

تأثیر مقادیر مختلف آب بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و تعیین تابع تولید پنبه

در استان مازندران

داود اکبری نودهی^{*1}

تاریخ دریافت: 89/8/12 تاریخ پذیرش: 90/1/24

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

* مسئول مکاتبه: Email: dakbarin@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد پنبه، تعیین تابع تولید و کارآیی مصرف آب، آزمایشی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار بر روی پنبه رقم ساحل و به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی باغ کلا مازندران به اجرا درآمد. تیمارهای آبیاری بر اساس صفر، 25، 50، 75، 100 و 125 درصد نیاز آبی، عملکرد پنبه را به طور معنی‌داری ($P < 0/01$) تحت تاثیر قرار دادند. تیمار I_0 (صفر درصد نیاز آبی) و I_3 (75 درصد نیاز آبی) به ترتیب با 1679 و 3099 کیلوگرم در هکتار، کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد در هکتار را داشتند، اما کارآیی مصرف آب در تیمار I_0 و کارآیی مصرف آب آبیاری در تیمار I_1 دارای بیش‌ترین مقدار بودند. در تیمار I_3 با 25 درصد کاهش آب مصرفی، کاهش عملکرد مشاهده نگردید، در حالی که در تیمار I_2 با کاهش 50 درصد میزان آب مصرفی (نسبت به نیاز کامل آبیاری، تیمار I_4)، عملکرد بطور معنی‌دار به میزان 15 درصد کاهش یافت. در نتیجه بر اساس نتایج این آزمایش، در زراعت پنبه به آبیاری کامل نیاز نبوده و 75 درصد نیاز آبی کفایت می‌کند.

واژه های کلیدی: استان مازندران، پنبه، تابع تولید پنبه، کم آبیاری، کارآیی مصرف آب

The Effect of Different Water Quantities on Yield, Water Use efficiency and Cotton Yield Function in Mazandaran Province, Iran

D Akbari Nodehi^{1*}

Received : 03 November 2010 Accepted : 13 April 2011
Faculty Member of Islamic Azad University Qaemshahr Branch, Iran
* Corresponding author : E-mail: dakbarin@yahoo.com

Abstract

To study the effect of deficit irrigation on cotton yield, determination of yield function and water use efficiency, an experiment was conducted based on randomized complete block design (RCBD) with four replications on cotton (Sahel variety) in BayeKola, Agricultural Research Station of Mazandaran Province during 2002 - 2003. Irrigation treatments based on 0, 25, 50, 75, 100 and 125% of water requirement, affected cotton yield significantly ($P < 0.01$). The highest and lowest cotton yield with 1679 and 3099 Kg/ha were obtained from I_0 treatment (0% of water requirement) and I_3 (75 % of water requirement), respectively; while the highest values of water use efficiency were belonged to I_0 and I_1 treatments. There was no yield reduction in I_3 with 25% less water requirement. While cotton yield in I_2 (with 50% water requirement) was decreased 15%, significantly as compared with I_4 (100% water requirement). Thus, full irrigation is not necessary for cotton irrigation in Mazandaran province, and irrigation with 75% of water requirement could be sufficient.

Keywords: Cotton yield, Deficit irrigation, Water use efficiency, Water-yield relation, Mazandaran province

مدیریت آبیاری باعث افزایش تولید به ازاء آب مصرفی شده و سطح زیر کشت اراضی زراعی افزایش می‌یابد (توکلی 1378). نکت و همکاران (2006) جهت بررسی کم آبیاری بر روی عملکرد پنبه پنج تیمار آبیاری شامل صفر، 30، 50، 70، و 100 درصد نیاز آبی را مورد بررسی قرار داده‌اند و مشاهده نمودند که تیمار 100 درصد نیاز آبی بیشترین عملکرد را داشته و مقدار IWUE و WUE به ترتیب برای تیمارهای مختلف بین $0/61-0/372 \text{ kg/m}^3$ و $0/77-1/4 \text{ kg/m}^3$ نوسان

