

## تأثیر آبیاری محدود بر خصوصیات فیزیکی

### دانه هیبریدهای آفتابگردان

غلامعباس اکبری<sup>۱</sup>، حمید جباری<sup>۱\*</sup>، جهانفر دانشیان<sup>۲</sup>، ابرح الله دادی<sup>۱</sup> و نسترن شهبازیان<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۰۷/۰۳/۸۶؛ تاریخ پذیرش: ۲۰/۱۲/۸۶)

#### چکیده

به منظور ارزیابی آثار آبیاری محدود بر خصوصیات فیزیکی دانه هیبریدهای آفتابگردان، سه آزمایش جداگانه روی ۹ هیبرید آفتابگردان در سه رژیم آبیاری (آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین طول، عرض و قطر دانه در رژیم آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر به دست آمد و تیمارهای آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب باعث کاهش ۱۱ و ۱۶٪ طول، ۲۱ و ۲۶٪ عرض و ۲۲ و ۲۸٪ قطر دانه گردیدند. بنابراین قطر دانه در مقایسه با عرض و طول دانه حساسیت بیشتری به سطوح آبیاری محدود داشت. بیشترین طول دانه متعلق به هیبرید R95×A74 و بیشترین عرض و قطر دانه متعلق به هیبرید آلستار بود. هم‌چنین در آزمایش‌های آبیاری پس از ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر، هیبرید R95×A74 و در آزمایش آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر هیبرید آذرگل دارای بیشترین وزن دانه بودند.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات فیزیکی دانه، مغز دانه، پوست دانه، آفتابگردان

#### مقدمه

مانند اندازه آن همبستگی کمی با برخی از پارامترهای کیفی دانه (درصد روغن و پروتئین دانه) دارد (۱۰ و ۲۸). با توجه به این که کم‌آبی مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان در جهان می‌باشد (۱۶ و ۲۲) و آفتابگردان یک محصول زراعی متحمل به خشکی با سیستم ریشه‌ای عمیق است (۹)، کشت این گیاه به اراضی دیم و نیمه خشک دنیا تمایل یافته است. بنابراین تنفس خشکی و کم‌آبی یک عامل محدود کننده برای گیاه آفتابگردان می‌باشد و در گزارش‌های مختلفی به اثرات

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از مهم‌ترین منابع تولید روغن در جهان به شمار می‌رود (۱۴). بخش زیادی از دانه‌های این گیاه را که فندقه نامیده می‌شود، روغن تشکیل می‌دهد (۳۰). مقدار روغن دانه در ارقام مختلف آفتابگردان بسیار متغیر بوده و به ۴۰–۵۰ درصد می‌رسد و تا به حال اصلاح‌گران تلاش‌های بسیاری را برای افزایش این میزان انجام داده‌اند (۲۳ و ۲۶). تحقیقات نشان داده که ویژگی‌های دانه

۱. به ترتیب استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران زراعت، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۲. استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج  
shenghar021@yahoo.com

تولید در این گونه اراضی خواهد بود. در این آزمایش هیبریدهای مورد بررسی از نظر تعداد دانه که مهم‌ترین جزء عملکرد دانه می‌باشد (۳۲)، تفاوت معنی‌داری نداشتند و وزن دانه از اهمیت بیشتری در افزایش عملکرد برخوردار بوده است. بنابراین ارزیابی اثرات آبیاری محدود بر خصوصیات فیزیکی دانه آفتابگردان و در نهایت وزن دانه می‌تواند در شناسایی هیبریدهای برتر از نظر جوانه‌زنی و صفاتی مانند وزن هزار دانه در افزایش تولید این گیاه مؤثر باشد (۲۸).

## مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی با همکاری پرديس ابوریحان-دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۵ اجرا گردید. بدین منظور سه آزمایش به صورت مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، هر کدام در سه تکرار انجام شد و در هر آزمایش ۹ هیبرید ارزیابی شدند (جدول ۱). آزمایش اول در شرایط آبیاری مناسب و بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه و آزمایش‌های دوم و سوم در شرایط آبیاری محدود به ترتیب بر اساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت کلاس A انجام گرفتند. میزان تبخیر، با نصب تشت تبخیر کلاس A در مزرعه به طور روزانه اندازه‌گیری شد. زمان اعمال محدودیت در آبیاری براساس روش پیشنهادی چیمتی و هال (۱۱) پس از استقرار گیاه در مرحله ۶ تا ۸ برگی در کرت‌های آزمایشی بود. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی، وزن مخصوص ظاهری ۱/۴۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب، میزان هدایت الکتریکی آن ۱/۴ دسی زیمنس بر متر و میانگین اسیدیته خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متری حدود ۷/۸ بود. برای تهیه زمین اجرای آزمایش ابتدا یک شخم نیمه عمیق با گاوآهن برگردان دار و بعد از آن ۲ دیسک عمود بر هم زده شد. سپس با نمونه‌برداری از خاک و بر اساس توصیه مؤسسه خاک و آب، ۱۵۰ کیلوگرم در

