



## اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در تراکمهای مختلف کشت

### Effect of drought stress on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus*) at different plant densities

ابراهیم خلیل‌وند بهروزیار<sup>۱</sup>، مهرداد یارنیا<sup>۲</sup>، صمد دربندی<sup>۳</sup>، هوشنگ آلیاری<sup>۴</sup>

#### چکیده

خلیل‌وند بهروزیار<sup>۱</sup>، م. یارنیا، ص. دربندی، ه. آلیاری. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در تراکمهای مختلف کشت. مجله علوم زراعی ۱ (۱): ۳۳-۴۴.

به منظور بررسی تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در تراکمهای مختلف کشت آزمایشی به صورت اسپیلت فاکتوریل بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل دو رقم رکورد و هیبرید آذرگل آفتابگردان، چهار سطح تنش کمبود آب مشتمل بر شاهد، ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس، ۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس و ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس و سه سطح تراکم شامل ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار بودند. فاصله ردیفها ۶۰ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها روی ردیف به ترتیب ۱۶، ۱۸ و ۲۰ سانتیمتر منظور گردید. نتایج نشان داد که اعمال تنش کمبود آب باعث کاهش معنی‌داری در صفات وزن صد دانه، عملکرد دانه در تک بوته و در واحد سطح، درصد روغن و عملکرد روغن در واحد سطح گردید. در مورد صفات مهمی چون وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه در تک بوته و در واحد سطح و عملکرد روغن در واحد سطح بین تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی با کم شدن رطوبت از ۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس، کاهش معنی‌داری در این صفات مشاهده گردید. همچنین با اعمال تنش کمبود آب و افزایش تراکم از ۸۰ هزار بوته به ۱۰۰ هزار بوته اختلاف معنی‌داری در صفات فوق ملاحظه شد. نتایج حاصل از اثرات متقابل رقم و تنش کمبود آب با تراکمهای اعمال شده نشان داد که بیشترین درصد روغن در رقم رکورد در شرایط آبیاری کامل و تراکم ۱۰۰ هزار بوته و بیشترین عملکرد روغن در هیبرید آذرگل در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار در شرایط آبیاری کامل حاصل گردید. همچنین طبق نتایج حاصل، هیبرید آذرگل و رقم رکورد بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح را در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تراکم، تنش خشکی، عملکرد، درصد روغن

E-mail: e.khalilvand@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۳

تاریخ دریافت مقاله: ۸۵/۱۱/۱۱

- ۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز (مؤلف مسئول)
- ۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
- ۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
- ۴- استاد دانشگاه تبریز

## مقدمه

روغن‌ها و چربی‌ها از مواد عمده و اساسی در تغذیه انسان و تامین سوخت و ساز بدن به شمار می‌روند. منابع اصلی تامین روغن و چربی مورد نیاز انسان، حیوانات و گیاهان بوده و در این میان روغن‌های گیاهی (سویا، آفتابگردان، کنجد، گلرنگ و پنبه دانه) به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از اسید چرب‌های غیر اشباع نقش مهمی در تعادل چربی‌ها در جیره غذایی انسان و کاهش مقدار کلسترول خون دارند (آلیاری و همکاران ۱۳۷۹). در حال حاضر آفتابگردان از نظر تولید جهانی یکی از مهمترین دانه‌های روغنی می‌باشد. روغن استحصالی از آفتابگردان به دلیل دارا بودن اسید چرب غیر اشباع لینولئیک به مقدار زیاد، از کیفیت بالایی برخوردار بوده و این اسید چرب برای انسان بسیار ضروری می‌باشد که بدن انسان قادر به تولید آن نمی‌باشد (آلیاری و همکاران ۱۳۷۹). Bray (1993) طی آزمایشات خود نتیجه گرفت تیمارهایی که به نحوی در مرحله گلدهی و گرده‌افشانی دچار تنش رطوبتی بوده‌اند هر چند در مراحلی مانند رشد رویشی و یا دانه‌بندی با تنش مواجه نباشند از نظر آماری وزن صد دانه کمتری نسبت به شرایط شاهد داشته و مشابه شرایط دیم می‌باشد (Robinson *et al.* (1985). با اعمال تیمارهایی مانند آبیاری کامل، آبیاری از ۴۴ روز پس از کاشت و آبیاری از ۵۴ روز پس از کاشت، صفاتی از قبیل وزن هزار دانه را مورد بررسی قرار داده و هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان وزن هزاردانه در تیمارهای تنش با تیمارهای شاهد مشاهده نکردند. این بدان علت بود که هیچ یک از تیمارهای تنش در مرحله گلدهی و یا گرده‌افشانی نبوده است (Robinson *et al.*, 1985). مظاهری لقب و نوری (۱۳۸۰) اعلام کردند که زمان آبیاری در شرایط تولید آفتابگردان به صورت دیم، یعنی آبیاری در مرحله رشد بخصوص گلدهی یا دانه‌بندی می‌تواند برصفت وزن صد دانه موثر باشد (مظفری و زینالی خانقاه ۱۳۷۶). Daulay and Singh (1983) از آزمایشات خود نتیجه گرفتند که وقتی پتانسیل آب خاک مخصوصاً در مراحل گیاهچه و گلدهی به محدوده نقطه پژمردگی نزول کند، عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Gomes-Snchez *et al.*, 2000). Human *et al.* (1998) نیز طی آزمایش‌های خود تنش شدید در مراحل گلدهی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی را باعث بیشترین کاهش عملکرد دانه دانستند. علاوه بر این Roberts (1998) از آزمایش‌های خود نتیجه گرفتند که دوره ۲۰ روز قبل تا ۲۰ روز بعد از گلدهی در آفتابگردان بحرانی‌ترین زمان نسبت به تنش رطوبتی است. جعفرزاده کنارسری و پوستینی (۱۳۷۲) نیز اعلام کردند که احتمالاً عملکرد دانه آفتابگردان حساسیت چندانی به بروز تنش خشکی در مرحله رشد رویشی ندارد و حساسیت عملکرد دانه به خشکی در دوره زایشی به طور عمده به مرحله گلدهی و گرده‌افشانی مربوط می‌شود. اعمال تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی با ایجاد اختلال در مکانیسم پر شدن دانه، سبب کاهش عملکرد می‌شود (حلاجی ۱۳۸۳). طبق بررسی مظاهری لقب و نوری (۱۳۸۰) بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به دست آمده است. (Gomes-Snchez *et al.* (2000) نیز از آزمایش‌های خود نتیجه گرفتند که تنش آبی در مراحل رشد رویشی منجر به کاهش سطح برگ و میزان فتوسنتز می‌گردد که ممکن است به کاهش عملکرد دانه منجر شود و در این صورت، کاهش عملکرد نتیجه کاهش معنی‌دار در تعداد دانه و وزن آنها است. غفاری پور (۱۳۸۳) گزارش کرد که تیمارهای با آبیاری مطلوب دارای میزان روغنی بالاتر از تیمارهای تحت تنش هستند. حلاجی (۱۳۸۳) نیز بیان نمود که سطوح مختلف تنش آبی موجب کاهش درصد روغن گردید. تراکم بوته نیز یکی از عوامل زراعی مهم در تعیین عملکرد است و تحت شرایط آب و هوایی مختلف برای یک رقم ثابت نمی‌باشد (Aless *et al.*, 1997). برای دستیابی به حداکثر محصول، گیاه باید بتواند از کلیه عوامل تولید مانند آب، مواد غذایی، نور و دی اکسیدکربن حداکثر بهره برداری کند. هاشمی دزفولی و همکاران (۱۳۷۴) گزارش دادند که با افزایش تراکم در حالی که عملکرد دانه گیاه کاهش می‌یابد

