



دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و ششم، شماره ششم، ۱۳۹۸

۲۱۵-۲۳۰

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2019.14333.2906

## تأثیر مقادیر مختلف آب و کود ازت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم پنبه (گلستان و ب ۵۵۷)

\* صالح مهموم سالکویه<sup>۱</sup>، ابوظالب هزارجریبی<sup>۲</sup>، قربان قربانی نصرآباد<sup>۳</sup>،

حسین شریفان<sup>۲</sup>، مهدی ذاکری‌نیا<sup>۲</sup> و فاطمه ولی‌نژاد<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup> دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> استادیار مؤسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، <sup>۴</sup> دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸

### چکیده

**سابقه و هدف:** پنبه گیاهی است که به مقدار آب آبیاری و زمان آبیاری واکنش زیادی نشان می‌دهد و نظر به کمبود آب در استان گلستان، لزوم استفاده بهینه از واحد آب مصرفی را بیش از پیش نشان می‌دهد. این امر جز با به‌کارگیری روش‌های مدرن آبیاری سطحی یا آبیاری تحت فشار و اعمال مدیریت مطلوب آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب محقق نخواهد شد.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده نواری در قالب فاکتوریل با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد اجرا شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک مانند بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، شوری و اسیدیته خاک قبل از کشت با نمونه‌گیری از دو عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. نیاز کودی مزرعه با توجه به نتایج حاصل از آزمون خاک محاسبه شد. قبل از کشت، آبیاری به دلیل کمبود رطوبت خاک انجام شد. کاشت دو رقم پنبه به صورت تصادفی انجام شد. در طول دوره رشد و قبل از اولین آبیاری، سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای اجرا شد. آبیاری بر اساس نیاز آبی کرت I<sub>۱</sub> تا رسیدن به ظرفیت مزرعه انجام شد. در طول دوره رشد پارامترهای عملکرد و اجزای عملکرد شامل اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، زمان اولین گل‌دهی، زمان باز شدن اولین غوزه عملکرد اندازه‌گیری شدند. تیمارهای مقادیر مختلف آب آبیاری شامل دیم تا بیش آبیاری به‌عنوان کرت اصلی و تیمارهای مقادیر مختلف کود نیتروژن شامل ۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد توصیه کودی و نیز ارقام پنبه به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد بیش‌ترین عملکرد با ۴۳۶۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار I<sub>۴</sub> و کم‌ترین عملکرد مربوط به تیمار دیم (بدون آبیاری) با ۳۳۷۹ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد تیمارهای I<sub>۲</sub>، I<sub>۳</sub>، I<sub>۴</sub>، I<sub>۵</sub> و I<sub>۶</sub> نسبت به تیمار دیم

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

I<sub>1</sub>) به ترتیب به میزان ۲/۲، ۱۶/۷، ۲۹/۱، ۸/۱ و ۱۵/۷ درصد بیش تر بود. در بین تیمارهای کودی بیشترین عملکرد مربوط به تیمار بدون نیاز کودی بود که اختلاف آن با تیمارهای ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی معنی دار بود. در حالی که کمترین عملکرد مربوط به تیمار ۶۶ درصد نیاز کودی بود. در سال پژوهش انجام شده (۱۳۹۱) به علت بارندگی‌های مناسب در فصل کشت، بوته‌های پنبه از رشد مناسبی برخوردار بودند و هر گونه آب اضافی یا کود نیتروژن باعث تسریع رشد رویشی شد که در نهایت منجر به کاهش رشد زایشی و متعاقب آن کاهش عملکرد شد. از نظر درصد زودرسی، تیمارهای دیم و I<sub>4</sub> زودرس‌ترین و دیررس‌ترین تیمارها بودند. مقادیر مختلف کود نیتروژن تأثیری بر درصد زودرسی نداشتند. بیشترین تعداد غوزه در بوته مربوط به تیمارهای I<sub>5</sub> و I<sub>6</sub> بود که اختلاف آن با تیمارهای I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> معنی دار بود اما با تیمارهای I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub> معنی دار نبود. میزان مصرف کود نیتروژن از ۰ درصد تا ۱۰۰ درصد نیاز کودی تأثیر معنی داری بر تعداد غوزه در بوته نداشت.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج حاصل از عملکرد و اجزای عملکرد و نیز صرفه‌جویی در مصرف آب، برترین تیمار تیمار آبیاری I<sub>4</sub> بود. عملکرد رقم گلستان به میزان ۱۷/۹ درصد از رقم ب ۵۵۷ بیش تر بود. کارایی مصرف آب در تیمار دیم و تیمار آبیاری کامل به ترتیب به میزان ۱/۵۱ و ۰/۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار بود. رقم ب ۵۵۷ زودرس‌تر از رقم گلستان بود. ارقام گلستان و ب ۵۵۷ از نظر تعداد غوزه در بوته یکسان بودند.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری بارانی، اقلیم گلستان، کارایی مصرف آب، کم آبیاری

#### مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آب در استان گلستان و لزوم استفاده بهینه از منابع آب موجود، باید با کاربرد روش‌های مدرن آبیاری سطحی یا آبیاری تحت فشار و اعمال مدیریت مطلوب آبیاری، کارایی مصرف آب را بالا برد. برای این کار، کم آبیاری به عنوان یک تکنیک فنی و اقتصادی، برای سامان بخشیدن به روابط آب-عملکرد مطرح می‌باشد. استان گلستان به دلیل مرغوبیت و سابقه دیرینه در کشت پنبه، به سرزمین طلای سفید معروف است این امر موجب توجه ویژه کارخانه‌های نساجی به پنبه این استان شده است. پنبه گیاهی است که نسبت به مقدار آب آبیاری (کم آبیاری و بیش آبیاری) و زمان آبیاری بسیار حساس است که این شرایط در مناطق مرطوب حادتر است. استان گلستان دارای آب و هوای مرطوب