تنش کم آبی و آبیاری محدود بر بسیاری از صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، زراعی و فیزیولوژیک آفتابگردان اشاره شده است (۴، ۵، ۶، ۹، ۱۳، ۱۹ و ۲۱). با این حال بررسی‌های کمی در رابطه با خصوصیات فیزیکی دانه اکثر گیاهان زراعی از جمله آفتابگردان انجام شده است. در این رابطه در تحقیقاتی مشخص شد که طول دانه و درصد پوست آن بیشتر از عرض و قطر دانه تحت تأثیر ارقام آفتابگردان قرار می‌گیرد (۲۸) و تنش خشکی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه آفتابگردان را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (۲۷). درصد پوست دانه هم تحت اثر رقم و اثر متقابل تنش و رقم قرار می‌گیرد در حالی که تنش اثر معنی-داری بر میزان پوست دانه نمی‌گذارد و این صفت بسیار کمتر از عملکرد و وزن هزار دانه تحت تأثیر خشکی قرار می‌گیرد (۲۷). آلساندر و همکاران (۸) گزارش کردند که اندازه بذرهای آفتابگردان همبستگی معنی‌داری با حجم و جرم دانه دارد. در آزمایش ایمان مهر و همکاران (۱) برخی خواص فیزیکی دانه کلزا در رطوبت‌های مختلف تعیین شده است. همچنین در پژوهش ساماراه و همکاران (۲۹) اثر تنش خشکی بر کاهش تجمع وزن خشک و اندازه بذرهای سویا بیان شده است. بررسی‌های انجام شده توسط برخی محققین مؤید این مطلب است که تنش خشکی وزن دانه آفتابگردان را کاهش می‌دهد (۶ و ۱۵). دانشیان و همکاران (۵) نیز نتایج مشابهی را در مورد کاهش ۳۹ درصدی وزن دانه در شرایط تنش کم آبی اظهار کرده‌اند.

یکی از عوامل مؤثر در زمینه افزایش عملکرد گیاه آفتابگردان، وزن دانه‌ها می‌باشد که در شرایط کم آبی نسبت به تعداد دانه در گیاه کمتر تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد (۵ و ۱۵). در ایران سطح زیر کشت آفتابگردان در سال زراعی ۸۳-۸۴ در حدود ۲۸۰۰۰ هکتار با میانگین عملکرد ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (۲) و از آنجایی که زراعت این گیاه به دلیل تحمل به تنش‌های رطوبتی به اراضی دارای آبیاری محدود و دیم تمایل یافته است، شناسایی و اصلاح ارقام پر محصول که به تنش‌های رطوبتی تحمل داشته باشند، راهی برای افزایش

جدول ۱. اسامی، مبدأ و تیپ رشدی هایبریدهای مورد آزمایش

شماره	هایبرید	مبدأ	طول دوره پر شدن دانه (روز)	طول دوره پر شدن (روز)	تیپ رشدی
۱	A <sub>74</sub> ×R <sub>95</sub>	ایران	۸۱/۱	۲۵/۶	زودرس
۲	CMS <sub>26</sub> ×R <sub>103</sub>	ایران	۸۱/۸	۲۵/۶	زودرس
۳	ایروفلور	فرانسه	۱۰۵/۴	۴۳/۲	دیررس
۴	آلستار	فرانسه	۹۱/۲	۳۳/۱	زودرس
۵	هایسان	استرالیا	۱۰۹/۸	۴۵/۶	دیررس
۶	مهر	ایران	۱۰۹/۶	۴۵/۵	دیررس
۷	آذرگل	ایران	۱۱۵/۶	۵۴/۴	دیررس
۸	هایسان	استرالیا	۱۰۲/۵	۴۰/۷	دیررس
۹	بروکار	فرانسه	۱۰۳/۶	۴۴/۸	دیررس

انتخاب شد و پوست از مغز آنها جدا گردید، سپس وزن پوست و وزن مغز دانه به طور جداگانه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ ارزیابی شد. برای ارزیابی وزن تک دانه نیز پس از توزیع دو نمونه ۱۰۰ دانه‌ای از هر کرت، میانگین نمونه‌ها به عنوان وزن تک دانه هر کرت در نظر گرفته شد. به دلیل انجام شدن سه آزمایش به صورت جداگانه نیاز به تجزیه مرکب داده‌ها بود ولی قبل از انجام آن، آزمون یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت نرم افزار SAS به عمل آمد. در صورت معنی دار بودن آزمون بارتلت برای هر صفت فقط به تجزیه ساده (تجزیه جداگانه در هر سطح آبیاری) آن صفت اقدام گردید و در صورت معنی دار نبودن آزمون (یعنی یکنواخت بودن اشتباهات آزمایشی در هر سه آزمایش) تجزیه مرکب توسط نرم افزار SAS صورت گرفت. اسامی صفات مورد آزمایش که در آنها آزمون بارتلت معنی دار گردید شامل وزن مغز و وزن پوست دانه، نسبت پوست به دانه و وزن دانه بود. کلیه ضرایب همبستگی بین صفات نیز محاسبه گردید و میانگین تیمارها به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ با نرم افزار SAS مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### ابعاد دانه (طول، عرض و قطر دانه)

در این پژوهش ابعاد فیزیکی دانه به طور معنی داری (P < 0/01) در زمان رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت آزمایشی ۶ طبق به