مقدمه

کم آبیاری یکی از راهکارهای اساسی بهینه سازی مصرف آب در اراضی فاریاب است که در آن گیاهان زراعی عملاً به مقدار کمتر از نیاز آبی آبیاری می‌شوند و در نتیجه مقداری از محصول کاهش می‌یابد، ولی در مصرف آب صرفه جویی شده و می‌توان اراضی بیشتری را زیر کشت برد و در مجموع سود بیشتری را به دست آورد (هاول و همکاران 1984). در صورت محدود بودن منابع آب و زیاد بودن اراضی این روش

عملکرد و تبخیر- تعرق و غیر خطی بین عملکرد و مقدار آب آبیاری را ارائه دادند. هدف از این تحقیق تعیین مقدار بهینه آب مصرفی در شرایط محدودیت منابع آب، ارائه تابع تولید پنبه و تعیین کارایی مصرف آب در زراعت پنبه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین تابع تولید پنبه جهت مدیریت بهینه مصرف آب در مزرعه، آزمایشی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار و بمدت دو سال در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران (بایعکلا) به اجرا در آمد. این ایستگاه در شمال شهر نکا در عرض 36 درجه و 26 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 53 درجه و 30 دقیقه شرقی و ارتفاع چهار متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی منطقه 620 میلی‌متر، متوسط درجه حرارت منطقه 17 درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی 70 درصد و متوسط تبخیر از تشت 1300 میلی‌متر می‌باشد. مقدار باران موثر در سال 1381 برابر 80 میلی‌متر و برای سال دوم 97 میلی‌متر بود. بیشتر این بارندگی‌ها در اوایل فصل رشد اتفاق افتاد. بنابراین به علت رطوبت و بارندگی مناسب در اوایل فصل رشد و قبل از گلدهی و نیز جلوگیری از رشد علفی و تعادل بین رشد رویشی و زایشی، آبیاری از مرحله گلدهی به بعد شروع شد. خاک منطقه مورد آزمایش سیلتی-رسی بوده که در جدول 1 خصوصیات فیزیکی آن‌ها نشان داده شده است. کود مصرفی اوره بر اساس نتایج تجزیه خاک به میزان 150 کیلوگرم در هکتار تعیین و نصف کود مورد نیاز قبل از کشت و مابقی قبل از گلدهی اعمال گردید.

پنبه رقم ساحل در اواخر اردیبهشت و به میزان 40 کیلوگرم بذر در هکتار و بوسیله دست در روی خطوط به فاصله 20 سانتی متر و عمق پنج سانتی‌متر و فاصله بین خطوط 80 سانتی‌متر کشت گردید.

