

اثر تنش کمبود آب و تراکم بوته بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک ارقام گلرنگ پاییزه

• علیرضا سیروس مهر

استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

• محمدرضا شکیبا

استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

• هوشنگ آلباری

استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

• محمود تورچی

دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

• عادل دباغ محمدی نسب

دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: مردادماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۶

Email: a_sirousmehr@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش کمبود آب و تراکم بوته بر عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیک ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به اجرا درآمد. در این مطالعه سه سطح قطع آبیاری در مراحل فنولوژیک، I_1 = آبیاری تا مرحله R_1 (گلدهی)، I_2 = آبیاری تا مرحله R_2 (تکمیل شاخه دهی) و I_3 = آبیاری تا مرحله R_3 (طبق ساقه اصلی به قطر ۰/۲۵ اینچ) به همراه شاهد (I_4 = آبیاری کامل)، به عنوان عامل اصلی، و سه رقم گلرنگ L.R.V. ۵۱/۵۱، (پدیده)، زرقان ۲۷۹ و ورامین ۲۹۵ با دو تراکم ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها برای اثر متقابل رژیم آبیاری x رقم برای عملکرد دانه نشان داد که رقم زرقان در سطوح اول و دوم رژیم آبیاری به ترتیب با ۴۲۰۱/۴ و ۳۷۶۷ کیلوگرم دانه در هکتار از عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. همچنین سطح دوم تراکم با تولید ۲۸۰۶/۴ کیلوگرم دانه در هکتار عملکرد بیشتری داشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفات مورفولوژیک نشان داد که برخی صفات از جمله تعداد شاخه گروه ۲، ارتفاع بوته و قطر ساقه از تیمارهای آزمایش متاثر نشده و بقیه صفات اندازه‌گیری شده برای بعضی اثرات اصلی یا متقابل تیمارها معنی دار بودند. ارقام ورامین و L.R.V. در سطح اول رژیم آبیاری بیشترین تعداد شاخه گروه یک به ترتیب حدود ۱۳ و ۱۱ عدد را داشتند. برای این صفت، تراکم ۲۰ بوته نسبت به ۴۰ بوته در متر مربع با ۱۰ عدد شاخه بیشترین تعداد شاخه گروه یک را تولید کرد. بیشترین تعداد برگ و کاپیتول در بوته، در سطح اول تراکم به دست آمد. زاویه شاخه‌های دوم، سوم و چهارم گروه یک با ساقه اصلی از بالای بوته اندازه‌گیری شد و براساس مقایسه میانگین‌ها، اثر متقابل رقم x تراکم برای زاویه سوم معنی‌دار بود به طوری که L.R.V. در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع و زرقان در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با حدود ۴۳ درجه بیشترین مقدار زاویه سوم را دارا بودند. در اثر متقابل رژیم آبیاری x رقم برای زاویه چهارم نیز، در سطح اول رژیم آبیاری رقم‌های L.R.V. و زرقان با حدود ۴۰ درجه در یک گروه و رقم ورامین با حدود ۳۱ درجه در گروه بعدی قرار گرفتند. در سطح دوم رژیم آبیاری رقم L.R.V. در تبه اول (۴۳ درجه) را به خود اختصاص داد.

کلمات کلیدی: ارقام گلرنگ، تراکم بوته، تنش کمبود آب، صفات مورفولوژیک، و عملکرد

Pajouhesh & Sazandegi No 78 pp: 80- 87

Effects of water deficit stress and plant density on yield and some morphological traits of Autumn-sown safflower cultivars

By: A. Sirousmehr., Member of Scientific Board of Zabol University Zabol, Iran. M.R.Shakiba Professor in Crop Physiology and Agronomy respectively. Department of Agronomy and Plant Breeding , Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. H.Alyari Professor in Crop Physiology and Agronomy respectively. Department of Agronomy and Plant Breeding , Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. , M.Toorchi, Associate Professor in Plant Breeding. Department of Agronomy and Plant Breeding , Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran., A.Dabbagh Mohammadinasab Associate Professor in Agroecology. Department of Agronomy and Plant Breeding , Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

In order to investigate the effect of water deficit on yield and plant type characteristics of safflower an experiment was conducted at research station of Agriculture Faculty University of Tabriz. Withholding irrigation on three phenological stages (I_2 =irrigation up to R_3 (flowering), I_3 = irrigation up to R_2 (secondary branches appear on leaf axils) and I_4 =irrigation up to R_1 (terminal bud forms about 0.25 inches in diameter)) along with control(I_1) was constituted the main factor and three Safflower cultivars (V_1 =L.R.V51/51, V_2 =Zarghan279 and V_3 =Varamin295)with two densities(D_1 =20 and D_2 =40 plants.m⁻²) were considered as sub factor in a split – plot factorial arranged in RCBD with 3 replications. Results showed that Zarghan with 4201.4 and 3767 kg/ha produced the highest grain yield under I_1 and I_2 irrigation treatments. D_2 with 2806.4 kg/ha produced the highest grain yield. Number of branches on 2nd group, plant height and stem diameter was not affected by treatments. Varamin, and LRV produced the highest number of branches , 13 and 11 respectively, on group one under I_1 irrigation level. D_1 produced the highest number of branches , of equal to 10, in group one number of leaf and capitul per plant. The angle between 2nd ,3rd ,and 4th branches of group one with main stem from top of the plants was measured. Cultivar x density interaction for 3rd branch angle was significant in which Zarghan in 40 and LRV in 20 plants/m² with 43° were shown the highest 3rd branch angles. Furthermore, the highest fourth branch angle was shown by L.R.V and Zarghan with 40° in I_1 , followed by Varamin with 31°. Under I_2 treatment , L.R.V with 43° displayed the highest fourth branch angle.

Key words: *Carthamus tinctorius* L., Morphological traits, Plant density, Water deficit stress ,Yield.