۲۰۰ هکتار کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم قبل از کاشت و کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع فسفات آمونیوم و اوره (در دو مرحله، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ۶ تا ۸ برگی) در زمین پخش شد و توسط فاروئر جوی و پشتہ روی زمین ایجاد گردید. تاریخ کاشت در هر سه آزمایش هم‌زمان و در تاریخ ۸۵/۳/۱ انجام شد. تاریخ برداشت برای هر هایبرید در شرایط مختلف آبیاری متفاوت بود ولی شروع برداشت از ۸۵/۶/۱۶ تا اواسط مهرماه و براساس زمان رسیدن هر هایبرید در کرت‌های آزمایشی انجام شد. هر کرت آزمایشی دارای ۴ خط به طول ۵ متر و با فاصله ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هم‌چنین فاصله بین آزمایش‌های جداگانه ۶ متر و فاصله بین تکرارها ۳ متر تعیین گردید.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت آزمایشی ۶ طبق به طور تصادفی برداشت گردید و دانه‌ها از طبق‌ها جدا شدند. ارزیابی طول، عرض و قطر دانه‌ها طبق روش لیندستروم و همکاران (۲۴) انجام گردید، به صورتی که از طبق‌های هر کرت ۲۰ دانه به طور تصادفی انتخاب و سه بعد اصلی دانه‌ها شامل طول، عرض و قطر آنها با کولیس با دقت ۱٪ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای به دست آوردن وزن پوسته‌ها نیز بر اساس روش لیندستروم و همکاران (۲۴) از هر کرت آزمایشی ۳۰ دانه

طوری که در رژیم آبیاری پس از ۱۸۰ میلی متر تبخیر، نسبت طول به عرض دانه از ۲/۰۵ به ۲/۳۸ و نسبت طول به قطر دانه از ۳/۴۹ به ۳/۹۴ افزایش یافت. بنابراین آبیاری محدود، نسبت طول به قطر دانه را بیشتر تحت تأثیر خود قرار داده است. همچنان در بین هیبریدهای آزمایشی تفاوت معنی داری از نظر نسبت های مذکور وجود داشت و کمترین نسبت طول به عرض و طول به قطر دانه متعلق به هیبرید آلستار بود که نشان دهنده عریض و قطور بودن دانه های این هیبرید آفتابگردان می باشد.

#### وزن پوست، وزن مغز و نسبت پوست به دانه

نتایج تجزیه واریانس ساده (جداگانه) صفات وزن پوست، وزن مغز و نسبت پوست به دانه در جدول ۳ نشان می دهد که هیبریدهای مورد بررسی در آزمایش آبیاری بعد از ۶۰ میلی متر هیچ تفاوت معنی داری از نظر صفات ذکر شده باهم نداشتند، در حالی که در آزمایش های آبیاری بعد از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر اختلاف معنی داری در بین هیبریدها از نظر وزن پوست، وزن مغز و نسبت پوست به دانه وجود داشت. بنابراین اعمال آبیاری محدود باعث بروز اختلاف از نظر صفات مذکور در میان هیبریدهای مورد بررسی شده است. بیشترین وزن پوست در هر دو آزمایش آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر متعلق به هیبرید زودرس A74×R95 به ترتیب با ۰/۰۰۹۵ و ۰/۰۰۸۸ گرم بود (جدول ۵). البته سایر هیبریدهای زودرس مانند آلستار و CMS26×R103 نیز در رتبه های بعدی قرار داشتند که نشان دهنده بالاتر بودن وزن پوست هیبریدهای زودرس آفتابگردان می باشد (جدول ۵). نل (۲۸) در بررسی های خود دریافت که پوست دانه به شدت تحت تأثیر رقم قرار می گیرد و متأثر شدن آن بیشتر از صفاتی مانند عرض و قطر دانه می باشد.

در آزمایش آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی متر وزن مغز دانه هیبریدهای مهر، آذرگل و A74×R95 برتر از سایر هیبریدها بود، در حالی که در آزمایش آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر تنها هیبرید آذرگل وزن مغز دانه بیشتری از سایر هیبریدهای آزمایشی داشت (جدول ۵). با توجه به نتایج مندرج در جدول یک به نظر می رسد که

تحت تأثیر آبیاری محدود قرار گرفت (جدول ۲). با اعمال آبیاری محدود پس از ۱۸۰ میلی متر تبخیر، طول، عرض و قطر دانه به ترتیب ۱۶، ۲۸ و ۲۶ درصد کاهش یافت (جدول ۴). نتایج بیانگر این مطلب است که عرض و قطر دانه بیشتر از طول آن تحت تأثیر کم آبیاری قرار گرفته است. کاهش قطر و عرض دانه در شرایط کمبود رطوبت خاک می تواند به دلیل کاهش سنتز مواد فتوستتیز مورد نیاز برای پر شدن دانه ها باشد که باعث لاغر و چروکی دهنده تر شدن دانه ها شده است. همچنان به نظر می رسد که طول دانه بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می باشد و به همین دلیل کمتر تحت تأثیر کمبود رطوبت خاک قرار گرفته است. در پژوهش دیگری نیز تأثیر منفی تنش رطوبتی بر ویژگی های فیزیکی دانه مانند طول، عرض و قطر آن بیان شده است (۱۰). در این بررسی اثر هیبرید بر ابعاد دانه در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین طول دانه متعلق به هیبرید A74×R95 و بیشترین عرض و قطر دانه متعلق به هیبرید آلستار بود (جدول ۴). در پژوهش صورت گرفته توسط نل (۲۸) نیز تفاوت معنی داری از نظر ویژگی های دانه (طول، عرض و قطر) در بین ارقام آفتابگردان گزارش شده است.

اثرات متقابل آبیاری و هیبرید روی طول و عرض دانه به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ مؤثر بود، در حالی که در مورد قطر دانه تأثیری نشان نداد (جدول ۲). بررسی میانگین اثرات متقابل در جدول ۶ نشان می دهد که هیبریدهای بروکار و A74×R95 بیشترین طول دانه را در شرایط آبیاری مطلوب کسب کردند، در حالی که طول دانه هیبرید بروکار در شرایط آبیاری پس از ۱۸۰ میلی متر تبخیر ۱۹٪ کاهش یافت ولی طول دانه در هیبرید A74×R95 در همین شرایط کمترین کاهش را به میزان ۱۰ درصد نشان داد. همچنان هیبرید آلستار در تمام سطوح آبیاری، بیشترین عرض دانه را کسب کرد که نشان دهنده تحمل بالای این هیبرید به شرایط محدودیت در آبیاری می باشد.