می‌باشد. شروع زود هنگام آبیاری، تنش‌های بی‌موقع، آبیاری بیش از نیاز آبی، ... و در نهایت عدم استفاده از تنش کنترل شده، افت عملکرد این گیاه را به دنبال خواهد داشت. به همین دلیل مدیریت آبیاری پنبه در مناطق مرطوب پیچیده و با سایر مناطق ایران تفاوت اساسی دارد. در مناطق خشک مانند استان خراسان و فارس، بلافاصله بعد از کاشت، آبیاری مزارع پنبه آغاز می‌شود اما در استان مازندران و گلستان به دلیل شرایط اقلیمی خاص، آبیاری پنبه از زمان گلدهی آغاز می‌شود. بنابراین نتایج پژوهش‌های هر منطقه و هر رقم، تنها برای مناطق مشابه اقلیمی و جغرافیایی قابل استفاده می‌باشد. پنبه از جمله مهم‌ترین و با ارزش‌ترین گیاهان لیفی جهان به شمار می‌رود. مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان آب می‌باشد. به طوری که تنش آبی تأثیر مستقیم بر میزان رشد،

برهم زدن تعادل میان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی می‌شود. همچنین موجب گسترش و حجیم شدن ریشه‌ها، افزایش و تسریع رشد سبزینه و در نهایت افزایش بخش هوایی گیاه می‌شود (۵). مقادیر بسیار زیاد نیتروژن باعث کاهش جذب نیتروژن توسط گیاه شده و کارایی مصرف نیتروژن (عملکرد دانه به ازای هر واحد مصرف نیتروژن) کاهش می‌یابد (۹). بین رطوبت موجود در خاک و قابلیت استفاده مواد غذایی رابطه نزدیکی وجود دارد. به طوری که آبیاری راندمان کوددهی را افزایش می‌دهد و به علت همبستگی بین آبیاری و کوددهی، کوددهی در شرایط مطلوب آبیاری صرفه اقتصادی بیشتر می‌دارد (۱۵). مصرف کود روی گیاه ذرت باعث افزایش رشد ریشه شده که این عامل سبب می‌شود ریشه گیاه توده بیشتری از فضای خاک را در برگرفته و ظرفیت بیشتری برای جذب آب مهیا می‌سازد. از این رو تأمین نیاز کودی می‌تواند اثر مثبتی روی کارایی مصرف آب بگذارد (۱۱). بر همین اساس تأثیر توأمان کوددهی و آبیاری در زراعت مورد توجه قرار گرفت. به منظور بررسی اثرات متقابل مقادیر مختلف کود ازته و آب آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی پنبه رقم ورامین، آزمایشی با سه سطح آب آبیاری به میزان ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به عنوان فاکتور اصلی و ۵ سطح ازت خالص شامل ۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان فاکتور فرعی در قالب کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات پنبه کاشمر به اجرا درآمد که نتایج حاصل بیانگر آن است که اثر تیمارهای آب و ازت بر عملکرد وش، تعداد قوزه‌ها، تعداد شاخه‌های جانبی و ارتفاع بوته معنی‌دار بود. اثر متقابل آب و ازت بر عملکرد وش، تعداد قوزه‌ها، تعداد

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ذرت در هر مرحله از رشد داشته اما میزان خسارت به مرحله رشد، شدت و مدت رشد بستگی دارد (۱۳). پژوهش‌های زیادی برای تعیین بهینه آب مصرفی برای حصول بیشترین عملکرد رقم‌های مختلف پنبه صورت پذیرفته است که یک نمونه از این پژوهش‌ها بر روی اثرات کم‌آبیاری روی عملکرد پنبه بود که نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۷۵٪ نیاز آبی بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد (۲). از طرفی با دو برابر کردن تعداد آبیاری در مراحل گل‌دهی پنبه، عملکرد تا ۲۵ درصد افزایش یافت (۷). علاوه بر تنش آبی کمبود مواد غذایی مورد نیاز می‌تواند فشار مضاعفی را بر رشد و عملکرد گیاه وارد نماید. در بین عناصر غذایی نیتروژن از جمله عناصر مهم برای رشد گیاهان محسوب می‌شود. مدیریت و کاربرد مناسب ازت در پنبه مهم‌ترین نقش را در حصول عملکرد مطلوب آن ایفا می‌نماید. یکی از عوامل مؤثر توسعه سطح برگ هر بوته و به تبع آن توسعه سایه‌انداز، میزان نیتروژن است که با تأثیر بر اندازه و طول عمر هر برگ موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر به‌سزایی بر تولید و گسترش سطح برگ دارد. گیاهان با دریافت نیتروژن بیشتر، سطح برگ بزرگ‌تری دارند (۱۳).

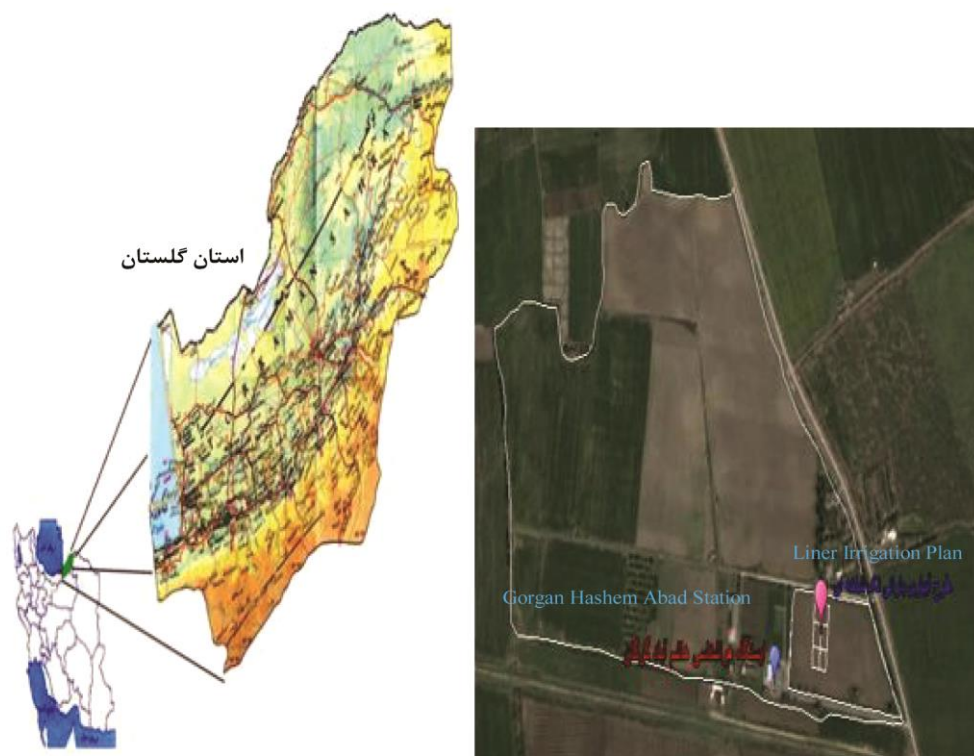
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف نیتروژن (۰، ۳۳، ۶۶، ۱۰۰، ۱۳۳ درصد نیاز کودی)، تیمار ۱۳۳ درصد نیاز آبی و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود نداشته است و تیمار ۶۶ درصد نیاز کودی بیش‌ترین عملکرد را به همراه داشت (۳). از طرفی مصرف نیتروژن بیش‌ازحد نیاز، منجر به افزایش چشمگیر عملکرد بیولوژیکی و

