

تأثیر کم آبیاری و شیوه کارگزاری لوله آبد در افزایش بهره وری مصرف آب پنبه

شهرام کریمی گوغری^{۱*}، رسول اسدی و محمدرضا محمدرضاخانی

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان؛

shkarimi1352@gmail.com

مدرس گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران؛

rakh_802@yahoo.com

مدرس گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران؛

rkhani78@yahoo.com

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کم آبیاری و الگوی کارگزاری لوله آبد بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی آب پنبه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بصورت کرت‌های نواری خرد شده (استریپ اسپلیت پلات) با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی شهرستان ارزوئیه، در دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۰، ۶۰، $I_1=100$ ، $I_2=80$ و $I_3=60$ درصد تبخیر تعرق محاسبه شده با روش پنمن ماتیتث) به عنوان عامل اصلی و چهار الگوی کارگزاری لوله آبد (تیپ) شامل دو سیستم آبیاری قطره‌ای (سطحی S_1 و زیرسطحی S_2) و دو آرایش فاصله لوله آبد (برای هر ردیف کاشت روی پشته (معمولی) L_1 و یک در میان بین دو ردیف کاشت L_2) به عنوان عوامل فرعی بودند. نتایج نشان داد کم آبیاری به مقدار ۸۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی، سبب افزایش عملکرد، کارایی مصرف آب، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه به ترتیب به میزان ۴/۸، ۱۰ و ۲/۵ درصد و صرفه‌جویی ۱۳۰۰ مترمکعب آب (۲۰ درصد آب مصرفی) در هکتار گردید. از طرفی کم آبیاری به مقدار ۶۰ درصد نیاز آبی زیرسطحی در مقایسه با آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی زیرسطحی نیز باعث صرفه‌جویی حدود ۳۴۰۰ مترمکعب آب (۴۰ درصد آب مصرفی) در هکتار و افزایش ۸ درصدی بهره‌وری آب گردید؛ ولی نقصان‌های ۱۸ درصدی عملکرد محصول، ۲۵ درصدی تعداد غوزه در بوته، ۱۸ درصدی وزن غوزه را نشان داد. به نظر می‌رسد استفاده از روش کم آبیاری در کشت پنبه به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی زیرسطحی در منطقه ارزوئیه استان کرمان می‌تواند راه کاری مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارایی آن در دوره‌های خشکسالی باشد.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، الگوی کارگزاری، عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی مصرف آب و پنبه

مقدمه

زیستی است که باعث افزایش کارایی مصرف آب و همچنین افزایش بازده استفاده از اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است (۲). از طرف دیگر؛ با توجه به

امروزه کاهش منابع آب و افزایش بهاء آن، کشاورزان را به سمت استفاده بهینه از آب سوق داده است. تنش

۱. آدرس نویسنده مسؤول: کرمان، بزرگ راه امام خمینی(ره)، میدان پژوهش، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده کشاورزی، بخش مهندسی آب، کد پستی

۷۶۷۶۹۱۴۱۱

* دریافت: تیر، ۱۳۹۱ و پذیرش: اردیبهشت، ۱۳۹۲

خشکی یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های غیر

بیشرفت علم و اهمیت کشاورزی برای استفاده بهینه از

آب، باعث ابداع تجهیزات و روش‌های مختلف آبیاری شده که در صورت استفاده صحیح از آب علاوه بر افزایش تولید در واحد سطح می‌توان سطح زیر کشت را نیز افزایش داد. یکی از راه‌های نیل به این اهداف کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری مانند استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای است. استفاده از این سیستم علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول را در پی دارد (بوش و همکاران، ۲۰۰۵).

درصد نیاز آبی به‌عنوان بهترین تیمار معرفی گردید (جنکیس و همکاران، ۲۰۰۷). بوش و همکاران (۲۰۰۵)، در تحقیقی که روی محصول پنبه انجام دادند نشان دادند که استفاده از یک خط لوله آبدۀ به ازای هر دو ردیف کشت، عملکرد محصول را به میزان ۱۰ تا ۲۵ درصد نسبت به روش یک خط لوله آبدۀ به ازای هر ردیف کشت، کاهش می‌دهد. لذا با توجه به وجود بحران آب در منطقه ارزوئیه استان کرمان، و در راستای افزایش کارایی و صرفه‌جویی در مصرف آن، بررسی استفاده از تکنیک کم-آبیاری و تأثیر الگوی کارگزاری لوله آبدۀ، در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه محصول با ارزش و استراتژیک پنبه، ضروری به‌نظر رسید.

