Archive of SID

"مجله علوم زراعی ایران"
جلد چهارم، شماره ۴، ۱۳۸۱

اثر فصل کاشت و تراکم بوته بر کارآیی مصرف آب در ارقام ولاین های مختلف گلرنگ (*Carthamus tinctorious* L.) *

Effects of growing season and plant densities on water use efficiency in safflower (*Carthamus tinctorious* L.) cultivars and lines.

بهرام مجد نصیری[۱]، مهدی کریمی[۲] و قربان نور محمدی[۳]

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر تراکم بوته بر کارآیی مصرف آب ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ در دو فصل کشت بهاره و تابستانه در منطقه اصفهان، در سال ۱۳۷۹ اجرا گردید. پنج ژنوتیپ گلرنگ شامل دو لاین برگزیده از توده محلی اصفهان و ارقام شناخته شده اراک ۲۸۱۱، ژیلا و کوسه در دو زمان کاشت بهاره(۱۵ فروردین) وتابستانه(۱۵ تیرماه) و هر کدام در سه تراکم ۴۰، ۲۰ و ۱۳ بوته در مترمربع در قالب طرح آزمایشی کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کارآیی مصرف آب در دو کشت بهاره و تابستانه در سطح احتمال ۱٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند و کشت دوم از این نظر حدود ۱۷ درصد برتری داشت. اگر چه کشت تابستانه گلرنگ از نظر تولید دانه با، ٤٧٤/٦ کیلوگرم در هکتار عملکرد کمتری داشت، اما در مجموع به لحاظ کارایی مصرف آب به وضوح برتر از کشت بهاره بود . تأثیر تراکم بوته نیز بر کارایی مصرف آب بسیار معنی‌دار بود، به طوری که تراکم ٤٠ بوته در مترمربع با میانگین ۰/٤٨١ کیلوگرم بر مترمکعب، بیشترین و تراکم ۱۳ بوته در مترمربع با میانگین ۰/۳۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب ، کمترین کارآیی مصرف آب را به خود اختصاص دادند. در شرایط این مطالعه، افزایش محسوس در عملکرد دانه در جریان افزایش تراکم بوته عامل اصلی برتری در کارآیی مصرف آب شناخته شد. رقم اراک ۲۸۱۱ در کشت اول و لاین ۱ در کشت دوم از میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی از کارآیی مصرف آب بیشتری برخوردار بودند.

واژه های کلیدی: گلرنگ، فصل کاشت، تراکم بوته و کارآیی مصرف آب.

مقدمه

اگر تمام آبی که توسط محصول جذب می‌شود، جهت سنتز بخشی از ماده خشک که به عنوان عملکرد برداشت می‌شود مصرف می‌شد، آنگاه حجمی تقریباً معادل یک میلیمتر ارتفاع آب برای تولید حداکثر عملکرد دانه در اغلب محصولات زارعی کافی بود و در چنین حالتی راندمان مصرف آب (Water use efficiency) معادل یک بود. اما واقعیت این است که برای تولید محصول چندین برابر آن مقدار آب مورد نیاز است و این خود دلیلی بر مصرف آب در

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۱/۱۰/۲

* بخشی از رساله دکتری نویسنده اول در گروه تخصصی زراعت واحد علوم و تحقیقات – تهران

۱- دانشجوی دوره دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

۲ و ۳ به ترتیب دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان و استاد واحد علوم و تحقیقات – تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

راه هایی غیر از تولید محصول می‌باشد که مقداری از این مصارف اجتناب پذیر و مقداری نیز اجتناب ناپذیرند (Stanhill, 1986). با توجه به این که میزان آب آبیاری مورد نیاز در هر مزرعه به کارآیی آبیاری مربوط می‌شود، بنابراین اندازه‌گیری و یا پیش بینی صحیح این پارامتر حائز اهمیت است(Garside et al., 1992). کارآیی مصرف آب هم چنین یکی از خصوصیات مهم فیزیولوژیک است که نشان دهنده توانایی گیاه در مقابله با تنش آب می باشد (Frank et al., 1987; Daniel and Scott, 1991). عواملی که کارآیی مصرف آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند شامل عوامل آب و هوایی، عوامل خاک و عوامل گیاهی هستند.

