



انستیتو ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره سوم، پاییز ۸۹
۶۳-۸۰
ejcp.gau@gmail.com



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

تغییرات محتوای پروتئین، روغن و ترکیب اسیدهای چرب دانه چهار رقم آفتابگردان در شرایط مختلف آبیاری

مصطفی کریمی کاخکی^۱، * علی سپهری^۲ و حمیدرضا همتی متین^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا،

^۲ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر آبیاری بر پروتئین، روغن و اسیدهای چرب در آفتابگردان، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۳۸۶ انجام شد. آبیاری در کرت‌های اصلی شامل شش سطح آبیاری کامل (شاهد)، کم‌آبیاری با عدم آبیاری در مرحله غنچه‌دهی، گلدهی، دانه‌بندی و مراحل غنچه‌دهی و دانه‌بندی همچنین گلدهی و دانه‌بندی بود. از چهار رقم آفتابگردان شامل آذرگل، آلتار، آلیسون و یوروفلور در کرت‌های فرعی استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد پروتئین از تیمارهای دارای کم‌آبیاری در دوره تشکیل دانه (۲۳/۲ درصد) به دست آمد. بیشترین درصد روغن در آبیاری کامل (۴۰/۹ درصد) حاصل شد که از نظر آماری با درصد روغن در تیمار کم‌آبیاری در مرحله غنچه‌دهی (۴۰/۶ درصد) یکسان بود. کمترین درصد پروتئین (۲۲/۲ درصد) و روغن (۳۸/۵ درصد) نیز به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و کم‌آبیاری در مراحل گلدهی و دانه‌بندی بود. رقم یوروفلور، درصد پروتئین (۲۳/۸ درصد) و روغن (۴۱/۸ درصد) بیشتری داشت. بیشترین عملکرد دانه از همه ارقام با آبیاری کامل و رقم یوروفلور با کم‌آبیاری در مرحله دانه‌بندی (۴۸۰۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. بیشترین عملکرد روغن متعلق به تیمارهای آبیاری کامل (۱۹۸۶ کیلوگرم در هکتار) و رقم یوروفلور (۱۷۰۷/۹ کیلوگرم در هکتار) بود. تیمارهای دارای کم‌آبیاری در دوره تشکیل دانه دارای اولتیک اسید بیشتری نسبت به لینولئیک اسید بودند. رقم یوروفلور بیشترین اولتیک

* - مسئول مکاتبه: sepehri110@yahoo.com

اسید (۴/۴ درصد) و نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید (۰/۹۸) و همچنین کمترین لینولئیک اسید (۴۵/۱ درصد) و اسیدهای چرب اشباع (۱۰/۵ درصد) را داشت. در مجموع، کم‌آبیاری در مرحله دانه‌بندی، بالاترین کیفیت روغن را تولید کرد. رقم یوروفلور ضمن داشتن درصد پروتئین، درصد روغن و عملکرد روغن زیاد از کیفیت روغن بیشتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: اسیدچرب، آفتابگردان، کم‌آبیاری، درصد روغن، عملکرد

مقدمه

آفتابگردان یکی از چهار گیاه زارعی یکساله دانه روغنی در سطح جهانی است که به‌طور وسیع در مناطق مختلف جغرافیایی کشت می‌شود (براد و جنگ، ۱۹۸۲ و فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۲). در سال‌های اخیر، سطح زیر کشت آفتابگردان به خاطر نیازهای زراعی متوسط و عملکرد روغن زیاد افزایش یافته است. توانایی آفتابگردان در تحمل دوره‌های کوتاه تنش کمبود آب (هاتندورف و همکاران، ۱۹۸۸) موجب شده که به‌عنوان یک گیاه زراعی مهم در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک و مناطقی که آب قابل دسترس دچار محدودیت است، مطرح باشد (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۲).

کم‌آبیاری که به‌صورت مصرف واحد حجم آب مصرفی کمتر در هر بار آبیاری و یا عدم آبیاری در یک یا چند مرحله از رشد گیاه اعمال می‌شود، شیوه‌ای در راستای حداکثر استفاده از واحد حجم آب مصرفی، تولید پایدار و امنیت غذایی است. آب صرفه‌جویی شده می‌تواند برای افزایش سطح زیر کشت و کاربردهای دیگر، استفاده یا ذخیره گردد (فررس و سوریانو، ۲۰۰۷).

به اظهار کانور و سادراس (۱۹۹۲) رابطه معکوسی بین محتوای روغن و پروتئین در آفتابگردان وجود دارد. محتوای روغن دانه آفتابگردان، به‌عنوان یک صفت پیچیده که توسط رقم و شرایط محیطی تعیین می‌شود، جزئی از عملکرد روغن محسوب می‌گردد. پس از استحصال روغن، کنجاله حاوی پروتئین به مصرف خوراک دام می‌رسد. کاربرد روغن آفتابگردان عمدتاً توسط ترکیب اسیدهای چرب آن تعیین می‌شود که تعیین‌کننده کیفیت روغن آفتابگردان است (ایزکویردو و همکاران، ۲۰۰۶). گرچه روغن آفتابگردان به‌عنوان یک روغن خوراکی با کیفیت خوب محسوب می‌شود، در حال حاضر تولید

ارقام دارای اسید اولئیک زیاد در کشورهای پیشگام در تولید آفتابگردان، یکی از اهداف اصلاح این محصول است (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۲).