مقدمه

قرار دارد، ضمن آنکه شرایط محیطی و عملیات زراعی هم بر آن موثر است (۱۴). تعداد کاپیتول در بوته از مهم ترین اجزای عملکرد گلرنگ است (۱۹). همبستگی پاسخها در تلافی های مختلف نشان داده است که انتخاب برای تعداد کاپیتول در بوته در افزایش عملکرد موثر است (۲۷). تراکم بوته بر روی تعداد کاپیتول و اندازه آن تأثیر می گذارد. داخل کاپیتول، دانه ها قرار دارند که تعداد آنها نسبت به بزرگی طبق بین ۴۰ تا ۱۰۰ عدد نوسان می کند (۱۴). نتایج پژوهش های متعدد نشان دهنده این موضوع است که با افزایش تراکم بوته، بین گیاهان رقابت بوجود آمده و به تغییرات مورفولوژیک در آنها منجر می شود (۱۶، ۲۵). از این رو یافتن تراکم مناسب هر رقم که منجر به حداکثر تولید در هر منطقه شود حایز اهمیت خواهد بود. در مورد واکنش گلرنگ به تراکم بوته مطالعات اندکی انجام شده است. Abel (۱۷) در آزمایش بر روی گلرنگ اعلام کرد که هیچ تفاوت عملکردی بین تراکم های ۲۵۸۰۰۰ و ۴۳۱۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده نمی شود. Salera (۲۸) در یک تحقیق بر روی سه تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع گلرنگ در شرایط آب و هوایی ایتالیا گزارش کرد که عملکردهای بالای دانه از تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بدست می آید. در یک

گلرنگ گیاهی از تیره مرکبان^۱ است که از قدیمی ترین دانه های روغنی محسوب می شود و با داشتن ریشه های عمودی از توانایی نفوذ به خاک تا عمق ۲-۳ متری برخوردار است (۲، ۱۴، ۱۸، ۲۳). ساقه استوانه ای، محکم، صاف و بدون کرک و در منطقه یقه تا حدودی ضخیم است. ساقه اصلی با افزایش تعداد شاخه باریک تر شده و در زمان رسیدگی محصول ترد و شکننده می شود. ضخامت ساقه تحت تأثیر رقم، تراکم بوته و محیط قرار می گیرد. زوایای شاخه های انشعابی با ساقه اصلی در ارقام مختلف گلرنگ صفت ژنتیکی بوده که از محیط هم متأثر می شود و از ۳۰ تا ۷۰ درجه نوسان می کند (۲، ۱۴، ۲۳). تغییرات این زاویه یکی از اولویت های تحقیق در تیپ های مطلوب مورفولوژیک است و ارزیابی اینکه تیپ های فشرده^۲، تولید تاج پوشش متراکم تر با کاپیتول های بیشتر در واحد سطح می کند و اینکه برداشت های دستی و یا مکانیکی آسان می شود و یا خیر، از اهمیت برخوردار است (۲۳). شکل و اندازه برگ ها در قسمت های مختلف ساقه متفاوت است و بزرگترین آنها در وسط ساقه اصلی ظاهر می گردد (۱۴، ۲۳). همچنین ارتفاع بوته به طور قابل توجهی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی

۵۰ سانتی متر بود. فاصله بین کرت‌های اصلی و بلوک‌ها ۲ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. زمین محل آزمایش در سال قبل زیرکشت باقلا قرار داشت به علت مقابله با وجود هر نوع آلودگی باقی مانده از کشت قبلی که می‌توانست مساله ساز باشد، در اواخر شهریور ماه، بقایای گیاهی جمع آوری شده و در کنار مزرعه سوزانده شدند. سپس در وضعیت گاورو، زمین شخم زده شد. پیش از کاشت، یک سوم مقدار کود نیتروژنه (۵۰ kg, N/ha) و کل کود فسفره (۱۰۰ kg, P₂O₅/ha) به خاک اضافه شد و به کمک دیسک کاملاً مخلوط گردید. سپس توسط فارور، شیارها احداث و کرت‌ها هم به صورت دستی تهیه و مشخص شدند. کاشت پاییزه بذور در ۵ مهر ماه پس از اجرای آزمون جوانه‌زنی در آزمایشگاه و حصول اطمینان از جوانه زنی بذور و نیز ضدعفونی آنها، بصورت ردیفی و در عمق حدود ۵-۳ سانتی متر توسط دست انجام شد و بلافاصله آبیاری اعمال گردید. حدود دو ماه پس از کاشت، بوته‌ها به مرحله روزت (۸-۶ برگی) رسیده و تا اواسط فروردین ماه سال بعد، این وضعیت را حفظ کردند. در نیمه دوم این ماه بوته‌ها فعالیت‌های رویشی دوباره خود را آغاز و در اوایل اردیبهشت ماه جهت دستیابی به تراکم مورد نظر عمل تنک بوته‌ها انجام شد. در جریان رشد رویشی در بهار، دوبار عمل وجین دستی صورت پذیرفت. نوبت‌های دوم و سوم کود نیتروژنه هم به ترتیب در شروع ساقه رفتن و آغاز گلدهی بصورت سرک به خاک اضافه شد.

آبیاری طی مراحل رشد رویشی براساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر و در جریان رشدزایشی بر مبنای ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر اعمال و حجم آب مصرفی در هر مرتبه آبیاری برای هر کرت از رابطه زیر محاسبه شد:

$$V_w = [(FC - \theta) Bd, D.A]$$

V_w = حجم آب مصرفی در هر مرتبه آبیاری (مترمکعب)، FC = درصد رطوبت وزنی ظرفیت مزرعه‌ای، θ = درصد وزنی رطوبت خاک، Bd = جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، D = عمق توسعه ریشه (متر) و A = مساحت کرت (مترمربع).

عمق توسعه ریشه با نمونه برداری به طور تصادفی از پلات‌های اصلی قبل از آبیاری تعیین گردید. به منظور تعیین درصد وزنی رطوبت خاک نیز از هر کرت نمونه‌ای تا عمق توسعه ریشه با آگر مته‌ای برداشت و بلافاصله وزن مرطوب آن توزین و سپس به مدت ۱۲ ساعت در آونی با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک می‌گردید.

