نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۸، ص. ۲۲-۱۳

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 1, Mar.-Apr. 2019, p. 13-22

تعیین تابع تولید و ضریب حساسیت دو رقم پنبه (گلستان و ب۵۵۷)

صالح مهموم سالکویه[1*]- ابوطالب هزارجریبی[2]- قربان قربانی نصرآباد[3]- مهدی ذاکری نیا[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۲

چکیده

کم‌آبیاری یک روش مدیریتی جهت افزایش بهره‌وری آب است. می‌توان با صرفه‌جویی مصرف آب در آبیاری‌های کم بازده، ضرر ناشی از کاهش عملکرد را جبران نمود. افزایش بهره‌وری آب، عامل کلیدی برای رفع بزرگ‌ترین چالش کنونی بخش کشاورزی در مناطق کم آب یعنی تولید بیشتر با آب کمتر است. جهت دستیابی به این مهم، آگاهی از روابط بین آب و عملکرد، موسوم به توابع تولید، می‌تواند کمک شایانی در این زمینه نماید. بر این اساس آزمایشی بر پایه‌ی طرح کرت‌های خرد شده نواری در قالب فاکتوریل در سه تکرار صورت پذیرفت. تیمارهای اصلی شامل شش تیمار آبی و تیمارهای فرعی شامل چهار سطح کودی و دو رقم به نام‌های گلستان و ب۵۵۷، همچنین برنامه‌ریزی آبیاری برمبنای تخلیه رطوبتی خاک در تیمار I_5 تا۷۰ درصد بود. در این آزمایش از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای استفاده شد به نحوی‌که ۱۴۴ کرت (۶ آب*۴ کود*۲ رقم*۳ تکرار) در طرفین خط لوله ایجاد شدند. رابطه درجه دوم بین عملکرد و آب داده شده در نظر گرفته شد. همچنین ضرایب حساسیت برای ارقام گلستان و ب۵۵۷ در چهار سطح کودی با توجه به فرمول دورنبوس و کاسام، محاسبه گردید. ضریب حساسیت میانگین چهار سطح کودی برای رقم گلستان و ب۵۵۷ به ترتیب ۱/۱۸ و ۱/۲۷ بدست آمد. این اعداد بیانگر آن است که رقم گلستان نسبت به رقم ب۵۵۷ مقاوم‌تر می‌باشد. از این مقادیر می‌توان در بهینه‌سازی مصرف آب در شرایط محدودیت آب استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ب۵۵۷، پنبه، تابع تولید، ضریب حساسیت محصول به آب، گلستان

مقدمه

کم‌آبیاری یک راهکار برای تولید بهینه محصول تحت شرایط کمبود آب است که اولین نتیجه آن کاهش محصول در واحد سطح است. هدف اساسی از به‌کارگیری شیوه مدیریتی کم آبیاری، افزایش راندمان کاربرد آب، چه از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که کمترین اثر را روی رشد گیاه داشته و یا در افزایش سود خالص، نقشی ندارند. طی تحقیقی جهت بررسی کم آبیاری در روش بارانی بر روی پنبه رقم ساحل با تیمارهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد نیاز آبی به این نتیجه رسیدند که با کاهش آب مصرفی به میزان ۲۱ درصد نسبت به آبیاری کامل عملکرد تنها ۳/۲ درصد کاهش یافت (۹). اعمال کم آبیاری به وسیله سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای، روی محصولات مختلف از جمله پنبه مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج کمبود آب آبیاری بر عملکرد سه رقم پنبه به نام‌های ساحل، سپید و ۳۱۲- ۸۱۸ بیانگر این بود که بین آب دریافتی و عملکرد رابطه درجه دوم برقرار است (۷). در نیومکزیکو تحقیقی بر روی وابستگی میزان عملکرد محصول و تبخیر و تعرق در شرایط کم آبیاری انجام شد. نتایج آن مطالعات نشان داد که عملکرد محصول با تبخیر و تعرق هماهنگ بوده و تولید پنبه به ازای واحد آب مصرفی در محل و سال‌های مختلف متفاوت است (۱۳).

تاکنون تحقیقات قابل توجهی توسط محققین مختلف در جهت تخمین عملکرد گیاه به ازاء آب مصرفی صورت گرفته است. از جمله اینکه با دو برابر کردن تعداد آبیاری در مراحل گل‌دهی پنبه، عملکرد تا ۲۵ درصد افزایش یافت (۱۲). نتایج مطالعات نشان داد که عملکرد ذرت هنگامی که بین ۴۰ تا ۷۰ درصد تخلیه رطوبتی است، کاهش نمی‌یابد.