لازم به ذکر است که در آزمایش حاضر با محاسبه نسبت های طول به عرض و طول به قطر دانه مشخص گردید که اعمال آبیاری محدود باعث افزایش معنی دار این صفات می گردد، به

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول (سانتی متر)	عرض (سانتی متر)	قطر (سانتی متر)
آبیاری	۲	۰/۲۱۵ **	۰/۱۶۱ **	۰/۰۴۹ **
آبیاری (تکرار)	۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۴
هیبرید	۸	۰/۰۲۲ **	۰/۰۰۸ **	۰/۰۰۴ **
آبیاری × هیبرید	۱۶	۰/۰۰۳ **	۰/۰۰۰۸ *	۰/۰۰۰۳
b اشباع	۴۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات	۲/۹	۴/۶	۵/۶	

\* و \*\* : به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشد.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس ساده برخی از صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن پوست دانه (گرم)	وزن مغز دانه (%)	وزن تک دانه (گرم)
۶۰ میلی متر				
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۰۲۹	۰/۰۰۰۰۰۵۴	۰/۳۷۳۷۰
هیبرید	۸	۰/۰۰۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۰۰۴۶	۰/۶۹۵۰۹
خطا	۱۶	۰/۰۰۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۰۰۳۲	۳/۲۶۰۳۷
۱۲۰ میلی متر				
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۰۱۶۶	۰/۰۰۰۰۰۱۰۲	۰/۲۸۲۵۹۲
هیبرید	۸	۰/۰۰۰۰۰۶۰۶**	۰/۰۰۰۰۰۳۹۴ **	۲۴/۸۰۹۲۰۹ **
خطا	۱۶	۰/۰۰۰۰۰۷۴	۰/۰۰۰۰۰۶۴	۲/۹۸۸۸۴۲
۱۸۰ میلی متر				
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۰۱۹۹	۰/۰۰۰۰۰۲۲۴ *	۷۱/۴۴۹۲۵ *
هیبرید	۸	۰/۰۰۰۰۰۷۴۳ **	۰/۰۰۰۰۰۴۴۶ **	۶۴/۹۵۷۰۳ **
خطا	۱۶	۰/۰۰۰۰۰۷۴	۰/۰۰۰۰۰۵۷۸	۱۲/۹۸
ضریب تغییرات	۱۳/۸	۱۳/۹	۱۲/۴	۱۱/۵

\* و \*\* : به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشد.

باشد (۳۱).

میزان پوست دانه در گیاه آفتابگردان ۲۰-۲۶ درصد وزن خشک کل دانه را تشکیل می دهد (۲۰). از نظر نسبت پوست به دانه در آزمایش آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی متر هیبرید آلستار به دلیل وزن پوسته بالا و وزن مغز دانه پایین حائز بیشترین میزان بود،

طلانی تر بودن دوره پر شدن دانه در هیبرید دیررس آذرگل و مهر و بالاتر بودن سرعت پر شدن دانه در هیبرید زودرس A74×R95 در افزایش بیشتر وزن مغز دانه هیبریدهای نامبرده دخیل بوده است (۲۵). البته در این مورد عوامل ژنتیکی گیاه مانند مکانهای ژئی کنترل کننده صفات کمی (QTL) نیز می تواند دخیل

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و هیریدهای آفتابگردان

قطر (سانتی‌متر)	عرض (سانتی‌متر)	طول (سانتی‌متر)	تیمارها
۰/۳۲ <sup>a</sup>	۰/۵۳ <sup>a</sup>	۱/۱۰ <sup>a</sup>	۶۰
۰/۲۵ <sup>b</sup>	۰/۴۴ <sup>b</sup>	۰/۹۸ <sup>b</sup>	۱۲۰ آبیاری
۰/۲۳ <sup>c</sup>	۰/۳۹ <sup>c</sup>	۰/۹۲ <sup>b</sup>	۱۸۰
۰/۲۹ <sup>b</sup>	۰/۴۶ <sup>b</sup>	۱/۰۸ <sup>a</sup>	A74×R95
۰/۲۷ <sup>c</sup>	۰/۴۶ <sup>b</sup>	۰/۹۸ <sup>cd</sup>	CMS26×R103
۰/۲۵ <sup>de</sup>	۰/۴۲ <sup>cd</sup>	۰/۹۱ <sup>f</sup>	ایروفلور
۰/۳۰ <sup>a</sup>	۰/۵۱ <sup>a</sup>	۰/۹۸ <sup>cd</sup>	آلستار
۰/۲۳ <sup>f</sup>	۰/۴۲ <sup>d</sup>	۰/۹۵ <sup>e</sup>	هایسان ۳۳ هیریدهای
۰/۲۶ <sup>cd</sup>	۰/۴۱ <sup>d</sup>	۰/۹۸ <sup>de</sup>	مهر
۰/۲۷ <sup>c</sup>	۰/۴۴ <sup>bc</sup>	۱/۰۱ <sup>c</sup>	آذرگل
۰/۲۴ <sup>f</sup>	۰/۴۲ <sup>cd</sup>	۱/۰۰ <sup>cd</sup>	هایسان ۲۶
۰/۲۵ <sup>ef</sup>	۰/۴۳ <sup>cd</sup>	۱/۰۵ <sup>b</sup>	بروکار

