شماره ۹۱، تابستان ۱۳۹۰

نشریه زراعت

(پژوهش و سازندگی)

تاثیر تراکم بوته و عناصر پتاسیم و روی بر واکنش های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد ارقام گلرنگ

• **محمود رضا تدین** (نویسنده مسئول)
عضو هیئت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
تاریخ‌دریافت: دی ماه ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: آبان ماه ۱۳۸۸
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۸۶۱۵۹۷
Email: mrtadayon@yahoo.com

چکیده

تعیین عوامل موثر بر تحمل به سرما جهت معرفی ارقام گلرنگ برای مناطق سردسیر اهمیت زیادی دارد. به منظور تعیین اثرات تراکم گیاهی، کودهای پتاسیم و روی بر نحوه تحمل، واکنش های مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گلرنگ، پژوهشی مزرعه‌ای در منطقه سردسیر در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۷ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمار ها شامل ارقام پی‌آی و زرقان ۲۷۹ و تراکم گیاهی (۳۰، ۴۰ و ۶۰ بوته درمتر مربع) و تیمار کودی (شاهد، کود پتاسیم و کود روی) بود. نتایج به دست آمده نشان داد که تفاوت معنی داری بین صفات اندازه گیری شده در تیمارهای آزمایش وجود داشت. در این آزمایش رقم پی آی دارای بالاترین مقادیر بقاء بوته، شاخص سطح برگ و ارتفاع ساقه به ترتیب با ۸۴/۵، ۳/۳ و ۲۳/۱ سانتی متر‌داشت. بیشترین سرعت فتوسنتز و تعرق با ۲۶/۵و ۱۳/۸ میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه از تیمار سولفات پتاسیم به دست آمد. بعد از تنش یخبندان و سرما (پس از زمستان) بیشترین بقاء بوته ها ۹۰/۲ درصد، شاخص سطح برگ (۳/۸) و ارتفاع بوته (۸۷/۴ سانتی متر) از تیمارهای رقم پی‌ای و کود پتاسیم و ۶۰ بوته در متر مربع و بیشترین سرعت فتوسنتز (۲۶/۵ میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه)، سرعت تعرق(۱۳/۸ میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه)، تعداد شاخه فرعی در بوته (۵/۲)، تعداد دانه در قوزه (۳۳/۳) و وزن هزار دانه (۳۰/۱گرم) از تیمارهای رقم پی‌ای، کود پتاسیم و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع به دست آمد. از رقم پی‌ای و در تیمارهای کود پتاسیم و ۶۰ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۴۳۶۸ کیلوگرم)، عملکرد دانه (۳۷۶۸ کیلوگرم) و شاخص برداشت (۲۵/۸ درصد) بدست آمد. هم چنین نتایج نشان داد که بقاء و تحمل ارقام گلرنگ در سطوح مختلف کود پتاسیم و روی و تراکم ۶۰ بوته در متر مربع بهبود یافته و باعث افزایش رشد ارقام گلرنگ شده و می تواند مورفوفیزیولوژی، عملکرد و اجزای آن (تعداد قوزه،تعداد دانه در قوزه و وزن هزار دانه) و سرعت فتوسنتز و تعرق را بعد از تنش سرما و یخبندان بهبود بخشد.

کلمات کلیدی: گلرنگ، تنش سرما، Zn ، K، عملکرد دانه.

www.SID.ir

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 91 pp: 88-95

Effect of plant density and K, Zn elements on morphophysiological and yield of safflower cultivars

By: Mahmoud Reza Tadayon, Assis. Prof. of Agronomy., College of Agriculture Shahrekord University., Shahrekord Iran (Corresponding Author; Tel: +989133861597)

Determining cold stress tolerance is very important for the successful introduction of the cultivars at cold region. A field study was conducted to determine the effects of plant density, K and Zn fertilizer on tolerance, morphophysiological responses, yield and yield components of two safflower cultivars under cold region. The experiment was conducted in research farm of Agriculture College of Shahrekord University during 2007-2008. The factorial set of treatments arranged within a randomized complete block design with three replications. Treatments including Pi and Zarghan cultivars and plant densities (30, 40 and 60 plant m^{-2}) and three type of fertilizers (Potassium, Zink and control). The results obtained showed significant differences between traits in all treatments. The highest survival plants, laef area index and plant height with 84.5, 3.3 and 23.1 Cm were belong to Pi cultivar. The highest Photosynthetic and transpiration rates with 26.5 and 13.8 µmol cm^{-2} s^{-1} was obtained from potassium treatment. The highest survival plants after freezing and cold stress (over wintering) (90.2%), the highest leaf area index (3.8), plant heights (87.4cm) were obtained from Pi cultivar, K and 60 plant m^{-2}. Photosynthetic (26.5 µmol cm^{-2} s^{-1}) and transpiration rates (13.8 µmol cm^{-2} s^{-1}) were highest in Pi cultivar, K and 30 plant m^{-2}. In Pi cultivar, K and 30 plant m^{-2} branches plant-1 (5.2), seed $head^{-1}$ (33.3), 1000 seed weight (30.1g) were highest. The highest of biological yield (14368 kg), seed yield (3768 kg) and harvest index (25.8%) were belong to Pi cultivar, K and 60 plant m-2. The result showed plant survival and cold tolerance of Pi cultivar improved by K and Zn fertilizer that promoted the growth of safflower cultivar and can affect morphophysiological responses, yield and yield components (branches $plant^{-1}$, seed $head^{-1}$, 1000 seed weight) after freezing and cold conditions.

Key words: Sufflower, Cold stress, K, Zn, Seed yield.

