

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 محدودیت منبع و تاثیر آن 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 آلتار 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 معنی داری وجود داشته و در تمام صفات مورد بررسی هیبرید آذرگل نسبت به هیبرید آلتار 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 آلتار معادل ۶/۹ درصد بود. وزن هزار دانه در تیمار شاهد ۷۵/۴۳ گرم و در تیمارهای حذف دانههای 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 می توان گفت که دو هیبرید مورد بررسی با محدودیت منبع مواجه بوده و میزان محدودیت در هیبرید آلتار نسبت به هیبرید آذرگل بیشتر می باشد.

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

مقدمه

میزان انتقال اسیمیلات ها به وسیله فرآیندهای منبع یا مخزن کنترل می شود. پژوهش های بسیاری پیرامون محدودیت رشد مخزن به کمک تأمین مواد پرورده (منبع محدود) یا به وسیله گنجایش مخزن در وارد کردن 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 می شود. اگر اجزای عملکرد تغییر کنند اما عملکرد در همان سطح قبلی بماند نشان می دهد که اندام های تأمین کننده اسیمیلات عامل محدود کننده هستند (۱۳).

وزن دانه یکی از شاخص های مهم عملکرد در گیاهان دانه ای به شمار می رود. این شاخص از یک سو به میزان اسیمیلات های (منبع) موجود به ویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه های در حال رشد (مخازن) برای ذخیره اسیمیلات ها بستگی دارد (۷). منابع تأمین کننده اسیمیلات ها برای پر شدن دانه ها شامل فتوسنتز جاری، انتقال مجدد مواد قبل از گرده افشانی و حرکت مجدد مواد ذخیره شده در اندام های رویشی بعد از گرده افشانی تا ابتدای رشد خطی دانه می باشند که به مجموع حرکت مجدد و انتقال مجدد، توزیع مجدد گفته می شود (۶). به منظور ارزیابی میزان محدودیت منبع و نحوه عرضه مواد پرورده بر رشد دانه، از تیمارهایی نظیر غنی سازی گاز کربنیک، حذف گزینشی دانه ها و تنک کردن تعدادی از بوته ها استفاده می شود (۷). تغییرات مخزن می تواند پیچیده تر باشد چون تعدادی از فعالیت های مخزن به طور بالقوه می توانند سرعت جذب به وسیله مخزن را محدود کنند. این تفاوت ها 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 (۴). در آزمایش هایی که تعدادی از دانه ها از سنبله حذف شده این امر منجر به افزایش وزن نهایی دانه های باقی مانده، شده است و بیانگر رقابت دانه ها برای مواد پرورده در سنبله دست نخورده می باشد. ممکن است در سنبله دست نخورده، دانه ها مواد پرورده کافی برای رفع نیازشان دریافت کنند و تاثیر حذف گزینشی دانه ها، افزایش ظرفیت مقصد فیزیولوژیکی دانه ها بر اثر افزایش تعداد سلول های 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 تأمین مواد پرورده تنظیم می شود. در آزمایش هایی که حذف گزینشی دانه ها انجام گرفته افزایش وزن دانه ها با تعداد بیشتر سلول های آندوسپرم همراه بوده است (۱). در بسیاری از آزمایش ها کاهش میزان تقاضای مخزن موجب افت میزان فتوسنتز شده است. این موضوع حداقل در ۴ 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 (۱۹۷۶) 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 می رسد در بیشتر مواقع افزایش تقاضا باعث به تاخیر انداختن پیری می شود و از این رو در مراحل نهایی حتی اگر باعث افزایش حداکثر سرعت CER نشود لاقلاً 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 دانه های حذف شده در گندم متغیر است. در بسیاری موارد حذف دانه ها اثر ناپذیری بر وزن دانه های باقی مانده گذاشته است. دلیل این امر احتمالاً فقدان مواد ذخیره ای کافی در گیاه است. بینگهام (۱۹۶۷) نشان داد با حذف تعدادی از دانه های گندم، وزن دانه های باقی مانده به صورت تصاعدی افزایش می یابد ولی این افزایش به اندازه ای 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 کربوهیدرات ها در گیاه در زمان رسیدگی است (عدم انتقال مواد ذخیره ای به دانه). گی فورده (۱۹۸۵) مدلی ارائه داد که در بر دارنده چگونگی نقش منبع و مخزن در محدودیت عملکرد غلات پس از گرده افشانی 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 ۶ 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 غیر ساختمانی 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 ژنوتیپ ها فاقد محدودیت مخزن و دارای محدودیت منبع می باشند. همان طور که کاهش منبع در حدی کمتر از حد طبیعی موجب کاهش عملکرد می شود کاهش مخزن از طریق حذف تعدادی از گل ها یا دانه ها نیز موجب کاهش عملکرد می شود (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 روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۳ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز واقع در ۵ کیلومتری تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. خاک های منطقه در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط قرار داشته و خطر شوری قابل ملاحظه ای در خاک های سطحی خاک ها وجود ندارد. آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های 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 دانه های 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 ضد عفونی شد. بعد از تلقیح کامل برای جلوگیری از خسارت گنجشک توسط کیسه های توری محافظت گردیدند. حذف دانه های میانی و مرکزی هم بدین ترتیب زمانی که میانه و مرکز طبق گرده افشانی کامل شد انجام گرفت و سپس داخل تور انداخته شدند. در کرت های شاهد هم بعد از تلقیح کامل طبق هایی به طور تصادفی به تور انداخته شدند. تعداد طبق های حذف شده در هر کرت ۷ بوته بود.