کامبود آب آبیاری بر عملکرد سه رقم پنبه به نام‌های ساحل، سای اکرا و ۳۱۲-۸۱۸ طرحی به روش تک‌شاخه‌ای طی دو سال پرداخته شد که در آن تیمار ۷۵ درصد تبخیر از تشت، بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد و بین آب دریافتی و عملکرد رابطه درجه دوم برقرار است (۶). هم‌چنین سامیس و همکاران (۱۹۸۱) در نیومکزیکو روی وابستگی میزان عملکرد محصول و تبخیر و تعرق در شرایط کم‌آبیاری به روش آبیاری تک‌شاخه‌ای پرداختند. نتایج مطالعات نشان داد که عملکرد محصول با تبخیر و تعرق هماهنگ بوده و تولید پنبه به‌زای واحد آب مصرفی در محل و سال‌های مختلف متفاوت است (۸). در این زمینه در پژوهش دیگر به‌منظور بهینه‌سازی مصرف آب برای آبیاری پنبه از روش تک‌شاخه‌ای استفاده شد که بیش‌ترین کارایی مصرف آب در تیماری که حدود ۵۰ درصد کم‌تر از تیمار آبیاری کامل آب دریافت نمود اتفاق افتاد (۴). پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف آب و کود نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد و درصد زودرسی دو رقم پرمحصول پنبه به‌نام‌های گلستان و ب ۵۵۷ می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال زراعی ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غربی شهرستان گرگان با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی با ارتفاع متوسط ۱۳ متر از سطح دریا انجام شد.

شاخه‌های جانبی و ارتفاع بوته معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد وش، تعداد فوزه‌ها، تعداد شاخه‌های جانبی و ارتفاع بوته از تیمار ازتی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار آبیاری به‌میزان ۷۵ درصد تبخیر از تشت به‌دست آمد. با کاهش میزان آب آبیاری کارایی مصرف کود ازته کاهش یافت (۱۰). به‌منظور بررسی تأثیر مصرف کود نیتروژن و فسفر بر یک رقم زودرس پنبه، پژوهشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح کود نیتروژن به‌ترتیب ۱۱۰، ۱۶۰، ۲۱۰ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار و چهار سطح فسفر به‌ترتیب ۲۳، ۴۶، ۷۰ و ۹۲ کیلوگرم در هکتار کرت‌های فرعی را تشکیل دادند. نتایج آزمایش نشان داد مصرف ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن می‌تواند عملکرد مشابه با سایر مقادیر کود نیتروژن تولید نماید. بنابراین این تیمار هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست‌محیطی قابل توصیه است. کم‌ترین عملکرد در تیمارهای کودی فسفات مربوط به تیمار ۴۶ کیلوگرم در هکتار بوده است و اثر متقابل تیمارهای کودی نیتروژن و فسفات بر عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱). سالیانه پژوهش‌های زیادی در نقاط مختلف جهان روی پنبه صورت می‌گیرد اما کم‌تر پژوهش‌هایی وجود دارد که تحت عنوان یک طرح تیمارهای زیادی اعم از آب، کود و رقم گنجانده شود یکی از روش‌های آبیاری که قابلیت گنجاندن تیمارهای زیادی در خود است استفاده از روش آبیاری تک‌شاخه‌ای می‌باشد. بر همین اساس قربانی و همکاران (۲۰۱۲) به‌منظور تعیین اثرات



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Location of study area.

باشد و مصرف کودها براساس نتایج آزمون خاک انجام صورت گرفت. نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

قبل از کشت مزرعه، از عمق ۰-۳۰ سانتی متری به صورت زیگزاگ نمونه خاک تهیه شد به نحوی که نمونه‌های جمع‌آوری شده بیانگر کل قطعه مورد نظر

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

Table 1. Physical and chemical properties of soil tested.

رطوبت وزنی پژمردگی (%) Weight moisture P.W.P	رطوبت وزنی ظرفیت زراعی (%) Weight moisture F.C	وزن مخصوص ظاهری (g/cm <sup>3</sup> ) Density	اسیدیته Acidity	شوری (ds/m) Salinity	بافت خاک Texture soil	عمق خاک (Cm) Depth
14.2	3.28	1.52	7.7	1.1	لوم رسی سیلتی (Silty clay loam)	0-30
14.4	5.28	1.48	7.7	1	لوم رسی سیلتی (Silty clay loam)	30-60

جدول ۲- شرایط اقلیمی و میزان بارندگی در فصل رشد ایستگاه هاشم‌آباد گرگان.

Table 2. Climate conditions and rainfall during the growth season of Hashem Abad Station in Gorgan.

