اثر محلول‌پاشی رس کائولین و قطع آبیاری بر خصوصیات کمی گیاه گلرنگ

(*Carthamus tinctorius* L.)

شیما توریوریان[۱]، بابک پاساری*[۲] و خسرو محمدی[۳]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.
۲و۳) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

* نویسنده مسئول: **bpasary@yahoo.com**

تاریخ دریافت:۹۶/۰۵/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۹**

چکیده

بخشی از نور مادون قرمز خورشید در واکنش فتوسنتز گیاه اثری ندارد و عمدتا صرف افزایش دمای گیاه و افزایش تعرق و مصرف آب می‌شود، محلول‌پاشی رس کائولین به‌وسیله بازتابش نور خورشید موجب تعدیل شرایط حرارتی و کاهش تعرق در گیاه می‌شود. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های یک بارخرد شده در سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج اجرا شد. در این آزمایش قطع آبیاری با چهار سطح آبیاری شامل شاهد (آبیاری کامل در تمام مراحل رشد)، قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی تا آخر فصل رشد، قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی تا آخر فصل رشد، قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه تا آخر فصل رشد در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی رس کائولین شامل: محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)، محلول‌پاشی با رس کائولین ۲/۵ و ۵ درصد، در کرت‌های فرعی مقایسه شدند. نتایج نشان داد که اثر تنش بر تعداد برگ، وزن طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد دانه در تیمار شاهد یا آبیاری کامل به میزان ۱۰۸۴/۳۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، گل‌دهی و پر شدن دانه در مقایسه با شاهد به‌ترتیب: ۴۴/۳۹ ، ۳۱/۴۲ و ۳/۲ درصد کاهش عملکرد نشان دادند. در این آزمایش اثر رس‌کائولین بر وزن برگ، وزن طبق، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، درصد و عملکرد پروتئین در سطح ۱ درصد و بر روی صفات درصد روغن و عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. محلول‌پاشی کائولین ۲/۵ و ۵ درصد به‌دلیل افزایش عملکرد دانه به‌ترتیب به میزان: ۲۳/۷۳ و ۵/۴۹ درصد در مقایسه با شاهد توصیه شد.

واژه‌های کلیدی: تعرق، تنش خشکی، روغن و عملکرد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

مقدمه

بیش از ۹۰ درصد سطح اراضی ایران در معرض خشکی قرار دارد. از آن‌جایی که بیش از ۸۸ درصد از آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و نظر به مصرف بی‌رویه منابع آب زیرزمینی جهت آبیاری مزارع و در نتیجه افت شدید سطح سفره‌های آب زیرزمینی، کاهش مصرف و افزایش کارایی مصرف آب امری حیاتی است. افزایش یک درصد راندمان آبیاری، سالانه یک میلیارد متر مکعب صرفه جویی در آب را برای کشور به همراه خواهد داشت (پاساری، ۱۳۸۹). بر اساس اطلاعات موجود فقط ۵۰ درصد نور خورشید در طول موج قابل استفاده گیاهان بوده و تقریبا ۵۰ درصد بقیه، نور مادون قرمز بوده که اثری در افزایش رشد و نمو گیاهان نداشته و عمدتا صرف افزایش دمای گیاهان و در نتیجه افزایش تعرق و نهایتا افزایش نیاز آبی و مصرف آب خواهد شد. لذا به‌منظور کاهش اثر نور خورشید و جلوگیری از برخورد و جذب نور خورشید توسط برگ‌ها به‌کارگیری ترکیبات ضد تعرق و به‌ویژه مواد منعکس کننده نور حائز اهمیت هستند. کاربرد مواد ضد تعرق یک ابزار نوید بخش برای تنظیم تعرق در حفظ آب گیاه در حد مطلوب است Goreta و همکاران (۲۰۰۷) با توجه به اثر منفی دمای زیاد بر مراحل رشد رویشی، زایشی و رشد و نمو میوهٔ گیاهان، استفاده از ترکیبات ضد تعرق و منعکس کنندهٔ نور خورشید به‌منظور کاهش اثر سوء دما در برخی از مناطق دنیا مرسوم شده است. مطالعات نشان داده است که کاربرد کائولین به‌عنوان یکی از ترکیبات طبیعی مورد استفاده برای کاهش اثر منفی تنش گرمایی و آبی به‌واسطهٔ قابلیت انعکاس نور خورشید و کاهش دمای برگ و میوه در برخی از محصولات باغی موجب بهبود قابلیت میوه‌دهی و افزایش کیفیت میوه شده است. کائولین یک پوشش ذره‌ای کارا با ویژگی‌های منحصر به فرد است؛ از جمله این‌که این ذرات از نظر شیمیایی بی‌اثر هستند، قطر ذرات آن‌ها کم‌تر از دو میکرومتر بوده و طوری فرموله شده‌اند که قدرت پراکندگی بالایی داشته و می‌تواند پوشش یکنواختی بر روی سطح برگ‌ها ایجاد نماید. پوشش ایجاد شده توسط این ماده منفذدار بوده، در تبادل گازی برگ اختلالی به‌وجود نمی‌آورد، اشعه فعال فتوسنتزی را از خود عبور داده، اما تا حدودی مانع از عبور اشعه‌های مادون قرمز و ماوراء بنفش شد. کائولین معدنی کاملاً تصفیه شده، دارای ظاهری سفید رنگ است که دارای خاصیت هیدروفیلیکی (آب‌دوست) می‌باشد. سوسپانسیون این ماده، آب بوده که پس از قرارگرفتن در معرض هوا، تبخیر و کائولین سفید با تخلخل زیاد به‌عنوان محافظ روی سطح برگ‌ها و میوه ها باقی می‌ماند (Saour, 2005). استفاده از ماده ضدتعرق رس کائولین می‌تواند میزان تعریق را کاهش و ذخیره آب برای مدت طولانی‌تر را به‌همراه داشته باشد و روش مناسبی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۳). افزایش کارایی مصرف آب، کاهش یک الی شش درجه حرارت برگ و افزایش فتوسنتز تحت شرایط تنش آبی Moftah و Al-Humaid (2005) افزایش تعداد دانه در سنبله گندم Ranjita و همکاران (۲۰۰۷) افزایش عملکرد بیولوژیکی گندم Gaballah و Moursy