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) متعلق به خانواده Asteraceae یکی از گیاهان زراعی با ریشه های عمیق بوده که در نقاط مختلف دنیا به منظور تولید روغن، چاشنی، ادویه غذاها و تغذیه پرندگان کشت می شود (۷). این گیاه بومی دنیای قدیم بوده، قدمت ۴۰۰۰ ساله داشته و جنس های آن در مناطق مدیترانه، شمال شرق آفریقا و جنوب غرب آسیا دیده می شوند (۳). سطح زیر کشت آن در سال ۲۰۰۷ برابر ۷۶۷۱۱۲ هکتار و تولید جهانی آن ۶۰۴۱۵۷ تن بوده است (۱۲). گیاه زراعی گلرنگ می تواند به عنوان یک گیاه جایگزین، در تناوب با تک کشتی غلات در شرایط مدیترانه ای قرار گیرد (۱۵، ۱۹). اگر چه سابقه کشت گلرنگ به بیش از چند هزار سال می رسد اما اخیراً به ارزش تغذیه ای آن به دلیل بالا بودن لینولئیک اسید در آن پی برده اند. توسعه کشت گلرنگ در سیستم های زراعی منجر به افزایش تولید روغن گیاهی به ویژه تولید سوخت های زیستی و پروتئین مواد غذایی مورد نیاز دامپروری ها می شود (۵ ، ۱۸). هر یک از اجزاء عملکرد تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و مدیریت عملیات زراعی قرار می گیرند. دما، آب و عناصر غذایی از عوامل تاثیر گذار بر عملکرد گلرنگ می باشند (۱۵). شرایط کودی، تراکم گیاهی، روابط مبداء و مقصد از عوامل دیگر تاثیر گذار بر اجزاء عملکرد می باشند (۵). این گیاه بعد از جوانه زنی و قبل از ساقه دهی تولید تعداد زیادی برگ نموده که به صورت مجتمع و روزت دیده می شوند. مرحله روزت نوعی ویژگی سازگاری گیاه به تنش سرمایی است. طول دوره روزت به شرایط سرمایی و رقم وابسته است (۳). این گیاه قابلیت سازگاری بالا به تنش های محیطی و از جمله سرما را دارد. دمای کم در طی دوره زمستان باعث افزایش طول دوره روزت شده که می تواند بقاء و طول دوره رویش گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (۱۵). برای دست یابی به عملکرد های بالا، مدیریت مزرعه گلرنگ باید به نحوی باشد که بوته های قوی تولید شده که این مهم با تغذیه مناسب گیاهان و استفاده از ژنوتیپ های مناسب امکان پذیر است (۱۹). تولید و تسهیم ماده خشک بستگی به تعداد مقصدهای فیزیولوژیک، فعالیت و قدرت مقصدها و تعداد بذرها دارد که همه این عوامل به تامین مواد پرورده قبل از گلدهی بستگی دارند بنابراین، مدیریت های زراعی می تواند منجر به افزایش انتقال بیشتر مواد غذایی ناشی از فتوسنتز به دانه ها شده و در نهایت شاخص برداشت و عملکرد نهایی افزایش یابد (۲). عوامل زیادی هستند که تسهیم ماده خشک را در گیاه گلرنگ تحت تاثیر قرار می دهند که شامل هورمون ها، عناصر غذایی، ظرفیت و قدرت مقصد های فیزیولوژیک می باشند (۷). اگرچه مطالعه بر روی گلرنگ در مقایسه با سایر گیاهان زراعی کمتر صورت گرفته است لیکن بیشتر مطالعات مربوط به اثر کود نیتروژن بوده (۸) و کمتر اثر سایر عناصر به ویژه پتاسیم و روی مورد مطالعه قرار گرفته اند. کمبود پتاسیم در گیاهان سبب پسابیدگی بافت‌ها، ریزش برگ‌ها و میوه‌ها می شود. پتاسیم از طریق افزایش پتانسیل اسمزی سلول سبب جذب آب شده که تورم و افزایش حجم سلول را به عهده دارد. بنابراین، پتاسیم با افزایش جذب

Archive of SID

www.SID.ir

آب در ریشــه ها و نقش تنظیم کنندگی روزنــه ها در کنترل تعرق گیاه موثر می باشد (۱۰). عنصر روی نیز نقش مهمی در ســاختمان، ترکیبات و کارکردهای تنظیمی آنزیم‌های گیاهی دارد. کمبود روی ســبب کاهش تولیــد کلروفیل و کاهش میــزان آن در برگ ها می شود. کمبود روی به ویژه منجر به کاهش رشد گردیده، زیســت توده کمتری تولید شده و در نهایت عملکرد گیاهان کاهش می یابد (۱۳). هدف از این مطالعه بررسی واکنــش هــای مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و اجــزای آن در ارقام گلرنگ تحت شرایط زمســتان های ســرد و یخبندان شهرکرد و بررسی واکنش ارقــام به تیمارهای تغذیــه ای و تراکم های مختلف بوته جهت حصول به عملکردهای بالا در ارقام متحمل به سرما می باشد.