دوره آماری Statistical period	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد) Temperature			رطوبت نسبی هوا (%) Relative Humidity			ساعت آفتابی Sun Clock	میزان بارندگی (میلی‌متر) Rainfall	میزان تبخیر (mm) Evaporation Rate	سمت و سرعت باد حداکثر (m/s) Max Wind Speed
	میانگین حداکثر Average Max	میانگین حداقل Average Min	میانگین حداکثر Average Max	میانگین حداقل Average Min	میانگین Average					
فروردین - آبان	34.8	24.3	29.6	87	57	72	338.1	136.9	252.6	17

داده شد. کشت با استفاده از ردیف‌کار پشت تراکتوری به فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر صورت گرفت. کاشت در تاریخ ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام شد. همه عملیات زراعی شامل واکاری، تنک، وجین علف‌های هرز و تیشه‌زنی در تمام تیمارها به صورت یکسان صورت گرفت.

زمین پس از شخم و دیسک، سم‌پاشی ترفلان بر علیه بذر علف‌های هرز و کودپاشی آماده کشت شد. نیاز کودی خاک موردنظر شامل ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن (ازت) بود که کل کود سوپرفسفات تریپل قبل از کشت اما ۴۰ درصد کود ازت بر اساس اعمال تیمار قبل از کشت و بقیه در مرحله گلدهی به بعد به زمین



شکل ۲- زمین زراعی مورد مطالعه پس از سبز شدن بوته پنبه.

Figure 2. The Farm is under study after grow cotton.

تیمارهای مقادیر مختلف آب آبیاری استفاده شد. جهت همپوشانی کامل آبپاش‌ها و یکنواختی بیشتر عمق آب آبیاری، فاصله بین آبپاش‌ها ۶ متر در نظر

در این سال به علت بارندگی در مرحله گلدهی، آبیاری با تأخیر انجام شد. برای اجرای طرح از یک خط آبیاری بارانی به شکل تک‌شاخه‌ای برای اعمال



سطح عمق آب آبیاری به صورت  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  و  $I_6$  در نظر گرفته شد که تیمار  $I_6$  مبنای نیاز آبی بود و بدین ترتیب تیمارهای  $I_6$  بیشترین و  $I_1$  کمترین میزان آب آبیاری (دیم) را دریافت کردند.

گرفته شد. با توجه به این که با افزایش فاصله از خط آبیاری بارانی و آبپاش ها، عمق آب آبیاری کاهش می یابد، می توان مقادیر عمق آب آبیاری از دیم تا آبیاری بیش از نیاز آبی را اعمال کرد. به همین منظور هر ۲/۵ متر فاصله عمود بر خط بارانی به عنوان یک



شکل ۳- طرز قرار گرفتن خط لوله آبیاری بارانی.

Figure 3. The form of pipeline sprinkler irrigation.

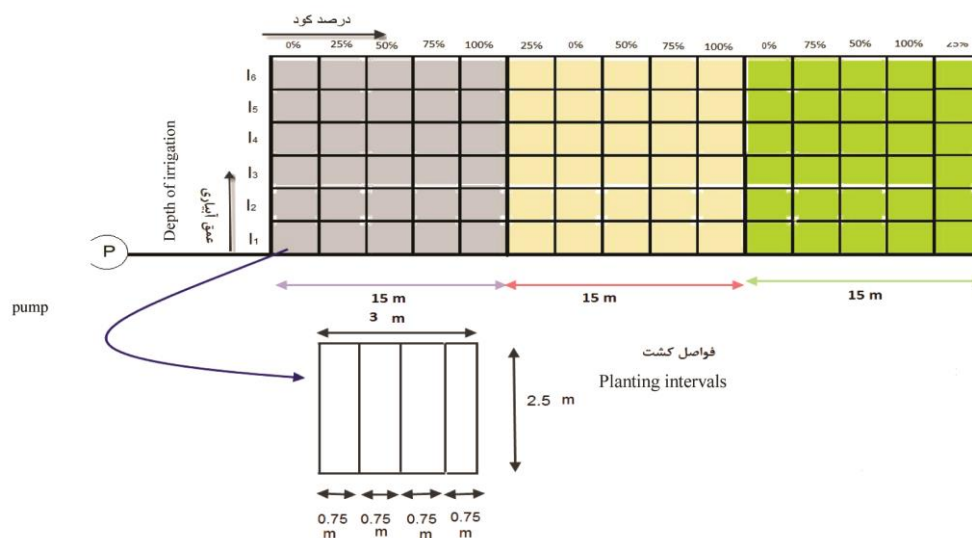
سطح مقطع ورودی تبدیل به عمق آب آبیاری شد. جهت آبیاری از ۱۷ عدد آبپاش (35 vyr با شعاع پاشش ۱۲/۵ متر) با فشار ثابت کارکرد آبپاش استفاده شد که جهت همپوشانی دو آبپاش اضافی در ابتدا و دو آبپاش در انتها نصب شدند. مقدار آب آبیاری براساس اندازه گیری رطوبت خاک و زمان آبیاری براساس نتایج پژوهش های انجام شده قبلی، زمانی که ۶۰-۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده تخلیه شد در نظر گرفته شد. کود نیتروژن (ازت) ۴۰٪ قبل از کشت به صورت سرک و ۶۰٪ به صورت سرک و از مرحله گلدهی همراه با آبیاری اول و براساس تیمارهای مختلف اعمال شد. در طول آزمایش ارتفاع گیاه،

طرح آزمایشی به صورت طرح کرت خردشده نواری در قالب فاکتوریل با شش تکرار اجرا شد. سطوح مختلف عمق آب آبیاری به عنوان کرت اصلی و مقادیر مختلف کود نیتروژن شامل ۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد توصیه کودی و نیز ارقام پنبه گلستان و ب۵۵۷ به عنوان کرت های فرعی در نظر گرفته شدند. هر تیمار در ۴ خط به طول ۲/۵ متر و با فاصله بوته  $75\text{cm} \times 20\text{cm}$  و عمود بر خط بارانی کشت شد (شکل ۴). برای اندازه گیری عمق آب آبیاری هر کرت، سه پایه هایی در وسط هر کرت نصب و با گذاشتن قوطی اندازه گیری آب در پایان هر آبیاری، حجم آب داخل قوطی ها اندازه گیری و با تقسیم بر

آب در تیمارهای مختلف از تقسیم عملکرد هر کرت بر میزان آب مصرفی محاسبه شد. در نهایت پس از جمع‌بندی و مرتب کردن داده‌ها، نتایج به‌دست‌آمده با نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

شاخص سطح برگ، زمان شروع غنچه‌دهی و گلدهی یادداشت‌برداری شد. قبل از برداشت چین اول تعداد ۵ بوته در هر تیمار انتخاب و تعداد قوزه در بوته اندازه‌گیری شد. میانگین وزن قوزه با برداشتن تصادفی ۳۰ قوزه باز شده در هر تیمار به‌دست آمد. برداشت از دو خط وسط هر کرت صورت گرفت. کارایی مصرف

شکل طرح



شکل ۴- پلان شماتیک طرح.

