نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پیاپی ۳۱، سال هشتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲/صفحات: ۴۶-۳۷

# اثر تنش آبی در مرحله گلدهی بر میزان ارتفاع بوته و پروتئین دانه ارقام مختلف گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

**محبوبه رجب نسب آقامحلی*[1]، ژیرایر کاراپتیان[2]**

[1] کارشناس ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

[2] استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

**تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱٤**

**چکیده**

به‌منظور بررسی اثر تنش آبی روی میزان پروتئین ارقام مختلف گلرنگ زراعی (*Carthamus tinctorius* L.)، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه با خاک رسی- شنی و pH ۷ در سال زراعی ۱۳۸۷ انجام شد. ارقام مورد مطالعه، ٤ رقم پاییزه شامل: 697، زرقان 279، LRV51-51، LRV51-279 و رقم بهاره اصفهان ۱ بودند. بذرهای هر رقم در چهار کرت و پنج لاین دو ردیفی با چهار تکرار کاشته شدند. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا شد. تنش آبی با کاهش دوره‌ی آبیاری از کرت A به طرف کرت D در مرحله گلدهی اعمال گردید به‌طوری‌که در کرت‌های A، B، C و D به‌ترتیب، آبیاری به‌صورت ۵، ۸ ، ۱۱ و ١٤ روز یک بار تنظیم گردید و به‌صورت ٤ تیمار در چهار کرت A، B، C و D اجرا شد که کرت B در رقم بهاره و کرت A در ارقام پاییزه، به‌عنوان کرت‌های شاهد در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد اثر تنش آبی بر میزان پروتئین دانه‌های پاییزه معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش آبی و رقم، بر میزان پروتئین نیز معنی‌دار بود. بیشترین میزان پروتئین برای رقم LRV51-51 در کرت B تولید شد. اما اثر تنش بر میزان پروتئین رقم بهاره، غیر معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد که عوامل تنش، رقم و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند و تنش باعث کاهش ارتفاع بوته‌ها گردید.

**واژگان کلیدی**: ارتفاع بوته، بذر، پروتئین، تنش آبی، گلرنگ زراعی

**مقدمه**

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorious* L.، از خانواده Compositae از راسته Aterales زیررده Gamopetales رده Dicotyledones می‌باشد (قهرمان، ۱۹۸٤). این گیاه اولین بار حدود ۱٦۰۰ سال قبل در مصر کشت شد. تولیدکنندگان اصلی گلرنگ در هند و مکزیک و آمریکا هستند. هند و مکزیک با هم ۷۰ درصد محصول گلرنگ دنیا را تولید می‌کنند. کنجاله گلرنگ با درصد پروتئین و فیبر بالا به‌عنوان منبع تامین کننده پروتئین غذای دام و طیور استفاده می‌شود (ناصری و همکاران، ۱۳۸۹) ( Mater and Johnson, 1993). امیدی و همکاران (۱۳۷۸) نشان دادند که خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در کشور ما محدود می‌سازد. بنابراین استفاده از ارقام

