بررسی اثرات کم آبیاری روی محصول پنبه و تعیین تابع تولید در استان مازندران

داود اکبری نودهی[۱]، غلامرضا علیزاده[۲]، اسماعیل پورثانی[۳]

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

dakbarin@yahoo.com

۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

۳- معاونت آب و خاک جهاد کشاورزی

چکیده

به منظور بررسی اثرات کم آبیاری و تعیین تابع تولید و بهبود راندمان مصرف آب و حصول عملکرد مناسب پنبه، آزمایشی بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل شش تیمار آبی، در چهار تکرار بر روی پنبه‌ی رقم ساحل و به مدت دو سال(۱۳۸۲، ۱۳۸۱) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بابع کلا مازندران به اجرا در آمد. نتیجه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین های دو سال آزمایش نشان می دهد، اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد پنبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد($\alpha\leq$۰/۰۱). تیمارهای آبی بر اساس ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به اجرا در آمدند. تیمار I_0 (صفر درصد نیاز آبی) و I_3 (۷۵ درصد نیاز آبی) به ترتیب با ۱۶۷۹ و ۳۰۹۹ کیلوگرم در هکتار کمترین و بیشترین عملکرد در هکتار را داشته اند، اما راندمان مصرف آب در تیمار I_0 و راندمان مصرف آب آبیاری در تیمار I_1 دارای بیشترین مقدار می باشند. هم‌چنین مشاهده می‌گردد که در تیمار I_3 با ۲۵ درصد کاهش آب مصرفی کاهش عملکردی مشاهده نگردیده و در تیمار I_2 با کاهش ۵۰ درصد میزان آب مصرفی(نسبت به نیاز کامل آبیاری تیمار،I_4) حدود ۱۵ درصد کاهش عملکرد ایجاد می‌شود. در نتیجه بر اساس نتایج این آزمایش، نیاز به آبیاری کامل محصول پنبه نبوده و ۵۰ درصد نیاز آبی کفایت می‌کند.

کلمات کلیدی:کم آبیاری،عملکردپنبه، راندمان مصرف آب،تابع تولید، استان مازندران.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کم آبیاری یکی از راه کارهای اساسی بهینه‌سازی مصرف آب در اراضی فاریاب است که در آن گیاهان زراعی به طور عملی به مقدار کمتر از حداکثر لازم، آبیاری می‌شوند و در نتیجه مقداری از محصول کاهش خواهد یافت ولی در مصرف آب صرفه‌جویی شده و می‌توان اراضی بیشتری را زیر کشت برده و سود بیشتری را به دست آورد (English & Raja, 1996). در مورد کم آبیاری در نقاط مختلف دنیا محققین مختلفی عنوان می کنند که در شرایط محدود بودن منابع آب و زیاد بودن اراضی این روش ر مدیریت آبیاری باعث افزایش تولید پنبه به ازاء آب مصرفی شده و سطح زیر کشت اراضی زراعی را افزایش خواهد داد.

در کشور هند بصورت گسترده از کم آبیاری استفاده می‌شود. به صورتی که میزان آب مصرفی تحویلی در برخی از شبکه های آبیاری تنها ۲۰ تا ۲۵ درصد کل نیاز آبی می‌باشد(اکبری، ۱۳۷۶ – توکلی، ۱۳۷۸).

(Necdet & all, 2006) در ترکیه جهت بررسی کم آبیاری بر روی عملکرد پنبه پنج تیمار ۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، و ۱۰۰ درصد نیاز آبی را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی بیشترین عملکرد را داشته و مقدار I_{WUE} و WUE به ترتیب برای تیمارهای مختلف بین ۰/۷۲ kg/m^3-۰/۶۱ و ۱/۴ kg/m^3-۰/۷۷ نوسان داشته است (۹).

(English, 1990) با بررسی بر روی محصولات مختلف مشاهده نمود، کم آبیاری بسته به شرایط محیط و مکان انجام آزمایش، منجر به ۱۵ تا ۵۹ درصد سود خالص می‌شود و بیان کرد با کاهش ۴۳٪ عمق آب مصرفی سود خالص نسبت به آبیاری کامل، کاهش نداشته است.