بررسی تحقیقات گذشته بیانگر این مطلب است که از سیستم آبیاری بارانی خطی تک شاخه‌ای، برای تعیین تابع تولید محصولات

۱، ۲ و ۴- به‌ترتیب کارشناس ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی و دانشیاران دانشکده آب و خاک، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: Logsaleh@yahoo.com)
۳- استادیار مؤسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

DOI:10.22067/jsw.v33i1.26803

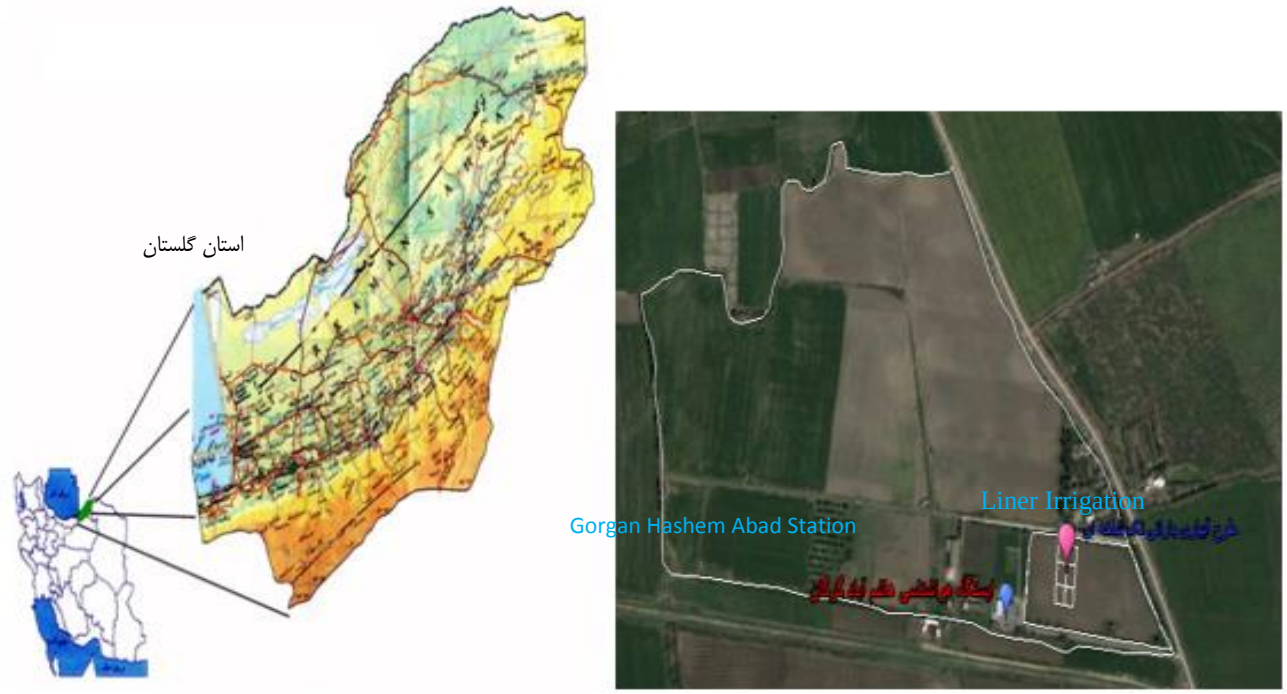
مختلف می‌توان استفاده نمود. بعنوان مثال تابع تولید پیاز و ذرت تحت آبیاری تک شاخه‌ای محاسبه گردید (۳). ضمن بررسی تبخیر- تعرق، آب مصرفی و عملکرد بر روی ذرت، به تحلیل توابع تولید و کارایی مصرف آب و تعیین ضریب حساسیت نیز پرداختند (۱۱). عده‌ای از محققین سعی نمودند برای تعیین تابع تولید محصول به ازاء آب مصرفی معادلاتی را ارایه دهند تا در عمل به سادگی بتوان از آنها استفاده نمود. اکثر این معادلات از نوع درجه دوم و یا درجه اول هستند (۶). تحقیقات نشان داده آن است که اگر رابطه محصول با آب مصرفی مد نظر باشد معمولاً این توابع از نوع درجه دوم خواهد بود. اما اگر رابطه بین تبخیر- تعرق با محصول مد نظر باشد معادلات حاصل از نوع خطی می‌باشند. به عنوان مثال گروهی از محققین به بررسی روابط آب مصرفی- عملکرد تحت سیستم قطره‌ای روی محصول پنبه پرداختند. معادلات حاصل از نوع درجه دوم بودند (۱۷).

هدف تحقیق حاضر تعیین تابع تولید و ضریب حساسیت محصول پنبه نسبت به آب مصرفی، تحت سناریوهای مختلف آب (کم آبیاری تا بیش آبیاری) و کود (بدون کود تا ۱۰۰درصد نیاز کودی) برای دو رقم (گلستان و ب۵۵۷) می‌باشد. در این تحقیق از روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای، که می‌تواند دامنه وسیعی از مقادیر آب و کود را اعمال نماید، استفاده شد. نتایج این تحقیق می‌تواند در بهینه‌سازی آب مصرفی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد گرگان وابسته به مؤسسه تحقیقات پنبه کشور در حدود ۱۱ کیلومتری شمال غربی گرگان اجرا شد (شکل ۱). این مکان در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی واقع است. ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۳/۳ متر و دارای اقلیم نیمه مرطوب معتدل می‌باشد. آب آبیاری از یک حلقه چاه عمیق و انتقال آن توسط ۲۳۰۲ متر کانال بتنی تأمین می‌شود.