*نویسنده مسئول: amirilia2@yahoo.com

مناسب و متحمل به تنش خشکی، امکان استفاده بهتر از آب را فراهم نموده و سبب افزایش بازده تولید می‌گردد. در کشور ایران گلرنگ در خراسان و یزد و اصفهان و آذربایجان با وجود وضعیت‌های نامطلوب محیطی مثل تنش شوری و خشکی کشت می‌شود. Davia (۱۹۷۷) ضمن بررسی در مورد روش آبیاری در گیاه گلرنگ نشان داد که برخی از واریته‌های گلرنگ به خشکی مقاوم هستند. دانه گلرنگ دارای ۲۵ الی ٤٥ درصد روغن و ۱۲ الی ۲۲ درصد پروتئین است و پتانسیل ژنتیکی تحمل به خشکی، در ارقام مختلف گلرنگ متفاوت است، لذا در شرایط تنش خشکی می‌توان ارقام مطلوب‌تر را انتخاب نمود (ابوالحسنی و سعیدی، ۱۳۸۵). Leonard و French (۱۹٦۹) گزارش کردند که با قطع آبیاری دو هفته قبل از شروع گلدهی راندمان مصرف آب نسبت به ادامه آبیاری تا اواخر دوران گلدهی به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. Patel (۱۹۹۳) در ارزیابی اثر رژیم‌های متفاوت آبیاری در مراحل مختلف رشدی گلرنگ نتیجه‌گیری کرد که حساسترین مراحل نیاز آبی در گیاه گلرنگ، مرحله گلدهی و دانه‌بندی می‌باشد. Henry و Macdonaled (۱۹۷۸)، دریافتند که خشکی شدید میزان پروتئین دانه *Brasica napus* L. را کاهش داد. طی تحقیقات شعبانی و همکاران (۱۳۸۹)، اثر تنش آبی به خصوص در مراحل پایانی دوره رشد، اثر معکوس بر میزان پروتئین دانه‌ی کلزا داشت. Johnston و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که تنش خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که می‌تواند به‌طور مؤثری پروتئین دانه کلزارا کاهش دهد. در تحقیقات دانش شهرکی و همکاران (۱۳۸۸) با افزایش شدت تنش خشکی میزان پروتئین دانه کلزا افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به تیمار تنش خشکی شدید با میانگین ۲۲/۹ درصد بود. قبادی (۱۳۸۵) و Kajdi (۱۹۹٤) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. در مطالعه Johnston و همکاران (۲۰۰۲) اشاره شده است که تنش آبی موجب کاهش پروتئین دانه کلزا شد. از طرفی مطابق آزمایشات Zeinali و همکاران (۲۰۰۲)، یک رابطه منفی و معنی‌داری بین میزان پروتئین و روغن ناشی از رقابت آن‌ها در پر شدن فضای دانه وجود دارد به طوری که افزایش یکی باعث کاهش دیگری می‌شود. Mohsennia و Jalilian (۲۰۱۲)، نشان دادند که کم آبی درصد پروتئین را در گیاه گلرنگ، افزایش داد. همچنین بررسی‌های متعددی در مورد تاثیر تنش خشکی بر ارتفاع گیاه گلرنگ صورت گرفته است. مطابق تحقیقات Tayebi و همکاران (۲۰۱۲)، مشاهده شد ارتفاع و عملکرد دانه گیاه گلرنگ، تحت تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. از طرفی نتایج به‌دست آمده از تحقیقات Soleimani و همکاران (۲۰۱۱)، نشان داد که آبیاری طبیعی، منجر به بالاترین ارتفاع در گیاه گلرنگ گردید و در شرایط کم آبی،گیاه گلرنگ دارای کمترین ارتفاع ساقه شد. Omidi و همکاران (۲۰۱۲)، گزارش کردند که تنش خشکی ارتفاع گیاه را کاهش داد. طهماسب‌پور (۱۳۸۹)، در تحقیقات خود مشاهده کرد که تنش خشکی در مرحله شروع ساقه‌دهی گلرنگ سبب تولید بوته‌های پاکوتاه گردید در حالی که اعمال تنش خشکی در مرحله شروع گلدهی اثر معنی‌داری روی ارتفاع بوته نداشت.

بنابراین، با توجه به وجود شرایط آب و هوایی گرم و خشک در کشور و بروز تنش‌های محیطی از جمله خشکی و گرما و همچنین انتخاب گیاهان و ارقام مقاوم برای کاشت در این شرایط، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح تنش آبی روی میزان پروتئین دانه ارقام مختلف گلرنگ و بررسی اثرات آن بر ارتفاع گیاه به‌عنوان گیاهی مناسب برای کاشت در شرایط آب و هوایی گرم و خشک، در ارومیه طراحی و اجرا شد.

**مواد و روش‌ها**

**طرح آزمایش:** به‌منظور بررسی تاثیر تنش آبیاری روی ارقام بوته و مقدار پروتئین دانه ارقام ذکر شده، زمینی به وسعت ۲۰۰ متر مربع در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه با خاک شنی- رسی و pH ۷ پس از شخم زدن کرت‌بندی شد. کرت‌ها شامل ٤ کرت A، B، C، D با فاصله ۱/۵ متر بودند. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی صورت گرفت. مطابق آزمایشات Zeinali و همکاران (۲۰۰۲) هر کرت دارای ۵ لاین مربوط به ۵ رقم گلرنگ، به فواصل ۱/۱۰ متر و طول ۵ متر بود در هر لاین گلرنگ ۲ ردیف مربوط به یک رقم با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم وجود داشت. در این صورت، هر کرت از ۱۰ ردیف و ۵ رقم شامل: 697، زرقان 279، LRV51-295، رقم بهاره اصفهان ۱ و LRV-51-51 تشکیل شد و کرت‌ها از مرحله گلدهی به بعد تحت ٤ تنش متفاوت قرار گرفتند. جهت جلوگیری از توقف آب در پای بوته‌ها و جلوگیری از گسترش قارچ فیتوفتورا، هر رقم در هر کرت در دو ردیف به شیوه جوی و پشته کاشته شد. محل جوی در بین دو ردیف مربوط به هر رقم در هر کرت و محل پشته در بین ارقام مختلف گلرنگ به فاصله ۱/۱ متر در هر کرت بود. از هر رقم دو پاکت ۲۰۰ بذری پس از آغشته شدن به ماده قارچ‌کش جهت کاشت در ٤ کرت شامل: A، B، C و D و با ٤ تکرار در نظر گرفته شد. بذرهای مربوط به هر رقم در ۵ لاین دو ردیفی در هر کرت (یعنی ده ردیف در هر کرت) و در عمق ٤-٦ سانتی‌متری کاشته شدند. تنش مطابق معدل عوامل اندازه‌گیری شده در طی یک دوره ده‌ساله به تفکیک ماه‌های سال از ایستگاه سینوپتیک ارومیه، زمان‌های آبیاری و حجم آب مصرفی در قبل و بعد از شروع تنش اعمال گردید. لذا دوره آبیاری در کرت‌های A، B، C و D به‌ترتیب ۵، ۸، ۱۱ و ١٤ روز یک بار، تنظیم گردید. لازم به ذکر است که کرت B در رقم بهاره و کرت A در ارقام پاییزه، به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. معیار انتخاب دور آبیاری کرت شاهد براساس حد پژمردگی بود و این دوره حداکثر زمانی بود که گیاه شادابی و نشاط خود را حفظ می‌کرد. مقدار آب مصرفی در دوره تنش۳۰۰ لیتر در هر لاین بود که به کمک کنتور آب تنظیم می‌شد. یک ماه پس از قطع تنش، برداشت غوزه انجام گرفت. در این طرح تنش آبی به‌عنوان فاکتور اصلی و ارقام، به‌عنوان فاکتور فرعی محسوب می‌شوند. صفات مورد اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه و ارتفاع بوته‌های گلرنگ در نظر گرفته شدند. اندازه‌گیری ارتفاع بوته فقط از ارقام پاییزه استفاده شد زیرا فقط یک رقم از ارقام مورد استفاده، بهاره بود به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع، از ۱۰ بوته در زمان برداشت نمونه‌برداری گردید. جهت بررسی داده‌های حاصل از ارتفاع بوته از طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی استفاده شد که در آن عامل تنش به‌عنوان تیمار و عامل رقم به‌عنوان بلوک در نظر گرفته شد.