(Hawell & all, 1984) با مطالعه‌ی دو حالت کم آبیاری و آبیاری کامل نشان دادند که با کاهش ۲۷٪ آب مصرفی تنها ۱۰٪ کاهش عملکرد مشاهده شده است.

(اکبری،۱۳۷۲) با تاثیر کم آبیاری بر روی چغندرقند بیان نمود با کاهش۳۰٪ میزان آب مصرفی کاهشی در عملکرد محصول مشاهده نشده است و خاطر نشان ساخت که با کاهش ۳۰٪ آب مصرفی می‌توان سطح زیر کشت محصول مورد نظر را ۴۰٪ افزایش داد.

هدف از این تحقیق تعیین مقدار بهینه آب مصرفی در شرایط محدودیت منابع آب و ارایه تابع تولید پنبه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین تابع تولید پنبه جهت مدیریت بهینه‌ی مصرف آب در مزرعه، آزمایشی بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۶ تیمار آبیاری، در چهار تکرار و به مدت ۲ سال در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران (بایکلا) به اجرا در آمد. این ایستگاه در شمال شهر نکا در عرض ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۳ دقیقه‌ی شرقی و ارتفاع ۴ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی منطقه ۶۲۰ میلی متر، متوسط درجه حرارت منطقه ۱۷ درجه سانتی گراد، متوسط رطوبت نسبی ۷۰٪ و متوسط تبخیر از تشت ۱۳۰۰ میلی متر می‌باشد. خاک منطقه‌ی مورد آزمایش سیلتی-رسی بوده که در جدول ۱ خصوصیات فیزیکی آن‌ها نشان داده شده است.

جدول۱: خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری(cm)	ظرفیت مزرعه(٪)	نقطه‌ی پزمردگی دایم(٪)	وزن مخصوص ظاهری(gr/cm^3)
۰-۳۰	۲۸/۷	۱۴/۱	۱/۳۱
۳۰-۶۰	۲۷/۹	۱۳/۸	۱/۳۴

تیمارهای آبیاری به ترتیب شامل، ۰(بدون آبیاری)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه (مقدار آب به کار برده شده در ۱۰۰ درصد نیاز آبی) بوده اند. آبیاری تیمارها به صورت شیاری و با استفاده از کنتور حجمی و در کرت‌هایی به ابعاد ۴/۸×۱۵ متری انجام گردید. زمان آبیاری بر اساس ۶۰٪ تخلیه مجاز رطوبت و مقدار آب آبیاری بر مبنای رساندن رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری به حد ظرفیت مزرعه محاسبه گردید.

پنبه در اواخر اردیبهشت ماه به میزان ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار، به وسیله‌ی دست روی خطوطی که ۱۰ سانتی متر فاصله، ۵ سانتی متر عمق و دارای فاصله‌ی خطوط ۸۰ سانتی متر بودند کشت گردید. تنک کاری ۳ هفته بعد از کاشت (هنگام ۳ برگه شدن) انجام و فاصله بوته در روی ردیف‌های کشت در ۲۰ سانتی متری تثبیت گردیدند.

Archive of SID

www.SID.ir

راندمان مصرف آب(WUE) بصورت زیر بیان می‌گردد(۸):

$$WUE=Y/ET$$

که در آن:

Yعملکرد وش و ET تبخیر و تعرق واقعی می‌باشد که برای تیمارهای جداگانه با استفاده از معادله‌ی بیلان آب به صورت زیر به دست آمد:

$$ET=P+I+\Delta S-Dp$$

که در آن:

ΔS تغییرات ذخیره‌ی آب در ابتدا و انتهای فصل رشد(mm)، P بارندگی(mm) و I مقدار آب آبیاری(mm) می‌باشد. Dp آب زهکشی شده که در این آزمایش به جز تیمارهای با ۱۰۰ و ۱۲۵٪ نیاز آبی از بقیه‌ی تیمارها به علت ناچیز بودن آب زهکشی شده، از آن صرف نظر شده است.

راندمان مصرف آب آبیاری(I_{WUE}) با کم کردن عملکرد هر یک از تیمارها (Y_I) از تیمار بدون آبیاری(Y_0) و تقسیم بر آب آبیاری فصلی و به صورت زیر محاسبه گردید(Huang & all , 2004):

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

که Y_I مطابق با تیمارها I_5 ،I_1 ،I_2 ،I_3 ،I_4 ، و Y_0 مطابق با تیمار I_0 می‌باشد.

