

## تاثیر تنش خشکی، تراکم بوته و مقادیر نیتروژن بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و صفات کیفی آفتابگردان روغنی در شرایط آب و هوایی ارومیه

اسماعیل قلی نژاد

استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

مسئول مکاتبه: [gholinezhad1358@yahoo.com](mailto:gholinezhad1358@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۲۳

### چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر تنش کمبود آب، سطوح مختلف کود نیتروژنه و تراکم بوته بر صفات کیفی، فیلوکرون و سرعت ظهور برگ آفتابگردان روغنی به صورت اسپلیت - اسپلیت پلات (کرت‌های دوبار خرد شده) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه ساعت‌لوی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. فاکتور اصلی شامل آبیاری مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید بود که آبیاری به ترتیب پس از تخلیه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی انجام شد. سه سطح نیتروژن شامل ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به عنوان عامل فرعی و فاکتور فرعی شامل سه تراکم بوته ۵۵۵۰۰، ۶۶۶۰۰ و ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار بود. صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد پروتئین، عملکرد دانه، فیلوکرون و سرعت ظهور برگ بود. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تنش کمبود آب، نیتروژن و تراکم بوته تاثیر معنی‌داری بر عملکرد روغن و پروتئین، درصد روغن و درصد پروتئین، فیلوکرون و سرعت ظهور برگ داشت. حداکثر عملکرد روغن (۲۲۱۳/۲۲ کیلوگرم در هکتار) به تیمار آبیاری مطلوب و تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار مربوط بود. تنش شدید خشکی عملکرد روغن را به میزان ۶۲٪ در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب کاهش داد. با افزایش کاربرد نیتروژن عملکرد روغن افزایش یافت. پاسخ عملکرد روغن به افزایش تراکم بوته مثبت بود، به طوری که با افزایش تراکم بوته، عملکرد روغن، درصد روغن، عملکرد پروتئین و فیلوکرون افزایش یافت، ولی درصد پروتئین و سرعت ظهور برگ کاهش یافت. بنابراین، استفاده از ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم بوته‌های بزرگتر در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط خشکی برای دستیابی به عملکرد روغن و پروتئین مناسب توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** کمبود آب، درصد روغن، درصد پروتئین، فیلوکرون، سرعت ظهور برگ

### مقدمه

نشان دادند که اعمال تنش خشکی در گلرنگ عملکرد روغن را کاهش داد. شریفی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن از تیمار عدم قطع آبیاری در آفتابگردان به دست آمد. استون و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایش مشابه دیگری دریافتند که با اعمال تنش خشکی درصد روغن دانه آفتابگردان، ۲۴ درصد کاهش یافت. جباری و کاهش ۵۰ درصدی وزن هزار دانه و ۵۴ درصدی تعداد دانه در طبق بود. حاج حسنی اصل و همکاران (۱۳۸۷)

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصول است و یکی از مشکلات مهم و اصلی در بسیاری از مناطق دنیا است (پاسیورا، ۲۰۰۷). تنش خشکی یکی از تنش‌های مهم غیرزیستی است که رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (جلیل و همکاران، ۲۰۰۹). نادری درباغشاهی و همکاران (۱۳۸۴) همکاران (۲۰۰۷) نتیجه گرفتند که با افزایش تنش خشکی عملکرد دانه آفتابگردان ۸۳ درصد کاهش یافت که به دلیل

نشود، ولی میزان روغن دانه را کاهش می‌دهد (چاکرال‌حسینی، ۱۳۸۵). اصغری و همکاران (۱۳۸۵) نشان دادند که با افزایش کود نیتروژنه، درصد پروتئین دانه سورگوم افزایش معنی‌داری پیدا کرد. محققان اظهار داشتند که بر خلاف پروتئین، مقدار روغن با افزایش کود نیتروژنه کاهش می‌یابد (هال و همکاران، ۱۹۸۴).

تراکم بوته که بر حسب تعداد بوته در واحد سطح زمین تعیین می‌شود، در ارتباط با میزان تولید محصول حایز اهمیت است. حداکثر عملکرد در واحد سطح هنگامی حاصل می‌گردد که رقابت‌های درون و برون بوته‌ای به حداقل برسد و گیاه بتواند حداکثر استفاده را از عوامل رشد داشته باشد (پیرزاد و همکاران، ۲۰۰۸). رهبر و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن در آفتابگردان از بالاترین تراکم حاصل شد. افزایش درصد روغن در تراکم‌های بالا به احتمال زیاد به درصد پوسته کمتر و وزن هزار دانه کمتر در این تراکم مربوط است. رفیعی‌الحسینی و صالحی (۱۳۸۳) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، درصد روغن دانه افزایش یافت و عملکرد روغن با افزایش تراکم بوته به علت افزایش عملکرد دانه و درصد روغن افزایش یافت. تقدیری و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه افزایش یافت. بنابراین، هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر صفات کیفی، فیلوکرون و سرعت ظهور برگ آفتابگردان روغنی در شرایط آب و هوایی ارومیه بود.

#### مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی ساعتلو واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا و در ۲۵

نشان دادند که تنش خشکی عملکرد دانه آفتابگردان را کاهش داد. طاهری اسبق و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که با اعمال تنش خشکی درصد پروتئین دانه آفتابگردان به طور معنی‌داری افزایش یافت و این امر به دلیل وجود رابطه عکس بین قابلیت دسترسی به رطوبت در طول دوره رسیدگی و مقدار پروتئین بود.

نیتروژن مهم‌ترین عنصر پر مصرف است که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم نقش دارد (رجینا، ۲۰۰۸). فیلوکرون به عنوان یک پدیده فنولوژیکی به فاصله زمانی بین ظهور برگ‌های متوالی اطلاق می‌گردد. نعمتی و همکاران (۱۳۸۹) اظهار داشتند که بالاترین فیلوکرون در ذرت در شرایط عدم مصرف نیتروژن حاصل شد و با افزایش مصرف نیتروژن میزان آن کاهش یافت. همچنین، حداکثر ظهور برگ در آزمایش آن‌ها در بالاترین سطح کود نیتروژنه برآورد گردید. حکم علی‌پور و همکاران (۲۰۰۷) طی آزمایشی نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن، سرعت ظهور برگ‌ها در ذرت افزایش و فیلوکرون کاهش یافت.

مجدم و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه در ذرت گردید و افزایش میزان نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب و تنش ملایم خشکی عملکرد دانه و بیولوژیک را به طور معنی‌داری افزایش داد. سایر محققان نیز نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت (امام و همکاران، ۱۳۸۸؛ حاتمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ وکویچ و همکاران، ۲۰۰۸). فلاح و تدین (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که با افزایش هر کیلوگرم نیتروژن، غلظت پروتئین دانه در ذرت سیلویی حدود ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک افزایش یافت. مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی یکی از عوامل موثر بر کاهش کمیت و کیفیت دانه‌های روغنی است. تحقیقات روی دانه‌های روغنی نشان داده است که اگرچه افزایش نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه می-

حدود ۱/۱ درجه سانتی‌گراد بیشتر از سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بود. میانگین بارندگی در ۶ ماهه اول سال ۹۱-۱۳۹۰ به میزان ۲۱/۴ میلی‌متر بود، در حالی که میانگین بارندگی در ۶ ماهه اول سال ۹۲-۱۳۹۱ به میزان ۷/۴ میلی‌متر بود. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. بر طبق این جدول ملاحظه می‌شود که خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی، pH حدود ۸ و EC حدود ۰/۸ دسی زیمنس بر متر بود که برای کشت آفتابگردان مشکلی را ایجاد نمی‌کرد.