آبیاری به روش نشتی و کنترل شده توسط کنترلر آب انجام می‌گرفت. مقدار آب برای سطوح رژیم آبیاری، به ترتیب برابر با $I_1=6452$ ، $I_2=4172$ ، $I_3=2772$ و $I_4=2372$ مترمکعب در هکتار، بدست آمد. در طول مراحل رشد و نمو، صفات مورد نظر (تعداد شاخه گروه‌های ۲ و ۱، تعداد برگ و کاپیتول در بوته، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و زوایای دومین، سومین و چهارمین شاخه از بالای بوته با ساقه اصلی) یادداشت برداری شدند. در گلرنگ شاخه فرعی یا شاخه گروه یک شامل شاخه‌هایی می‌گردد که از ساقه اصلی منشعب می‌شوند و شاخه فرعی فرعی یا گروه دو به آن شاخه‌هایی اطلاق می‌گردد که از شاخه گروه یک خارج می‌شوند. شروع مرحله R_1 براساس ظهور ۵۰ درصد طبق ساقه‌های اصلی بوته‌ها به قطر ۰/۲۵ اینچ، شروع مرحله R_2 براساس مشاهده ۵۰ درصد تکمیل شاخه‌دهی بوته‌ها و شروع مرحله R_3 براساس ۵۰ ظهور درصد گلدهی

پژوهش که با استفاده از چهار وارپته زراعی شامل دو رقم خارجی SSV66 و LR295 و دو رقم داخلی ورامین ۲۹۵ و زرکان ۲۷۹ در سه تراکم ۱۴/۲، ۲۰ و ۳۳/۳ بوته در مشهد انجام شد، مشخص گردید که ارقام خارجی در مقایسه با ارقام داخلی وزن خشک و ارتفاع کمتری داشتند. در این تحقیق اختلاف تعداد کاپیتول برای ارقام معنی دار نبود ولی تراکم اثر معنی‌داری بر تعداد کاپیتول در بوته داشت بطوریکه بیشترین تعداد کاپیتول در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع بدست آمد (۵).

تاریخچه طولانی کشت، شرایط محیطی متفاوت و روش‌های گرده افشانی در گلرنگ باعث تشکیل اکوتیپ‌های مختلفی از این گیاه گردیده است. تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام می‌تواند بر مورفولوژی گلرنگ تأثیر گذار باشد (۱۴). از دانه‌های گلرنگ در تولید روغن‌های گیاهی، صنعتی و از گل‌های آن به عنوان منبعی از رنگ‌های زرد و قرمز در صنایع رنگ سازی، غذایی، نوشابه سازی و غیره استفاده می‌شود (۲، ۱۴، ۱۸، ۲۳). بنابراین ارزش گلرنگ به بهره‌وری اقتصادی آن یعنی تولید دانه و گل وابسته است. تنش کمبود آب همانند سایر تنش‌های غیر زیستی در گیاه یکی از محدودیت‌های اصلی تولید گیاهان زراعی در جهان است (۲۱، ۱۱). کمبود آب، رشد سلولی را تحت تأثیر قرار داده و به کاهش سطح برگ منجر می‌شود. کاهش سطح برگ متاثر از رشد برگی اولین فرایندی است که به کمبود آب حساس است (۹). میزان ماده خشک گیاه با افزایش سطح تنش خشکی کاهش می‌یابد (۷، ۱۷). عملکرد دانه نیز به تبع از آبیاری در طول فصل رشد افزایش پیدا می‌کند (۶، ۲۲). در آزمایشی روی سه رقم گلرنگ در مونتانا مشخص شد که برای شروع تولید محصول دانه گلرنگ ۲۷۵-۲۰۰ میلی‌متر آب نیاز است و به ازای هر ۲۵ میلی‌لیتر آب اضافی عملکرد نیز ۱۰۲ کیلو گرم افزایش می‌یابد (۲۴). این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر سطوح تنش کمبود آب و تراکم بوته بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک ارقام گلرنگ در شرایط آب و هوایی تبریز به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۸ کیلومتری شرق تبریز انجام شد. ارتفاع منطقه ۱۳۶۰ متر از سطح دریا است که در موقعیت ۲۷' ۴۶" طول شرقی و ۵' ۳۸" عرض شمالی قرار دارد. میانگین نزولات سالانه ۲۱۸/۴۵ میلی‌متر است. بافت خاک از نوع لوم شنی، دارای ساختمان بسیار ضعیف و اغلب از نوع مکعبی بدون زاویه است (۴). آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارها شامل ۴ رژیم آبیاری به عنوان عامل اصلی، ۳ رقم و ۲ تراکم بوته به عنوان عوامل فرعی بودند. عامل اصلی شامل سطوح قطع آبیاری براساس مراحل فنولوژیک رشد (۲۹)، شامل: I_1 =شاهد، (آبیاری کامل)، I_2 =آبیاری تا مرحله R_1 (گلدهی)، I_3 =آبیاری تا مرحله R_2 (تکمیل شاخه‌دهی) و I_4 =آبیاری تا مرحله R_3 (طبق ساقه اصلی به قطر ۰/۲۵ اینچ) بود. فاکتورهای فرعی شامل ارقام پاییزه گلرنگ $LRV51/51=V1$ (پدیده)، $V2=$ زرکان 279 و $V3=$ ورامین 295 و دو تراکم $D1=20$ بوته در مترمربع (10×50) و $D2=40$ بوته در مترمربع (5×50) بودند. بذور ارقام گلرنگ از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بخش دانه‌های روغنی (کرج)، تهیه گردیدند. هر کرت فرعی شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۴ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد و برشی از صفات مورفولوژیک ارقام گلرنگ مورد آزمایش.

