گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و برای ترسیم شکلها از نرم افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفت مورد بررسی نشان داد که اثرات هیبرید در صفات درصد پوکی، نسبت مغز به دانه، طول دانه و عرض دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده ولی صفات وزن هزار دانه، پهنای دانه، میزان روغن دانه و انتقال مجدد از ساقه معنی داری نشد. اثرات سطوح مختلف حذف دانه بر روی صفات درصد پوکی، نسبت مغز به دانه، انتقال مجدد از ساقه و میزان روغن دانه در سطح ۱٪ و بر روی صفات وزن هزار دانه، عرض دانه و پهنای دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید. اثرات متقابل حذف دانه در هیبرید در هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی دار نشد (جدول ۱). علل پوکی دانه آفتابگردان ناشی از تلقیح نشدن گل‌ها و عدم انتقال مواد غذایی به دانه‌های در حال رشد می‌باشد. در بحث عدم تلقیح گل‌ها در سقط اجزای زایشی موردی که از درجه اهمیت کمتری نسبت به سایر موارد ذکر شده برخوردار است از دست رفتن شادابی گل‌ها و پژمردگی آن‌ها است که به نوبه خود باعث می‌گردد که حشرات به ویژه زنبور عسل کمتر به سمت گل‌ها جلب شده و عمل گرده‌افشانی کاهش‌یابد (۵). درصد پوکی در هیبرید آذرگل ۱/۰۵ و در هیبرید آلستار ۰/٤۷ درصد بود که نشان دهنده اختلاف ژنتیکی بین دو هیبرید از این نظر و توزیع یکنواخت تر اسیمیلات توسط این هیبرید برای دانه ها می باشد. حذف دانه منجر به ایجاد اختلاف معنی دار در درصد پوکی گردید (جدول ۲). بیشترین درصد پوکی با حذف دانه‌های کناری معادل ۱/۰۷ درصد و کمترین آن با حذف

1- Source Limitation

دانه‌های مرکزی معادل ۰/٤٥ درصد به دست آمد (شکل۱). بیشترین درصد پوکی با حذف ۱/۳ دانه‌های کناری معادل ۱/۰۷ درصد و کمترین آن با حذف ۱/۳ دانه‌های مرکزی معادل ۰/٤٥ درصد به دست آمد.

جدول ۱: تجزیه واریانس ساده صفات بررسی شده هیبریدهای آذرگل و آلستار آفتابگردان تحت سطوح حذف دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد پوکی	وزن هزار دانه	مغز به دانه	طول دانه	عرض دانه	پهنای دانه	انتقال مجدد از ساقه	درصد روغن
تکرار	۲	۳/۲۳	۱۱۰/٦۹*	۰/۹۱**	۰/۰٦۸	۰/۲٦	۰/٤۰٦	٤۱٦/۲۸	۱۰/٤۱*
هیبرید	۱	۷۹/۲۹**	۲۹/۰۹^{ns}	٦/۱۱**	۱/٦۱**	۸/۱۳**	۰/٤٦^{ns}	٤۱۹/۹۷^{ns}	۸/۲٤^{ns}
حذف دانه	۳	۱۷/۹۷*	۱۰٦/۸۱*	۱/۸۳**	۰/۰۹۷	۰/۳٤*	۰/٤۱*	۲۳۲۷۰/۷۹**	۷۸/٥٥**
حذف هیبرید	۳	۱/۹۷^{ns}	۸۹/۷۹^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۲^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۳۹^{ns}	۲۷۰/۱۷^{ns}	۳/۰۸^{ns}
خطای آزمایش	۱۸	۱/۳	۳٤/٥۱	۰/۱٥	۰/۰۷٤	۰/۱۰۸	۰/۱۳۸	۲۰۷٥/۳۲	۳/۱
ضریب تغییرات(٪)		۱/٥۱	۷/۸٤	۱٥/۱	۲/٥٦	٥/۳۳	۹/۱۸	٤۳/۲٥	٤/۲۹