مجموع جذب نور توسط کانوپی در حداکثر خود بوده و عملکرد کل دانه افزایش می‌یابد. علت این موضوع کمتر بودن رقابت در تراکمهای پایین نسبت به جذب آب، مواد غذایی و نور در مقایسه با تراکمهای بالا می‌باشد. Punia and Gill (1997) گزارش نمودند که عملکرد دانه در آفتابگردان دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفاتی از قبیل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، قطر طبق، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در طبق بود. Zubriski and Zimmerman (1991) گزارش کردند که با افزایش تراکم از ۳۶ تا ۷۲ هزار بوته در هکتار قطر طبق‌ها کاهش، ولی عملکرد دانه از ۲۲۵۸ به ۳۱۹۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد روغن از ۱۰۴۶ به ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت اما اثر تراکم بر روی میزان روغن معنی‌دار نبود. Aless *et al.* (1997) گزارش کردند که وقتی که فاصله بین ردیفها از ۹۰ به ۳۰ سانتیمتر و از ۱۰۸ به ۳۶ سانتیمتر کاهش یافت عملکرد دانه و روغن افزایش نشان داد، در حالی که کاهش فاصله بین گیاهان بر روی ردیفها از ۴۶ به ۱۵ سانتیمتر عملکرد آفتابگردان را کاهش داد (Gubbels and Dedio (1999) گزارش نمودند که با افزایش تراکم از ۳۰۰۰۰ به ۴۵۰۰۰ بوته در هکتار، میزان روغن به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. اما با افزایش بیشتر در تراکم تنها افزایش اندکی در میزان روغن مشاهده شد. Holt and Campbell (1998) نیز نتایج مشابهی به دست آوردند. Aless *et al.* (1997) در بین تراکمهای ۲ تا ۱۰ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری از نظر درصد روغن مشاهده نکردند. اشنایتر به نقل از سعادت لاجوردی (۱۳۵۹) طی آزمایشهایی در طول سه سال بر روی هیبریدهای آزمایشی نیمه پا کوتاه (SD) و استاندارد (SH) در تراکمهای ۳۲۱۲۳، ۴۹۴۲۰، ۶۶۷۱۷ و ۸۴۰۱۴ و ۱۰۱۳۱۱ بوته در هکتار در شرایط دیم در فارگو، کارینگتون و پروسپر نتیجه گرفتند که هیبریدهای نیمه پاکوتاه هیچ برتری از نظر عملکرد نسبت به هیبریدهای استاندارد (پا بلندتر) آفتابگردان ندارند. وی همچنین خاطر نشان کرد که تراکم گیاهی ۳۲۱۲۳ بوته در هکتار منجر به بالاترین عملکرد در هیبریدها برای هر دو نوع گیاه SD و SH گردید. تراکمهای بالاتر از ۳۲۱۲۳ بوته در هکتار عملکرد، وزن دانه، تعداد دانه در طبق و قطر طبق را کاهش ولی درصد روغن را افزایش داد. Aless *et al.* (1997) در بررسی واکنش آفتابگردان به الگوی کاشت و تراکم گیاهی در شرایط بیابانی نشان دادند که افزایش تراکم گیاهی از ۲۳۸۰۰ به ۷۱۴۰۰ بوته در هکتار در دو هیبرید Flamme و Isostar وزن خشک طبق، قطر طبق، تعداد دانه در هر طبق و وزن هزاردانه را کاهش و ارتفاع بوته و خوابیدگی بوته را افزایش می‌دهد ولی افزایش خوابیدگی تأثیر چندانی روی محصول نمی‌گذارد. افزایش تراکم اثر معنی‌داری روی درصد روغن نداشت. هیبرید Isostar نسبت به هیبرید Flamme عملکرد دانه و روغن بیشتری داشت. بیشترین عملکرد دانه و روغن در هیبرید Flamme از تراکم ۷۱۴۰۰ بوته در هکتار و در هیبرید Isostar از تراکم ۴۷۶۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. علت کاهش عملکرد هیبرید Isostar از تراکم ۴۷۶۰۰ به ۷۱۴۰۰ وجود رقابت برای جذب آب، مواد غذایی و نور بوده است.