مقدار رطوبت خاک به صورت هفتگی و به روش وزنی تا عمق ۶۰ سانتی متری در هر تیمار در طول مدت آزمایش اندازه‌گیری گردید.

در نهایت برداشت محصول طی دو چین و از دو ردیف میانی هر تیمار به طول ۵ متر و به وسیله‌ی دست انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

جدول تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین‌های عملکرد وش، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری، در تولید پنبه برای دو سال آزمایش را ارایه می دهد و نتایج مرکب دو ساله‌ی آزمایش در جدول‌های ۲ تا ۵ نشان داده شده است. بر اساس جدول ۲، اثر تیمارهای آبیاری در هر دو سال آزمایش بر عملکرد محصول، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری در سطح آماری یک درصد($P<0/01$) سیار معنی‌دار بوده است. تجزیه‌ی مرکب نتایج نیز نشان می دهد که اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد محصول، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری در طی دو سال در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. اما اثر تیمار آبیاری و اثر متقابل سال در آبیاری معنی‌دار نبوده است(جدول ۳).

جدول۲- تجزیه‌ی واریانس عملکرد پنبه، راندمان مصرف آب WUE و راندمان آب آبیاری(I_{WUE}) در تولید پنبه (۸۱، ۸۲)

منابع تغییرات	درجه آزادی	۱۳۸۱				۱۳۸۲	
		عملکرد پنبه	WUE	میانگین مربعات I_{WUE}	عملکرد پنبه	WUE	I_{WUE}
تکرار	۳	۶۰۵۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۶۹^{ns}	۹۳۳۸^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۳۱^{ns}
تیمارهای آبیاری	۵	۱۳۲۴۳۲۵**	۰/۶۴۴**	۰/۵۳۴**	۱۷۰۶۴۵۰**	۰/۳**	۰/۳۱۱**
خطا	۱۵	۹۳۳۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۴۸	۱۰۷۴۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۲۶
ضریب تغییرات(٪)		۱۲	۱۲/۳	۱۴/۸	۱۲/۸	۱۰/۷	۱۸/۸

ns:غیر معنی‌دار **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد($P<0/01$)

جدول۳-تجزیه‌ی واریانس عملکرد پنبه، راندمان مصرف آب WUE و راندمان آب آبیاری(I_{WUE}) در تولید پنبه (۸۲-۸۱)

منابع تغییرات	درجه آزادی	۱۳۸۱-۱۳۸۲		
		عملکرد پنبه	میانگین مربعات WUE	I_{WUE}
سال	۱	۴۲۹۵	۰/۰۵۸	۰/۰۰۸
تیمارهای آبیاری	۵	۲۹۲۴۶۷۷**	۰/۹۰۸**	۰/۸۱۱**
تیمار آبیاری در سال	۵	۱۰۶۰۹۹^{ns}	۰/۰۳۵^{ns}	۰/۰۳۳^{ns}
خطا	۳۳	۹۲۵۲۶	۰/۰۰۸	۰/۰۳۵
ضریب تغییرات(٪)		۱۱/۹	۱۱	۱۷/۵

ns:غیر معنی‌دار **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد($P<0/01$)

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه‌ی میانگین‌های دو سال آزمایش(جدول۴) و نیز متوسط دو سال(جدول۵) نشان می دهد که مقدار عملکرد پنبه در تیمارهای مختلف در سطح یک درصد معنی بوده است($p<0/01$). مطابق جدول ۵ تیمارهای I2 و I5 یکسان و تیمارهای I3و I4 در یک سطح بوده اند. حداکثر عملکرد پنبه در تیمار I4 به دست آمد. در تیمارهای I5 وI4 با افزایش میزان آب آبیاری عملکرد محصول کاهش نشان داده است (Norwood, 2000 – Orgaz & all, 1992).

شکل ۱ نشان می‌دهد که منحنی تابع تولید با یک شیب تند شروع می‌شود و سپس به تدریج از شیب آن کاسته می‌شود. به عبارت ساده‌تر کارایی مصرف آب در مقادیر کم آبیاری بسیار بیشتر است (Huang & all, 2004).