مواد و روش ها

به منظور بررســی واکنش هــای مورفوفیزیولوژیک و عملکرد دو رقم گلرنــگ به تراکــم بوته و عناصــر K و Zn پس از طی تنش ســرمایی در زمســتان، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشــگاه شهرکرد (با عر ض جغرافیایــی۳۲ درجــه و ۲۱ دقیقه شمالی و طــول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ درجــه شرقــی و ارتفاع ۲۰۵۰ متر از ســطح دریا) در ســال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ بــه اجرا درآمــد. تیمارهای آزمایش شامــل ارقام پی‌ای و زرقان ۲۷۹ و ســه ســطح کودی (شاهد، سولفات روی و سولفات پتاسیم هر کدام به میزان ۳۵ کیلوگرم در هکتار) و ســه سطح تراکم بوته (۳۰، ۴۰ و ۶۰ بوتــه در متــر مربع) بــود. قبل از انجام آزمایــش با تهیه نمونه مرکبی از خاک مزرعــه، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک تعیین گردید (جدول۱). بــه منظور تأمین مواد غذایی خاک و بر اســاس نتایج آزمون خاک، کودهای اوره و ســوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتــار به خاک اضافه گردید. بذر ارقام گلرنگ در تاریخ ۱۵ شهریورماه در کرت هایی به ابعاد ۵× ۵ متر مربع و فاصله های ردیف های ۷۰ سانتی متر و در عمق ۳ سانتی متری خاک بر اساس تیمارهای تراکم و با ۲ برابر بذر مصرفی جهت حصول اطمینان از سبز شدن کشت گردید. پــس از انجام عملیات آبیاری و در مرحله ۵-۴ برگی بوته های اضافی در هــر کرت تنک شده تا تراکم های مورد نظر به دســت آیند. در دو نوبت در پاییز و بهار با علف های هرز مزرعه با روش دســتی مبارزه گردید. در طی مراحل رشد و پس از رفع تنش ســرمایی، میزان بقاء بوته ها پس از زمســتان گذرانی (درصد ســبز محصول)، شاخص سطح برگ (از تقسیم ســطح برگ هر بوته بر سطح ســایه انداز گیاه)، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در هر بوته، سرعت فتوسنتز و تعرق (با استفاده از دستگاه فتوسنتز متر مدل LCi۴)، تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه، وزن هزار دانه، عملکــرد دانه، شاخص برداشت اندازه گیری و محاســبه شد. برای اندازه گیــری عملکرد و اجزای عملکــرد ۳ ردیف میانی هر کرت با حذف اثرات حاشیه ای انتخاب و کف بر شده به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. داده های آماری با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین ها با اســتفاده از آزمون LSD مورد مقایسه واقع شدند.

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

pH	ECe	O.C	Total N	P (Olsen's)	K	Sand	Silt	Clay
	دسی‌زیمنس بر متر	میلی‌گرم در گرم						
۸/۰۲	۰/۱۲	۸/۱	۰/۷	۱۰	۳۴۶	۲۳۰	۳۹۰	۳۸۰

جدول۲- اطلاعات هواشناسی منطقه شهرکرد در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶

ماه	تعداد روزهای یخبندان	حداقل مطلق دما Cº	حداکثر بارندگی روزانه mm	حداکثر مطلق دما Cº	متوسط دما Cº	میانگین حداقل دما Cº	میانگین حداکثر دما Cº
شهریور	۰	۳	۱	۳۴	۱۸/۶	۷/۱	۳۰/۲
مهر	۰	/۸	/۶	۲۸/۸	۱۳/۵	۲/۵	۲۴/۴
آبان	۲۰	-۷	/۷	۳۲/۲	۹	-۱/۶	۱۹/۶
آذر	۲۴	-۱۶	۱۷/۳	۱۵	۴	-۳/۶	۱۱/۶
دی	۳۰	-۳۰	۹/۷	۸/۲	-۸/۲	-۱۶/۱	-/۲
بهمن	۲۸	-۱۹/۲	۴/۹	۱۵/۴	-۲/۲	-۹/۷	۵/۳
اسفند	۱۹	-۱۰/۴	۵/۶	۱۹/۵	۵/۸	-۳/۱	۱۴/۷
فروردین	۹	-۴	۸/۴	۲۹/۳	۹/۴	۲/۱	۱۵/۸
اردیبهشت	۰	۲	۳/۱	۳۵/۷	۱۴/۵	۵/۴	۲۴/۳
خرداد	۰	۱۰	۰	۳۷/۴	۲۰/۲	۹/۸	۳۱/۲
تیر	۰	۱۴	۰	۳۸/۳	۲۱/۳	۱۰/۱	۳۲/۴

www.SID.ir

نتایج و بحث

درصد بقای بوته ها

پس از رفع تنش سرمای زمستانه، بین ارقام گلرنگ از نظر درصد بقای بوته تفاوت معنی داری مشاهده نشد لیکن بین تیمارهای کودی و تراکم بوته تفاوت ها معنی دار بود به نحوی که بیشترین درصد بقای بوته با ۹۰/۲ مربوط به تیمار کود پتاسیم و کمترین آن از تیمار شاهد با ۸۳/۵ به دست آمد (جدول ۳). بر اساس نتایج جدول ۵ درصد بقاء بوته ها در هر دو رقم پی‌ای و زرقان ۲۷۹ در طول دوره تنش سرمای زمستانه کاهش یافته، به نحوی که در رقم پی‌ای معادل ۱۱/۹ و در رقم زرقان ۲۷۹ معادل ۱۲/۵ درصد مرگ و میر بوته مشاهده گردید. در بین تیمارهای کودی بیشترین مرگ و میر بوته ها با ۱۶/۵درصد مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار کود پتاسیم با ۹/۸ درصد بود جدول۵ هرچند که بین تیمارهای کود پتاسیم و روی تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. درصد بقاء بوته ها پس از رفع تنش سرمای زمستانه در تیمارهای تراکم، تفاوت معنی داری نشان داد (جدول۳). بیشترین مرگ و میر بوته ها مربوط به تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با ۱۵/۸ درصد و کمترین درصد تلفات بوته ها با ۱۰/۱ درصد مربوط به تیمار ۶۰ بوته در متر مربع بود (جدول ۵). نتایج آزمایش نشان داد که درصد بقای بوته ها در تیمارهای کود پتاسیم و ۶۰ بوته در متر مربع بیشترین و در تیمار شاهد و ۳۰ بوته در متر مربع کمترین بود. بیشترین درصد بقای بوته ها از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × ۶۰ بوته در متر مربع به دست آمد و کمترین آن از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × ۳۰ بوته در متر مربع حاصل گردید.