از عوامل آب و هوایی می‌توان آب ، CO_2 و درجه حرارت هوا را نام برد. از عوامل گیاهی نیز می توان به متابولیسم کربن، عکس العمل روزنه‌ها، اندازه برگ، آرایش اجتماع گیاهی و مسائل زراعی اشاره کرد (Stanhill, 1986). روش‌های متعددی برای تعیین کارآیی مصرف آب وجود دارد (Frank et al , 1987). در روش اول، کارآیی مصرف آب با تقسیم میزان تبادل CO_2 بر میزان تعرق محاسبه می‌شود ، در روش دوم پارامتر مورد بحث حاصل نسبت میزان تجمع ماده خشک بر آب از دست رفته از طریق تعرق است (Heitholt, 1989) و در روش سوم که که به عنوان متداول ترین روش شناخته می‌شود، کارآیی مصرف آب حاصل نسبت میزان تجمع ماده خشک بر آب از دست رفته از طریق تبخیر و تعرق است (Daniels and Scott, 1991; Hiebsch et al., 1976; Timmons et al., 1967). از آن جا که بخشی از ماده خشک در گیاه به عنوان محصول اقتصادی برداشت می‌شود، بنابراین تعریف دقیق‌تر برای کارآیی مصرف آب ، نسبت عملکرد اقتصادی (Y) به واحد آب تبخیر و تعرق شده (ET) در مزرعه است.

$$WUE=\frac{Y}{ET}$$

روش‌های افزایش کارآیی مصرف آب برای تولید مطلوب در مزارع تحت آبیاری از زمینه‌های اصلی مطالعه اثرات متقابل گیاه و محیط در دهه‌های گذشته بوده است. هر عاملی که عملکرد را افزایش دهد، غالباً کارآیی مصرف آب را نیز بهبود می‌بخشد. هم چنین عواملی که کاهش تبخیر و تعرق طی فصل رشد را به همراه داشته باشند بر افزایش این خصوصیت مؤثر می باشد (Stanhill, 1986). کارآیی مصرف آب را می توان از طریق دست کاری در منطقه رشد ریشه و یا افزایش ذخیره آب و توسعه ریشه در پروفیل و یا حتی وضع کردن شرایطی مثل زهکشی نامطلوب یا شوری زیاد، افزایش داد (فاجریا، ۱۳۷۷). افزایش ماده آلی خاک نیز روش مهمی برای افزایش ظرفیت نگهداری آب قابل دسترس است. علاوه بر آن شخم عمیق نیز میزان نفوذ آب و قابلیت دسترسی به آن را برای گیاهان افزایش می‌دهد. در بررسی آلسی و همکاران (Alessi et al., 1981) میزان عملکرد دانه، درصد روغن دانه و کارآیی مصرف آب در ارقام مختلف گلرنگ (*Carthamus tinctorious* L.) متأثر از تاریخ کاشت و تراکم بوته بود. در این مطالعه هم چنین مشخص شد که متوسط مصرف آب در کاشت اول (اواخر اردیبهشت) به ترتیب ٤ تا ٨ سانتیمتر بیشتر از دو تاریخ کاشت ۱۷ خرداد و ۵ تیرماه بود، اما تراکم بوته در این خصوص، اختلافی ایجاد نکرد. گارساید و همکاران (Garside et al., 1992) یک ارتباط خطی قوی میان مصرف آب و عملکرد دانه و ماده خشک مشاهده کردند. آن ها هم چنین دریافتند که اگر چه مصرف آب برای تیمارهای آبیاری و فصل رشد متفاوت بود ولی کارآیی مصرف آب تقریبا ثابت باقی ماند.