کیلومتری ارومیه در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ اجرا گردید. این ایستگاه تحقیقاتی از نظر اقلیمی جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. با توجه به آمار هواشناسی بلند مدت در ارومیه، متوسط بارندگی سالانه ۳۹۰ میلی‌متر، متوسط دما ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۷۵٪ است. برخی از پارامترهای هواشناسی از کاشت تا برداشت در دو سال زراعی در جدول ۱ ارائه گردیده است. بررسی جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین دما در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰

جدول ۱- برخی از پارامترهای هواشناسی در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ از کاشت تا برداشت آفتابگردان در ارومیه

سال ۹۱-۱۳۹۰						پارامترهای هواشناسی
شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	
۲۹/۵	۳۱/۱	۲۸/۸	۲۷/۷	۲۱	۱۲/۹	بیشینه دما (°C)
۱۳/۱	۱۶/۸	۱۶/۳	۱۳/۲	۸/۲	۲/۲	کمینه دما (°C)
۲۱/۳	۲۴	۲۲/۶	۲۰/۵	۱۴/۶	۷/۶	میانگین دما (°C)
۰/۱	۲/۲	۲۷/۳	۴۳/۴	۱۸/۳	۳۷/۳	مجموع بارندگی (mm)
۲۱۱/۳	۲۷۰/۴	۲۶۰/۸	۲۴۱/۳	۱۶۵/۶	۳۸/۲	مجموع تبخیر (mm)
۴۷	۵۰	۵۶	۵۷	۶۲	۶۷	میانگین رطوبت نسبی (%)
سال ۹۲-۱۳۹۱						پارامترهای هواشناسی
شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	
۲۹/۸	۳۳/۱	۳۰/۵	۲۷/۹	۲۳	۲۱	بیشینه دما (°C)
۱۲/۸	۱۷/۵	۱۵/۶	۱۱/۵	۷/۶	۴/۷	کمینه دما (°C)
۲۱/۳	۲۵/۴	۲۲/۹	۱۹/۷	۱۵/۳	۱۲/۹	میانگین دما (°C)
۵/۸	۰	۱۰/۹	۰	۲۴/۵	۳/۴	مجموع بارندگی (mm)
۲۱۸/۴	۳۰۵	۲۸۳/۸	۲۲۹/۶	۲۰۳/۸	۹۹/۹	مجموع تبخیر (mm)
۵۲	۴۵	۵۰	۵۱	۵۰	۴۸	میانگین رطوبت نسبی (%)

تیمار آبیاری به عنوان فاکتور اصلی دارای سه سطح آبیاری مطلوب ( $I_1$ )، تنش ملایم ( $I_2$ ) و تنش شدید خشکی ( $I_3$ ) (به ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۵۰، ۷۰ و ۹۰

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه پیش از کاشت در دو سال اجرای آزمایش

ویژگی‌های خاک	سال ۱۳۹۰		سال ۱۳۹۱	
	عمق خاک (سانتی‌متر)	۰-۳۰	عمق خاک (سانتی‌متر)	۰-۳۰
شوری (دسی زیمنس بر متر)	۰/۸	۱/۰۵	۰/۷۴	۱/۱۷
pH خاک	۸	۷/۸	۸/۳	۷/۹
درصد اشباع (%)	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶
آهک (%)	۱۷	۱۶	۱۷	۱۷
رس (%)	۳۵	۳۷	۳۲	۳۶
سیلت (%)	۳۷	۳۶	۴۱	۳۹
شن (%)	۲۸	۲۷	۲۷	۲۵
مواد آلی (%)	۱/۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۵۵
نیترژن (%)	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵
فسفر (ppm)	۱۲	۸	۱۱/۶	۸/۹
پتاسیم (ppm)	۳۷۵	۲۶۳	۲۵۴	۱۲۳
رطوبت ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	۲۶/۲	۲۶/۱	۲۵/۸	۲۵/۶
بافت خاک	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی

درصد آب قابل استفاده) بود. تا مرحله ۷ تا ۸ برگی آبیاری‌ها در همه تیمارها پس از تخلیه ۵۰ درصد آب قابل استفاده انجام و از این مرحله به بعد تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، تیمارهای آبیاری به دقت اعمال شدند. فاکتور فرعی شامل سه سطح نیترژن  $N_1$ ،  $N_2$  و  $N_3$  به ترتیب کاربرد معادل ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار از منبع کودی اوره) و تراکم بوته به عنوان تیمار فرعی فرعی دارای سه سطح تراکم ۵/۵۵، ۶/۶۶ و ۸/۳۳ بوته در متر مربع به ترتیب  $D_1$ ،  $D_2$  و  $D_3$  معادل ۵۵۵۰۰، ۶۶۶۰۰ و ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار به ترتیب بودند، یعنی فواصل بوته روی ردیف به

ترتیب ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی متر و فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر بود که به طور تصادفی در کرت‌های فرعی فرعی قرار داده شد. هر کرت فرعی دارای ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و به فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر بود. فاصله هر کرت فرعی از کرت دیگر به صورت یک خط نکاشت و فاصله میان هر دو کرت اصلی ۱۸۰ سانتی متر به صورت سه خط نکاشت در نظر گرفته شد. عملیات خاک‌ورزی و آماده سازی زمین شامل آبیاری قبل از تهیه زمین، یک شخم عمیق و دو دیسک عمود برهم، تسطیح، ایجاد جوی و پشته و کرت‌بندی بود. مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل، مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات منگنز و مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی بر اساس آزمون تجزیه خاک به طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش گردید. کاشت در ۹ خرداد هر دو سال با دست و به روش هیرم‌کاری انجام شد. بذر مورد استفاده هیبرید ایروفلور بود که دارای پتانسیل عملکرد بسیار بالا، قدرت جوانه زدن سریع، رشد منظم، مقاومت بالا به خوابیدگی و سازگاری بسیار خوب به شرایط گرم و خشک است. این رقم از تیپ سینگل کراس و گروه رسیدگی میان‌رس و در سال ۱۹۸۸ در فرانسه به ثبت رسیده است. همچنین، به دلیل رو به پایین قرار گرفتن طبقه‌ها مقاوم‌ترین رقم نسبت به خسارت پرندگان است (خالقی زاده و علیزاده، ۱۳۸۷). بذور پیش از کاشت با بنومیل دو در هزار ضدعفونی شدند. اولین آبیاری ۹ روز بعد از کاشت و در تاریخ ۱۸ خرداد ماه به صورت غرقابی انجام شد. عمل تنک در مرحله ۵-۴ برگگی انجام گرفت. وجین علف‌های هرز به صورت دستی در دو مرحله، ۲۰ و ۴۰ روز بعد از کاشت صورت پذیرفت. بیماری و آفت خاصی در مزرعه مشاهده نشد. کود نیترژنه نیز به صورت سرک در زمان آبیاری هر تیمار در دو مرحله ۷-۸ برگگی و زمان غنچه‌دهی اعمال گردید. هنگامی که پشت طبق در ۹۰ درصد بوته‌ها به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای درآمد و بذور رطوبتی معادل ۲۰ درصد داشتند (رسیدگی فیزیولوژیک)، برداشت نهایی

$\rho_b$  = وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

$$E_i = \text{راندمان آبیاری}$$

$$A = \text{مساحت آبیاری شده بر حسب متر مربع}$$

$$D_{\text{Root}} = \text{عمق توسعه ریشه بر حسب متر}$$

بدین ترتیب، حجم آب مورد نیاز در هر مرتبه آبیاری در هر تیمار برای هر خط کاشت محاسبه و بر اساس کارایی توزیع آب ۹۰ درصد با استفاده از هیدروفلوم (W.S.C. تیپ ۴) و کورنومتر اندازه‌گیری و از معادله  $Q = 0.0374 H^{2.74}$  دبی آب ورودی محاسبه گردید که در این معادله  $Q$  دبی آب بر حسب لیتر بر ثانیه و  $H$  ارتفاع آب در بدنه فلوم بر حسب سانتی‌متر است (اشرفی و همکاران، ۱۳۷۵). برداشت نهایی در ۱۵ شهریور ماه انجام گرفت. جهت تعیین درصد رطوبت اندام‌های مختلف گیاه و محاسبه عملکرد دانه، نمونه‌های تصادفی از محصول بخش‌های مختلف و دانه هر کرت برداشت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و عملکرد دانه بر اساس وزن خشک آن‌ها تصحیح شد. درصد روغن، با دستگاه آنالیز بذر روغن و پروتئین (Percon Inframatic 8620 ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن نیز از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه و عملکرد پروتئین از حاصل ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه محاسبه گردید. به منظور اندازه‌گیری فیلوکرون، در طول فصل رشد هر ۳ روز یک‌بار تعداد برگ‌های موجود در ۳ بوته از خطوط اصلی هر کرت شمارش و هر برگ زمانی در شمارش منظور شد که حداقل یک سانتی‌متر طول داشت. لازم به ذکر است که سه بوته انتخابی با نخ رنگی علامت‌گذاری شده بود و برگ‌های هر یک بعد از شمارش با مازیک رنگی علامت‌گذاری می‌شدند. سرعت ظهور هر برگ نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (باتلر و همکاران، ۲۰۰۲):

$$\text{رابطه ۳} \quad \text{فیلوکرون/۱} = \text{سرعت ظهور هر برگ}$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای SAS نسخه ۹/۱ و MSTATC انجام و مقایسه

انجام شد. برای حذف اثر حاشیه، ردیف‌های کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف حذف گردید.