**سنجش پروتئین:** جهت سنجش پروتئین از روش کجلدال استفاده گردید (Julian McClements, 2007). در این روش ابتدا هر نمونه خشک و سپس پودر گردید و نیم گرم از نمونه در لوله‌های هضم‌کننده ریخته شد. سپس به کلیه لوله‌ها یک عدد قرص سولفات مس به‌عنوان کاتالیزور و ۱۲ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ بدون ازت اضافه گردید. سپس لوله‌ها در دستگاه هضم‌کننده با دمای ٤۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. مدت زمان قرارگیری در دستگاه تا زمانی بود که محلول داخل لوله‌ها کاملاً شفاف شده و برنگ سبز روشن یا آبی فیروزه‌ای درآمدند. بعد از خنک شدن لوله‌ها به هر لوله ۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. بعد از تنظیم دستگاه کجلدال نمونه‌ها به منظور سنجش میزان ازت در دستگاه قرار گرفتند و درصد پروتئین آن‌ها ثبت شد به‌دلیل اینکه اعداد به‌دست آمده مربوط به میزان

پروتئین در یک گرم نمونه بود از نیم گرم نمونه استفاده شد. لذا در پایان داده‌ها در عدد ۲ ضرب و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار SAS (۲۰۰۲)، تجزیه و تحلیل و نمودارهای مربوطه با استفاده از صفحه گستر Excel رسم شدند. روش مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و سطح مقایسه میانگین‌ها در سطح ۱ درصد بود.

## نتایج

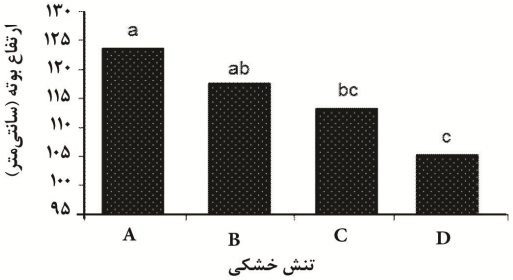
**ارتفاع بوته:** اندازه‌گیری ارتفاع بوته فقط برای ارقام پاییزه انجام شد که تجزیه واریانس آن در جدول ۱ آمده است. در تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از ارتفاع بوته از طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی استفاده شد که در آن عامل تنش به‌عنوان تیمار و عامل رقم به‌عنوان بلوک در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که عوامل تنش، رقم و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند به این معنی که تنش باعث تغییر ارتفاع بوته گردید.

**جدول ۱.** تجزیه واریانس ارتفاع بوته در ارقام پاییزه تحت تنش‌های مختلف خشکی

| منبع تغییرات | درجه‌ی آزادی | درصد پروتئین |
|---|---|---|
| تنش (A) | ۳ | ۱۹/۹۷** |
| رقم (B) | ۳ | ۵۲/۴۳ ** |
| خطا (a) | ۹ | |
| CV | | ۱۰ |
| کل | ۱۵ | |

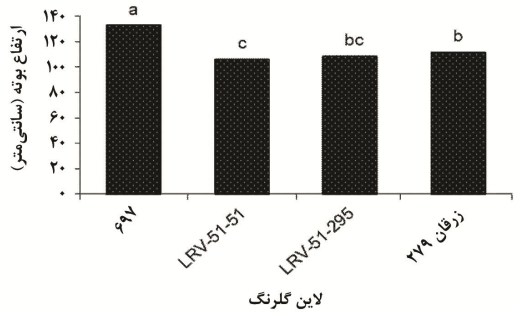
** در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

در مقایسه میانگین ارتفاع بوته گلرنگ تحت تنش‌های مختلف خشکی بدون در نظر گرفتن رقم مشاهده گردید که ارتفاع بوته‌های کرت A (کرت شاهد) در سطح احتمال ۱ درصد با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار داشت و بوته‌های موجود در این کرت از ارتفاع بیشتری برخوردار شد (۱۲۳/۷ سانتی‌متر) ولی در سطح احتمال ۵ درصد به جز با بوته‌های کرت B با سایر بوته‌ها تفاوت معنی‌دار نشان داد (شکل ۱).