اعداد هر ستون در هر گروه که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، قادر تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند

آذرگل در آزمایش آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر بیشترین میزان وزن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). سرعت پر شدن دانه بیشتر تحت تأثیر ژنتیک قرار دارد و بین سرعت پر شدن دانه و مدت پر شدن آن رابطه معکوسی برقرار است (۷). در آزمایش آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلی‌متر نیز هیرید A74×R95 با وجود دارا بودن بالاترین وزن دانه در میان هیریدهای مورد بررسی، کمترین طول دوره پر شدن دانه را به میزان ۲۵/۶ روز کسب کرد (جدول ۱). فرانسیسکو و همکاران (۱۷) نیز اظهار داشتند که ارقام آفتابگردانی که از دوره فعال پر شدن دانه کوتاهی برخوردارند، سرعت پر شدن و سرعت رشد دانه بالاتری دارند که با نتایج ما همخوانی دارد. گیمنز و فرز (۱۸) نیز بالاتر بودن وزن هزار دانه را در میان هیریدهای زودرس آفتابگردان گزارش کردند. هم‌چنین هیرید دیررس آذرگل نیز به دلیل دارا بودن بیشترین دوره پر شدن دانه به مدت ۵۴/۴ روز (جدول ۱) از وزن دانه بالایی برخوردار بود (۲۵). در این آزمایش بیشترین هم‌بستگی موجود بین وزن دانه و ابعاد

در حالی که در آزمایش آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر هیرید زودرس A74×R95 بیشترین میزان پوست به دانه را دارا بود (جدول ۵). بنابراین می‌توان گفت که ارقام زودرس آفتابگردان دارای بیشترین وزن پوست دانه و نسبت پوست به دانه در شرایط مختلف آبیاری بودند، در حالی که از نظر وزن مغز دانه هیریدهای دیررس می‌توانند برتر از سایر هیریدهای مورد بررسی باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل ژنتیکی در تعیین میزان پوست دانه آفتابگردان بیشتر از عوامل محیطی و مدیریت‌های زراعی اهمیت دارند (۱۰).

#### وزن دانه

نتایج تجزیه واریانس جدگانه صفت وزن دانه نشان می‌دهد که هیریدهای مورد بررسی فقط در آزمایش‌های آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۳). بر این اساس هیرید زودرس A74×R95 در آزمایش آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلی‌متر و هیرید دیررس

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثر هیبرید بر صفات مورد بررسی در هر آزمایش به طور جداگانه