| منابع تغییر | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----------|---------|---------------|------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------|------------|
| | زاویه ۴ | زاویه ۳ | زاویه ۲ | تعداد کاپیتول | تعداد برگ | تعداد شاخه گروه ۲ | تعداد شاخه گروه ۱ | تعداد بیولوژیک | عملکرد دانه | عملکرد آرد |
| تکرار | ۱۹۱،۴ * | ۱۵۰،۶۵ | ۷۵،۱۷ | ۱۲۷،۳۸ | ۲۹۳۱،۸۷ | ۳۲،۱۱ | ۱۲،۸۸ | ۱۵۳۲۲،۵۹ | ۲۹۹،۰۶ | ۲ |
| رژیم آبیاری | ۲۷،۷۹ | ۱۹،۳۹ | ۲۹،۴۷ | ۵۹،۳۵ | ۱۲۰،۲۰۹۴ | ۱۵،۲۵ | ۳۳،۰۶ | ۴۹۷۱۶،۶ | ۶۰،۸۷ * | ۳ |
| خطای ۱ | ۲۲،۲۴ | ۱۵،۷۴ | ۸۴،۸۱ | ۲۹،۴۵ | ۹۵۹،۸۳ | ۱۱،۷۹ | ۱۱،۷۹ | ۳۸۹۰۲،۱۹ | ۸۹۹،۴۲ | ۶ |
| رژیم آبیاری * رژیم | ۱۷۴،۴۶ ** | ۱۷۲،۹۵ ** | ۲۲۲،۳ * | ۱۶،۴۵ | ۶۹،۹۴ | ۶،۳۱ | ۰،۱۴۷ | ۲۲۹۷۳،۷۹ | ۱۲۱۹۸،۶۳ ** | ۲ |
| رژیم آبیاری * تراکم | ۳۸،۸۶ * | ۲۴،۵ | ۲۲،۲۹ | ۱۷،۷۳ | ۲۱۵،۴۲ | ۸،۴ | ۱۶،۲۴ * | ۱۷۴۷۲،۳۸ | ۹۴۷،۱۱ ** | ۶ |
| رژیم آبیاری * تراکم * رژیم | ۱۱،۱ | ۰،۷۸۸ | ۲۷،۸۸ | ۲۴،۴۶ * | ۲۸۴۲،۰۹ ** | ۲۱،۴۷ | ۳۷،۸۶ * | ۱۰۸۳۲۹،۲۴ ** | ۷۱۵۵،۹۲ ** | ۱ |
| رژیم آبیاری * تراکم * رژیم * تراکم | ۱۶،۹۱ | ۸،۵۹ | ۱۰،۲۷ | ۲۵،۵۸ | ۳۲،۰۸۹ | ۹،۷۱ | ۶،۳ | ۱۲۹۵۹،۷۸ | ۴۵،۶۳ | ۳ |
| رژیم آبیاری * رژیم * تراکم * تراکم | ۲۳،۷۵ | ۷۱،۰۵ * | ۱۲،۷۷ | ۳۲،۸۱ | ۲۷۲،۸۹ | ۶،۵۴ | ۶،۱ | ۹۳۵۶،۷۷ | ۵۳۳،۳۱ | ۲ |
| رژیم آبیاری * رژیم * تراکم * تراکم * رژیم | ۱۶،۲۹ | ۱۰،۵۱ | ۲۷ | ۴۰،۸۵ | ۵۴۱،۲۱ | ۱۱،۱۵ | ۱۶،۲۸ * | ۸۳۰۵،۱ | ۱۳۸،۲۴ | ۶ |
| خطای ۲ | ۱۶،۵۸ | ۲۲،۱۷ | ۱۷،۶ | ۳۵،۸۱ | ۳۳۷،۹۸ | ۹،۱۲ | ۵،۵۱ | ۱۵۳۳۷،۸۶ | ۲۴۵،۹۱ | ۴۰ |
| ضرب تغییرات (%) | ۱۰،۳۷ | ۱۲،۲۸ | ۱۰،۲۴ | ۳۶،۲۴ | ۲۹،۱۷ | ۳۷،۰۱ | ۲۵،۴۲ | ۲۰،۲۲ | ۱۹،۹۱ | |

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. † در بوته، ‡ به ترتیب شماره زاویه، مقدار زاویه دومین، سومین و چهارمین شاخه فرعی با ساقه اصلی از طرف بالا می باشد.

بوته‌ها مشخص گردید. به منظور جلوگیری از خسارت آفات به ویژه مگس گلرنگ (*Acanthiophilus helianti*) که از آفات اختصاصی این گیاه می باشد، مزرعه ۳ مرتبه با سم دیازینون و با غلظت دو در هزار، عصر هنگام سمپاشی گردید. چیدن گلبرگ‌ها طی دو مرحله بعد از پژمرده شدن آن‌ها توسط دست انجام شد. برداشت عملکرد در رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها و موقعی که بوته‌ها زرد رنگ شده بودند برای سطوح تیمارهای تنش (I_1 ، I_2) در ۲۲ و ۲۳ مرداد ماه و برای تیمار شاهد در ۳۰ مرداد ماه انجام شد. بدین منظور، سه ردیف وسط هر کرت انتخاب و با رعایت ۰/۵ متر از دو طرف هر ردیف به عنوان حاشیه، با استفاده از قیچی باغبانی، بوته‌ها کف بر شده و پس از خشک شدن، جهت تعیین بیوماس توزین شدند. کاپیتول‌ها نیز جدا گشته و توسط دستگاه خرم‌ن کوب دانه‌ها بوجاری و تفکیک شده، سپس توزین و عملکرد بر اساس ۸/۵ درصد رطوبت اصلاح گردید. تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT و EXCEL صورت پذیرفت. مقایسات میانگین به روش حداقل تفاوت معنی دار (L.S.D) انجام گرفت.

نتایج و بحث عملکرد دانه

به استناد نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثرات رژیم آبیاری، رقم، تراکم و تأثیر متقابل رقم رژیم آبیاری بر عملکرد دانه معنی دار بود. رقم زرقان در سطوح اول و دوم رژیم آبیاری با عملکرد بیشتر در رتبه اول و سایر ترکیبات تیماری در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. کمترین عملکرد دانه از رقم ورامین در سطح چهارم رژیم آبیاری بدست آمد (جدول ۲). کاهش عملکرد دانه در شرایط آبیاری محدود را می توان به اثر کمبود آب ناشی از قطع آبیاری که با تسریع پیری و کاهش طول دوره پر شدن دانه گیاه همراه است و همین طور به علائم ارسالی از ریشه به برگ و القای بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز خاص، نسبت داد (۱۱، ۱۲، ۲۱). تراکم دوم نیز به دلیل تعداد بوته بیشتر در واحد سطح نسبت به سطح اول این عامل، عملکرد بالاتری داشت (جدول ۳). Nasr و همکاران (۲۶) در نتایج تحقیقات خود بر روی ارقام گلرنگ اعلام کردند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد افزایش می‌یابد ولی راشد محصل و بهدانی (۵) در آزمایشی بر روی چهار واریته زراعی گلرنگ و سه تراکم ۱۴/۲، ۲۰ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع، بالاترین و پایین‌ترین عملکرد را به ترتیب در تراکم‌های ۱۴/۲ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع ذکر کردند. کاهش عملکرد دانه تک بوته در تراکم زیاد به نظر می‌رسد که به دلیل محدودیت دسترسی به تشعشع آفتاب و یا محدودیت‌های غذایی بوده ولی چون تعداد بوته در واحد سطح افزایش داشته، توانسته است با جبران افت در مجموع عملکرد دانه را بالا ببرد (۹). به طور کلی با توجه به یافته‌های آزمایش حاضر و نتایج پژوهش‌های اندک انجام شده که در بعضی موارد اختلافاتی را نیز در اثرات تراکم بر عملکرد گلرنگ نشان می‌دهند، ضرورت تحقیق در این زمینه را توجیه می‌نماید.