از زمان کاشت تا مرحله استقرار گیاهچه (مرحله ۷ تا ۸ برگی) آبیاری‌ها پس از تخلیه ۵۰ درصد آب قابل دسترس در کلیه تیمارها انجام و از این مرحله به بعد تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه تیمارهای آبیاری با دقت زیادی اعمال شد. جهت تعیین رطوبت وزنی خاک در شرایط ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دایم از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متری خاک از تکرارهای هر آزمایش نمونه برداری شد و با استفاده از دستگاه صفحه فشار اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت وزنی آن‌ها در شرایط ظرفیت زراعی با استفاده از رابطه ۱ (فاجریا، ۱۹۹۵) تعیین گردید:

$$\text{رابطه ۱} \quad Wm = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

$$Wm = \text{درصد رطوبت وزنی خاک}$$

$$W_2 = \text{وزن خاک مرطوب با واحد گرم}$$

$$W_1 = \text{وزن خاک خشک به گرم}$$

ظرفیت زراعی خاک، ۲۶ درصد وزنی و نقطه پژمردگی دایم ۱۴ درصد وزنی بر اساس روش چن و همکاران (۲۰۰۹) بود. جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به صورت روزانه و متوالی توسط اگر از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه نمونه‌برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. بر این اساس زمان آبیاری هنگامی بود که رطوبت وزنی خاک در تیمارهای  $I_1$ ،  $I_2$  و  $I_3$  به ۲۰، ۱۷/۶ و ۱۵/۲ درصد رسید (علیزاده، ۱۳۸۷). پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده جهت اعمال تیمار آبیاری از رابطه ۲ (فاجریا، ۱۹۹۵) حجم آب مصرفی مورد نیاز هر تیمار محاسبه شد:

$$\text{رابطه ۲} \quad V = \frac{(FC - \theta_m) \times \rho_b \times D_{\text{Root}} \times A}{E_i}$$

$$V = \text{حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب}$$

$$FC = \text{درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی}$$

$$\theta_m = \text{درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری}$$

میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت. به منظور تجزیه واریانس مرکب داده‌ها پس از آزمون بارتلت، از مدل آماری کرت‌های دو بار خرد شده در مکان در سال بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد.

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته، اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن و اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید، به نحوی که بیشترین (۴۲۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۷۰۵/۸ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب به تیمار آبیاری مطلوب و تنش شدید خشکی مربوط بود. تنش خشکی عملکرد دانه را در مقایسه با آبیاری مطلوب به میزان ۶۰ درصد کاهش داد (جدول ۵ و ۶). بر اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن بیشترین میزان عملکرد از تیمار آبیاری مطلوب و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۴۷۰۷/۳۲ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۵). کمبود آب موجب کاهش شاخص سطح برگ، اختلال در جذب آب و مواد غذایی و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه می‌شود و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. این نتایج با نتایج رشدی و همکاران (۲۰۰۶) و مجد نصیری (۱۳۸۸) مطابقت داشت. تأثیر نیتروژن نیز بر افزایش عملکرد مثبت بود (جدول ۵). افزایش مصرف نیتروژن به دلیل ایجاد مخزن قوی یعنی تعداد دانه بیشتر و فعالیت منبع بیشتر (شاخص سطح برگ بیشتر) موجب افزایش عملکرد دانه شد. افزایش فراهمی نیتروژن با

افزایش غلظت کلروفیل و شاخص سطح برگ همراه است که این موضوع سبب بهبود جذب نور و تولید زیست توده بیشتر می‌شود. مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در مقایسه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار عملکرد دانه را به میزان ۱۶ درصد افزایش داد (جدول ۵). این نتایج با نتایج دهقان و جهانگیری (۱۳۸۸) و زالی کاکشی و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که افزایش نیتروژن سبب بهبود اجزای عملکرد دانه و در نهایت عملکرد دانه می‌شود. سایر محققان نیز نشان دادند که افزایش مقدار نیتروژن به دلیل افزایش سطح برگ و دوام بیشتر برگ موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد (امام و همکاران، ۱۳۸۸؛ حاتمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ ووکوویچ و همکاران، ۲۰۰۸). مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم بوته نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه از تیمار آبیاری مطلوب و بالا-ترین تراکم (۸/۳۳ بوته در مترمربع به میزان ۴۶۷۹/۷۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۶). تنش خشکی عملکرد دانه را نسبت به شرایط مطلوب ۶۰ درصد کاهش داد. افزایش عملکرد دانه در تراکم‌های بالا شاید به دلیل زیاد بودن تعداد بوته در واحد سطح بود که مهمترین جزو عملکرد است. این نتایج با یافته‌های حسنی جبارلو و همکاران (۱۳۸۷) و رابینسون و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت. اسکندری تربقان و اسکندری تربقان (۱۳۸۸) نشان دادند که در مناطق سردسیر به دلیل کوتاه بودن طول دوره رشد گلرنگ و تولید بوته‌های کوچک‌تر، تراکم بوته بیشتر مطلوب است. در نتایج این محققان با کاهش تراکم بوته به دلیل کاهش اجزای عملکرد دانه، عملکرد دانه کاهش یافته است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مورد مطالعه آفتابگردان در دو سال زراعی