پایداری اکسیداتیوی که مزه نامطبوع و کاهش ارزش غذایی روغن آفتابگردان را به تأخیر می‌اندازد به مقدار اولئیک اسید وابسته است (پیرا-آیروجو و آگیورزبال، ۲۰۰۷). به طوری که هر چه اولئیک اسید آن بیشتر باشد این پایداری افزون خواهد شد (فولر و همکاران، ۱۹۶۷). این خصوصیت در تصفیه، ذخیره و سرخ کردن مطلوب است (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۲). به اعتقاد پیرا-آیروجو و آگیورزبال (۲۰۰۷) دانش امروزی فاقد جامعیت کافی در ارزیابی تغییرات و روابط بین عملکرد و کیفیت آفتابگردان است. عملکرد و کیفیت روغن آفتابگردان به روابط متقابل بین رقم و شرایط محیطی وابسته است. حساسیت ارقام آفتابگردان نسبت به شرایط محیطی، از لحاظ تولید و کیفیت روغن متفاوت گزارش شده است. در مورد ارقام دارای اسید اولئیک زیاد، رقم بیشتر تعیین کننده بوده و در مورد ارقام متداول، این خصوصیات عمدتاً وابسته به شرایط محیطی است. به طوری که بین مکان، سال و تاریخ کاشت‌های مختلف در یک سال متغیر است.

روغن ارقام متداول آفتابگردان، دارای مقدار لینولئیک اسید بیشتر، اولئیک اسید متوسط و مقدار کمی اسیدهای چرب اشباع است. موازنه بین اولئیک و لینولئیک اسید وابسته به شرایط محیطی بوده و رابطه قوی معکوس بین غلظت آن‌ها دیده شده است. رابرتسون و همکاران (۱۹۷۸) تفاوت اولئیک اسید در آفتابگردان‌های کاشته شده بین عرض‌های جغرافیایی بالا و پایین را بین ۱۴ تا ۵۰ درصد و تفاوت لینولئیک اسید را برعکس مقدار اولئیک اسید، ۷۵ تا ۴۱ درصد گزارش کردند.

در مورد تأثیر رژیم آبیاری، فلاگلا و همکاران (۲۰۰۲) افزایش اولئیک اسید و کاهش لینولئیک اسید در شرایط بدون آبیاری نسبت به شرایط آبیاری کامل را گزارش کردند. به طوری که در شرایط بدون آبیاری، درصد اولئیک اسید در روغن ارقام آفتابگردان، ۲/۶ درصد بیشتر بود. در همین حال درصد لینولئیک اسید ۲/۸ درصد کمتر گزارش شد. همچنین طلحه و عثمان (۱۹۷۴) افزایش نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید را در شرایط تنش کمبود آب در مرحله رویشی گزارش نمودند. در هنگام وقوع تنش کمبود آب در طول دوره پرشدن دانه در ارقام متداول و ارقام دارای اسید اولئیک زیاد، افزایش نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید نسبت به شرایط آبیاری مطلوب در جنوب ایتالیا (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۰) و شمال این کشور (بالدینی و همکاران، ۲۰۰۰) گزارش شد. از طرف دیگر، سالرا و بالدینی (۱۹۹۸) تیمار آبی را بر محتوای اولئیک اسید مؤثر ندانستند و آنگر (۱۹۸۲)

همبستگی مثبتی را بین درصد اولئیک اسید و آب مصرفی در طول دوره رویشی گزارش کرد. فلاگلا و همکاران (۲۰۰۲) شرایط متفاوت محیطی را علت نتایج مغایر به دست آمده توسط این محققین دانستند.

با توجه به اهمیت و کمبود آب آبیاری در کشت تابستانه گیاهان و نیاز سایر محصولات به آب در این زمان، همچنین پایداری عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش کمبود آب، پژوهش حاضر به بررسی محتوای روغن و پروتئین دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن ارقام آفتابگردان در شرایط کم آبیاری آخر فصل پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا و در یک خاک لوم رسی با اسیدیته ۷/۲ اجرا شد. منطقه مورد بررسی (با ارتفاع ۱۷۴۱/۵ متر از سطح دریا و مختصات عرض جغرافیایی ۳۴° ۵۲' شمالی و طول جغرافیایی ۴۸° ۳۲' شرقی) از مناطق نیمه خشک کشور با میانگین بارندگی ۳۳۳ میلی‌متر در سال و میانگین درجه حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد در گرمترین ماه سال بر اساس آمار ۵۵ ساله هواشناسی است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در کرت‌های اصلی، شامل شش سطح آبیاری: آبیاری کامل، کم آبیاری با عدم آبیاری در مرحله غنچه‌دهی، عدم آبیاری در مرحله گلدهی، عدم آبیاری در مرحله دانه‌بندی، عدم آبیاری در مراحل غنچه‌دهی و دانه‌بندی و عدم آبیاری در مراحل گلدهی و دانه‌بندی بود. از چهار رقم آفتابگردان شامل هیبرید آذرگل و هیبریدهای خارجی شامل آلستار (Allstar)، آلیسون (Alison) و یوروفلور (Euroflor) در کرت‌های فرعی استفاده شد.

هر کرت فرعی شامل ۸ ردیف کاشت به طول ۶ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصله کاشت روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آماده‌سازی مزرعه، شامل شخم عمیق در پاییز سال قبل، شخم متوسط و دو مرحله دیسک‌زنی عمود بر هم در بهار و قبل از کاشت بود. عملیات کاشت به روش جوی و پشته‌ای و با دست در تاریخ ۶ خرداد صورت گرفت. کودهای مورد نیاز بر اساس نتایج آزمایشگاه و توصیه کودی، به میزان ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار استفاده شد. تمام کودهای فسفره و پتاسه و یک

سوم کود ازته قبل از کاشت و مابقی آن در مرحله ۶ تا ۷ برگی به خاک اضافه شد. تمام کرت‌ها عاری از آفت و بیماری بوده و کنترل علف‌های هرز به‌طور کامل طی ۲ مرحله در دوره رشد رویشی با دست انجام شد.

با تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) به روش فائو-پنمن-مونتیت و ضرایب گیاهی (K_c) در مراحل مختلف رشد، نیاز آبی گیاه (ET_{crop}) بر حسب میلی‌متر در روز در منطقه مورد آزمایش از رابطه ۱ تعیین شده (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) و سپس با در نظر گرفتن بارندگی مؤثر، راندمان آبیاری (۶۰ درصد) و ۴۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی در منطقه توسعه ریشه براساس منحنی رطوبتی خاک برآورده شد (دورنبوس و کاسام، ۱۹۷۹).

$$ET_{crop} = K_c \times ET_0 \quad (1)$$

با تجمیع نیاز آبی برای هر بار آبیاری، ارتفاع آب آبیاری بر حسب متر تعیین و حجم آب مصرفی (ارتفاع آب آبیاری \times مساحت کرت) بر حسب مترمکعب تعیین شد. آبیاری با استفاده از لوله پلی‌اتیلن انجام و مقدار آب مصرفی در هر بار آبیاری با استفاده از کنتور کنترل گردید. تمام تیمارهای آزمایشی در دوران رشد رویشی تا مرحله غنچه‌دهی از آبیاری یکنواخت برخوردار بوده و پس از اعمال کم‌آبیاری، آبیاری در سایر مراحل بر اساس نیاز آبی در هر مرحله انجام شد.

در زمان رسیدگی کامل از هر کرت آزمایشی ۴ مترمربع برداشت و با تعیین عملکرد دانه پس رسیدن رطوبت دانه‌ها به ۱۴ درصد، عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه از روش کج‌لدال استفاده شد. همچنین درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال اتر به‌دست آمد. ترکیب اسیدهای چرب در نمونه روغن با استفاده از کروماتوگرافی گازی GC (ساخت کارخانه دنی، مدل ۲۰۰۰ و مشخصات ستون: محصول شرکت ساپل، نوع واکس، مدل ب-پ-ایکس-۷۰، طول ۱۲۰ متر، قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر) جداسازی و تعیین کمیت گردید. از نیتروژن به‌عنوان حامل گازی استفاده شده و دماهای تزریق کننده، تشخیص دهنده و آون به ترتیب ۲۵۰، ۲۲۰ و ۳۰۰ درجه سانتیگراد بود. عمده اسیدهای چرب، اسیدهای چرب غیراشباع شامل اولئیک اسید (C۱۸:۱) و لینولئیک اسید (C۱۸:۲) بوده و مابقی اسیدهای چرب که عمدتاً شامل پالمیتیک اسید (C۱۶:۰) و استئاریک اسید (C۱۸:۰) می‌باشد، به‌عنوان اسیدهای چرب اشباع در نظر گرفته شد. اسیدهای چرب به‌صورت درصد از کل محتوای روغن ارابه گردید. نسبت اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک اسید به لینولئیک اسید به‌عنوان

معرف کیفیت روغن استفاده شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS (۱۹۹۶) و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد پروتئین دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت درصد پروتئین دانه نشان داد که اثر آبیاری و رقم بر درصد پروتئین دانه آفتابگردان در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود درصد پروتئین دانه در شرایط آبیاری کامل ۲۲/۲ درصد بوده که با اعمال کم‌آبیاری افزایش یافته است. به طوری که بیشترین درصد پروتئین از تیمارهای دارای کم‌آبیاری در مرحله دانه‌بندی با ۲۳/۲ درصد به دست آمد. به نظر می‌رسد که تنش در زمان تشکیل دانه موجب افزایش درصد پروتئین در دانه شده است. ارقام یوروفلور (۲۳/۸ درصد) و آلیسون (۲۳/۷ درصد) درصد پروتئین بیشتری داشته و درصد کمتر متعلق به رقم آلتار (۲۱/۲ درصد) بود.

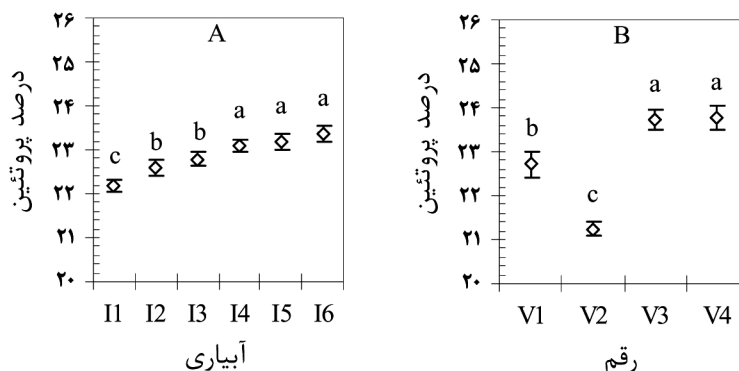
درصد روغن دانه: با توجه به جدول (۱) اثر آبیاری و رقم بر درصد روغن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. براین اساس و همان‌طور که در شکل (۲) ملاحظه می‌شود با آبیاری کامل (۴۰/۹ درصد) و کم‌آبیاری در مرحله غنچه‌دهی (۴۰/۶ درصد) بیشترین درصد روغن به دست آمد. کم‌آبیاری در مرحله گلدهی (۴۰/۰ درصد) در رتبه دوم جای داشت.

کمترین درصد روغن با کم‌آبیاری در مراحل گلدهی و دانه‌بندی (۳۸/۵ درصد) حاصل شد. چنین نتیجه می‌شود که مخالف با آنچه در مورد درصد پروتئین اتفاق افتاد، تنش در زمان دانه‌بندی کاهش درصد روغن را به همراه دارد. در همین خصوص کانور و سادراس (۱۹۹۲) رابطه معکوسی بین محتوای روغن و پروتئین در آفتابگردان گزارش کردند. رقم یوروفلور (۴۱/۸ درصد) و رقم آذرگل (۳۵/۸ درصد) به ترتیب از بیشترین و کمترین درصد روغن برخوردار بودند.