بررسی دیگری که توسط دانیلز و اسکات (Daniels and Scott, 1991) انجام گرفته است دیده شد که افزایش عملکرد دانه در سویا موجب افزایش کارآیی مصرف آب گشت، اگر چه ایشان ابراز داشته اند که این وضعیت عمومیت ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این مطالعه از فروردین ماه سال ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق اصفهان با عرض جغرافیایی ٤٥ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ٥۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱٥۷۰ متر از سطح دریا به مرحله اجرا درآمد. اقلیم منطقه بر اساس روش اقلیم بندی کوپن BWhs، یعنی اقلیم صحرایی و گرم با تابستان‌های خشک و مطابق تقسیم‌بندی کریمی V, C, 3 یعنی خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های نسبتاً سرد می‌باشد(کریمی، ۱۳٦٦). میانگین دراز مدت بارش و درجه حرارت سالیانه به ترتیب حدود ۱۲۰ میلیمتر و ۱٦ درجه سانتیگراد است. بافت خاک مزرعه از نوع لوم سیلت است. در این بررسی پنج ژنوتیپ گلرنگ شامل دو لاین برگزیده از توده محلی گلرنگ به همراه ارقام شناخته اراک ۲۸۱۱ ، ژیلا و کوسه در دو زمان کاشت ۱٥ فروردین (کشت بهاره یا کشت اول) و ۱٥ تیرماه (کشت تابستانه یا کشت دوم) و هر کدام در سه تراکم ٤۰، ۲۰ و ۱۳ بوته در مترمربع مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح آزمایشی کرت‌های دوبار خرد شده (اسپیلیت اسپیلیت پلات) انجام شد، به طوری که تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی، تراکم بوته به عنوان عامل فرعی و ارقام به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. عملیات تهیه زمین با دیسک بهاره در زمین شخم خورده از پائیز سال قبل آغاز گردید. کوددهی بر مبنای ۲۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن (N) در هر هکتار محاسبه و قبل از دیسک دوم در سطح مزرعه پخش وبا خاک مخلوط شد. کشت به صورت جوی و پشته بوده و به همین منظور فاروهایی به فاصله ٥۰ سانتیمتر از یکدیگر احداث گردید. هر کرت شامل چهار ردیف به طول پنج متر بود. کشت بذور به صورت نم کاری و برروی رأس هر پشته و در عمق سه سانتیمتری انجام شد و فاصله نهایی بوته‌ها روی هر ردیف برای حصول تراکم مذکور به ترتیب ٥، ۱۰و ۱٥ سانتیمتر انتخاب شدند. برای اطمینان از حصول تراکم‌های مورد نظر، در زمان کاشت، میزان بذر بیشتری کشت شد و پس از سبز شدن و استقرار کامل گیاهچه‌ها و در مرحله توسعه کامل دومین برگ رزت، فاصله بوته‌ها در روی ردیف در اندازه‌های مورد نظر تنظیم شد. به منظور پیش‌گیری از بروز بیماری‌های خاکزی ، بذور قبل از کاشت با محلول قارچکش کاپتان به میزان دو در هزار ضد عفونی شدند. اولین آبیاری یک هفته پس از کشت صورت گرفت و پس از مرحله سبز شدن بوته‌ها، آبیاری تا پایان دوره رسیدن فیزیولوژیک بر اساس ٥۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک تا عمق ریشه انجام شد. به منظور محاسبه زمان دقیق انجام آبیاری از روز پنجم بعد از هر آبیاری، پس از طی زمان ٤۸ ساعت با خروج آب ثقلی و عبور از مرحله ظرفیت مزرعه (FC) ، نمونه‌هایی از خاک در منطقه انتهایی ریشه جمع‌آوری شده و پس از خشک کردن کامل درآون آزمایشگاهی ، درصد وزنی رطوبت آن ها سنجیده می‌شد. در هر زمان که درصد تخلیه رطوبتی اندازه‌گیری شده به ٥۰ درصد رطوبت در وضعیت FC نزدیک گردید، ضمن ثبت میزان وزنی آب تخلیه شده تا عمق ریشه و تبدیل به واحد حجم ، عملیات آبیاری صورت می‌گرفت. به منظور کنترل مقدار آب مصرفی و عبور آب به میزان محاسبه شده برای هر آبیاری از پارشال فلوم تیپ چهار که در مجرای ورود آب به مزرعه نصب شده بود، استفاده شد و به مقدار لازم آب به کرت هایی که انتهای آن ها بسته بود سرازیر می‌شد. این میزان آب بر اساس واحد ستونی از آب که برای اشباع کردن خاک در بیشترین عمق ریشه مورد نیاز بود، محاسبه گردید و نتایج پس از تبدیل به واحد متر مکعب در هکتار تجزیه آماری شد.

منحنی و معادله مربوط به پارشال فلوم مذکور، ارتباط بین ستون آب در پارشال فلوم و میزان عبور آب به واحد لیتر در ثانیه را مشخص می‌سازد. بنابراین با دانستن میزان آب مورد نیاز و ثبت ستون آب در

www.SID.ir

Archive of SID

پارشال فلوم ، زمان دقیق هر آبیاری به دست می‌آمد. به عبارت دیگر میزان آب لازم تا رسیدن به وضعیت ظرفیت مزرعه برای هر کرت آزمایشی، با توجه به عمق خاکی که ریشه گیاهان را در بر گرفته بود محاسبه شده و انتقال این مقدار آب به هر کرت ، توسط پارشال فلوم کنترل می شد.میزان آب مصرف شده در هر آبیاری که برابر با آب تبخیر و تعرق یافته تا زمان آبیاری بعدی نیز بود، هم چنین تاریخ و تعداد دفعات آبیاری در دو کشت بهاره و تابستانه در جدول ۱ مشخص شده است. برای اندازه‌گیری وزن خشک بوته، در پایان دوره رسیدن بوته ها در هر کرت فرعی فرعی ، تعداد پنج بوته کامل از هر کرت فرعی فرعی جمع‌آوری و به مدت ۴۸ ساعت درآون آزمایشگاهی در درجه حرارت ۶۵ درجه سانتیگراد کاملاً خشک شده و سپس توزین گردیدند. میزان عملکرد دانه هر کرت نیز با برداشت کامل سطح مفید هر کرت(۱۰ متر مربع) و جمع آوری دانه‌ها به دست آمد. کلیه محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از برنامه‌های کامپیوتری مینی تب (Minitab) و اکسل (Excel) انجام پذیرفت.

