

بررسی کارایی محلول‌پاشی متانول بر صفات کیفی و فیزیولوژیکی گلرنگ در شرایط آبیاری

تکمیلی

افسانه قربانی^{۱*}، منوچهر سیاح فر^۲، قدرت اله شاکرمی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد

۲- مربی گروه زراعت، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم آباد، ایران

۳- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

نویسنده مسئول: افسانه قربانی

چکیده

به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول بر عملکرد کیفی و برخی صفات فیزیولوژیکی گلرنگ، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد کمالوند واقع در ۵ کیلومتری شهرستان خرم‌آباد اجرا شد. عوامل مورد مطالعه شامل محلول‌پاشی متانول در چهار سطح (محلول‌پاشی آب مقطر، محلول‌پاشی متانول با غلظت‌های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی) و عامل آبیاری تکمیلی در سه سطح (عدم آبیاری تکمیلی، آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و پر شدن دانه) بودند. نتایج آزمایش نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، سبزیگی برگ، و درصد روغن در آبیاری تکمیلی در مراحل غوزه‌دهی و پر شدن دانه بود ولی بیشترین درصد پروتئین در عدم آبیاری تکمیلی بود. همچنین بیشترین سبزیگی برگ، درصد پروتئین و درصد روغن در محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی دیده شد ولی بیشترین شاخص سطح برگ در محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی مشاهده شد. نتایج نشان داد جهت حصول حداکثر عملکرد کیفی تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل غوزه‌دهی و پر شدن دانه و محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی نسبت به سایر عوامل آزمایشی مناسب‌تر بود.

کلمات کلیدی: گلرنگ، آبیاری تکمیلی، محلول‌پاشی متانول، فیزیولوژی، درصد روغن

مقدمه

ارزش و اهمیت غذایی دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، با وجود تولید سالیانه ۲۷۱ هزار تن دانه روغنی در کشور بخش عمده‌ای از روغن مصرفی از منابع خارجی تأمین می‌شود. از بین دانه‌های روغنی سازگار با شرایط آب و هوایی ایران، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) به عنوان گیاه مقاوم به شوری و خشکی و با داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد (باسیل و کافکا، ۲۰۰۲). این گیاه بومی ایران بوده و به دلیل ویژگی‌های مطلوب و خاص نظیر استفاده‌های دارویی و غذایی از گل‌های آن تولید روغن نباتی با کیفیت بالا به دلیل بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً لینولئیک و اولئیک، تولید کنجاله به عنوان مکمل غذایی برای دام مقاومت نسبتاً زیاد آن به تنش‌های محیطی نظیر خشکی، شوری و سرمای زمستانه، از اهمیت خاصی برای تأمین دانه‌های روغنی مورد نیاز کشور برخوردار است (باقری و همکاران، ۲۰۱۲).

وقوع تنش رطوبتی به خصوص بعد از ورود به فاز زایشی به عملکرد گیاه آسیب زیادی می‌رساند. گیاهان در طول دوره رشد و نمو خود پیوسته به وسیله عوامل نامساعد محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند که این عوامل تنش نامیده می‌شوند. آبیاری تکمیلی، کاربرد مقدار محدودی آب در زمان توقف بارندگی است تا آب کافی برای تداوم رشد بوته‌ها و افزایش و ثبات عملکرد دانه تأمین شود. بدیهی است این مقدار آب مصرفی به تنهایی برای تولید گیاه زراعی کافی نیست، بنابراین از ویژگی‌های ضروری آبیاری تکمیلی، طبیعت تکمیلی باران و آبیاری است (استون و اسپلیگل، ۲۰۰۶). جباری‌اونج و عبادی (۲۰۱۲) در بررسی آبیاری تکمیلی (بدون آبیاری، آبیاری در مرحله غوزه‌دهی و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی) در گلرنگ گزارش دادند بیشترین تعداد غوزه در گیاه در آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی، بیشترین تعداد دانه در غوزه، وزن خشک اندام هوایی، وزن هزار دانه و درصد روغن در آبیاری در مرحله گلدهی مشاهده شد. فلاح‌طوسی و عزیزی (۲۰۱۵) در آبیاری تکمیلی در گلرنگ (بدون آبیاری، آبیاری در مرحله روزت، آبیاری در مرحله گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه، آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه) گزارش دادند بیشترین ارتفاع بوته در آبیاری تکمیلی در مرحله روزت، تعداد دانه در غوزه اصلی، تعداد دانه در غوزه فرعی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی دیده شد.