داشته است. انگلیش (1990) با بررسی بر روی محصولات مختلف مشاهده نموده است که کم آبیاری بسته به شرایط محیط و مکان انجام آزمایش، منجر به 15 تا 59 درصد سود خالص می‌شود و دریافت که با کاهش 43 درصد عمق آب مصرفی سود خالص نسبت به آبیاری کامل، کاهش نداشته است. هاول و همکاران (1984) با مطالعه دو حالت کم آبیاری و آبیاری کامل نشان دادند که با کاهش 27 درصد آب مصرفی تنها 10 درصد کاهش عملکرد مشاهده شده است. اکبری (1376) با تاثیر کم آبیاری بر روی چغندر قند بیان نموده که با کاهش 30 درصد میزان آب مصرفی نه تنها کاهش در عملکرد محصول چغندر قند مشاهده نشد، بلکه با این میزان کاهش 30 درصد می‌توان سطح زیر کشت محصول مورد نظر را 40 درصد افزایش داد. استون و همکاران (1982) 20 تا 50 درصد کاهش آب مصرفی را بدون اثر معنی‌دار بر عملکرد پنبه گزارش نمودند. در مورد تخمین عملکرد گیاه به ازای آب مصرفی تحقیقات زیادی صورت گرفته است. رادین و همکاران (1992) گزارش نمودند که با دو برابر کردن تعداد آبیاری در محدوده زمانی اوج گل‌دهی پنبه، عملکرد تا 25 درصد افزایش یافت. کپ‌کوریر و همکاران (2002) بیان نمودند، تابع تولید رابطه بین عملکرد محصول و آب بکار برده را نشان می‌دهد و اضهار داشتند که به واسطه نفوذ عمقی، تابع تولید به صورت غیر خطی می‌باشد. دورنبوس و کاسام (1979) نشان دادند که اگر رابطه محصول با تبخیر- تعرق در نظر گرفته شود، معمولاً این توابع خطی خواهند بود. اما اگر مقدار آب داده شده به زمین ملاک قرار گیرد، تابع تولید غالباً غیر خطی خواهد بود. وانجورا و همکاران (2002) به بررسی روابط آب مصرفی- عملکرد تحت سیستم قطره‌ای روی محصول پنبه پرداختند. روابط به دست آمده به صورت خطی بودند. اورگاز و همکاران (1992) تغییرات مقدار عملکرد پنبه نسبت به تبخیر- تعرق و مقدار آب آبیاری را بر روی چهار رقم پنبه مورد مطالعه قرار داده و رابطه خطی بین

جدول 1- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش.

pH	EC×10 ³ dS/m	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	نقطه پژمردگی دائم (درصد)	ظرفیت مزرعه (درصد)	عمق نمونه برداری (سانتی متر)
7/1	0/66	1/31	14/1	28/7	0-30
--	--	1/34	13/8	27/9	30-60
--	--	1/35	13/7	27/5	60-90

آبیاری (Y₀) و تقسیم بر آب آبیاری فصلی و به صورت زیر محاسبه گردید (هانگ و همکاران 2004):

$$I_{WUE} = (Y_I - Y_0) / I$$

که Y_I مطابق با تیمارهای I₁, I₂, I₃, I₄, I₅ و Y₀ مطابق با تیمار I₀ می باشد. در نهایت برداشت محصول طی سه چین و از دو ردیف میانی هر تیمار به طول 2/5 متر و بوسیله دست انجام شد. داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه و میانگین های تیمارها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین های عملکرد و ش پنبه، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب آبیاری، در تولید پنبه برای دو سال آزمایش و نتایج تجزیه مرکب دو ساله آزمایش در جدول های 2 تا 5 نشان داده شده است. بر اساس جدول 2، اثر تیمارهای آبیاری در هر دو سال آزمایش بر عملکرد محصول، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب آبیاری در سطح آماری یک درصد (P < 0/01) معنی دار بود. تجزیه مرکب داده ها نشان می دهد که اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد محصول، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب آبیاری در میانگین دو سال در سطح آماری یک درصد معنی دار بود. اما اثر متقابل تیمار آبیاری با سال معنی دار نگردید (جدول 3).