* و** به ترتیب نشان دهنده اثر معنی دار در سطح احتمال ٥٪ و ۱٪ هستند

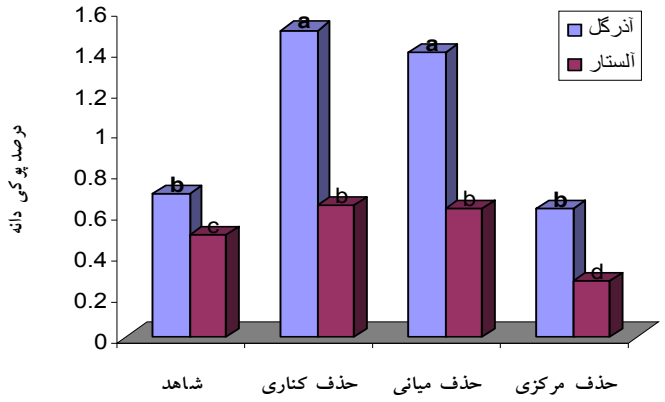
به همین ترتیب بیشترین درصد پوکی در هیبرید آذرگل با حذف ۱/۳ دانه‌های کناری معادل ۱/٥ درصد و کمترین آن در همان هیبرید با حذف ۱/۳ دانه‌های مرکزی معادل ۰/٦۳ درصد حاصل شد و در هیبرید آلستار نیز بیشترین درصد پوکی با حذف ۱/۳ دانه‌های کناری معادل ۰/٦٤ درصد و کمترین آن در همان هیبرید با حذف دانه‌های ۱/۳ مرکزی معادل ۰/۲۷ درصد به دست آمد.

جدول ۲: میانگین صفات مورد بررسی تیمارهای حذف دانه بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن

تیمار	درصد روغن	پهنای دانه	انتقال مجدد در یک بوته	عرض دانه	نسبت مغز به دانه	وزن هزار دانه	درصد پوکی
شاهد	٤۳/۷a	۲/۸۷b	۳۱/۹۳ c	٦/۰٥ b	۷٦/۹۹	۷٥/٤۳b	۰/٥۳ a
۱/۳ کناری	۳۸/۸٤d	٤/۰٤ab	٤۳/٦٤a	٦/۲ab	۷٤/٦۳c	۸۱/۳۷a	۱/۰۷a
۱/۳ میانی	٤۰/۱۲c	٤/۱٦a	۳۸/٦٥b	٦/۰۹ab	۷٥/۳۳bc	۷۸/۲۱ab	۱/۰۱a
۱/۳ مرکزی	٤۱/٦۱b	٤/۱۳ab	۳۹/۲b	٦/۳۱a	۷٥/٦٤b	۷۸/۸۳ab	۰/٤٥b
آذرگل	٤۱/٤۱a	٤/۱۲a	٥٦/۲۲a	٦/٥a	۷٦/٦۷a	۷۹/۱a	۱/۰٥a
آلستار	٤۰/۷۲a	۲/۹۷a	۲/۳۷b	٥/۸۲b	۷٤/٥۷b	۷۱/۸۲a	۰/٤۷b

در هر ستون میانگین هایی که دارای یک حرف مشترک می باشند از نظر آماری در سطح احتمال ٥٪ تفاوت معنی دار ندارند.

هاشمی دزفولی و مرعشی(۱۳۷٤) بیان کرده اند که پرشدن دانه ها از یک سو به میـزان اسـیمیلات هـای (منبع) موجود به ویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانـه‌هـای در حـال رشد (مخازن) برای ذخیره اسیمیلات‌ها بستگی دارد. هر دو هیبرید عکس العمل یکسانی را در اثر حذف دانه از نظر درصد پوکی نشان دادند یعنی دانه‌های کناری طبق در هر دو هیبرید با دریافت سهم بیـشتری از اسیمیلات منجر به پوک ماندن تعداد بیشتری از دانه‌های طبق می شوند. در آفتابگردان دانه‌های کناری از ظرفیت و توان بالاتری در ذخیره اسیمیلات برخوردار بوده ولی دانه‌های مرکزی توان پـایین تـری در ذخیره اسیمیلات دارند و با توجه به زمان پیدایش گل‌ها و بر اساس اسیمیلات موجود و روابط هورمونی درصد بالاتری از پوکی دانه‌ها در دانه‌های مرکزی مشاهده شده و حتی با حذف دانه‌های کناری امکان پر شدن آنها وجود ندارد.