طی سال‌های اخیر مطالعات به سمت استفاده از ترکیب جدیدی است که در داخل گیاه سنتز می‌شود و در مراحل از دوره رشد گیاه جهت افزایش غلظت CO_2 در داخل گیاه و بالا بردن راندمان فتوسنتزی گیاه استفاده می‌شود. این ماده متانول نام دارد که ساده‌ترین الکل تک‌کربنی

می‌باشد (صادقی شعاعی و همکاران، ۲۰۱۲). انصار و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی محلول‌پاشی متانول با غلظت‌های (صفر، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی) گزارش دادند بیشترین درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، درصد روغن و عملکرد روغن در محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی دیده شد. پاساری و یخچالی (۲۰۱۵) در بررسی محلول‌پاشی متانول (شاهد، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی) در نخود گزارش کردند که محلول‌پاشی متانول سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نخود شد. بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در محلول‌پاشی متانول با غلظت ۳۰ درصد حجمی دیده شد. عمارت‌پرداز و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی محلول‌پاشی متانول در لوبیا چیتی گزارش دادند که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد نیام در ساقه اصلی، وزن خشک اندام هوایی، وزن صد دانه، عملکرد دانه در هکتار، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در محلول‌پاشی متانول با ۵ درصد حجمی بعد از گلدهی دیده شد. با توجه به اهمیت گیاهان دانه روغنی و همچنین شرایط خشکسالی در کشور، تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی متانول و همچنین آبیاری تکمیلی بر روی صفات کیفی و فیزیولوژیکی گلرنگ در شرایط اقلیمی شهرستان خرم‌آباد، استان لرستان، به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در شرایط اقلیمی شهرستان خرم‌آباد و در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کمالوند خرم‌آباد (زاهدشیر) واقع در ۵ کیلومتری این شهرستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۹ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین بارندگی سالیانه این منطقه براساس آمار ۳۵ ساله ۵۲۰ میلی‌متر می‌باشد و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد است. قبل از انجام آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک از چندین نقطه زمین نمونه‌هایی تهیه و پس از مخلوط کردن، یک نمونه یک کیلویی تهیه و جهت آزمون خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در قبل از شروع آزمایش (در عمق صفر تا

۳۰ سانتی متر خاک)

بافت خاک	pH	EC (dS/m)	درصد اشباع	کربن آلی (%)	ازت کل (%)	فسفر	پتاس	روی	بر	مس	آهن
رسی لومی	۷/۹	۰/۵۵	۰/۴۷	۰/۹۸	۸/۰۲	۶/۹	۳۵۵	۱/۴۶	۰/۲	۱/۳۶	۴/۲۴

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید عوامل مورد مطالعه عبارتند از آبیاری تکمیلی در سه پلات های اصلی در سه سطح (شاهد، یک مرحله آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی، دو مرحله آبیاری تکمیلی در مراحل غوزه‌دهی و پر شدن دانه) و محلول پاشی متانول در پلات های فرعی در چهار سطح (شاهد (محلول پاشی آب مقطر)، محلول پاشی متانول با غلظت ۱۵ درصد حجمی، محلول- پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی و محلول پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی).

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و لولر در اوایل آبان ماه به نحو مطلوب انجام شد و قبل از کاشت از زمین مربوطه یک نمونه مرکب خاک جهت آزمون خاک برداشت شد بنابراین میزان مصرف کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسه براساس نتایج آزمون خاک بود. تمام کودهای فسفره و پتاسه و نیمی از کود نیتروژنه در زمان کاشت و هنگام عملیات تهیه زمین به خاک داده شد تاریخ کاشت مطابق با تاریخ کاشت توصیه شده منطقه ۱۳۹۳/۱۲/۰۵ انجام شد هر تکرار شامل چهار کرت اصلی و چهار کرت فرعی بود و در هر کرت فرعی چهار خط کاشت به طول ۶ متر بود فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. فاصله بین بوته‌ها ۶-۵ سانتی متر، فاصله ردیف کاشت ۵۰ سانتی متر و عمق کاشت بذر ۵-۲ سانتی متر بود. بذور قبل از کاشت توسط قارچ کش ویتاواکس یک در هزار ضد عفونی شدند و سپس بذرها در داخل شیارهای ایجاد شده بر روی پشته کاشته شدند و سپس روی آنها با خاک نرم پوشیده شد. در طی مراحل داشت اعمالی از قبیل وجین، کوددهی، آبیاری و سایر اعمال زراعی انجام شد. تنک کردن بوته‌ها به منظور دستیابی تراکم مطلوب پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها بر اساس فاصله ۶ سانتی متر بوته‌ها روی ردیف کاشت انجام گرفت. در هنگام انجام عملیات تنک کردن، بوته‌های گلرنگ دارای ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتی متر بودند. برای تهیه غلظت‌های مختلف متانول مثلاً برای تیمار ۱۵ درصد حجمی، ۳ لیتر متانول و ۳ گرم اسید آمینه گلايسين

استفاده شد و به ازای هر ۱ لیتر متانول ۱ گرم اسید آمینه گلايسين استفاده شد. و برای تیمار (عدم محلول‌پاشی) فقط از محلول‌پاشی آب مقطر استفاده شد. رقم مورد استفاده در این تحقیق، رقم فرامان به علت وضعیت مناسب در بین سایر ژنوتیپ‌های تحت بررسی و در مناطق معتدل سرد کرمانشاه، ایلام، لرستان و شیروان (خراسان شمالی) بود.