پارامترهای فیزیکی خاک از قبیل بافت، چگالی ظاهری، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به‌ترتیب با استفاده از آزمایش هیدرومتری، رینگ فلزی و صفحات فشاری به دست آمدند. پارامترهای شیمیایی خاک از قبیل شوری و اسیدیته خاک قبل از کشت با نمونه‌گیری از دو عمق ۰- ۳۰ و ۳۰- ۶۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شدند. همچنین قبل از کشت از قطعه مورد نظر و از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه خاک تهیه شده و نیاز کودی بر اساس نتایج آزمون خاک صورت گرفت. نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در (جدول ۱) ارایه گردیده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location of study area

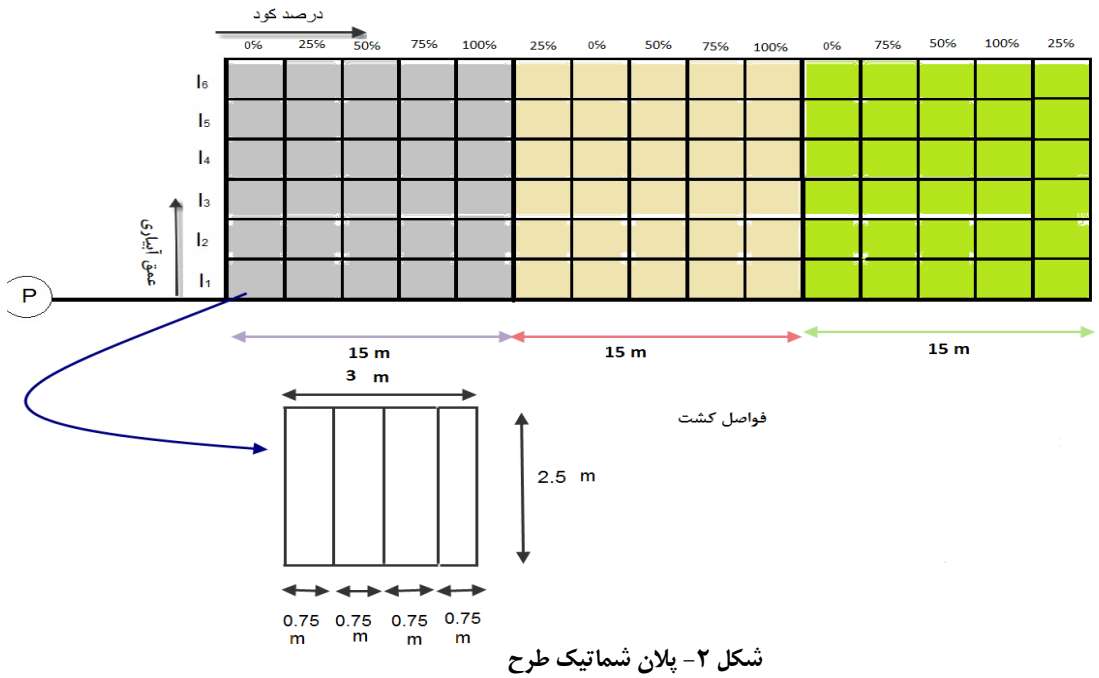
جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil tested

عمق خاک Depth (cm)	بافت خاک Texcure soil	رطوبت وزنی پژمردگی (٪) Weight moisture p.w.p	رطوبت وزنی ظرفیت زراعی (٪) Weight moisture F.C	وزن مخصوص ظاهری Density (g/cm^{-3})	اسیدیته Acidity	شوری Salinity (ds/m^{-1})
0-30	لوم رسی سیلتی (Silty clay loam)	14.2	3.28	1.52	7.7	1.1
30-60	لوم رسی سیلتی (Silty clay loam)	14.4	5.28	1.48	7.7	1

تحقیق حاضر در قطعه زمینی به ابعاد ۳۰×۹۶ متر اجرا شد. یک خط آبیاری بارانی بصورت تک شاخه‌ای در امتداد طولی، وسط آن قرار گرفت. در این سیستم از ۱۷ عدد آبپاش VYR۳۵ دو روزنه‌ای استفاده گردید که از این تعداد دو آبپاش در دو طرف طرح برای همپوشانی بودند. آبپاش‌ها بر روی پایه به ارتفاع ۱/۲ متر مستقر بودند و برای همپوشانی کامل قطعات، آبپاش‌ها به فواصل ۶ متری از هم قرار گرفتند. این طرح در قالب کرت‌های خرد شده نواری با ۶ تکرار در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. شامل ۶ تیمار اصلی آب (۰٪، ۳۳٪، ۶۶٪، ۸۵٪ ۱۰۰٪ و ۱۲۵٪ نیاز آبی)، که بصورت I۱ تا I۶ نام‌گذاری شدند و در طول خط لوله اعمال گردیدند. کرت‌های فرعی شامل تیمار ارقام پنبه (گلستان و ب۵۵۷) و تیمار کود (۰٪، ۳۳٪، ۶۶٪ و ۱۰۰٪ نیاز کودی) بودند. تیمارهای فرعی بصورت تصادفی و در راستای عرضی عمود بر خط لوله اعمال گردیدند. به جز عملیات آبیاری و کوددهی، سایر عملیات زراعی در مورد کلیه تیمارها به طور یکنواخت انجام شد. برای هر رقم در هر تکرار ۴ خط کشت در نظر گرفته شد. بر روی هر خط کشت گیاه با فاصله ۲۰cm روی هر ردیف و با فاصله ردیف ۷۵cm کشت گردیدند. برای هر کرت، ابعاد ۲/۵*۳ متر (۲/۵ متر در جهت عمود برخط آبیاری و ۳ متر در امتداد خط آبیاری) در نظر گرفته شد. بر اساس این روش آبیاری، دو قطعه در دو طرف خط آبیاری قرار گرفت مطابق شکل ۲.