شکل ۱: تاثیر حذف دانه بر درصد پوکی دانه در دو هیبرید آفتابگردان

ابعاد دانه در دو هیبرید تفاوت معنی داری نشان داد. طول و عرض و پهنای دانـه در هیبریـد آذرگـل بـه ترتیب ۱۰/۸۲، ۵/۸۳ و ٤/۱۳ میلی متر و در هیبرید آلستار به ترتیب ۱۰/۵۳، ٦/۵ و ۳/۹۷ میلی متـر بـود که نشان دهنده اختلاف ژنتیکی بین دو هیبرید می باشد. حذف دانه بر روی عرض و پهنای دانه منجر به ایجاد اختلاف معنی دار گردید (جدول۱). در اثر حذف دانه، عرض و پهنای دانه نسبت به شـاهد بیـشتر می شود زیرا که دانه ها فضای بیشتری برای رشد عرضی پیدا می کنند. تیمار حذف دانه‌های ۱/۳ میـانی و مرکزی به ترتیب با ٤/۱٦ و ٦/۳۱ میلی متر بیشترین پهنا و عرض دانه و تیمار شـاهد بـا ۳/۸۷ و ٦/۰۵ میلیمتر کمترین پهنا و عرض دانه را داشتند (جدول۲). در کل با حذف کردن دانه ها بر عـرض و پهنـای دانه به صورت معنی داری افزوده شد. امام و نیک نژاد (۱۳۷۳) بیان کرده اند که بـا حـذف دانـه، تعـداد سلول های آندوسپرم دانه افزایش می یابد ولی به نظر می رسـد در آفتـابگردان علیـرغم افـزایش تعـداد سلول‌های آندوسپرمی بزرگ شدن عرضی سلول‌ها بیشتر از افزایش طول آنها بر ابعاد دانه تاثیر گذار بوده

است. همبستگی مثبت معنی دار موجود بین طول و عرض و پهنای دانه نیز نشان دهنده تغییرات این سه مولفه به دنبال ایجاد تغییر در یکی از آنها می باشد (جدول ۳). همبستگی مثبت طـول دانـه بـه عـرض و پهنای دانه در سطح احتمال ۵٪ و همبستگی مثبت پهنای دانه با عرض دانه در سطح احتمال ۱٪ تصدیقی بر استدلال فوق می باشد.

جدول۳ : روابط همبستگی صفات مورد بررسی

	صفات	۱	۲	۳	٤	٥
۱	طول دانه					
۲	عرض دانه	۰/٤۸ *				
۳	پهنای دانه	۰/٥۳ *	۰/۷۲**			
٤	وزن هزار دانه	۰/٥٤*	۰/٥۷	۰/۲۹		
٥	درصد پوکی	۰/۳۷	-۰/٤۳	۰/۰۱	۰/۳٤	
٦	درصد روغن	-۰/۳۷	-۰/٦۲**	-۰/٤۹*	-۰/۸۲**	-۰/۲٤

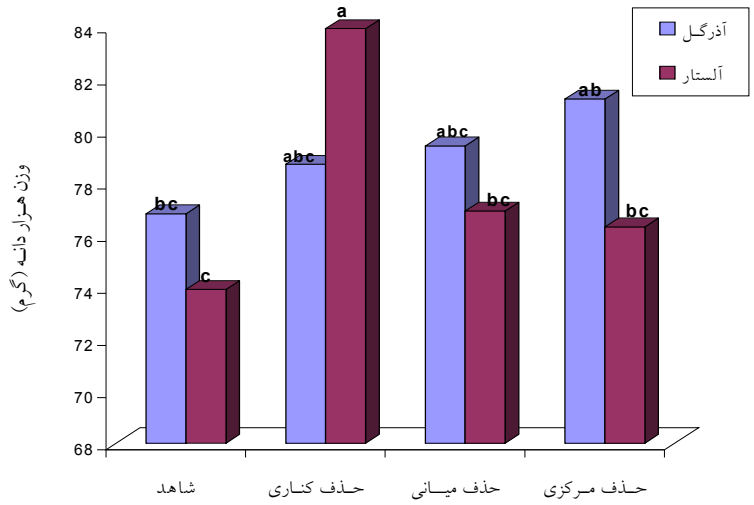
* و** به ترتیب نشان دهنده اثر معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هستند.

