

## اثرات پرایمینگ و تنش کم آبی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ

امیررضا صادقی بختوری<sup>۱\*</sup>، بهمن پاسبان اسلام<sup>۲</sup>، سمانه قربی چلکی<sup>۲</sup>، حمید محمدی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان،

<sup>۲</sup> دانشیار بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان.

### چکیده

به منظور ارزیابی اثرات پرایمینگ و تنش کم آبی روی گلرنگ بهاره آزمایشی در ایستگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان طی سال زراعی ۱۳۹۳ به اجرا در آمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل پرایمینگ بذر در چهار سطح (محلول اکسین، محلول نیتروکسین، هیدروپرایمینگ (آب مقطر) و شاهد) و تنش کم آبی در سه سطح (مرحله ساقه‌رفتن، پر شدن دانه و شاهد (بدون اعمال تنش)) بودند. مدت اعمال تنش در مراحل ساقه‌رفتن و پر شدن دانه برابر بود با تبخیر ۱۲۰ میلی‌متری از آب درون تشتک تبخیر کلاس A که به‌طور تقریبی ۱۰ روز به طول انجامید. نتایج نشان داد که تمامی صفات به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر پرایمینگ بذر و تنش کم آبی قرار گرفتند. اثر متقابل پرایمینگ در تنش کم آبی بر سرعت رشد طبق و وزن گلبرگ در بوته معنی‌دار بود. بالاترین میزان عملکرد دانه در بوته در تیمار پرایمینگ اکسین (۱۵/۴۴ گرم در بوته) و نیتروکسین (۱۵/۱۵ گرم در بوته) و در تیمار آبیاری کامل (۳۹/۰۴ گرم در بوته) به‌دست آمد. عملکرد دانه در بوته با تمامی صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت که در این میان بیشترین همبستگی با درصد مغز دانه ( $r = ۰.۸۵$ ) داشت. به‌طور کلی می‌توان استنباط کرد که پرایمینگ بذر باعث بهبود صفات مورد مطالعه شد، در این میان بذور پرایمینگ شده با اکسین و نیتروکسین نسبت به بذور هیدروپرایمینگ شده عکس‌العمل بهتری از خود نشان دادند این امر می‌تواند به خصوصیات شیمیایی و قدرت تحریک‌کنندگی بیشتر این ترکیبات مربوط باشد، می‌توان نتیجه گرفت استفاده از پرایمینگ بذر می‌تواند اثرات نامطلوب تنش کم آبی در زمان سبز کردن بذر گلرنگ در مزرعه را کاهش بدهد.

**واژه‌های کلیدی:** اکسین، دانه‌های روغنی، مرحله دانه بستن، تنش رطوبتی، پرایمینگ بذر، نیتروکسین.

\*مسئول مکاتبه: [sadeghi.amir1@yahoo.com](mailto:sadeghi.amir1@yahoo.com)

## مقدمه

دانه‌های روغنی مهم‌ترین منبع تولید روغن خوراکی می‌باشند میزان مصرف روغن خوراکی در کشور ما بیش از یک میلیون تن در سال بوده و از این مقدار ۹۰ تا ۹۵ درصد از طریق واردات تأمین می‌شود (Aliyari and Shekari, 2000). ایران با قرار گرفتن در محدوده‌ای که جز مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود با یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید محصولات زراعی در این مناطق که مشکل کمبود آب و نزولات جوی است، روبه‌رو می‌باشد (Gupta et al., 1993). بنابراین تولید محصول در این مناطق مستلزم استفاده از گیاهان مقاوم به شرایط خشکی و کمبود رطوبت می‌باشد تا بتوانند با حداقل رطوبت در دسترس، عملکردهای قابل قبولی داشته باشند (Mathews et al., 1990).

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. از تیرهٔ مرکبان (Asteraceae) می‌باشد. در بین گیاهان روغنی، گلرنگ بومی ایران بوده و به دلیل قابلیت‌هایی نظیر قدرت سازگاری بالا با شرایط نامساعد، مقاومت به خشکی و شوری و همچنین داشتن روغنی با کیفیت بالا مورد توجه می‌باشد (Khajepoor, 2004). ایران به‌عنوان یکی از مراکز اصلی گونه‌های زراعی از جمله گلرنگ شناخته شده است. این گیاه که سالانه کمتر از یک درصد روغن جهان را تولید می‌کند، به‌عنوان یک گیاه زراعی فراموش شده مطرح می‌باشد (Weiss, 2000) با توجه به نیاز کشور به افزایش تولید دانه‌های روغنی و مشکلات مربوط به خشکسالی، گلرنگ می‌تواند جایگاه خوبی در تولید دانه‌های روغنی داشته باشد.

گیاهان در طی رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند، هر یک از این تنش‌ها می‌توانند بسته به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی، اثرات متفاوتی بر رشد، متابولیسم و عملکرد آن‌ها داشته باشند. کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها از مهم‌ترین اثرات کم‌آبی بر گیاهان است (Reddy et al., 2004) بنابراین تنش کم‌آبی، مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید (Talwar et al., 2002) در این بین استفاده از مکانیزم‌هایی که به کاهش خسارت تنش کم‌آبی منتهی گردد می‌تواند مفید باشد. یکی از این روش‌ها که اخیراً توجه محققین به آن معطوف شده است استفاده از پرایمینگ بذر برای بهبود جوانه‌زنی، رشد گیاهان زراعی و افزایش تولید آن‌ها می‌باشد.

توانایی جوانه‌زنی بذرها در شرایط تنش رطوبتی، شانس استقرار بیشتر گیاه و تراکم بالاتر را به دنبال دارد که در نتیجه منجر به افزایش عملکرد می‌گردد (Kaya et al., 2006; Murungu et al., 2003). از نظر هیدرک و همکاران (Heydecker et al., 1973) پرایمینگ بذر عبارتند از تیمار قبل از کاشت در محلول‌های اسمزی، که اجازه جذب آب به‌منظور انجام فرآیندهای جوانه‌زنی داده شده اما به

ظهور ریشه‌چه نمی‌انجامد. کید و وست<sup>1</sup> (Kidd and West, 1918) برای اولین بار گزارش نمودند که خیساندن بذرها برای دوره‌های زمانی کوتاه بر درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها در مراحل بعدی اثر مطلوبی دارد. مارانگو و همکاران (Murungu *et al.*, 2003) در تحقیقات خود گزارش کردند که با افزایش شدت خشکی، درصد سبز شدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت اما پرایمینگ باعث افزایش این دو مؤلفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذرهای شاهد گردید.