**شکل ۱.** میانگین ارتفاع بوته ارقام پاییزه گلرنگ تحت تنش‌های مختلف خشکی. تنش A : آبیاری ۵ روز یکبار. تنش B: آبیاری ۸ روز یکبار. تنش C : آبیاری ۱۱ روز یکبار. تنش D : آبیاری ۱٤ روز یکبار.

با مقایسه میانگین ارتفاع بوته‌های ارقام پاییزه بدون در نظر گرفتن عامل تنش مشاهده شد که رقم ٦۹۷ از بیشترین ارتفاع برخوردار گردید به‌طوری‌که این میزان در دو سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد (شکل ۲) معنی‌دار بود.



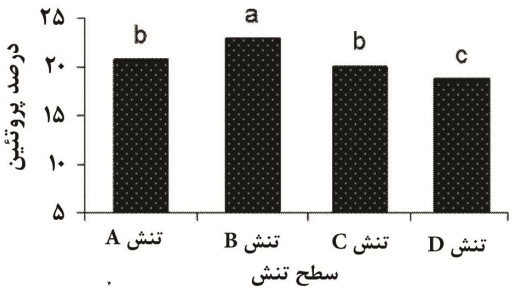

**شکل ۲.** مقایسه میانگین ارتفاع بوته ارقام پاییزه

**پروتئین دانه:** در تجزیه واریانس مقدار پروتئین ارقام پاییزه و تنش‌های مختلف خشکی مشاهده شد که فاکتور تنش در سطح ۱ درصد معنی‌دار، ولی فاکتور رقم بی‌معنی بود در حالی که اثر متقابل این دو عامل در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲).

**جدول ۲.** تجزیه واریانس میزان پروتئین دانه در ارقام پاییزه تحت تنش‌های مختلف خشکی.

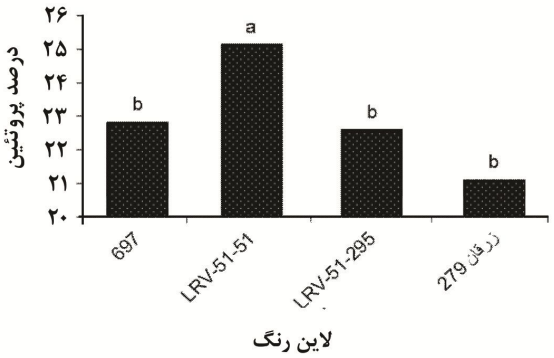
| منبع تغییرات | درجه آزادی | درصد پروتئین |
|---|---|---|
| تنش (A) | ۳ | ۳۲/۶۶** |
| خطای (a) | ۱۲ | ۰/۱۲ |
| رقم (B) | ۳ | ۰/۶۸۷۰ns |
| تنش×رقم (A×B) | ۹ | ۵/۱۱۹۶** |
| خطا (b) | ۳۶ | |
| CV | | ۸ |
| کل | ۶۳ | |

با مقایسه دانه میانگین داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پروتئین دانهی گلرنگ تحت تنش‌های مختلف خشکی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده گردید (شکل ۳). به‌طوری‌که در این مقایسه با آزمون LSD، کرت B از نظر میزان پروتئین در کلیه ارقام پاییزه بالاترین میزان (۲۲/۹۳ درصد) را داشت.



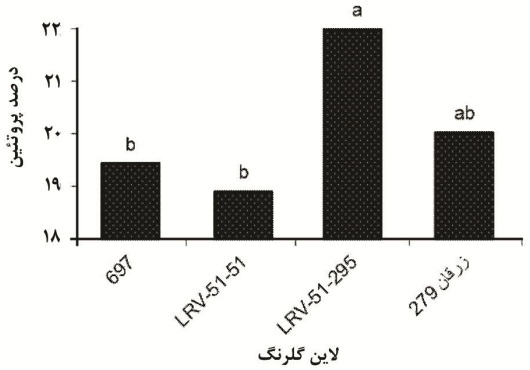

**شکل ۳.** میانگین درصد پروتئین دانه گلرنگ پاییزه تحت تنش‌های مختلف خشکی. تنش A: آبیاری ۵ روز یکبار. تنش B: آبیاری ۸ روز یکبار. تنش C: آبیاری ۱۱ روز یکبار. تنش D : آبیاری ۱۴ روز یکبار.

در بررسی میانگین پروتئین ارقام پاییزه در چهار تنش، رقم LRV51-295 از بالاترین میزان پروتئین (۲۰/۹۸ درصد) برخوردار گردید ولی با سایر ارقام تفاوت معنی‌داری نداشت. در بررسی میانگین ارقام پاییزه در تنش کرت A، رقم ۶۹۷ بالاترین میزان پروتئین (۲۱/۷۳ درصد) را داشت که این تفاوت نسبت به سایر ارقام معنی‌دار نبود. با بررسی میانگین ارقام پاییزه در تنش کرت B، رقم LRV51-51 از حداکثر میزان پروتئین (۲۵/۱۴ درصد) برخوردار گشت به‌طوری‌که این تفاوت از نظر آماری در سطح ۱ درصد نسبت به سایر ارقام در داخل همین کرت معنی‌دار بود (شکل ٤).