شکل طرح



شکل ۲- پلان شماتیک طرح

Figure 2- Plan schematic Project

تعداد کل کرت‌ها ۲۸۸ عدد بوده و شدت پاشش آبپاش ۱۳ میلی متر بر ساعت و فشار آب در آبپاش‌ها ۳/۲ اتمسفر و متوسط دبی آنها ۰/۴۹ لیتر در ثانیه اندازه‌گیری شد. در کلیه تیمارها از اعماق ۰-۵، ۵-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی‌متر قبل از هر آبیاری نمونه خاک گرفته شد و رطوبت آن به روش وزنی تعیین گردید. با توجه به خصوصیات فیزیکی خاک (وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت وزنی در ظرفیت زراعی و پژمردگی)، عمق مؤثر ریشه و مدیریت مزرعه (MAD) ۶۰ -۷۰ درصد (براساس نتایج مطالعات قبلی)، عمق آب آبیاری محاسبه شد. مقدار ۴۰٪ کود نیتروژن (ازت) قبل از کشت و ۶۰٪ بقیه بصورت سرک و از مرحله گل‌دهی همراه با آبیاری اول و بر اساس تیمارهای مختلف اعمال گردید. از تقسیم عمق آب آبیاری بر شدت پخش آبپاش‌ها، زمان لازم برای آبیاری تعیین می‌شد. تیمار I_6 بدلیل نزدیک بودن به آبپاش‌ها بیشترین مقدار آب و تیمار I_1 بدلیل خارج بودن از شعاع پاشش آبپاش‌ها کمترین مقدار آب (دیم) را دریافت می‌کرد. از ابتدای کشت پنبه برنامه آبیاری با توجه به میزان رطوبت خاک در زمان آبیاری مربوط به تیمار I_5 (۱۰۰٪ نیاز آبی) انجام می‌شد. بنابراین انتظار می‌رود که تیمار I_6 بیش از نیاز آبی، آب دریافت کرده است. مقدار کل آب دریافتی توسط هر ردیف کشت در طول دوره رشد با قرار دادن قوطی جمع‌آوری آب که بر روی سه پایه به ارتفاع ۱متر مستقر می‌شد، اندازه‌گیری شد. پس از پایان آبیاری عمق آب جمع آوری شده درون قوطی‌ها با استفاده از استوانه‌های مدرج اندازه‌گیری شد. آبیاری‌ها بدلیل بارندگی با تأخیر و به‌ترتیب در تاریخ‌های ۲۰ تیر و ۳۱ مرداد انجام گرفت. برای بالا بردن ضریب یکنواختی و یکنواختی پخش آب بدلیل وزش باد در طول روز، آبیاری در شب انجام گرفت. عملیات برداشت نهایی برای کلیه تیمارها و تکرارها در دو چین و به‌ترتیب در تاریخ‌های اول مهر و اول آبان انجام گرفت.

آبیاری

عمق آب کاربردی در هر یک از کرت‌ها از مجموع عمق بارندگی در طی فصل رشد و عمق ناشی از آبیاری بارانی در طول دوره رشد محاسبه گردید. میزان آبیاری برای هر نوبت، بلافاصله پس از پایان آبیاری اندازه‌گیری شد. برای اینکار حجم آب داخل قوطی توسط استوانه مدرج اندازه‌گیری و از تقسیم آن به سطح مقطع ورودی قوطی، عمق آبیاری در کرت مورد نظر محاسبه شد. از آنجایی که تیمار I۵ ملاک میزان عمق آبیاری به اندازه نیاز آبی گیاه به عمل می‌آمد و از آنجایی که رواناب صفر بود بنابراین واضح است که تنها در تیمار I۶ نفوذ عمقی خواهیم داشت. میزان نفوذ عمقی از اختلاف تیمار I_5 و I_6 محاسبه گردید.

تابع تولید

بین نقاط مربوط به آب داده شده با عملکرد برای تیمارهای آبیاری و به تفکیک هر رقم و سطح کودی جداگانه توسط نرم‌افزار Excel رابطه‌ای برازش داده شد و ضرایب رگرسیونی معادلات به دست آمدند. معادلات توابع تولید بیانگر میزان تولید محصول به ازاء مقادیر مختلف آب مصرفی است و از آنجایی که تیمارهای آبی در آزمایشات محدود می‌باشند و برای اینکه مشخص شود که حداکثر محصول دقیقاً به ازاء چه مقدار آب مصرفی بدست می‌آید، می‌توان با برابر صفر قرار دادن مشتق توابع تولید به این مهم دست یافت. از طرفی با قرار دادن ریشه معادله خطی مشتق در معادله تابع تولید حداکثر عملکرد اسمی طرح حاصل می‌شود.

ضریب حساسیت محصول (K_y)

ضریب حساسیت محصول نسبت به آب مصرفی، توسط سازمان خوار و بار جهانی (FAO) در نشریه ۳۳ به صورت بدون بعد شده که با استفاده از آن می‌توان حساسیت محصول به آب را در طول فصل رشد به دست آورد. تبخیر و تعرق در تیماری که به اندازه نیاز آبی آب دریافت نموده است به عنوان تبخیر- تعرق پتانسیل فرض شد.

$$Ky = \left[1 - \frac{Ya}{Ym}\right] / \left[1 - \frac{ETa}{ETm}\right] \quad (۱)$$

که در آن Y_a عملکرد واقعی هر کرت (Kg/ha)، ETa تبخیر و تعرق واقعی در هر کرت (mm)، Ym عملکرد پتانسیل بر حسب (Kg/ha)، ETm تبخیر و تعرق پتانسیل بر حسب (mm) می‌باشد.