ارتفاع بوته

در بین دو رقم ارتفاع بوته تفاوت معنی داری داشت (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته با ۸۴/۵ سانتی متر مربوط به رقم پی‌ای و کمترین آن با ۷۸/۵ سانتی متر مربوط به رقم زرقان ۲۷۹ با اختلاف حدود ۷/۱ درصد و یا به عبارتی ۶ سانتی متر بود (جدول ۵). در بین تیمار های کودی ارتفاع بوته تفاوت معنی داری نشان داد (جدول۳). ارتفاع بوته بین دو تیمار کود پتاسیم و روی معنی دار نبود اما با شاهد کودی تفاوت معنی دار مشاهده گردید به نحوی که کمترین ارتفاع در تیمار شاهد ۷۷/۵ سانتی متر و در تیمار سولفات پتاسیم ۸۳/۸ سانتی متر بود (جدول۵). ارتفاع بوته در بین تیمارهای تراکم تفاوت معنی دار نشان داد (جدول۳). بیشترین ارتفاع بوته (۸۷/۴ سانتی متر) از تراکم ۶۰ بوته در متر مربع و کمترین آن (۷۳/۱ سانتی متر) از تراکم ۳۰ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۵). بیشترین ارتفاع بوته از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با ۸۹/۱۶ سانتی متر و کمترین آن از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × ۳۰ بوته در متر مربع با ۷۰/۱۶ سانتی متر به دست آمد.

شاخص سطح برگ

در بین هر دو رقم شاخص سطح یرگ تفاوت معنی داری داشت (جدول۳). بیشترین شاخص سطح برگ با ۳/۳ مربوط به رقم پی‌ای و کمترین آن با ۳/۰۲ مربوط به رقم زرقان ۲۷۹ با اختلاف حدود ۸/۵ درصد بود. شاخص سطح برگ بین تیمارهای کودی و تراکم بوته تفاوت معنی دار داشت (جدول۳). بیشترین شاخص سطح برگ با ۳/۳ از تیمار کود سولفات روی به دست آمد. اختلاف شاخص سطح برگ بین تیمار کود پتاسیم و شاهد، حدود ۱۵/۱ درصد مشاهده گردید (جدول۵). این نتایج نشان دهنده اثرات مثبت کودهای روی و پتاسیم در توسعه سطح برگ ها و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ کانوپی می باشد. شاخص سطح برگ بین تیمارهای تراکم تفاوت معنی دار نشان داد (جدول ۵). بیشترین شاخص سطح برگ با ۳/۸ مربوط به تراکم۶۰ بوته در متر مربع و کمترین آن با ۲/۳ مربوط به تراکم۳۰ بوته در متر مربع بوده و با افزایش تراکم از ۳۰ به ۴۰ و ۶۰ بوته در متر مربع، شاخص سطح برگ به ترتیب ۳۹/۴ و ۱۰/۵درصد افزایش یافته است. بیشترین شاخص سطح برگ از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم ۶۰ بوته در متر مربع با ۴/۵ و کمترین آن از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × ۳۰ بوته در متر مربع با ۲/۲ به دست آمد.

سرعت فتوسنتز و تعرق

در بین ارقام، تیمارهای کودی و تراکم های مختلف سرعت فتوسنتز و تعرق تفاوت معنی دار داشتند (جدول۳). در بین ارقام بیشترین سرعت فتوسنتز و تعرق به ترتیب با ۲۳/۱ و ۱۳/۱ میکرو مول بر سانتی متر مربع بر ثانیه مربوط به رقم پی آی و کمترین مقادیر با ۲۱/۹ و ۱۱/۴ میکرو مول بر سانتی متر مربع بر ثانیه مربوط به رقم زرقان ۲۷۹ بود. اختلاف سرعت فتوسنتز دو رقم پی‌ای و زرقان ۲۷۹، ۵/۱ درصد و اختلاف سرعت تعرق همان دو رقم ۱۲/۵ درصد بود. بیشترین سرعت فتوسنتز با ۲۶/۵ میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه مربوط به تیمار پتاسیم و کمترین آن با ۱۷/۲ میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه مربوط به تیمار شاهد کودی بود (جدول۵). اختلاف سرعت فتوسنتز در بین تیمار پتاسیم و شاهد ۳۵ درصد و بین تیمار کود روی و شاهد ۲۸ درصد بود. چنین روندی نیز در مورد سرعت تعرق در سه تیمار کودی مشاهده شد به نحوی که بیشترین سرعت تعرق با ۱۳/۸ میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه مربوط به تیمار پتاسیم و کمترین آن با ۹/۸ میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۵).

از طرفی بیشترین سرعت فتوسنتز و تعرق از برهمکنش رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم ۳۰ بوته در متر مربع به ترتیب با ۲۸/۲ و ۱۴/۹ میکرو گرم بر سانتی مربع در ثانیه و کمترین سرعت فتوسنتز از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × ۴۰ بوته در متر مربع با ۱۶/۱ و کمترین سرعت تعرق از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × ۶۰ بوته در متر مربع با۹/۸ میکرو گرم بر سانتی مربع در ثانیه بدست آمد.

تعداد شاخه فرعی

در بوته بین تیمارهای کودی و تراکم بوته تفاوت معنی داری در تعداد شاخه فرعی وجود داشت لیکن، تعداد قوزه در بوته در بین دو رقم تفاوت معنی دار نداشت (جداول۳ و ۴). بیشترین تعداد شاخه با ۵/۱ مربوط به رقم پی آی و کمترین آن با ۴/۵ مربوط به رقم زرقان ۲۷۹ بود. در بین تیمارهای کودی بیشترین شاخه در بوته با ۵/۱ از تیمار سولفات

Archive of SID

www.SID.ir

پتاسیم و کمترین آن با ۴/۵ از تیمار شاهد به دست آمد. اختلاف بیشترین تعداد شاخه در بین دو رقم پی‌ای و زرقان ۲۷۹، ۱۱/۷ درصد و در بین دو تیمار کود پتاسیم و شاهد کودی ۱۲ درصد بود (جدول۵). کمترین شاخه فرعی در بوته با ۴/۲ مربوط به تراکم ۶۰ بوته در متر مربع و بیشترین آن با ۵/۲ مربوط به تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با اختلاف ۱۹/۲ درصد بود. در برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم۳۰ بوته در متر مربع، بیشترین شاخه فرعی با ۶/۲ و در برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × تراکم۴۰ بوته در متر مربع با ۴/۲ کمترین تعداد شاخه فرعی بدست آمد. بیشترین تعداد قوزه در بوته از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با ۱۳/۲ عدد و کمترین آن از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × تراکم۶۰ بوته در متر مربع با ۱۱/۲ عدد بدست آمد.