آزمایش	هیبریدها	وزن پوست به دانه (%)	وزن مغز (گرم)	وزن پوست (گرم)	وزن دانه (گرم)
آزمایش	A <sub>74</sub> ×R <sub>95</sub>	۲۳/۶ <sup>b</sup>	۰/۰۴۶۱ <sup>a</sup>	۰/۰۱۴۳ <sup>a</sup>	۰/۰۶۰۵ <sup>a</sup>
CMS <sub>26</sub> ×R <sub>103</sub>		۲۴/۵ <sup>ab</sup>	۰/۰۳۷۷ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۲۰ <sup>a</sup>	۰/۰۴۹۸ <sup>ab</sup>
ایروفلور		۲۳/۰ <sup>b</sup>	۰/۰۳۷۵ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۱۲ <sup>a</sup>	۰/۰۴۸۷ <sup>ab</sup>
آلستار		۲۷/۲ <sup>a</sup>	۰/۰۳۹۲ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۴۶ <sup>a</sup>	۰/۰۵۳۸ <sup>ab</sup>
هایسان ۳۳		۲۵/۲ <sup>ab</sup>	۰/۰۳۵۲ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۱۸ <sup>a</sup>	۰/۰۴۷۱ <sup>ab</sup>
مهر		۲۳/۳ <sup>b</sup>	۰/۰۳۹۸ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۲۱ <sup>a</sup>	۰/۰۵۱۹ <sup>ab</sup>
آذرگل		۲۳/۴ <sup>b</sup>	۰/۰۴۰۲ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۲۴ <sup>a</sup>	۰/۰۵۲۷ <sup>ab</sup>
هایسان ۳۶		۲۵/۹ <sup>ab</sup>	۰/۰۳۱۶ <sup>b</sup>	۰/۰۱۰۹ <sup>a</sup>	۰/۰۴۲۶ <sup>b</sup>
بروکار		۲۴/۳ <sup>ab</sup>	۰/۰۳۷۰ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۱۹ <sup>a</sup>	۰/۰۴۸۹ <sup>ab</sup>
CMS <sub>26</sub> ×R <sub>103</sub>		۲۴/۷ <sup>b</sup>	۰/۰۲۸۸ <sup>a</sup>	۰/۰۰۹۵ <sup>a</sup>	۰/۰۳۸۳ <sup>a</sup>
ایروفلور		۲۴/۱ <sup>bc</sup>	۰/۰۲۴ <sup>b</sup>	۰/۰۰۷۶ <sup>bc</sup>	۰/۰۳۱۸ <sup>bed</sup>
آلستار		۱۸/۵ <sup>e</sup>	۰/۰۲۴۲ <sup>b</sup>	۰/۰۰۵۴ <sup>de</sup>	۰/۰۲۹۷ <sup>de</sup>
هایسان ۳۳		۲۸/۳ <sup>a</sup>	۰/۰۲۲۳ <sup>bc</sup>	۰/۰۰۸۷ <sup>ab</sup>	۰/۰۳۱۱ <sup>cd</sup>
مهر		۲۲/۹ <sup>bcd</sup>	۰/۰۲۲۹ <sup>bc</sup>	۰/۰۰۶۸ <sup>cd</sup>	۰/۰۲۹۸ <sup>de</sup>
آذرگل		۲۰/۶ <sup>de</sup>	۰/۰۲۹۷ <sup>a</sup>	۰/۰۰۷۷ <sup>bc</sup>	۰/۰۳۷۵ <sup>ab</sup>
هایسان ۳۶		۲۰/۶ <sup>de</sup>	۰/۰۲۹ <sup>a</sup>	۰/۰۰۷۶ <sup>bc</sup>	۰/۰۳۶۷ <sup>abc</sup>
بروکار		۲۱/۱ <sup>cde</sup>	۰/۰۱۹۰ <sup>c</sup>	۰/۰۰۵۱ <sup>e</sup>	۰/۰۲۴۱ <sup>d</sup>
CMS <sub>26</sub> ×R <sub>103</sub>		۲۳/۰ <sup>bcd</sup>	۰/۰۲۳۲ <sup>bc</sup>	۰/۰۰۶۹ <sup>cd</sup>	۰/۰۳۰۲ <sup>e</sup>
ایروفلور		۳۳/۱ <sup>a</sup>	۰/۰۱۸۴ <sup>c</sup>	۰/۰۰۸۸ <sup>a</sup>	۰/۰۲۷۲ <sup>bc</sup>
آلستار		۲۴/۴ <sup>b</sup>	۰/۰۲۳۹ <sup>ab</sup>	۰/۰۰۷۷ <sup>ab</sup>	۰/۰۳۱۶ <sup>ab</sup>
هایسان ۳۳		۲۰/۵ <sup>bc</sup>	۰/۰۱۹۰ <sup>c</sup>	۰/۰۰۴۸ <sup>d</sup>	۰/۰۲۳۸ <sup>c</sup>
مهر		۲۷/۱ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۷۵ <sup>cd</sup>	۰/۰۰۶۶ <sup>bc</sup>	۰/۰۲۳۴ <sup>c</sup>
آذرگل		۲۱/۷ <sup>bc</sup>	۰/۰۱۷۳ <sup>cd</sup>	۰/۰۰۴۸ <sup>d</sup>	۰/۰۲۲۱ <sup>cd</sup>
هایسان ۳۶		۱۷/۱ <sup>c</sup>	۰/۰۲۱۱ <sup>bc</sup>	۰/۰۰۴۳ <sup>d</sup>	۰/۰۲۵۵ <sup>c</sup>
بروکار		۲۰/۵ <sup>bc</sup>	۰/۰۲۶۹ <sup>a</sup>	۰/۰۰۷۰ <sup>b</sup>	۰/۰۳۳۹ <sup>a</sup>
هایسان ۳۶		۲۵/۶ <sup>b</sup>	۰/۰۱۳۹ <sup>d</sup>	۰/۰۰۴۶ <sup>d</sup>	۰/۰۱۸۵ <sup>d</sup>
بروکار		۲۲/۱ <sup>bc</sup>	۰/۰۱۹۱ <sup>c</sup>	۰/۰۰۵۳ <sup>cd</sup>	۰/۰۲۴۵ <sup>c</sup>

اعداد هر ستون در هر گروه که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، قادر تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