**شکل ٤.** میانگین درصد پروتئین دانه گلرنگ پاییزه در تنش کرت B.

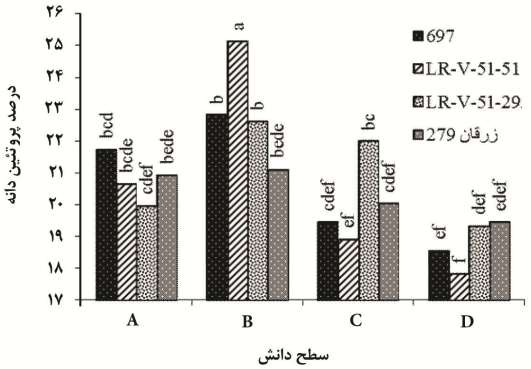
در بررسی میانگین ارقام پاییزه در تنش کرت C رقم LRV51-295 بالاترین میزان پروتئین (۲۲ درصد) را داشت که در سطح ۱ درصد به جز با رقم ۲۷۹ با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار داشت (شکل ۵).




**شکل ۵.** میانگین درصد پروتئین دانه گلرنگ پاییزه در تنش کرت C

با مقایسه میانگین ارقام پاییزه در تنش کرت D، رقم ۲۷۹ بالاترین میزان پروتئین (۱۹/٤۵ درصد) را داشت که نسبت به سایر ارقام در داخل همین کرت

اختلاف معنی‌داری نداشت. با مقایسه میانگین کلیه ارقام در کلیه تنش‌ها، رقم LRV51-51 در تنش کرت B بالاترین میزان پروتئین (۲۵/۱٤ درصد) را داشت که این اختلاف با سایر ارقام در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (شکل ٦).




**شکل ٦.** مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه گلرنگ پاییزه در تنش‌های مختلف خشکی. تنش A: آبیاری ۵ روز یکبار. تنش B: آبیاری ۸ روز یکبار. تنش C: آبیاری ۱۱ روز یکبار. تنش D : آبیاری ۱٤ روز یکبار.

در تجزیه واریانس میانگین درصد پروتئین رقم بهاره اصفهان ۱ تحت تنش‌های مختلف خشکی، فاکتور تنش بی‌معنی بود (جدول ۳). با بررسی داده‌های حاصل از مقدار پروتئین رقم بهاره اصفهان ۱ تحت تنش‌های مختلف خشکی، کرت C از بالاترین مقدار پروتئین برخوردار شد که در سطح ۱ درصد نسبت به سایر ارقام تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

**جدول ۳.** تجزیه واریانس میزان پروتئین دانه در رقم بهاره تحت تنش‌های مختلف خشکی

| منبع تغییرات | درجه آزادی | درصد پروتئین |
|---|---|---|
| تنش (A) | ۳ | ۱/۱۸٤ns |
| خطا (a) | ۱۲ | |
| CV | | ۱۰ |
| کل | ۱۵ | |

ns علامت بی‌معنی و ** در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

**بحث**

در بررسی نتایج به‌دست آمده از ارتفاع بوته‌های پاییزه تحت تنش‌های مختلف خشکی، مطابق شکل ۱، ارتفاع بوته‌های کرت A تفاوت معنی‌داری را نسبت به سایر کرت‌ها در سطح احتمال ۱ درصد نشان دادند. کرت A در ارقام پاییزه به‌عنوان کرت شاهد در نظر گرفته شده بود و از بیشترین دوره آبیاری برخوردار بود در حالی که تنش خشکی در کرت‌های B، C و D با کاهش سرعت رشد گیاه سبب کاهش ارتفاع شد. مطابق نتایج Soleimani و همکاران (۲۰۱۱)، آبیاری طبیعی، منجر به بالاترین ارتفاع در گیاه گلرنگ گردید و در شرایط کم آبی، گیاه گلرنگ دارای کمترین ارتفاع ساقه شد. همچنین بر اساس تحقیقات Tayebi و همکاران (۲۰۱۲) و Omidi و همکاران (۲۰۱۲)، مشاهده شد که ارتفاع گیاه گلرنگ و عملکرد دانه، تحت تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اساساً در بررسی فنولوژی گیاه گلرنگ دو فاز مشخص رشد رویشی و رشد زایشی مشاهده می‌شود (Uslu, 1997). همچنین به نظر می‌رسد که تاثیر تنش رطوبتی در کاهش ارتفاع بوته لزوماً بایستی محدود به مرحله رشد رویشی باشد. گلرنگ گیاهی است با رشد محدود بدین معنی که در پایان مرحله رشد رویشی، در راس کلیه ساقه‌های آن کاپیتول یا غوزه‌ها که حاوی غنچه‌های گل هستند تشکیل می‌شوند. بنابراین انتظار نمی‌رود که در برقراری تنش خشکی در ابتدای مرحله گلدهی موجب کاهش قد بوته گردد در حالی‌که نتیجه آزمایش، چه در این گزارش و چه در گزارش‌های دیگر Soleimani و همکاران (۲۰۱۱)، Tayebi و همکاران (۲۰۱۲) و Omidi و همکاران (۲۰۱۲)، عکس آن را نشان دادند. چنین به نظر می‌رسد که این امر به‌علت کاهش در نمو و انبساط طولی سلول‌های جوان ساقه‌ها در تنش خشکی است در حالی‌که بوته‌هایی که در تنش آبی نبوده‌اند (کرت