تعداد دانه در قوزه و وزن هزار دانه

در بین ارقام، تیمارهای کودی و تراکم های مختلف تعداد دانه در قوزه تفاوت معنی داری داشتند (جدول۴). بیشترین تعداد دانه در قوزه با ۱۱/۳۵و وزن هزار دانه با۳۱/۴ گرم مربوط به رقم پی‌ای و کمترین آن مربوط به رقم زرقان ۲۷۹ به ترتیب با اختلاف حدود ۹/۳ و ۳ درصد بود (جدول ۶). بیشترین تعداد دانه در قوزه و وزن هزار دانه به ترتیب با ۱۱/۵ و ۳۳/۱ گرم از تیمار کود پتاسیم و کمترین آن از تیمار شاهد به ترتیب با اختلاف حدود ۱۱/۴ و ۹/۲ درصد به دست آمد. از طرفی بیشترین تعداد دانه در قوزه با ۱۲/۶و وزن هزار دانه با ۳۰/۱ گرم از تراکم ۳۰ بوته در متر مربع و کمترین آن به ترتیب با ۹/۳ و ۲۸/۶ گرم از تراکم ۶۰ بوته در متر مربع به دست آمد. بیشترین تعداد دانه در قوزه از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم۳۰ بوته در متر مربع با ۳۷ عدد و بیشترین وزن هزار دانه از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با ۳۲/۳ گرم و کمترین تعداد دانه در قوزه و وزن هزار دانه از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کودی × تراکم۶۰ بوته در متر مربع به ترتیب با ۲۶/۱ عدد و ۲۶/۴ گرم به دست آمد.

عملکرد بیولوژیک

بین ارقام مورد آزمایش، تیمارهای کودی و تراکم های اعمال شده عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی دار داشت (جدول۴). عملکرد رقم پی آی در تیمار کود سولفات پتاسیم ۱۴۹۵۹ کیلوگرم بر هکتار و در تیمار شاهد ۱۰۹۵۲ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد بیولوژیک رقم پی‌ای حدود ۱۴ درصد بیشتر از رقم زرقان ۲۷۹ بود و در تیمارهای کودی، عملکرد بیولوژیک تنها بین تیمار شاهد با دو سطح دیگر کود تفاوت معنی دار داشت (جدول۶). در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع عملکرد بیولوژیک ۱۱۶۵۹ کیلوگرم در هکتار و در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع ۱۵۱۱۷ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد که با فزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۶۰ بوته در متر مربع عملکرد بیولوژیک به طور معنی دار افزایش یافت به نحوی که اختلاف عملکرد بین تیمار ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع ۱۲ درصد و بین تیمارهای ۳۰ و ۶۰ و تیمارهای ۴۰ و ۶۰ به ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد افزایش مشاهده می شود (جدول۶).

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت مربوط به رقم پی‌ای و کمترین آن مربوط به رقم زرقان ۲۷۹ بود (جدول۶). بیشترین عملکرد دانه با ۳۹۸۸ کیلوگرم در هکتار و شاخص برداشت ۲۶/۴ ٪ نیز مربوط به تیمار کود پتاسیم و کمترین آن به ترتیب با ۲۴۶۵ کیلوگرم در هکتار و ۲۳/۳ درصد مربوط به تیمار شاهد کودی بود.

شاخص برداشت

روند واکنش شاخص برداشت با روند عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک درتیمارهای تراکم متفاوت بود (جدول۶). بر اساس نتایج آزمایش، بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم۶۰ بوته در متر مربع به ترتیب با ۱۶۶۷۵ و ۵۱۷۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کود × تراکم ۳۰ بوته در متر مربع به ترتیب با ۱۰۴۳۷ و ۲۲۸۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. این در حالی است که بیشترین شاخص برداشت از برهمکنش تیمارهای رقم پی‌ای × کود پتاسیم × تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با ۲۷/۴۲ درصد و کمترین آن از برهمکنش تیمارهای رقم زرقان ۲۷۹ × شاهد کود × تراکم ۶۰ بوته در متر مربع با ۲۳/۴ درصد به دست آمد.

بحث

بر اساس نتایج آزمایش در طی دوره زمستان گذرانی ارقام گلرنگ، تعدادی از بوته های ارقام گلرنگ دچار مرگ و میر گردیدند اما میزان مرگ و میر در تیمارهای کودی به ویژه تیمار کود پتاسیم و تراکم ۶۰ بوته در متر مربع، کمتر از سایر تیمارها بوده که احتمالا ناشی از رشد بهتر بوته ها و پوشش بیشتر زمین و روزت کامل تر برگ ها (۳) و درنتیجه مواجه کمتر بوته ها و برگ ها با اثرات سرما بوده است. همچنین نتایج حاضر نشان دادکه با افزایش تراکم بوته در واحد سطح ارتفاع ساقه ها افزایش یافته که این مورد می تواند ناشی از رقابت شدید بوته ها برای دریافت بیشتر نور بوده، به نحوی که در تراکم های متراکم تر، تخریب هورمون های گیاهی کمتر اتفاق افتاده و در نتیجه منجر به افزایش ارتفاع بوته ها شده است که این یافته با نتایج دیگر پژوهش گران نیز مطابقت دارد (۱). در این آزمایش احتمالا افزایش شاخص سطح برگ در تیمارهای کودی ناشی از اثرات مثبت عناصر غذایی در تامین نیاز غذایی گیاهان و در نتیجه گسترش بیشتر برگ ها بوده و قسمتی از افزایش نیز به دلیل تعداد بیشتر بوته در واحد سطح می باشد. تجمع مواد در ساقه های گلرنگ و برگ‌ها در هنگام پر شدن دانه به عنوان یک مبداء مهم مواد پرورده می باشند (۸). تولید ماده خشک به تامین عناصر غذایی وابسته بوده و این موضوع به ویژه در تولید ماده خشک برگ‌ها اهمیت زیادی دارد زیرا برگ‌ها در تولید مواد پرورده و توزیع مواد پرورده به اندام های زایشی نقش اساسی دارند (۹). این در حالی است که ژنوتیپ های مختلف از نظر تجمع ماده خشک و تسهیم آن به اندام های گیاهی تفاوت های زیادی با هم نشان می دهند (۱۴). نتایج این پژوهش نشان داد که بین سرعت فتوسنتز و سرعت تعرق در بین ارقام و تیمارهای کودی رابطه خطی وجود دارد. برخی از پژوهش گران نیز گزارش کرده‌اند