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

(2014) افزایش وزن هزار دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و درصد روغن آفتابگردان (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۳)، افزایش عملکرد نیشکر Patil و همکاران (۲۰۰۹) و افزایش عملکرد بیولوژیکی ذرت (Yadav and Kumar, 1998) در اثر کاربرد کائولین گزارش شده است. هم‌چنین کائولین جهت کاهش سرایت بیماری‌ها، کاهش اثر منفی تنش‌های محیطی و محافظت کردن از محصولات در مقابل آفت‌ها به‌کار رفته است (Glenn and Puterka, 2005). سطح زیر کشت گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در ایران ۵۶۵۳ هکتار و میانگین عملکرد آن ۱۱۰۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. ایران با تولید ۰/۷ درصد از تولید کل گلرنگ جهان در جایگاه سیزدهم کشورهای تولید کننده این گیاه قرار دارد. (Faostat, 2016). این گیاه سازگاری خوبی برای رشد در شرایط آب و هوایی گرم دارد و در صورت داشتن رطوبت کافی تا دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد را بدون اثر منفی تحمل می‌کند. آبیاری در این گیاه در مراحل بعد از کاشت، جوانه‌زنی، ساقه‌دهی، غنچه‌دهی، گل‌دهی و دانه‌بندی ضروری است. مراحل بحرانی نیاز به آب در گلرنگ، مرحله روزت و گل‌دهی است که با یک یا دو بار آبیاری در این مراحل، می‌توان عملکرد گیاه را به‌طور چشمگیری افزایش داد (پاساری، ۱۳۸۹). روغن این گیاه به دلیل داشتن ویتامین E و نقطه دود بالا یکی از سالم‌ترین روغن‌های نباتی به‌شمار رفته و سبب کاهش سطح کلسترول خون، کاهش قند خون، بهبود سلامتی مو و پوست و افزایش سیستم ایمنی بدن شد (Zhou *et al.*, 2014). با توجه به لزوم افزایش تولید روغن در کشور و نظر به نقش رس کائولین در انعکاس نور خورشید و کاهش بار حرارتی گیاه و در نتیجه فراهم نمودن امکان کاهش مصرف آب در فصل رویشی، این تحقیق روی گیاه گلرنگ، در شرایط قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی گیاه جهت شناسایی تیمار قطع آبیاری که ضمن صرفه جویی در مصرف آب، حداقل کاهش تولید دانه و روغن را به همراه داشته باشد، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

قبل از کشت از خاک مزرعه آزمایشی محل انجام آزمایش نمونه‌برداری و در آزمایشگاه تجزیهٔ خاک و آب و گیاه آنالیز شد (جدول۱).

جدول ۱: نتایج تجزیهٔ فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

عمق	بافت خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته	درصد مواد آلی	درصد نیتروژن کل	درصد مواد خنثی شونده	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۰-۳۰	لوم رسی	۰/۴۸	۷/۶	۰/۶۶	۰/۰۶	۸/۵	۱۱/۷	۲۹۳/۲
۳۰-۶۰	لوم رسی	۰/۵۳	۷/۸	۰/۸۳	۰/۰۸	۱۳/۷۵	۱۰/۷	۳۰۳

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی در شهرستان سنندج در سال زراعی۹۶-۱۳۹۵ صورت گرفت. آب و هوای شهر سنندج سرد و نیمه‌خشک است. در فصل بهار و تابستان هوای دلپذیر دارد. متوسط دمای سنندج در بهار ۱۵/۲۰، در تابستان ۲۵/۲۰، در پاییز۱۰/۴۰ و در زمستان۱۰/۶۰ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر دما در تیرحدود°۴۴ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن در بهمن،°۱۳/۵- درجه سانتی‌گراد است. بارندگی سالانه به‌طور متوسط ۴۹۷/۳ میلی‌متر بوده و حداکثر روزانه، ۶۱ میلی‌متر است. میانگین دمای خشک و تر در فصل زراعی در جدول ۲ آمده است. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های یک بارخرد شده صورت گرفت. قطع آبیاری با چهار سطح شامل شاهد (آبیاری کامل در تمام مراحل رشد)، قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی تا آخر فصل رشد، قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی تا آخر فصل رشد، قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه تا آخر فصل رشد در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی رس کائولین شامل: محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)، محلول‌پاشی با رس کائولین ۲/۵ و ۵ درصد در کرت‌های فرعی مقایسه شدند. هر تکرار شامل چهار کرت اصلی و هر کرت اصلی شامل سه کرت فرعی و هر کرت فرعی، شامل چهار خط کاشت به طول چهار متر و فاصله بین ردیف‌های کشت ۵۰سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی خط کشت ده سانتی‌متر تعیین شد. هم‌چنین توصیه کودی عناصر پرمصرف وکم مصرف بر طبق نتایج آزمون خاک به‌کار رفت. رقم گلرنگ مورد استفاده در این آزمایش (سینا) از مرکز تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه تهیه شد. خاک‌ورزی اولیه در پاییز سال ۱۳۹۴ انجام شد و عملیات تهیه زمین در بهار سال ۱۳۹۵، پس از مساعد شدن هوا و گاورو شدن زمین، انجام گرفت. آبیاری به‌صورت جوی و پشته‌ای و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی انجام گرفت. پودر رس کائولین مورد استفاده، از شرکت کیمیا سبزآور تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب که پودر کائولین (پودر سپیدان) با غلظت ۲/۵ و ۵ درصد، به همراه سورفاکتانت مربوطه با آب کاملا مخلوط شد و به‌وسیله سمپاشی مجهز به پمپ گردش آب و همزن روی گیاه در مرحله رشد طولی کامل بوته‌ها اسپری شد به گونه‌ای که سطوح اندام هوایی گیاه، ساقه و برگ به‌طور کامل پوشش داده شد و پس از خشک شدن محلول، گیاه به وضوح سفید به نظر رسید. در پایان فصل رویشی صفاتی شامل وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک گل، وزن خشک طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین و روغن در هکتار محاسبه و اندازه‌گیری شدند. در پایان فصل رویشی صفاتی شامل وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک گل، وزن خشک طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین و روغن در هکتار محاسبه و اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری تعداد برگ در مرحله رسیدگی پنج بوته به‌طور تصادفی از ردیف‌های میانی هرکرت، با رعایت اثر حاشیه، برداشت شد و میانگین مجموع برگ‌های برداشتی، به‌عنوان

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

تعداد برگ در بوته منظور شد.