نتایج و بحث

آبیاری

نتایج مربوط به آب داده شده برای هر دو رقم در جدول ۲ ارایه گردید. این مقادیر از مجموع میانگین دو نوبت آبیاری (سه تکرار) و بارندگی مؤثر محاسبه شده و برای دو رقم یکسان می‌باشد. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در تیمار اول بدون دریافت آب (فقط بارندگی مؤثر) و تیمار دوم، سوم و چهارم کم آبیاری و تیمار پنجم به اندازه نیاز آبی و تیمار ششم بیش آبیاری، اعمال گردید. در مجموع بین تیمارهای آبیاری همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اختلاف معنی‌داری در دو سطح ۱ و ۵ درصد وجود دارد. میزان نفوذ عمقی از مقایسه تیمار ششم و پنجم محاسبه گردید.

جدول ۲- مقادیر آب دریافتی شامل مجموع آبیاری و بارندگی مؤثر (میلی‌متر)

Table 2- Water intake amount including total irrigation and effective rainfall (mm)

تیمار Treatment رقم Cultivars	I_1 (Reff)	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
گلستان Golestan	264	332	392	435	458	522
B557	264	332	392	435	458	522

مقدار آب داده شده شامل بارندگی مؤثر (۲۶۴ میلی‌متر) و آب آبیاری

The amount of water provided includes effective rainfall (264 mm) and irrigation water

جدول ۳- اطلاعات آماری مربوط به مقدار آب داده شده

Table 3- Information about the amount of water given

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F
کل Total	143	198235.8	-	-
تیمار Treatment	5	191860.2	38272	830.56>>
اشتباه Error	138	6375.6	46.2	-

عملکرد پنبه

در جدول ۴ مقادیر عملکرد دانه پنبه از مجموع دو چین و برحسب تن در هکتار در تیمارهای مختلف آب و کود به تفکیک ارقام نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با کاهش مقدار آب عملکرد از تیمار $I_۶$ به $I_۴$ افزایش و از $I_۳$ به $I_۱$ کاهش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد در تمام سطوح کودی (تیمار کود ثابت و تیمار آب متغیر) به تفکیک رقم در تیمار آبی چهارم ($I_۴$) که به میزان ۸۵٪ نیاز آبی، آب دریافت نموده است، به ثبت رسیده است. کلارک و همکاران طی آزمایشی گیاه پنبه را تحت تنش کم‌آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای قرار داد که نتایج حاصل در این تحقیق را تأیید نمود و اذعان داشت که در زراعت پنبه به آبیاری کامل نیاز نبوده و ۷۵ درصد نیاز آبی کفایت می‌کند. همچنین بیشترین عملکرد در تمام تیمارهای آبی (با فرض تیمار آب ثابت و تیمار کود متغیر) مربوط به تیمار کودی صفر درصد می‌باشد (۵). بارندگی زیاد در ابتدای دوره رشد از یک طرف و تغذیه نیتروژن اضافی به خاک از طریق رعد و برق در طول فصل رشد از طرف دیگر سبب شد محاسبات نیاز کودی در ابتدای فصل رشد با مشکلاتی روبرو شود. در جدول ۵ نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد پنبه تحت تأثیر مقادیر آب آبیاری، کود مصرفی و رقم در گرگان طی سال اول اجرای طرح (۱۳۹۱) ارائه شده است. اثر تیمارهای آبیاری، مقدار کود مصرفی و ارقام پنبه بر عملکرد کل معنی‌دار بود اما اثرات متقابل آنها معنی‌دار نبود که تحقیقات مشابه روی پنبه روندی مشابه را تأیید می‌نماید (۵).

جدول ٤- مقادیر عملکرد دانه (محتویات داخل غوزه شامل وش و دانه) به تفکیک رقم برای تیمارهای آزمایشی

Table 4- Grain yields (contents of the inside of the boll, including grain and seed), broken down by variety for experimental treatments

	تیمارهای آبی Water treatment					
رقم گلستان Golestan cultivar	I_1 (Reff)	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
کود ٪0 Fertilizer	2.95	3.87	4.42	4.76	4.11	3.92
کود ٪33 Fertilizer	2.62	3.67	3.96	4.51	4.25	4.15
کود ٪66 Fertilizer	2.42	3.21	3.70	4.17	3.71	3.02
کود ٪100 Fertilizer	3.07	3.84	4.29	4.42	4.10	3.61
رقم ب۵۵۷ B557 cultivar						
کود ٪0 Fertilizer	2.55	3.09	3.46	4.11	3.95	3.89
کود ٪33 Fertilizer	2.92	3.24	3.67	3.73	3.56	3.53
کود ٪66 Fertilizer	2.90	3.15	3.27	3.41	3.03	2.75
کود ٪100 Fertilizer	3.05	3.24	3.37	3.53	3.25	3.12

جدول ۵- ضرایب معادلات توابع تولید و تبیین رقم گلستان

Table 5- Equation coefficients of production functions and explanation of Golestan cultivar