تنک کاری سه هفته بعد از کاشت (هنگام سه برگه شدن) انجام گرفت. تیمارهای آبیاری شامل صفر (بدون آبیاری)، 25، 50، 75، 100 و 125 درصد نیاز آبی گیاه بودند. هرکرت شامل 6 ردیف کشت به طول 15 متر بود. آبیاری به صورت شیار در کرت بوده و حجم آب آبیاری با استفاده از کنتور حجمی اندازه گیری شد. زمان آبیاری بر اساس 60 درصد تخلیه مجاز رطوبت و مقدار آب آبیاری بر مبنای رساندن رطوبت خاک تا عمق ریشه (عمق ریشه بسته به مراحل رشد گیاه متفاوت در نظر گرفته شده است) به حد ظرفیت مزرعه محاسبه گردید. آبیاری برای سال اول در 23 تیر و در سال دوم در 18 تیر صورت گرفت. کارایی مصرف آب (WUE) طبق روش استفاده شده توسط هانگ و همکاران (2004) و با فرمول $WUE = Y/ET$ تعیین گردید. در این معادله Y عملکرد و ش و ET تبخیر و تعرق واقعی می باشد که برای هر تیمار جداگانه با استفاده از معادله بیلان آب با فرمول $ET = P + I + \Delta S - D_p$ بدست آمد. در این معادله ΔS تغییرات ذخیره آب در ابتدا و انتهای فصل رشد (mm)، P بارندگی (mm) مقدار نفوذ عمقی (mm) و I مقدار آب آبیاری (mm) هستند. از آنجا که مقدار آب آبیاری فقط به اندازه رساندن رطوبت خاک تا رطوبت ظرفیت مزرعه مورد استفاده قرار گرفته است، بنابراین از مقدار آب زهکشی شده صرف نظر گردیده است، جز در تیمار 125 درصد که مقدار آب زهکشی شده از تفاضل ظرفیت مزرعه و مقدار آب داده شده بدست آمد. کارایی مصرف آب آبیاری (I_{WUE}) با کم کردن عملکرد هر یک از تیمارها (Y_I) از تیمار بدون

جدول 2- تجزیه واریانس سالانه عملکرد پنبه، کارایی مصرف آب (WUE) و کارایی مصرف آب آبیاری (IWUE) در تولید پنبه تحت تاثیر تیمارهای آبیاری طی سالهای 1381 و 1382

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
1382			1381				
IWUE	WUE	عملکرد پنبه	IWUE	WUE	عملکرد پنبه		
0/031 ^{ns}	0/005 ^{ns}	9338 ^{ns}	0/069 ^{ns}	0/001 ^{ns}	6052 ^{ns}	3	تکرار
0/311 ^{**}	0/3 ^{**}	1706450 ^{**}	0/534 ^{**}	0/644 ^{**}	1324325 ^{**}	5	تیمارهای آبیاری
0/026	0/007	107405	0/048	0/011	93309	15	خطا
18/8	10/7	12/8	14/8	12/3	12		ضریب تغییرات (%)

ns: غیر معنی دار و ** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد (P<0/01)

جدول 3- تجزیه واریانس مرکب عملکرد پنبه، کارایی مصرف آب (WUE) و کارایی مصرف آب آبیاری (IWUE) در تولید پنبه تحت تاثیر تیمارهای آبیاری طی سالهای 1381 و 1382

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
IWUE	WUE	عملکرد پنبه		
0/012	0/058	11841	1	سال
0/014	0/003	12766	6	تکرار در سال
5/361 ^{**}	0/908 ^{**}	2868042 ^{**}	5	تیمارهای آبیاری
0/144 ^{ns}	0/035 ^{ns}	122739 ^{ns}	5	تیمار آبیاری × سال
0/031	0/009	97913	30	خطا
16/1	11/6	12/3		ضریب تغییرات (%)

ns: غیر معنی دار و ** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد (P<0/01)

برابر با 3099 کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در تیمار I₀ برابر با 1679 کیلوگرم در هکتار به دست آمد. تابع آب - عملکرد از نوع درجه دوم در شکل 1 نشان داده شده است. بر اساس شکل مزبور، رابطه کلی روند افزایشی از تیمار I₀ تا I₃ با شیب زیاد، از I₃ تا I₄ با شیب کم و روند کاهشی از تیمار I₄ به I₅ مشاهده می شود. کاهش شیب منفی از I₄ به I₅ می تواند به دلیل اثرات زیاد نفوذ عمقی و افزایش ریزش غوزه باشد. لیو و همکاران (2002)، کیپ کوریو و همکاران (2002)، نورود (2000) و اورگاز و همکاران (1992) نتایج مشابهی را گزارش کردند. مطابق جدول 6 دامنه تغییرات عملکرد در