جدول۲: میانگین دمای خشک و تر در فصل زراعی در محل اجرای آزمایش

	سالیانه	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی
دمای خشک	۱۴/۳	۳/۸	۹/۲	۱۵/۹	۲۲/۷	۲۸/۳	۲۷/۲	۲۵/۲	۱۸/۹	۱۳/۸	۴/۵	۱/۵	**۱/۱**
دمای تر	۷/۶	۱/۷	۶/۵	۹/۳	۱۱/۹	۱۵	۱۴/۷	۱۳/۴	۱۰/۹	۸/۶	۱/۱	-۰/۸	**-۱**

هم‌چنین پس از خشک کردن برگ‌ها، ساقه‌ها، طبق‌ها، گل‌ها و دانه‌ها، میانگین هر یک به‌طور جداگانه محاسبه و ثبت شد. پس از جداسازی و شمارش کلیه دانه‌های موجود در طبق‌های پنج بوته، تعداد دانه بر کل طبق‌ها تقسیم و بدین وسیله تعداد دانه در طبق به‌دست آمد. وزن هزار دانه نیز با توزین چهار نمونه از بذور شمارش شده به‌صورت تصادفی و ضرب اعداد در ده و محاسبه میانگین به‌دست آمد. عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی و خشک شدن کل مزرعه، ردیف‌های میانی هر کرت، با رعایت اثر حاشیه، برداشت شد و با دقت توزین شد. عدد حاصل شده به‌عنوان عملکرد بیولوژیک منظور شد. پس از جدا نمودن دانه‌ها و تمیز نمودن کامل آن‌ها از بقایای گیاهی، عملکرد دانه در کرت به‌دست آمد. درصد شاخص برداشت با اعمال نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) به عملکرد بیولوژیک و ضرب در ۱۰۰ به‌دست آمد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم افزار SAS (۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

صفات رویشی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات رویشی نشان داد که عامل تنش یا قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر صفات تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های تعداد برگ تحت اثر آبیاری نشان می‌دهد که بیش‌ترین تعداد برگ در تیمار شاهد (کلاس a) و کم‌ترین تعداد برگ مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی (کلاس b) است (جدول ۴). تنش در مرحله ساقه‌دهی بیش‌ترین اثر منفی را بر تعداد برگ در گیاه ایجاد نمود. در عین حال تنش در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفت. نتایج آزمایش-های متعدد بیانگر کاهش رشد رویشی به‌ویژه برگ‌ها تحت اثر تنش آبی می‌باشد. کاهش آب در دسترس، باعث کاهش جذب آب و مواد غذایی و کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش تعداد و اندازه برگ‌ها شد. در شرایط تنش آبی، کاهش ماده خشک می‌تواند به‌دلیل فشار آماس سلول ناشی از کاهش سطح برگ گیاه و هم‌چنین کاهش فتوسنتز به‌دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از قبیل کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد (Lawlor and Coronic, 2002). بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کائولین بر صفات وزن برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثرات تنش و رس کائولین بر صفات رویشی و اجزای عملکرد گلرنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	وزن برگ	وزن ساقه	وزن گل	وزن طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۸۳/۲۹^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۳/۰۳^{ns}	۱/۸۳^{ns}	۰/۷۶^{ns}
آبیاری	۳	۴۴۸/۶۱**	۰/۳۳^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۲۲/۲۳**	۴۸/۳۹ ^{ns}	۲۶/۰۲^{ns}
خطای اصلی	۶	۵۹/۱۰	۰/۳۵	۰/۴۴	۰/۰۲	۱/۴۴	۱۲/۴	۹/۹
کائولین	۲	۲۵/۰۷^{ns}	۰/۸۵**	۰/۱۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۷/۰۵**	۲۴/۵۶^{ns}	۷۶/۲۳**
اثرمتقابل	۶	۱۷/۹۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۱/۳۹^{ns}	۶/۹۷^{ns}	۱۹/۳۲^{ns}
خطای فرعی	۱۶	۷۸/۵۲	۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۰۱	۱/۱	۸/۳۵	۱۲/۶۹
ضریب تغییرات		۱۸/۹۹	۱۴/۳۸	۲۰/۰۴	۲۳/۸۷	۱۳/۳۸	۲۳/۸۸	۱۳/۹۶

ns، * و ** به‌ترتیب، غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های صفات رویشی و اجزای عملکرد گلرنگ تحت اثر تنش و رس کائولین