در گیاه گلرنگ نیز حصول عملکردهای بالا مستلزم وجود رطوبت کافی خاک در مراحل مختلف رشد است. گلرنگ با خروج از مرحله نموی رزت به تدریج به تنش رطوبتی خاک حساس‌تر می‌شود و از زمان پیدایش اولین آثار تشکیل گل‌آذین تا اواسط رشد دانه به تنش رطوبتی حساس است. تنش رطوبتی در این مراحل منجر به کاهش تعداد طبق‌های بارور، تعداد دانه در طبق، وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه و روغن می‌گردد (Nabipour *et al.*, 2007).

در بررسی اثرات تنش خشکی روی گلرنگ نشان داد که سطح برگ، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه و تعداد طبق در اثر تنش خشکی کاهش یافته و علی‌رغم کاهش ماده خشک ساقه و ریشه، نسبت ریشه به ساقه افزایش یافت (Hashemi Dezfuli, 1994). همچنین تنش خشکی سبب کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ‌ها، فتوسنتز جاری گیاه، ذخیره مواد غذایی در ساقه و اندام‌های رویشی شده و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Kumar, 2000). بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط با رشد، فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی، تقسیم و توسعه سلولی تحت تأثیر کاهش آب قرار گرفته و منجر به کاهش تجمع ماده خشک گیاهی می‌گردد (Naderi *et al.*, 2005).

بنابراین با توجه به اهمیت بسیار بالای گیاه گلرنگ در تولید روغن با کیفیت بالا و سازگاری با عوامل نامساعد محیطی و بهبود مدیریت آب کشاورزی به‌منظور تولید محصولات با حداقل مصرف آب و اینکه اطلاعات محدودی در زمینه کاربرد پرایمینگ در شرایط تنش کم‌آبی روی گیاه گلرنگ صورت گرفته است انجام این تحقیق ضروری به نظر رسید. هدف اصلی از این آزمایش ارزیابی اثرات پرایمینگ تحت شرایط تنش کم‌آبی روی برخی خصوصیات گیاه گلرنگ می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در فصل زراعی سال ۱۳۹۳ در دانشگاه شهید مدنی آذربایجان با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۹۳ دقیقه شرقی و عرض

1. Kidd and West

جغرافیایی ۳۷ درجه و ۸۱ دقیقه شمالی و ۱۳۱۸/۸ متر ارتفاع از سطح دریای آزاد قرار گرفته است، انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل تنش کم‌آبی با سه سطح (شاهد (بدون تنش کم‌آبی)، قطع آبیاری در دو مرحله ساقه رفتن و پرشدن دانه) و عامل دوم پرایمینگ بذر با چهار سطح (شاهد (بدون خیساندن بذر)، محلول اکسین (۵۰ میلی گرم در یک لیتر آب)، نیتروکسین (۵۰ میلی گرم در یک لیتر آب) و آب مقطر (هیدروپرایمینگ) بود. برای تیمار پرایمینگ بذور مورد استفاده به مدت ۱۶ ساعت در محلول مورد نظر قرار گرفتند و سپس در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در سایه خشک شدند. هر کرت آزمایشی شامل ۳ پشته به طول ۳ متر و عرض ۲۵ سانتی‌متر بود که کاشت بذور در طرفین پشته‌ها انجام پذیرفت (۶ ردیف در هر کرت). فاصله پشته‌ها از هم ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها در روی ردیف حدود ۵ سانتی‌متر و عمق کاشت بذور ۴-۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری در واحدهای بدون تنش، با توجه به شرایط منطقه، فصلی و براساس نیاز گیاه صورت می‌گرفت. کلیه گیاهان تا رسیدن به مراحل ساقه‌رفتن و پر شدن دانه، تحت آبیاری یکسان قرار گرفتند، و با رسیدن به این مراحل آبیاری قطع گردید (طول مدت اعمال تنش براساس تبخیر ۱۲۰ میلی‌متری آب از درون تشتک تبخیر کلاس A بوده است).

در دوره اعمال تنش با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، بارندگی صورت نگرفت. در مرحله ساقه‌رفتن با استفاده از سم دیازینون به نسبت ۲ در هزار و دوباره با فاصله ۱۱ روز با سم متاسیستوکس به غلظت ۱/۵ در هزار علیه سوسک گلرنگ سم‌پاشی انجام شد. در این تحقیق ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای محاسبه سرعت رشد بوته در مرحله ساقه رفتن از هر واحد آزمایشی ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب گردید، نمونه‌ها به صورت جداگانه در آون با دمای ۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند، در فاصله زمانی ۱۰ روز این کار مجدداً تکرار شد، اختلاف وزن‌های محاسبه شده در دو تاریخ به فاصله زمانی موجود، سرعت رشد مطلق بوته‌ها را تعیین کرد. برای محاسبه سرعت رشد مطلق طبق، همانند روش بالا در مرحله گل‌دهی اقدام به نمونه‌برداری شده، در ادامه، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شده و بعد از ۱۰ روز مجدداً این کار تکرار شد و همانند سرعت رشد بوته، سرعت رشد طبق محاسبه گردید. در اواخر مرداد، با مشاهده رسیدگی محصول و رعایت اثر حاشیه، اقدام به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات گردید و سپس میانگین آن‌ها ثبت شد. برای محاسبه درصد مغز دانه، ۲۰ گرم بذر از هر واحد آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب و مغز دانه‌ها از پوسته جدا و وزن شدند، عدد به‌دست آمده به ۲۰ گرم تقسیم و در ۱۰۰ ضرب گردید. کلیه داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها، توسط نرم‌افزار MSTATC و SPSS تجزیه و تحلیل شد و سپس مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شدند.

## نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف تنش کم‌آبی و پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر سرعت رشد مطلق بوته داشت، ولی اثر متقابل این دو عامل بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین سرعت رشد در سطوح مختلف تنش کم‌آبی مربوط به اعمال تنش در مرحله پرشدن دانه (۱۰/۱۱ گرم) و تیمار شاهد (۱۰/۱۹ گرم) و کمترین سرعت رشد مربوط به قطع آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن (۷/۸۸ گرم) حاصل گردید (جدول ۳). بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط با رشد، فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی، تقسیم و توسعه سلولی تحت تأثیر کاهش آب قرار گرفته و از طرفی تنش آبی فتوسنتز را سریع‌تر و با شدت بیشتری نسبت به تنفس کاهش می‌دهد، به همین دلیل تنش خشکی باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاهی می‌گردد (Naderi et al., 2005). در تیمار پرایمینگ بیشترین سرعت رشد بوته مربوط به بذور پرایمینگ شده با محلول اکسین (۱۱/۴۲ گرم) و محلول نیتروکسین (۱۰/۸۹ گرم) حاصل شد، هیدروپرایمینگ (۸/۱۹۳ گرم) و شاهد (۷/۰۸ گرم) دارای کمترین سرعت رشد بودند (جدول ۲). به نظر می‌رسد باکتری‌های موجود در کود نیتروکسین (ازتوباکتروآزوسپیلیوم) می‌توانند به‌طور مستقیم روی رشد گیاه به‌وسیله افزایش جذب نیتروژن، سنتز فیتوهورمون‌ها و انحلال مواد معدنی مفید باشند (Choobforoush Khoei et al., 2014).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل تنش کم‌آبی در پرایمینگ بر سرعت رشد مطلق طبق معنی‌دار شد (جدول ۱). تیمار محلول نیتروکسین در شرایط آبیاری کامل (۱۱/۸۲ گرم) دارای بیشترین سرعت رشد مطلق طبق و تیمار شاهد در شرایط اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه (۴/۵۵ گرم) دارای کمترین سرعت رشد مطلق طبق بودند (شکل ۱). با توجه به اینکه کود نیتروکسین دارای باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مانند ازتوباکتر و آزوسپریلیوم هستند که با تولید مواد محرک رشد گیاهی و سنتز اسیدهای آلی سبب افزایش رشد ریشه و بهبود جذب مواد غذایی و آب می‌گردد و از این طریق کاربرد نیتروکسین در شرایط عدم تنش کم‌آبی بر افزایش رشد طبق در گیاه گلرنگ موثر می‌باشد (Choobforoush Khoei et al., 2014) نتیجه به‌دست آمده با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (Bijani et al., 2015).

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مورده مطالعه در گلرنگ تحت تاثیر پرایمینگ و تنش کم آبی.

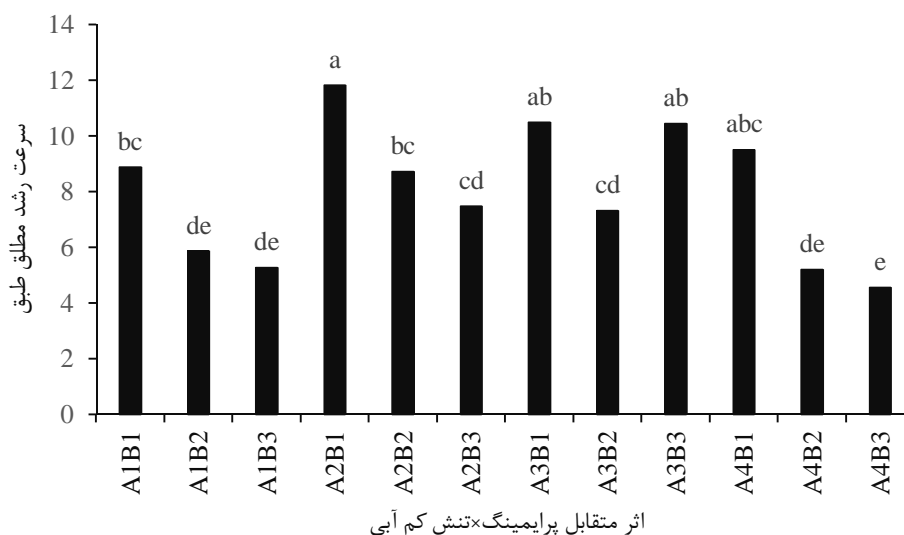
سرعت رشد مطلق	سرعت رشد مطلق بوت	تعداد شاخه فرعی		قطر طبق		تعداد طبق در بوته		تعداد دانه در طبق		وزن هزار دانه		عملکرد دانه		درصد مغز دانه		وزن گلبرگ در بوته		ارتفاع گیاه		درجه آزادی		منابع تغییرات
		تعداد شاخه فرعی	تعداد طبق	تعداد طبق	در بوته	تعداد طبق	در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد مغز دانه	وزن گلبرگ در بوته	ارتفاع گیاه	درجه آزادی							
۲۴/۸۳**	۹/۷۰۶**	۰/۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۱۶/۴۸ <sup>ns</sup>	۴۸/۶۶**	۱۱/۳۹ <sup>ns</sup>	۴/۰۵ <sup>ns</sup>	۵/۵۶**	۱۷/۵۷۹ <sup>ns</sup>	۲	تکرار									
۳۹/۵۳**	۳۴/۱۸**	۲۹/۸۷**	۱/۸۶**	۲۹/۸۷**	۱/۸۶**	۳۶۰/۷۹*	۳۳۳/۲۵**	۹۳/۶۷**	۱۵۶/۵۳**	۶۵/۳۰**	۳۱۴/۲۴**	۳	پرایمینگ									
۲۰/۵۳**	۴۳/۹۱**	۱۷/۴۰**	۰/۶۲**	۱۷/۴۰**	۰/۶۲**	۲۲۷/۶۹**	۵۶/۵۳**	۸۶/۲۲**	۵/۹۳**	۱۱/۵۳**	۱۲۳/۳۴**	۲	تنش کم آبی									
۲/۳۵ <sup>ns</sup>	۴/۵۹*	۲/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۶ <sup>ns</sup>	۲/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۹ <sup>ns</sup>	۲/۱۳ <sup>ns</sup>	۹/۰۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۱/۱۳**	۸/۳۰ <sup>ns</sup>	۶	تنش کم آبی* پرایمینگ									
۲/۷۹۵	۱/۶۵	۱/۵۳	۰/۰۲۸	۱/۵۳	۰/۰۲۸	۴/۹۴	۶/۱۹	۴/۶۷	۱/۶۲	۰/۴۲	۴/۵۳	۲۲	خطا									
۱۷/۷۹	۱۶/۱۷	۱۳/۴۹	۵/۷۵	۱۳/۴۹	۵/۷۵	۶/۴۲	۵/۱۵	۱۷/۲۵	۳/۰۶	۵/۹۴	۴/۷۸		ضریب تغییرات									

ns، \* و \*\* به ترتیب عدم معنی داری و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲ - مقایسه میانگین اثرات پرایمینگ بر گلرنگ.