Archive of SID

www.SID.ir

که بین سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه ای رابطه خطی وجود داشته که نشان دهنده اثر هدایت روزنه‌ای بر تعرق و تولید مواد پرورده فتوسنتزی می باشد (۶، ۲۰). نتایج تعدادی از پژوهش های دیگر نیز نشان می دهد که سرعت فتوسنتز در تیمارهای کودی بیشتر از شاهد بوده و حدود ۵۱ درصد افزایش داشته است همچنین غلظت CO_2 بین سلولی در تیمار کودی در مقایسه با شاهد ۸ درصد کاهش داشته است (۷). نتایج آزمایش نشان داد که اگر چه میزان شاخص سطح برگ در تراکم های بالا تا حدی بیشتر از تراکم های پایین می باشد لیکن، به علت ارتفاع بیشتر بوته ها و مساحت بیشتر برگ ها در کانوپی، تعدادی از برگ ها و یا مساحتی از آن ها در سایه قرار گرفته و نور کمتری دریافت کرده‌اند بنابراین، سرعت فتوسنتز و تعرق برگ ها در تراکم های زیاد بوته، کمتر از تراکم های کم بوته می باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش تراکم بوته، تعداد شاخه فرعی و تعداد قوزه در بوته کاهش یافته است که احتمالا به علت کاهش فضای اختصاص یافته به هر بوته در کانوپی و نیز رقابت بین بوته ای برای آب، مواد غذایی، نور و هوا در تراکم های فشرده می باشدکه منجر به کاهش تعداد شاخه های فرعی زاینده و تعداد قوزه در هر بوته گردیده است. تعداد شاخه فرعی و تعداد قوزه در بوته اهمیت زیادی در افزایش عملکرد گلرنگ در مقایسه با تعداد دانه در هر قوزه دارد زیرا هر قوزه در برگیرنده تعداد زیادی دانه می باشد (۵). نتایج آزمایش نشان داد که در تراکم های کمتر، رقابت درون و برون بوته ای در حداقل مقدار خود بوده و بوته های گلرنگ به دلیل حداقل اثرات تداخلی و رقابتی بیشترین تعداد دانه در قوزه و وزن هزار دانه را تولید کرده اند (۴). روند این دو جزء عملکرد با تعداد قوزه در بوته نیز منطبق می باشد زیرا بیشترین تعداد قوزه در بوته نیز از تیمار کمترین تراکم به دست آمد (جدول ۶). نکته حائز اهمیت آن است که تغییرات وزن هزار دانه در بین کلیه تیمارها در مقایسه با تعداد قوزه در بوته و تعداد دانه در قوزه بسیار کمتر می باشد که این موضوع با سایر یافته های دیگر پژوهش گران (۴، ۲) که اظهار داشته اند وزن هزار دانه از اجزاء با ثبات عملکرد بوده نیز مطابقت دارد. میزان عملکرد ارقام گلرنگ در تیمارهای کودی بیشترین مقدار بود.تجزیه و تحلیل کربن و انتقال مواد پرورده به دانه ها در طی دوره پر شدن دانه بستگی به ژنوتیپ، محیط، جمعیت گیاهی و وضعیت عناصر غذایی و تنش های محیطی دارد که در نهایت تعیین کننده عملکرد نهایی بذر گلرنگ می باشند (۱۱، ۱۶). در این آزمایش شاخص برداشت از کمترین تراکم و بیشترین سطح کودی به دست آمد. بر اساس یافته‌های دیگر پژوهشگران نیز، شاخص برداشت با کاهش وزن و ارتفاع ساقه ها افزایش می یابد (۵). از آنجا که شاخص برداشت گلرنگ کم می باشد هرگونه عملیات زراعی که بتواند باعث افزایش شاخص برداشت شود اثر معنی داری بر عملکرد خواهد داشت (۱۷). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در شرایط سرد همراه با یخبندان طولانی مانند شهرکرد، رقم پی‌ای گلرنگ می تواند به عنوان یک رقم مناسب و متحمل به یخبندان زمستانه انتخاب شود. کاربرد کودهای پتاسیم و روی بر تحمل به زمستان گذرانی و بقاء بوته ها موثر بوده لیکن اثر کود پتاسیم بیشتر از کود روی می باشد. افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۶۰ بوته در متر مربع به دلیل وجود تعداد نهال بذر بیشتر در واحد سطح و پوشش بیشتر زمین توسط بوته ها و همچنین پوشش بوته ها توسط برگ های بیشتر، سبب ایجاد شرایط روزت مطلوب تر برای بوته ها شده که بتوانند آسیب ناشی از سرمای زمستان را تحمل نمایند بنابراین، بوته ها در تراکم های بالاتر کمتر دچار مرگ و میر ناشی از خطر یخبندان شده اند. پس از رفع خطر سرمای زمستانه، واکنش های فیزیولوژیک گیاه مانند فتوسنتز و تعرق و نیز تظاهرات مرفولوژیک مانند ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ و نیز عملکرد و اجزای عملکرد دانه در تیمارهای کودی به ویژه کود پتاسیم معنی دار و افزایشی بوده است. از طرفی افزایش تعداد بوته منجر به جبران تلفات مرگ و میر بوته ها در زمستان گردیده و به همراه اثرات مثبت تغذیه ای ناشی از مصرف کودهای پتاسیم و روی در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه در هر دو رقم و به ویژه در رقم پی‌ای گردیده است. بنابراین، استفاده از رقم پی‌ای گلرنگ همراه با مصرف کودهای ریز مغذی به ویژه کود پتاسیم و تراکم ۶۰ بوته در متر مربع می تواند منجر به افزایش عملکرد دانه گردد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده دو رقم گلرنگ تحت تأثیر تراکم بوته و کودهای پتاسیم و روی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد بقاء بوته	ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	سرعت فتوسنتز	سرعت تعرق	تعداد شاخه در بوته	تعداد قوزه در بوته
تکرار	۲	۲۶۴	۹۲	۷/۷	۴۴/۸	۸۲	۴/۵	۲۷
رقم	۱	۳۴ ns	۴۵۳ ns	۱/۸**	۱/۷*	۳۶ **	۵/۹ **	۲/۲ ns
کود	۲	۲۰۷/۸**	۲۳۳**	۱/۷**	۴۱۰**	۷۶**	۱/۶**	۳/۷**
تراکم	۲	۱۴۹/۷**	۱۰/۶**	۱۰/۵**	۱۷/۴**	۴/۳ **	۵/۱**	۵۴**
رقم *کود	۲	۸ ns	۱۳ ns	۰/۹۷ *	۴/۰۲ ns	۲/۰۴ **	۰/۴۴ ns	۰/۶ ns
رقم * تراکم	۲	۲۴ ns	۱۱ ns	۰/۵۷ *	۴/۰۲ ns	۰/۱۹۶ ns	۰/۲۵ ns	۲/۸ ns
کود * تراکم	۴	۸/۹ ns	۲۲ *	۰/۳۴ ns	۶/۸ ns	۰/۵۲۴ *	۰/۷۲ *	۱/۲ ns
رقم* کود *تراکم	۴	۱۲ ns	۱۰ ns	۰/۸۳ *	۱/۴ ns	۰/۲۹۵ ns	۰/۵۱*	۱/۶ ns
خطا	۳۴	۱۰/۲۸	۷/۷	۰/۱۹	۳/۵	۰/۲۱۸	۱/۹۶	۱/۲۷