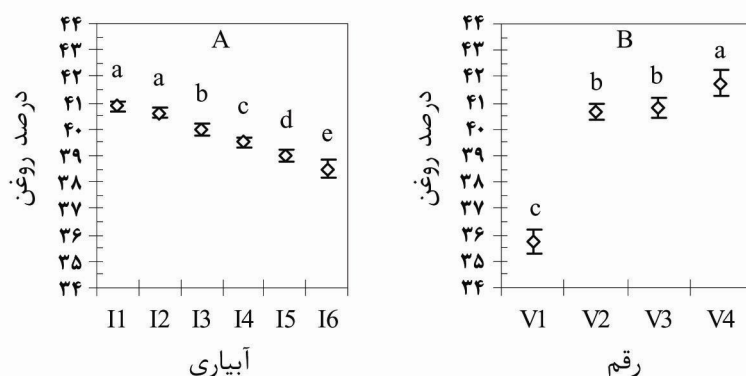
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر آبیاری روی درصد عملکرد پروتئین و روغن، عملکرد دانه، درصد اسیدهای چرب اشباع، اولئیک اسید و لینولئیک اسید همچنین نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد پروتئین دانه	درصد روغن دانه	عملکرد دانه	عملکرد روغن	درصد اولئیک اسید	درصد لینولئیک اسید	نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید	درصد اسیدهای چرب اشباع
تکرار	۲	۳۸۳۸۰*	۱۱۲/۴۵**	۳۵۲۵۳۷۱*	۳۸۴۸۸۳۸*	۳۸/۱۱**	۳۵/۸۱**	۹۳۳/۰**	۰/۵۰۰/۹*
آبیاری	۵	۲۳۳۷**	۸۳/۱۰**	۷۷۷۴۶۱۷*	۷/۳۸۲۷۳۱**	۳۳/۱**	۱۵/۱*	۹۱۰۰/۰**	۱۰/۰**
خطای فرعی	۱۰	۶۹۱/۱	۳/۰	۵۱۶۱۱۵	۱/۶۶۷	۵۵/۰	۳۸/۰	۱۰۰۰/۰	۸۳/۰
رقم	۳	۲۵/۴۵**	۳۳۲/۴۱**	۲۲۵۱۵۱*	۷۰۹۱۶/۴**	۳۴/۴**	۱۸/۹۸**	۳۳۳/۰**	۳۵/۰**
آبیاری × رقم	۱۵	۰/۰۱۰۹ ^{n.s.}	۰/۰۳ ^{n.s.}	۰/۴۱۴۱۴۱*	۰/۱۴۰۴/۳ ^{n.s.}	۰/۰ ^{n.s.}	۱۰۰۰/۰ ^{n.s.}	۱۰۰۰/۰ ^{n.s.}	۳۰۰۰/۰ ^{n.s.}
خطای اصلی	۳۶	۰/۱۰۴	۷۱/۰	۶۳۳۳۳۸	۶/۸۷۰۰۱	۶۱/۰	۱۶/۰	۱۰۰۰/۰	۷۲۰/۰
ضرب تغییرات (درصد)	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۶/۶	۶/۸	۶/۳	۶/۳	۳/۳	۱/۳

* در سطح ۵ درصد معنی دار، ** در سطح ۱ درصد معنی دار، ^{n.s.} غیر معنی دار



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه، A: تیمارهای مختلف آبیاری (I1 تا I6 به ترتیب آبیاری کامل، کم آبیاری در مرحله غنچه‌دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه‌بندی، مراحل غنچه‌دهی و دانه‌بندی و مراحل گلدهی و دانه‌بندی) و B: ۴ رقم آفتابگردان (V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلستار، آلیسون و یوروفلور می‌باشد)؛ میانگین‌های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی‌دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.



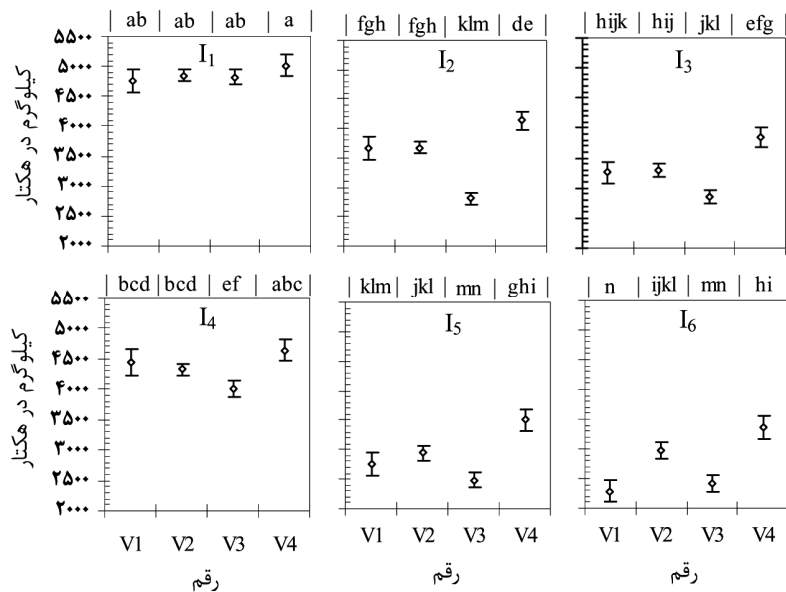
شکل ۲- مقایسه میانگین درصد روغن دانه، A: تیمارهای مختلف آبیاری (I1 تا I6 به ترتیب آبیاری کامل، کم آبیاری در مرحله غنچه‌دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه‌بندی، مراحل غنچه‌دهی و دانه‌بندی و مراحل گلدهی و دانه‌بندی) و B: ۴ رقم آفتابگردان (V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلستار، آلیسون و یوروفلور می‌باشد)؛ میانگین‌های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی‌دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.