جدول۴- مقایسه‌ی میانگین‌های عملکرد پنبه، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری در تولید پنبه

تیمارهای آبیاری	۱۳۸۱			۱۳۸۲		
	عملکرد پنبه(kg/ha)	WUE(kg/m3)	I_{WUE}(kg/m3)	عملکرد پنبه(kg/ha)	WUE(kg/m3)	I_{WUE}(kg/m3)
I_0	d۱۶۹۸	a۱/۰۲	----	d۱۶۶۰	a۰/۸۶	---
I_1	c۲۴۵۵	b۰/۸۱	a۱/۰۷	c۲۱۵۶	b۰/۶۶	a۰/۷۹
I_2	bc۲۶۵۴	c۰/۵۸	b۰/۶۹	bc۲۵۶۳	c۰/۵۲	ab۰/۶۴
I_3	a۳۱۳۴	c۰/۵۱	b۰/۶۱	ab۳۰۶۳	c۰/۴۹	ab۰/۶۲
I_4	ab۲۹۱۴	d۰/۳۱	bc۰/۴۱	a۳۰۷۹	d۰/۴	bc۰/۵
I_5	bc۲۶۶۲	e۰/۳	c۰/۲۶	ab۲۹۷۰	e۰/۳۲	c۰/۳۵

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵-مقایسه‌ی میانگین های عملکرد پنبه، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری در تولید پنبه

		۱۳۸۱-۱۳۸۲		
تیمارهای آبیاری	عمق آب آبیاری(mm)	عملکرد پنبه(kg/ha)	WUE(kg/m3)	I_{WUE}(kg/m3)
I_0	۰	۱۶۷۹d	۰/۹۴a	-----
I_1	۸۸	۲۳۰۵c	۰/۷۳b	۰/۹۳a
I_2	۱۷۶	۲۶۰۸b	۰/۵۵c	۰/۶۴b
I_3	۲۶۴	۳۰۹۹a	۰/۵c	۰/۶۱b
I_4	۳۵۲	۳۰۴۷a	۰/۳۹d	۰/۴۹bc
I_5	۴۴۰	۲۸۱۶ab	۰/۳۱d	۰/۳۱c

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

مطابق جدول ۶ دامنه‌ی تغییرات عملکرد در تیمارهای مختلف بین ۱۶۶۰ تا ۳۱۷۹ کیلوگرم در هکتار (به ترتیب در تیمارهای I_5 و I_0 مربوط به سال ۸۲) با مقادیر آب مصرفی به ترتیب ۹۰ و ۳۶۰ میلی متر متغیر بوده است، که با آن چه که (ضیغمی گل،۱۳۷۷) در گرگان با مقادیر ۱۴۴۰ تا ۳۱۴۰ کیلوگرم در هکتار به دست آورده مطابقت دارد (ضیغمی گل، ۱۳۷۸).

جدول۶- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد (kg/ha) پنبه‌ی رقم ساحل

سال	I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	میانگین
۸۱	۱۶۹۸	۲۴۵۵	۲۶۵۴	۳۱۳۴	۲۹۱۴	۲۶۶۲	۲۵۴۹/۵
۸۲	۱۶۶۰	۲۱۵۶	۲۵۶۳	۳۰۶۳	۳۱۷۹	۲۹۷۰	۲۵۶۹
متوسط	۱۶۷۹	۲۳۰۶	۲۶۰۸	۳۰۹۹	۳۰۴۷	۲۸۱۶	
درصد افزایش		۳۷	۳۲	۱۹	۱/۷	۷/۶	

Archive of SID

www.SID.ir

در جدول فوق مقایسه‌ی بین میانگین عملکرد در تیمارهای مختلف نشان داده شده است. در تیمار I_1، نسبت به تیمار قبلی(I_0) ۳۷٪، I_2، ۳۲٪ و تیمار I_3، ۱۹٪ افزایش عملکرد و تیمارهای I_4،I_5 به ترتیب ۱/۷ و ۷/۶ درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمارهای ماقبل خود نشان داده اند.