سیتن و بیلگت (۲۰۰۲)، با مطالعه تأثیر سه روش آبیاری قطره‌ای، شیاری و بارانی در ترکیه گزارش نمودند که عملکرد پنبه در سه روش یاد شده به‌ترتیب ۲۹۸۰، ۲۲۳۰ و ۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار بوده که در کل تولید محصول در روش قطره‌ای ۲۵ درصد بیشتر از روش شیاری و ۳۰ درصد بیشتر از روش بارانی بوده است. بررسی عملکرد، کارایی مصرف آب و کیفیت محصول پنبه با استفاده از دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری بارانی نشان داد که مقدار عملکرد پنبه در روش آبیاری قطره‌ای ۸ درصد و کارایی مصرف آب ۱۵ درصد بیشتر از آبیاری بارانی بود (ویتاکر و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعه اثر سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (با چهار سطح آبیاری ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد نیاز آبی گیاه) بر عملکرد پنبه نشان داد که با کاهش آب آبیاری، کارایی مصرف آب در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی افزایش یافت؛ ولی تفاوت معنی‌داری در عملکرد تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد نیاز آبی مشاهده نگردید. علاوه بر این، در تأثیر دو تیمار ۱۰۰ و ۲۵ درصد نیاز آبی بر وزن غوزه اختلاف معنی‌داری وجود داشت؛ درحالی‌که در مقایسه وزن غوزه دو تیمار دیگر با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در دو تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی از نظر تعداد غوزه در بوته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در این تحقیق تیمار ۷۵

مواد و روش‌ها

منطقه اجرای طرح

این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی شهرستان ارزوئیه اجرا گردید. منطقه ارزوئیه در ۲۷۰ کیلومتری جنوب‌غربی شهر کرمان و در محدوده جغرافیایی $28^{\circ}19'$ تا $28^{\circ}38'$ عرض شمالی و $57^{\circ}07'$ تا $59^{\circ}32'$ طول شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۴۴ متر می‌باشد. اقلیم منطقه نیمه‌بیابانی خفیف بوده و در زمرة نواحی گرم محسوب می‌شود. میانگین بارندگی در این منطقه حدود ۷۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (همایون‌فر و همکاران، ۱۳۹۰).

قالب طرح و روش اجرا

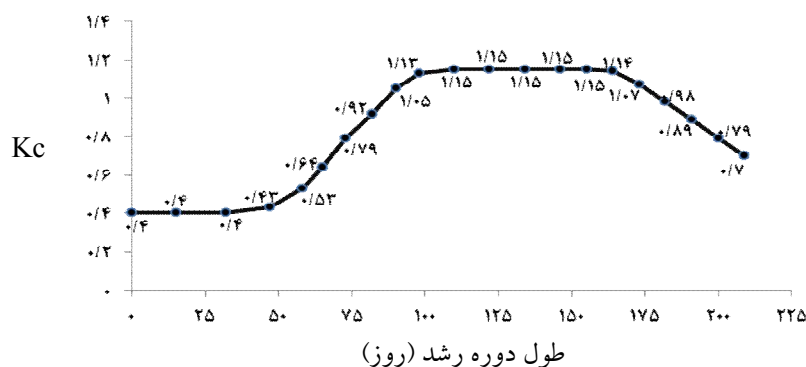
به‌منظور ارزیابی تأثیر کم‌آبیاری و الگوی کارگزاری لوله آبدۀ بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب پنبه در منطقه ارزوئیه استان کرمان با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای، آزمایشی در زمینی به مساحت ۸۸۲ متر مربع در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بصورت کرت‌های نواری خرد شده (استریپ اسپلیت

گرددکه نوارهای دوجداره ساخت شرکت آبفشان جنوب می‌باشند، که فاصله روزنه‌ها ۳۰ سانتی متر، شدت آبدهی در فشار ۰/۸ بار ۴/۲ لیتر در ساعت در هر متر از طول لوله، ضخامت نوار ۲۰۰ میکرون، قطر داخلی نوار ۱۶/۵ میلیمتر و حداقل فشار ترکیبگی نوار ۴ بار بود.