پس از برداشت گیاه، شاخص های کیفی و فیزیولوژیکی شامل شاخص SPAD، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، درصد پروتئین و روغن دانه و عملکرد پروتئین و روغن مورد اندازه گیری قرار گرفتند. در مرحله گلدهی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (مدل SPAD 502) از هر کرت آزمایشی به صورت تصادفی ۱۰ برگ (برگ‌های توسعه یافته و جوان بالایی هر بوته) انتخاب و میزان سبزی‌نگی بر حسب شاخص SPAD آنها اندازه‌گیری شد و میانگین آنها محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

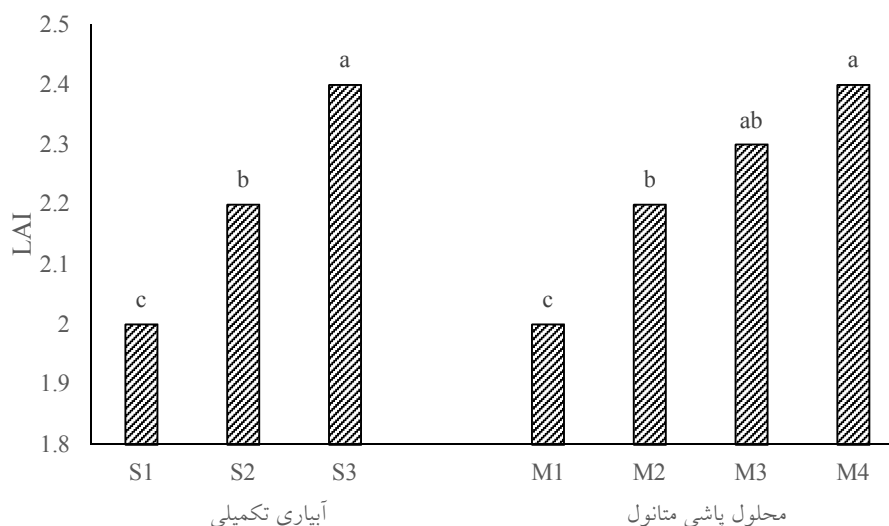
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ گلرنگ داشتند ولی اثر متقابل آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ گلرنگ نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر عامل آبیاری تکمیلی (S) روی شاخص سطح برگ (LAI) گلرنگ نشان داد آبیاری تکمیلی نسبت به عدم آبیاری موجب افزایش شاخص سطح برگ گلرنگ شد بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار دو مرحله آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و پرشدن دانه (S₃) با میانگین ۲/۴ و کمترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار عدم آبیاری تکمیلی (S₁) با میانگین ۲ بود (شکل ۱). مقایسه میانگین تاثیر عامل محلول‌پاشی متانول (M) بر شاخص سطح برگ (LAI) گلرنگ نشان داد تمام غلظت‌های محلول‌پاشی متانول نسبت به محلول‌پاشی آب مقطر موجب افزایش شاخص سطح برگ گلرنگ شد بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی (M₄) با میانگین ۲/۴ بود که اختلاف معنی‌داری در شاخص سطح برگ با تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی (M₃) با میانگین ۲/۳ نداشت و کمترین شاخص سطح برگ در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر (M₁) با میانگین ۲ بود

همچنین بین شاخص سطح برگ در تیمار محلول پاشی متانول با غلظت ۱۵ درصد حجمی (M_2) با میانگین ۲/۲ با محلول پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی (M_3) اختلاف معنی داری نبود (شکل ۲). جباری اونج و عبادی (۲۰۱۲) در بررسی آبیاری تکمیلی (بدون آبیاری، آبیاری در مرحله غوزه دهی و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی) در گلرنگ گزارش دادند بیشترین شاخص سطح برگ در آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه دهی بود. فلاح طوسی و عزیزی (۲۰۱۵) در آبیاری تکمیلی در گلرنگ (بدون آبیاری، آبیاری در مرحله روزت، آبیاری در مرحله گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه، آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه) گزارش دادند بیشترین شاخص سطح برگ در آبیاری تکمیلی در مرحله روزت دیده شد. متانول عمدتاً از طریق به تأخیر انداختن پیری برگها و نیز تحریک افزایش ساخت هورمون های اکسن و سایتوکینین توسط باکتری میتلوتروفیک موجود روی سطح برگ های گیاهان، باعث افزایش سطح برگ مؤثر آنها می شود. افزایش رشد به وجود آمده در اثر محلول پاشی متانول در گوجه فرنگی ۵۰ درصد، و توت فرنگی ۶۰ درصد، پنبه ۵۰ درصد، گل رز ۴۰ درصد، هندوانه ۳۶ درصد گزارش شده است (صفرزاده ویشگاهی، ۱۳۸۶).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی گلرنگ تحت تاثیر آبیاری تکمیلی و محلول پاشی متانول

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			SPAD	RWC	LAI
		درصد پروتئین	درصد روغن	عملکرد روغن			
بلوک	۲	۲/۹۴ ^{ns}	۱۳/۷ ^{ns}	۳۰۷۳۷/۷ ^{ns}	۳۳/۳ ^{ns}	۲۱۴/۷ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}
آبیاری تکمیلی	۲	۳/۹۱ ^{**}	۳۹/۹ ^{**}	۶۶۳۷۹/۱ ^{**}	۷۴۲ ^{**}	۱۴۴۵/۵ ^{**}	۰/۴۶ ^{**}
خطای (a)	۴	۰/۷۲	۴/۳۴	۸۲۵/۱	۱۲۵/۶	۱۳۸/۴	۰/۰۴
محلول پاشی	۳	۲/۸۳ ^{**}	۱۴/۲ ^{**}	۲۲۲۰۰/۲ ^{**}	۱۵۸/۱ ^{**}	۵۶/۶ ^{ns}	۰/۲۵ ^{**}
آبیاری تکمیلی	۶	۰/۸ ^{ns}	۰/۲۸ ^{ns}	۵۵۰/۴ ^{ns}	۱۱/۶ ^{ns}	۹/۲۷ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
خطای (b)	۱۸	۰/۳۳	۱/۷۵	۱۲۷۲/۸	۲۰/۳	۲۷/۲	۰/۰۲
ضریب تغییرات		۳/۲۴	۳/۲۴	۴/۶	۸/۳	۷/۴۷	۶/۵۹

ns و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد.