با توجه به این که بخش وسیعی از اراضی زیر کشت در ایران به شرایط آب و هوایی نیمه خشک تعلق دارد، حصول بالاترین میزان عملکرد با حداقل آب ممکن و با تراکمهای مناسب که موجب کاهش عملکرد می‌گردد ضروری به نظر می‌رسد که تحقیق حاضر نیز در راستای نیل به اهدافی چون ارزیابی و شناسایی صفات مهم مرفولوژیکی موثر در عملکرد و اجزای عملکرد نهایی آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و مقایسه آن با شرایط عادی، تعیین بهترین تراکم در آفتابگردان تحت شرایط عادی و تنش کمبود آب، تعیین میزان عملکرد دانه و روغن استحصالی در شرایط تنش کمبود آب و بررسی امکان افزایش عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش کمبود آب با تغییر تراکم انجام گردیده است.

## مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۸۵ - ۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در اراضی کرکج در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. ارتفاع محل آزمایش ۱۳۶۰ متر از سطح دریای آزاد در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی می‌باشد. آزمایش در قالب اسپلیت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. قبل از کاشت زمین به صورت ۷۲ کرت به ابعاد ۴×۳ متر تقسیم و جوی پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتیمتر توسط شیار بازکن در جهت شمالی - جنوبی ایجاد گردید و بذرهائی در جبهه شرقی قرار گرفتند. تیمارها شامل دو رقم رکورد (V<sub>1</sub>) و هیبرید آذرگل (V<sub>2</sub>)، سه سطح تراکم بوته ۸۰ هزار بوته (D<sub>1</sub>) با فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متر، ۹۰ هزار بوته (D<sub>2</sub>) با فاصله بوته روی ردیف ۱۸ سانتیمتر و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار (D<sub>3</sub>) با فاصله بوته روی ردیف ۱۶ سانتیمتر و سطوح تنش کمبود آب مشتمل بر شاهد (S<sub>0</sub>)، آبیاری در رطوبت معادل ۷۵٪ (S<sub>1</sub>)، ۵۰٪ (S<sub>2</sub>) و ۲۵٪ (S<sub>3</sub>) رطوبت قابل دسترس بود. جهت تعیین زمان آبیاری در تیمارهایی که تنش در آنها اعمال می‌گردید، ابتدا ظرفیت مزرعه‌ای خاک اندازه‌گیری شده و سپس شاهد براساس ظرفیت مزرعه‌ای و سایر تیمارها بر اساس سطوح تنش‌ها آبیاری گردید. برای تعیین ظرفیت مزرعه‌ای از دستگاه محفظه فشار استفاده شد. بدین ترتیب که از اعماق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰، ۳۰-۴۰ و ۴۰-۵۰ سانتیمتری خاک نمونه‌هایی برداشته و سپس نمونه‌های خاک اشباع شدند. نمونه‌های اشباع شده در دستگاه محفظه فشار تحت فشار یک سوم بار قرار گرفتند. پس از رسیدن رطوبت به حالت تعادل، نمونه‌ها از محفظه فشار خارج شده و بلافاصله در آزمایشگاه به وسیله ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و در آن ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرارگرفت. پس از توزین خاک خشک شده مقدار ظرفیت مزرعه‌ای وزنی خاک با استفاده از فرمول زیر محاسبه و به‌دست آمد:

وزن ظرف با خاک خشک - وزن ظرف با خاک مرطوب

$$\text{ظرفیت مزرعه‌ای وزنی خاک} = \frac{\text{وزن ظرف با خاک خشک} - \text{وزن ظرف با خاک مرطوب}}{\text{وزن ظرف با خاک خشک}} \times 100$$

ظرف - وزن ظرف با خاک خشک

این کار هر روز انجام می‌گرفت. پس از تعیین رطوبت وزنی، میانگین نمونه‌ها به عنوان ظرفیت مزرعه‌ای کل خاک در نظر گرفته شد. بعد از مشخص شدن رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای، مقدار رطوبت نقطه پژمردگی نیز در فشار ۱۵ بار به همان ترتیب اندازه‌گیری شد. تفاضل رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای و رطوبت نقطه پژمردگی، به عنوان رطوبت قابل دسترس در نظر گرفته شد. پس از مشخص شدن میزان رطوبت قابل دسترس، هر روز از خاک نمونه برداری شده و میزان رطوبت وزنی خاک تعیین شد و فواصل روز آبیاری در تیمارهای مختلف به‌دست آمد. آبیاری تیمارها بر اساس مقدار رطوبت خاک برای تیمارهای شاهد، ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ رطوبت قابل دسترس به ترتیب هر ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز یک بار انجام گرفت. در طول دوره اعمال تنش نیز برای دقت بیشتر با استفاده از دستگاه TDR رطوبت خاک بارها اندازه‌گیری شده و در زمانهای معین بر اساس تیمارهای آزمایشی آبیاری انجام شد. آبیاری مزرعه تا مرحله R<sub>4</sub> (مرحله ستاره‌ای شدن و ابتدای باز شدن گل آذین) و بر حسب نیاز کانوپی و بسته به شرایط آب و هوایی منطقه بدون اعمال تنش آبی انجام شد ولی با ظهور گل آذین در مرحله R<sub>4</sub> تیمارهای تنش آبی اعمال گردید. در مدت زمان اجرای طرح از هیچ نوع علف‌کش و یا آفت‌کشی استفاده نشد. صفات اندازه‌گیری شامل وزن صد دانه، عملکرد دانه در تک بوته، عملکرد دانه در واحد سطح، درصد روغن و عملکرد روغن در واحد سطح که تمامی صفات مورد بررسی در بوته‌های برداشت شده از هر تیمار اندازه‌گیری و میانگین آنها مدنظر قرار گرفته است. وزن ۱۰۰ دانه با استفاده از توزین نمونه حاوی ۱۰۰