عامل		تعداد برگ (در بوته)	وزن برگ (گرم در بوته)	وزن ساقه (گرم در بوته)	وزن گل (گرم در بوته)	وزن طبق (گرم در بوته)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)
قطع آبیاری	شاهد	۵۴/۶۸^{a}	۲/۷۴^{a}	۳/۲۴^{a}	۰/۵۹^{a}	۹/۶۴^{a}	۱۴/۷۹^{a}	۲۸/۰۵^{a}
	ساقه‌دهی	۳۷/۵۸^{b}	۲/۲۸ ^{a}	۲/۸۱^{a}	۰/۴۱^{a}	۵/۸ ^{c}	۹/۴۳ ^{a}	۲۴/۵۱ ^{a}
	گل‌دهی	۴۶/۰۶^{ab}	۲/۵۸^{a}	۳/۰۲^{a}	۰/۵۸^{a}	۷/۹۹ ^{b}	۱۱/۱۶^{a}	۲۴/۶۸^{a}
	پرشدن‌دانه	۴۸/۲۲^{a}	۲/۵۵^{a}	۳/۲۴^{a}	۰/۵۳^{a}	۷/۹۴ ^{b}	۱۳/۰۳۲^{a}	۲۴/۷۸^{a}
محلول‌پاشی کائولین	آب مقطر	۴۶/۸۵^{a}	۲/۷۴^{a}	۲/۹۶^{a}	۰/۵۳^{a}	۸/۴۱^{a}	۱۱/۹۶^{a}	۲۸/۰۶^{a}
	۲/۵ درصد	۴۷/۹۶^{a}	۲/۲۴^{b}	۳/۰۹^{a}	۰/۵۳^{a}	۸/۶۵ ^{a}	۱۳/۶^{a}	۲۵/۴۳ ^{ab}
	۵ درصد	۴۵/۱۰۰^{a}	۲/۶۳^{a}	۳/۱۸^{a}	۰/۵۱^{a}	۶/۴۷^{b}	۱۰/۷۵^{a}	۲۳/۰۲ ^{b}

*اعدادی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

در شرایط تنش آبی، کاهش ماده خشک می‌تواند به‌دلیل فشار آماس سلول ناشی از کاهش سطح برگ گیاه و هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌های وزن برگ نشان داد که محلول‌پاشی کائولین سبب کاهش وزن برگ‌ها در مقایسه با شاهد شده است (جدول ۴). علی‌رغم گزارش‌های متعدد در خصوص اثر مثبت کائولین بر دمای کانوپی و کاهش تنش آبی، ممکن است در این آزمایش به‌دلیل سایه‌اندازی جزئی کائولین بر روی برگ‌ها و در نتیجه کاهش فتوسنتز، اندکی وزن آن‌ها کاهش یافته باشد. البته احتمال هم می‌رود اثر افزایشی کائولین بر کاهش جذب نور در برگ‌های پایینی که در سایه برگ‌های بالایی واقع شده‌اند، سبب ریزش زودهنگام برگ‌ها شده باشد. طی آزمایشی با کاربرد کائولین در شرایط تنش خشکی، کاهش تعرق، کاهش دمای برگ، کاهش تراکم خار و ضخامت برگ‌ها گزارش شد و اعلام شد که کائولین از طریق افزایش تراکم روزنه‌ها باعث ملایم شدن و کاهش اثرات منفی تنش خشکی روی گیاه شد (Segura-Monroy *et al.*, 2015). در تحقیقی دیگر روی گیاه نیشکر کاربرد مواد ضد تعرق در شرایط تنش سبب حفظ تورژسانس سلولی و در نتیجه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

حفظ آب برگ و در نتیجه جلوگیری از آب کشیدگی تحت شرایط تنش شد (Satish, 2016). از طرف دیگر طی آزمایشی با مقایسه دو ماده ضد تعرق کائولین و اسیدآبسزیک در شرایط ۳۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس مشاهده شد که با افزایش تخلیه آب قابل دسترس، میزان فتوسنتز خالص، میزان تعرق، هدایت روزنه‌ای، آب برگ، تعداد برگ و میزان نیتروژن فسفر و پتاسیم برگ کاهش یافت. ولی کاربرد این دو ماده اثر فیزیولوژیکی تنش آبی را بهبود نداد (Al-Absi and Archbold, 2016).

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عامل تنش یا قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر وزن طبق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش نتایج مقایسه میانگین‌های وزن طبق نشان داد که آبیاری کامل به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری برتری داشت و قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی وزن طبق را به شدت کاهش داد (جدول ۴). وقوع چنین امری به‌دلیل کاهش آب قابل دسترس تا پایان فصل رشد منطقی به‌نظر می‌رسد. با نزدیک شدن به پایان فصل رویشی در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه اثر مخرب تنش آب بر وزن طبق کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کائولین بر صفات وزن طبق و وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین محلول‌پاشی کائولین ۲/۵ درصد سبب افزایش وزن طبق در مقایسه با سایر تیمارها شد. طی آزمایشی با مواد ضد تعرق، قطر طبق و تعداد دانه در طبق آفتابگردان تحت اثر کائولین معنی‌دار بود (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۳). هم‌چنین افزایش تعداد دانه در سنبله گندم در اثر محلول‌پاشی کائولین شش درصد گزارش شده است (Ranjita, *et al.*, 2007). طی مطالعه‌ای با بررسی اثر مواد ضد تعرق بر روی گیاه آفتابگردان در شرایط تنش خشکی، اثر متقابل تنش خشکی و مواد ضدتعرق بر صفات وزن هزار دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و درصد روغن معنی‌دار بوده و اعلام شد که استفاده از ماده ضدتعرق رس کائولین می‌تواند میزان تعریق را کاهش و ذخیره آب را برای مدت طولانی‌تر به همراه داشته باشد و از این رو روش مناسبی برای کاهش مصرف آب مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۳). در این آزمایش وزن هزار دانه تحت اثر کائولین کاهش معنی‌دار بود. بر اساس نتایج قسمت‌های قبلی از جمله افزایش تعداد دانه در طبق و وزن طبق تحت اثر کائولین و وجود هم‌بستگی منفی بین اندازه دانه و تعداد دانه در طبق وقوع چنین امری منطقی به‌نظر می‌رسد. طی آزمایشی اثر کائولین بر وزن هزار دانه آفتابگردان معنی‌دار گزارش شد (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۳).

عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش یا قطع آبیاری در سطح یک درصد بر صفات عملکرد دانه عملکرد بیولوژیک

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه تحت اثر تنش نشان داد که تیمار شاهد (آبیاری کامل) بالاترین عملکرد دانه را داشته و با قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه‌ها به‌دلیل نزدیک شده به پایان فصل رشد و از طرفی وجود آب کافی در پروفیل خاک و هم‌چنین وجود ریشه توسعه یافته در گلرنگ به‌عنوان یک گیاه مقاوم به خشکی، مانع کاهش معنی‌دار عملکرد شده است.

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثرات تنش و رس‌کائولین بر عملکرد و کیفیت دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
بلوک	۲	۱۱۵۱۳/۴^{ns}	۲۶۴۳۸۶/۶^{ns}	۱/۹^{ns}	۵۸ ^{ns}	۶۴۹۳ ^{ns}	۱۶/۱ ^{ns}	۴۲۷/۱^{ns}
آبیاری	۳	۴۷۸۷۹۳**	۳۲۶۴۷۹۷/۸**	۱۲۰/۲**	۱۰۴/۸ ^{ns}	۶۵۹۳۸/۲**	۳ ^{ns}	۱۵۱۸**
خطای کرت اصلی	۶	۳۰۶۱۷/۲	۷۸۹۵۸/۹	۱۶/۱	۶۹/۷	۷۴۴۸/۵	۴/۱	۱۴۳۴/۸
کائولین	۲	۱۱۵۹۲۷/۴*	۳۰۳۹۸۵/۵^{ns}	۲۳۲/۹**	۴۰/۹*	۱۴۴۰/۱^{ns}	۱۰/۶**	۶۱۱۰/۹**
اثرمتقابل	۶	۱۵۳۳۹/۵^{ns}	۱۹۲۷۰۸/۲^{ns}	۲۹/۷^{ns}	۲۰/۳^{ns}	۱۹۵۱/۳^{ns}	۲ ^{ns}	۱۲۹۵/۵^{ns}
خطای کل	۱۶	۲۸۶۵۸/۵	۱۳۶۶۲۲/۱	۲۴	۱۱/۵	۴۳۱۳/۸	۱/۵	۱۱۵۶/۵
ضریب تغییرات		۱۹/۵	۱۱/۴	۱۸/۳	۱۳	۲۸/۴	۶/۴	۲۰/۴

ns، * و ** به ترتیب، غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

تنش خشکی سبب کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ‌ها، کاهش ماده خشک تولید شده، کاهش فتوسنتز جاری گیاه و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Kumar, 2000). آبیاری از طریق تغییر اجزای عملکرد می‌تواند عملکرد را تحت اثر قرار دهد. اثر زمان ظهور تنش خشکی بر عملکرد دانه ممکن است به اندازه شدت تنش اهمیت داشته باشد (رستمی، ۱۳۸۸). طی تحقیقی به‌منظور بررسی اثر کاربرد کائولین بر کاهش آبیاری در گیاه توت‌فرنگی مشاهده شد که پس از کاربرد کائولین، عملکرد گیاه در تیمار دور آبیاری با دور هفت و ده روز یکسان بود (Hernandez-Ochoa *et al.*, 2014). بررسی مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک تحت اثر تنش نشان داد که تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود (جدول ۶). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که درصد شاخص برداشت در قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه بالاتر از دیگر تیمارها بوده که اختلاف معنی‌داری با شاهد (آبیاری کامل) نداشت (جدول ۶). با توجه به نتایج عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌توان تصور نمود که اثر قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه سبب کاهش رشد بیش‌تر رویشی در مقایسه با رشد زایشی شده به‌همین دلیل شاخص برداشت اندکی افزایش یافته است. به‌نظر می‌رسد کاهش اندک مصرف آب سبب افزایش کارایی مصرف آب شد هرچند شاخص‌های رویشی و عملکرد گیاه اندکی کاهش می‌یابد (Mohawesh, 2016).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

جدول ۶: مقایسه میانگین‌های عملکرد و کیفیت دانه تحت اثر تنش و رس‌کائولین

عامل		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	درصد شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین(کیلوگرم در هکتار)
قطع آبیاری	شاهد	۱۰۸۴/۳۲^{a}	۳۷۰۶/۰۶۹^{a}	۲۹/۲۳^{a}	۲۷/۲۸^{a}	۲۹۳/۶^{a}	۱۸/۵۸ ^{a}	۲۰۱/۰۹^{a}
	ساقه دهی	۶۰۲/۹۸^{b}	۲۳۵۵/۹^{b}	۲۵/۸۶^{ab}	۲۱/۶۹ ^{a}	۱۳۱/۲۶^{b}	۱۹/۹۹^{a}	۱۲۰/۸۸^{b}
	گل دهی	۷۴۳/۵۵^{b}	۳۳۹۶/۵^{a}	۲۲/۰۷^{b}	۲۵/۴۳ ^{a}	۱۸۷/۶۵^{a}	۱۹/۰۵^{a}	۱۴۱/۵۳^{b}
	پرشدن دانه	۱۰۴۱/۵۴^{a}	۳۴۹۳/۷^{a}	۳۰/۱^{a}	۲۹/۷۹^{a}	۳۰۹/۹۶^{a}	۱۹/۲۳^{a}	۲۰۰/۳^{a}
محلول‌پاشی کائولین	آب مقطر	۷۹۱/۰۲^{b}	۳۱۸۸/۳^{a}	۲۴/۵۶^{b}	۲۷/۹۶^{a}	۲۲۴/۰۷^{a}	۱۸/۱۶^{b}	۱۴۳/۳۲^{b}
	۲/۵ درصد	۹۷۸/۷۸^{a}	۳۱۰۹/۹^{a}	۳۱/۸۹^{a}	۲۴/۲۷^{b}	۲۴۳/۲۷^{a}	۱۹/۵^{a}	۱۸۸/۴۶^{a}
	۵ درصد	۸۳۴/۴۹^{ab}	۳۴۱۶/۳^{a}	۲۴^{b}	۲۵/۹۱^{ab}	۲۲۴/۵۲^{a}	۱۹/۹۸^{a}	۱۶۶^{ab}