عملکرد بیولوژیک

در تجزیه واریانس (جدول ۱) برای عملکرد بیولوژیک با توجه به زمان اعمال رژیم آبیاری، تنها تیمار تراکم معنی دار بدست آمد و اختلاف در عملکرد بیولوژیک ناشی از اختلاف تراکم بوته در واحد سطح بوده است

جدول ۲ - مقایسه میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) برای اثر متقابل رژیم آبیاری * رقم.

| رژیم آبیاری / ارقام | L.R.V. | زرقان | ورامین |
|---------------------|-----------|-----------|------------|
| سطح اول | b ۳۰۳۰,۲ | a ۴۲۰۱,۴ | def ۱۹۸۰,۲ |
| سطح دوم | bc ۲۸۹۹,۲ | a ۳۷۶۶,۹ | def ۱۹۴۰ |
| سطح سوم | cd ۲۴۰۷,۳ | bc ۲۶۵۵,۸ | ef ۱۵۶۷,۸ |
| سطح چهارم | de ۲۰۵۸,۹ | def ۱۹۵۲ | f ۱۴۳۳,۹ |

حروف مشابه در ترکیبات تیماری بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۳ - مقایسه میانگین عملکرد دانه و بیولوژیک و برخی صفات مرفولوژیک در دو تراکم مورد آزمایش.

| تراکم (بوته در متر مربع) | عملکرد دانه (kg/ha) | عملکرد بیولوژیک (kg/ha) | شاخه گروه † | برگی + | کاپیتول + |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|-------------|---------|-----------|
| ۲۰ | b ۲۱۷۵,۸۸ | b ۱۵۱۰۸,۹۵ | a ۹,۹۶ | a ۶۹/۳ | ۱۸/۱۸ |
| ۴۰ | a ۲۸۰۶,۴ | a ۲۲۸۶۷,۹۲ | b ۸,۵۱ | b ۵۶/۷۳ | ۱۴/۳۹ |

† در بوته.

جدول ۴ - مقایسه میانگین تعداد شاخه‌های گروه ۱ برای اثر رژیم آبیاری * رقم * تراکم گلرنگ.

| ارقام | سطوح رژیم آبیاری | | I ₃ | | I ₂ | | I ₁ | | L.R.V. |
|--------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | D ₂ | D ₁ | D ₂ | D ₁ | D ₂ | D ₁ | D ₂ | D ₁ | |
| زرقان | ۸,۱ | bcde ۸,۱ | ۹,۱ | bcde ۹,۱ | ۸,۵ | bcde ۸,۵ | ۱۱,۱ | b ۱۱,۱ | ۹,۱ |
| ورامین | ۱۷,۷ | a ۱۷,۷ | ۸,۵ | bcde ۸,۵ | ۹,۵ | bcd ۹,۵ | ۸,۵ | bcde ۸,۵ | ۱۷,۷ |

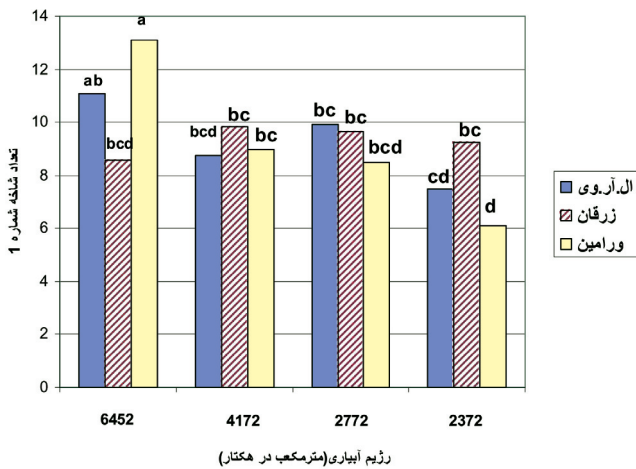
حروف مشابه در ترکیبات تیماری، بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

تراکم ۴۰ بوته در متر مربع گردید (جدول ۳). در یک پژوهش که بر روی سه رقم گلرنگ بهاره انجام شد، تراکم کم تعداد شاخه فرعی بیشتری تولید کرد (۱۰). علت کاهش تعداد شاخه در بوته در تراکم‌های بالا را می‌توان به کاهش نفوذ نور به بخش‌های پایین سایه انداز گیاهی نسبت داد که موجب انتقال اکسیژن از مریستم انتهایی به محل تشکیل جوانه‌های جانبی شاخه می‌گردد (۲۳، ۱۲). در اغلب گیاهان عالی، جوانه‌های انتهایی به در جات مختلفی روی رشد جوانه‌های جانبی تأثیر می‌گذارند و این پدیده غالبیت انتهایی نامیده می‌شود. مقادیر زیاد اکسیژن در نواحی انتهایی ساقه ممکن است مواد غذایی و هورمون‌های گیاهی مثل سیتولینین را که در تنظیم تقسیم سلولی دخالت دارند به سمت خود جذب کند. طبق نظریه فقر مواد غذایی، راس ساقه به عنوان یک مخزن قوی مواد غذایی، این مواد را از جوانه‌های جانبی به سمت خود منحرف می‌کند. چرا که احتمالاً منافذ