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته خاک pH	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)
0-40	1.5	7.5	0.91	0.09	260	22.8

جدول ۱ـ تاریخ ، تعداد دفعات و میزان آب مصرفی در هر آبیاری در آزمایش گلرنگ

Table 1. Date, number and quantity of water use in every irrigation

	کشت بهاره Spring sowing		کشت تابستانه Summer sowing	
نوبت آبیاری Number	تاریخ آبیاری Irrigation date	میزان آب مصرفی Water used (ET) (m^3/ha)	تاریخ آبیاری Irrigation date	میزان آب مصرفی Water used (ET) (m^3/ha)
1	April . 17	300.0	July 10	300.0
2	April . 28	300.0	July 18	411.0
3	May . 9	360.0	July 27	520.0
4	May . 23	410.0	Aug. 5	573.0
5	June . 3	463.0	Aug. 14	620.0
6	June .15	468.0	Aug. 20	640.0
7	June . 26	565.0	Aug. 28	640.0
8	July . 4	620.0	Sept. 6	640.0
9	July . 5	624.0	-	-
10	July . 24	626.0	-	-
11	August . 3	626.0	-	-
12	August . 15	626.0	-	-
جمع Total		5988.0		4344.0

نتایج و بحث

جدول ۲ نشان دهنده که کارآیی مصرف آب در دو کشت بهاره و تابستانه در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار شد. هم چنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کارآیی مصرف آب در کشت دوم با متوسط ۰/۴۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب نسبت به کشت اول با متوسط ۰/۴۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳). کارآیی مصرف آب در کشت دوم به میزان ۱۷/۵ درصد بیشتر از کشت بهاره بود. برتری کشت دوم از این نظر عمدتاً به دلیل تعداددفعات کمتر آبیاری و در نتیجه میزان مصرف کمتر آب طی فصل رشد است. تعداد آبیاری‌های انجام

www.SID.ir

Archive of SID

شده برای کشت بهاره، ۱۲ و برای کشت تابستانه، ۸ مرتبه بود (جدول ۱) . وزن خشک به دست آمده از بوته‌های کشت بهاره به طور متوسط ۱٤٦۰/٦ گرم بر مترمربع و برای بوته‌های حاصل از کشت تابستانه، ۹۵۵/۵ گرم بر مترمربع بود. با وجود برتری آشکار کشت بهاره از نظر تولید بیوماس، به دلیل کاهش قابل توجه مصرف آب، کارآیی مصرف آب در کشت تابستانه به طور فاحش برتر از کشت بهاره بود. مقدار متوسط آب مصرفی برای دو کشت بهاره و تابستانه در هر آبیاری به ترتیب در حدود ۵/۰۰ سانتیمتر (۵۰۰ مترمکعب در هکتار) و ۵/٤۳ سانتیمتر (٥٤۳ مترمکعب در هکتار) بود. هم چنین میزان کل آب مصرفی برای دو کشت بهاره و تابستانه به ترتیب ۵۹۸۸ و ٤۳٤٤ مترمکعب در هکتار محاسبه شد. بدین ترتیب مقایسه این مقادیر مشخص می‌سازد که کشت تابستانه گلرنگ اگر چه از نظر تولید دانه در بوته و در واحد سطح با کشت بهاره برابری نمی‌کند اما از نظر مصرف مهم‌ترین نهاده مورد نیاز یعنی آب، به وضوح با صرفه‌تر است (شکل‌های ۱و۲). در مجموع ، کشت تابستانه از نظر میزان عملکرد دانه تولیدی نسبت به آب تبخیر و تعرق یافته برتری دارد و خروج کمتر آب از گیاه و خاک در جریان تبخیر و تعرق احتمالاً به دلیل کوتاه تر بودن دوره رشد در این فصل بوده است. تأثیر تراکم بوته در واحد سطح نیز بر کارآیی مصرف آب بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که در جدول مقایسه میانگین‌های مربوطه (جدول ٤) دیده می‌شود ، هر سه تراکم بوته مورد بررسی از نظر کارآیی مصرف آب با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. تراکم ٤۰ بوته در مترمربع با میانگین ۰/٤۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب، بیشترین و تراکم ۱۳ بوته در مترمربع با میانگین ۰/۳۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب، کمترین کارآیی مصرف آب را به خود اختصاص دادند. تراکم حد واسط نیز مقدار ۰/۳۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب را نشان داد. با افزایش تراکم بوته، کارآیی مصرف آب نیز روند صعودی داشت. در شرایط این مطالعه اگر چه افزایش تعداد بوته در واحد سطح، احتمالاً افزایش در تعرق را به همراه داشته است، اما به دلیل تولید عملکرد دانه بیشتر، در نهایت کارآیی مصرف آب بیشتر شده است. به عبارت دیگر در جریان افزایش تراکم بوته، افزایش در عملکرد دانه بسیار بیشتر از افزایش در تبخیر و تعرق از