*اعدادی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

در این آزمایش اثر کائولین روی همه صفات عملکرد و کیفیت دانه به جزء عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن معنی‌دار بود. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها محلول‌پاشی کائولین ۲/۵ درصد سبب تولید حداکثر محصول دانه شده است. با توجه به نقش کائولین در کاهش دمای کانوپی و کاهش تعرق و با توجه به نتایج قبلی این آزمایش، به‌نظر می‌رسد کائولین از طریق افزایش معنی‌دار تعداد دانه در طبق و وزن طبق سبب افزایش عملکرد دانه شده است. کاربرد کائولین در شرایط تنش خشکی، به‌دلیل کاهش تعرق، کاهش دمای برگ، کاهش تراکم خار و ضخامت برگ‌ها و بهبود ارتفاع گیاه، وزن خشک گیاه و افزایش تراکم روزنه‌ها سبب ملایم شدن و کاهش اثرات منفی تنش خشکی روی گیاه شد (Segura-Monroy *et al.*, 2015). هم‌چنین گزارش شده است که، محلول‌پاشی با ماده ضدتعرق آترازین با ایجاد شرایط مناسب نظیر کاهش دمای کانوپی، افزایش سرعت فتوسنتز و محتوای کلروفیل، موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به شرایط تنش در کاشت دیم شد (باقری و همکاران، ۱۳۹۱). هم‌چنین گزارش شده است که استفاده از ماده ضدتعرق کائولین میزان تعریق را کاهش و ذخیره آب گیاه را به مدت طولانی‌تر حفظ کرده و روش مناسبی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک اعلام شده است (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۱). در همین راستا، افزایش تعداد دانه در سنبله گندم Ranjita و همکاران (۲۰۰۷) و افزایش عملکرد بیولوژیکی گندم در اثر کاربرد کائولین گزارش شده است (Gaballah and Moursy, 2004). اثر محلول‌پاشی کائولین بر عملکرد بیولوژیکی ذرت بسیار بیش‌تر از گیاهان شاهد گزارش شده است (Yadav and Kumar, 1998). بر اساس جدول ۶ افزایش معنی‌دار شاخص برداشت تحت اثر کائولین ۲/۵ درصد مشاهده شد که با توجه به نتایج عملکرد دانه و بیولوژیک منطقی به نظر می‌رسد.

کیفیت دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش یا قطع آبیاری در سطح یک درصد بر صفات عملکرد روغن و پروتئین معنی‌دار بود (جدول ۵). بررسی مقایسه میانگین‌های درصد روغن نیز نشان داد که قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه بر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

سایر آبیاری‌ها اندکی برتری داشت و کم‌ترین درصد روغن توسط قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی به‌دست آمد (جدول ۶). در مورد اثر تنش خشکی بر روی درصد روغن گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد. اصولا درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود. بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل کننده در اثر تنش خشکی، جزئی است (Jensen *et al.*, 1996). در حالت کلی درصد روغن دانه تحت اثر تنش خشکی قرار نمی‌گیرد ولی تنش خشکی میزان عملکرد روغن را کاهش می‌دهد که ناشی از کاهش عملکرد دانه است. گزارش شده است تنش خشکی با افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب باعث القای تحمل به خشکی در گلرنگ شد (Yau., 2006). طی تحقیقی با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی صفات رویشی ارقام گلرنگ بهاره، درصد روغن دانه تحت اثر تنش خشکی قرار نگرفت (Hernandez-Ochoa *et al.*, 2014). از نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد روغن می‌توان نتیجه گرفت قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی از لحاظ آماری در سطح۱ درصد کم‌تر از سایر تیمارهای آبیاری است (جدول ۶). با توجه به اینکه عملکرد روغن از طریق عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه شد، بر اساس نتایج قبلی وقوع چنین نتیجه‌ای منطقی به نظر می‌رسد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده بیش‌ترین عملکرد پروتئین در تیمار شاهد (آبیاری کامل) است که با قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه اختلاف معنی‌داری ندارد. در این آزمایش اثر کائولین روی همه صفات کیفیت دانه به جزء عملکرد روغن معنی‌دار بود. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است. اعلام شده است که کاربرد کائولین سبب افزایش انعکاس نور و در نتیجه کاهش تنش دمایی وارده به میوه شد (برمه و همکاران، ۱۳۹۲). هم‌چنین نقش کائولین به‌دلیل کاهش خسارات آفتاب سوختگی باغات انار و درنتیجه افزایش کیفیت و اندازه میوه انار مثبت گزارش شده است (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۰). پوشش سفید ناشی از کائولین، به‌دلیل انعکاس نور خورشید و کاهش درجه حرارت میوه، آفتاب سوختگی را کاهش می‌دهد (خالقی و همکاران، ۱۳۹۳). کاهش درجه حرارت برگ در اواسط روز در گیاهان تیمار شده می‌تواند زمینه‌ساز افزایش آب قابل دسترس و در نتیجه افزایش رشد گیاه باشد (Sotelo-Cuitiva *et al.*, 2011). محلول‌پاشی کائولین سبب افزایش کارایی مصرف آب و میزان فتوسنتز تحت شرایط تنش آبی شد و با کاهش میزان تعرق گیاه و کاهش درجه حرارت برگ (در مرحله رشد رویشی تا شش درجه و در مرحله گل‌دهی تا یک درجه) راندمان مصرف آب را افزایش می‌دهد (Moftah and Al-Humaid, 2005). در این آزمایش بیش‌ترین درصد روغن در تیمار شاهد مشاهده شد و محلول‌پاشی کائولین اندکی درصد روغن را کاهش داد. با توجه به افزایش عملکرد دانه در همین تیمار و نظر به وجود همبستگی منفی بین عملکرد دانه و درصد روغن وقوع چنین نتیجه‌ای کاملا مورد انتظار است. این نتیجه با نتایج بررسی اثر ضد تعرقی کائولین بر چهار رقم زیتون که درصد روغن در ماده‌ی تر در سطوح مختلف کائولین معنی‌دار نبود، منطبق بود (Moftah and Al-Humaid, 2005). کاربرد کائولین و دفعات پاشیدن آن، اثر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه نداشته است، در حالی‌که بر ترکیب اسیدهای چرب روغن اثرگذار اعلام شده است (خالقی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