شکل ۱- تاثیر محلول پاشی متانول و آبیاری تکمیلی بر روی شاخص سطح برگ گیاه گلرنگ. S1: عدم آبیاری تکمیلی، S1: آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی، S3: آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و پرشدن دانه، M1: محلول پاشی آب مقطر، M2: محلول پاشی متانول ۱۵ درصد حجمی، M3: محلول پاشی متانول ۲۰ درصد حجمی، M3: محلول پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی.

میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر آبیاری تکمیلی در سطح آماری ۵٪ اثر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ (RWC) گلرنگ داشت ولی اثر محلول‌پاشی متانول و اثر متقابل آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ اثر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ گلرنگ نداشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر عامل آبیاری تکمیلی (S) روی محتوای نسبی آب برگ (RWC) گلرنگ نشان داد آبیاری تکمیلی نسبت به عدم آبیاری موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ گلرنگ شد بیشترین محتوای نسبی آب برگ مربوط به تیمار دو مرحله آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و پرشدن دانه (S₃) با میانگین ۷۹/۸ درصد و کمترین محتوای نسبی آب برگ مربوط به تیمار عدم آبیاری تکمیلی (S₁) با میانگین ۵۸ درصد بود (جدول ۳). فلاح‌طوسی و عزیز (۲۰۱۵) در آبیاری تکمیلی در گلرنگ (بدون آبیاری، آبیاری در مرحله روزت، آبیاری در مرحله گلدهی، آبیاری در مرحله پر شدن دانه، آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه) گزارش دادند بیشترین محتوای نسبی آب برگ در آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی بود. عدم دسترسی به آب که منجر به واکنش گیاه به منظور حفظ رطوبت سلول از طریق تنظیم اسمزی در اغلب گیاهان می‌شود که موجب کاهش پتانسیل آب در تیمار عدم آبیاری نسبت به تیمارهای آبیاری تکمیلی شده است کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش خشکی دارای همبستگی مثبت و بالایی با

رطوبت خاک می‌باشد (فور و همکاران، ۲۰۰۶). پتانسیل کل آب برگ و محتوی نسبی آب به صورت مستقیم و غیرمستقیم با عکس‌العمل گیاه در برابر تنش خشکی در ارتباط است و هر گونه تنش خشکی موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (برون، ۱۹۹۵). عبادی (۱۹۹۹) بیان کرد تنش آب موجب کاهش پتانسیل آب برگ و محتوی رطوبت نسبی باقلا می‌شود.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف آبیاری تکمیلی بر روی برخی صفات فیزیولوژیکی گلرنگ

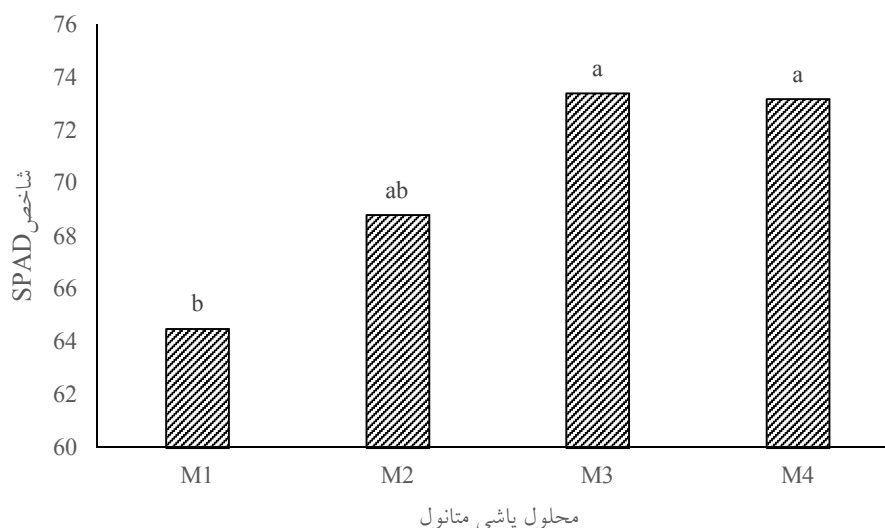
عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن دانه	درصد پروتئین دانه	SPAD	RWC	آبیاری تکمیلی
۲۵۶/۱	۲۶/۷	۱۸/۳	۴۶/۶	۵۸	S1
۳۱۲/۳	۲۷/۳	۱۷/۴	۵۰/۱	۶۴/۳	S2
۴۰۴/۶	۳۰/۴	۱۷/۱	۶۲/۲	۷۹/۸	S3