نیاز آبی گیاه با استفاده از فرمول پنمن- مونتیت اصلاح شده توسط فائو، و اعمال ضریب گیاهی تعیین شد (علیزاده، ۱۳۸۷). با توجه به عدم وجود ایستگاه هواشناسی در منطقه مورد مطالعه، پارامترهای مربوط به فرمول پنمن- مونتیت از ایستگاه هواشناسی حاجی‌آباد (در استان هرمزگان) اخذ گردید؛ و ضریب گیاهی با توجه به منحنی تغییرات ضریب گیاهی پنبه در طول فصل رشد برای دوره‌های آبیاری (شکل ۱)، با استفاده از دستورالعمل نشریه شماره ۵۶ فائو تعیین شد (ریچارد و همکاران، ۱۹۹۸). در این تحقیق با توجه به تغییرات ناچیز آب و هوای منطقه مورد مطالعه طی دو سال، متوسط میزان آب مصرفی در تیمارهای اصلی ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب معادل ۱۰۷۰۰، ۹۴۰۰ و ۷۳۰۰ مترمکعب در هکتار بود. لازم به ذکر است، میزان آب مصرفی تیمارهای فرعی اعمال شده در هر تیمار اصلی یکسان در نظر گرفته شد؛ و دور آبیاری برای همه تیمارها ۳ روز یکبار منظور گردید.

پلات) در سه تکرار به اجرا در آمد. در این آزمایش میزان مصرف آب در سه سطح ($I_1 = 100$ ، $I_2 = 80$ و $I_3 = 60$) درصد تبخیر تعرق محاسبه شده با روش پنمن مانیتیت) به عنوان عامل اصلی و چهار الگوی کارگزاری لوله آبد به (تیپ) شامل دو سیستم آبیاری قطره‌ای (سطحی S_1 و زیرسطحی S_2) و دو آرایش فاصله لوله آبد به (برای هر ردیف کاشت روی پشته (معمولی) L_1 و یک در میان بین دو ردیف کاشت L_2) به عنوان عوامل فرعی، در نظر گرفته شدند. در این آزمایش تیمارها در کرت‌هایی به عرض ۳/۵ و طول ۶ متر (شامل ۴ ردیف کشت به فاصله ۷۰ سانتی متر) قرار گرفتند.

در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی، نوارهای دو جداره (تیپ) بر روی سطح خاک و در کنار ساقه گیاه قرار گرفتند؛ ولی در سیستم آبیاری زیرسطحی، نوارهای مزبور در عمق ۲۰ سانتی متری از سطح خاک قرار داده شدند. همچنین در روش آبیاری L_1 ، نوارهای دو جداره (تیپ) برای هر ردیف کشت ولی در روش L_2 ، نوارهای دو جداره بصورت یک در میان در ردیف‌های کشت قرار گرفتند. فاصله بوته‌های پنبه کشت شده در هر ردیف کشت ۱۵ سانتی متر و فاصله بین تکرارها که به صورت عمودی کنار هم قرار داشتند، ۱/۵ متر بود. تعداد تیمارها برابر با ۱۲ و با توجه به سه تکرار انجام شده، تعداد کل کرت‌ها برابر با ۳۶ کرت بود. لازم به ذکر است ذکر



شکل ۱- منحنی تغییرات ضریب گیاهی پنبه در طول فصل رشد

به صورت تصادفی انتخاب گردید و محاسبات انجام شد، (ج) میزان آب مصرفی که از طریق کنتور حجمی اندازه گیری شد. همچنین در این تحقیق کارایی مصرف آب از رابطه (۱) محاسبه گردید:

$$WUE = \frac{YT}{VT} \quad (1)$$

در این رابطه، WUE : کارایی مصرف آب $\frac{kg}{m^3 \cdot hec}$ ،

Y : پنبه برداشت شده در واحد سطح ($\frac{Kg}{hec}$) و V : حجم

آب مصرفی (m^3) می باشد. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن (در سطح اعتماد ۹۹ درصد) انجام شد.

جدول های ۱ و ۲ برخی خصوصیت های شیمیایی آب و خاک عرصه مورد مطالعه را نشان می دهد. همچنین مقدار کود شیمیایی مورد نیاز گیاه بر مبنای توصیه آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان، ۱۱۰ کیلوگرم اوره، ۴۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۰ کیلوگرم پتاسیم بود؛ که تمامی کود فسفات و یک سوم کود ازته در زمان کشت و مابقی کود ازته در مرحله ۵ برگه شدن پنبه استفاده شد. پارامترهایی که در این مطالعه اندازه گیری شدند عبارت بودند از: الف) عملکرد محصول که برای اندازه گیری آن در هر کرت از دو ردیف کشت شده وسط استفاده شد؛ و دو ردیف کناری به عنوان حاشیه حذف گردید، ب) اجزاء عملکرد که شامل تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه بود؛ که برای اندازه گیری آن ها از دو ردیف کشت وسط ۱۰ بوته

جدول ۱- برخی خصوصیت های شیمیایی آب عرصه مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	آنیون ها (mEq/L)				کاتیون ها (mEq/L)					
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺
۷/۱	۲/۴	-	۵/۲	۵۷/۲	۴۱	۲۱/۴	۱۳/۴	-	۶۹	۰/۰۷۸	۰/۰۱۴