سرعت رشد مطلق بوته	سرعت رشد مطلق بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته		قطر طبق (سانتی متر)		تعداد طبق در بوته		تعداد دانه در طبق		وزن هزار دانه (گرم)		عملکرد دانه در بوته (گرم)		درصد مغز دانه		ارتفاع گیاه (سانتی متر)		تیمارهای آزمایشی
		تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد طبق	تعداد طبق	در بوته	تعداد طبق	در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	درصد مغز دانه	ارتفاع گیاه (سانتی متر)						
۸/۱۹b	۷/۲۸b	۲/۷۲b	۸/۲۸b	۳/۱۷۶c	۴۶/۴۸b	۱۰/۲۸b	۴۰/۵۶c	۴۲/۵۲b	آب									
۱۰/۸۹a	۱۰/۹۵a	۳/۲۵a	۱۰/۹۵a	۳۷/۹۹b	۵۳/۰۱a	۱۵/۱۵a	۴۴/۱۶b	۴۹/۴۵a	آب+نیتروکسین									
۱۱/۴۲a	۱۰/۴۲a	۲/۳۶a	۱۰/۴۲a	۴۱/۴۷a	۵۱/۸۲a	۱۵/۴۳a	۴۵/۶۱a	۴۹/۱۲a	آب+اکسین									
۷/۰۸b	۷/۰۸b	۲/۳۹c	۷/۰۸b	۳۷/۲۸d	۴۱/۹۹c	۹/۲۳b	۳۶/۱۶d	۳۷/۰۹c	شاهد									

\*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی دار ندارند.



شکل ۱- اثر متقابل پرایمینگ بذر و تنش کم‌آبی روی سرعت رشد مطلق طبق

\*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند.  
 پرایمینگ، A<sub>1</sub>: آب، A<sub>2</sub>: محلول نیتروکسین، A<sub>3</sub>: محلول اکسین، A<sub>4</sub>: شاهد، B: تنش خشکی،  
 B<sub>1</sub>: بدون تنش، B<sub>2</sub>: تنش در مرحله ساقه‌رفتن، B<sub>3</sub>: تنش در مرحله پر شدن دانه.

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پرایمینگ و تنش کم‌آبی روی تعداد شاخه فرعی اثر معنی‌داری دارند اما اثرات متقابل این دو فاکتور بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار نشد (جدول ۱). تعداد شاخه فرعی در بوته از نظر تشکیل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه نقش مهمی دارد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار پرایمینگ در بذور پرایمینگ شده با محلول اکسین (۱۰/۴۳) و محلول نیتروکسین (۱۰/۹۵) و کمترین تعداد شاخه فرعی در تیمار هیدروپرایمینگ (۸/۲۸) و شاهد (۷/۰۷) در هر بوته مشاهده شد (جدول ۲). در واقع به دلیل اثرات مستقیم فراهم بودن مواد غذایی مورد نیاز برای شکل‌گیری ساختار رویشی و زایشی گیاه، پرایمینگ با نیتروکسین منجر به تولید حجم سبزینه‌ای بالا و تعداد شاخه‌های فرعی بیشتر می‌شود. در تیمار تنش کم‌آبی بیشترین تعداد شاخه فرعی در شرایط نرمال و بدون تنش (۱۰/۱۴) و اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه (۹/۵۸) عدد در هر بوته به دست آمد، کمترین تعداد شاخه فرعی در قطع آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن ۷/۸۳ عدد در هر بوته حاصل شد (جدول ۳). سایر محققین گزارش کردند که تنش خشکی در اواسط گل‌دهی تأثیری بر روی تعداد شاخه فرعی گیاه ندارد، زیرا در مرحله شروع

گل‌دهی کلیه شاخه‌های فرعی گیاه ظاهر شده است. به‌طور کلی تعداد شاخه فرعی در بوته در نتیجه ترکیب ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی است (Mahdavi, 2012).

تنش کم‌آبی و پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر قطر طبق داشت، اما اثرات متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). با بررسی جدول مقایسه میانگین مشخص شد که بیشترین میزان قطر طبق در تیمار پرایمینگ متعلق به محلول اکسین (۳/۳۶ سانتی‌متر) و محلول نیتروکسین (۳/۲۵ سانتی‌متر) و کمترین متعلق به تیمار شاهد (۲/۳۹ سانتی‌متر) بود (جدول ۲). لازم به ذکر است که پرایمینگ باعث افزایش تعداد ریشه‌چه‌ها شده و از این‌رو موجب مقاومت به خشکی و شوری می‌شود همچنین گیاهچه‌های این بذور دارای سرعت رشد و گلچه‌های بیشتری هستند و قادرند در واحد زمانی یکسان مقدار فتوسنتز بیشتری انجام داده و به سمت طبق‌ها هدایت کنند. در تیمار تنش کم‌آبی بیشترین قطر طبق متعلق به شاهد یعنی شرایط نرمال بدون اعمال تنش (۳/۱۱ سانتی‌متر) و قطع آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن (۳/۰۵ سانتی‌متر) و کمترین متعلق به اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه (۲/۶۸ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش تولید و ارسال مواد فتوسنتزی در مرحله ظهور و پر شدن طبق شده و موجب کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود، در نتیجه قطر طبق کاهش می‌یابد. با عنایت به یافته‌های تحقیق به نظر می‌رسد تأمین آب کافی برای گل‌رنگ در مرحله پر شدن دانه از اهمیت ویژه‌ای در افزایش قطر طبق و تولید عملکرد نهایی گیاه دارد، پس بروز تنش خشکی در این مرحله و یا قبل از آن (گل‌دهی) می‌تواند در کاهش اندازه طبق‌ها و تولید دانه مؤثر باشد.