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

سبزی‌نگی برگ (شاخص SPAD)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی‌داری بر سبزی‌نگی برگ (شاخص SPAD) گلرنگ داشتند ولی اثر متقابل آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر سبزی‌نگی برگ گلرنگ نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر عامل آبیاری تکمیلی (S) روی سبزی‌نگی برگ (شاخص SPAD) گلرنگ نشان داد که آبیاری تکمیلی نسبت به عدم آبیاری موجب افزایش سبزی‌نگی برگ گلرنگ شد بیشترین سبزی‌نگی برگ مربوط به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و پرشدن دانه (S₃) با میانگین ۶۲/۲ و کمترین سبزی‌نگی برگ مربوط به تیمار عدم آبیاری تکمیلی (S₁) با میانگین ۴۶/۶ بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر عامل محلول‌پاشی متانول (M) بر سبزی‌نگی برگ (شاخص SPAD) گلرنگ نشان داد که محلول‌پاشی متانول با غلظت‌های ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی نسبت به محلول‌پاشی آب مقطر موجب افزایش سبزی‌نگی برگ گلرنگ شد بیشترین سبزی‌نگی برگ مربوط به تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی (M₃) با میانگین ۷۳/۴ بود که اختلاف معنی‌داری در سبزی‌نگی برگ با تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی (M₄) با میانگین ۷۳/۲ و محلول‌پاشی متانول با غلظت ۱۵ درصد حجمی (M₂) با میانگین ۶۸/۸ نشان‌نداد و کمترین سبزی‌نگی برگ در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر (M₁) با میانگین ۶۴/۵ بود که

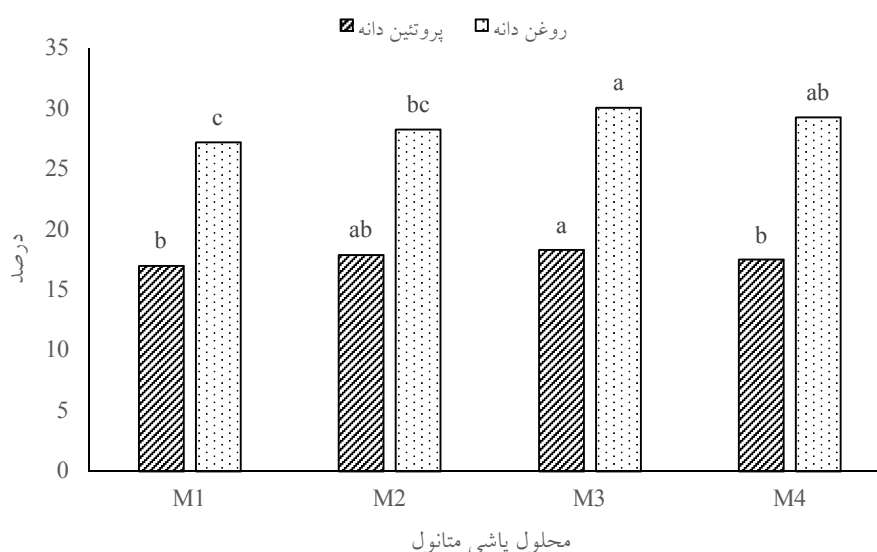
اختلاف معنی‌داری در سبزیگی برگ با محلول‌پاشی متانول با غلظت ۱۵ درصد حجمی (M₂) نداشت (شکل ۲). آرمین و کیوانلو (۱۳۹۴) در بررسی محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی) در ذرت گزارش دادند بیشترین سبزیگی برگ در محلول-پاشی متانول با ۳۰ درصد حجمی دیده شد. رمبرج و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی محلول‌پاشی متانول در گیاهان گزارش کردند که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش سبزیگی برگ گیاهان و افزایش مقدار کلروفیل می‌شود. پاک‌نژاد و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که محلول‌پاشی برگ‌گی متانول موجب افزایش کلروفیل و ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید ماده خشک بیشتر می‌شود ولی غلظت‌های بالای محلول‌پاشی متانول می‌تواند غلظت کلروفیل را کاهش دهد. افزایش مقدار کلروفیل می‌تواند با اکسیداسیون متانول در بوته‌های دارای کمبود آب مرتبط باشد، زیرا بوته‌ها در شرایط کمبود آب با تنش اکسیداتیو روبرو می‌شوند، در این شرایط متانول به راحتی توسط عصاره برگ به فرمالدئید اکسیده می‌شود که این امر تا حد زیادی توسط آنزیم کاتالاز انجام می‌گیرد و دیگر این آنزیم وارد مسیر تخریبی کلروفیل نمی‌گردد. به نظر می‌رسد، محلول‌پاشی متانول با افزایش تولید سیتوکینین و افزایش تقسیم سلول، تحریک رشد و افزایش ارتفاع در گیاهان تیمار شده را موجب می‌شود (آرمین و کیوانلو، ۱۳۹۴).