$Y = AX^2+BX+C$

تیمار Treatment	A	B	C	R^2
Fertilizer کود ٪0	-0.00005	0.051	-6.349	0.90
Fertilizer کود ٪33	-0.00004	0.0408	-5.0468	0.96
Fertilizer کود ٪66	-0.00007	0.0557	-7.707	0.90
Fertilizer کود ٪100	-0.00006	0.0494	-6.399	0.96
کلی Total	-0.00005	0.0463	-5.691	0.88

جدول ٦- ضرایب معادلات توابع تولید و تبیین رقم ب۵۵۷

Table 6- Equation of coefficients of production functions and explanation of digit B 557

$Y = AX^2+BX+C$

تیمار Treatment	A	B	C	R^2
Fertilizer کود ٪0	-0.00003	0.0256	-2.520	0.92
Fertilizer کود ٪33	-0.00002	0.0206	-0.960	0.92
Fertilizer کود ٪66	-0.00003	0.0223	-1.006	0.82
Fertilizer کود ٪100	-0.00002	0.0151	0.342	0.75
کلی Total	-0.000009	0.0092	1.056	0.84

تابع تولید

مقدار آب مصرفی، در هر یک از تیمارهای کودی که منجر به بیشترین میزان محصول می‌شوند با توجه به مطالب ذکر شده تعیین شد.

۱. تابع تولید تیمارهای کودی ۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی دو رقم پنبه (گلستان و ب۵۵۷)

برای رقم گلستان در حالتی که نیاز کودی زمین تأمین نشود حداکثر محصول به ازاء ۴۲۵ میلی‌متر آب مصرفی بدست می‌آید که این میزان برابر ۴/۴۸۸ تن در هکتار محاسبه شد. همچنین در حالتی که نیاز کودی به اندازه ۳۳٪ ، ۶۶٪ و ۱۰۰٪ تأمین شود حداکثر محصول به ترتیب به ازاء ۵۱۰، ۳۹۷/۸ و ۴۱۱ میلی‌متر آب مصرفی برابر ۵/۳۵۲، ۳/۳۷۳، ۳/۷۶۸ تن در هکتار حاصل خواهد شد.

برای رقم ب۵۵۷ در حالتی که نیاز کودی زمین تأمین نشود حداکثر محصول به ازاء ۳۹۱ میلی‌متر آب مصرفی بدست می‌آید که این میزان برابر ۳/۰۶۳ تن در هکتار محاسبه شد. همچنین در حالتی که نیاز کودی به اندازه ۳۳٪ ، ۶۶٪ و ۱۰۰٪ تأمین شود حداکثر محصول به ترتیب به ازاء ۵۱۵، ۳۷۱/۶ و ۳۷۷/۵ میلی‌متر آب مصرفی برابر ۴/۳۴۳، ۳/۱۳۷ و ۳/۱۹ تن در هکتار حاصل خواهد شد.

از تمامی نمودارها توابع تولید رقم‌های گلستان و ب۵۵۷ مشاهده می‌شود که اولا توابع تولید عملکرد پنبه دانه نسبت به آب به صورت سهمی درجه دو با تقعر رو به پایین می‌باشند ثانیا شیب نمودار در ابتدا زیاد و سپس از شدت آن کاهش می‌یابد و این بدان معنی است که کارایی آب در کم آبیاری بسیار زیادتر است. همچنین با افزایش مقدار آبیاری میزان محصول به نقطه اوج می‌رسد و از آن به بعد با افزایش آبیاری نه تنها محصول افزایش نمی‌یابد بلکه از یک طرف بدلیل شسته شدن کود و مواد مغذی و از طرف دیگر عدم تهویه مناسب خاک، کاهش محصول را در پی خواهد داشت. توابع تولید سه رقم پنبه به نام‌های ساحل، سای اکرا و ۳۱۲–۸۱۸ طی تحقیقی محاسبه شد و نتایج بیانگر این بود که اولا در تمامی ارقام معادله تابع تولید نسبت به آب داده شده از نوع درجه دوم بدست آمد و ثانیا شیب نمودار توابع تولید در تمامی ارقام ابتدا زیاد و سپس به نقطه بیشینه رسیده و از آن به بعد با افزایش آب داده شده به گیاه عملکرد گیاه به صورت چشمگیری کاهش یافت (۷). مقایسه توابع تولید دو رقم گلستان و ب۵۵۷ در تمامی سطوح کودی بیانگر این مطلب است که اولا تقعر منحنی توابع تولید رقم گلستان بیشتر از رقم ب۵۵۷ بوده و ثانیا دارای شیب تندتری در جهت رسیدن به بیشینه می‌باشد. همچنین ضرایب بدست آمده در رقم گلستان از رقم ب۵۵۷ بیشتر است که تمامی این نتایج بیانگر آن است که کارایی مصرف آب رقم گلستان نسبت به رقم ب۵۵۷ به ازای یک واحد آب مصرفی بیشتر می‌باشد.