مقایسه میانگین های سالانه آزمایش (جدول 4) و نیز میانگین دو سال (جدول 5) نشان می دهد که مقدار عملکرد پنبه در تیمارهای مختلف در سطح یک درصد معنی دار بوده است (p<0/01). بر اساس داده های جدول 5 عملکرد پنبه از تیمار I₄ به I₅ کاهش داشته است. نتایج بیانگر آن است که در تیمار I₅ به خاطر آبیاری بیش از حد، رشد علفی گیاه بیشتر و رشد زایشی کمتر شده و در نتیجه تعداد غوزه ها کاهش و پوسیدگی غوزه بیشتر شده که در نهایت باعث کاهش نسبی عملکرد گردید. مطابق این جدول، بیشترین میانگین عملکرد در تیمار I₃

جدول 4- مقایسه میانگین‌های عملکرد پنبه، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب آبیاری تحت تاثیر تیمارهای آبیاری طی سال‌های 1381 و 1382

1382			1381			تیمارهای آبیاری
IWUE (kg/m ³)	WUE (kg/m ³)	عملکرد پنبه (kg/ha)	IWUE (kg/m ³)	WUE (kg/m ³)	عملکرد پنبه (kg/ha)	
---	0/86 ^a	1660 ^d	----	1/02 ^a	1698 ^d	I ₀
0/79 ^a	0/66 ^b	2156 ^c	1/07 ^a	0/81 ^b	2455 ^c	I ₁
0/64 ^{ab}	0/52 ^c	2563 ^{bc}	0/69 ^b	0/58 ^c	2654 ^{bc}	I ₂
0/62 ^{ab}	0/49 ^c	3063 ^{ab}	0/61 ^b	0/51 ^c	3134 ^a	I ₃
0/5 ^{bc}	0/4 ^d	3079 ^a	0/41 ^{bc}	0/31 ^d	2914 ^{ab}	I ₄
0/35 ^c	0/32 ^e	2970 ^{ab}	0/26 ^c	0/3 ^e	2662 ^{bc}	I ₅

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول 5- مقایسه میانگین‌های دو ساله عملکرد پنبه، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب آبیاری تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

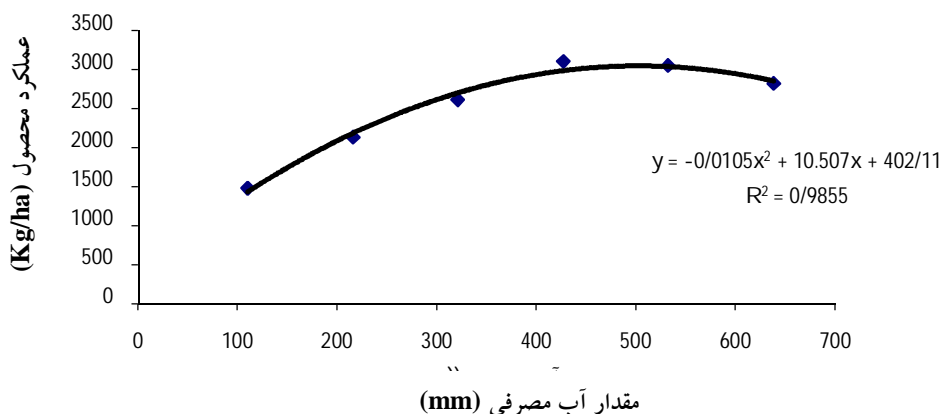
1381-1382					
IWUE (kg/m ³)	WUE (kg/m ³)	عملکرد پنبه (kg/ha)	عمق آب آبیاری (mm)	تعداد آبیاری	تیمارهای آبیاری
----	0/94 ^a	1679 ^c	0	0	I ₀
0/93 ^a	0/73 ^b	2305 ^b	88	3	I ₁
0/64 ^b	0/55 ^c	2608 ^{ab}	176	3	I ₂
0/61 ^b	0/5 ^c	3099 ^a	264	3	I ₃
0/49 ^c	0/39 ^d	3047 ^{ab}	352	3	I ₄
0/31 ^c	0/31 ^d	2816 ^{ab}	440	3	I ₅