شکل ۲- تاثیر محلول‌پاشی متانول بر روی شاخص SPAD گیاه گل‌رنگ. M₁: محلول‌پاشی آب مقطر، M₂: محلول‌پاشی متانول ۱۵ درصد حجمی، M₃: محلول‌پاشی متانول ۲۰ درصد حجمی، M₄: محلول‌پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی. میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

درصد پروتئین

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین گلرنگ داشتند ولی اثر متقابل آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین گلرنگ نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر عامل آبیاری تکمیلی (S) روی درصد پروتئین گلرنگ نشان داد که عدم آبیاری نسبت به آبیاری تکمیلی سبب افزایش درصد پروتئین گلرنگ شد. بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار عدم آبیاری (S₁) با میانگین ۱۸/۳ درصد و کمترین درصد پروتئین در تیمار دو مرحله آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و پرشدن دانه (S₃) با میانگین ۱۷/۱ درصد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر عامل محلول‌پاشی متانول (M) بر درصد پروتئین گلرنگ نشان داد که محلول‌پاشی متانول با غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ نسبت به محلول‌پاشی آب مقطر موجب افزایش درصد پروتئین گلرنگ شد. بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی (M₃) با میانگین ۱۸/۳ درصد بود که اختلاف معنی‌داری در درصد پروتئین با محلول‌پاشی متانول با غلظت ۱۵ درصد حجمی (M₂) با میانگین ۱۷/۹ درصد نداشت و کمترین درصد پروتئین در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر (M₃) با میانگین ۱۷ درصد بود که اختلاف معنی‌داری در درصد پروتئین با تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی (M₄) با میانگین ۱۷/۵ درصد نشان نداد، همچنین بین محلول‌پاشی متانول با غلظت‌های ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی نیز اختلاف معنی‌داری در درصد پروتئین دیده نشد (شکل ۳). خاکی مقدم و رخزادی (۲۰۱۵) افزایش درصد پروتئین گلرنگ را در اثر محلول‌پاشی متانول گزارش دادند. صادقی‌شعاع و همکاران (۲۰۱۲) افزایش درصد پروتئین ماش را در اثر محلول‌پاشی متانول گزارش دادند. ممکن است افزایش فعالیت باکتری‌های متیلوتروف و افزایش تولید سایتوکینین نیز بر سنتز پروتئین در دانه‌های بادام‌زمینی اثر گذاشته باشد، زیرا این هورمون بر سنتز پروتئین در گیاهان نیز تاثیر می‌گذارد (آیوانوا و همکاران، ۲۰۰۰).



شکل ۳- تاثیر محلول پاشی متانول بر روی درصد پروتئین و روغن دانه گیاه گلرنگ. M1: محلول پاشی آب مقطر، M2: محلول پاشی متانول ۱۵ درصد حجمی، M3: محلول پاشی متانول ۲۰ درصد حجمی، M3: محلول پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی. میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

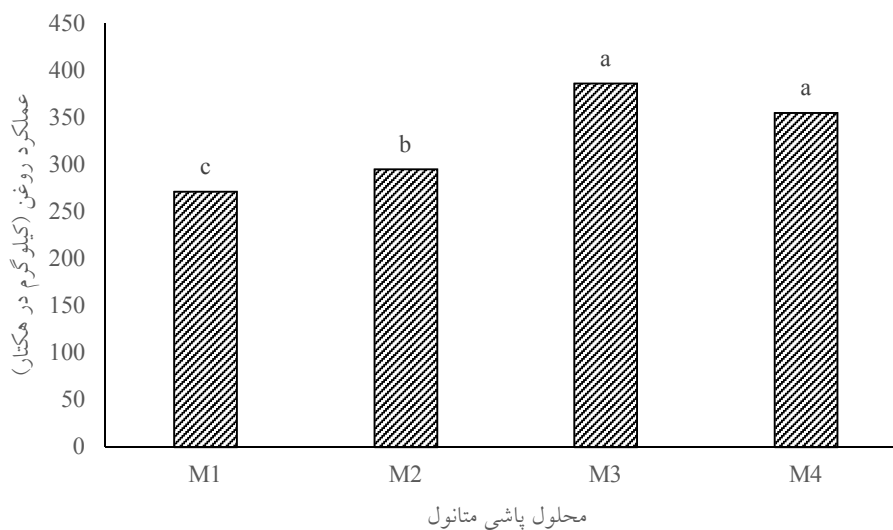
درصد روغن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری تکمیلی و محلول پاشی متانول در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی داری بر درصد روغن گلرنگ داشتند ولی اثر متقابل آبیاری تکمیلی و محلول پاشی متانول در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی داری بر درصد روغن گلرنگ نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر عامل آبیاری تکمیلی (S) روی درصد روغن گلرنگ نشان داد که آبیاری تکمیلی نسبت به عدم آبیاری سبب افزایش درصد روغن گلرنگ شد. بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار دو مرحله آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه دهی و پرشدن دانه (S₃) با میانگین ۳۰/۴ درصد و کمترین درصد روغن مربوط به تیمار عدم آبیاری تکمیلی (S₁) با میانگین ۲۶/۷ درصد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر عامل محلول پاشی متانول (M) بر درصد روغن گلرنگ نشان داد که محلول پاشی متانول با غلظت ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش درصد روغن گلرنگ شد. بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار محلول پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی (M₃) با میانگین ۳۰/۱ درصد بود که اختلاف معنی داری در درصد روغن با تیمار محلول-پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی (M₄) با میانگین ۲۹/۳ درصد نشان نداد و کمترین درصد روغن در تیمار محلول پاشی آب مقطر (M₁) با میانگین ۲۷/۲ درصد بود که اختلاف معنی داری در درصد روغن با تیمار محلول پاشی متانول با غلظت ۱۵ درصد حجمی (M₂) با میانگین ۲۸/۳ درصد