جدول ۲- نتایج تجزیه برخی خصوصیت های فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه مورد مطالعه

SAR	pH	EC (ds/m)	آنیون ها و کاتیون های محلول (میلی اکیوالان در لیتر)						رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	عمق خاک (سانتی متر)
			Ca	Mg	Na	Cl	HCO ₃	SO ₄				
۱/۶۵	۸	۰/۸۵	۴	۶	۴/۲۱	۴	۲/۸	۷/۶۳	۱۸	۶۰	۲۲	۳۰-۰

آرایش فاصله لوله آبد بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد. این در صورتی است که اثر متقابل این تیمارها بندرت معنی دار شده است. همچنین مقایسه میانگین تیمارهای نام برده به ترتیب در جداول ۴، ۵ و ۶ آمده است.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات تیمار سال (A)، تیمار سطوح مختلف آبیاری (C)، تیمار نوع سیستم آبیاری (D) و تیمار آرایش فاصله لوله آبد (E) در جدول ۳ نشان داده شده است. این نتایج حاکی از آن است که اثر تیمارها سطوح مختلف آبیاری، نوع سیستم آبیاری و

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات‌های مورد بررسی با استفاده از نرم افزار SAS

وزن غوزه	تعداد غوزه	کارایی مصرف آب	عملکرد	درجه آزادی	منبع تغییرات
۱/۴ ^{ns}	۱۰/۸۸۹ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{**}	۵۲۳۶۰۵/۵۵۶ ^{ns}	۱	سال (A)
۰/۰۹۱	۱۲/۱۱۱	۰/۰۰۰	۷۳۷۸۵/۰۲۸	۴	خطا
۶/۶۸ ^{**}	۲۱۴/۲۹۲ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{**}	۲۸۰۶۱۲۱/۳۷۵ ^{**}	۲	آبیاری (C)
۰/۰۰۷ ^{ns}	۲/۶۸۱ ^{**}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۳۲۸۴/۰۱۴ ^{**}	۲	سال×آبیاری (A×C)
۰/۰۰۳	۰/۱۵۳	۰/۰۰۰	۳۶۸/۶۹۴	۸	خطا
۰/۲۰۹ ^{**}	۹۸ ^{**}	۰/۰۱۳ ^{**}	۱۰۵۸۹۹۷/۵۵۶ ^{**}	۱	نوع سیستم (D)
۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۲۳۳/۳۸۹ ^{ns}	۱	سال×نوع سیستم (A×D)
۰/۰۰۱	۰/۴۱۷	۰/۰۰۰	۶۹۸۸/۶۳۹	۴	خطا
۰/۰۰۶ ^{ns}	۱/۵۴۲ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۲۷۸۴۹/۰۱۴ ^{**}	۲	آبیاری×نوع سیستم (C×D)
۰/۰۰۱	۰/۳۳۳	۰/۰۰۰	۵۱۰/۰۹۷	۸	خطا
۰/۱۸۸ ^{**}	۵۶/۸۸۹ ^{**}	۰/۰۱۴ ^{**}	۱۲۴۷۶۷۳/۳۸۹ ^{**}	۱	الگوی کارگذاری (E)
۰/۰۰۰ ^{ns}	۱/۳۸۹ ^{**}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۳۵۲ ^{ns}	۱	سال×الگوی کارگذاری (A×E)
۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۲۷۶۱۰/۲۶۴ ^{**}	۲	آبیاری×الگوی کارگذاری (C×E)
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۹۷ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{**}	۲۰۱۶۴/۰۱۴ ^{**}	۲	آبیاری×نوع سیستم×الگوی کارگذاری (C×D×E)
۰/۰۰۳	۰/۱۳۹	۰/۰۰۰	۶۲۵/۵۴۲	۲۴	خطا

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای سطوح آبیاری

تیمارها	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (گرم)
I _۱	۲۴۲۳b	۰/۲۵b	۱۸/۵b	۴/۵ab
I _۲	۲۶۴۷a	۰/۲۶ab	۲۰/۵a	۴/۶a
I _۳	۱۹۹۷c	۰/۲۷a	۱۴c	۳/۷b

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر سیستم آبیاری

تیمارها	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (گرم)
S _۱	۲۲۳۹b	۰/۲۵b	۱۶b	۴/۲b
S _۲	۲۴۷۳a	۰/۲۷a	۱۹a	۴/۳a