وزن هزار دانه یکی از مهمترین اجزای عملکرد محسوب شده و بالابودن وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد می‌گردد. وزن هزار دانه به چهار عامل: طول مرحله پر شدن دانه، تعداد برگ‌های فعال در مرحله نمو زایشی، سطح برگ و وزن خشک ساقه بستگی دارد (۵). حذف دانه منجر به ایجاد اختلاف معنی دار در وزن هزار دانه گردید. همبستگی مثبت بین ابعاد دانه ها با وزن هزار دانه، افزایش وزن هزار دانه به دنبال افزایش ابعاد دانه ها را توجیه می کند و چون با حذف دانه ها ابعاد دانه‌های باقی مانده افزایش نشان داده است افزایش وزن هزار دانه‌ی دانه‌های باقی مانده نیز منطقی است (جدول ۳).

بیشترین وزن هزار دانه با حذف دانه‌های ۱/۳ کناری طبق معادل ۸۱/۳۷ گرم به دست آمـد کـه اخـتلاف معنی داری با سایر تیمارهای حذف دانه نداشت. کمترین وزن هزار دانه با اختلاف معنـی دار در شـرایط بدون حذف دانه معادل ۷۵/٤۳ گرم حاصل شد. با حذف دانه در تیمارهای مختلف وزن هزار دانه ۵/۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش وزن نشان داد (جدول۲).

این موضوع نشان می دهد که با اعمال حذف، دانه‌های باقی مانده سهم بیشتری از اسیمیلات حاصل از فتوسنتز جاری و انتقال مجدد دریافت نموده و با ذخیره بیشتر اسیمیلات وزن بالاتری نسبت به شرایط عدم حذف دانه نشان می دهد. لذا می توان گفت که با حذف دانه در آفتابگردان مخازن باقی مانده امکان دسترسی به اسیمیلات بیشتری را از منابع می یابند. این موضوع می تواند نشان دهنده وجود محدودیت منبع باشد. این موضوع منطبق بر گزارش های نادری (۱۳۷۹)، امام و نیک نژاد (۱۳۷۳) و بینگهام

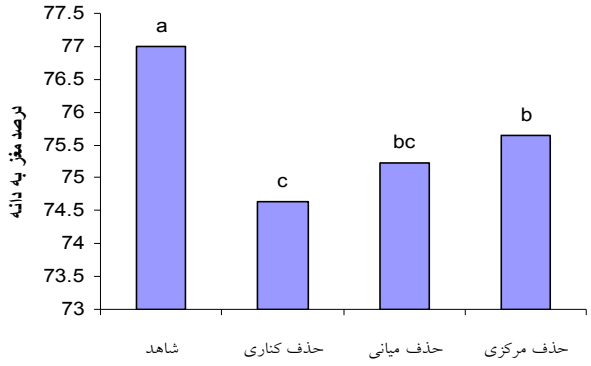
(۱۹۷٦) می باشد. بیشترین وزن هزار دانه در هیبرید آلستار با اختلاف معنی دار با حذف ۱/۳ دانه‌های کناری معادل ۸۳/۹ گرم و کمترین وزن هزار دانه نیز در این هیبرید و در شرایط بدون حذف دانه معادل ۷۳/۹ گرم حاصل شد ولی در هیبرید آذرگل بیشترین وزن هزار دانه بدون اختلاف معنی دار با حذف ۱/۳ دانه‌های مرکزی معادل ۸۱/۲ گرم و کمترین آن در شرایط بدون حذف معادل ۷٦/۸ گرم به دست آمد (شکل۲).