بذر از هر طبق در چهار تکرار، عملکرد دانه در تک بوته بر اساس وزن دانه‌های پر در سطح تک بوته بر حسب گرم، عملکرد دانه در واحد سطح بر اساس وزن دانه‌های پر در سطح برداشت مربوطه با اعمال تراکم در واحد سطح بر حسب کیلوگرم، درصد روغن بر اساس اندازه‌گیری درصد روغن از یک نمونه تقریباً ۱۰ گرمی در تمامی تیمارها توسط موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به روش NMR و عملکرد روغن در واحد سطح از حاصل ضرب عملکرد دانه در واحد سطح در درصد روغن بر حسب کیلوگرم محاسبه گردیدند.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی مشخص نمود که تاثیر سطوح مختلف تنش کمبود آب بر صفات وزن صد دانه، عملکرد دانه در تک بوته، عملکرد دانه در واحد سطح، درصد روغن و عملکرد روغن در واحد سطح معنی‌دار بود. همچنین تاثیر رقم و تراکم بر عملکرد دانه در بوته و در واحد سطح و اثر رقم و تراکم در سطوح مختلف تنش کمبود آب بر درصد روغن نیز معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش  
Table 1. Analysis of variance of measured traits in experiment

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه تک بوته	عملکرد دانه در واحد سطح	درصد روغن	عملکرد روغن در واحد سطح
تکرار	2	0/291ns	42/71 ns	1216943 ns	2/176 ns	729852
رقم	1	7/920*	822/585 ns	6812426 ns	293/995 ns	6236
خطای آزمایشی	2	0/383	63/620	484875	30/650	189231
تنش آبی	3	9/786**	7169/36**	59189069**	81/505**	12409055**
تنش آبی × رقم	3	0/459 ns	279/811**	2245385*	0/788ns	426279 ns
تراکم	2	0/049 ns	98/985 ns	4983192**	11/781*	524525 ns
رقم × تراکم	2	0/157 ns	473/865**	3603019**	0/424ns	427784 ns
تنش آبی × تراکم	6	0/119 ns	128/861 ns	749454 ns	5609 ns	156296 ns
رقم × تنش آبی × تراکم	6	0/176 ns	68/691 ns	477309 ns	61/162*	72333 ns
خطای آزمایشی	44	0/216 ns	71/307 ns	536521 ns	2/238 ns	291099 ns
ضریب تغییرات		13/22	17/50	16/79	3/08	34/76

\*\* و \* به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار هستند. ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

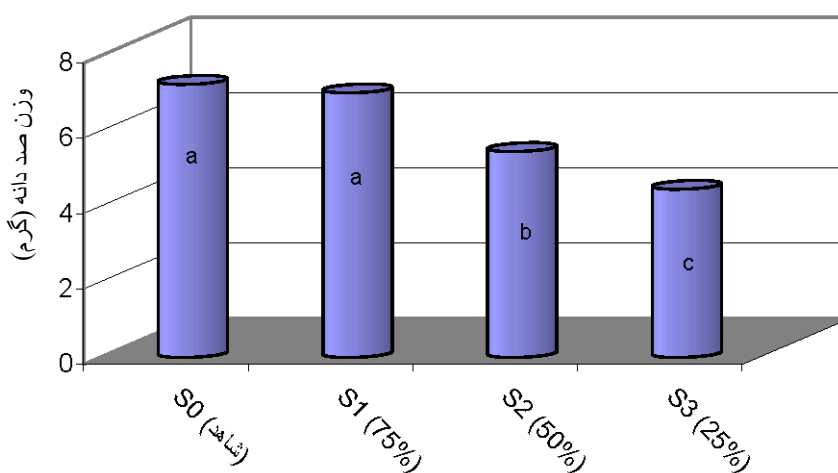
## وزن ۱۰۰ دانه

مقایسه میانگین وزن ۱۰۰ دانه هیبرید آذرگل و رقم رکورد نشان داد که هیبرید آذرگل با میانگین ۶/۴۰۱ گرم بیشترین و رقم رکورد با ۵/۳۰۰ گرم کمترین وزن ۱۰۰ دانه را داشتند که به نظر می‌رسد اختلاف ژنتیکی بین این دو عامل اصلی این تفاوت بود. مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف تنش کمبود آب بر صفت وزن صد دانه نیز معنی‌دار بود (جدول ۲).

بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در تیمار شاهد معادل ۷/۲۴۵ گرم و کمترین آن در تنش ۲۵ رطوبت قابل دسترس معادل ۴/۴۶۰ گرم بود (شکل ۱). بین تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد رطوبت قابل استفاده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی هر چه بر شدت تنش افزوده می‌شود کاهش معنی‌داری در وزن ۱۰۰ دانه وجود می‌آید. علت کاهش وزن ۱۰۰ دانه را چنین می‌توان بیان نمود که گیاه در واکنش به کمبود آب ساز و کار ویژه‌ای به نام

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات تنش کمبود آب در صفات بررسی شده با استفاده از آزمون دانکن  
Table 2. Mean comparison of effects of water deficit stress among understudy traits based on multiple comparison tests of Duncan

وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه تک بوته (گرم)	عملکرد هکتاری دانه (کیلوگرم)	درصد روغن	عملکرد هکتاری روغن (کیلوگرم)	
7/245 a	66/32 a	6053 a	52/72 a	2302 a	S0
70/19 b	63/81 a	5723 a	50/64 b	2191 a	S1
5/461 c	33/07 b	2319 b	43/31 c	88/80 b	S2
46/460 d	25/86 c	2351 c	46/80 c	88/80 b	S3