جدول ۷- مقادیر ضرایب حساسیت نسبت به آب و ضریب تبیین دو رقم پنبه (گلستان و ب۵۵۷)

Table 7- Values of water sensitivity coefficients and coefficient of explanation of two cotton cultivars (Golestan and B 557)

$Y=K_y X$

تیمار Treatment	رقم گلستان Golestan cultivar		رقم ب۵۵۷ B557 cultivar	
	K_y	R^2	K_y	R^2
Fertilizer کود ٪0	1.066	0.70	1.242	0.73
Fertilizer کود ٪33	1.81	0.78	1.218	0.72
Fertilizer کود ٪66	1.319	0.64	1.277	0.78
Fertilizer کود ٪100	1.059	0.74	1.168	0.73
کلی Total	1.187	0.73	1.27	0.71

محاسبه ضریب حساسیت نسبت به آب (K_y) دو رقم پنبه (گلستان و ب۵۵۷)

مقادیر ضریب حساسیت رقم گلستان نسبت به آب بر حسب تیمارهای کودی۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی به ترتیب برابر ۱/۰۶۶، ۱/۱۸۱، ۱/۳۱ و ۱/۰۵۹ بدست آمد. همچنین این مقادیر برای رقم ب۵۵۷ برای تیمارهای کودی۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی به ترتیب برابر ۱/۲۴، ۱/۲۱۸، ۱/۲۷ و ۱/۱۶ بدست آمد. این در صورتی است که ضریب حساسیت برای گیاه پنبه نسبت به آب که توسط فائو به ثبت رسید عدد ۰/۸۵ می‌باشد (۲). بنابراین بایستی مقدار این ضریب برای پنبه، در اقلیم گلستان و برای ارقام گلستان و ب۵۵۷ تصحیح شود. به همین منوال مقدار این ضریب برای سه رقم پنبه به نام‌های ساحل، سای‌اکرا و ۳۱۲-۸۱۸ در اقلیم گلستان به ترتیب برابر ۱/۰۲، ۱ و ۱/۰۱ محاسبه شد (۷). حداکثر ضریب حساسیت رقم گلستان نسبت به آب در تیمار کودی ۶۶ درصد نیاز کودی و به مقدار ۱/۳۱۹ می‌باشد که به معنای حساسیت بالا به تنش آبی می‌باشد. حداکثر ضریب حساسیت رقم ب۵۵۷ نسبت به آب در تیمار کودی ۶۶ درصد نیاز کودی و به مقدار ۱/۲۷۷ می‌باشد که به معنای حساسیت بالا به تنش آبی می‌باشد.

مقادیر ضریب حساسیت نسبت به آب در تمام سطوح کودی برای رقم گلستان کمتر از رقم ب۵۵۷ بدست آمدند. نتایج حاصل بیانگر این مطلب است که رقم گلستان نسبت به تنش آبی مقاومتر از رقم ب۵۵۷ می‌باشد. بنابراین بهتر است در مناطق کم آب از رقم گلستان برای زیرکشت قرار دادن اراضی استفاده نمود.

نتیجه‌گیری

بطورکلی می‌توان نتیجه گرفت که رقم گلستان نسبت به رقم ب۵۵۷ به تنش خشکی مقاوم‌تر است. همچنین عملکرد رقم گلستان در تمام سطوح کودی بیشتر از رقم ب۵۵۷ می‌باشد. بنابراین از بین دو رقم پرمحصول گلستان و ب۵۵۷، رقم گلستان از ارجحیت بیشتری جهت زیرکشت قرار دادن اراضی منطقه استان گلستان برخوردار می باشد.

سپاسگزاری

از مؤسسه تحقیقات پنبه کشور و کارکنان ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد گرگان به خاطر فراهم نمودن امکانات اجرایی این تحقیق قدردانی به عمل می‌آید. همچنین از دوستان گرانقدرم جناب آقایان مهندس مهدی کریمی‌فر، محمدرضا یوری، حمیدگنجی زاده و مجید ناظم نژاد به دلیل همکاری در جمع‌آوری داده ها، سپاسگزارم.

منابع

1- Akbari Nodehi D. 2011. The effect of different amounts of water on yield and water use efficiency of cotton production in the province. Journal of Agricultural and Stable Production 21(2). (In Parsian)
2- Alizadeh A. 2006. Irrigation system design. Razavi Press, Volume I, p 55.
3- AL-Jamal M.S., SammisT.W., Ball S., and Smeal D. 2000. Computing the crop water production function for onion. Agric.Water Manage 46: 29-41.
4- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage paper No 56, 301p.
5- Clark L.J., Carpenter E.W., and Slack D.C. 1992. The use of Azsched to schedule irrigations for cotton. In: Herber,

D.J. (ed). 1992 Proc. Beltwide Cotton Conf., 6-10 Jan.
6- Doorenbos J., and Kassam A.H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper NO 33, 193p.
7- GHorbani Nasrabad Gh. 2004. The effect of water deficit on quantity and quality of cotton cultivars and determination of production function . Agricultural Research and Education Organization Cotton Research Institution, 51 p. (In Parsian)
8- Janbaz H. 1996. Effects of water stress and irrigation on wheat yield in Karaj. MA thesis, Department of Irrigation and Reclamation Tehran University, 115 pages. (In Parsian)
9- Kiani A., Rezaii J., and Sohrabi B. 2001. Investigation of irrigation deficit by sprinkler on quantity and quality of cotton. Final report of country Cotton Research Institute. (In Parsian)
10- KHirabi J., Tavakoli A.R., Entesari M.R., and Salamat A.R. 1996. Deficit irrigation guidelines. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, Department of the crop water requirement and crop management, 218 pages. (In Parsian)
11- Liu W.Z., Hansaker D.J., Li Y.S., Xie X.Q., and Wall G.W. 2002. Interrelations of yield, evapotranspiration, and water use efficiency from marginal analysis of water production functions. Agric. Water Manage 56: 143-151.
12- 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.
13- Sammis T., and Guitar J. 1981. Effects of decerted watering on crop yield. Available From the National Technical Information Service. Spring field. Wrri Report. No 36.
14- Shaikh Hoseini M. 1996. Effects of water stress and irrigation on barley yield in Karaj. MS Thesis, Department of Irrigation and Reclamation, Tehran University 126 pages. (In Parsian)
15- Stegman E.C. 1983. Irrigation scheduling: Applied timing criteria. In D. Hillel (ed). Advances in Irrigation.Vol 2. Academic Press, New york.
16- Stone J.F., Reaves H.E., and Garton J.E. 1982. Irrigation water conservation using wide- spaced furrows. Soil. Sci.Soc. Am. J., 43: 402- 411.
17- Wanjura D.F., Upcharch D.R., Mahan J.R., and Burke J.J. 2002. Cotton yield and applied water relationships under drip irrigation. Agric. Water Manage 55: 217-237.