عملکرد دانه: تجزیه واریانس داده‌ها اثرمتقابل بین آبیاری و رقم را روی عملکرد دانه معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داد (جدول ۱). بر این اساس بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری کامل و ارقام یوروفلور، آلستار، آلیسون و آذرگل به ترتیب با ۵۰۰۸/۱، ۴۸۴۲/۸، ۴۸۱۱/۸، و ۴۷۵۳/۴ کیلوگرم در

هکتار، همچنین رقم یوروفلور با کم آبیاری در مرحله دانه بندی با $4638/3$ کیلوگرم در هکتار (به طور متوسط $4804/7$ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد.

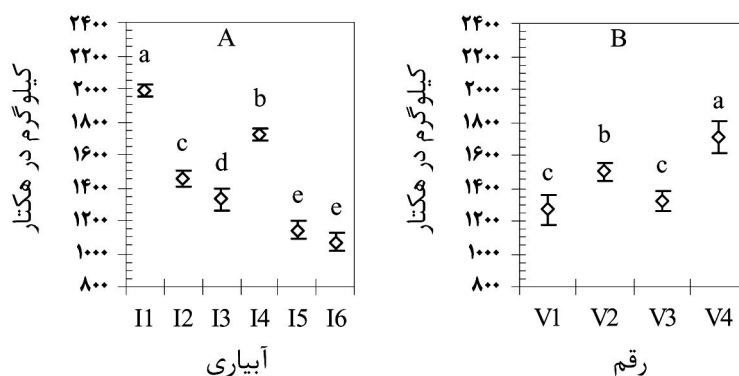
کمترین عملکرد دانه از تیمار کم آبیاری در مراحل گلدهی و دانه بندی و ارقام آذرگل و آلیسون به ترتیب با $2290/9$ و $2414/1$ کیلوگرم در هکتار، همچنین از تیمار کم آبیاری در مراحل غنچه دهی و دانه بندی و رقم آلیسون با $2488/9$ کیلوگرم در هکتار (به طور متوسط $2398/0$ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (شکل ۳). همان طوری که در شکل (۴) ملاحظه می شود، کمترین اختلاف بین ارقام در شرایط آبیاری کامل بوده و واکنش متفاوت ارقام به شرایط کم آبیاری موجب اختلاف بیشتر بین ارقام شد که در این میان کم آبیاری در مرحله دانه بندی، اختلاف کمتری با شرایط آبیاری کامل داشت.

گوکسوی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که عملکرد دانه با کاهش مقدار و تعداد آبیاری کاهش یافته است. به طوری که کمترین عملکرد دانه از تیمار بدون آبیاری به دست آمد و کمبود آب در زمان گلدهی به طور معنی داری عملکرد دانه را کاهش داد. به گزارش کرام و همکاران (۲۰۰۷) عملکرد دانه با کم آبیاری در اوایل تشکیل دانه کاهش نیافت. آن‌ها افزایش نسبت مواد فتوسنتزی تخصیص داده شده برای طبق را علت عدم کاهش عملکرد دانه با اعمال کم آبیاری در اوایل تشکیل دانه تا زمان رسیدگی دانستند.



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه (I1 تا I6 به ترتیب آبیاری کامل، کم آبیاری در مرحله غنچه دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه بندی، مراحل غنچه دهی و دانه بندی و مراحل گلدهی و دانه بندی و V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلیسون و یوروفلور می باشد)؛ میانگین های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.

عملکرد روغن: اثر آبیاری و رقم روی عملکرد روغن آفتابگردان در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). آبیاری کامل از بیشترین مقدار عملکرد روغن با ۱۹۸۵/۸ کیلوگرم در هکتار برخوردار بوده و با اعمال کم آبیاری عملکرد روغن کاهش یافت (شکل ۴). به طوری که کمترین کاهش با کم آبیاری در مرحله دانه بندی بوده که ۱۷۱۹/۸ کیلوگرم در هکتار تولید داشت. کمترین عملکرد روغن از تیمارهای دوبار عدم آبیاری یعنی کم آبیاری در مراحل غنچه دهی و دانه بندی همچنین کم آبیاری در مراحل گلدهی و دانه بندی به ترتیب با ۱۱۴۲/۶ و ۱۰۶۸/۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. بیشترین عملکرد روغن مربوط به رقم یوروفلور و پس از آن رقم آلتار به ترتیب با ۱۷۰۷/۹ و ۱۴۹۷/۸ کیلوگرم در هکتار بود. نتیجه متفاوت در مورد درصد روغن، نشان می دهد عملکرد روغن بیشتر از جزء درصد روغن توسط عملکرد دانه تعیین می شود. طبق نتایج گوکسوی و همکاران (۲۰۰۴) در حالی که قطع آبیاری اثری بر درصد روغن نداشت، بیشترین عملکرد روغن به همراه بیشترین عملکرد دانه تنها با آبیاری کامل در مراحل زایشی آفتابگردان به دست آمد.