A) متعاقب رشد سلول‌های ساقه، مرحله نمو انبساط طولی سلول‌ها نیز با موفقیت انجام شده و بوته‌های بلندتری ایجاد می‌کنند. از طرفی طهماسب‌پور (۱۳۸۹)، در آزمایش خود در گلرنگ چنین نتیجه گرفتند که تنش خشکی در شروع ساقه‌دهی ارتفاع گیاه را کاهش داد در حالی‌که در مرحله شروع گلدهی، اثر معنی‌داری روی ارتفاع بوته نداشت.

با توجه به نتایج حاصل از مقدار پروتئین ارقام پاییزه و تنش‌های مختلف خشکی می‌توان چنین بیان کرد که در مورد مقدار پروتئین دانه گلرنگ تحت تنش‌های مختلف خشکی (شکل ۳) اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده گردید. لذا می‌توان قضاوت کرد که کمبود نسبی آب در زمان گلدهی و پر شدن دانه‌ها موجب افزایش درصد پروتئین در دانه‌ها گشت. به‌طوری‌که در بین کلیه‌ی ارقام پاییزه بیشترین میزان پروتئین برای کرت B مشاهده شد؛ در حالی که خشکی بیشتر موجب کاهش درصد پروتئین در دانه گردید. دانش شهرکی و همکاران (۱۳۸۸)، نیز در آزمایش کلزا و همچنین Mohseninia و Jalalian (۲۰۱۲)، در آزمایش گلرنگ به نتایج مشابهی دست یافتند، بدین معنی که افزایش شدت تنش خشکی میزان پروتئین دانه را بالا برد. Zeinali و همکاران (۲۰۰۲)، عقیده دارند که یک رابطه‌ی منفی و معنی‌دار بین پروتئین و روغن در زمان پر شدن فضای دانه وجود دارد به‌طوری‌که افزایش یکی باعث کاهش دیگری می‌شود. بدیهی است که در هنگام پر شدن دانه‌ها، اهمیت پروتئین در مقایسه با روغن که منحصراً یک منبع انرژی در هنگام جوانه‌زنی بذر می‌باشد، بیشتر است و در هنگام تنش ملایم خشکی در هنگام پر شدن دانه‌ها، گیاه سعی در انباشته نمودن بیشتر پروتئین در دانه خواهد نمود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارقام پاییزه در داخل هر تنش، میانگین ارقام پاییزه در تنش کرت A و کرت D، از نظر مقدار پروتئین تفاوت معنی‌داری نشان ندادند، لذا ارقام از نظر تحمل تنش در کرت‌های مربوطه در سطح مشابهی قرار داشتند. این نتایج با نتایج Johnston و همکاران (۲۰۰۲) که در آن درصد پروتئین دانه کلزا تحت تنش خشکی عکس‌العمل معنی‌داری نسبت به تیمارهای مختلف نشان ندادند، مطابقت داشت. در حالی که با مقایسه میانگین پروتئین ارقام پاییزه در تنش کرت B مطابق (شکل ٤)، رقم LRV51-51، از بالاترین میزان پروتئین برخوردار شد که این تفاوت نسبت به سایر ارقام در داخل همین کرت معنی‌دار بود. این نتیجه با نتایج عظیم زاده (۱۳۸۹)، مطابقت داشت. به‌طوری‌که این رقم دارای شاخص حساسیت به خشکی پایین‌تر و شاخص تحمل به خشکی بالاتری بود.

همچنین با مقایسه‌ی میانگین پروتئین ارقام پاییزه در داخل تنش کرت C مشاهده گردید که رقم LRV51-295 بالاترین میزان پروتئین را داشت که مطابق شکل ٤ بجز با رقم زرقان ۲۷۹ با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار داشت. بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد. ارقامی که در کرت C و B از نظر پروتئین تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام نشان دادند بالاترین تحمل را در تنش مربوطه دارا بودند. تفاوت مشاهده شده در عکس‌العمل ارقام پاییزه LRV51-51 و LRV51-295 نسبت به درجات مختلف تنش خشکی (آبیاری ۸ روز یکبار) قبلاً نیز در تجزیه واریانس (جدول ۲) به‌صورت حصول مقدار درصد پروتئین معنی‌دار (**۵/۱۱۹۷) برای اثرات متقابل تنش × رقم پیش‌بینی شده بود.