ابعاد هر کرت ۲/۴۰ در ۴ متر و فاصله ردیف های کاشت ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته ها روی ردیف های کاشت ۲۴ سانتی متر با تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار اعمال گردید. هر کرت شامل ۴ 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 بلوک ها 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 نشستی و قبل از ظهر انجام می گرفت. زمانی که رنگ پشت طبق ها به زرد متمایل به قهوه ای و براکتها به رنگ زرد در آمدند عملیات برداشت آغاز گردید که نسبت به نوع هیبرید و نوع تیمارها زمان های 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 اندازه گیری نسبت مغز به دانه، پوست دانه در یک توده ۲۵ عددی جدا شد و پس از توزین مغز دانه های 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: $SL \left(\frac{a}{b} - 1 \right) * 100$ 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 اندازه گیری 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٪ معنی دار بوده ولی صفات وزن هزار دانه، پهنای دانه، میزان روغن دانه و انتقال مجدد از ساقه معنی داری نداشت. 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٪ معنی دار 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 گل ها و عدم انتقال مواد غذایی به دانه های در حال رشد می باشد. در بحث عدم تلقیح گل ها در سقط اجزای زایشی موردی که از درجه اهمیت کمتری نسبت به سایر موارد ذکر شده برخوردار است از دست رفتن شادابی گل ها و پژمردگی آنها است که به نوبه خود باعث می گردد که حشرات به ویژه زنبور عسل کمتر به سمت گل ها جلب شده و عمل گرده افشانی کاهش یابد (۵). درصد پوکی در هیبرید آذرگل ۱/۰۵ و در هیبرید آلستار ۰/۴۷ 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 دانه های کناری معادل ۱/۰۷ درصد و کمترین آن با حذف

دانه های مرکزی معادل ۰/۴۵ درصد به دست آمد (شکل ۱). بیشترین درصد پوکی با حذف ۱/۳ دانه های کناری معادل ۱/۰۷ درصد و کمترین آن با حذف ۱/۳ دانه های مرکزی معادل ۰/۴۵ 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 روغن
تکرار	۲	۳/۲۳	۱۱۰/۶۹*	۰/۹۱**	۰/۰۶۸	۰/۲۶	۰/۴۰۶	۴۱۶/۲۸
هیبرید	۱	۷۹/۲۹**	۲۹/۰۹ ^{ns}	۶/۱۱**	۱/۶۱**	۸/۱۳**	۰/۴۶ ^{ns}	۴۱۹/۹۷ ^{ns}
حذف دانه	۳	۱۷/۹۷*	۱۰۶/۸۱*	۱/۸۳**	۰/۰۹۷	۰/۳۴*	۰/۴۱*	۲۳۲۷۰/۷۹**
حذف هیبرید	۳	۱/۹۷ ^{ns}	۸۹/۷۹ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۰۳۹ ^{ns}	۲۷۰/۱۷ ^{ns}
خطای آزمایش	۱۸	۱/۳	۳۴/۵۱	۰/۱۵	۰/۰۷۴	۰/۱۰۸	۰/۱۳۸	۲۰۷۵/۳۲
ضریب تغییرات (%)		۱/۵۱	۷/۸۴	۱۵/۱	۲/۵۶	۵/۳۳	۹/۱۸	۴۳/۲۵