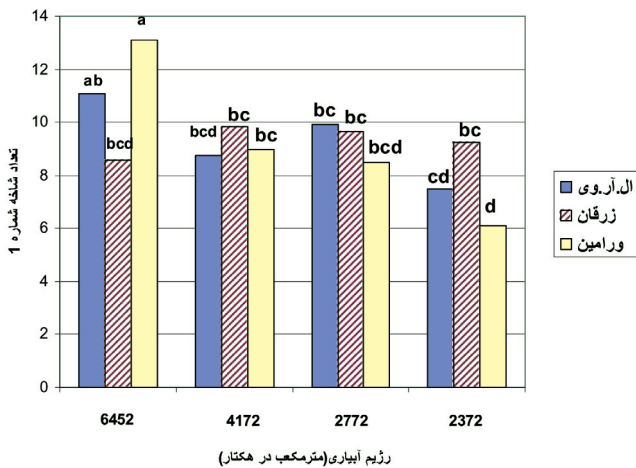
(جدول ۳). بدین توضیح که در مراحل زایشی، رشد رویشی پایان یافته و با توجه به برخی ویژگی‌های مهم گلرنگ، از جمله تحمل آن به کم آبی، به دلیل برخورداری از ریشه‌های عمیق و دیگر صفات مثبت زراعی، اختلاف عملکرد بیولوژیک صرفاً مربوط به دو برابر بودن تعداد بوته در واحد سطح در این آزمایش بوده است. بطور کلی، عملکرد ماده خشک با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح، در تک بوته کاهش ولی باعث افزایش میزان ماده خشک در واحد سطح می‌شود (۹).

تعداد شاخه گروه یک در بوته

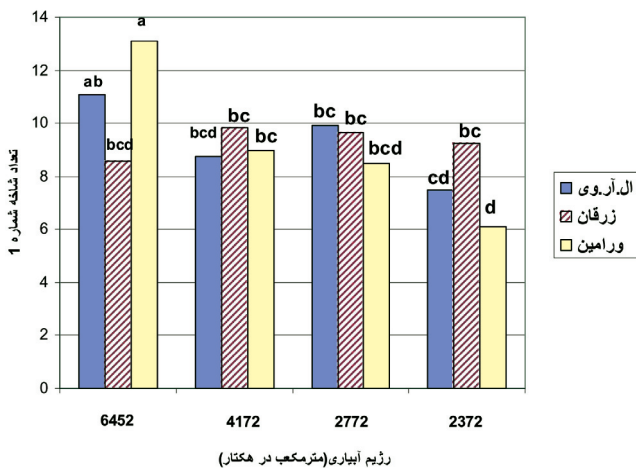
اثر تراکم بوته و اثر متقابل رقم رژیم آبیاری و اثرات سه جانبه رژیم آبیاری رقم تراکم تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه گروه یک در بوته داشتند (جدول ۱). تراکم ۲۰ بوته باعث تولید شاخه بیشتری نسبت به



شکل ۱- اثر متقابل رژیم آبیاری × رقم بر میانگین تعداد شاخه گروه ۱ در گلرنگ



شکل ۲- اثر متقابل رقم × تراکم بر میانگین زاویه سومین شاخه از بالا با ساقه اصلی در گلرنگ



شکل ۳- اثر متقابل رژیم آبیاری × رقم بر میانگین زاویه چهارمین شاخه از بالا با ساقه اصلی در گلرنگ

آوندی در جوانه‌های جانبی کامل نیستند (۱۲). در مورد افزایش ارتفاع ساقه و کاهش شاخه‌های جانبی، کاسپرپایر (۱۳) با ارایه فرضیه‌ای این اثر را بدین ترتیب توضیح داد که ساقه گیاهانی که در تراکم بالا کاشته می‌شوند، نسبت به ساقه گیاهانی که در تراکم کمتر کشت می‌شوند، در معرض تشعشع R/FR پایین تری قرار دارند که دلیل آن جذب انتخابی تشعشع فعال فتوسنتزی توسط برگ‌ها است. ولی امتیاز مهم تراکم زیاد بوته برای گلرنگ، جلوگیری از تشکیل شاخه‌های فرعی درجه دو و سه (۱) و در نتیجه ممانعت از تشکیل طبق‌های دیررس می‌باشد. این واکنش می‌تواند سبب یکنواختی رسیدگی گلرنگ گردد.

در ترکیب اثر متقابل رقم رژیم آبیاری، ارقام L.R.V و ورامین در ترکیب تیماری شاهد با تولید بیشترین تعداد شاخه گروه ۱، در یک گروه قرار گرفتند. سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر نشان ندادند و کمترین تعداد شاخه گروه یک مربوط به رقم ورامین در سطح چهارم رژیم آبیاری بود (شکل ۱). بطور کلی، تیمار آبیاری اول (شاهد) بر روی ارقام L.R.V و ورامین در تولید شاخه‌های فرعی بیشترین اثر را داشته است. در سطوح آبیاری دیگر برای این صفت، بجز تیمار V.I اختلاف معنی‌داری در تمام ارقام مشاهده نشد.

در تیمار اثر سه جانبه رژیم آبیاری رقم تراکم، رقم ورامین در تیمار آبیاری اول و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع رتبه نخست را از نظر تعداد شاخه گروه ۱ به خود اختصاص داد. ولی سایر ترکیبات تیماری با اندک اختلافی در گروه‌های مشابه دیگری قرار گرفتند (جدول ۴).

تعداد شاخه گروه ۲ در بوته

با توجه به جدول ۱، عامل‌های بکار رفته در آزمایش اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه گروه ۲ نداشتند و این امر نشان‌دهنده عدم حساسیت این صفت نسبت به تیمارها در این آزمایش را نشان می‌دهد.

تعداد برگ در بوته

در این آزمایش تنها تراکم بوته در واحد سطح اثر معنی‌داری بر تعداد برگ در بوته نشان داد (جدول ۱) و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع به دلیل دارا بودن شاخه‌های زیادتر، بیشترین تعداد برگ را حائز بود (جدول ۳). تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با توجه به تعداد اندک شاخه‌های فرعی تولیدی، دارای تعداد برگ کمتری بود بنابراین در مرتبه دوم قرار گرفت و افزایش تعداد بوته در واحد سطح نتوانست اثرات تعداد برگ کمتر را در واحد سطح جبران کند. علت این امر را می‌توان به کاهش تعداد شاخه‌های گروه ۱ در تراکم زیاد نسبت داد. پس با اینکه تعداد برگ در بوته از ژنتیک گیاه تأثیر می‌پذیرد ولی این صفت تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار دارد (۱۴).