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 1, Mar.-Apr. 2019, p. 12-21

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۸، ص. ۲۱-۱۲

Production Function and Sensitive Factor Cultivars of Cotton (Golestan and B557)

S. Mahmoom Salkuyeh[1*]- A. Hezarjeribi[2]- Gh. Ghorbabi Nasrabad[3]- M. Zakerinia[4]

Received: 10-11-2016
Accepted: 12-01-2019

Introduction: Deficit irrigation is a management strategy for increasing water productivity. The yield loss can be compensated by saving water consumption under deficit irrigation. Increasing water productivity is a key factor in removing the biggest challenge facing the agricultural sector in water-limited areas, which means less water production. In order to achieve this, awareness of the relationship between water and yield, known as production functions, can be of great help in this regard.

Materials and Methods: An experiment was carried out on a plot of 96 × 30 × 30 m2 based on a plot in a factorial arrangement in three replications. The main treatments consisted of six main hydrothermal treatments (0%, 33%, 66%, 85% 100% and 125% water requirement) and sub-treatments including four levels of fertilization (0%, 33%, 66% and 100% fertilizer requirement), and two cultivars named Golestan and B 557. Furthermore, the irrigation planning based on soil moisture discharge ranged from 5% to 70%. In this experiment, single branch sprinkler irrigation system was used, therefore 144 plots (6 water × 4 fertilizers × 2 digits × 3 repeats) were, created on the sides of the pipeline. On each cropping line, 20 cm spacing on each row and at a row spacing of 75 cm were cultivated. For each plot, the dimensions were 2.5 × 2.3 m (2.5 m in the direction of irrigation, and 3 m along the irrigation line). Soil samples were collected from each depth of 0-5, 20-20, 20-40 and 40-60 cm before each irrigation. The moisture content was determined by weighing method. Based on the physical properties of the soil (bulk density, percentage of moisture content in field capacity and wilting point), effective depth of root and field management (MAD) 60-70% (based on previous studies), the depth of irrigation water was calculated. 40% of N-fertilizer application was carried out prior to sowing and the remaining N-fertilizer was applied from flowering stage with first irrigation and based on different treatments. The irrigation time was determined by dividing the irrigation water depth by the intensity of the sprinklers. 6I treatment due to the close proximity to the sprinklers received the largest amount of water and treatment 1I received the lowest amount of water (rain) as it was situated outside of the spray nozzle radius. From the beginning of planting, the irrigation program was carried out according to the amount of soil moisture at the irrigation time of the 5I treatment (100% water requirement). Therefore, it is expected that treatment 6I has received water more than water requirement. The total amount of water received by each row of crops during the growth period was measured by placing a water collecting canal mounted on a tripod to a height of 1 meter. After irrigation, by using cylinders the depth of water collected in the cans was measured. Due to wind blowing during the day, irrigation was carried out at night, to maintain the uniformity of water distribution. The final harvesting operation was performed for all treatments and replicates on first and second of November. a relationship and the corresponding regression coefficients were obtained between the irrigated yield and the each cultivar and fertilizer level separately, .

Results and Discussion: The quadratic relationship was determined between the yield and the applied water. The coefficients values of the quadratic equation of production function were calculated for each fertilizer application and cultivars and were showed in Tables 5 and 6. The yield functions of cotton cultivars versus applied water were in the form of a second-order quadratic with a downward contraction. Initially, the gradient of the graph was high and then its intensity decreased indicating that water efficiency is much higher in irrigation. In addition, by increasing the amount of irrigation, the amount of the product reached to the peak value, and since then, a yield reduction was observed as applied water amount increased owing chiefly to N-leaching. The sensitivity coefficients for Golestan cultivars and 557 B were calculated at four levels of fertilizer

1, 2 and 4- M.Sc. in Irrigation and Drainage Engineering and Associate Professors Faculty of Water and Wine, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, Respectively
(*- Corresponding Author Email: Logsaleh@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Cotton Research Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Gorgan, Iran

according to the Doorenbos and Kassam formula. The average sensitivity coefficient for Golestan and B-557 was 1.18 and 1.27, respectively.

Conclusions: It can be concluded that the Golestan cultivar is less sensitive to water shortage as compared with B-557. These results can be used to optimize water use under water constraints.

Keywords: Cotton crop, Crop sensitivity to water ratio, Production function