نداشت، همچنین بین محلول‌پاشی متانول با غلظت‌های ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی نیز اختلاف معنی‌داری در درصد روغن نبود (شکل ۳). جباری‌اورنج و عبادی (۲۰۱۲) و فلاح طوسی و عزیزی (۲۰۱۵) افزایش درصد روغن گلرنگ را در اثر آبیاری تکمیلی گزارش دادند. خاکی‌مقدم و رخصزادی (۲۰۱۵) افزایش درصد روغن گلرنگ را در اثر محلول‌پاشی متانول با غلظت ۱۱ درصد حجمی گزارش دادند. حکیم اول و همکاران (۱۳۹۳) افزایش روغن گلرنگ را در اثر محلول‌پاشی متانول با غلظت ۳۰ درصد حجمی گزارش دادند. بالاتر بودن درصد پروتئین در هنگام آبیاری نسبت به عدم آبیاری می‌تواند مرتبط با کاهش طول دوره رشد و نمو در شرایط دیم باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات به پروتئین و در نتیجه افزایش درصد پروتئین شده است (ذاکری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴).

عملکرد روغن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی‌داری بر عملکرد روغن گلرنگ داشتند ولی اثر متقابل آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی متانول در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر عملکرد روغن گلرنگ نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر عامل آبیاری تکمیلی (S) روی عملکرد روغن گلرنگ نشان داد که آبیاری تکمیلی نسبت به عدم آبیاری سبب افزایش عملکرد روغن گلرنگ شد. بیشترین عملکرد روغن مربوط به تیمار دو مرحله آبیاری تکمیلی در مرحله غوزه‌دهی و پر شدن دانه (S₃) با میانگین ۴۰۴/۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد روغن مربوط به تیمار عدم آبیاری تکمیلی (S₁) با میانگین ۲۵۶/۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر عامل محلول‌پاشی متانول (M) بر عملکرد روغن گلرنگ نشان داد که محلول‌پاشی متانول با غلظت‌های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش عملکرد روغن گلرنگ شد بیشترین عملکرد روغن مربوط به تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی (M₃) با میانگین ۳۸۶/۹ کیلوگرم در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری در عملکرد روغن با تیمار محلول‌پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی (M₄) با میانگین ۳۵۵/۷ کیلوگرم در هکتار نداشت و کمترین عملکرد روغن در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر (M₁) با میانگین ۲۷۱/۵ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴). خاکی‌مقدم و رخصزادی (۲۰۱۵) افزایش عملکرد روغن گلرنگ را در اثر محلول‌پاشی متانول با غلظت ۱۱ درصد حجمی گزارش دادند. افزایش عملکرد دانه و درصد روغن گلرنگ را در اثر محلول‌پاشی متانول عامل موثر در افزایش عملکرد روغن دانستند (انصار و همکاران، ۱۳۹۱). سوقانی و همکاران (۲۰۱۴) نیز افزایش عملکرد روغن سویا را در اثر محلول‌پاشی متانول گزارش دادند.



شکل ۴- تاثیر محلول پاشی متانول بر روی عملکرد روغن دانه گیاه گلرنگ. M1: محلول پاشی آب مقطر، M2: محلول پاشی ۱۵ درصد حجمی، M3: محلول پاشی متانول ۲۰ درصد حجمی، M3: محلول پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی. میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان داد که آبیاری تکمیلی و محلول پاشی غلظت های مختلف متانول تاثیر معنی داری بر عملکرد کیفی گلرنگ داشت. در اغلب صفات مورد بررسی آبیاری تکمیلی در مراحل غوزه دهی و پر شدن دانه و محلول پاشی متانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی موجب بیشترین عملکرد کیفی در گلرنگ شد. بیشترین شاخص سطح برگ در محلول پاشی متانول با غلظت ۲۵ درصد حجمی دیده شد. در کل نتایج آزمایش نشان داد که انجام آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشدی گلرنگ نظیر غوزه دهی و پر شدن دانه با کاهش اثرات مخرب تنش موجب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن گلرنگ شد و محلول پاشی متانول به عنوان یک منبع کربنی با کاهش اثرات تنش خشکی و افزایش شاخص سطح برگ، سبزیگی برگ و فتوسنتز موجب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن گلرنگ شد.