تعداد کاپیتول در بوته

بین تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته در متر مربع، اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد کاپیتول در بوته وجود داشت و تراکم ۲۰ بوته در واحد سطح، تعداد طبق بیشتری در بوته تولید کرد (جدول ۳). در تراکم بالا، چون بهره وری در استفاده از منابع به ویژه نور تشدید و شاخه دهی کاهش می‌یابد، بنابراین کاهش تعداد میوه در یک بوته با افزایش تراکم بوته در واحد سطح به دلیل اثر افزایش رقابت بین بوته‌های طبیعی به نظر می‌رسد و این یافته

در تعداد زیادی از گیاهان زراعی توسط پژوهشگران متعددی (۳، ۷، ۸، ۱۷، ۲۰، ۲۶) مورد تایید قرار گرفته است.

ارتفاع بوته

هیچ کدام از تیمارهای آزمایش اثر معنی داری بر ارتفاع بوته نداشتند. با این توضیح که با توجه به زمان اعمال تیمارهای آبیاری در واقع تنشی در دوره رشد رویشی به گیاه وارد نشده بود. شاخه دهی در مراحل R_1 و R_4 بوقوع می پیوندد، در حالیکه در مرحله R_4 گیاه به حداکثر ارتفاع خود رسیده است، در این صورت بدیهی است که دیگر تیمارهای آبیاری، بر روی ارتفاع بوته تأثیر معنی داری نخواهند گذاشت. در یک گزارش (۱۵) اثر تراکم بر ارتفاع گلرنگ معنی دار ولی در گزارش دیگر (۱۰) تراکم بوته بصورت معنی داری ارتفاع گلرنگ را تحت تأثیر قرار نداد. بطور کلی ارتفاع بوته به مقدار قابل توجهی تحت تأثیر شاخص های ژنتیکی قرار دارد ضمن آنکه شرایط محیطی و عملیات زراعی هم بر آن مؤثر است (۱۴). در هر صورت بررسی بر روی ارتفاع بوته گلرنگ به عنوان یک عامل مهم در انتخاب ارقام جدید گلرنگ حایز اهمیت است.

قطر ساقه

از عوامل مورد مطالعه هیچکدام بر روی قطر ساقه اثر معنی داری نداشتند. این امر به عدم حساسیت قطر ساقه در مقابل تیمارهای آزمایشی در این تحقیق مربوط می شود. هر چند که در برخی از آزمایشات بر روی ارقام گلرنگ، با افزایش تراکم، قطر ساقه کاهش نشان داده است (۱۰، ۱۵) ولی ارقام پاییزه مورد استفاده در این آزمایش بودند، احتمالاً با توجه به نکات ذکر شده در بخش بررسی ارتفاع بوته، از تیمارها تأثیر نپذیرفته اند.

اندازه زاویای دومین، سومین و چهارمین شاخه از بالا با ساقه اصلی

الف - زاویه دومین شاخه: در این آزمایش، رقم تأثیر معنی داری بر این صفت نشان داد (جدول ۱). خصوصیت های ژنتیکی و مورفولوژیکی هر رقم مختص خود آن رقم می باشد. از نظر زاویه دومین شاخه، ارقام L.R.V و زرقان در یک گروه و رقم ورامین در گروه دوم قرار گرفت که این امر به کوتاهاتر بودن طول شاخه فرعی در رقم ورامین مربوط می شود.

ب - زاویه سومین شاخه: در این صفت، اثر رقم و برهمکنش رقم تراکم معنی دار شد (جدول ۱). پس ارقام در تراکم های مختلف در زاویه سومین شاخه با هم اختلاف دارند و با توجه به محل قرارگیری شاخه سوم بر روی ساقه اصلی، تراکم ها بر زاویه شاخه با ساقه اصلی اثر گذاشته اند. بنابراین، رقم های L.R.V و زرقان در یک گروه با بیشترین زاویه و ورامین با زاویه کمتر در گروه دیگر قرار گرفت. در اثر متقابل رقم تراکم، رقم زرقان در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و رقم L.R.V در تراکم ۲۰ بوته با اندکی اختلاف غیر معنی دار، با همدیگر در رتبه اول، و L.R.V و زرقان به ترتیب در تراکم های دوم و اول رتبه متوسط و رقم ورامین در هر دو تراکم، رتبه دوم را کسب کرد. بطور کلی، ارقام L.R.V و زرقان از نظر اندازه زاویه در سومین شاخه، تفاوت چشمگیری در تراکم های یاد شده نداشتند (شکل ۲).

ج - زاویه چهارمین شاخه: در این صفت اختلاف معنی داری برای

اثرات رقم و رقم رژیم آبیاری مشاهده شد (جدول ۱). رژیم های آبیاری بر روی این صفت در ارقام مورد آزمایش، اثر معنی داری داشت. رقم L.R.V دارای بیشترین اندازه زاویه چهارمین شاخه با ساقه اصلی بود. در شکل ۳، بر همکنش رژیم آبیاری رقم نشان داده شده است. بطور کلی، بجز رقم ورامین در رژیم آبیاری اول و ارقام زرقان و ورامین در رژیم آبیاری دوم، سایر ترکیبات در گروه های مشابهی قرار گرفتند. در این صفت چون شاخه چهارم از نظر حضور خود بر روی ساقه اصلی از مدت زمان بیشتری برخوردار بود، رژیم های آبیاری تا حدودی توانسته اند اثرات خود را بر روی آن به صورت غیر معنی دار نشان دهند. همچنین این شاخه از باروری بیشتری نسبت به دو شاخه قبلی از لحاظ تشکیل کاپیتول برخوردار بود که این امر خود مصرف آب را به دنبال دارد. در این مورد استنتاج می شود که مقدار زاویه شاخه ها، عمدتاً تابع عوامل ژنتیکی است و کمتر از محیط تأثیر می پذیرد (۲، ۱۴، ۲۳).

در مجموع، باتوجه به نتایج عملکرد دانه و اثر سطوح کمبود آب بر پارامترهای این آزمایش در شرایط آب و هوایی تبریز، آبیاری تا مرحله گلدهی و انتخاب سطح دوم تراکم بوته (۴۰ بوته در متر مربع) در رقم زرقان از این جهت که افزایش تعداد کاپیتول و شاخه فرعی در واحد سطح را در بر دارد، و همچنین به جهت رعایت اقتصاد حجم آب مصرفی مناسب تر به نظر می رسد.