شکل ۱- اثرات تنش کمبود آب بر وزن ۱۰۰ دانه

Fig. 1. Effects of water deficit on hundred seed weight

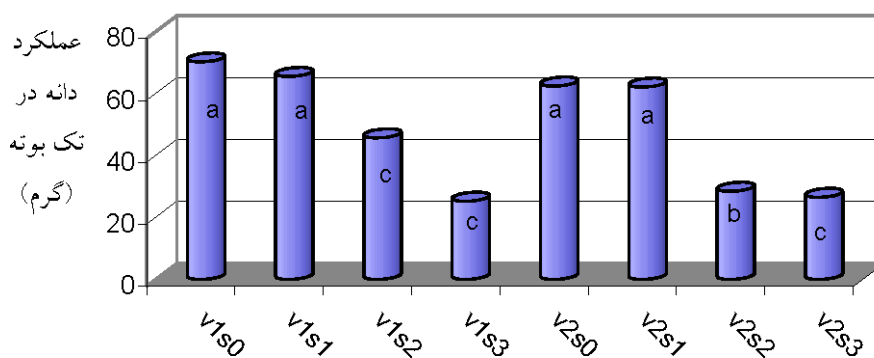
بسته شدن فعال وابسته به آب<sup>۱</sup> را آغاز می‌کند که احتمالاً به واسطه هورمون ABA بسته شدن روزنه‌ها اتفاق افتاده و در نتیجه افزایش دما و تعرق موجب کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌گردد که نتیجه آن کاهش وزن ۱۰۰ دانه است (جعفرزاده کنارسری و پوستینی ۱۳۷۲). همچنین با توجه به نتایج ابعاد دانه‌ها که در تیمار شاهد بیشترین و در تنش کمبود آب کمترین طول، عرض و پهنای دانه به دست آمد این موضوع منطقی به نظر می‌رسد. جعفرزاده کنارسری و پوستینی ۱۳۷۲، حلاجی و غفاری پور (۱۳۸۳)، مظاهری لقب و نوری (۱۳۸۰)، هاشمی دزفولی و همکاران (۱۳۷۴)، هادی (۱۳۷۹)، Bray (1993) و Robinson *et al.* (1985) نیز به نتایج مشابهی در این زمینه رسیده‌اند.

### عملکرد دانه در تک بوته

مقایسه میانگین اثرات هیبرید آذرگل و رقم رکورد در سطوح مختلف تنش کمبود آب بر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). هیبرید آذرگل در تیمار شاهد با ۷۰/۲۲ گرم و رکورد در تیمار شاهد با ۶۲/۴۲ گرم بیشترین عملکرد دانه را داشتند. همچنین رکورد در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با ۲۶/۵۰ گرم و آذرگل در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با ۲۵/۲۳ گرم کمترین عملکرد دانه را داشتند (شکل ۲). این موضوع نشان می‌دهد که هر دو رقم تا رطوبت ۷۵ درصد قابل دسترس به تنش کمبود آب مقاوم می‌باشند ولی با افزایش شدت تنش کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه در تک بوته مشاهده می‌شود. همچنین هیبرید

جدول ۳- مقایسات میانگین اثرات متقابل رقم و تنش کمبود آب با استفاده از آزمون دانکن  
 Table 3. Mean comparison of interaction between variety and water deficit stress based on multiple comparison tests of Duncan

عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم)	عملکرد دانه تک بوته (گرم)	
5752 ab	62/42 a	V1S0
5564 a	62/09 a	V1S1
2524 d	28/44 c	V1S2
2385 d	26/50 c	V1S3
6354 a	7022 a	V2S0
5900 ab	65/54 a	V2S1
4155 c	45/69 b	V2S2
2317 d	25/23 c	V2S3



شکل ۲- اثرات رقم و تنش کمبود آب بر عملکرد دانه در تک بوته

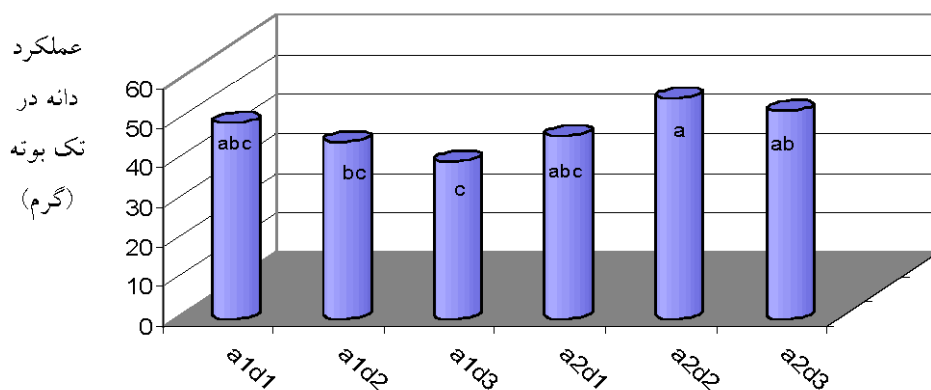
Fig. 2. Effects of variety and water deficit stress on seed yield per plant

آذرگل نسبت به رقم رکورد به تنش کمبود آب مقاومتر بوده و عملکرد دانه بیشتری را داشته است. جعفرزاده، داوولی، هیومن و رایبسون نیز به نتایج مشابه در این زمینه رسیده اند (حلاجی، ۱۳۸۳؛ Robinson *et al.*, 1985; Human *et al.*, 1998; Gomes-Sanchez *et al.*, 2000).

مقایسه میانگین اثرات متقابل هیبرید آذرگل و رقم رکورد در تراکمهای اعمال شده بر عملکرد دانه تک بوته نیز اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه در بوته آذرگل با تراکم ۹۰ هزار بوته معادل ۵۵/۸۵ گرم و در رکورد با تراکم ۸۰ هزار بوته معادل ۴۹/۷۶ گرم بود (شکل ۳). این موضوع نشان می دهد افزایش تراکم در رقم رکورد موجب کاهش غیر معنی داری در عملکرد دانه در تک بوته شده است. علت بیشتر بودن عملکرد تک بوته در تراکمهای پایین نسبت به تراکمهای بالا کمتر بودن رقابتهای درون گونه ای و برون گونه ای بین گیاهان و در نتیجه استفاده بیشتر گیاهان از منابع رشد مثل نور، آب و غیره می باشد. هاشمی دزفولی و زوبریسکی و زیمرمن نیز به نتایج مشابهی دست یافته بودند (Aless *et al.*, 1997; Zubriski and Zimmerman, 1991).