جدول ۲ـ تجزیه واریانس عملکرد دانه، وزن خشک بوته و کارآیی مصرف آب در آزمایش گلرنگ

Table 2.Analysis of variance on yield , dry matter and water use efficiency of safflower experiment

Source of variation	منبع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات MS عملکرد دانه Yield	وزن خشک بوته Dry matter	کارآیی مصرف آب WUE
Block	بلوک	3	270624.60^{ns}	141438.75^{ns}	83.6^{ns}
Sowing season	فصل کشت	1	6758304.03**	3445221.28 **	5427.43**
Error a	خطای الف	3	96237.94^{ns}	37653.46^{ns}	642.71^{ns}
Density	تراکم کشت	2	14167657.36**	7347269.14**	4365.24**
sowing season ×Density	تراکم‌بوته×فصل کاشت	2	14847.35^{ns}	18536.71*	3721.35**
Error b	خطای ب	12	76930.08^{ns}	31540.10^{ns}	654.7^{ns}
Cultivar and line	رقم و لاین	4	2460019.03**	850114.32*	942.02**

www.SID.ir

Archive of SID

Cult. and line فصل کاشت×رقم و لاین	8	33238.95 ns	18271.57 ns	124.14 ns
Density× فصل کاشت×تراکم بوته×رقم و لاین				
Sowing season×density×cult. and line	8	68270.26*	35192.42*	472.46 ns
خطای پ Error c	72	29514.91 ns	7213.61 ns	142.17 ns
کل Total	119			
CV.		27.07	31.21	26.82

ns،* و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح ۵ و ۱٪ احتمال.

ns, * and **: Non significant, significant at the 5 and 1% levels of probability respectively.

جامعه گیاهی بوده است. تراکم‌های مختلف بوته در دو کشت بهاره و تابستانه تغییراتی با روند مشابه در میزان کارآیی مصرف آب ایجاد نکردند و به همین سبب اثر متقابل تاریخ و تراکم بوته بر این متغیر معنی‌دار شده است (شکل ۱). ارقام و لاین‌های مختلف نیز از نظر کارآیی مصرف آب با یکدیگر اختلاف بسیار معنی داری داشتند (جدول ۲). گروه بندی میانگین‌های به دست آمده برای ارقام و لاین‌ها در این مطالعه (جدول ۵) مشخص می‌سازد که رقم اراک ۲۸۱۱ با میانگین ۰/٤٥۹ کیلوگرم بر مترمکعب، بیشترین و رقم کوسه با میانگین ۰/۳۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب، کمترین کارآیی مصرف آب را داشتند. سایر ارقام و لاین‌ها نیز مقادیری حد واسط این دو را نشان دادند. در این مورد نیز عامل اصلی ایجاد اختلاف در کارآیی مصرف آب، میزان عملکرد دانه ارقام و لاین‌ها بود. روند تغییرات ماده خشک حاصل و میزان کارآیی مصرف آب در ارقام و لاین‌های مورد بررسی مشابهت زیادی داشت. بنابراین کارآیی مصرف آب می‌تواند به عنوان یک شاخص معتبر در برآورد میزان تولید بیوماس به کار رود. هم چنین یافتن ارقام مناسب و کشت آن ها در بهترین تراکم بوته در فصل مناسب، کمک شایان توجهی به استفاده بهینه از آب موجود در جهت حصول حداکثر عملکرد خواهد نمود. در مجموع نتیجه شد که در شرایط آب و هوایی اصفهان ، کشت دوم گلرنگ در تراکم ٤۰ بوته در مترمربع، علاوه‌بر این که امکان استفاده از کشت پائیزه برای محصولات دیگر را فراهم می‌آورد ، موجب خواهد شد تا با مصرف آب کمتر به عملکردی قابل رقابت با کشت بهاره نائل شود. اثر متقابل تراکم بوته و زمان کاشت بر کارآیی مصرف آب معنی‌دار شد (شکل ۱). این وضعیت عمدتاً به دلیل آن بود که با وجود کاهش تراکم بوته در هر تاریخ کاشت ، کارآیی مصرف آب کاهش یافت . اما این کاهش با عبور از تراکم بالا به تراکم پائین‌تر در کشت تابستانه بسیار بیشتر بود. هم چنین معنی‌دار شدن اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر این پارامتر به دلیل افزایش کمتر کارآیی مصرف آب در لاین ۲ در کشت تابستانه در مقایسه با سایر ارقام و لاین‌ها بود (شکل ۲). علاوه بر این، ارقام ژیلا و کوسه به اندازه رقم اراک ۲۸۱۱ و لاین ۱ در کشت دوم افزایش در میزان کارآیی مصرف آب نشان ندادند.