میانگین مربعات MS								
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد روغن	درصد روغن	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین	عملکرد دانه	فیلوکرون	سرعت ظهور برگ
سال (Y)	۱	۱۵۱۲۶۹/۵**	۵۸/۳۲**	۲۷/۸۷**	۲۲۲۹۳/۳**	۱۳۴۰۹۸/۷**	۱/۵۱**	۰/۰۰۱۰**
سال / بلوک	۴	۴۳۳۹۰/۲	۷/۸۶	۱۲/۶۴	۲۱۰۴۹/۷۲	۹۴۸۲۷/۹	۰/۱۸	۰/۰۰۰۹۱
آبیاری (I)	۲	۲۰۸۲۹۹۶۳/۰**	۶۶/۱۹**	۴۹/۸۰**	۳۷۱۹۸۷۵/۶**	۹۳۴۵۳۳۸۰/۶**	۱۷/۶۳**	۰/۰۰۹۴**
سال × آبیاری (I×Y)	۲	۲۴۰۷۴/۳**	۱/۶۵**	۲۶/۱۸**	۹۶۵۸/۰۶**	۲۵۰۸۹/۱ <sup>NS</sup>	۳/۰۲**	۰/۰۱۴۷**
اشتباه (E <sub>a</sub> )	۸	۱۱۳۷۳/۸	۵/۱۴	۲/۲۱	۲۴۸۵/۹	۳۰۵۳۸/۳	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۰۲۵
نیتروژن (N)	۲	۳۴۶۰۲۰/۸**	۴۶/۷۰**	۲۳/۵۲**	۲۵۶۷۷۲/۴**	۳۰۴۶۰۱۱/۲**	۰/۴۸**	۰/۰۰۰۴۰**
سال × نیتروژن (Y×N)	۲	۸۳۰۵/۹ <sup>NS</sup>	۰/۷۷ <sup>NS</sup>	۰/۴۹ <sup>NS</sup>	۳۲۳۳/۳ <sup>NS</sup>	۳۳۶۶۰/۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۵**	۰/۰۰۰۳۷**
آبیاری × نیتروژن (I×N)	۴	۶۸۸۲۴/۲**	۰/۲۵ <sup>NS</sup>	۱/۰۸ <sup>NS</sup>	۳۱۹۹۲/۳۵**	۴۹۶۱۱۰/۹**	۰/۱۲**	۰/۰۰۱۷**
سال × آبیاری × نیتروژن (Y×I×N)	۴	۱۹۶۱/۸ <sup>NS</sup>	۱/۱۰ <sup>NS</sup>	۰/۵۲ <sup>NS</sup>	۹۲۲/۶ <sup>NS</sup>	۱۳۱۰۲/۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۶**	۰/۰۰۰۴۹**
اشتباه (E <sub>b</sub> )	۲۴	۴۹۳۱/۹	۱/۱۷	۲/۰۵	۲۰۱۱/۲۹	۲۸۹۹۱/۰	۰/۰۰۰۵۷	۰/۰۰۰۰۰۳۰۱
تراکم (D)	۲	۷۸۹۸۹۳/۴**	۱۵۲/۸۱**	۳۶/۰۷**	۸۷۷۸/۹**	۱۴۷۴۳۶۳/۰**	۴/۵۰**	۰/۰۰۲۲**
سال × تراکم (Y×D)	۲	۴۱۳۹/۴ <sup>NS</sup>	۲/۱۱*	۲/۱۷**	۱۲۷۴/۳ <sup>NS</sup>	۵۳۷/۴ <sup>NS</sup>	۰/۶۳**	۰/۰۰۲۸**
آبیاری × تراکم (I×D)	۴	۲۹۲۲۸۶/۸۷**	۰/۸۱*	۲/۰۱**	۲۸۴۵۰/۹**	۱۰۲۶۵۹۸/۵**	۰/۰۰۵۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۸۴**
سال × آبیاری × تراکم (Y×I×D)	۴	۸۴۸/۸ <sup>NS</sup>	۰/۴۹ <sup>NS</sup>	۱/۲۸*	۹۵۱/۱ <sup>NS</sup>	۵۶۸/۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۷۸**	۰/۰۰۰۳۰**
نیتروژن × تراکم (N×D)	۴	۲۰۰۶/۶ <sup>NS</sup>	۲/۶۵**	۰/۵۳ <sup>NS</sup>	۱۴۵/۱ <sup>NS</sup>	۱۴۶۱۷/۹ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۲۶ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۰۰۳۰**
سال × نیتروژن × تراکم (Y×N×D)	۴	۵۶۴/۷ <sup>NS</sup>	۰/۶۹ <sup>NS</sup>	۰/۱۳ <sup>NS</sup>	۶۳/۰۷ <sup>NS</sup>	۱۵۶۸/۵ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۲۰ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۰۰۲۰ <sup>NS</sup>
آبیاری × نیتروژن × تراکم (I×N×D)	۸	۲۲۰۱/۱ <sup>NS</sup>	۰/۶۱ <sup>NS</sup>	۰/۱۴ <sup>NS</sup>	۴۱۷/۳۵ <sup>NS</sup>	۱۹۰۱۹/۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۴۵ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۰۰۳۰*
سال × آبیاری × نیتروژن × تراکم (Y×I×N×D)	۸	۴۲۹/۶ <sup>NS</sup>	۰/۱۶ <sup>NS</sup>	۰/۱۵ <sup>NS</sup>	۱۴۹/۲ <sup>NS</sup>	۲۱۷۱/۲ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۳۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۰۰۲۰*
اشتباه (E <sub>c</sub> )	۷۲	۳۶۸۱/۶۹	۰/۳۴	۰/۵	۱۲۱۹/۵۸	۱۹۳۹۹/۴	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۰۰۰۹۷۱
ضریب تغییر (%)	-	۴/۸۳	۱/۳۰	۳/۱۸	۵/۷۱	۴/۹۹	۱/۲۵	۱/۱۴

NS\* و \*\* به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

### عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تاثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته، برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن و اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد روغن کاهش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین

عملکرد روغن به ترتیب به میزان ۲۲۱۳/۲ و ۷۲۷/۵۲ کیلوگرم بر هکتار از تیمار آبیاری مطلوب با تراکم بوته ۸/۳۳ بوته و تنش شدید خشکی و تراکم ۵/۵۵ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۶). تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، عملکرد روغن را ۶۲ درصد کاهش داد. علت کاهش عملکرد روغن با افزایش شدت تنش خشکی را می‌توان به کاهش عملکرد دانه و درصد

بررسی تأثیر کودهای دامی و شیمیایی در آزمایشات گلخانه‌ای بیان کردند که افزایش ۰/۵ تا ۲ درصد کود به خاک گلدان تأثیری روی درصد روغن ندارد، ولی با افزایش عناصر غذایی قابل دسترس، عملکرد دانه و روغن افزایش می‌یابد. حجازی دهاقانی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن افزایش یافت. گل آبادی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که صفت عملکرد دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت و وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم منفی را بر عملکرد روغن داشتند، اگرچه همبستگی این دو صفت با عملکرد روغن مثبت و معنی‌دار بود.

### درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته، تأثیر برهم‌کنش آبیاری و تراکم و اثر برهم‌کنش نیتروژن و تراکم بر درصد روغن معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد که افزایش تنش خشکی موجب کاهش درصد روغن دانه شد (جدول ۶ و ۷). تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، درصد روغن دانه را ۴ درصد کاهش داد. علت این امر آن است که در ابتدا کربوهیدرات‌ها تجمع می‌یابند و سپس، این ماده به روغن و پروتئین تبدیل می‌شود. پس هرچه طول این مدت در دانه بیشتر باشد، درصد روغن نیز بالاتر خواهد بود (بی نام، ۱۳۷۲). با توجه به نتایج به دست آمده شاید بتوان گفت که چون شرایط آبیاری مطلوب از زمان بیشتری جهت پر شدن دانه برخوردار بوده است، درصد روغن نیز در این تیمار بیشتر بود. همچنین، تنش خشکی به احتمال زیاد از طریق افزایش ضخامت پوست دانه و کاهش درصد مغز به کل دانه موجب کاهش درصد روغن گردید. بیشترین درصد روغن از تیمارهای آبیاری مطلوب و تراکم ۸/۳۳ بوته در مترمربع به میزان ۴۷/۵۶ درصد و کمترین میزان از تیمار تنش شدید خشکی و تراکم ۵/۵۵ بوته در مترمربع به میزان ۴۲/۳۸ درصد به دست آمد (جدول ۶). این نتایج با نتایج شریفی و همکاران (۱۳۸۷) و دانشیان و جبّاری

روغن به دلیل کمبود آب نسبت داد. سایر محققان نیز اظهار داشتند که با افزایش تنش خشکی به دلیل کاهش عملکرد دانه، عملکرد روغن کاهش معنی‌داری یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (نادری درباغشاهی و همکاران، ۱۳۸۴؛ روبرتس، ۱۹۹۸). آبیاری کافی به ویژه طی دوره پر شدن دانه آفتابگردان می‌تواند بر افزایش وزن دانه‌ها و ذخیره روغن کافی موثر واقع گردد و تامین رطوبت مناسب می‌تواند موجب نازک شدن پوسته، افزایش درصد مغز دانه و روغن ذخیره‌ای آن گردد (رشدی و همکاران، ۱۳۸۵). نتایج تحقیق رشدی و همکاران (۱۳۸۵) بیانگر کاهش عملکرد روغن بر اثر افزایش تنش بود.

در هر سطح آبیاری نیز با افزایش تراکم بوته عملکرد روغن افزایش یافت، ولی بین تراکم‌های مختلف در تولید عملکرد روغن در سطوح مختلف تنش شدید خشکی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، بنابراین جهت کاهش هزینه‌ها می‌توان پایین‌ترین تراکم بوته را در نظر گرفت (جدول ۶). شاید، دلیل افزایش عملکرد روغن در تراکم‌های بالا، افزایش عملکرد دانه و درصد روغن در شرایط آبیاری مطلوب باشد که با نتایج رهبر و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت داشت. بررسی اثر برهم‌کنش آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که با افزایش نیتروژن، عملکرد روغن افزایش معنی‌داری یافت، به طوری که بیشترین میزان عملکرد روغن از تیمار آبیاری مطلوب و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۲۱۰۴/۱۰ کیلوگرم بر هکتار و کمترین مقدار نیز از تیمار تنش شدید خشکی و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۶۹۵/۷۶ کیلوگرم بر هکتار حاصل شد (جدول ۵). مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در مقایسه با ۱۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، عملکرد روغن را به ترتیب ۷ و ۱۲ درصد افزایش داد. افزایش عناصر غذایی بیشتر در خاک و استفاده بهینه گیاه از عوامل محیطی می‌تواند دلیل افزایش عملکرد دانه و در نتیجه عملکرد روغن باشد. سینگ و پاتل (۱۹۹۶) با

۲۴/۰ و ۲۰/۴ درصد از تیمار تنش شدید خشکی با تراکم بوته ۵/۵۵ بوته در مترمربع و تیمار آبیاری مطلوب با تراکم بوته ۸/۳۳ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۶). تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، درصد پروتئین را ۸ درصد افزایش داد. مجد و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که مقدار پروتئین تحت تنش خشکی افزایش یافت. علت افزایش درصد پروتئین با افزایش شدت تنش خشکی به دلیل کاهش درصد روغن دانه است که با درصد پروتئین همبستگی منفی معنی‌داری داشت (جدول ۹). با افزایش نیتروژن مصرفی از ۱۰۰ به ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نیز درصد پروتئین افزایش معنی‌داری پیدا کرد، هرچند که بین تیمار ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین و کمترین درصد پروتئین به ترتیب به مقدار ۲۲/۸ و ۲۱/۵ درصد از تیمار ۲۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ساده نیتروژن و تراکم بر صفات مورد مطالعه آفتابگردان در دو سال آزمایش.