جدول ۴ - مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تنش کمبود آب در تراکم با استفاده از آزمون دانکن  
 Table 4. Mean comparison on interaction between variety and water deficit stress at plant density based on multiple comparison tests of Duncan

عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم)	عملکرد دانه در تک بوته (گرم)	درصد روغن	
5689bcd	71/12ab	59/54a	V1S0D1
5837bcd	64/85bc	55/81a	V1S0D2
51/29bcd	51/26cde	54/42a	V1S0D3
5281cde	66/01bc	54/48ab	V1S1D1
5550bcd	61/67bc	52/13bc	V1S1D2
5860bcd	58/60bcd	54/33ab	V1S1D3
2959ghi	36/81efg	50/21cde	V1S2D1
2161ij	24/05gh	51/65bc	V1S2D2
2451hij	24/51gh	52/02bc	V1S2D3
2010ij	25/12gh	51/45c	V1S3D1
2625hij	29/16gh	47/19fgh	V1S3D2
2521hij	25/21gh	49/16cdef	V1S3D3



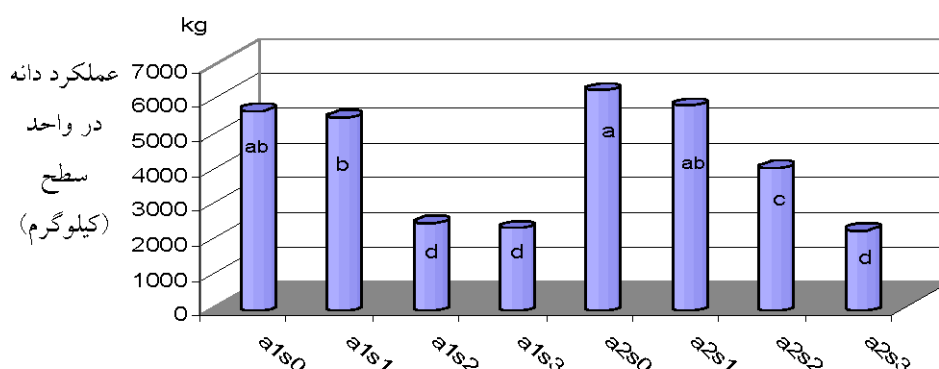
شکل ۳- اثرات متقابل رقم و تراکم بر عملکرد دانه در تک بوته

Fig. 3. Interaction between variety and plant density on seed yield per plant

### عملکرد دانه در واحد سطح

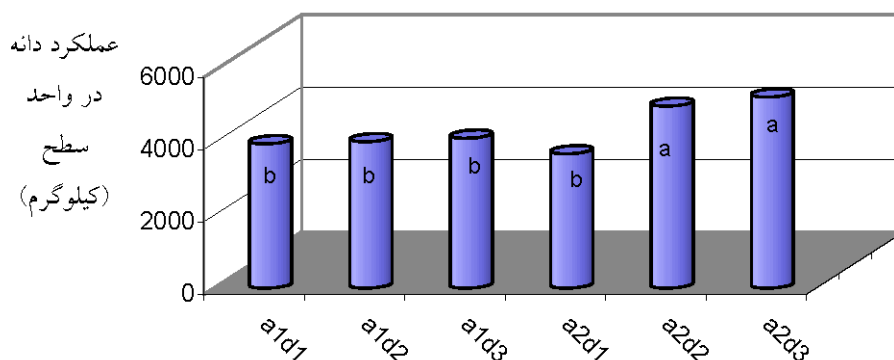
مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و سطوح مختلف تنش کمبود آب نشان داد (جدول ۳) که بیشترین عملکرد دانه در هیبرید آذرگل در تیمار شاهد معادل ۶۳۵۴ کیلوگرم و کمترین آن در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با ۲۳۱۷ کیلوگرم بود. همچنین بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح در رقم رکورد در تیمار شاهد معادل ۵۷۵۲ کیلوگرم و کمترین آن نیز در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس معادل ۲۳۸۵ کیلوگرم حاصل شد (شکل ۴). این موضوع با نتایج عملکرد دانه در تک بوته در شرایط تنش کمبود آب همخوانی دارد. همچنین در رقم رکورد بعد از تنش ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس یک افت شدید در عملکرد مشاهده می‌شود در حالی که این کاهش در هیبرید آذرگل به صورت متوازن می‌باشد. مشابه نتایج فوق را حلاجی، مظفری، نجفی، داوودی، هیومن و رایبسون نیز به دست آورده بودند (حلاجی ۱۳۸۳؛ (نجفی ۱۳۸۳؛ (هادی ۱۳۷۹؛ (Robinson et al., 1985; Human et al., 1998). مقایسه میانگین اثرات متقابل هیبرید آذرگل و رقم رکورد در تراکم‌های اعمال شده نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه در واحد





شکل ۴- اثرات تنش کمبود آب و رقم بر عملکرد دانه در هکتار

Fig. 4. Effects of variety and water deficit stress on seed yield per hectare



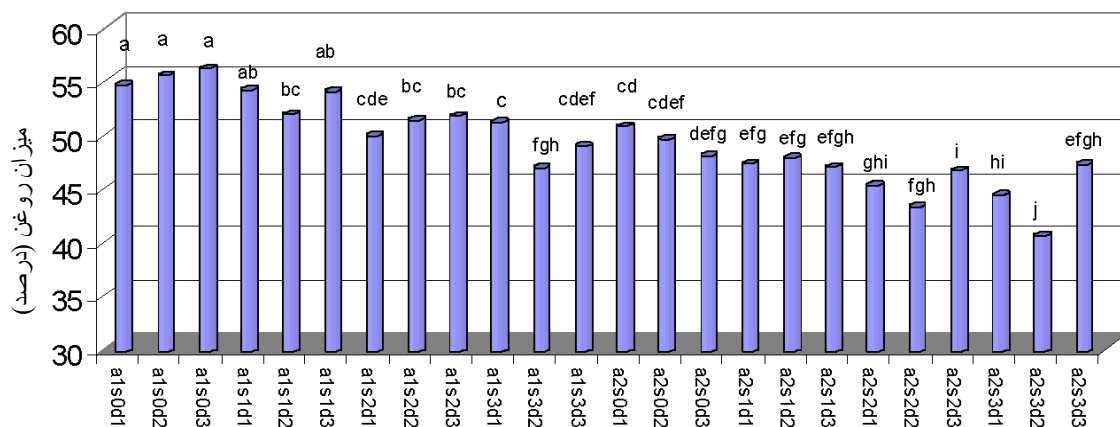
شکل ۵- اثرات رقم و تراکمهای اعمال شده بر عملکرد دانه در هکتار