روند تغییرات وزن خشک بوته و کارآیی مصرف آب در مقابل یکدیگر در شکل٤ آمده است. به منظور وضوح بیشتر در نمایش چگونگی این تغییرات در منحنی‌ها، به بررسی ارقام اراک ۲۸۱۱ و ژیلا به عنوان ارقام شناخته شده و شاهد و لاین ۱ به عنوان لاین برگزیده و نماینده توده محلی گلرنگ در اصفهان اکتفا شده است. افزایش در کارآیی مصرف آب در ابتدا همراه با افزایش در میزان وزن خشک بوته بوده است. سرعت افزایش در وزن خشک بوته در شرایطی که کارآیی مصرف آب در محدوده ۰/۳۰ تا ۰/۳٤ کیلوگرم بر مترمکعب است، برای رقم ژیلا بیشتر از سایر ارقام بود. در این محدوده در واقع مصرف زیاد آب برای افزایش وزن خشک در این رقم لازم بوده است. افزایش در کارآیی مصرف آب تا مقادیر حدود ۰/٤۷۵ ، ۰/۵٤۵

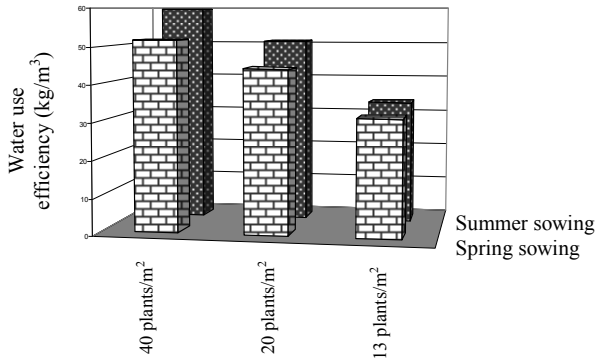
www.SID.ir

Archive of SID

و ۰/۵۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب به ترتیب در ژیلا ، اراک ۲۸۱۱ و لاین ۱ همراه با افزایش در وزن خشک بوته بود، ولی پس از آن افزایش در کارآیی مصرف آب توأم با کاهش وزن خشک بوته بود. افزایش کارآیی مصرف آب که در حقیقت به نوعی بیانگر کاهش در میزان مصرف آب در جریان افزایش وزن خشک بوته است، در رقم اراک ۲۸۱۱ و لاین ۱ تداوم بیشتری داشت. رقم ژیلا در مقادیر بیشتر از ۰/٤۷۰ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش در ماده خشک بوته نشان نداد ، یعنی کاهش مصرف آب در این رقم موجب کاهش سریع در تولید ماده خشک گردید. لاین ۱ تا میزان ۰/۵۷۰ کیلوگرم بر مترمکعب ، افزایش در ماده خشک را به همراه داشت، هر چند که از محدوده کارآیی مصرف آبی برابر ۰/٤٤۰ کیلوگرم بر مترمکعب

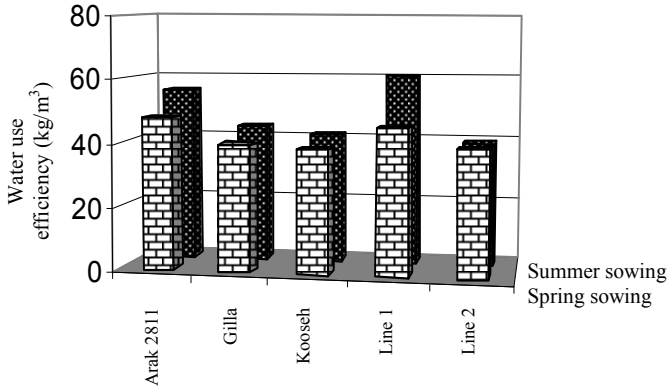
www.SID.ir

Archive of SID



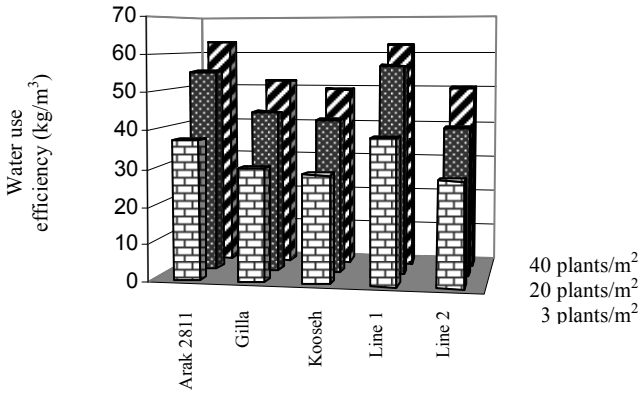
شکل ۱- اثرمتقابل تراکم وتاریخ کاشت در کارآیی مصرف آب