در نهایت در جهت انتخاب بهترین رقم پاییزه و بهترین دور آبیاری مطابق (شکل ٦)، رقم LRV51-51 در تنش کرت B تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار پروتئین با سایر ارقام نشان داد، بنابراین به‌عنوان بهترین رقم معرفی شد. با توجه به این که Fernandez

(۱۹۹۳)، شاخص تحمل به خشکی را معیاری جهت انتخاب ارقام متحمل به خشکی بیان کرد از این‌رو ارقامی که دارای شاخص تحمل به خشکی بالاتری باشند از تحمل خشکی بیشتری نیز برخور دارند. از طرفی مطابق مطالعات عظیم‌زاده (۱۳۸۹) ژنوتیپ‌هایی که دارای شاخص حساسیت به خشکی بالاتری باشند پایداری آن‌ها در مقابل خشکی کمتر است. بر این اساس رقم LRV51-51، دارای شاخص حساسیت به خشکی پایین‌تر و شاخص تحمل به خشکی بالاتری بود از طرفی این رقم از پایداری غشاء سلولی و محتوای نسبی آب بیشتری نیز برخوردار می‌باشد (عظیم‌زاده، ۱۳۸۹؛ Fernandez, 1993)، در این صورت می‌توان قضاوت کرد که از درصد پروتئین بالاتری نیز برخوردار گردد.

در بررسی داده‌های حاصل از مقدار پروتئین رقم بهاره اصفهان ۱ تحت تنش‌های مختلف خشکی، با وجود این که کرت C از بالاترین مقدار پروتئین برخوردار شد ولی در سطح ۱ درصد نسبت به سایر ارقام تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رقم بهاره اصفهان از نظر ژنتیکی یک رقم مقاوم به خشکی است، به‌طوری‌که شرایط کم آبی باعث کاهش مقدار پروتئین دانه آن نمی‌گردد. از طرفی مطابق نتایج موسوی‌فر و همکاران (۱۳۸۹)، رقم محلی اصفهان برتری خاصی در استفاده از منابع دارد و در برابر تنش خشکی و شوری با گذشت زمان تطابق یافته و برتری قابل ملاحظه‌ای از نظر عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد. لذا این رقم با گذشت زمان و طی نسل‌های متوالی به عنوان یک رقم محلی نسبت به تنش تطابق حاصل نموده و تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار پروتئین نسبت به سایر ارقام نشان می‌دهد. البته بایستی در نظر داشت که محققین دیگر در مطالعات تنش آبی و تاثیر آن بر پروتئین دانه نتایج متفاوتی بدست آورده‌اند. به‌عنوان مثال Movahhedi- Dehnavy و همکاران (۲۰۰۹)، در مطالعه اثر کم‌آبی در ارقام گلرنگ شامل زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵ و LRV51-51 نتیجه گرفتند که تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد از جمله مرحله گلدهی اثر معنی‌داری در کاهش پروتئین دانه داشته است. در حالی که Esmaeilian و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی تنش کم‌آبی در آفتابگردان در مرحله گلدهی، افزایش مقدار پروتئین را همزمان با کاهش مقدار روغن در دانه گزارش کردند.

## نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصله از بررسی پروتئین دانه گلرنگ نشان داد که رقم پاییزه LRV51-51 با دور آبیاری ۸ روز یکبار بالاترین میزان پروتئین را نشان داد. همچنین تنش روی رقم بهاره بی‌تاثیر بود. در نهایت می‌توان گفت رقم LRV51-51 دارای شاخص حساسیت به خشکی پایین‌تر و شاخص تحمل به خشکی بالاتری بود، بنابراین جهت کاشت توصیه می‌گردد. همچنین با بررسی ارتفاع بوته ارقام پاییزه گلرنگ تحت تنش‌های مختلف مشاهده گردید که کرت A با دوره آبیاری ۵ روز یکبار بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد و با توجه به اینکه کاهش ارتفاع بوته روی عملکرد دانه نیز مؤثر است لذا آبیاری بهینه جهت به‌دست آوردن عملکرد بالاتر توصیه می‌گردد.

## منابع

**ابوالحسنی، خ. و سعیدی، ق. (۱۳۸۵).** ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های گلرنگ بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش رطوبتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۰. شماره ۳. صفحات ٤١٨ -٤٠٧.

**امیدی تبریزی، ا.ح.، احمدی، م.ر. و پیغمبری، ع. (۱۳۷۸).** بررسی صفات مهم زراعی ارقام گلرنگ بهاره از طریق روش‌های چند متغیره‌ی آماری. علوم

کشاورزی ایران. جلد ۳۰. شماره ٤. صفحات ۸۱۷-۸۲٦.

**دانش‌شهرکی، ع.، نادیان، ح.، بخشنده، ع.، فتحی، ق.، عالمی، خ. و قرینه، س.م. (۱۳۸۸).** اثرات تنش خشکی و میزان مصرف نیترو ژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم هایولا. پژوهش و سازندگی. شماره ۸۵ صفحات ۸۰-۷۳.