Fig. 5. Effects of variety and plant density on seed yield per hectare

سطح در هیبرید آذرگل با تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار معادل ۵۲۷۸ کیلوگرم و در رکورد با تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار معادل ۴۱۴۰ کیلوگرم حاصل شد. همچنین کمترین عملکرد دانه را آذرگل در تراکم ۸۰ هزار بوته با ۳۷۱۰ کیلوگرم و رکورد در تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار با ۳۹۸۵ کیلوگرم داشتند (شکل ۵). این موضوع نشان می‌دهد که در هیبرید آذرگل تغییرات عملکرد دانه در واحد سطح معنی‌دار نیست ولی در رقم رکورد این تغییرات از تراکم ۸۰ هزار بوته به ۹۰ هزار بوته در هکتار معنی‌دار است. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت که در تراکمهای بالا میزان عملکرد یک بوته نسبت به تراکمهای پایین کمتر است ولی چون قسمتهای زایشی گیاه یا تعداد طبق در متر مربع بیشتر است لذا کمبود آن را بر طرف کرده و در نتیجه موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح گردیده است. این موضوع با نتایج آلیاری (۱۳۷۹) و حلاجی (۱۳۸۳) مطابقت دارد.

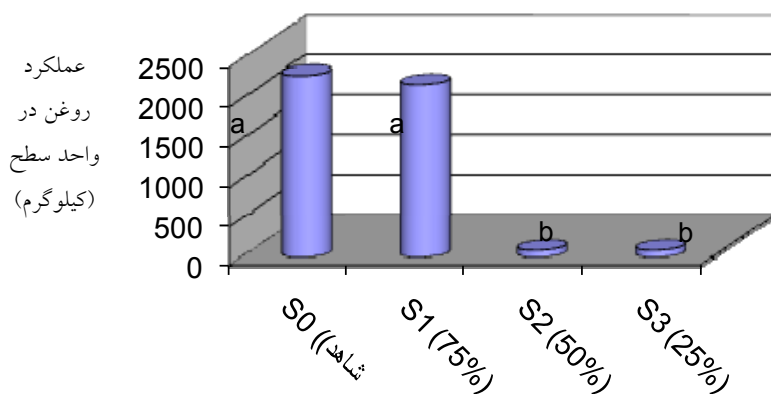
### درصد روغن

مقایسه میانگین اثرات متقابل هیبرید آذرگل و رقم رکورد در سطوح مختلف تنش کمبود آب با تراکمهای اعمال شده بر درصد روغن نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). رقم رکورد با تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در تیمار شاهد با ۵۶/۴۲ درصد و آذرگل با تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار در تیمار شاهد با ۵۱/۰۲ درصد بیشترین درصد روغن را داشتند (شکل ۶). با توجه به نتایج فوق می‌توان بیان کرد که درصد روغن در هنگام



شکل ۶- اثرات متقابل رقم در تنش کمبود آب با تراکم بر درصد روغن

Fig. 6. Interaction between variety and water deficit stress at plant density on oil percentage



شکل ۷- اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد روغن در هکتار

Fig. 7. Effects of water deficit stress on oil yield per hectare

تنش کمبود آب به علت کوتاه شدن طول دوره رشد و طول مدت سنتز روغن کاهش می‌یابد بنابراین شرایط شاهد از مدت زمان بیشتری جهت پرشدن دانه برخوردار بوده و درصد روغن نیز در این تیمار افزایش یافته است. همچنین در تراکمهای پایین به علت کاهش سنتز روغن در اثر افزایش دمای کانوبی درصد روغن کمتری حاصل گردیده است (حلاجی، ۱۳۵۹). آلیاری و همکاران (۱۳۷۹)، مظفری و زینالی (۱۳۷۶)، هادی (۱۳۷۹)، Robinson et al. (1985) و Zubriski&Zimmerman (1991) نیز نتایج مشابهی را بدست آوردند.

### عملکرد روغن در واحد سطح

نتایج حاصل از اثرات تنش کمبود آب بر روی صفت عملکرد روغن در واحد سطح نیز نشان داد (جدول ۲) که بیشترین عملکرد روغن در تیمار شاهد معادل ۲۳۰۲ کیلوگرم و کمترین آن در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس معادل ۸۸/۸۰ کیلوگرم حاصل شده است. با توجه به نتایج می‌توان گفت که هیبرید آذرگل در تیمار

جدول ۵- ضرایب همبستگی میان صفات مورد ارزیابی تحت شرایط تنش کمبود آبی  
Table 5. Correlation coefficients between measured traits under water deficit stress

صفات	1	2	3	4	5	6
1 وزن ۱۰۰ دانه	1/000					
2 درصد روغن	/062	1/000				
3 عملکرد دانه تک بوته	/770**	/347*	1/000			
4 عملکرد هکتاری دانه	/759**	/335*	/965**	1/000		
5 عملکرد روغن تک بوته	/725**	/494**	/984**	/965**	1/000	
6 عملکرد روغن در واحد سطح	/696**	/471**	/955**	/970**	/971**	1/000

شاهد با تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار با ۳۷۲۱ کیلوگرم و رکورد در تیمار شاهد با تراکم ۹۰ هزار بوته با ۳۳۳۱ کیلوگرم بیشترین عملکرد روغن و آذرگل در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با تراکم ۸۰ هزار بوته با ۶۵۰/۱ کیلوگرم و رکورد در تیمار ۲۵ درصد رطوبت قابل دسترس با تراکم ۸۰ هزار کمترین عملکرد روغن در واحد سطح را داشتند (شکل ۷). با افزایش تراکم، عملکرد روغن در واحد سطح افزایش می‌یابد که علت آن بیشتر بودن عملکرد دانه و درصد روغن در تراکم‌های بالا نسبت به تراکم‌های پایین است. هادی، رابینسون و زوبریسکس و زیرمن نتایج مشابهی را در این زمینه به دست آورده‌اند (هاشمی دزفولی و همکاران ۱۳۷۴، Zubriski and Zimmerman, 1998; Robinson *et al.*, 1985).