و همکاران، ۱۳۹۳). از طرف دیگر برهمکنش تنش خشکی و مواد ضدتعرق بر درصد روغن آفتابگردان معنی‌دار گزارش شده است (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۳). تجزیه داده‌های به‌دست آمده از درصد پروتئین حاکی از معنی‌دار بودن اثر کائولین در سطح یک درصد بر این صفت بود. در این آزمایش بیش‌ترین درصد پروتئین در محلول‌پاشی کائولین ۵ درصد به‌دست آمده که با کائولین ۲/۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی با شاهد (بدون کائولین) اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۶). این نتایج بر اساس درصد روغن در قسمت قبلی قابل توجیه است. به‌دلیل این که در این تیمارها محلول‌پاشی کائولین درصد روغن را کاهش داده بود و در این‌جا درصد پروتئین را افزایش داده است. مقایسه میانگین‌های محلول‌پاشی کائولین حاکی از آن است که بیش‌ترین عملکرد پروتئین در محلول‌پاشی کائولین ۲/۵ درصد و کم‌ترین عملکرد پروتئین در تیمار شاهد (بدون کائولین) حاصل شده است (جدول ۶). اثر کاربرد ماده ضد تعرق بر افزایش درصد روغن و عملکرد گیاه در شرایط تنش آبی به‌دلیل بهبود محتوای نسبی آب برگ، رنگیزه‌های فتوسنتزی، مجموع قندهای قابل حل و درصد کربوئیدرات اعلام شده است (Lawlor and Coronic, 2002). احتمال می‌رود در شرایط تنش، هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق کاهش یافته در نتیجه افزایش عملکرد دانه و افزایش کارایی مصرف آب در گیاه حاصل شد (Shasha *et al.*, 2017). طی آزمایشی دیگر تنش آبی، جذب عناصر غذایی، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، مقدار کربوهیدرات ساقه و هم‌چنین عملکرد، درصد قند و پروتئین دانه لوبیا را کاهش داد. در صورتی که کاربرد ماده ضد تعرق کیتوزان رشد رویشی، عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه را تحت شرایط تنش بهبود داد (Abu-Muriefah, 2013).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این آزمایش قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی در قیاس با سایر مراحل بیش‌ترین اثر منفی را بر صفات رویشی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه، عملکرد روغن و پروتئین ایجاد نمود. به‌دنبال آن قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه بر صفات مذکور اثر منفی گذاشتند. در این بین با توجه به قرار گرفتن قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با شاهد در یک گروه، لذا این تیمار به جهت کاهش مصرف آب آبیاری و صرفه‌جویی آن قابل توصیه است. در مقایسه بین سطوح محلول‌پاشی رس کائولین با غلظت ۲/۵ درصد به‌دلیل افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، درصد و عملکرد پروتئین که در کلاس آماری a قرار گرفت نسبت به سایر تیمارها برتر بود. لذا با توجه به یافته‌های این تحقیق، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه به دلیل عدم وجود اختلاف معنی‌دار با شاهد و مصرف کائولین ۲/۵ درصد به‌عنوان یک ماده ضد تعرق ارزان قیمت تولید شده در کشور که می‌تواند عملکرد دانه و پروتئین را افزایش دهد، توصیه شد. هم‌چنین با ادغام محلول‌پاشی کائولین با محلول‌پاشی سایر کودها از جمله اوره، عناصر ریز مغذی و ترکیبات محرک رشد می‌توان هزینه عملیات محلول‌پاشی را حذف یا کاهش داد. بنابراین می‌توان اذعان نمود که هزینه ناچیز محلول‌پاشی در قیاس با صرفه‌جویی در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.37.4.4]

مصرف آب و افزایش عملکرد دانه روغن و پروتئین کاملا اقتصادی است. در صورتی که سایر اثر کائولین از جمله توانایی دفع آفات از جمله مگس گلرنگ که از آفات اصلی این گیاه می‌باشد مورد ارزیابی قرار می‌گرفت به احتمال زیاد سودمندی کاربرد کائولین افزایش می‌یافت. بهبود وضعیت آبی گیاه از طریق کاهش تعرق در اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها راه‌کاری مناسب جهت مناطق خشک و نیمه خشک که همواره با چالش کمبود آب مواجه هستند، می‌باشد (Sadalaha Khalel, 2015).

منابع

احتشامی، س.، ساری خانی، ح. و ارشادی، ا. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد کائولین و جبیرلیک اسید بر برخی ویژگی‌های کیفی و کاهش آفتاب سوختکی میوه انار *Punica granatum*. مجله فناوری تولیدات گیاهی۱ (۱۱): ۲۴-۱۵.

باقری، ح.، و عندلیبی، ب. و عظیمی مقدم، م. ر. ۱۳۹۱. اثر کاربرد ماده ضد تعرق آترازین بر بهبود صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط دیم. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۴ (۲): ۱۶-۱.

برمه، ل.، معلمی، ن. و مرتضوی، س. م. ج. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد برگی کائولین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه چهار رقم زیتون. مجله علوم باغبانی ایران. ۴۴ (۲): ۱۶۸-۱۶۱.

پاساری، ب. ۱۳۸۹. اصول زراعت گلرنگ. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج. ۲۰۰ صفحه.

حقیقتی، ب. ۱۳۹۲. بهبود مدیریت و مصرف بهینه آب در فرآیند تولید محصولات کشاورزی. گزارش طرح توجیهی. وزارت جهاد کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری و مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی. ۳۳ صفحه.

خالقی، ا.، ارزانی، ک.، معلمی، ن. و برزگر، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر پاشش کائولین بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون رقم زرد در شرایط اقلیمی شهرستان فسا. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۶ (۱): ۱۸۴-۱۶۹.