**شعبانی، ع.، کامگار حقیقی، ع.ا.، سپاسخواه، ع.، امام، ی. و هنر، ت. (۱۳۸۹).** اثر تنش آبی بر عملکرد دانه اجزای عملکرد و کیفیت کلزای پاییزه رقم لیکورد (*Brasica napus* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۲. شماره ٤. صفحات ٤۲۱-٤۰۹.

**طهماسب‌پور، ب. (۱۳۸۹).** پاسخ ژنوتیپ‌های گلرنگ به کمبود آب. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. صفحه ۱٤.

**عظیم‌زاده، س. (۱۳۸۹).** بررسی تحمل به خشکی در ۱٦ ژنوتیپ گلرنگ (*Carthamus tinctorius*. L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۸. شماره ۵. صفحات ۸۷۷-۸۷۱.

**قبادی، م. (۱۳۸۵).** بررسی اثر تنش خشکی و گرمای انتهای دوره رشد بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد رقم‌های بهاره کلزا. پایان‌نامه دکتری زراعت. دانشگاه شهید چمران اهواز. مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی کشاورزی رامین. صفحه ۲۱۹.

**قهرمان، ا. (۱۹۸٤).** فلور رنگی ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. جلد ۵. صفحات ۵۲۷ و ۵۵٦.

**موسوی‌فر، ب.، بهدانی، م.، جامی‌الاحمدی، م. و حسینی بجد، م. (۱۳۸۹).** اثر آبیاری محدود بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیکی ارقام کلرنگ بهاره. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد ۳. شماره ۲. صفحات ۱۱٤-۱۰۵.

**ناصری، ر.، فصیحی، خ.، حاتمی، ع. و پورسیاه بیدی، م. (۱۳۸۹).** اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه میزان روغن و پروتئین گلرنگ پاییزه رقم سینا در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۲. شماره ۳. صفحات ۲۳۸-۲۲۷ .

**Davia, D.J. (1977).** The effect of frequency and method of irrigation on safflower yield reduction caused by phytophthora root. Agronomy. 15:97-98.

**Esmaeilian, Y., Sirousmehr, A.R., Asgharipour, M.R. and Amiri, E. (2012).** Comparison of sole and combined nutrient application on yield and biochemical composition of sunflower under water stress. Internatinal Journal of Applied Science and Technology. 2 (3), p: 214. Center for promoting ideas, USA.

**Fernandez, G.C.J. (1993)**. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Adaptation of Food Crop to Temperature and Water Stress. (ed. Kue, C.G.), pp. 257-270, AVRDC. Shan hue, Taiwan.

**Henry, J.L. and Macdonaled, K.B. (1978).** The effects of soil and fertilizer nitrogen and moisture stress on yield, oil and protein content of *rape*. Journal of Soil Science. 58: 303-310.

**Johnston, A.M., Tanaka, D.L., Miller, P.R., Brandt, S.A., Nielson, D.C., Lafond, G.P. and Riveland, N.R. (2002).** Oil seed crops for semiard cropping systems in the Northern Great plain. Agronomy Journal. 94: 231-240.

**Julian McClements, D. (2007).** Analysis of proteins. University of Massachusetts Amherst. Retrieved. Food Science. 581.

**Kajdi, F. (1994).** Effect of irrigation on the protein and oil content of rape varieties. Acta Agronomica. 36: 41-50.

**Leonard, J.E. and French, D.F. (1969).** Growth yield and yield component of safflower as affected by irrigation regimes. Crop Science. 61: 111-113

**Mater, A. and Johnson, A. (1993).** Safflower products: utilization and markets. Marketing Serie Natural Resources Institute. 6: 26.

**Mohsennia, O. and Jalilian, J. (2012).** Response of safflower Seed quality characteristics to different soil fertility systems and irrigation disruption. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3 (5): 968-976.

**Movahhedy-Dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S.A.M. and Mokhtassi-Bidgoli, A. (2009).** Foliar application of zinc and manganese

improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit. Industrial Crops and Products. 30(1): 82-92.

**Omidi, A.H., Khazaei, H., Monneveux, P. and Stoddard, F. (2012).** Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Field Crop. 17(1): 10-15.

**Patel, N. (1993).** Performance of safflower under different irrigatin scheduling in south Gujarata. Agricultural Research. 14(1): 109-110.

**SAS Institute Inc. (2002).** The SAS system for windows, release q.o. Cary, NC, USA: Statistical Analysis System.

**Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., HosseiniFar. And Naranjani, L. (2011)**. Morphological traits, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment. 9 (4): 249-251.

**Tayebi, A. Afshari, H. Farahvash, F. and Masood Sinki, J. (2012).** Effect of drought stress and different planting dates on safflower yield and its components in Tabriz region. Iranian Journal of Plant Physiology. 2(3): 445-453.

**Uslu, N. (1997).** Description of development stages in safflower plant. IV$^{th}$ International Safflower Conference, Bari (Italy). 181-183.

**Zeinali, H., Hezarjaribi, E. and Ahmadi, M.R. (2002).** Evaluation of genetic correlation of seed oil with important agronomic traits in soybean through path analysis. Iran. Journal of Agricultural Science. 33(4): 699-705.