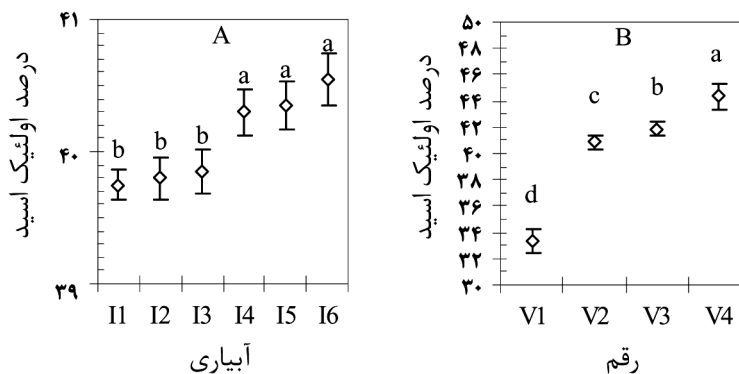


شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد روغن، A: تیمارهای مختلف آبیاری (I1 تا I6 به ترتیب آبیاری کامل، کم آبیاری در مرحله غنچه دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه بندی، مراحل غنچه دهی و دانه بندی و مراحل گلدهی و دانه بندی) و B: رقم آفتابگردان (V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلتار، آلیسون و یوروفلور می باشد)؛ میانگین های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.

اولئیک اسید: اثر آبیاری و رقم روی درصد اولئیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). تیمارهای عدم آبیاری در مرحله دانه بندی (کم آبیاری در مرحله دانه بندی با ۴۰/۳ درصد، کم آبیاری در مراحل غنچه دهی و دانه بندی با ۴۰/۳ درصد و کم آبیاری در مراحل گلدهی و دانه بندی با ۴۰/۵ درصد) بیشترین درصد اولئیک اسید را داشته و در سایر تیمارهای کم آبیاری افزایشی مشاهده نشد (شکل ۵).

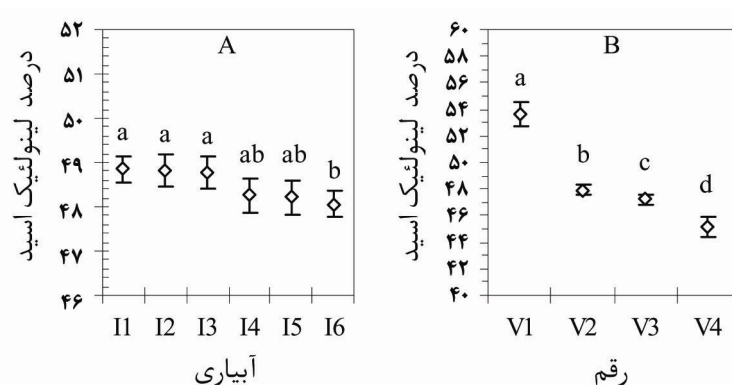
با توجه به اهمیت اولئیک اسید در کیفیت روغن، نقش تنش در مرحله دانه بندی در افزایش کیفیت روغن مشخص می شود. رقم یوروفلور دارای درصد بیشتری از اولئیک اسید (۴۴/۴ درصد) در روغن خود بوده و رقم آذرگل درصد کمتری از این اسید چرب (۳۳/۳ درصد) را داشت.

مطابق با نتایج این پژوهش، فلاگلا و همکاران (۲۰۰۲) افزایش اولئیک اسید به میزان ۲/۶ درصد را در شرایط بدون آبیاری نسبت به شرایط آبیاری کامل گزارش کردند. همچنین آنگر (۱۹۸۲) همبستگی مثبتی را بین درصد اولئیک اسید و آب مصرفی در طول دوره رویشی آفتابگردان گزارش کرد. از طرف دیگر، سالرا و بالدینی (۱۹۹۸) تیمار آبی را بر محتوای اولئیک اسید مؤثر ندانستند. به نظر می رسد که شرایط متفاوت محیطی علت نتایج مغایر به دست آمده توسط این محققین باشد. فلاگلا و همکاران (۲۰۰۲) نیز بر تأثیر شرایط متفاوت محیطی بر محتوای اولئیک اسید در مناطق مختلف تأکید کردند.



شکل ۵- مقایسه میانگین اولئیک اسید، A: تیمارهای مختلف آبیاری (I1 تا I6 به ترتیب آبیاری کامل، کم آبیاری در مرحله غنچه دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه بندی، مراحل غنچه دهی و دانه بندی و مراحل گلدهی و دانه بندی) و B: رقم آفتابگردان (V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلستار، آلیسون و یوروفلور می باشد)؛ میانگین های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.

لینولئیک اسید: درصد اسید چرب لینولئیک اسید تحت تأثیر معنی‌دار آبیاری ($P < 0/01$) و رقم ($P < 0/01$) قرار داشت (جدول ۱). از نظر تأثیر آبیاری تنها بین تیمار کم‌آبیاری در مراحل گلدهی و دانه‌بندی (۴۸/۱ درصد) با آبیاری کامل (۴۸/۹ درصد) اختلاف معنی‌دار وجود داشته و دارای درصد کمتری لینولئیک اسید بود. رقم آذرگل از درصد بیشتر (۵۳/۷ درصد) و رقم یوروفلور از درصد کمتری (۴۵/۱ درصد) از این اسید چرب برخوردار بودند (شکل ۶). فلاگلا و همکاران (۲۰۰۲) کاهش لینولئیک اسید به میزان ۲/۸ درصد را در شرایط بدون آبیاری نسبت به شرایط آبیاری کامل گزارش کردند. این موضوع با توجه به نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر رژیم آبیاری در مراحل خاص بر محتوای لینولئیک اسید است.

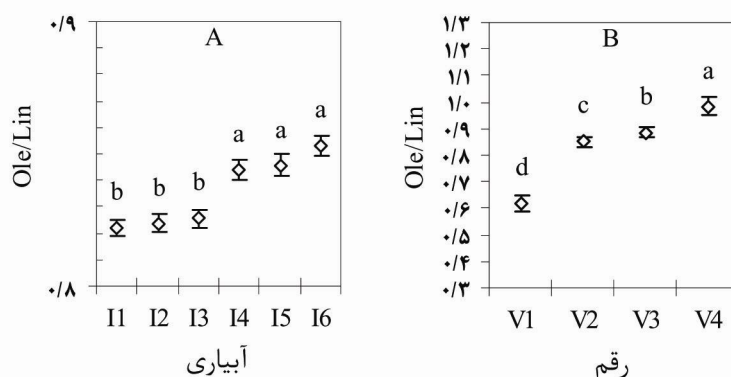


شکل ۶- مقایسه میانگین لینولئیک اسید، A: تیمارهای مختلف آبیاری I1 تا I6 به ترتیب آبیاری کامل، کم‌آبیاری در مرحله غنچه‌دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه‌بندی، مراحل غنچه‌دهی و دانه‌بندی و مراحل گلدهی و دانه‌بندی) و B: رقم آفتابگردان V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلستار، آلیسون و یوروفلور می‌باشد؛ میانگین‌های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی‌دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.

نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید: نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر معنی‌دار آبیاری و رقم قرار داشت (جدول ۲). این نسبت با توجه به روند تغییرات اولئیک اسید و لینولئیک اسید (شکل‌های ۵ و ۶) در تیمارهای عدم آبیاری در مرحله دانه‌بندی (به‌طور متوسط

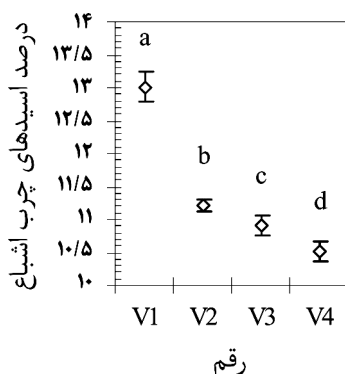
۰/۸۵) بیشتر بود (شکل ۷). در بین ارقام، یوروفلور (۰/۹۸) و آذرگل (۰/۶۲) به ترتیب از بیشترین و کمترین نسبت برخوردار بودند.

در تأیید نتایج این پژوهش افزایش نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید نسبت به شرایط آبیاری مطلوب در جنوب ایتالیا (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۰) و شمال این کشور (بالدینی و همکاران، ۲۰۰۰) در زمان وقوع تنش کمبود آب در طول دوره پرشدن دانه در ارقام متداول و ارقام دارای اسید اولئیک زیاد گزارش شد. همچین به گزارش طلحه و عثمان (۱۹۷۴) نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید در شرایط تنش کمبود آب در مرحله رویشی افزایش یافت.



شکل ۷- مقایسه میانگین نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید، A: تیمارهای مختلف آبیاری (I1 تا I6 به ترتیب آبیاری کامل، کم آبیاری در مرحله غنچه دهی، مرحله گلدهی، مرحله دانه بندی، مراحل غنچه دهی و دانه بندی و مراحل گلدهی و دانه بندی) و B: ۴ رقم آفتابگردان (V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلتار، آلیسون و یوروفلور می باشد)؛ میانگین های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.

اسیدهای چرب اشباع: در این بررسی اثر رقم روی مقدار اسیدهای چرب اشباع در روغن آفتابگردان در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. ولی اثر آبیاری روی آن معنی دار نشد (جدول ۱). این نتایج نشان می دهد که اثر تیمار آبیاری بر موازنه اسیدهای چرب غیر اشباع بوده و اسیدهای چرب اشباع تنها تحت تأثیر رقم بوده است. به طوری که ارقام آذرگل و یوروفلور بیشترین و کمترین درصد اسیدهای چرب اشباع را به ترتیب با ۱۳/۰ و ۱۰/۵ درصد دارا بودند (شکل ۸).



شکل ۸- مقایسه میانگین درصد اسیدهای چرب اشباع در ۴ رقم آفتابگردان (V1 تا V4 به ترتیب ارقام آذرگل، آلتار، آلیسون و یوروفلور می‌باشد)؛ میانگین‌های دارای یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون SNK اختلاف معنی‌دار ندارند؛ SE در مورد هر میانگین مشخص شده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به تغییرات پروتئین و روغن تحت تیمارهای آبیاری، تنش در زمان دانه‌بندی، عکس آنچه در مورد پروتئین اتفاق افتاد، کاهش درصد روغن را به همراه داشته است. کانور و سادراس (۱۹۹۲) نیز این رابطه معکوس را بین محتوای روغن و پروتئین در آفتابگردان تأیید کرده‌اند. آبیاری کامل بیشترین عملکرد روغن را داشته و با کم‌آبیاری در مراحل رشد زایشی آفتابگردان عملکرد روغن کاهش یافت. گوکسوی و همکاران (۲۰۰۴) نیز بر این موضوع تأکید کرده‌اند. در بین ارقام آفتابگردان، درصد و عملکرد بیشتر روغن مربوط به رقم یوروفلور بود.

تیمارهای عدم آبیاری در مرحله دانه‌بندی بیشترین درصد اولئیک اسید را داشته و در سایر تیمارهای کم‌آبیاری افزایش مشاهده نشد. فقط بین تیمار کم‌آبیاری در مراحل گلدهی و دانه‌بندی با آبیاری کامل تفاوت اساسی از نظر درصد لینولئیک اسید وجود داشته و این تیمار دارای درصد کمتری از اسید چرب اولئیک اسید بود. نتایج مشابه در مورد نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید که معرف کیفیت روغن آفتابگردان می‌باشد، به دست آمد. با توجه به گزارش فلاگلا و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص افزایش اولئیک اسید و کاهش لینولئیک اسید در شرایط کمبود آب، نقش تنش کمبود آب در مرحله دانه‌بندی در افزایش کیفیت روغن مشخص می‌گردد.