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد

کاهش عملکرد نسبت به تیمارهای ماقبل خود نشان داده‌اند. میانگین کارایی مصرف آب (WUE) برای دو سال آزمایش در جدول 4 نشان داده شده است. مقدار میانگین دو ساله WUE مطابق جدول 5 بین 0/3 تا 0/94 کیلو گرم در مترمکعب (به ترتیب در تیمارهای I₀ و I₅ مربوط به سال 81) متغیر بوده است.

تیمارهای مختلف بین 1660 تا 3179 کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در تیمارهای I₀ و I₅ مربوط به سال 82 با مقادیر آب مصرفی به ترتیب 90 و 360 میلی‌متر) متغیر بوده است که با آنچه که ضیغمی گل (1378) در گرگان با مقادیر 1440 تا 3140 کیلوگرم در هکتار بدست آورده مطابقت دارد.

همچنین در جدول 6 مقایسه بین میانگین عملکرد در تیمارهای مختلف نشان داده شده است. در تیمار I₁ نسبت به تیمار قبلی (I₀) 37 درصد، I₂، I₃، I₄ و I₅ درصد و تیمار I₅ 19 درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار ماقبل و تیمارهای I₄ و I₅ به ترتیب 3/2 و 6 درصد



شکل 1- تغییرات عملکرد وش در تیمارهای مختلف آبیاری

جدول 6- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد پنبه (kg/ha)

سال	I ₀	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	میانگین
81	1698	2455	2654	3134	2914	2662	2549/5
82	1660	2156	2563	3063	3079	2970	2569
متوسط	1679	2306	2608	3099	2997	2816	
درصد افزایش	37	13/1	19	3/2	6		

WUE را کمتر کاهش داده است. بنابراین تیمار I₀ دارای بیشترین کارایی مصرف آب و بعد از آن تیمار I₁ قرار دارد. هانگ و همکاران (2004) نیز بیان نمودند که کارایی مصرف آب در مقادیر کم آبیاری بسیار بیشتر است.

مطابق جدول 7 مقدار کارایی مصرف آب در تیمار I₁ نسبت به تیمار قبلش (I₀) 22/3 درصد، تیمار I₂، 24/7 درصد، تیمار I₃، 9/1 درصد تیمار I₄، 22 درصد و تیمار I₅، 20/5 درصد نسبت به تیمارهای ماقبل خود کاهش داشته است، که تیمار I₃ نسبت به تیمارهای دیگر

جدول 7- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب (WUE)

سال	I ₀	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	میانگین
81	1/02	0/81	0/58	0/51	0/31	0/3	0/6
82	0/86	0/66	0/52	0/49	0/4	0/32	0/57
متوسط	0/94	0/73	0/55	0/5	0/35	0/31	
درصد کاهش	22/3	24/7	9/1	22	11/4		

جدول 8 نشان داده شده است که تیمار I₂ نسبت به تیمار قبلی (I₁)، 32 درصد، تیمار I₃، 4/7 درصد، تیمار I₄، 20 درصد و تیمار I₅، 39 درصد نسبت به تیمارهای ماقبل خود کاهش داشته است. نکدت و همکاران

کارایی مصرف آب آبیاری برای دو سال آزمایش در جدول 8 نشان داده شده است. مقادیر IWUE بین 0/26 تا 1/07 kg/m³ در بین تیمارهای مختلف متغیر بوده است. مقدار متوسط آن 0/71 می باشد. همچنین در

آورد. ضمن این که با کاهش میزان آب مصرفی می‌توان سطح زیر کشت محصول مورد نظر و یا همزمان محصولات دیگر را توسعه داد (توکلی 1378). از طرفی با افزایش قیمت آب مصرفی از میزان سودمندی محصول کاسته می‌شود و با توجه به اینکه هزینه استحصال آب دائماً در حال افزایش است اعمال مدیریت کم آبیاری اهمیت خاصی می‌یابد. از طرفی می‌توان کارایی مصرف آب را با اعمال مدیریت کم آبیاری افزایش داد.