Figure 4. Plan schematic Project.

از نظر وزن قوزه بین تیمارهای آبیاری اختلاف کاملاً معنی‌دار اما تأثیر تیمارهای کود مصرفی و رقم و نیز اثرات متقابل آن‌ها به‌جز اثر رقم در آبیاری معنی‌دار نشد. تأثیر تیمارهای آبیاری بر تعداد قوزه در بوته کاملاً معنی‌دار شد اما تأثیر میزان کود مصرفی، رقم و اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد. در این زمینه پژوهشگران اثرات تیمارهای آب و کود بر عملکرد و ش، تعداد قوزه و ارتفاع بوته معنی‌دار گزارش نمودند (۱۰). مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد پنبه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری، کود مصرفی نیتروژن و رقم پنبه طی سال ۱۳۹۱ در جدول

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد پنبه تحت تأثیر مقادیر آب آبیاری، کود مصرفی و رقم در اقلیم گرگان طی سال ۱۳۹۱ در جدول ۳ ارائه شده است. اثر تیمارهای آبیاری، مقدار کود مصرفی و ارقام پنبه بر عملکرد کل معنی‌دار بود اما اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود. از نظر درصد زودرسی نیز بین تیمارهای آبیاری و ارقام پنبه اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما اثر میزان کود مصرفی بر درصد زودرسی معنی‌دار نشد. اثر متقابل تیمارهای آبیاری، کود و رقم بر درصد زودرسی معنی‌دار نشد.



دیررس‌ترین تیمارها بودند که اختلاف آن‌ها با تیمارهای I<sub>5</sub> و I<sub>6</sub> معنی‌دار نبود. بین تیمارهای I<sub>2</sub> و I<sub>3</sub> از نظر درصد زودرسی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. مقادیر مختلف کود نیتروژن تأثیری بر درصد زودرسی نداشتند. رقم ب ۵۵۷ زودرس‌تر از رقم گلستان بود. پژوهش‌های پژوهشگران نشان داده است که کم‌آبیاری باعث زودرسی در پنبه می‌گردد. دلایل احتمالی آن جذب تشعشع بهتر حرارتی بهینه کانوپی کوتاه‌تر بوده است (۱۴). نیتروژن با طولانی کردن دوره گلدهی و تشکیل قوزه‌های آخر فصل سبب کاهش زودرسی پنبه می‌گردد. درحالی‌که بوته‌هایی که با مقادیر کم نیتروژن رشد می‌کنند زودتر گل می‌دهند و قطع گل‌دهی هم در آن‌ها زودتر اتفاق می‌افتد، بنابراین زودرس‌تر می‌شوند (۱۴). بیش‌ترین و کم‌ترین وزن قوزه مربوط به تیمارهای آبیاری کامل (I<sub>6</sub>) و دیم (I<sub>1</sub>) بود؛ که اختلاف تیمار I<sub>6</sub> با تیمارهای I<sub>1</sub>، I<sub>2</sub> و I<sub>3</sub> معنی‌دار بود اما با تیمارهای I<sub>4</sub> و I<sub>5</sub> معنی‌دار نبود. مقادیر مختلف کود نیتروژن تأثیری بر وزن قوزه نداشت. دو رقم پنبه دارای وزن قوزه یکسان بودند. بیش‌ترین تعداد قوزه در بوته مربوط به تیمارهای I<sub>6</sub> و I<sub>5</sub> بود که اختلاف آن با تیمارهای I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> معنی‌دار بود اما با تیمارهای I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub> معنی‌دار نبود. میزان مصرف کود نیتروژن از ۰ درصد تا ۱۰۰ درصد نیاز کودی تأثیر معنی‌داری بر تعداد قوزه در بوته نداشت. دو رقم پنبه بنام‌های گلستان و ب ۵۵۷ از نظر تعداد قوزه در بوته یکسان بودند (جدول ۴).

۴ ارائه شده است. بیش‌ترین عملکرد با ۴۳۶۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار I<sub>4</sub> و کم‌ترین عملکرد مربوط به تیمار دیم (بدون آبیاری) با ۳۳۷۹ کیلوگرم در هکتار بود. در این رابطه گزارش نمودند بیش‌ترین عملکرد در تیمار آبی ۷۵٪ تشتک تبخیر و کود ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. عملکرد تیمارهای I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub> با تیمار I<sub>1</sub> معنی‌دار اما سایر تیمارها با تیمار دیم اختلاف معنی‌دار نداشتند. عملکرد تیمارهای I<sub>1</sub>، I<sub>2</sub>، I<sub>3</sub>، I<sub>4</sub> و I<sub>5</sub> نسبت به تیمار دیم (I<sub>1</sub>) به‌ترتیب به‌میزان ۲/۲، ۱۶/۷، ۲۹/۱، ۸/۱ و ۱۵/۷ درصد بیش‌تر بود (۲). بارندگی به‌موقع در طول فصل رشد عاملی مؤثر بر عملکرد مناسب تیمار دیم شد. در بین تیمارهای کودی بیش‌ترین عملکرد مربوط به تیمار ۰ درصد نیاز کودی بود که اختلاف آن با تیمارهای ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی معنی‌دار بود درحالی‌که کم‌ترین عملکرد مربوط به تیمار ۶۶ درصد نیاز کودی بود. عملکرد رقم گلستان به‌میزان ۱۷/۹ درصد از رقم ب ۵۵۷ بیش‌تر بود (جدول ۴). پژوهش‌های مشابه بیانگر آن است که مقدار نیتروژن تأثیر به‌سزایی بر تولید و گسترش سطح برگ دارد (۱۲). طی دوره کشت به‌علت بارندگی‌های مناسب، بوته‌های پنبه از رشد مناسبی برخوردار بودند و هر گونه آب اضافی یا کود نیتروژن باعث تسریع رشد رویشی گردید که در نهایت منجر به کاهش رشد زایشی و متعاقب آن کاهش عملکرد گردید. از نظر درصد زودرسی، تیمارهای دیم و I<sub>4</sub> زودرس‌ترین و

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکرد تحت تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری، کود و رقم در گرگان طی سال ۱۳۹۱.