پاورقی ها

- 1- Asteraceae
- 2- Appressed types

منابع مورد استفاده

- ۱ - آذری، آ.م.ر. خواجه پور. ۱۳۸۴؛ اثر آرایش کاشت بر نمو، رشد، اجزای عملکرد و عملکردهای دانه و گلبرگ در کشت تابستانه گلرنگ توده محلی کوسه اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال نهم، شماره سوم. صفحات ۱۴۲-۱۳۱.
- ۲ - آبیاری، ف. ز. شکاری و ف. د. شکاری. ۱۳۷۹؛ دانه های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی، تبریز.
- ۳ - احسان زاده، پ. و ع. زارعیان بغداد آبادی. ۱۳۸۲؛ اثر تراکم بوته بر عملکرد و برخی ویژگی های رشد دو رقم گلرنگ در شرایط آب و هوایی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم، شماره اول، صفحات ۱۴۰-۱۲۹.
- ۴ - جعفر زاده، ع. ا.، م. ر. نیشابوری و م. شاهین اوستان. ۱۳۷۷؛ گزارش نهایی مطالعه تفصیلی ۱۶ هکتار از اراضی و خاکهای ایستگاه تحقیقاتی کرکج. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- ۵ - راشد محصل، م. ج. و م. ع. بهدانی. ۱۳۷۳؛ بررسی اثر رقم و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ. علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۸ شماره ۲. صفحات ۱۲۲-۱۱۰.
- ۶ - چگنی، ه. ا. ج. شیرانی راد، م. رفیعی و ع. خورگامی. ۱۳۸۵؛ تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی گلرنگ در منطقه خرم آباد. خلاصه مقالات نهمین کنفرانس علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۷-۵ شهریور ماه. پردیس ابوریحان دانشگاه تهران. صفحه ۶۷.
- ۷ - رضوانی مقدم، پ. و ح. رحیمیان مشهدی. ۱۳۷۹؛ بررسی اثر تراکم و فواصل

- safflower, *Carthamus tinctorius* L. I. Reaction to several diseases and associations with morphological characters in Israel. *Crop Sci.*, 11:253-257.
- 20- Blackshaw, R.E. 1993; Safflower (*Carthamus tinctorius*) density and row spacing effects on competition with green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Sci.*, 41:403-408.
- 21- Brevedan, R.E. and D.B. Egli. 2003; Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. *Crop Sci.*, 43: 2083-2088.
- 22- Cox, W.J. and G.D. Julliof. 1986; Growth and yield of sunflower and soybean under water deficit. *Agron. J.*, 78:226-230.
- 23- Dajue, Li and H.H. Mundel. 1996; Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7. Institute of Plant, Genetic and Crop Plant Research, Gatesleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 83 p.
- 24- Engel, R. and J. Bergman. 1997; Safflower seed yield and oil content as affected by water and N fertilizer. http://Landres.ources.Montana.edu/Fertilizer_facts/14_safflower.html.
- 25- Moor, S.H. 1991; Uniformity of plant spacing effect on soybean population parameters. *Crop Sci.*, 31:1049-1051.
- 26- Nasr, H.G., N. Kathhuda, and L. Tannir. 1978; Effects of N fertilizer and population rate-spacing on safflower yield and other characteristics. *Agron. J.* 70:683-685.
- 27- Patil, V.D., M. V. S. Reddy, and Y. S. Nerkar. 1994; Efficiency of early generation selection for yield and related characters in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 89: 293-296.
- 28- Salera, E. 1996; Yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown at different plant populations and row spacing. *Agric. Mediterr.*, 126:354-363.
- 29- Tanaka, D.L., N.B. Rivaland, J.W. Bergman, and B.L. Johnson. 2002; A description of safflower plant development stages. NDSU, Ag Report 2.
- ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش (*Vigna radiata*). چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۶-۱۳ شهریور. دانشگاه مازندران، بابلسر. ص ۳۷۹.
- ۸- راشد محصل، م. ح. و م. ع. بهدانی. ۱۳۷۳؛ بررسی اثر رقم و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ. مجله علوم و صنایع غذایی جلد ۸ شماره ۲. صفحات ۱۲۴-۱۱۰.
- ۹- سرمدنیا، غ. ح. و ع. کوچکی. ۱۳۷۲؛ فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۱۰- عمارت پرداز، ج. و م. ب. خورشیدی بنام. ۱۳۸۳؛ بررسی اثر تراکم و رقم بر خصوصیات رویشی سه رقم گلرنگ در تبریز. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵-۳ شهریور ماه. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. صفحه ۴۲۰.
- ۱۱- کافی، م. و ع. مهدوی دامغانی. ۱۳۸۱؛ مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۲- کافی، م.، ازند، ب.، کامکار، ح.، شریفی و م. گلدانی. ۱۳۷۹؛ فیزیولوژی گیاهی (ترجمه)، جلد دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۱۳- کامکار، ب. و ع. مهدوی دامغانی. ۱۳۸۲؛ واکنش گیاهان زراعی به محیط رشد (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۴- فروزان، ک. ۱۳۷۹؛ گلرنگ. انتشارات شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۱۵۴ صفحه.
- ۱۵- فیروزه، ف.، ا. ح. شیرانی راد، م. رناردی درباغشاهی و س. ع. بنی طبا. ۱۳۸۳؛ اثر آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تابستانه در اصفهان. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵-۳ شهریور ماه. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. صفحه ۴۲۶.
- ۱۶- قلی‌نژاد، ا.، ا. توبه، ع. حسن زاده قورت تپه، ع. اصغری و م. پناهیان. ۱۳۸۵؛ تأثیر فاصله خطوط کاشت و تراکم بوته بر صفات زراعی و عملکرد آفتابگردان در ارومیه. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵-۳ شهریور ماه. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. صفحه ۱۶۱.
- 17- Abel, G.H. 1976; Effect of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels and row spacing of safflower cultivars. *Agron. J.*, 68:448-451.
- 18- Anonymous. 2005; Safflower, improvement program at the Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI). <http://nariphaltan.Virtualave.net>.
- 19- Ashri, A. 1971a; Evaluation of the world collection of