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

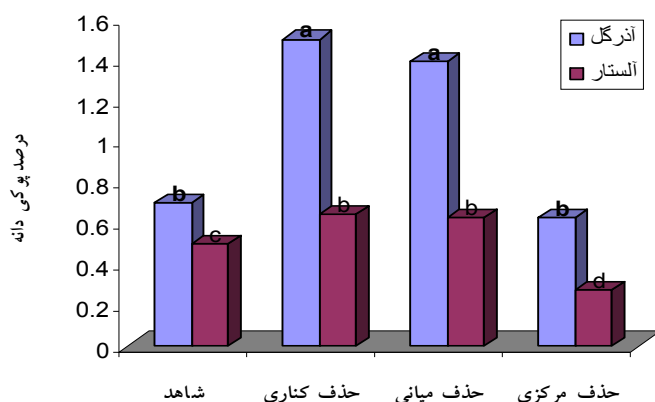
به همین ترتیب بیشترین درصد پوکی در هیبرید آذرگل با حذف ۱/۳ دانه های کناری معادل ۱/۵ درصد و کمترین آن در همان هیبرید با حذف ۱/۳ دانه های مرکزی معادل ۰/۶۳ درصد حاصل شد و در هیبرید آلستار نیز بیشترین درصد پوکی با حذف ۱/۳ دانه های کناری معادل ۰/۶۴ درصد و کمترین آن در همان هیبرید با حذف دانه های ۱/۳ مرکزی 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	۴۳/۷a	۲/۸۷b	۳۱/۹۳ c	۶/۰۵ b	۷۶/۹۹	۷۵/۴۳b	۰/۵۳ a
۱/۳ کناری	۳۸/۸۴d	۴/۰۴ab	۴۳/۶۴a	۶/۲ab	۷۴/۶۳c	۸۱/۳۷a	۱/۰۷a
۱/۳ میانی	۴۰/۱۲c	۴/۱۶a	۳۸/۶۵b	۶/۰۹ab	۷۵/۳۳bc	۷۸/۲۱ab	۱/۰۱a
۱/۳ مرکزی	۴۱/۶۱b	۴/۱۳ab	۳۹/۲b	۶/۳۱a	۷۵/۶۴b	۷۸/۸۳ab	۰/۴۵b
آذرگل	۴۱/۴۱a	۴/۱۲a	۵۶/۲۲a	۶/۵a	۷۶/۶۷a	۷۹/۱a	۱/۰۵a
آلستار	۴۰/۷۲a	۲/۹۷a	۲/۳۷b	۵/۸۲b	۷۴/۵۷b	۷۱/۸۲a	۰/۴۷b

در هر ستون میانگین هایی که دارای یک حرف مشترک می باشند از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

هاشمی دزفولی و مرعشی (۱۳۷۴) بیان کرده اند که پرشدن دانه ها از یک سو به میزان اسیمیلات های (منبع) موجود به ویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه های در حال رشد (مخازن) برای ذخیره اسیمیلات ها بستگی دارد. هر دو هیبرید عکس العمل یکسانی را در اثر حذف دانه از نظر درصد پوکی نشان دادند یعنی دانه های کناری طبق در هر دو هیبرید با دریافت سهم بیشتری از اسیمیلات منجر به پوک ماندن تعداد بیشتری از دانه های طبق می شوند. در آفتابگردان دانه های کناری از ظرفیت و توان بالاتری در ذخیره اسیمیلات برخوردار بوده ولی دانه های مرکزی توان پایین تری در ذخیره اسیمیلات دارند و با توجه به زمان پیدایش گل ها و بر اساس اسیمیلات موجود و روابط هورمونی درصد بالاتری از پوکی دانه ها در دانه های مرکزی مشاهده شده و حتی با حذف دانه های کناری امکان پر شدن آنها وجود ندارد.