شکل ۲: تاثیر حذف دانه بر وزن هزار دانه ی دانه های باقیمانده در دو هیبرید آفتابگردان

محاسبه میزان محدودیت در این دو هیبرید نشان داد که هر دو هیبرید مورد بررسی دارای محدودیت منبع بوده و کمترین میزان محدودیت منبع در هیبرید آذرگل معادل ۲/٤۷درصد با حذف ۱/۳ دانه‌های کناری حاصل شد. با حذف ۱/۳ دانه‌های میانی و مرکزی میزان محدودیت منبع به ترتیب به ۳/۳۹ درصد و ۵/۷۳ درصد افزایش یافت. لذا دانه‌های کناری طبق در هیبرید آذرگل سهم بیشتری از اسیمیلات تولیدی را به خود اختصاص داده است و به این ترتیب از پر شدن سایر دانه ها ممانعت می کند که با حذف آنها امکان پرشدن بیشتر دانه‌های باقی مانده فراهم شده و میزان محدودیت منبع به حداقل می رسد. بیشترین میزان محدودیت منبع در هیبرید آلستار با حذف ۱/۳ دانه‌های کناری معادل ۱۳/۵۳ درصد و کمترین میزان محدودیت منبع با حذف ۱/۳ دانه‌های مرکزی حاصل شد . این روند کاملاً برخلاف روند تغییرات محدودیت منبع در هیبرید آذرگل است یعنی در هیبرید آلستار دانه‌های مرکزی طبق نقش مهمتری در پر شدن و تولید دانه ایفا می کنند. در مجموع بین دو هیبرید مورد بررسی میزان محدودیت منبع در هیبرید آلستار بیشتر از هیبرید آذرگل است.

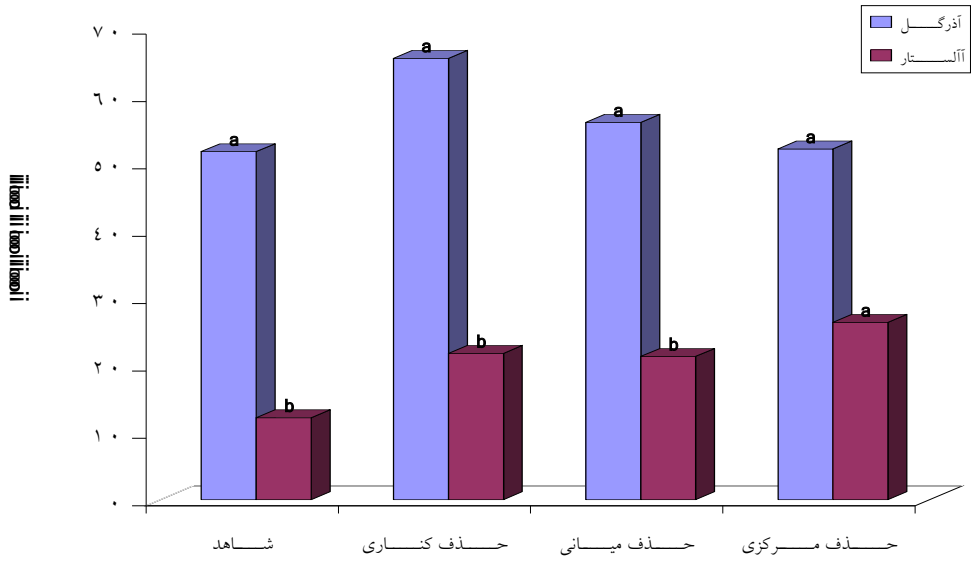
نسبت وزن مغز به دانه در هیبرید آذرگل با ۷٦/٦۷ درصد نسبت به هیبرید آلستار با ۷٤/۵۷ درصد برتری معنی داری داشت که نشان دهنده اختلاف ژنتیکی بین دو هیبرید و بالا بودن سهم مغز دانه نسبت به پوسته در هیبرید آذرگل می باشد به عبارت دیگر هیبرید آذرگل با دانه های درشت تر از مغز بیشتر و پوسته کمتری نسبت به هیبرید آلستار برخوردار است. حذف دانه منجر به ایجاد اختلاف معنی دار در نسبت وزن مغز به دانه گردید (جدول۲). تیمار شاهد با ۷٦/۹۹ درصد بیشترین و حذف دانه‌های ۱/۳کناری با ۷٤/٦۳ درصد کمترین نسبت وزن مغز به دانه را نشان دادند (شکل۳). کاهش این نسبت در تیمارهای مختلف حذف دانه منطبق بر اهمیت و نقش دانه‌های موجود در یک طبق می باشد. این موضوع نشان می دهد که با اعمال حذف دانه ، علیرغم افزایش وزن دانه‌های باقی مانده و ابعاد آنها، افزایش در پوسته دانه نسبت به مغز دانه بیشتر بوده است یعنی سهم اسیمیلات ساختمانی تخصیص یافته برای بزرگ شدن دانه ها بیشتر از اسیمیلات ذخیره ای بود. این موضوع با نتایج یوهارت و اندرد (۱۹۹۵) مبنی بر کاهش کربوهیدرات غیر ساختمانی در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط محدودیت منبع مطابقت دارد.