میانگین مصرف آب(WUE) برای دو سال آزمایش در جدول ۴ و شکل ۲ نشان داده شده است. مقدار WUE مطابق جدول ۵ بین ۰/۳ تا ۰/۹۴ کیلو گرم در مترمکعب (به ترتیب در تیمارهای I_5 و I_0 مربوط به سال ۸۱) متغیر بوده است که این مقادیر با آن چه توسط محققین دیگر ارایه گشته مطابقت دارد (Necdey & all, 2006 – Yazar & all, 2002). مطابق جدول ۷ مقدار راندمان مصرف آب در تیمار I_1 نسبت به تیمار قبلش(I_0) ۲۱٪، تیمار I_2، ۲۴٪، تیمار I_3، ۱۰٪، تیمار I_4، ۲۲٪ و تیمار I_5، ۲۳٪ نسبت به تیمارهای ماقبل خود کاهش داشته است، که تیمار I_3 نسبت به تیمارهای دیگر WUE را کمتر کاهش داده است.

جدول۷- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر راندمان مصرف آب (WUE) در پنبه‌ی رقم ساحل

سال	I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	میانگین
۸۱	۱/۰۲	۰/۸۱	۰/۵۸	۰/۵۱	۰/۳۷	۰/۳	۰/۶
۸۲	۰/۸۶	۰/۶۶	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۴	۰/۳۲	۰/۵۷
متوسط	۰/۹۴	۰/۷۳	۰/۵۵	۰/۵	۰/۳۹	۰/۳۱	
درصد افزایش		۲۱	۲۴	۱۰	۲۲	۲۳	

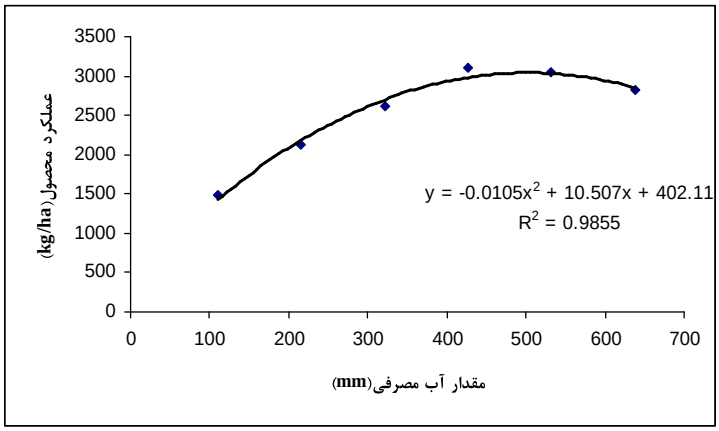
راندمان مصرف آب آبیاری برای دو سال آزمایش در جدول ۸ نشان داده شده است. مقادیر I_{WUE} بین ۰/۲۶ تا ۱/۰۷kg/m^3 در بین تیمارهای مختلف متغیر بوده است. هم‌چنین در جدول ۸ نشان داده شده است که تیمار I_2 نسبت به تیمار قبلی(I_1)، ۳۲٪، تیمار I_3 ،۴/۷٪، تیمار I_4، ۲۰٪ و تیمار I_5، ۳۹٪ نسبت به تیمارهای ماقبل خود کاهش داشته است.

جدول۸- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر راندمان مصرف آب آبیاری (I_{WUE})

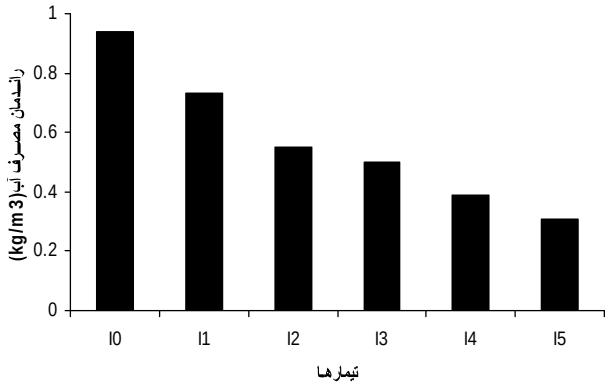
سال	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	میانگین
۸۱	۱/۰۷	۰/۶۵	۰/۶۱	۰/۴۸	۰/۲۶	۰/۶۲
۸۲	۰/۸۱	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۵	۰/۳۴	۰/۷۹
متوسط	۰/۹۴	۰/۶۴	۰/۶۱	۰/۴۹	۰/۳	
درصد افزایش		۳۲	۴/۷	۲۰	۳۹	