تعداد طبق در بوته تحت تأثیر پرایمینگ و سطوح مختلف آبیاری قرار گرفت، اما اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). در میان سطوح مختلف پرایمینگ از لحاظ صفت تعداد طبق در بوته اختلاف بسیار معنی‌داری مشاهده شد به طوری که پرایمینگ محلول اکسین (۱۰/۴۳) و محلول نیتروکسین (۱۰/۹۵) دارای بیشترین تعداد طبق در هر بوته و هیدروپرایمینگ (۸/۲۸) و تیمار شاهد (۷/۰۸) دارای کمترین تعداد طبق در هر بوته بودند (جدول ۲). بین تعداد شاخه فرعی و تعداد طبق در گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد این مسئله به این معنی است که با افزایش تعداد شاخه فرعی به تعداد طبق‌ها نیز افزوده می‌شود. در تیمار شاهد (۱۰/۱۴) و تنش در مرحله پر شدن دانه با (۹/۵۸) دارای بیشترین و تنش در مرحله ساقه رفتن (۷/۳) دارای کمترین تعداد طبق در هر بوته بود (جدول ۳).



جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات تنش کم آبی بر گلرنگ.

مقایسه میانگین									
تیمارهای آزمایشی	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	درصد مغز دانه	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در بوته	قطر طبق (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	سرعت رشد مطلق بوته
بدون تنش	۴۶/۵۵۸a	۴۲/۷۵a	۱۵/۳۹a	۵۰/۵۴a	۳۹/۰۴a	۱۰/۱۴a	۳/۱۱a	۱۰/۱۴a	۱۰/۱۹a
تنش در مرحله ساقه رفتن	۴۰/۸۵b	۴۱/۸۹b	۱۲/۱۱b	۴۸/۲۳b	۳۴/۵۰b	۷/۸۳b	۳/۰۰a	۷/۸۳b	۷/۸۸b
تنش در مرحله پر شدن دانه	۴۶/۲۳a	۳۹/۳۱c	۱۰/۰۸c	۴۸/۲۱b	۳۰/۳۳c	۹/۵۸a	۲/۶۸b	۹/۵۸a	۸/۱۱a

\*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند.

هر عاملی مانند آبیاری که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد، موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه بیشتری جهت تولید طبق در روی گیاه، از طریق افزایش ارتفاع، انشعابات جانبی دوره رشد خواهد شد (Behdani and Jami Al Ahmadi, 2008). کافی و رستمی (Kafi and Rostami, 2007) با مطالعه تنش خشکی بر روی گلرنگ، کاهش تعداد طبق در بوته را مشاهده کردند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در طبق تحت تأثیر پرایمینگ و تنش کم آبی قرار گرفت اما اثر متقابل تنش کم آبی در پرایمینگ بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار نشد (جدول ۱). بررسی جدول مقایسه میانگین در تیمار پرایمینگ نشان داد که بیشترین تعداد دانه در طبق در تیمار محلول اکسین (۴۱/۴۷ عدد در هر طبق) و کمترین در تیمار شاهد (۲۷/۲۸ عدد در هر طبق) بدست آمد (جدول ۲). همچنین در تیمار تنش کم آبی بیشترین تعداد دانه مربوط به شرایط آبیاری نرمال (۳۹/۰۴۵ عدد در هر طبق) و کمترین مربوط به تنش در مرحله پر شدن دانه (۳۰/۳۴ عدد در هر طبق) بود (جدول ۳). ماده خشک ذخیره در بذر عمدتاً نتیجه فتوسنتز انجام شده طی دوران پر شدن دانه می‌باشد، بنابراین در اثر تنش خشکی ضمن آنکه تعداد سلول‌های بنیادی کاهش می‌یابد باعث کاهش تولید مواد پرورده شده که در نهایت تعداد دانه کاهش می‌یابد (Mehrpouyan, 2010). کاهش این جزء از عملکرد در اثر تنش خشکی در برخی از گیاهان از جمله آفتابگردان و سویا نیز مشاهده شده است (Momen et al., 1979).

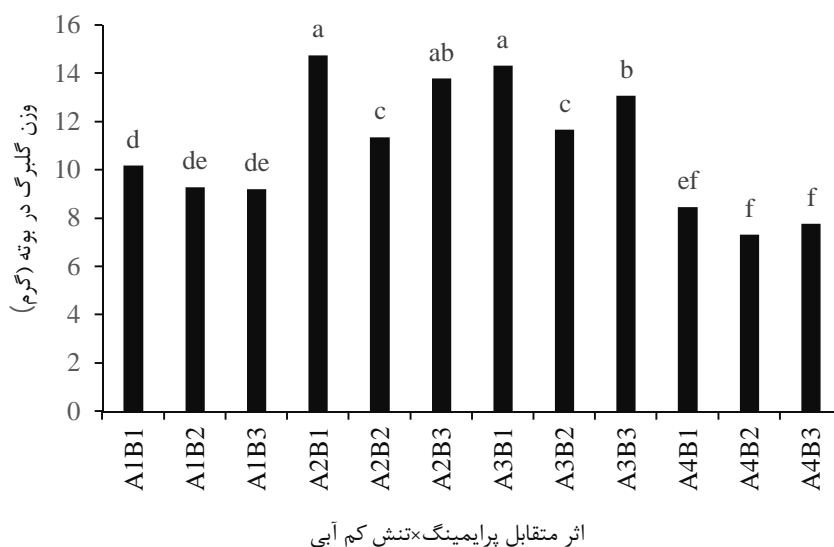
تنش کم آبی و پرایمینگ در این مطالعه تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشتند، اما اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). با بررسی مقایسه میانگین داده‌ها محلول اکسین (۵۱/۸۳ گرم) و محلول نیتروکسین (۵۳/۰۰۸ گرم) دارای بیشترین و شاهد (۴۱/۹۹ گرم) در تیمار پرایمینگ دارای کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۲). در مطالعات گذشته مشخص شده است که نیتروکسین نسبت به سایر کودهای زیستی بیشترین تأثیر را روی وزن هزار دانه خود داشته است (Shahhosseini

(*et al.*, 2010). افزایش وزن هزار دانه با توجه به افزایش طول دوره پر شدن دانه قابل توجه بوده و می‌تواند بیانگر تأثیر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده در طول مدت پر شدن دانه باشد (Akbari *et al.*, 2009). همچنین در تیمار آبیاری کامل (بدون تنش) (۵۰/۵۵ گرم) دارای بیشترین و دو تیمار اعمال تنش در مرحله ساقه‌رفتن با ۴۸/۲۳ گرم و پر شدن دانه با ۴۶/۲۱ گرم دارای کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۳). وزن هزار دانه مستقیماً تحت تأثیر جریان مواد فتوسنتزی بعد از گرده‌افشانی است. این مواد می‌توانند از فتوسنتز جاری گیاه و یا انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه‌ها، برگ‌ها تأمین شوند (Ahmadi and bohrani, 2009). تنش خشکی باعث زرد شدن و ریزش برگ و در نهایت کاهش فتوسنتز شده و در انتقال مواد غذایی از منبع به مخزن اختلال ایجاد می‌کند که در نهایت شاهد کاهش وزن هزار دانه تحت تأثیر این تنش خواهیم بود. کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی در گیاه گلرنگ در مطالعه سایر محققین نیز مشاهده شد (Farid and Ehsanzadeh, 2006).

با بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که تنش کم‌آبی و پرایمینگ اثر معنی‌داری بر درصد مغز دانه دارند اما اثر متقابل این فاکتورها بر صفت درصد مغز دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بالاترین درصد مغز در پرایمینگ مربوط به محلول اکسین (۴۵/۶۱) و کمترین در شاهد (۳۶/۲۷) مشاهده شد (جدول ۲). اکسین باعث افزایش دوام برگ و فتوسنتز در گیاه شده، در نتیجه مواد غذایی بیشتری به سمت دانه‌ها انتقال می‌یابد و از این طریق باعث افزایش درصد مغز خواهد شد. در تیمار تنش خشکی بیشترین درصد مغز در شرایط نرمال آبیاری یعنی شاهد (۴۳/۷۶) و کمترین مربوط به قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه (۳۹/۳۱) بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش فتوسنتز به دلیل تنش خشکی، موجب کاهش نسبت مغز به کل دانه شده باشد و با ادامه روند تنش خشکی، از میزان مغز در دانه کاسته شد. زیرا وجود آب کافی در نقل و انتقال شیره پرورده و پر شدن دانه نقش به‌سزایی دارد و هر چه انتقال مواد به دانه‌ها بیشتر باشد، درصد مغز به پوست دانه افزایش می‌یابد. هر چه درصد نسبی پوسته به دانه کمتر شود (مغز افزایش یابد) ارزش محصول افزایش می‌یابد.

اثرات متقابل تنش کم‌آبی در پرایمینگ بر صفت وزن گلبرگ در بوته معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دو فاکتور بر وزن گلبرگ نشان داد که بذور تیمار شده با محلول اکسین و نیتروکسین که در شرایط آبیاری کامل بودند به ترتیب ۱۴/۳۳ و ۱۴/۷۶ گرم دارای بیشترین وزن گلبرگ و اعمال تنش در دو مرحله ساقه‌رفتن و پر شدن دانه برای بذوری که به صورت خشک کشت شدند (شاهد) به ترتیب ۷/۳۲ و ۷/۷۸ گرم در هر بوته دارای کمترین وزن گلبرگ بودند (شکل ۲). به نظر می‌رسد افزایش وزن گلبرگ تحت تأثیر تعداد طبق‌ها و تعداد گلچه‌ها می‌باشد و با توجه به اینکه

تیمارهای اکسین و نیتروکسین که در شرایط آبیاری کامل بودند تعداد طبق و تعداد دانه‌ها بیشتر بود در نتیجه وزن گلبرگ نیز افزایش پیدا نمود. مطالعات نشان داده که میزان عملکرد گلبرگ همبستگی مثبت با تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق دارد (Khajepoor, 2004).



شکل ۲- اثر متقابل پرایمینگ بذر و تنش کم آبی روی وزن گلبرگ در بوته

\*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند.  
 پرایمینگ، A<sub>1</sub>: آب، A<sub>2</sub>: محلول نیتروکسین، A<sub>3</sub>: محلول اکسین، A<sub>4</sub>: شاهد، B: تنش خشکی، B<sub>1</sub>: بدون تنش، B<sub>2</sub>: تنش در مرحله ساقه‌رفتن، B<sub>3</sub>: تنش در مرحله پر شدن دانه.

نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری و پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت اما اثر متقابل این دو فاکتور بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۱). بذور پرایمینگ شده با محلول اکسین (۴۹/۱۲ سانتی‌متر) و محلول نیتروکسین با (۴۹/۴۶ سانتی‌متر) دارای بیشترین ارتفاع و شاهد (۳۷/۰۹ سانتی‌متر) دارای کمترین ارتفاع بودند (جدول ۲). هورمون اکسین با افزایش رشد طولی سلول موجب افزایش رشد سلول و طول شدن ساقه می‌شود و این نقش اصلی اکسین است. از دلایل مهمی که می‌توان برای تأثیر کود نیتروکسین در افزایش ارتفاع بوته برشمرده اینک مصرف این کودها منجر به افزایش طول میانگره‌ها شده که این امر می‌تواند مربوط به تحریک تولید هورمون‌های گیاهی تولید شده توسط این کودها باشد (Choobforoush Khoei, 2014). در مطالعه‌ای محققین نیز گزارش کردند کودهای بیولوژیک حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، ارتفاع بوته را در گیاه مریم‌گلی به‌طور معنی‌داری

افزایش دادند (Youssef *et al.*, 2004). همچنین سایر محققین افزایش ارتفاع در گیاه آفتابگردان (Zahir *et al.*, 2000) و ذرت (Chandrasekar *et al.*, 2005) ارزن (Shehata and EL-Khawas, 2003) با کاربرد کودهای زیستی را نیز گزارش کردند. تنش کم‌آبی در مرحله پر شدن دانه (۴۶/۲۳ سانتی‌متر) و شرایط نرمال آبیاری (شاهد) (۴۶/۵۶ سانتی‌متر) دارای بیشترین ارتفاع و تنش در مرحله ساقه رفتن (۴۰/۸۵ سانتی‌متر) دارای کمترین ارتفاع بود (جدول ۳). کاهش ارتفاع گیاه به موازات افزایش تنش خشکی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به اندام‌های در حال رشد گیاه و نهایتاً عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع نسبت داد (Naderi *et al.*, 2005). با توجه رشد محدود بودن گیاه گلرنگ تاثیر تنش کم‌آبی بر رشد رویشی در مرحله دانه بستن خیلی کم می‌باشد (Hashemi Dezfuli, 1994). هامرونی و همکاران (Hamrouni *et al.*, 2001) بیان کردند خشکی منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود و این کاهش ارتفاع ناشی از کاهش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها در اثر کاهش فشار اسمزی درون سلول می‌باشد.