تیمار	پروتئین (درصد)	فیلوکرون (روز)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)		
۱۰۰	۲۱/۵۱ b	-
۱۶۰	۲۲/۲۲ a	-
۲۲۰	۲۲/۸۳ a	-
تراکم (بوته در مترمربع)		
۵/۵۵	-	۳/۵۵ c
۶/۶۶	-	۳/۶۶ b
۸/۳۳	-	۴/۱۰ a

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در مقایسه با ۱۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار،

(۱۳۸۷) مطابقت داشت. مقایسه میانگین دو ساله برهم-کنش نیتروژن و تراکم بوته نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن درصد روغن کاهش معنی‌داری یافت و در هر سطح نیتروژن نیز با افزایش تراکم بوته درصد روغن افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین درصد روغن به ترتیب به میزان ۴۷/۴۰ و ۴۱/۶۶ درصد از تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم ۸/۳۳ بوته در مترمربع و مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم ۵/۵۵ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۷). کاهش درصد روغن دانه با افزایش کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنه توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (عبدالصبور و ابوالسعود، ۱۹۹۶؛ ناندهاگوپال و همکاران، ۱۹۹۵). در تراکم‌های پایین نور بیشتری به سطح مزرعه برخورد می‌کند و قسمتی از نور که از سطح مزرعه بازتاب می‌شود موجب افزایش دما در داخل کانوپی می‌گردد که این امر موجب تجزیه روغن در داخل گیاه و کاهش درصد روغن می‌شود، ولی در تراکم‌های بالا نور کمتری به سطح مزرعه برخورد می‌کند و قسمت عمده نور در قسمت‌های بالایی سطح کانوپی جذب و صرف فتوسنتز می‌شود. همچنین، میزان تبخیر و تعرق از سطح کانوپی کاهش می‌یابد و در نتیجه فضای داخل کانوپی تا حدودی خنک می‌گردد و در نتیجه درصد روغن افزایش پیدا می‌کند. نتایج سایر محققان با این نتایج مطابقت داشت (آیاری و همکاران، ۱۳۷۹؛ روبرتس، ۱۹۹۸).

#### درصد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تاثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته و برهم‌کنش آبیاری و تراکم بر درصد پروتئین معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله برهم‌کنش آبیاری و تراکم نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی درصد پروتئین افزایش معنی‌داری پیدا کرد. در هر سطح آبیاری نیز با افزایش تراکم بوته درصد پروتئین کاهش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین درصد پروتئین به ترتیب به میزان

درصد پروتئین دانه را به ترتیب ۲ و ۵ درصد افزایش داد. با افزایش مصرف کود نیتروژنه، درصد پروتئین دانه به علت جذب نیتروژن بیشتر از خاک، افزایش فتوسنتز و افزایش غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی و در نتیجه انتقال نیتروژن بیشتر به دانه افزایش یافت. افزایش درصد پروتئین دانه با کاربرد کود نیتروژنه بیشتر توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (عبدالصبور و ابوالسعود، ۱۹۹۶). لی یونگ و همکاران (۲۰۰۷) به برهم‌کنش بین کود و آب در کلزا تاکید و مشخص کردند که کود نیتروژنه بیش از تنش خشکی، محتوای پروتئین دانه را افزایش می‌دهد و در شرایط خشکی، کاربرد کمتر کود نیتروژنه، تأثیر قوی‌تری داشت.

افزایش تراکم بوته و در نتیجه تعداد دانه، با رقیق شدن میزان پروتئین خام غلظت پروتئین دانه کاهش یافته است که با نتایج فلاح و تدین (۱۳۸۸) مطابقت داشت. بررسی جدول ضرایب همبستگی نشان داد که بین درصد پروتئین با صفات عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۹).

### عملکرد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته، برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن و آبیاری و تراکم بر عملکرد پروتئین معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد پروتئین کاهش معنی‌داری پیدا کرد. در هر سطح آبیاری نیز با افزایش نیتروژن عملکرد پروتئین افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین عملکرد پروتئین به ترتیب به میزان ۱۰۲۴/۴ و ۳۵۰/۰ کیلوگرم بر هکتار از تیمار آبیاری مطلوب با نیتروژن مصرفی ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تنش شدید خشکی با کود مصرفی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد (جدول ۵). آبیاری مطلوب نسبت به تنش شدید خشکی، عملکرد پروتئین را ۵۱

درصد افزایش داد. علت کاهش عملکرد پروتئین با افزایش شدت تنش خشکی، کاهش عملکرد دانه بود. افزایش عملکرد پروتئین دانه ناشی از مصرف سطوح بالای کود نیتروژنه مربوط به افزایش عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه است، زیرا با افزایش عناصر غذایی در خاک جذب آن‌ها توسط گیاه افزایش می‌یابد و این مساله موجب افزایش عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه شد. نتایج مشابهی نیز توسط بعضی از پژوهشگران گزارش شده است (گودینگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ فلاح و تدین، ۱۳۸۸). محققان، ژنوتیپ، عوامل محیطی و مدیریت‌های زراعی طی توسعه و بلوغ آفتابگردان را بر عملکرد پروتئین دانه با اهمیت ذکر کرده‌اند (نیمبال و دودامانی، ۱۹۹۳). مقایسه میانگین دو ساله برهم‌کنش آبیاری و تراکم نشان داد که در هر سطح آبیاری با افزایش تراکم بوته عملکرد پروتئین افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین عملکرد پروتئین به ترتیب به میزان ۹۵۸/۲ و ۳۷۲/۰۳ کیلوگرم بر هکتار از تیمار آبیاری مطلوب و تنش شدید خشکی با تراکم بوته ۸/۳۳ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۶). نتایج فلاح و تدین (۱۳۸۸) نشان دهنده این است که با افزایش تراکم بوته عملکرد پروتئین افزایش یافت.

### فیلوکرون

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته و اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن بر فیلوکرون معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی فیلوکرون افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین میزان فیلوکرون به ترتیب از تیمارهای تنش خشکی شدید و آبیاری مطلوب به دست آمد. در هر سطح آبیاری با افزایش نیتروژن فیلوکرون کاهش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین فیلوکرون به ترتیب از تیمار تنش شدید خشکی با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در

ذرت را بر اثر بالا رفتن تراکم بوته به کاهش رطوبت خاک نسبت داده‌اند. افزایش سطوح تراکم تاثیر معنی‌داری بر فیلوکرون و سرعت ظهور هر برگ داشت، به طوری که با افزایش تراکم بوته سرعت ظهور هر برگ کاهش و فیلوکرون افزایش یافت (جدول ۴). حکم علی پور و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته فیلوکرون افزایش، ولی با افزایش نیتروژن فیلوکرون کاهش یافت.