شکل ۳: تاثیر حذف دانه بر نسبت مغز به کل دانه در دانه های باقیمانده دو هیبرید آفتابگردان

اعداد محاسبه شده برای انتقال مجدد کربوهیدرات در هیبرید آذرگل معادل ۵٦/۳۳ گرم و در هیبرید آلستار معادل ۲۰/۳۷ گرم بود. با حذف دانه اعداد محاسبه شده برای انتقال مجدد در یک بوته مثبت‌تر شد (جدول۲). تیمار حذف۱/۳ دانه‌های کناری با ٤۳/٦٤ گرم بیشترین و تیمار شاهد با ۳۱/۹۳ گرم کمترین مقدار را نشان دادند. اعداد منفی در این پارامتر نشان دهنده وجود انتقال مجدد از ساقه در تک بوته و اعداد مثبت نشان دهنده‌ی عدم وجود انتقال مجدد از ساقه می باشد لذا بر اساس نتایج حاصله در دو هیبرید مورد بررسی نه تنها انتقال مجدد کربوهیدرات از ساقه‌ها به طرف دانه‌ها انجام نگرفته است بلکه به دلیل کاهش تعداد مخازن فعال بخشی از اسیمیلات در ساقه ها تجمع یافته است. سهم این مواد

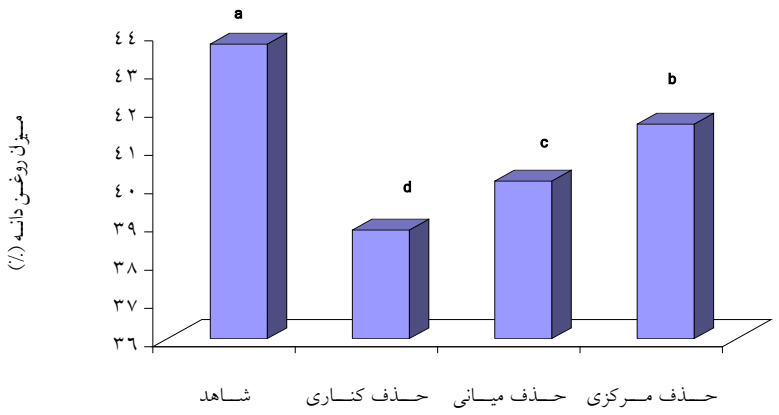
در هیبرید آذرگل بیشتر از هیبرید آلستار است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در آفتابگردان منابع ثانویه با هدف انتقال مجدد اسیمیلات وجود ندارد (شکل ٤).