براساس نتایج تجزیه واریانس، عملکرد دانه در بوته تحت تأثیر کم‌آبی و پرایمینگ قرار گرفت اما اثر متقابل تنش کم‌آبی در پرایمینگ برای عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در بوته در تیمار پرایمینگ مربوط به محلول اکسین (۱۵/۴۴ گرم) و محلول نیتروکسین (۱۵/۱۵ گرم) و کمترین عملکرد مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ (۱۰/۲۸ گرم) و شاهد (۹/۵۶ گرم) در هر بوته بود (جدول ۲). از آنجا که کود بیولوژیک نیتروکسین شامل دو باکتری تثبیت کننده نیتروژن است با تلقیح این باکتری‌ها به بذر توان تثبیت زیستی نیتروژن، جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید برخی ویتامین‌ها افزایش یافته که در نتیجه رشد کمی و کیفی گیاه تقویت شده و نتیجه آن به صورت افزایش عملکرد نمایان می‌گردد. کاربرد محلول اکسین باعث افزایش طول دوره سبزی‌نگی و فتوسنتز گیاه شده و مواد فتوسنتزی انتقال یافته به دانه و در نتیجه عملکرد را افزایش می‌دهد (Choobforoush Khoei *et al.*, 2014). در تیمار تنش کم‌آبی بیشترین عملکرد مربوط به تیمار (۱۵/۳۹ گرم) و کمترین مربوط به قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با میانگین (۱۰/۰۸ گرم) بود (جدول ۳). اعمال تنش کم‌آبی منجر به کاهش دوره پر شدن دانه، کوچک شدن اندازه دانه‌ها و در نتیجه کاهش تعداد و وزن دانه‌ها می‌شود به عبارتی درصد دانه‌های عقیم شده در طبق افزایش و یا تعداد دانه در طبق کاهش می‌یابد و در نتیجه شاهد کاهش عملکرد خواهیم بود. با بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه مشخص شد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با کلیه صفات مورد مطالعه داشت. که در این بین بیشترین همبستگی‌ها با درصد مغز دانه (۰/۸۰۶)، تعداد دانه در طبق (۰/۷۷۲) و قطر طبق (۰/۷۶۵) داشت (جدول ۵). لذا درصد مغز دانه مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در این تحقیق معرفی می‌گردد.

امیررضا صادقی بختوری و همکاران

جدول ۵- ارزیابی همبستگی بین صفات مورد مطالعه.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
میزان رشد مطلق گیاه	۱										
میزان رشد مطلق طبق	۰/۵۵۶**	۱									
اعداد شاخه‌های فرعی	۰/۶۳۳**	۰/۵۷۳**	۱								
قطر طبق	۰/۴۵۵**	۰/۵۴۲**	۰/۶۱۶**	۱							
اعداد طبق در هر بوته	۰/۶۳۳**	۰/۵۷۳**	۰/۹۹۰**	۰/۶۱۶**	۱						
تعداد دانه در هر طبق	۰/۶۰۹**	۰/۷۱۰**	۰/۵۹۱**	۰/۹۰۱**	۰/۵۹۱**	۱					
وزن هزار دانه	۰/۶۱۳**	۰/۶۱۶**	۰/۵۵۲**	۰/۷۳۱**	۰/۵۵۲**	۰/۷۷۳**	۱				
عملکرد دانه	۰/۴۸۴**	۰/۶۵۱**	۰/۷۳۳**	۰/۷۶۵**	۰/۷۳۳**	۰/۷۷۳**	۰/۶۱۸**	۱			
درصد مغز دانه	۰/۵۵۶**	۰/۶۷۸**	۰/۶۲۵**	۰/۸۸۶**	۰/۶۲۵**	۰/۹۱۱**	۰/۸۵۶**	۰/۸۰۶**	۱		
وزن گلبرگ در هر بوته	۰/۷۲۷**	۰/۶۷۰**	۰/۸۰۵**	۰/۷۵۰**	۰/۸۰۵**	۰/۷۸۰**	۰/۷۷۵**	۰/۷۳۱**	۰/۸۱۶**	۱	
ارتفاع بوته	۰/۶۸۱**	۰/۶۴۲**	۰/۸۵۷**	۰/۶۴۹**	۰/۸۵۷**	۰/۶۴۱**	۰/۶۴۵**	۰/۶۸۴**	۰/۷۲۳**	۰/۶۸۴**	۱

\*\*و\*\*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

### نتیجه گیری

در تیمار پرایمینگ بذر اکسین و نیتروکسین روی صفات مورد مطالعه بیشترین تأثیر مثبت را داشتند، که با توجه به این نتایج چنین استنباط می‌شود که اعمال این تیمارها، یکسری شرایط متابولیکی مناسب را در بذر به وجود می‌آورد که مجموعه این شرایط سبب تسریع و افزایش درصد جوانه‌زنی و در نتیجه باعث استقرار بهتر و زودتر گیاهچه‌ها می‌گردد. همچنین پرایمینگ موجب بهبود اجزا مهم عملکردی نظیر تعداد طبق، تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن هزار دانه گردید. در شرایط معمول با استفاده از این روش می‌توان باعث افزایش کارایی مصرف آب، رقابت بهتر گیاه با علف‌های هرز و ایجاد عملکرد بهتر گردید. تنش کم‌آبی بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد اثر معنی‌داری داشت و باعث کاهش آن‌ها شد که در این میان مرحله پرشدن دانه حساس‌ترین مرحله رشدی به تنش کم‌آبی بود. تنش کم‌آبی در مرحله پر شدن باعث کاهش طول دوره پر شدن دانه، زرد شدن و ریزش برگ‌ها شد که در نتیجه باعث کاهش ماده خشک فتوسنتزی جهت حمایت دانه‌ها و کاهش سرعت رشد مطلق گیاه گردید.