شکل ۱: تأثیر 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 دانه در هیبرید آذرگل به ترتیب ۱۰/۸۲، ۵/۸۳ و ۴/۱۳ میلی متر و در هیبرید آلتستار به ترتیب ۱۰/۵۳، ۶/۵ و ۳/۹۷ میلی متر بود 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 (جدول ۱). در اثر حذف دانه، عرض و پهنای دانه نسبت به شاهد بیشتر می شود زیرا که دانه ها فضای بیشتری برای رشد عرضی پیدا می کنند. تیمار حذف دانه های ۱/۳ میانی و مرکزی به ترتیب با ۴/۱۶ و ۶/۳۱ میلی متر بیشترین پهنای و عرض دانه و تیمار شاهد با ۳/۸۷ و ۶/۰۵ میلی متر کمترین پهنای و عرض دانه را داشتند (جدول ۲). در کل با حذف کردن دانه ها بر عرض و پهنای دانه به صورت معنی داری افزوده شد. امام و نیک نژاد (۱۳۷۳) بیان کرده اند که با حذف دانه، تعداد سلول های آندوسپرم دانه افزایش می یابد ولی به نظر می رسد در آفتابگردان علیرغم افزایش تعداد سلول های آندوسپرمی بزرگ شدن عرضی سلول ها بیشتر از افزایش طول آنها بر ابعاد دانه تأثیر 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 طول دانه به عرض 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.

جدول ۳: روابط همبستگی صفات مورد بررسی

صفات	۱	۲	۳	۴	۵
۱ طول دانه					
۲ عرض دانه	۰/۴۸ *				
۳ پهنای دانه	۰/۵۳ *	۰/۷۲ **			
۴ وزن هزار دانه	۰/۵۴ *	۰/۵۷	۰/۲۹		
۵ درصد پوکی	۰/۳۷	-۰/۴۳	۰/۰۱	۰/۳۴	
۶ درصد روغن	-۰/۳۷	-۰/۶۲ **	-۰/۴۹ *	-۰/۸۲ **	-۰/۲۴

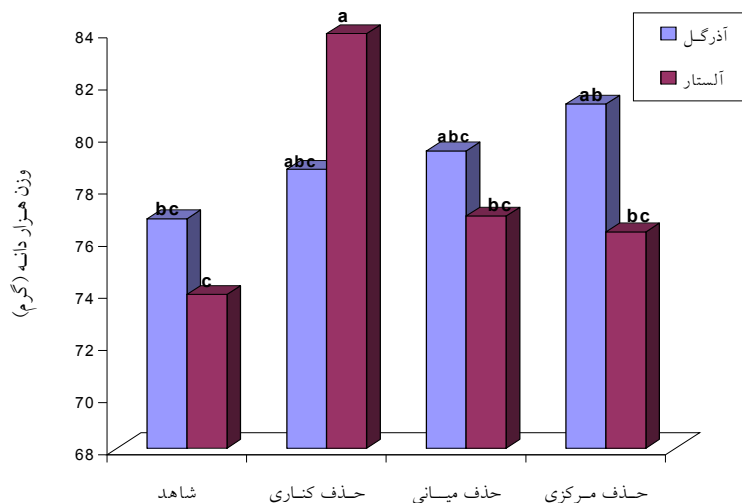
* و ** به ترتیب نشان دهنده اثر معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هستند.

وزن هزار دانه یکی از مهمترین اجزای عملکرد محسوب شده و بالابودن وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد می گردد. وزن هزار دانه به چهار عامل: طول مرحله پر شدن دانه، تعداد برگ های 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 دانه های باقی مانده افزایش نشان داده است افزایش وزن هزار دانه ای دانه های باقی مانده نیز منطقی است (جدول ۳).

بیشترین وزن هزار دانه با حذف دانه های ۱/۳ کناری طبق معادل ۸۱/۳۷ گرم به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای حذف دانه نداشت. کمترین وزن هزار دانه با اختلاف معنی دار در شرایط بدون حذف دانه معادل ۷۵/۴۳ گرم حاصل شد. با حذف دانه در تیمارهای مختلف وزن هزار دانه ۵/۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش وزن نشان داد (جدول ۲).