در بین ارقام، یوروفلور دارای بیشترین درصد اولئیک اسید، درصد کمتر لینولئیک اسید و اسیدهای چرب اشباع بود. همچنین بیشترین نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید مربوط به این رقم بود. رقم

آذرگل کمترین درصد اولئیک اسید، درصد بیشتر لینولئیک اسید و اسیدهای چرب اشباع را داشت. کمترین نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید نیز مربوط به این رقم بود. در مجموع، آبیاری کامل بیشترین عملکرد روغن را داشته و با کم آبیاری در مرحله دانه بندی کاهش کمتری یافت که نشان دهنده تأثیر کمتر درصد روغن در عملکرد روغن می باشد. درصد اولئیک اسید و نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید و در نتیجه کیفیت روغن آفتابگردان با کم آبیاری در مرحله دانه بندی افزایش یافت. رقم یوروفلور ضمن داشتن درصد پروتئین، درصد روغن و عملکرد روغن زیاد از بیشترین درصد اولئیک اسید و نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید و در نتیجه کیفیت بیشتر روغن برخوردار بود.

منابع

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy. 300 p.
- Baldini, M., Giovanardi, R. and Vannozzi, G. 2000. Effect of different water availability on fatty acid composition of the oil in standard and high oleic sunflower hybrids. In: Proceedings of XV International Sunflower Conference, Toulouse, vol. I, Pp: 79–84.
- Beard, B.H., and Geng, S. 1982. Interrelationships of morphological and economic characters of sunflower. *Crop Sci.* 22: 817–822.
- Connor, D.J., and Sadras, V.O. 1992. Physiology of yield expression in sunflower. *Field Crop Res.* 30: 333–389.
- Doorenbos, J., and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. FAO, Rome, Italy. 181 p.
- Fereres, E., and Soriano, M.A. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *J. Exp. Bot.* 2: 147–159.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Di Caterina, R., de Simone, G. and De Caro, A. 2000. Effect of supplementary irrigation on seed yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown in a sub-arid environment. In: Proceedings of XV International Sunflower Conference, Toulouse, vol. I, Pp: 139–144.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R. and De Caro, A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *Eur. J. Agron.* 17: 221–230.
- Fuller, M., Diamond, J. and Applewhite, T. 1967. High oleic sunflower oil. Stability and chemical modification. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 44: 264–267.

- Göksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M. and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crop Res.* 87: 167-178.
- Hattendorf, M.J., Redelfs, M.S., Amos, B., Stone, L.R. and Gwin, R.E. 1988. Comparative water use characteristics of six row crops. *Agron. J.* 80: 80-85.
- Izquierdo, N.G., Aguirrezábal, L.A.N., Andrade, F.H. and Cantarero, M.G. 2006. Modeling the response of fatty acid composition to temperature in a traditional sunflower hybrid. *Agron. J.* 98: 451-461.
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Kabalan, R., Breidi, J., Chalita, C. and Roupael, Y. 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agric. Water Manag.* 90: 213-223.
- Pereyra-Irujo, G.A., and Aguirrezábal, L.A.N. 2007. Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation model. *Agric. Forest Meteorol.* 143: 252-265.
- Robertson, J.A., Chapman, J.R. and Wilson, J.R. 1978. Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 55: 266-269.
- Salera, E., and Baldini, M. 1998. Performance of high and low oleic acid hybrids of sunflower under different environmental conditions. *Helia.* 21: 55-68.
- SAS Institute Inc., 1996. SAS/STAT Software: Changes and Enhancements through Release 6. 11. SAS Institute Inc., Cary, NC, Pp: 1-1104.
- Talha, M., and Osman, F. 1974. Effect of soil water stress on water economy and oil composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Agric. Sci.* 84: 49-56.
- Unger, P.W. 1982. Time and frequency of irrigation effects on sunflower production and water use. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 1072-1076.



Investigation of oil and protein content and fatty acid composition of sunflower cultivars under different irrigation conditions

M. Karimi Kakhki¹, * A. Sepehri² and H.R. Hemati Matin³

¹M.Sc Student of Agronomy, Agricultural Faculty of Bu-Ali Sina University,

²Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Agricultural Faculty of Bu-Ali Sina University,

³M.Sc Student of Animal Science, Agricultural Faculty of Bu-Ali Sina University

Abstract

In order to study the effect of irrigation on fatty acid composition, oil and protein content of sunflower cultivars included Azargol, Allstar, Alison and Euroflor, an experiment was conducted at Experimental Field of the Agricultural Faculty of Bu-Ali Sina University in 2007. Treatments were arranged on split plot based on randomized complete block with three replications. The irrigation treatments were full irrigation, deficit irrigation by withholding irrigation at heading, flowering, seed filling, at heading and seed filling and at flowering and seed filling stages. The results indicated that the highest protein percent was obtained from deficit irrigation treatments at seed filling period (23.2%). The highest oil percent (40.9%) was obtained from full irrigation treatment same with deficit irrigation at heading stage (40.6%). The lowest protein (22.2%) and oil (38.5%) were obtained from full irrigation and water deficit at flowering and grain filling, respectively. The highest protein (23.8%) and oil (41.8%) were observed at Euroflor. The highest seed yield (4805 kg ha⁻¹) was obtained from all cultivars at full irrigation and Euroflor at water deficit on seed filling stage. Full irrigation (1985.8 kg ha⁻¹) and Euroflor cv. (1707.9 kg ha⁻¹) have the highest oil yield. Deficit irrigation treatments at seed filling period have the highest oleic acid to linoleic acid ratio. Euroflor cv. had the highest oleic acid content (44.4%) and oleic to linoleic acid ratio (0.98) and had the lowest linoleic acid content (45.1%) and saturated fatty acids (10.5%). At all deficit irrigation at seed filling period produced the highest oil quality. The highest seed protein and oil percent and oil yield and quality belonged to Euroflor.

Keywords: Fatty acid; *Helianthus annuus*; Deficit irrigation; Oil percent; Yield.

* - Corresponding Author; Email: sepehri110@yahoo.com