### منابع

- Ahmadi, M., and Bohrani, M.J. 2009. Effect of different values nitrogen on yield and yield components of sesame varieties in Bushehr Province. (In Persian, with English Abstract.). Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 13(48): 123–131.
- Akbari, P., Ghalavand, A., and Modarres Sanavy, S.A.M. 2009. Effects of different nutrition systems and biofertilizer (PGPR) on phenology period yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). (In Persian, with English Abstract.). Journal of Science and Natural Research. 2(3): 119-134.
- Aliyari, H., and Shekari, F. 2000. Oil seeds, Agriculture and Physiology. Press Amidi Tabriz. 82-39-36:16.
- Behdani, M.A., and Jami Al-Ahmadi, M. 2008. Evaluation of growth and yield safflower cultivars in different planting dates. (In Persian, with English Abstract.). Iranian journal of Agronomy Research. 6(2): 245-254.
- Bijani, M., Yadollahi, P., Asgharipour, M.R., and Soleimani, S., Latifi, M. Effects of nitrogen and biological fertilizer on yield, oil and protein content of sesame (*Sesamum indicum* L.). (In Persian, with English Abstract.). Journal of Oil Plants Production, 1(2): 67-78.
- Chandrasekar, B.R., Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal of Agricultural Technology. 1(2): 223-234.
- Choobforoush Khoei, B., Roshdi, M., Jalili, F., and Ghaffari, M. 2014. The effect of biofertilizers on the yield and yield components of sunflower nuts in the Khoy region. (In

- Persian, with English Abstract.). *Agronomy Journal* (Pajouhesh & Sazandegi). 103: 132-139.
- Mehrpouyan., M. 2010. Study on CO<sub>2</sub> exchange, Photosynthesis and grain yield in sunflower cultivars under drought stress conditions. (In Persian, with English Abstract.). *Journal of Crop Production Research*. 3(2): 197-206.
- Farid, V., and Ehsanzadeh, P. 2006. Yield and yield components of safflower genotypes and their response to treatment ghosting on the inflorescences and adjacent leaves in terms of spring planting in Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 10(1): 189-197
- Gupta, A.K., Singh, J., Kaur, N., and Singh, R. 1993. Effect of polyethylene glycol induced water stress on uptake introversion and transport of sugars in chickpea seedling. *Plant Physiology and Biochemistry*. 31: 743-747.
- Hamrouni, I., Salah, H., and Marzouk, B. 2001. Effects of water-deficit on oil of safflower aerial parts. *INRST, Laboratoire d'adaptation et d'melioration des Plants*, BP 95 2050, Hammam-Lif, Tunisia. 95: 21-52.
- Hashemi Dezfuli, A. 1994. Growth and yield of safflower affected by drought stress. *Crop Research Hasar*. 7: 313-319.
- Heydecker, W., Higgins, J. and Gulliver, R.L. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature*. 246: 42-46.
- Kafi, M., and Rostami, M. 2007. Effects of drought stress on yield and yield components of three Sofflower Cultivars. (In Persian, with English Abstract.). *Iranian Journal of Field Crops Research* .5 (1): 121-131.
- Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., and Kolsarici, Y. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*. 24: 291-295.
- Khajepoor, 2004. *Industrial crops*. Isfahan: IUT University, Jahad Daneshgahi press. (In persian).
- Kidd, F., and West, C. 1918. Physiological predetermination: The influence of the physiological condition of the seed upon the course of subsequent growth and upon the yield. I. The effect of the soaking seeds in water. *Annals of Applied Biology*. 5: 1-10.
- Kumar, H. 2000. Development potential of safflower in comparison to sunflower. *Sesame and Safflower Newsletter*. Institute of sustainable agriculture. Spain. 15: 86-89.
- Mahdavi, B. 2012. Evaluation of chitosan and zeolite interaction on phenology, growth and yield of safflower under water deficit stress. Thesis Submitted For the Degree of Doctor of Philosophy (PhD) In Agronomy, Tarbiat Modarres University Department of Agronomy, Faculty of Agriculture.
- Mathews, R.B., Reddy, D.M., Rani, A.U., Azam-Ali, S.N., and Peacock, J.M. 1990. Response of four sorghum lines to mid-season drought. Growth, water use and yield. *Field Crops Research*. 5: 279-296.
- Mathur, J.R., Tikka, S.B., Sharman, R.K., and Singh, S.P. 1996. Genetic variability and path coefficient analysis of yield components in safflower. *Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*. 8: 314-315.
- Momen, N.N., Carlson, R.E., Shaw, R.H., and Arjmand, O. 1979. Moisture stress effects on the yield components of two soybean cultivars. *Agronomy Journal*. 71: 86-90.

- Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduza, C., Clark, L.J., and Whalley, W.R. 2003. Effects of seedpriming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). *Soil and Tillage. Research.* 74: 161-168.
- Nabipour, M., Meskarabashee, M., and Yousefpour, H. 2007. The effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 10(3):421 –426.
- Naderi, M.R., Nourmohammadi, G., Majidi, H., Darvish, F., Shiranirad, A. H. and Madani, H. 2005. Evaluation of summer safflower reaction to different intensities of drought stress at Isfahan region. (In Persian, with English Abstract.). *Iranian Journal of Crop Sciences.* 7(3): 212-225.
- Reddy, A.R., Chaitanya K.V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Plant Physiology.* 161: 1189-1202.
- Shahhosseini, G.h., Zafarinia, R.H., Sori, M.K. and Pirasteh Anosheh H. 2010. Yield of upland chickpea affected by biosulfur, Azotobacter and Superabsorbent. *Use Biological Fertilizer in Sustainable Horticulture and Agriculture, Shiraz.* pp: 29-34.
- Shehata, M.M., and EL-Khawas, S.A. 2003. Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 6: 1257-1268.
- Talwar, H.S., Chandra Sekhar, A., and Nageswara Rao, R.C. 2002. Genotypic variability in membrane thermostability in groundnut. *Indian Journal Plant Physiology.* 7: 97–102.
- Weiss, E.A. 2000. *Oilseed Crops.* Second ed. Blackwell Science, Oxford, 364 pp.
- Youssef, A.A., Edris, A.E., and Gomaa, A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of (*Salvia officinalis* L.). *Plant Annals of Agricultural Science.* 49: 299-311.
- Zahir, A.Z., Abbas, S.A., Khalid, A., and Arshad, M. 2000. Substrate depended microbially derived plant hormones for improving growth of maize seedling. *Pakistan Journal of Biological Science.* 3: 289-291.