هکتار (با میانگین ۴/۳۹ روز) و آبیاری مطلوب با ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (با میانگین ۲/۹۹ روز) به دست آمد (جدول ۵). علت افزایش فیلوکرون با افزایش شدت تنش خشکی، کاهش سرعت ظهور برگ به دلیل کمبود آب است. لانگ نکر و همکاران (۱۹۹۳) افزایش فیلوکرون گندم را با افزایش تراکم بوته گزارش کرده‌اند. آلبرت و کاربری (۱۹۹۳) و مک کالوف و همکاران (۱۹۹۴) در آزمایش‌های خود افزایش فیلوکرون

جدول ۵- مقایسه میانگین دو ساله اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه آفتابگردان

فیلوکرون (روز)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تیمار (آبیاری × نیتروژن)	آبیاری
۳/۳۶ f	۷۸۹/۷۲ c	۱۸۰۴/۵۵ c	۳۸۵۹/۶ c	۱۰۰	
۳/۲۴ g	۸۹۶/۹۸ b	۱۹۲۶/۸۶ b	۴۱۸۷/۵ b	۱۶۰ ×	آبیاری مطلوب
۲/۹۹ h	۱۰۲۴/۴۸ a	۲۱۰۴/۱۰ a	۴۷۰۷/۳ a	۲۲۰	
۳/۸۳ c	۴۸۷/۷۲ ef	۱۰۲۵/۷۷ e	۲۲۴۵/۶ e	۱۰۰	
۳/۷۶ d	۵۳۱/۶۱ de	۱۰۸۸/۴۱ de	۲۴۱۶/۰۵ de	۱۶۰ ×	تنش ملایم خشکی
۳/۷۱ e	۵۷۴/۱۶ d	۱۱۲۰/۰۴ d	۲۵۴۷/۴ d	۲۲۰	
۴/۳۹ a	۳۵۰/۰۸ h	۶۹۵/۷۶ g	۱۵۶۴/۷ g	۱۰۰	
۴/۳۳ b	۳۹۸/۹۷ gh	۷۴۶/۰۸ fg	۱۷۱۵/۴ fg	۱۶۰ ×	تنش شدید خشکی
۴/۳۱ b	۴۴۲/۵۶ fg	۷۸۲/۲۰ f	۱۸۳۸/۵ f	۲۲۰	

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

جدول ۶- مقایسه میانگین دو ساله برهم‌کنش آبیاری و تراکم بر صفات مورد مطالعه آفتابگردان

عملکرد پروتئین (کیلوگرم بر هکتار)	پروتئین (درصد)	روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تیمار (آبیاری × تراکم)	آبیاری
۹۵۸/۲۲ a	۲۰/۴۵ d	۴۷/۵۶ a	۲۲۱۳/۲۲ a	۴۶۷۹/۷ a	۸/۳۳	
۹۰۰/۱۶ b	۲۱/۱۵ d	۴۵/۲۲ c	۱۹۳۲/۳۶ b	۴۲۴۷/۴ b	۶/۶۶ ×	آبیاری مطلوب
۸۵۲/۸۱ c	۲۲/۲۲ c	۴۳/۹۱ ef	۱۶۸۹/۹۳ c	۳۸۲۸/۳ c	۵/۵۵	
۵۳۱/۰۳ d	۲۱/۱۲ d	۴۶/۸۳ b	۱۱۶۶/۴۷ d	۲۵۱۱/۷ d	۸/۳۳	
۵۴۷/۴۲ d	۲۲/۶۸ bc	۴۴/۵۱ de	۱۰۷۵/۳۹ e	۲۴۱۲/۱ de	۶/۶۶ ×	تنش ملایم خشکی
۵۱۵/۰۳ d	۲۲/۵۰ bc	۴۳/۰۲ g	۹۹۲/۳۵ f	۲۲۸۵/۳ e	۵/۵۵	
۳۷۲/۰۳ f	۲۲/۳۳ c	۴۴/۹۷ cd	۷۵۵/۲۷ g	۱۶۶۱/۳ f	۸/۳۳	
۳۹۸/۶۳ ef	۲۳/۲۳ b	۴۳/۷۹ f	۷۴۱/۲۴ g	۱۷۰۹/۵ f	۶/۶۶ ×	تنش شدید خشکی
۴۲۰/۹۵ e	۲۴/۰۰ a	۴۲/۳۸ h	۷۲۷/۵۲ g	۱۷۴۷/۷ f	۵/۵۵	

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

جدول ۷- مقایسه میانگین دو ساله برهم کنش نیتروژن و تراکم بر صفات مورد مطالعه آفتابگردان

روغن (درصد)	تیمار (نیتروژن × تراکم)	تراکم (بوته در مترمربع)	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
۴۷/۴۰ a	۸/۳۳		
۴۵/۵۲ c	۶/۶۶	×	۱۰۰
۴۴/۲۰ d	۵/۵۵		
۴۶/۴۸ b	۸/۳۳		
۴۴/۶۲ d	۶/۶۶	×	۱۶۰
۴۳/۴۵ e	۵/۵۵		
۴۵/۴۸ c	۸/۳۳		
۴۳/۳۸ e	۶/۶۶	×	۲۲۰
۴۱/۶۶ f	۵/۵۵		

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیست.

جدول ۸- مقایسه میانگین دو ساله برهم کنش آبیاری، تراکم و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه آفتابگردان

سرعت ظهور برگ (روز/۱)			تیمار (نیتروژن × تراکم)	تراکم (بوته در مترمربع)	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
تنش شدید	تنش ملایم	آبیاری مطلوب			
۰/۲۱۴ p	۰/۲۳۹ mno	۰/۲۷۱ jk	۸/۳۳		
۰/۲۳۴ o	۰/۲۶۹ k	۰/۳۰۹ e	۶/۶۶	×	۱۰۰
۰/۲۴۱ lmno	۰/۲۷۸ hij	۰/۳۱۶ de	۵/۵۵		
۰/۲۱۷ p	۰/۲۴۴ lmn	۰/۲۷۹ ghi	۸/۳۳		
۰/۲۳۷ no	۰/۲۷۳ ijk	۰/۳۲۱ d	۶/۶۶	×	۱۶۰
۰/۲۴۴ lmn	۰/۲۸۲ gh	۰/۳۳۰ c	۵/۵۵		
۰/۲۱۸ p	۰/۲۴۸ l	۰/۳۰۱ f	۸/۳۳		
۰/۲۳۸ mno	۰/۲۷۸ hij	۰/۳۵۰ b	۶/۶۶	×	۲۲۰
۰/۲۴۵ lm	۰/۲۸۶ g	۰/۳۶۱ a	۵/۵۵		

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیست.

### سرعت ظهور برگ

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تاثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته، اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن، اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم، اثر برهم‌کنش نیتروژن و تراکم و اثر برهم‌کنش سه گانه آبیاری، نیتروژن و تراکم بر سرعت ظهور برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله برهم‌کنش سه‌گانه نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی سرعت ظهور برگ کاهش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب از تیمار آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید به دست آمد. تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، سرعت ظهور برگ را ۳۰ درصد کاهش داد. در هر سطح آبیاری با افزایش کود مصرفی سرعت ظهور برگ افزایش معنی‌داری پیدا کرد. در هر سطح نیتروژن مصرفی نیز با افزایش تراکم بوته سرعت ظهور برگ کاهش معنی‌داری پیدا کرد. در هر سطح آبیاری بیشترین و کمترین مقدار سرعت ظهور برگ به ترتیب از تیمارهای ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با تراکم بوته ۵/۵۵ بوته در مترمربع و تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با تراکم بوته ۸/۳۳ بوته در مترمربع

حاصل شد. بیشترین و کمترین سرعت ظهور برگ به ترتیب با میانگین ۰/۳۶ و ۰/۲۱ بر روز به ترتیب از تیمار آبیاری مطلوب  $220 \times 5/55$  و تیمار تنش خشکی شدید  $100 \times 8/33$  به دست آمد (جدول ۸). ایس و همکاران (۱۹۹۲) در بررسی فیلوکرون، در شرایط کنترل شده با دمای ثابت در طول فصل رشد رویشی، گزارش کردند که اگر تابش فعال فتوسنتزی دو برابر شود، سرعت ظهور برگ‌ها ۱۷ درصد افزایش می‌یابد. در این بررسی به احتمال زیاد به دلیل کاهش نور در دسترس ذرت بر اثر بالا رفتن تراکم، فیلوکرون افزایش و سرعت ظهور برگ‌ها کاهش یافته است.

حکم علی پور و همکاران (۲۰۰۷) طی آزمایشی نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن، سرعت ظهور برگ‌ها افزایش و فیلوکرون کاهش یافت. بررسی جدول ضرایب همبستگی نشان داد که بین سرعت ظهور برگ با صفات عملکرد دانه، عملکرد روغن، عملکرد پروتئین و وزن کل گیاهچه همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفات فیلوکرون و هدایت الکتریکی همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۹).