Fig. 1.WUE in different cultivars and two dates of planting



شکل ۲- کارآیی مصرف آب در ارقام و لاین های مختلف در دو کشت بهاره و تابستانه

Fig. 2. Comparison of cultivars and lines WUE in two sowing seasons

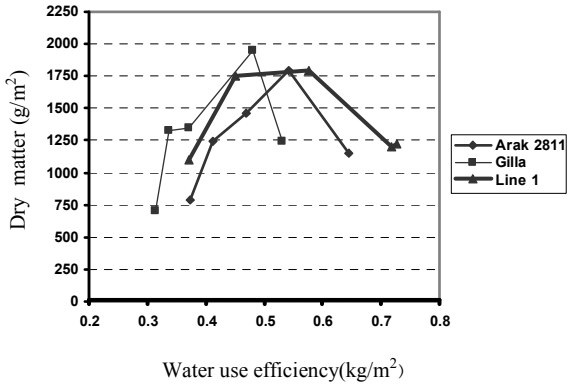


شکل ۳- اثر متقابل رقم و تراکم بوته در کارآیی مصرف آب

Fig. 3. Comparison of cultivars and lines WUE in different planting densities

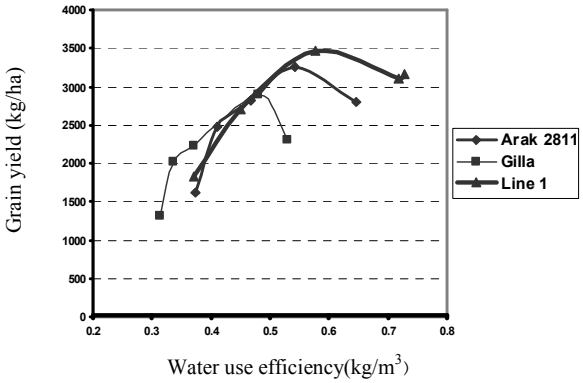
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- تغییرات میزان وزن خشک بوته و کارآیی مصرف آب در لاین ۱ و ارقام شاهد

Fig. 4. Plant dry matter and WUE relations in Line 1 and controls



شکل ۵- تغییرات میزان عملکرد دانه و راندمان مصرف آب در لاین ۱ و ارقام شاهد

Fig. 5. Grain yield and WUE relations in Line 1 and controls

جدول ۳ـ مقایسه میانگین عملکرد، وزن خشک بوته و کارآیی مصرف آب به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن

Table 3. Mean comparison for sowing season on yield , dry matter and water use efficiency

زمان کشت Sowing season	وزن خشک بوته Dry matter (g/m2)	عملکرد دانه Yield (kg / ha)	کارآیی مصرف آب WUE (kǵ m3)
کشت بهاره Spring sowing	1460.6 a	2556.08 a	0.4168 b*
کشت تابستانه Summer sowing	955.5 b	2081.45 b	0.4892 a

*میانگین ها با حروف مشابه در هر ستون، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

*Means with similar letters in each column are not significantly dif. at the 5% level (Duncan's MRT)

به بعد افزایش وزن خشک بوته بسیار کند بود. کمترین میزان وزن خشک برای لاین ۱ و ارقام اراک ۲۸۱۱ و ژیلا به ترتیب در کارآیی مصرف آب برابر با ۰/۷۲۵، ۰/۶۵۰ و ۰/۵۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. اگر چه کمترین وزن خشک بوته تولید شده برای هر سه رقم در محدوده ۱۱۰۰ و ۱۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع بود، اما

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤ـ مقایسه میانگین عملکرد ، وزن خشک بوته و کارآیی مصرف آب در تراکم های مختلف کاشت

Table 4 . Mean comparision for density on yield , dry matter and water use efficiency

تراکم کاشت Density	وزن خشک بوته Dry matter (g/m2)	عملکرد دانه Yield (kg /ha)	کارآیی مصرف آب WUE (kg /m3)
٤٠بوته 40 Plants / m2	1508.4 a*	2850.88 a	0.4806 a
٢٠ بوته 20 Plants / m2	1190.85 b	2429.33 b	0.388 b
١٣ بوته 13 Plants / m2	852.54 c	1676 . 10 c	0.3081 c

*میانگین ها با حروف مشابه در هر ستون، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

*Means with similar letters in each column are not significantly dif. at the 5% level (Duncan's MRT)

جدول ۵ـ مقایسه میانگین عملکرد، وزن خشک بوته و کارآیی مصرف آب در ارقام و لاین‌های مختلف در آزمایش گلرنگ

Table 5. Mean comparision for cultivars and lines on yield, dry matter and water use efficiency

رقم (لاین) Cultivar and line		وزن خشک بوته Dry matter(g/m2)	عملکرد دانه Yield(kg ha)	کارآیی مصرف‌آب W U E (kg / m3)
Arak 2811	اراک ۲۸۱۱	1270.6 a*	2641.83 a	0.4592 a
Gilla	ژیلا	1236.4 a	2152.42 b	0.4080 ab
Kooseh	کوسه	1050.2 b	2065.75 bc	0.3277 c
Line 1	لاین ۱	1163.3 ab	2690.42 a	0.4188 a
Line2	لاین ۲	1181.1ab	2043.42c	0.3479bc