## جدول ۶. اثرات متقابل آبیاری × هیبرید بر برخی از صفات مورد بررسی

آبیاری	هیبرید	طول دانه	عرض دانه	نسبت پوست به دانه
۶۰	A74×R95	۱/۱۳ <sup>ab</sup>	۰/۵۱۵ <sup>bc</sup>	۲۳/۶۶ <sup>b-f</sup>
CMS26R 103		۱/۰۶ <sup>def</sup>	۰/۵۴۴ <sup>b</sup>	۲۴/۵۰ <sup>b-f</sup>
ایروفلور		۱/۰۲ <sup>f-g</sup>	۰/۵۲۴ <sup>bc</sup>	۲۳/۰۰ <sup>c-g</sup>
آلستار		۱/۰۶ <sup>def</sup>	۰/۶۰۷ <sup>a</sup>	۲۷/۲۰ <sup>bc</sup>
هایسان ۳۳		۱/۰۸ <sup>cde</sup>	۰/۵۱۵ <sup>bc</sup>	۲۵/۲۳ <sup>b-f</sup>
مهر		۱/۱۲ <sup>abc</sup>	۰/۵۱۶ <sup>bc</sup>	۲۳/۳۳ <sup>c-g</sup>
آذرگل		۱/۱۰ <sup>bcd</sup>	۰/۵۲۸ <sup>b</sup>	۲۳/۴۶ <sup>b-g</sup>
هایسان ۳۶		۱/۱۱ <sup>a-d</sup>	۰/۵۳۹ <sup>b</sup>	۲۵/۹۰ <sup>bcd</sup>
بروکار		۱/۱۵ <sup>a</sup>	۰/۵۲۲ <sup>bc</sup>	۲۴/۳۳ <sup>b-f</sup>
A74×R95		۱/۱۰ <sup>bed</sup>	۰/۴۶۶ <sup>de</sup>	۲۴/۷۶ <sup>b-f</sup>
CMS26R 103		۰/۹۵ <sup>hij</sup>	۰/۴۳۳ <sup>ef</sup>	۲۴/۱۳ <sup>b-f</sup>
ایروفلور		۰/۹۰ <sup>jk</sup>	۰/۳۹۸ <sup>f-i</sup>	۱۸/۵۶ <sup>gh</sup>
آلستار		۰/۹۶ <sup>hij</sup>	۰/۴۸۶ <sup>cd</sup>	۲۸/۳۳ <sup>b</sup>
هایسان ۳۳		۰/۸۹ <sup>k</sup>	۰/۳۹۱ <sup>ghi</sup>	۲۲/۹۰ <sup>c-g</sup>
مهر		۰/۹۸ <sup>ghi</sup>	۰/۳۹۶ <sup>f-i</sup>	۲۰/۶۰ <sup>fgh</sup>
آذرگل		۱/۰۰ <sup>gh</sup>	۰/۴۱۷ <sup>fg</sup>	۲۰/۶۶ <sup>e-h</sup>
هایسان ۳۶		۰/۹۶ <sup>hi</sup>	۰/۳۷۸ <sup>ghi</sup>	۲۱/۱۳ <sup>d-h</sup>
بروکار		۱/۰۶ <sup>def</sup>	۰/۴۰۵ <sup>fgh</sup>	۲۳/۰۳ <sup>c-g</sup>
A74×R95		۱/۰۲ <sup>efg</sup>	۰/۴۱۳ <sup>fg</sup>	۳۳/۰۶ <sup>a</sup>
CMS26R 103		۰/۹۴ <sup>ijk</sup>	۰/۴۱۶ <sup>fg</sup>	۲۴/۴۳ <sup>b-f</sup>
ایروفلور		۰/۸۲ <sup>l</sup>	۰/۳۶۱ <sup>ij</sup>	۲۰/۵۰ <sup>fgh</sup>
آلستار		۰/۹۴ <sup>ijk</sup>	۰/۴۵۶ <sup>de</sup>	۲۷/۱۶ <sup>bc</sup>
هایسان ۳۳		۰/۸۹ <sup>k</sup>	۰/۳۶۴ <sup>ij</sup>	۲۱/۷۶ <sup>d-h</sup>
مهر		۰/۸۴ <sup>l</sup>	۰/۳۳۶ <sup>j</sup>	۱۷/۱۶ <sup>h</sup>
آذرگل		۰/۹۴ <sup>ijk</sup>	۰/۴۰۱ <sup>f-i</sup>	۲۰/۵۳ <sup>fgh</sup>
هایسان ۳۶		۰/۹۳ <sup>ijk</sup>	۰/۳۷۰ <sup>hij</sup>	۲۵/۶۶ <sup>b-e</sup>
بروکار		۰/۹۳ <sup>ijk</sup>	۰/۳۶۹ <sup>hij</sup>	۲۲/۱۳ <sup>d-g</sup>

اعداد هر ستون در هر گروه که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

جدول ۷. ضرایب همبستگی موجود بین صفات مورد بررسی

صفت	طول	عرض	قطر	وزن تک دانه	وزن پوست دانه	وزن مغز دانه
طول	۱					
عرض		۰/۷۹۳ **				
قطر		۰/۷۳۱ **	۱			
وزن پوست دانه		۰/۹۲۲ **	۰/۹۲۲ **	۱		
وزن مغز دانه		۰/۸۲۸ **	۰/۹۱۹ **	۰/۸۸۵ **	۱	
وزن تک دانه		۰/۷۸۲ **	۰/۸۸۶ **	۰/۸۴۸ **	۰/۹۹۲ **	۱
پوست دانه		۰/۳۴۷ **	۰/۳۸۹ **	۰/۲۹۵ **	-۰/۰۵۲	۰/۰۶۷

\* و \*\*: به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشد.

شدیدتر عرض و قطر دانه نسبت به طول آن در شرایط آبیاری محدود به دلیل کاهش سائز مواد فتوستتری و انتقال ضعیفتر آن به دانه بوده است. همچنین مشخص شد که در آبیاری محدود کاهش وزن دانه، بیشتر به دلیل کاهش عرض و قطر آن بوده و به دلیل تولید دانه های چروکیله و باریک تر عملکرد نیز کاهش خواهد یافت. همچنین هیبرید آلستار از نظر عرض و قطر دانه برتر از سایر هیبریدها بود، درحالی که هیبریدهای A74×R95 و آذرگل به ترتیب به دلیل دارا بودن سرعت پر شدن دانه بالا و طول دوره پر شدن دانه زیاد حائز بیشترین وزن دانه بودند.

فیزیکی دانه به ترتیب با قطر ( $r=۰/۸۹$ )، عرض ( $r=۰/۸۵$ ) و طول ( $r=۰/۷۸$ ) بوده است که نشان دهنده پر اهمیت تر بودن قطر و عرض دانه نسبت به طول آن در افزایش وزن تک دانه می باشد (جدول ۷).

### نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که خصوصیات فیزیکی دانه در هیبریدهای آفتابگردان بسیار متفاوت است و کاهش رطوبت موجود در خاک آثار معنی داری بر این خصوصیات خواهد گذاشت. لذا کاهش

### منابع مورد استفاده

- ایمان مهر، ع.، ب. قبادیان، س. مینایی و ج. فردمال. ۱۳۸۵. تعیین برخی خواص فیزیکی دانه کلزا (واریته لیکورد). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۷(۲۹): ۱۱۹-۱۲۸.
- بی نام. ۱۳۸۵. سطح زیر کشت، عملکرد و تولید دانه های روغنی از سال ۱۳۷۸-۱۳۸۴. انجمن صنایع روغن کشی ایران به نقل از گمرک جمهوری اسلامی ایران.
- خانی، م.، ج. دانشیان، ح. زینالی خانقاہ و م. قنادها. ۱۳۸۴. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزای آن در لاین های آفتابگردان با استفاده از طرح تلاقي لاین  $\times$  تستر در شرایط تنش و بدون تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۲): ۴۳۵-۴۴۵.
- دانشیان، ج. ۱۳۸۱. گزینش لاین های متتحمل به کم آبی آفتابگردان (گزارش نهایی). مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه های روغنی، کرج.
- دانشیان، ج.، ح. جباری و ا. فرخی. ۱۳۸۵. اثر تنش کم آبی و تراکم گیاه بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی آفتابگردان در کشت