Archive of SID

www.SID.ir

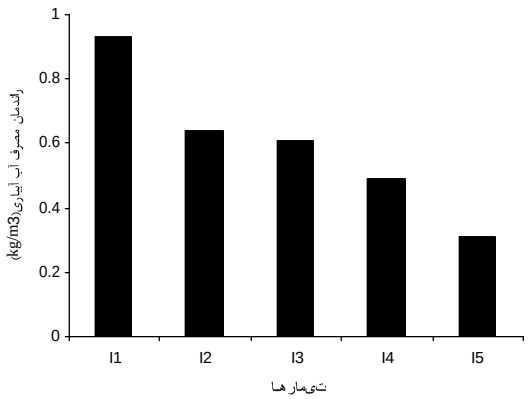


شکل۱- تغییرات عملکرد وش پنبه‌ی رقم ساحل در تیمارهای مختلف



شکل۲-تغییرات راندمان مصرف آب (WUE)

در تیمارهای مختلف



شکل۳-تغییرات راندمان مصرف آب آبیاری(I_{WUE})

در تیمارهای مختلف

www.SID.ir

بحث

براساس نتایج این پژوهش مشخص گردید با کاهش ۲۵ درصدی مقدار آب مصرفی به طور عملی کاهش عملکرد محصول مشاهده نشده است.که این مقدار وسط محققین دیگری نیز به دست آمده است (Allen & all, 1998). هم‌چنین با کاهش ۵۰ درصد آب مصرفی تنها ۱۵ درصد کاهش عملکرد مشاهده گردیده است. بر اساس نتایج این آزمایش، نیاز به آبیاری کامل محصول پنبه نبوده و می‌توان با کم آبیاری تا میزان ۵۰ درصد عملکرد مناسب به دست آورد. ضمن این که با کاهش میزان آب مصرفی می‌توان سطح زیر کشت محصول مورد نظر و یا هم زمان محصولات دیگر را توسعه داد. از طرفی با افزایش قیمت آب مصرفی از میزان سودمندی محصول کاسته می‌شود و با توجه به این که هزینه‌ی استحصال آب به طور دایم در حال افزایش است اعمال مدیریت کم آبیاری اهمیت خاصی می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- اکبری، م. ۱۳۷۶. تاثیر کم آبیاری بر عملکرد چغندر قند. ارایه شده جهت هشتمین سمینار کمیته‌ی ملی آبیاری و زهکشی.

۲- توکلی، ع. ۱۳۷۷ .ارایه برخی توصیه‌های تحقیقاتی-کاربردی، پیرامون کم آبیاری. هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر.۱۲-۱۰ اسفند ۱۳۷۸. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۳-ضیغمی گل، ر. بررسی اثرات کم آبیاری روی محصول پنبه و تعیین تابع تولید در منطقه‌ی گرگان. ارایه شده در هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر.۱۲-۱۰ اسفند ۱۳۷۸. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

4-Allen، R.G.، Pereira، L.S.، Raes، D.، Smith، M.، 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper no. 56، Rome.

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

6-English، M. J. and. S. N. Raja. 1996. Perspectives 0f deficit Irrigation. Agric. water. Manag. ، 32:1-14.

7- Howell، T. A. K. R. Davis، R. L. McCormick، H. Yamada، V. T. Walhood and D. W. Meek. 1984. Water use efficiency of narrow row cotton. irrig sci.5:195-214.

8-Huang، M. J. Callich and L. Zhong.2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the loes plateau of china. Irrig Sci.23:47-54.

9-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.

10- Norwood،C. A. 2000. water use and yield of limited-irrigation and dryland corn.SSSAJ.64:364-370.

Archive of SID

www.SID.ir

11-Orgaz، F.، L. Mateas and E. Fereres. 1992. season length and cultivar determine the optimum evapotranspiration deficit in cotton. Agro J.65:464-467.

12-Yazar، A.، Sezen، S. M.، Sesveren، S.، 2002b. LEPA and trickle irrigation of cotton in the southest Anatolia project(GAP) area in Turkey. Agric water manag.، 54:189-203.

Archive of SID

www.SID.ir