این موضوع نشان می دهد که با اعمال حذف، دانه های 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

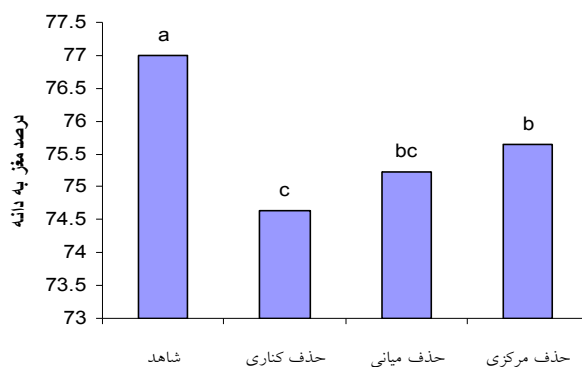
(۱۹۷۶) می باشد. بیشترین وزن هزار دانه در هیبرید آلتار با اختلاف معنی دار با حذف ۱/۳ دانه های کناری معادل ۸۳/۹ گرم و کمترین وزن هزار دانه نیز در این هیبرید و در شرایط بدون حذف دانه معادل ۷۳/۹ گرم حاصل شد ولی در هیبرید آذرگل بیشترین وزن هزار دانه بدون اختلاف معنی دار با حذف ۱/۳ دانه های مرکزی معادل ۸۱/۲ گرم و کمترین آن در شرایط بدون حذف معادل ۷۶/۸ گرم به دست آمد (شکل ۲).



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 ۲/۴۷ درصد با حذف ۱/۳ دانه های کناری حاصل شد. با حذف ۱/۳ دانه های میانی و مرکزی میزان محدودیت منبع به ترتیب به ۳/۳۹ درصد و ۵/۷۳ درصد افزایش یافت. لذا دانه های 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 پر شدن بیشتر دانه های باقی مانده فراهم شده و میزان محدودیت منبع به حداقل می رسد. بیشترین میزان محدودیت منبع در هیبرید آلتار با حذف ۱/۳ دانه های کناری معادل ۱۳/۵۳ درصد و کمترین میزان محدودیت منبع با حذف ۱/۳ دانه های مرکزی حاصل شد. این روند کاملاً برخلاف روند تغییرات محدودیت منبع در هیبرید آذرگل است یعنی در هیبرید آلتار دانه های 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 آلتار بیشتر از هیبرید آذرگل است.

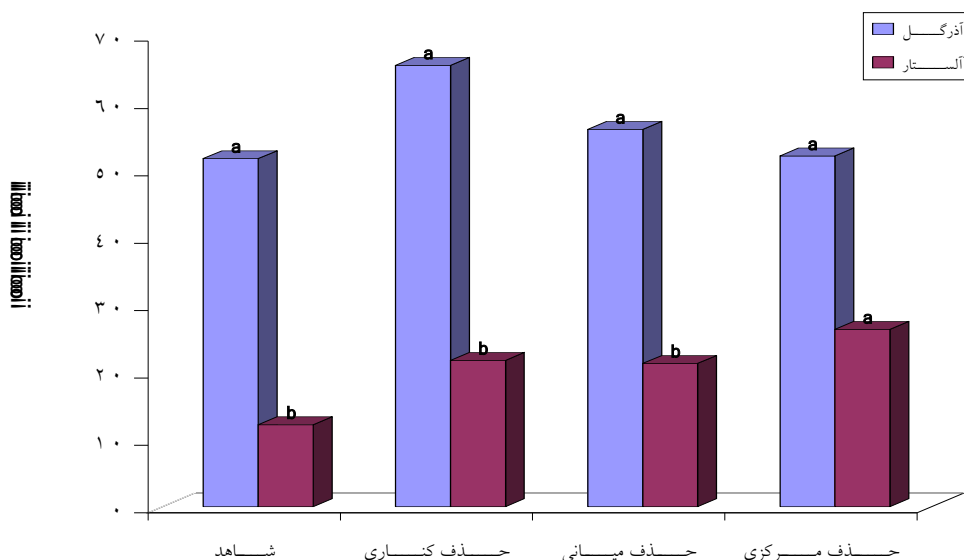
نسبت وزن مغز به دانه در هیبرید آذرگل با ۷۶/۶۷ درصد نسبت به هیبرید آلتار با ۷۴/۵۷ درصد برتری معنی داری داشت که نشان دهنده اختلاف ژنتیکی بین دو هیبرید و بالا بودن سهم مغز دانه نسبت به پوسته در هیبرید آذرگل می باشد به عبارت دیگر هیبرید آذرگل با دانه های درشت تر از مغز بیشتر و پوسته کمتری نسبت به هیبرید آلتار برخوردار است. حذف دانه منجر به ایجاد اختلاف معنی دار در نسبت وزن مغز به دانه گردید (جدول ۲). تیمار شاهد با ۷۶/۹۹ درصد بیشترین و حذف دانه های ۱/۳ کناری با ۷۴/۶۳ درصد کمترین نسبت وزن مغز به دانه را نشان دادند (شکل ۳). کاهش این نسبت در تیمارهای مختلف حذف دانه منطبق بر اهمیت و نقش دانه های موجود در یک طبق می باشد. این موضوع نشان می دهد که با اعمال حذف دانه، علیرغم افزایش وزن دانه های 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 ۵۶/۳۳ گرم و در هیبرید آلتار معادل ۲۰/۳۷ گرم بود. با حذف دانه اعداد محاسبه شده برای انتقال مجدد در یک بوته مثبت تر شد (جدول ۲). تیمار حذف ۱/۳ دانه های کناری با ۴۳/۶۴ 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 دهنده عدم وجود انتقال مجدد از ساقه می باشد لذا بر اساس نتایج حاصله در دو هیبرید مورد بررسی نه تنها انتقال مجدد کربوهیدرات از ساقه ها به طرف دانه ها انجام نگرفته است بلکه به دلیل کاهش تعداد مخازن فعال بخشی از اسیمیلات در ساقه ها تجمع یافته است. سهم این مواد