**Table 3. Analysis of variance affect the performance of different amounts of irrigation water, fertilizers and cultivars in Gorgan during the year.**

تعداد قوزه روی گیاه The number of bolls per plant	وزن قوزه Boll weight	زودرسی Earliness	عملکرد کل Total yield	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییرات Sources of changes
219.3	0.82	88.1	9151367	2	تکرار Repeat
376.9 <sup>**</sup>	2.95 <sup>**</sup>	3818.5 <sup>**</sup>	3200531 <sup>**</sup>	5	آبیاری Irrigation (a)
50.4	0.117	169.5	619999	10	خطا a Error a
34.3 <sup>ns</sup>	0.867 <sup>ns</sup>	136 <sup>ns</sup>	5865796 <sup>**</sup>	3	کود Fertilizer (b)
59.6	0.497	196.3	602296	6	خطا b Error b
56.5 <sup>ns</sup>	0.221 <sup>ns</sup>	77.9 <sup>ns</sup>	276434 <sup>ns</sup>	15	آبیاری * کود Irrigation*Fertilizer
38.7	0.132	75.9	483880	30	خطا ab Error ab
108.8 <sup>ns</sup>	0.841 <sup>ns</sup>	3980.5 <sup>**</sup>	14006930 <sup>**</sup>	1	رقم c Variety (c)
49.6 <sup>ns</sup>	0.492 <sup>*</sup>	201.2 <sup>ns</sup>	1547612 <sup>ns</sup>	5	آبیاری * رقم Irrigation * Variety
38.2 <sup>ns</sup>	0.106 <sup>ns</sup>	110.6 <sup>ns</sup>	78726 <sup>ns</sup>	3	کود * رقم Fertilizer * Variety
46.8 <sup>ns</sup>	0.279 <sup>ns</sup>	68.4 <sup>ns</sup>	413075 <sup>ns</sup>	15	آبیاری * کود * رقم Irrigation* Fertilizer* Variety
55.8	0.201	84.1	818783	48	خطای کل Total Error

علامت <sup>\*\*</sup>، <sup>\*</sup> و <sup>ns</sup> به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۱، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

The numbers in each column and each treated with the same letters are significantly different at the level of 5 percent.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزا عملکرد تحت تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری، کود و رقم در گرگان طی سال ۱۳۹۱.

**Table 4. Compare the average yield and yield components under the influence of different amounts of irrigation water, fertilizers and cultivars in Gorgan during the year.**

تعداد قوزه روی گیاه The number of bolls per plant	وزن قوزه Boll weight (g)	زودرسی Precocity (%)	عملکرد کل Total yield (kg ha <sup>-1</sup> )	
				آبیاری irrigation
17.4 <sup>bc</sup>	4.66 <sup>d</sup>	100 <sup>a</sup>	3379 <sup>c</sup>	I <sub>1</sub>
16 <sup>c</sup>	4.91 <sup>c</sup>	80.4 <sup>b</sup>	3453 <sup>bc</sup>	I <sub>2</sub>
21.2 <sup>ab</sup>	5.26 <sup>b</sup>	75.9 <sup>bc</sup>	3946 <sup>ab</sup>	I <sub>3</sub>
22 <sup>ab</sup>	5.48 <sup>ab</sup>	65.3 <sup>d</sup>	4362 <sup>a</sup>	I <sub>4</sub>
25.3 <sup>a</sup>	5.52 <sup>a</sup>	69.2 <sup>cd</sup>	3652 <sup>bc</sup>	I <sub>5</sub>
25.7 <sup>a</sup>	5.44 <sup>ab</sup>	69.4 <sup>cd</sup>	3910 <sup>abc</sup>	I <sub>6</sub>
				کود Percent of fertilizer
20.2 <sup>a</sup>	5.26 <sup>a</sup>	78.3 <sup>a</sup>	4195 <sup>a</sup>	0%
22.2 <sup>a</sup>	5.41 <sup>a</sup>	78.4 <sup>a</sup>	3976 <sup>ab</sup>	33%
20.7 <sup>a</sup>	5.11 <sup>a</sup>	74.5 <sup>a</sup>	3258 <sup>c</sup>	66%
21.9 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	75.6 <sup>a</sup>	3705 <sup>bc</sup>	100%
				رقم Variety
22.1 <sup>a</sup>	5.15 <sup>a</sup>	71.5 <sup>b</sup>	4095 <sup>a</sup>	گلستان
20.4 <sup>a</sup>	5.27 <sup>a</sup>	81.9 <sup>a</sup>	3472 <sup>b</sup>	ب ۵۵۷

اعداد با حروف مشابه در هر ستون و هر تیمار دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

The numbers in each column and each treated with the same letters are significantly different at the level of 5 percent.

کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. قربانی و همکاران (۲۰۰۱) روی پنبه در اقلیم گلستان نتایج مشابه را تأیید نمودند (۶). بررسی کارایی مصرف آب رقم ب ۵۵۷ نشان داد (جدول ۶) که بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار دیم (I<sub>۱</sub>) با مقداری برابر ۱/۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد این در حالی است بیشترین عملکرد در تیمار I<sub>۴</sub> به دست آمد. هم چنین کمترین کارایی مصرف آب در تیمار I<sub>۶</sub> با مقداری برابر ۰/۶۳ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. قربانی

کارایی مصرف آب از تقسیم عملکرد کل و ش پنبه به میزان آب مصرفی بر حسب مترمکعب در هکتار با احتساب بارندگی مؤثر به دست آمد. بررسی کارایی مصرف آب رقم گلستان نشان داد (جدول ۵) که بیشترین کارایی مصرف آب رقم گلستان در تیمار نزدیک دیم (I<sub>۲</sub>) با مقداری برابر ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد این در حالی است بیشترین عملکرد در تیمار I<sub>۳</sub> به دست آمد. هم چنین کمترین کارایی مصرف آب در تیمار I<sub>۶</sub> با مقداری برابر ۰/۷

و همکاران (۲۰۰۱) روی پنبه در اقلیم گلستان نتایج مشابه را تأیید نمودند (۶). دلیل این تفاوت بارندگی‌های به موقع در فصل رشد می‌باشد که باعث شده تیمار دیم از عملکرد نسبتاً خوبی برخوردار باشد.

کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری از آبیاری دیم تا تیمار بیش از نیاز آبی برای دو رقم گلستان و ب۵۵۷ در شکل ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- کارایی مصرف آب رقم گلستان حالت کلی (سطوح کودی ۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی (میانگین ۶ تکرار)).

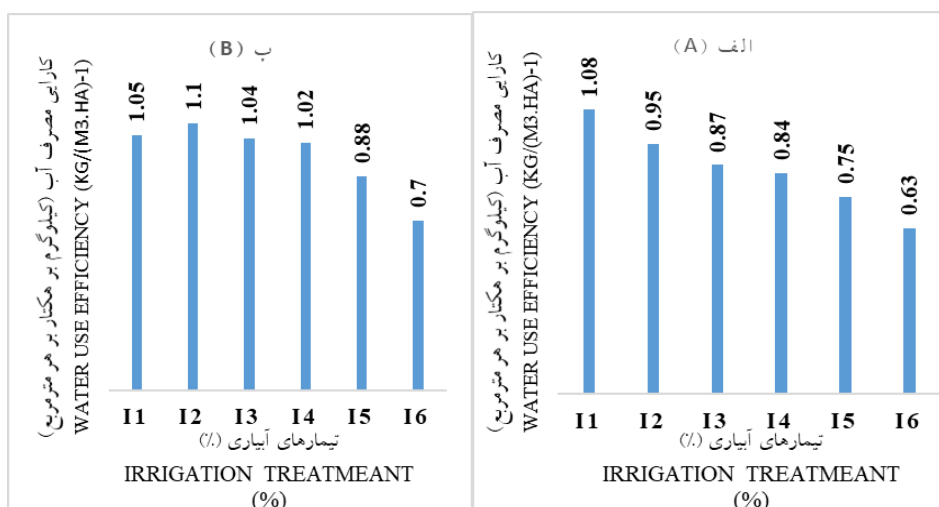
**Table 5. Water use efficiency of Golestan cultivar General state (fertilizer levels 0, 33, 66 and 100% fertilizer requirement (average of 6 replicates)).**

WUE (kg/m <sup>3</sup> )	Y (kg/ha)	ET <sub>c</sub> (mm)	تیمارهای آبی
1.05	2770	264.1	I <sub>1</sub>
1.1	3650	332.4	I <sub>2</sub>
1.04	4090	392.2	I <sub>3</sub>
1.02	4046	435.5	I <sub>4</sub>
0.88	4040	458.7	I <sub>5</sub>
0.7	3670	522.7	I <sub>6</sub>

جدول ۶- کارایی مصرف آب رقم ب۵۵۷ حالت کلی (سطوح کودی ۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی (میانگین ۶ تکرار)).

**Table 6. Water use efficiency of B557 cultivar General state (fertilizer levels 0, 33, 66 and 100% fertilizer requirement (average of 6 replicates)).**

WUE (kg/m <sup>3</sup> )	Y (kg/ha)	Et <sub>c</sub> (mm)	تیمارهای آبی
1.08	2860	264.1	I <sub>1</sub>
0.95	3180	332.4	I <sub>2</sub>
0.87	3440	392.2	I <sub>3</sub>
0.84	3700	435.5	I <sub>4</sub>
0.75	3450	458.7	I <sub>5</sub>
0.63	3310	522.7	I <sub>6</sub>



شکل ۵- کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری (الف: رقم ب۵۵۷ ب: رقم گلستان).

**Figure 5. Water use Efficiency for Irrigation Treatment (B: Golestan A: B 557).**

همچنین به دلایل فوق تیمار بدون کود ازت دارای بیشترین عملکرد بود. از آنجایی که تعادل بین رشد رویشی و زایشی گیاه پنبه از اهمیت زیادی برخوردار بوده به نحوی که رشد رویشی زیاد یا کم منجر به کاهش عملکرد می‌گردد. در نهایت رقم گلستان نیز برتری بهتری نسبت به رقم ب ۵۵۷ از نظر عملکرد و اجزای عملکرد داشت.

### نتیجه گیری

با توجه به این که در سال ۱۳۹۱ به علت بارندگی های مناسب و منحصربه فرد در مراحل اولیه رشد تا گلدهی، بوته های پنبه از رشد رویشی خوبی برخوردار بودند تیمار I<sub>۴</sub> که معادل ۸۸ نیاز آبی (۲۵ درصد صرفه جویی در مصرف آب) آب دریافت نموده بود از عملکرد بالاتری (۴۳۶۲ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر تیمارها حتی تیمار آبیاری کامل برخوردار بود که نسبت به تیمار دیم عملکرد آن ۲۹ درصد بیش تر بود.