شکل ٤: تاثیر حذف دانه بر تجمع اسیمیلات در ساقه در دو هیبرید آفتابگردان

کنل و همکاران (۱۹۸۷) بیان کرده بودند که کاهش میزان تقاضای مخزن موجب افت میزان فتوسنتز می شود ولی هیتولت و اگلی (۱۹۸۵) اعلام کرده اند حذف مخزن اصلی در گیاهانی مانند گندم، یولاف، پنبه و سویا همیشه منجر به افت نشده است و در تمامی این موارد مخازن فعال جایگزینی وجود داشته است. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که در اثر کاهش تعداد مخازن در درجه اول سهم اسیمیلات رسیده به مخازن باقی مانده افزایش یافته و سپس ساقه ها نیز به عنوان یک مخزن فعال برای حفظ توان فتوسنتزی، اسیمیلات تولید شده را در خود ذخیره کرده است بدین ترتیب احتمالاً از افت فتوسنتز در اثر حذف مخازن جلوگیری شده است. راوسون و همکاران (۱۹۷٦) نیز وجود مخازن فعال قابل جایگزینی به دنبال حذف دانه ها را بیان کرده اند.

حذف دانه منجر به ایجاد اختلاف معنی دار در میزان روغن دانه گردید (جدول ۲). تیمار شاهد با ٤۳/۷ درصد بیشترین و تیمار حذف ۱/۳ دانه‌های کناری با ۳۸/۸٤ درصد کمترین میزان روغن دانه را به خود اختصاص دادند (شکل۵). این موضوع نشان می‌دهد که با اعمال حذف دانه، دانه‌های باقی مانده میزان روغن کمتری پیدا می کنند. احتمالاً با حذف دانه تعادل هورمونی به هم خورده و با کاهش متابولیسم چربی‌ها در دانه‌های باقیمانده میزان روغن تولید شده کاهش یافته است. بیشترین تأثیر را حذف دانه‌های کناری به علت تعداد و فعالیت بیشترشان نشان داده است و هر چقدر تعداد دانه بیشتری حذف شود میزان روغن دانه نیز کاهش بیشتری می یابد.



شکل۵ : تاثیر حذف دانه بر درصد روغن دانه های باقیمانده

از طرف دیگر جدول همبستگی بین صفات مورد بررسی نشان داد که بین وزن هزار دانه و ابعاد دانه‌ها با میزان روغن دانه همبستگی منفی معنی داری وجود دارد که به مفهوم کاهش میزان روغن دانه با افزایش ابعاد دانه و به دنبال آن افزایش وزن هزار دانه می باشد. این مطلب تاییدی بر کاهش میزان روغن دانه به دنبال حذف تعدادی از دانه ها است (جدول ۳).

با توجه به نتایج به دست آمده از صفات مورد بررسی می توان گفت که هیبرید آذرگل و آلستار با محدودیت منبع مواجه می باشند چرا که با حذف ۱/۳ دانه ها وزن هزار دانه افزایش یافته است و این امر گویای آن است که در شرایط عادی وزن هزار دانه به حداکثر میزان خود به علت کمبود مواد غذایی نمی رسد. درصد افزایش وزن هزار دانه در هیبرید آذرگل معادل ۳/۹ درصد و در هیبرید آلستار معادل ٦/۹ درصد می باشد. میزان محدودیت منبع در هیبرید آذرگل حداقل ۲/٤۷ و حداکثر ۵/۷۳ درصد بوده ولی میزان محدودیت منبع در هیبرید آلستار حداقل ۳/۲۵ و حداکثر ۱۳/۵۳ درصد به دست آمد لذا میزان محدودیت منبع در هیبرید آلستار بیشتر از هیبرید آذرگل می باشد. میزان تولید اسیمیلات به‌صورت خود تنظیمی در اختیار قدرت مخزن می‌باشد و با حذف دانه اسیمیلات تولیدی در بوته کاهش می‌یابد که می‌تواند به علت تجمع اسیمیلات در برگ و عدم تخلیه و بارگیری باشد ولی با توجه به وضعیت انتقال مجدد در این آزمایش نتیجه گرفته شد که در این دو هیبرید انتقال مجدد مواد فتوسنتزی وجود نداشته و به منظور جلوگیری از کاهش اسیمیلات تولیدی، مواد فتوسنتزی در ساقه ها تجمع یافته است. در صورتی که بررسی‌های تکمیلی وجود محدودیت منبع را در این دو هیبرید ثابت نماید برای رفع محدودیت در این دو هیبرید لازم خواهد بود از طریق تغییر تراکم، اصلاح ژنتیکی، تغییر زوایای برگ و تغییر الگوی کاشت در راستای بهبود کانوپی اقدام نمود.