- دوم. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، پرديس ابوریحان، دانشگاه تهران.
۶. رفیعی، ف.، ع. کاشانی، ر. مامقانی و ا. گلچین. ۱۳۸۴. تأثیر مراحل آبیاری و کاربرد نیتروژن بر عملکرد و برخی خصوصیات مرغولوژیکی هیبرید گلشنید آفتابگردان. مجله علوم زراعی ایران ۱۷(۱): ۴۴-۵۳.
۷. هاشمی دزفولی، ا. و ع. مرعشی. ۱۳۷۴. تغییرات میزان فتوستتری در زمان گل دهی و تأثیر آن روی رشد دانه، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۹(۲): ۱۶-۳۲.
8. Alexander, H. M., C. L. Cumings, L. Kahn and A. A. Snow. 2001. Seed size variation and predation of seeds produced by wild and crop-wild sunflowers. Am. J. Bot. 88: 623-627.
  9. Angadi, S. V. and M. H. Entz. 2002. Root system and water use patterns of different height sunflower cultivars. Agron. J. 94: 136-145.
  10. Baldini, M. and G. Vannozzi. 1996. Crop management practice and environmental effects on hullability in sunflower hybrids. Helia 19: 47-62.
  11. Chimenti, C. A. and A. J. Hall. 1993. Genetic variation and changes with ontogeny of osmotic adjustment in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Euphytica 71: 201-210.
  12. Connor, D. J. and A. J. Hall. 1997. Sunflower physiology. PP. 113-182. In: A. A. Schneiter. (Ed.), Sunflower Technology and Production, Monograph No. 35. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A.
  13. Erdem, T., Y. Erdem, A. H. Orta and H. Okursoy. 2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turk. J. Agric. For. 30: 11-20.
  14. FAS( Foreign Agriculture Service). 2006. Oilseeds: world market and trades. Current World Production, Market and trade reports. <http://www.fas.usda.gov>.
  15. Flagella, Z. T., E. Rutunno, R. Tarantino Dicaterina and A. De Caro. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and the water regime. Eur. J. Agron. 17: 331-334.
  16. Flexas, J., J. Bota, F. Loreto, G. Cornic and T. D. Sharkey. 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. Plant Biol. 6: 269-279.
  17. Francisco, J.V., A.J. Hall, J.I. Ritchie and F. Organs. 1996. A development growth and yield model of sunflower crop. Agron. J. 88: 403-415.
  18. Gimenez, C. and E. Fereres. 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought. II-Growth and water relations. Aust. J. Agric. Res. 37: 583-597.
  19. Goksoy, A. T., A. O. Demir, Z. M. Turan and N. Dagustu. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Res. 87: 167-178.
  20. Hernandez, L. F. and P. M. Belles. 2007. A 3-D finite element analysis of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruit. Biomechanical approach for the improvement of its hullability. J. Food Eng. 78: 861-869.
  21. Kiani, P. S., P. Grieu, P. Hewezi, L. Gentzbittel, and A. Sarrafi. 2007. Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of water stress-associated genes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Theor. Appl. Genet. 114: 193-207.
  22. Lawlor, D. M. 2002. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. Ann. Bot. 89: 871-885.
  23. Leon, A. J., F. H. Andrade and M. Lee. 2003. Genetic analysis of seed-oil concentrations across generations and environments in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Crop Sci. 43: 135-140.
  24. Lindstrom, L. I., C. N. Pellegrini, L. A. N. Aguirrezabal and L. F. Hernandez. 2006. Growth and development of sunflower fruits under shade during pre and early post-anthesis period. Field Crops Res. 96: 151-159.
  25. Lopez Pereira, M. L., V. O. Sadras and N. Trapani. 1999. Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. I. Yield and its components. Field Crops Res. 62: 157-166.
  26. Lopez Pereira, M., N. Trapani and V. Sadras. 2000. Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. III. Dry matter partitioning and achene composition. Field Crops Res. 67: 215-221.
  27. Nel, A. A. 2001 a. Effect of water stress during grain filling on seed yield and quality. Chapter 7, University of Pretoria, South Africa.
  28. Nel, A. A. 2001 b. Relationship between seed quality and easily measurable seed characteristics. Chapter 8, University of Pretoria.
  29. Samarah, N., R. Mullen and S. Cianzio. 2004. Size distribution and mineral nutrients of soybean seeds in response to drought stress. J. Plant Nutr. 27: 815- 835.
  30. Seiler, G. J. 1997. Anatomy and morphology of sunflower. PP. 67-111. In: A. A. Schneiter (Ed.), Sunflower Technology and Production, Monograph No. 35. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A.

31. Tang, S., A. Leon, W. C. Bridges and S. J. Knappa. 2006. Quantitative trait loci for genetically correlated seed traits are tightly linked to branching and pericarp pigment loci in sunflower. *Crop Sci.* 46: 721-734.
32. Vega, C.R.C., F.H. Andrade, V.O. Sadras, S.A. Uhart and O.R. Valentinuz. 2001. Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower and maize. *Crop Sci.* 41: 748-754.