رستمی، م. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام گندم و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

صمدی، ا. و فرامرزی، ع. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی با مواد ضدتعرق و قطع آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان هیبرید فرخ در کشت دوم در منطقه میانه. مجله بوم شناسی گیاهان زراعی. ۱۰ (۳): ۵۹-۴۷.

فرخی‌نیا، م.، رشدی، م.، پاسبان اسلام، ب. و رضا دوست، س. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی صفات رویشی گلرنگ بهاره. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۲ (۵): ۱۱-۱.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

Al-Absi, K. M. and Archbold, D. D. 2016. Apple tree responses to deficit irrigation combined with periodic applications of particle film or abscisic acid. Horticulturae. 2 (16): 1-12.

Abu-Muriefah, SH. S. 2013. Effect of chitosan on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under water stress conditions. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science. 3 (6): 192-199.

Fao. 2016. Iran: Safflower seed, production quantity (tons). Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize.

Gaballah, M. S. and Moursy, M. 2004. Reflectants application for increasing wheat plant tolerance against salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7 (6): 956- 962.

Glenn, M. and Puterka, G. J. 2005. Particle films: A new technology for Agriculture. Horticultural Reviews. 31: 1-42.

Goreta, S., Leskovar, D. I. and Jifon, J. L. 2007. Gas exchange, water status, and growth of pepper seedlings exposed to transient water deficit stress are differentially altered by antitranspirants. American Society Horticulture Science. 132: 603-610.

Hernandez-Ochoa, I., Santos, B. M., Stansly, C. D., Huang, P. W. and Stanley, C. D. 2014. Using low-volume irrigation programs and crop protectants to establish strawberry transplants. In Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 125: 150-152.

Jensen, C. R., Morgensen, V.O., Mortensen, G. and Fieldsend, J. K. 1996. Glucosinolate, oil and protein of field grown rape affected by soil drying and evaporative demands. Field Crop Research. 47: 693- 705.

Kumar, H. 2000. Development potential of safflower in comparison to sunflower. Sesame and Safflower Newsletter. Institute of sustainable agriculture. Spain. 15: 86- 89.

Lawlor, D. and Coronic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higer gounal plant cell and environment. University journal of Science. 22 (1):5-14.

Leithy, S. M., Abou Leila, B., Abdallah, E. F. and Gaballah, M. S. 2015. Response of canola plants to antitranspirant levels and limited irrigation. American-eurasian journal of sustainable agriculture. 9 (4): 83-87.

Melgarejo, P., Martınez, J. J., Hernández, F. C. A., Martınez-Font, R., Barrows, P. and

Erez, A. 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. Scientia Horticulturae. 100 (1): 349-353.

Moftah, A. E. and Al-Humaid, A. I. 2005. Effects of kaolin and pinolene film-forming photosynthetic rate of cultivated tropical plant (*Polianthes Tuberosa* L.). Polish Journal of Ecology .53 (2): 165–175.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

Mohawesh, O. 2016. Utilizing deficit irrigation to enhance growth performance and water-use efficiency of eggplant in arid environments. Journal of Agriculture Science and Technology. 18: 265-276.

Patil, R. P., Chetti, M. B. and Hiremath, S. M. 2009. Influence of agrochemicals on morpho-physiological characters, yield and yield components of sugarcane under moisture stress. Karnataka Journal of Agriculture and Science. 22 (4): 759-761.

Ranjita, B., Janawade, A. D., Palled, Y. B. 2007. Effect of irrigation schedule, mulch and anti transpirant on growth, yield and economy of wheat. Karnataka Journal of Agricultural Science. 20 (1): 6-9.

Sadalaha Khalel, A. M. 2015. Effect of drip irrigation intervals and some antitranspirants on the water status, growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). Journal of Agricultural Science and Technology. 5: 15-23.

Saour, G. 2005. Morphological assessment of olive seedling treated with kaolin- based particle film and bistimulant. Advances in Horticultural Science. 20 (1): 1-5.

Satish, P. 2016. Effects of long chain fatty alcohol on sugarcane var. co.740 and co. 8014. Cibtech Journal of Bio-Protocols. 5 (1): 1-3.

Segura-Monroy, S., Uribe-Vallejo, A., Ramirez-Godoy, A. and Restrepo-Diaz, H. 2015. Effect of kaolin application on growth, water use efficiency, and leaf epidermis characteristics of physallis peruviana seedlings under two irrigation regimes. Journal of Agricultural Science and Technology. 17 (6): 1585-1596.

Shasha, J. I., Ling, T., Fusheng, L., Hongna, L., Sien, L., Taisheng, D., Youjie, W. 2017. Effect of a new antitranspirant on the physiology and water use efficiency of soybean under different irrigation rates in anarid region. Frontiers of Agriculture Science and Engineering. 4(2): 155–164.

Sotelo-Cuitiva, Y. M., Restrepo-Díaz, H., García-Castro, A., Ramírez-Godoy, A. and Flórez-Roncancio, V. J. 2011. Effect of kaolin film particle applications (surround WP®) and water deficit on physiological characteristics in rose cut plants (*Rose spp* L.) American Journal of Plant Sciences. 2:354-358.

Yadav, R. S., Kumar, A. 1998. Effect of some antitranspirants on water relations, NR-activity and seed yield of Rabi Maize (*Zea mays* L.) under limited irrigation. Indian Journal of Agricultural Research. 32 (1): 57-60.

Yau, S. K. 2006. Winter versus spring sowing of rain-fed safflower in a semi-arid, high elevation Mediterranean environment. European Journal of Agronomy. 10: 1- 8.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]

Zhou, X., Tang, L., Xu, Y., Zhou, G. and Wang, Z. 2014. Towards a better understanding of medicinal uses of *Carthamus tinctorius* L. in traditional Chinese medicine: A phytochemical and pharmacological review. Journal of ethnopharmacology. 151 (1): 27-43.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.4.4]