ns,*,,* نشانگر عدم معنی داری، معنی دار بودن اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.**

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده دو رقم گلرنگ تحت تأثیر تراکم بوته و کودهای پتاسیم و روی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در قوزه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲۰۹	۳۶/۳	۸۴۰۷۷۶	۱۱۴۲۲۳	۵۴/۸
رقم	۱	۱۰۱ **	۱۰/۵**	۶۷۴۴۷۵۹ **	۵۴۴۵۳۱۸۴ **	۲۰/۷**
کود	۲	۷۳**	۳۳/۲**	۱۲۳۴۹۷۷۵۳**	۱۰۴۳۱۰۳۰۳**	۵۰/۶**
تراکم	۲	۱۴۴**	۴/۶**	۲۱۴۱۵۸۸**	۵۳۸۷۶۰۴۴**	۱۱/۴**
رقم *کود	۲	۱/۰۱ ns	۲۱/۴ **	۱۲۰۰۰۱۸ **	۱۲۶۵۲۷۵۶ **	۲/۱ ns
رقم * تراکم	۲	۲/۵ ns	۲۰/۲ **	۶۷۰۵۳ **	۱۱۷۸۹۲۱۳ *	۰/۲۷ ns
کود * تراکم	۴	۲/۶ ns	۱۹/۹ **	۶۴۶۳۱۹ **	۶۵۱۷۹۵۴ **	۰/۷۱ ns
رقم* کود *تراکم	۴	۱/۸۱ ns	۸ **	۴۳۹۲۵۳ **	۳۲۰۷۷۶۶ **	۲/۴۲ ns
خطا	۳۴	۳/۰۸	۱/۱۹	۵۱۴۸۴	۷۱۰۲۶۵	۱/۹

*,**,ns نشانگر عدم معنی داری، معنی دار بودن اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول۵- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده دو رقم گلرنگ تحت تأثیر تراکم بوته و کودهای پتاسیم و روی

تیمار	درصد بقای بوته	ارتفاع بوته سانتی متر	شاخص سطح برگ	سرعت فتوسنتز CO_2 (میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه)	سرعت تعرق H_2O (میکرومول بر سانتی متر مربع بر ثانیه)	تعداد شاخه در بوته
رقم						
پی‌ای	۸۸/۸ a	۸۴/۵ a	۳/۳ a	۲۳/۱ a	۱۳/۱ a	۵/۱ a
زرقان ۲۷۹	۸۷/۷ a	۷۸/۵ b	۳/۰۲ b	۲۱/۹ b	۱۱/۴ b	۴/۵ b
کود						
شاهد	۸۳/۵ b	۷۷/۵ b	۲/۸ b	۱۷/۲ c	۹/۸ b	۴/۵ b
سولفات پتاسیم	۹۰/۲ a	۸۳/۸ a	۳/۲۴ a	۲۶/۵ a	۱۳/۸ a	۵/۱ a
سولفات روی	۸۸/۱ a	۸۳/۵ a	۳/۳ a	۲۳/۸ a b	۱۳/۵ a	۴/۶۸ a
تراکم (بوته در متر مربع)						
۳۰	۸۴/c۲	۷۳/c۱	۲/c۳	۲۳/۵ a	۱۲/۷ b	۵/۲ a
۴۰	۸۷/۶ b	۸۴/۳ b	۳/b۴	۲۲/۵ b a	۱۲/۲ b	۵/۰۱ a
۶۰	۸۹/۹ a	۸۷/۴ a	۳/۸ a	۲۱/۵ b	۱۱/۸ a	۴/۲ b
LSD	۱/۷۷	۱/۸۳	۰/۲۴	۰/۹۸	۰/۳۱	۰/۳۰