(2006) مقدار متوسط 0/76 کیلوگرم در مترمکعب را گزارش کردند.

بر اساس نتایج این تحقیق مشاهده می‌گردد که با کاهش 25 درصدی مقدار آب مصرفی عملاً کاهش عملکرد محصول مشاهده نگردیده است. همچنین با کاهش 50 درصد آب مصرفی تنها 15 درصد کاهش عملکرد مشاهده شده است. بر اساس نتایج این آزمایش، نیازی به آبیاری کامل محصول پنبه نیست و می‌توان با کم آبیاری تا میزان 50 درصد عملکرد مناسب بدست

جدول 8- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب آبیاری (IWUE)

سال	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	میانگین
81	1/07	0/65	0/61	0/48	0/26	0/62
82	0/81	0/63	0/61	0/5	0/34	0/79
متوسط	0/94	0/64	0/61	0/49	0/3	
درصد کاهش		32	4/7	20	39	

منابع مورد استفاده

اکبری م 1376. تاثیر کم آبیاری بر عملکرد چغندر قند. نهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران کمیته ملی آبیاری و زهکشی. صفحه‌های 266 تا 279.

توکلی ع 1378. ارایه برخی توصیه‌های تحقیقاتی-کاربردی، پیرامون کم آبیاری. هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. 10-12 اسفند. دانشگاه شهید باهنر کرمان. صفحه‌های 120 تا 128.

ضیغمی گل ر. 1378. بررسی اثرات کم آبیاری روی محصول پنبه و تعیین تابع تولید در منطقه گرگان. هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. 10-12 اسفند. دانشگاه شهید باهنر کرمان. صفحه‌های 141 تا 152.

Doorenbos J and Kassam AH, 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper, No 33.

English MJ, 1990. Deficit Irrigation. I : Analytical framework .J Irrig and Drain Eng ASCE. 11(3): 344- 411.

Howell TA, Davis KR, McCormick RL, Yamada H, Walhood VT and Meek DW, 1984. Water use efficiency of narrow row cotton. Irrig Sci 5: 195-214.

Huang M, Callich J and Zhong L, 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the Loes Plateau of China. Irrig Sci 23: 47-54.

- Kipkorir KK, Reas D and Massawe B, 2002. Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in Perkerra, Kenya. *Agric Water Manage* 56: 229-240.
- Liu WZ, Hansaker DJ, Li YS, Xie XQ and Wall GW, 2002. Interrelations of yield, evapotranspiration and water use efficiency from marginal analysis of water production functions. *Agric Water Manage* 56: 143-151.
- Necdet D, Yılmaz E, Sezgin F and Gürbüz T, 2006. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. *Agric Water Manag* 82: 63-85.
- Norwood CA, 2000. Water use and yield of limited-irrigation and dryland corn. *Soil Sci Society America J* 64: 364-370.
- Orgaz F, Mateas L and Fereres E, 1992. Season length and cultivar determine the optimum evapotranspiration deficit in cotton. *Agron J* 65: 464-467.
- Radin JW, Reaves LL, Mauney JR and French OF, 1992. Yield enhancement in cotton by frequent irrigation during fruiting. *Agron J* 84: 551-557.
- Stone JF, Reaves HE and Garton JE, 1982. Irrigation water conservation using wide-spaced furrows. *Soil Sci* 43: 402-411.
- Wanjura DF, Upcharch DR, Mahan JR and Burke JJ, 2002. Cotton yield and applied water relationships under drip irrigation. *Agric Water Manage* 55: 217-237.