منابع

- آرمین، م. ع. کیوانلو. ۱۳۹۴. اثر محلول‌پاشی متانول بر خصوصیات ریخت‌شناسی ریشه و اندام هوایی ذرت در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های به‌زراعی، جلد ۷، شماره ۱، ص ۲۷-۴۰.
- انصار، ز. م. کمالی، م. برادران‌فیروزآبادی، ب. کامکار. ۱۳۹۱. بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر صفات کمی، درصد روغن و پروتئین دانه کنجد (رقم ناز چند شاخه). دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۴ صفحه.
- حکیم اول، ا.ع. ح. مدنی، م. چنگیزی. ۱۳۹۳. اثر مقادیر و زمان کاربرد متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره در منطقه فراهان. یافته‌های نوین کشاورزی، سال هفتم، شماره سوم، ص ۱۹۹-۲۱۰.
- ذاکری‌نژاد، ر. م. یوسفی‌راد و ع. هان. ۱۳۹۴. تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان پروتئین نخود دیم رقم آرمان. سومین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ۲۶ آذرماه.
- صفرزاده‌ویشکایی، م.ن. ۱۳۸۶. اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی. پایان نامه دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزارد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۲۲۳ صفحه.
- عمارت‌پرداز، ج. ا. حامی، ح. دواتی کاظم‌نیا. ۱۳۹۳. تاثیر محلول‌پاشی متانول بر اجزای عملکرد لوبیا چیتی در شرایط تنش آبی. ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ص ۱۳۷-۱۲۵.
- Bagheri, H., B. Andalibi and R. Azimi-Moghaddam. 2012. Effect of atrazine anti-transpiration application on improving physiological traits, yield and yield components of safflower under rainfed condition. *Journal of Crops Improvement*, 14: 1-16.
- Bassil, B.S. and S.R. Kaffka. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and irrigation. II Crop response to salinity. *Agriculture Water Management*, 54: 81-92.
- Brown, R.W. 1995. The water relations of range plants: Adaptations to water deficits. In: Bedunah, D.J., Sosebee, R.E. (Eds.), *Wild Land Plants. Physiological Ecology and Developmental Morphology*. Society of Range Management. Denver. Ca. pp. 291-413.
- Ebadi Khazinehghadim, A. 1999. Evaluation of physiological aspects of rainfed alfalfa to improve yield. Doctoral Thesis. Faculty of Agriculture. Tarbiat Modarres University. [In Persian with English Summary].
- FallahToosi, A. M. Azizi. 2015. Study of Safflower cultivars yield and yield components under different supplementary irrigation conditions. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LVIII, ISSN 2285-5785.

- Faver, K.L. and T.J. Gerik. 2006. Foliar-applied methanol effects on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) gas exchange and growth. *Field Crops Research*, 47: 227–234.
- Ivanova, F.G. N.V. Doronina, A.O. Shepelyakovskaya, A.G. Laman, F.A. Brovko, and Y.A. Trotsenko. 2000. Faculative and obligate aerobic methylobacteria synthesize cytokinins. *Microbiol.* 69:646-651.
- Jabbari Orange, M. A. Ebadi. 2012. Responses of phenological and physiological stages of spring safflower to complementary irrigation. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(10), pp. 2465-2471.
- Khaki-Moghadam, A. A. Rokhzadi. 2015. Growth and yield parameters of safflower (*Carthamus tinctorius*) as influenced by foliar methanol application under well-watered and water deficit conditions. *Environmental and Experimental Biology*, 13: 93–97.
- Paknejad, F., M. Mirakhori, M. J. Al-Ahmadi, M. R. Tookalo, A. R. Pazoki and P. Nazer. 2009. Physiological response of soybean (*Glycine max*) to foliar application of methanol under different soil moistures. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4 (4): 311-318.
- Pasari, B. M.SH. Yakhchali. 2015. Study the effect of methanol foliage spraying on Chickpea cultivars in rainfed condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21 (No 1) 93-99.
- Sadeghi-Shoae, M., F. Paknejad, A. Kashani, T. Nooralvandi, and M. R. Tookaloo. 2012. Can foliar application with methanol improve the yield, yield components and physiological performance of mung bean (*Vignaradiata* L.). *Annals of Biological Research*, 2012. 3 (10): 4780-4785.
- Soghani, A. M. Yarnia, F. Paknejad, F. Farahvash, and S. Vazan. 2014. Effect of methanol on physiological indexes, yield and yield components and quality traits of soybean in different irrigation conditions. *Crop Res.* 48 (1, 2 & 3) : 47-56.
- Stone. L.R. A.J. Schlegel. 2006. Yield–water supply relationships of grain sorghum and winter wheat. *Agronomy journal.* 98:1359-1366.

Study the Efficiency of Methanol Foliar Application on Some Qualitative and Physiological Traits of Safflower under Supplemental Irrigation

Afsaneh Ghorbani^{1*}, Manouchehr Sayyahfar², Ghodratolla Shakarami³

- 1- MSc graduated of plant breeding and agronomy, college of agriculture, Islamic Azad University, Khorram Abad Branch
- 2- Scientific member of department of agronomy and plant breeding, college of agriculture, Islamic Azad University, Khorram Abad Branch, Khorram Abad, Iran
- 3- PhD student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of supplemental irrigation and foliar application of methanol concentrations on quality, and some physiological traits of safflower, an experiment was conducted as split-plot in a randomized complete block design in three replications, in the 2014-2015 crop year on the farm Kamalvand located 5 km from the Khorramabad Azad University. Treatment consisted of methanol at four levels (foliar application of water, methanol with a concentration of 15, 20 and 25% by volume) and supplemental irrigation at three levels (no supplemental irrigation supplementary irrigation systems and irrigation in both stage Additional Rate and grain filling stage of boll respectively). The results showed that leaf area index, relative water content, leaf greenness index in the seed stage of supplemental irrigation and grain filling, but the highest percentage of protein obtained in the absence of supplemental irrigation. The highest leaf greenness index, protein and oil content by volume of methanol at a concentration of 20% was seen, but most LAI was observed in methanol at a concentration of 25% by volume. In conclusion, in order to achieve maximum quality and quantity of supplementary irrigation in both stage and grain filling and methanol at a concentration of 20% by volume relative to the rest of the trial a more suitable.

Keywords: Safflower, supplemental irrigation, methanol, physiological, protein content.