جدول ۹- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در آفتابگردان

	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱- عملکرد روغن							۱
۲- درصد روغن						۱	۰/۴۹**
۳- درصد پروتئین					۱	-۰/۹۰**	-۰/۶۱**
۴- عملکرد پروتئین				۱	-۰/۴۳*	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۹۷**
۵- فیلوکرون			۱	-۰/۸۰**	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	-۰/۱۰ <sup>ns</sup>	-۰/۶۹**
۶- سرعت ظهور برگ		۱	-۰/۹۸**	۰/۸۱**	-۰/۰۷ <sup>ns</sup>	-۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۹**
۷- عملکرد دانه	۱	۰/۷۵**	-۰/۷۵**	۰/۹۹**	-۰/۵۴**	۰/۴۰*	۰/۹۹**

، \* و \*\* به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار<sup>ns</sup>

## نتیجه‌گیری کلی

بوته در هکتار) و از پایین‌ترین سطح کود مصرفی (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) حاصل شد. با افزایش شدت تنش خشکی فیلوکرون به دلیل کمبود آب افزایش یافت. تیمار تنش ملایم و شدید خشکی عملکرد دانه را نسبت به شرایط آبیاری مطلوب به ترتیب ۴۴ و ۶۰ درصد کاهش داد. افزایش تراکم بوته در شرایط مطلوب آبیاری، عملکرد دانه را افزایش داد، ولی در شرایط تنش شدید خشکی تراکم بوته، عملکرد دانه را کاهش داد. بنابراین، استفاده از ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم بوته‌های بزرگتر در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط خشکی برای دستیابی به عملکرد روغن و پروتئین مناسب توصیه می‌شود.

بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری مطلوب و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. در شرایط فوق صفات عملکرد روغن و پروتئین حداکثر مقدار خود را داشتند. افزایش تراکم بوته در شرایط تنش شدید خشکی موجب کاهش عملکرد دانه شد. بیشترین درصد پروتئین و سرعت ظهور برگ از تیمار آبیاری مطلوب و مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم ۵۵۵۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. بیشترین درصد روغن از تیمار آبیاری مطلوب و کود مصرفی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. بیشترین میزان فیلوکرون از تنش شدید خشکی و بالاترین تراکم (۸۳۳۰۰

## منابع

- آلیاری، ه.، شکاری، ف.، شکاری، ف. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. تبریز: انتشارات عبدی تبریز. ۱۸۲ صفحه.
- اسکندری تربقان، م.، اسکندری تربقان، م. ۱۳۸۸. بررسی اثر تراکم کشت روی عملکرد دانه و روغن دو رقم گلرنگ در سیستم کشت انتظاری در شرایط دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۱): ۱-۱۰.
- اشرفی، ش.، حیدری، ن.، عباسی، ف. ۱۳۷۵. طراحی، ساخت و واسنجی فلوم WSC. دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور. تهران
- اصغری، ا.، رزمجو، خ.، مظاهری تهرانی، م. ۱۳۸۵. اثر میزان نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه چهار رقم سورگوم دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۱): ۴۹-۵۷.
- امام، ی.، سلیمی کوچی، س.، شکوفا، آ. ۱۳۸۸. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط آبی و دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۱): ۳۲۱-۳۳۲.
- بی‌نام. ۱۳۷۲. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی. گزارش پژوهشی آفتابگردان. مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.
- چاکرال‌حسینی، م. ۱۳۸۵. اثرات نیتروژن و فسفر بر عملکرد کمی و کیفی گلرنگ در شرایط دیم نیمه گرمسیری. مجله علوم آب و خاک. ۱۰(۱): ۱۷-۲۵.
- حاتمی، ح.، آینه بند، ا.، عزیزی، م.، دادخواه، ع. ر. ۱۳۸۸. تأثیر کود نیتروژن بر رشد و عملکرد ارقام سویا در خراسان شمالی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲(۲): ۲۵-۴۲.
- حاج حسینی اصل، ن.، رشدی، م.، غفاری، م.، علیزاده، ا.، مرادی اقدم، ا. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی و برگ زنی بر شاخص‌های رشد آفتابگردان روغنی. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۱۱(۱): ۱۳-۲۹.
- حجازی دهاقانی، س. م. ر. رضایی، ع.، مجد نصیری، ب. ۱۳۸۸. ارزیابی مناسب‌ترین تراکم بوته و آرایش کاشت ارقام آفتابگردان در کشت تابستانه اصفهان. همایش ملی دانه‌های روغنی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱ و ۲ مهرماه. ص. ۵۳.

- حسینی جبارلو، خ.، رشدی، م.، غفارلو، م.، و لیلو، ر. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم آفتابگردان روغنی در منطقه خوی. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۱(۱): ۹۹-۱۰۷.
- حکم علی پور، س.، قدیم زاده، م.، سید شریفی، ر. ۱۳۸۶. بررسی اثرات تراکم بوته و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد، کارایی مصرف نیتروژن و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ذرت. مجله علوم آب و خاک. ۲۱(۱): ۱۵-۲۱.
- خالقی زاده، ا.، علیزاده، ا. ۱۳۸۷. بررسی مقاومت ارقام مختلف آفتابگردان به خسارت پرنده‌گان در کرج و خوی. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی. ۷۶(۲): ۱۱۵-۱۳۴.
- دانشیان، ج.، جباری، ح. ۱۳۸۷. اثر تنش کم آبیاری و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه آفتابگردان در یک هیبرید پاکوتاه در کشت دوم. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰(۴): ۳۷۷-۳۸۸.
- دهقان، ا.، جهانگیری، ب. ۱۳۸۸. بررسی برهمکنش روش آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا. اولین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. ۲۱-۲۲ مرداد ماه. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص. ۳۶.
- رشدی، م.، حیدری شریف آباد، ح.، کریمی، م.، نورمحمدی، ق.، درویش، ف. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی. ۱۲(۱): ۱۰۹-۱۲۲.
- رفیعی الحسینی، م.، صالحی، ف. ۱۳۸۳. تاثیر تراکم بوته بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی سه رقم آفتابگردان در شهرکرد. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه گیلان. ۵-۳ شهریور. ص. ۳۸۸.
- رهبر، س.، محمدی، س.، هوشمند، ل.، شمس برهان، ت. ۱۳۸۷. بررسی اثر تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۲۸-۳۰ مرداد ماه ۱۳۸۷. ص. ۲۴۶.
- زالی کاکشی، پ.، لرزاده، ش.، آریان نیا، ن.، بنی سعیدی، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر عملکرد اقتصادی آفتابگردان در شرایط محیطی خوزستان. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۲۸-۳۰ مردادماه ۱۳۸۷. ص. ۲۴۸.
- شریفی، ا.، مدنی، ح.، مهربان، ا.، مبصر، ح.، ر.، مظاهری، د.، نورانی، م. ر. ۱۳۸۷. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف بر شاخص‌های فیزیولوژیک آفتابگردان. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۲۸-۳۰ مردادماه ۱۳۸۷. ص. ۲۴۷.
- طاهری اسبق، ف.، فیاض مقدم، ا.، حسن زاده قورت تپه، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تاریخ کاشت و مدیریت آبیاری بر رشد و نمو و عملکرد آفتابگردان رقم ایروفلور در ارومیه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه ارومیه. دانشکده کشاورزی. ۱۲۸ صفحه.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس. ۴۸۰ صفحه.
- فلاح، س.، تدین، ع. ۱۳۸۸. تاثیر تراکم بوته و مقدار نیتروژن بر عملکرد، نترات و پروتئین ذرت سیلوئی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲(۱): ۱۰۵-۱۲۱.
- گل آبادی، م.، شهسواری، م.، ر.، عباسی، ز. ۱۳۸۸. مطالعه صفات مرتبط با عملکرد روغن دانه در هیبریدهای امیدبخش آفتابگردان از طریق تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر. همایش ملی دانه‌های روغنی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱ و ۲ مهرماه. ص. ۱۳۹.
- مجد نصیری، ب. ۱۳۸۸. مطالعه میزان تحمل به شدت های مختلف تنش خشکی در ارقام آزاد گرده افشان آفتابگردان. دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن. ۳۰-۳۱ اردیبهشت ماه. اصفهان. ص. ۲۴۹.