منابع

۱- **امام ، ی .و نیک نژاد، م. ۱۳۷۳.** مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی(ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

۲- **راد مهر، م.، لطفعلی آینه، غ .و نادری،ا.۱۳۸۱.** مطالعه محدودیت منبع و مخزن در گندم نان و دوروم در شرایط مطلوب و تنش گرمایی .خلاصه مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران: ٤٨٨ صفحه

۳- **رحیمیان، ح .و کوچکی، ع ۱۳۷۷.** تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.٤٩٥ صفحه.

٤- **کافی، م .ولاهوتی، م. ۱۳۷۸.** فیزیولوژی گیاهی .جلد اول .انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد٤٥٦صفحه.

۵- **کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م.۱۳۷۲.** رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد ٥٦٠ صفحه.

٦- **نادری ، الف .۱۳۷۹.** ارزیابی تنوع ژنتیکی و مدل سازی پتانسیل انتقال مجدد اسیمیلات ها و نیتروژن به دانه در ژنوتیپ های گندم در شرایط تنش خشکی .رساله دکتری تخصصی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.٢٥٤صفحه.

۷- **هاشمی دزفولی، ا . و مرعشی ،ع.۱۳۷٤.** تغییرات مواد فتوسنتزی در زمان گلدهی و تاثیر آن بر رشد دانه، عملکرد و اجزا عملکرد گندم . مجله علوم و صنایع کشاورزی جلد نهم، شماره۳۲:۱-۱٦.

8- Bingham, J. 1967. Investigations on varieties and artificial variation in grain number per ear. J. Agri sci. 68: 412 – 413.

9- Bonnet, G.D. & Incoll, L.D. 1992. The potential per-a thesis and post-a thesis contribution of stem internodes to grain yields in crops of winter barley. Ann. Boot. 69:21-225.

10- Connell، T. R., Below, F. E., Hageman، R. H. & Willman, M. R. 1987. Photosynthetic components associated with differential since of maize hybrids following ear removal. Field Crops. 17: 59 – 60.

11- Eglin, D. B. 1988. Plant density and soybean yield. Crop Science. 28: 943 – 944.

12- Gifford، R. M. 1974. Photosynthetic limitation to cereal yield. In mechanisms of regulation of plant growth. Roy. Soc. New Zealand. 12: 888 – 889.

13- Gifford R. M. & Beamier ,P. M. 1981. Accumulation and conversion of sugars by developing wheat grains. I. Liquid culture of kernels over several days. Australian. Journal. Plant Physiology. 8: 632 – 633.

14- Heitholt ,J. J. & Eglin, D. B. 1985. Influence of deflowering on dry matter production of soybeans. Field Crops. 12: 164 – 165.

15- Hume، D.J. & Compel, D.K. 1992. the role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling a review. Plant Science. 52:363-368.

16– Johnson, D. R. & Tanner, J. W. 1972. Comparisons of corn inbreeds and hybrids grown at equal leaf area index ، light penetration and population Crop Science .12: 483 – 484.

17- Panozzo, J.F. & Eagles, H.A. 1999. Rate and duration of grain filling and grain nitrogen accumulation of wheat cultivars grown in different environments. Australian Journal of Agricultural Research. 50(60):1007-1015.

18- Rawson, H. M., Gifford, R. M. & Brenner, P. M. 1976. Carbon dioxide exchange in relation to sink demand in wheat. Planta. 132: 19 – 20.

19– Ryle, G. J. & Powell ,C. E. 1975. Defoliation and regrowth in the graminaceous plant: The role of current assimilation. Ann. Bot**.** 39: 299 – 300.

20- Uhart، S.A. & Andrade ,F.H. 1995. Nitrogen defoliation in maize. I: Effects on crop growth development, dry matter partitioning, and kernel set. Crop Science.35-1376-1383.