در هر گروه حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشند.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده دو رقم گلرنگ تحت تأثیر تراکم بوته و کودهای پتاسیم و روی

تیمار	تعداد قوزه در بوته	تعداد دانه در قوزه	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت ٪
رقم						
پی‌ای	۱۱/۳۵ a	۳۳/۳ a	۳۰/۱ a	۳۷۶۸ a	۱۴۳۶۸ a	۲۵/a۸
زرقان ۲۷۹	۱۰/۹ a	۳۰/۱ b	۲۹/۲ b	۳۰۶۱ b	۱۲۳۵۶ b	۲۴/۶ a
کود						
شاهد	۱۰/۶ b	۲۹/۳ b	۲۸/۳ c	۲۴۶۵ c	۱۰۹۵۲ b	۲۳/۳ b
سولفات پتاسیم	۱۱/۵ a	۳۳/۱ a	۳۱/۱ a	۳۹۸۸ a	۱۴۹۵۹ a	۲۶/۴ a
سولفات روی	۱۱/۱ ab	۳۲/۵ a	۲۹/۹ b	۲۶۳۷۹۱ b	۱۴۵۳۰ a	۲۵/۸ a
تراکم (بوته در متر مربع)						
۳۰	۱۲/۶ a	۳۱/۴ a	۳۰/a۲	۳۰۶۴ c	c۱۱۶۵۹	۲۵/۹ b
۴۰	۱۱/۳ b	۳۲/۳ b	۲۹/۵ b	۳۴۲۷ b	۱۳۳۰۵ b	۲۵/۳ b
۶۰	۹/۳ c	۲۸/۶ c	۲۹/۳ b	۳۷۵۳ a	۱۵۱۱۷ a	۲۴/۳ a
LSD	۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۶۰	۱۲۵/۵	۵۷۰	۰/۷۰

در هر گروه حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشند.

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

۱- تدیـن،م. ر. و امـام. ی. الف (۱۳۸۶) تاثیر آبیاری تکمیلـی و کود نیتروژن بر واکنـش هـای مرفولوژیک و عملکرد دانـه دو رقم گندم. مجله علمی کشـاورزی. ۳۰(۲):۷۰-۵۳

۲- تدین، م. ر. و امام. ی.ب (۱۳۸۶) اثر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن بر میانگین وزن دانه، وزن حجمی و عملکرد دانه گندم در شرایط دیم. مجله علوم کشـاورزی ایران. ۳۹(۱):۹۹-۱۱۲.

۳- فروزان، ک. (۱۳۷۸) گلرنگ. شرکت سـهامی خاص توسـعه کشـت دانه های روغنی. ۱۵۰ صفحه.

4- Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M., (2006) Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *Eur. J. Agronomy*. 25: 309–318.

5- Bassil, E.S., Kaffka, S.R., Hutmacher, R.A., (2002) Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to residual soil N following cotton (Gossypium spp.) in rotation in the San Joaquin Valley of California. *J. Agric. Sci*. 138: 395–402.

6- Del Poso, A. Perez, P., Gutierrez, D., Alonso, A., Morcuende, R., Martinez-Carrasco, R., (2007) Gas exchange acclimation to elevated CO2 in upper-sunlit and lower-shaded canopy leaves in relation to nitrogen acquisition and partitioning in wheat grown in field chambers. *Environ. Exp. Bot*. 53: 371–380.

7- Dordas,C.A and Sioulas, C. (2008a) Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial crops and products*. 72: 75–85

8- Dordas,C.A and Sioulas, C. (2008b) *Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower* (*Carthamus tinctorius* L.) *as affected by nitrogen fertilization.* Field Crops Reas. Online: www. elsevier. com/ locate/ fcrdoi: 10. 1016/j. fcr. 2008 .06 .011

9- Dordas, C.A., Lithourgidis, A.S., Matsi, Th., Barbayiannis, N. (2008) Application of liquid cattle manure and inorganic fertilizers affect dry matter, nitrogen accumulation, and partitioning in maize. Nutr. *Cycl. Agroecosys*. 80, 283–296.

10- Erdal, I., and Baydar ,H. (2005) Deviations of some nutrient concentrations in different parts of safflower cultivars during growth stages. *Pak. J. Bot*. 37(3): 601-611.

11- Fageria, N.K., Baligar, V.C., (2005) Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Adv. Agron*. 88, 97–185.

12- FAO, 2007. FAO. FAOSTAT. Agriculture. Rome. (http:// faostat.fao.org/).

13- Fournier, J.MA., Rolda´n, N.M., Sanchez, C., Ghinas ,A., and Benlloch, M. (2005) K+ starvation increases water uptake in whole sunflower plants. *Plant Sci*.168 : 823–829

14- Koutroubas, S.D., Papacosta, D.K., Doitsinis, A., (2004) Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. *Field Crops Res*. 90, 263–274.

15- Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K., (2005) *Adaptation, grain yield and oil content of safflower in Greece.* In: Esental, E. (Ed.), Proceedings of the Sixth International Safflower Conference, Istanbul, Turkey, June 6–10, 1997, Engin Maatbacilik, Istanbul-Turkey, pp. 161–166.

16- Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K. and Doitsinis, A. (2008) Nitrogen utilization efficiency of safflower hybrids and open-pollinated varieties under Mediterranean conditions. *Field Crops Res*.107: 56–61.

17- Sinclair, T.R., (1998) Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Agron. J*. 38, 638–643.

18- Temelli, F,.and Bozan,B. (2008) Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology* 99 : 6354–6359

19- Yau, S.K., (2007) Winter versus spring sowing of rain-fed safflower in a semi-arid, high-elevation Mediterranean environment. *Eur. J. Agron*. 26, 249–256.

20- Zhao, D., Reddy, R.K., Kakani, V.G., Reddy, V.R., (2005) Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hype spectral reflectance properties of sorghum. *Eur. J. Agron.* 22, 391–403.

Archive of SID