- مجدد، ا.، جنوبی، پ.، دانشیان، ج.، زینی پور، م. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنش خشکی بر تغییرات پروتئینی در گیاه آفتابگردان. همایش ملی دانه های روغنی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱ و ۲ مهرماه. ص. ۱۴۳.
- مجدد، م.، نادری، ا.، نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع.، آیینه بند، ا. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش خشکی و مدیریت مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علوم کشاورزی. ۱۳(۳): ۶۹۱-۷۰۵.
- نادری درباغشاهی، م.، نورمحمدی، ق.، مجیدی، ا.، درویش، ف.، شیرانی راد، ا.، مدنی، ح. ۱۳۸۴. بررسی عکس‌العمل گلرنگ تابستانه به شدت‌های مختلف تنش خشکی در منطقه اصفهان. مجله علوم زراعی ایران. ۷(۳): ۲۱۲ تا ۲۲۵.
- نعمتی، ع. ر.، سید شریفی، ر.، قلی پوری، ع.، وفایی، ا. ۱۳۸۹. تأثیر مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ذرت. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص. ۱۶۷.
- Abbdel-Sabour, M.F., Abo-El-Seoud, M.A. 1996. Effects of organic-waste compost addition on sesame growth, yield and chemical composition. *Agric Ecosyst Environ*. 60: 157-164.
- Albert, D.G., Carberry, P.S. 1993. The influence of water deficit prior to tassel initiation on maize growth, development and yield. *Field Crops Res*. 31: 55-59.
- Butler, T.J., Evers, G.W., Hussey, M.A., Ringer, L.J. 2002. Rate of leaf ppearance in Crimson clover. *Crop Sci*. 42(1): 237-241.
- Chen, H., Well, C., Yan, R. T., Chen, P., Yi, P.P. 2009. On the determining of the soil water characteristic curve using the pressure plate extractor. *Proc of Int Symp on Geoenvironmental Eng*. 8(10): 511-514.
- Ellis, R.H., summer, R.J., Edmeades, G.O., Roberts, E.D. 1992. Photoperiod, temperature and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. *Crop Sci*. 32: 1225-1232.
- Fajeria, N.KAN. 1995. Increasing crop yield. Traslated by: Hashemi Dezfouli, S.A., Kocheiki, A., Banayan Aval, M. University Jahad of Mashhad Press. P. 287.
- Gooding, M.J., Smith, G., Daries, W.P., Kettlewell, P.S. 1997. The use of residual maximum likelihood to model grain quality characters of wheat with variety, climatic and nitrogen fertilizer effects. *J Agric Sci Cambridge*. 128:135-142.
- Hall, A.J., Chimenti, C., Trapani, N., Vilella, F., Cohen De Hunau, R. 1984. Yield in water-stressed maize genotypes: Association with traits measured in seedling and in flowering plants. *Field Crops Res*. 9: 41-57.
- Hokm Ali Pour, S., Seyed Sharifi, R., Ghadim Zade, M., Chamaati Somarin, Sh. 2007. Investigation plant density and Nitrogen levels on Phylochron and leaf appearance rate of Corn. *J Soil Water Sci*. 21 (2): 159- 169.
- Jabari, H., Akbari, G., Daneshian, A., Alah Dadi, J., Shahbazian, I. 2007. Effect of water deficit stress on agronomic characteristics of sunflower hybrids. *Agric Res Spring*. 9(1): 13-22.
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R., Panneersel Vam, R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. *Int J Agric Biol*. 11 (1): 100-105.
- Liyong, H., Hao, C., Guangsheng, Z., Tingong, F. 2007. The influence of drought on Brassica napus L. development under different nitrogenous level. P. 235-236. Proceeding of the 12th International Rapeseed Congress Sustainable Development in Cruciferous Oilseed Crops Production. 26-30 March Wuhan, China. Science Press USA Inc.
- Longnecker, N.E.G., Kirby, M., Robson, A. 1993. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. *Crop Sci*. 33:154-160.
- Mc Cuullogh, D.E., Girardin, P.H., Mihajlovic, M., Agvilera, A., Tollenaar, M. 1994. Influence of Nitrogen supply on development and dry matter accumulation of an old new maize hybrid. *Can J Plant Soi. Sci*. 74: 461-466.
- Nandhagopal, A., Subramanian, K.S., Gopalan, A. 1995. Respnse of sunflower hybrids to nitrogen and phosphorus under irrigated condition. *Madrass Agric J*. 82:80-83.
- Nimbal, V.R., Dodamani, V.S. 1993. Water use efficiency and oil content of sunflower under different irrigation and nutrient levels. *J Maharashtra Agric Univ*. 18: 459-460.
- Passioura, J.B. 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *J Exp Bot*. 58(2): 113-117.
- Pirzad, A., Aliyari, H., Shakiba, M.R., Zehtab- Salmasi, S., Mohammadi, S.A. 2008. Effects of irrigation and plant density on water use efficiency for essential oil production in *Matricaria chamomilla* L. *J Agr Sci*. 18 (2): 50-59.

- Regina, H. 2008. Influence of Macro – and Micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control*. 19: 36 – 43.
- Roberts, E.H. 1998. Quantifying seed deterioration. In: M. B. McDonald, J. R. and C. J. Nelcon (eds), Physiology of seed deterioration, Cssa special publication, Madison, WI, U. S. A, pp: 101-123.
- Robinson, R.G., Ford, J.H., Lueschen, W.E., Rabas, D.L., Smith, L.J., Warnes, D.D., Wiersma, J.V. 2004. Sunflower Plant Population and Its Arrangement. P: 1-12.
- Roshdi, M., Heydari Sharifabad, H., Karimi, M., Nourmohammadi, GH. Darvish, F. 2006. A Survey on the impact of water deficiency over the yield of sunflower seed cultivar and its components. *J Agric Sci*. 12(1): 109-121.
- Singh, J., Patel, A.L. 1996. Dry matter distribution different parts of wheat under water stress at various growth stage. *Field Crops Res*. 49(11): 10-16.
- Stone, L.R., Goodrum, D.E., Jaffar, M.N., Khan, A.H. 2001. Rooting front and water depletion Depths in grain sorghum and sunflower. *Agron J*. 1105-1110.
- Taghdiri, B., Ahmadvand, G., Mazaheri Laghab, H.A. 2006. The effect of plant spacing on yield and yield components of four sunflower cultivars. *Agric Res*. 6(1): 26-35.
- Vukovic, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Jurisic, A., Saiko, K. 2008. Nitrogen Use Efficiency in winter wheat. VII. Alps-Adria Scientific Workshop. Stara Lesna, Slovakia. Pp. 1199-1202.

## Effect of Drought Stress, Plant Density and Nitrogen Rates on Morphophysiological and Quality Traits of Sunflower in Urmia Climate Conditions

**Esmail Gholinezhad**

Assist. Prof., Department of agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran.

For Correspondence: [Gholinezhad1358@yahoo.com](mailto:Gholinezhad1358@yahoo.com)

Received: 15.10.14

Accepted: 16.12.14

---

### Abstract

This experiment was carried out to study the effects of water stress, different levels of nitrogen application and plant density on quality traits, phyllochron and leaf appearance rate of sunflower. It was conducted at West-Azarbaijan's Research Center for Agriculture during growing season of 2011 and 2012. The study consisted of split-split-plot experiment based on a Randomized Complete Block Design with three replications. The main factor was considered to be irrigation treatments including optimum irrigation, moderate and severe stress in which irrigation was done after depletion of 50, 70 and 90% of field capacity, respectively. Three nitrogen levels including 100, 160 and 220 kg N ha<sup>-1</sup> were considered as sub plot with sub-sub plot consisting of three plant densities of 5.55, 6.66 and 8.33 plants m<sup>2</sup>. The studied traits in this research were oil percentage, oil yield, protein percentage, protein yield, grain yield, phyllochron and leaf appearance rate. The combined variance analysis indicated that water deficiency stress, nitrogen and plant density had a considerable impact on oil and protein yield, oil and protein percentage, phyllochron and leaf appearance rate. The maximum oil yield (2213.22 kg ha<sup>-1</sup>) was attributed to optimum irrigation and density of 83300 plants ha<sup>-1</sup>. Severe drought stress reduced the oil yield by 62% compared to the optimum irrigation condition. Oil yield increased at higher nitrogen application rates. The response of oil yield to increase in plant density was positive. With increasing plant density, oil yield, oil percent, protein yield and phyllochron increased, but protein percent and leaf appearance rate decreased. So, application of 220 kg N ha<sup>-1</sup> and larger plant densities in optimum conditions and moderate drought stress conditions is recommended for suitable oil and protein yield.

**Key words:** Water deficit, oil percentage, protein percentage, leaf appearance rate, phyllochron