### منابع

1. Aghaee, J. and Jalali, A.H. 2011. Impact of deficit irrigation on two varieties of cotton production in Isfahan. J. Crop Prod. Proc. 6: 145-152. (In Persian)
2. Akbari Nodehi, D. 2006 Effects of deficit irrigation on cotton yield. J. Environ. Ecol. 8: 84-73. (In Persian)
3. Fathi, D. 2011. The effect of different regimes of irrigation water and nitrogen on cotton yield in irrigation and furrow methods. 5: 1. 61-74. (In Persian)
4. Fardad, H. 2005. Optimization of water use for irrigation of cotton in Gorgan. 36: 5. 1197-1206. (In Persian)
5. Fooladmand, H.R.J., Niazi, A., Keshavarzi Shirazi, H., and Jowkar, L. 2006. Interaction between different levels of irrigation and nitrogen on wheat yield. J. Agric. Sci. 12: 4. 779-786. (In Persian)
6. Ghorbani, Gh. 2001. Qualitative and quantitative Effects of water shortages on the properties of cotton cultivars to determine the production function. Plan Final Report Research Institute of Cotton Country. (In Persian)
7. Radin, J.W., Reaves, L.L., Mauney, J.R., and French, O.F. 1992. Yield enhancement in cotton by frequent irrigation during fruiting. Agron. J. 84: 551-557.
8. Sammis, T., and Guitar, J. 1981. Effects of decerted watering on crop yield. Available From the National Technical Information Service. Spring field. Wri Report. No 36.
9. Shamsavari, N., and Safari, D. 2005. Effect of Nitrogen rates on yield and yield components of wheat cultivars in Kerman. Research and development in agriculture and horticulture. 66: 82-87. (In Persian)
10. Zabihi. 2012. Nitrogen review the performance in Kashmar. first International Convention of Varamin cotton in the region, Gorgan cotton industry and commerce.
11. Majidian, D. 2000. The effect of different levels of nitrogen and water stress in different growth stages on physiological characteristics, yield and yield components of maize in Kooshkak in Fars province. Thesis (Agriculture). Graduate School of Shiraz. 13-42. (In Persian)
12. Mazaheri, M., Hashemi Dezfoul, A., and Alizadeh, A. 1998. Comparison of the Effects of urea and coated urea on growth Zarghan two varieties of maize in the region crop sciences J. 1: 1. 47-131.
13. Ming Yang, C., and Hsiang, W.M. 1992. Growth and reproduction of maize (*Zea mays* L. cv. Tainung No. 1) response to soil water deficits. I. Changes of growth when stress and recovery occurring at the vegetative stage in the controlled environment, Jour. Agric. Res. China 41: 2. 132-139.



- 
14. Zabihi, H.R., Nori Hoseini, M., and Ramezani Moghadam, M.R. 2012. Investigation the effects of different amount of N-fertilizer and irrigation Water on the yield of Cotton in Kashmar. First International Conference on Knowledge, industry, trade cotton. 2012. (In Persian)
15. Megyes, A., Ratonyi, T., and Huzsvai, L. 2004. The effect of fertilization and irrigation on maize (*Zea mays* L.) production.

Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 26(6), 2020**http://jwsc.gau.ac.ir**DOI: 10.22069/jwsc.2019.14333.2906*

## The effect of different amounts of water and nitrogen fertilizer on yield of two cotton cultivars (Golestan and B 557)

\*S. Mahmom Salkovieh<sup>1</sup>, A. Hezarjeribi<sup>2</sup>, Gh. Ghorbani Nasrabad<sup>3</sup>,  
H. Sharifan<sup>2</sup>, M. Zakerinia<sup>2</sup> and F. Valinezhad<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Assistant Prof., Cotton Research Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Gorgan, Iran, <sup>4</sup>Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 11.30.2017; Accepted: 01.08.2019

### Abstract

**Background and Objectives:** Cotton is a plant that responds to the amount of irrigation water and irrigation time and due to lack of water in Golestan province, the need for optimal use of water unit is more than ever before. This will not be achieved except by applying modern methods of surface irrigation or pressurized irrigation and appropriate management of irrigation and enhancing of water use efficiency.

**Materials and Methods:** This experiment was conducted as a split plot design in a factorial with three replications at Hashemabad Cotton Research Station. Physical and chemical parameters of soil such as soil texture, bulk density, moisture content of field capacity and wilting point, soil salinity and soil acidity before cultivation were measured by sampling from two depths of 0 to 30 cm and 30 to 60 cm. fertilizer requirement was calculated according to soil test. Irrigation was done before planting due to soil moisture deficit. Planting of two cotton cultivars was done randomly. During the growing season and before the first irrigation, sprinkler irrigation system as line source was implemented. Irrigation was carried out based on the water requirement of Plot I<sub>5</sub> to reach the field capacity. During the growth period, parameters of yield and yield components including plant height, time of the first flowering, and boll opening and finally the yield were measured. Different amounts of irrigation water treatments including rainfed to over irrigation as main plots and treatments of different amounts of nitrogen fertilizer including 0, 33, 66 and 100% fertilizer recommendation as well as cotton cultivars were considered as subplots.

**Results:** The results showed that the highest yield (4362 kg / ha) was related to I<sub>4</sub> treatment and the lowest yield was obtained from rainfed (without irrigation) with 3379 kg / ha. The yield of I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>5</sub> and I<sub>6</sub> treatments was 2.2, 16.7, 29.1, 8.1 and 15.7%, higher than rain fed (I<sub>1</sub>), respectively. Among fertilizer treatments, the highest yield was related to treatment of without fertilizer application, which was significantly different with treatments of 66% and 100% fertilizer requirement while the lowest yield was related to 66% fertilizer requirement. In a research year (2012) due to suitable rainfall in the growing season, cotton plants were well-grown and any excess water or nitrogen fertilizer accelerated vegetative growth which ultimately led to a decrease in reproductive growth and Subsequently, reduction in cotton yield. In terms of earliness percentage, rainfed and I<sub>4</sub> treatments were the earliest and the latest

\* Corresponding Author; Email: logsaleh@yahoo.com

treatments. Different amounts of nitrogen fertilizer had no effect on earliness percentage. The highest number of bolls per plant was related to I<sub>5</sub> and I<sub>6</sub> treatments, which had significant difference with I<sub>1</sub> and I<sub>2</sub> treatments, but did not have significant difference with I<sub>3</sub> and I<sub>4</sub> treatments. The amount of nitrogen fertilizer application from 0% to 100% of fertilizer requirement did not have a significant effect on the number of bolls per plant.

**Conclusion:** Regarding to results of yield, yield components and saving in water, the best irrigation treatment was I<sub>4</sub> treatment. The yield of Golestan cultivar was 17.9% higher than that of B-557. Water use efficiency in rainfed and full irrigation treatments was 1.51 and 0.81 kg /m<sup>3</sup> /ha, respectively. The earliness of B557 was higher than Golestan cultivar. Cultivars of Golestan and B557 were the same in number of bolls per plant.

**Keywords:** Golestan climate, Irrigation, Rain irrigation, Water consumption efficiency