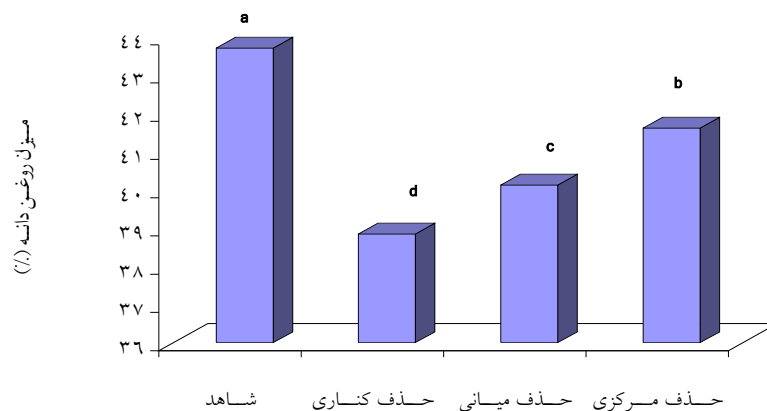
در هیبرید آذرگل بیشتر از هیبرید آلتار است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در آفتابگردان منابع ثانویه با هدف انتقال مجدد اسیمیلات وجود ندارد (شکل ۴).



شکل ۴: 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 (۱۹۷۶) 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 ۴۳/۷ درصد بیشترین و تیمار حذف ۱/۳ دانه های کناری با ۳۸/۸۴ درصد کمترین میزان روغن دانه را به خود اختصاص دادند (شکل ۵). این موضوع نشان می دهد که با اعمال حذف دانه، دانه های باقی مانده میزان روغن کمتری پیدا می کنند. احتمالاً با حذف دانه تعادل هورمونی به هم خورده و با کاهش متابولیسم چربی ها در دانه های باقیمانده میزان روغن تولید شده کاهش یافته است. بیشترین تأثیر را حذف دانه های 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.



شکل ۵: 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 دانه ها 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 ۶/۹ درصد می باشد. میزان محدودیت منبع در هیبرید آذرگل حداقل ۲/۴۷ 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 به صورت خود تنظیمی در اختیار قدرت مخزن می باشد و با حذف دانه اسیمیلات تولیدی در بوته کاهش می یابد که می تواند 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 بررسی های 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 کانونی 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: ۴۸۸ صفحه
- ۳- رحیمیان، ح. و کوچکی، ع. ۱۳۷۷. تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. ۴۹۵ صفحه.
- ۴- کافی، م. و لاهوتی، م. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی. جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۶ صفحه.
- ۵- کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ۵۶۰ صفحه.
- ۶- 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. ۲۵۴ صفحه.
- ۷- هاشمی دزفولی، ا. و مرعشی، ع. ۱۳۷۴. تغییرات مواد فتوسنتزی در زمان گلدهی و تاثیر آن بر رشد دانه، عملکرد و اجزا عملکرد گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی جلد نهم، شماره ۱-۳۲-۱۶.
- 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 sink 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 inbreds 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.