*میانگین ها با حروف مشابه در هر ستون، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

*Means with similar letters in each column are not significantly dif. at the 5% level (Duncan's MRT)

همین میزان ماده خشک همراه با کارآیی مصرف آب برابر با ۵۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب در رقم ژیلا (به عنوان حداقل) و ۰/۷۲۵ کیلوگرم برمترمکعب در لاین ۱ (به عنوان حداکثر) بوده است. ارتباط بین میزان عملکرد دانه کارآیی مصرف آب (نمودار ۵) نیز با نمودار قبل مشابهت دارد. از آنجائی که عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب با یکدگر رابطه مستقیم دارند، افزایش در عملکرد دانه الزاماً موجب‌افزایش در کارآیی مصرف آب نخواهد شد، مشروط بر این که میزان آب تبخیر و تعرق یافته نوسان زیادی نداشته باشد . اما چنان چه افزایش در عملکرد دانه، با فراتر رفتن ازمحدوده‌ای همراه با افزایش در مصرف آب باشد، رابطه بین کارآیی مصرف آب و عملکرد دانه دست خوش تغییر شده و حتی معکوس خواهد شد (Alessi et al., 1981). در ارقام ژیلا و اراک ۲۸۱۱ افزایش عملکرد دانه به ترتیب تا میزان ۲۸۰۰ و ۳۲۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش کارآیی مصرف آب شد، اما پس از آن افزایش در کارآیی مصرف آب همراه با کاهش در عملکرد دانه بود . بنابراین افزایش در عملکرد دانه در محدوده بیشتر از این مقادیر برای ارقام مزبور منوط به مصرف بیشتر آب و لاجرم کاهش کارآیی مصرف آب بود. لاین ۱، با عملکرد دانه برابر ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار از کارآیی مصرف آب در حدود ۰/۵۸۵کیلوگرم بر مترمکعب برخوردار بود. بنابراین که افزایش در کارآیی مصرف آب در رقم ژیلا زودتر و در لاین ۱ دیرتر از سایرین به نقطه تولید حداکثر عملکرد دانه منتهی شده بود. شیب کاهش عملکرد دانه در محدوده‌ای که راندمان مصرف آب در لاین ۱ در بیشترین میزان است (۰/۵۸۵ کیلوگرم بر متر مکعب) کندتر از دو رقم دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

بود. به طوری که منحنی مربوط نشان می‌دهد حصول عملکرد دانه برابر سه هزار کیلوگرم در هکتار با کارآیی مصرف آب برابر ۰/۷۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب میسر شده است.

در مجموع ازنتایج حاصل از این تحقیق چنین استنباط می شود که در شرایط این مطالعه با انجام کشت تابستانه گلرنگ اگر چه به عملکردی در حد کشت بهاره دست نخواهیم یافت اما می توانیم با صرف میزان کمتر آب زراعی وبا استفاده از زمان و امکانات بلااستفاده موجود بین دو فصل کاشت به عملکردی قابل رقابت با کشت بهاره نائل آییم.

منابع مورد استفاده References

فاجریا، ان. ک. ۱۳۷۷ . افزایش عملکرد گیاهان زارعی ، ترجمه : هاشمی دزفولی، ا.، ع. کوچکی ، ع و م. بنایان اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

کریمی، م. ۱۳٦٦ . آب و هوای منطقه مرکزی ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.۹۷ صفحه.

Alessi, J., J.F. Power., and D.L . Zimmerman. 1981 Effects of seeding date and populatin on water use efficiency and safflower yield. Agron. J. **73:**783–787.

Daniels, M. B., and H. D. Scott. 1991. Water use efficiency of double cropped wheat and soybean. Agron. J. **83:**564–570.

Frank, A. B., R. E. Barker., and J.D. Berdahl. 1987. Water use efficiency of grasses grown under controlled and field conditions. Agron. J.**79:**541–544.

Garside, A. L., R. J. Lawn., R. C. Muchow., and D. E. Byth. 1992. Irrigation management of soybean in a semi – arid tropical environment. II. Effect of irrigation frequency on soil and plant water status and crop water use. Aust. J. Agric. Res. **43:**1019–1032.

Heitholt, J. J. 1989. Water use efficiency and dry matter distribution in nitrogen and water stressed winter wheat. Agron. J. **81:**464–469.

Hiebsch C. K., E.T. Kanemasu., and C.D. Niekell. 1976. Effects of soybean leaflet type on net carbon exchange, water use , and water use efficiency. Can . J. **56:**455–458.

Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. Adv. Agron. **39:**53–85.

Timmons, D. R., R. F. Holt., and R. L. Thompson. 1967. Effect of plant population and row spacing on evapotranspiration and water use efficiency by soybeans. Agron. J. **59:**262–265.

www.SID.ir