نتایج حاصل نشان داد که اعمال تنش کمبود آب موجب کاهش وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه در تک بوته و در واحد سطح، درصد روغن و عملکرد روغن در واحد سطح گردید. در مورد صفات مهمی چون وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه در تک بوته و در واحد سطح و عملکرد روغن در واحد سطح بین تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی با کمتر شدن رطوبت از ۵۰ درصد کاهش معنی‌داری در این صفات به وجود آمد. همچنین با توجه به نتایج حاصل از وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه در تک بوته تحت شرایط تنش کمبود آب می‌توان گفت که تنش کمبود آب موجب کاهش معنی‌داری در اجزای عملکرد شده و عملکرد دانه را کاهش داد. همچنین نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تنش کمبود آب موجب کاهش درصد روغن و عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد روغن می‌گردد. نتایج حاصل از اثرات متقابل رقم و تنش کمبود آب با تراکم‌های اعمال شده نشان داد که بیشترین درصد روغن در رقم رکورد در شرایط آبیاری کامل و تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار و بیشترین عملکرد روغن در هیبرید آذرگل در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار حاصل می‌شود. با توجه به نتایج اثرات رقم و تراکم مشاهده می‌شود که هیبرید آذرگل و رقم رکورد بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح را در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار به دست آورده‌اند (جدول ۵).

### منابع و مأخذ:

- آیاری، ه. و شکاری، ف. و شکاری، ف.، ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی. زراعت و فیزیولوژی. انتشارات امید. صفحه ۱۸۲.  
احمدی، ع، احسان زاده، پ. و جباری، ف.، ۱۳۸۵، مقدمه ای بر فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). جلد ۲، انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۶۵۳.  
جعفرزاده کنارسری، م، و پوستینی، ک.، ۱۳۷۲، بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و اجزاء عملکرد آفتابگردان (رقم رکورد). مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۹، شماره ۲، صفحه ۳۵۳-۳۶۱.

حلاجی، ح.، ۱۳۸۳، اثرات تنش کمبود آب و تراکم بر روی عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید آذرگل آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد. صفحه ۱۲۲.

سعادت لاجوردی، ن.، ۱۳۵۹، دانه‌های روغنی. انتشارات دانشگاه تهران.

غفاری پور، ا.، ۱۳۸۳، بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی هیبریدهای جدید آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. صفحه ۱۲۰.

مظاهری لقب، ح. و نوری، ف.، ۱۳۸۰، اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم. مجله پژوهش کشاورزی، سال سوم، جلد سوم، شماره اول. صفحه ۳۳.

مظفری، ک. و زینالی خانقاه، ح.، ۱۳۷۶، تجزیه به عاملها در آفتابگردان تحت شرایط عادی و تنش آبی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه ۵۳-۶۳.

نجفی، ع.، ۱۳۷۸، گزینش برای مقاومت به تنش کمبود آب در آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. صفحه ۹۷.

هادی، ه.، ۱۳۷۹، بررسی روند رشد و عملکرد چندرقم آفتابگردان در تراکمهای مختلف کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. صفحه ۱۰۲.

هاشمی دزفولی، ا. و کوچکی، ع. و بنایان اول، م.، ۱۳۷۴، افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۲۸۷.

Aless, G., G. F. Power. and D. C. Zimmerman 1997. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agron, J.*, 69: 465-469.

Alza, J. O. and G. M. Fernandez-Martinex 1997. Genetic analysis of yield and related traits in sunflower in dryland and irrigated environments. *Euphytica.*, 95: 243-251.

Bray, E. A. 1993. Molecular responses to water deficit. *Plant Physiol*, 103: 1035-1040.

Daulay, H. S, and K. C. Singh. 1983. A note on the effect of soil moisture stress in different growth stages of sunflower. *Annals of arid zone*, Vol., 22 (2) : 169-172.

Gomes-Sanchez, D., G. P. Vannozzi., M. Baldini., S. Tahamasebi Enferadi., and G. Dell vedove. 2000. Effect of soil water availability in sunflower lines derived from interspecific crosses. *Italian Journal of Agronomy in print*, Pp: 371-387.

Gubbels, G. H. and W. Dedio. 1999. Effect of plant density and soil fertility on oil seed sunflower genotypes. *Can, J, Pl, Sci*, 66 (3): 521-527.

Holt, N. W. and S. J. Campbell. 1998. Effects of plant density on the agronomic performance of sunflower on dryland. *Can, J, Pl, Sci*, 64: 599-605.

Human, J. J., D. Dutoit., H. D. Bezuid enhout, and L.P. Bruyn. 1998. The influence of plant water stress on net photosynthesis and yield of sunflower., *Agricultural university of south Africa, Crop Science*, 164(4): 231-241.

Punia, M. S. and H. S. Gill. 1997. Correlation and path coefficient analysis for seed yield traits in sunflower (*H. annuus*). *Helia*, 17, No, 20: 7-12.

Roberts, E. H. 1998. Quantifying seed deterioration. In: M.b. Mcdonald, J. r. and C. J. Nelson (eds), *Physiology of seed detrioration*, Cssa special publication, Madison, WI, U. S. A, pp: 101-123.

Robinson, R. G., J. H. Ford., W. E. Lueschen, D. L. Rabas, D. D. Warnes. and J. V. Wiersma. 1985. Response of sunflower to uniformity of plant spacing. *Agron, J*, 74: 363-365.

Sadras, V. O., D. J. Cannor. and D. M. Whitfield. 1998. Yield, yield components and source-sink relationships in water-stressed sunflower. *Field Crop Res*, 31: 27-39.

Zubriski, J. C. and O. C. Zimmerman. 1991. Effects of nitrogen, phosphorus and plant density on sunflower. *Agron, J*, 66: 798-801.