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر آرایش فاصله لوله آبده

تیمارها	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (گرم)
L _۱	۲۴۸۳a	۰/۲۷a	۱۸a	۴/۳a
L _۲	۲۲۲۹b	۰/۲۵b	۱۶b	۴/۲b

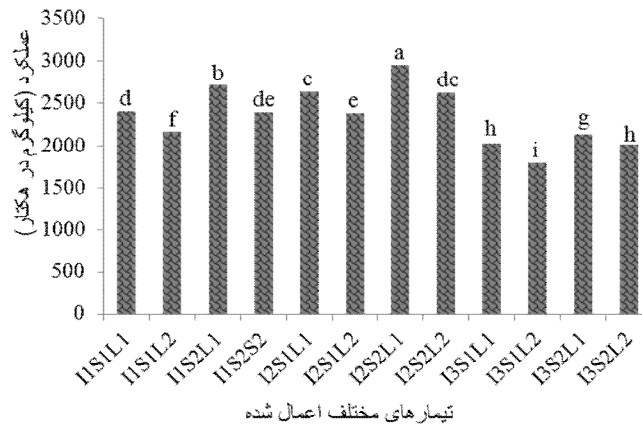
تحلیل عملکرد محصول

نتایج میانگین عملکرد وش حاصل از اثر تیمارهای سطوح مختلف آبیاری در جدول ۴ نشان می‌دهد، که تیمار I_۲ با اختلافی در حدود ۸/۵ و ۲۵ درصد در عملکرد

به ترتیب نسبت به تیمارهای I_۱ و I_۳ دارای بهترین عملکرد می‌باشد. اختلاف ۸/۵ درصدی در عملکرد دو تیمار I_۱ و I_۲ می‌تواند بدلیل اثرات مثبت تنش خفیف در طول فصل رشد بر اجزاء عملکرد گیاه و همچنین

محصول پنبه در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی را اعلام کردند. با توجه به جدول ۶ می‌توان گفت که تیمار I₁ در شرایطی در گروه آماری (a) قرار گرفته است که دارای اختلاف ۲۵۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار I₂ می‌باشد. دوو و همکاران (۲۰۰۸)، در آزمایشی نحوه کارگذاری لوله‌های آبدۀ را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که عملکرد پنبه در تیمار الگوی کارگذاری لوله آبدۀ برای هر خط کشت به میزان ۳۷۷ کیلوگرم در هکتار بیشتر از یک در میان بود.

شکل ۲ مقایسه میانگین عملکرد پنبه حاصل اثر متقابل تیمارهای سطح آبیاری، نوع سیستم آبیاری و آرایش فاصله لوله آبدۀ را نشان می‌دهند. با توجه به این شکل می‌توان گفت که تیمار I₂S₂L₁ با اختلاف ۸ درصدی نسبت به تیمار I₁S₂L₁، در بهترین جایگاه آماری (a) قرار گرفته است.



شکل ۲- مقایسه عملکرد پنبه تحت تأثیر اثر متقابل (آبیاری×نوع سیستم× آرایش فاصله لوله آبدۀ)

سیستم آبیاری قطره‌ای، سه تیمار ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی را با تیمار نیاز آبی کامل گیاه مقایسه نمودند. این محققین اذعان داشتند که بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه با مقدار ۰/۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب رخ داد. و بعد از آن تیمار ۵۰ درصد با اختلاف ۱۴ درصدی نسبت به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، دارای بهترین کارایی مصرف آب بود. همچنین بازه تغییر کارایی

اثرپذیری سایر اندام‌های گیاهی مرتبط با اجزاء عملکرد دانست که در نهایت باعث عملکرد خوب تیمارهای اعمال شده تحت تنش خفیف می‌شود (وایت و راین، ۲۰۰۴). اختلاف در عملکرد دو تیمار I₁ و I₂ در حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد دلیل این امر را می‌توان به تأثیر تنش خشکی زیاد و در نتیجه کاهش اندازه یا توقف رشد برگ و سطح فتوسنتز کننده گیاه نسبت داد که در نهایت کم شدن رشد گیاه و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود (دوو و همکاران، ۲۰۰۸).

میزان عملکرد محصول در تیمار سیستم آبیاری S₂ نسبت به سیستم آبیاری S₁ در حدود ۱۰ درصد بیشتر بود (جدول ۵). دلیل این امر را می‌توان، کاهش تبخیر، کنترل بهتر علف‌های هرز و رساندن مستقیم آب به منطقه توسعه ریشه توسط سیستم آبیاری S₂ دانست (کالفونتز و همکاران، ۲۰۰۷). جارد و همکاران (۲۰۰۸)، نیز در تحقیق دو ساله خود، برتری ۱۲ درصدی عملکرد

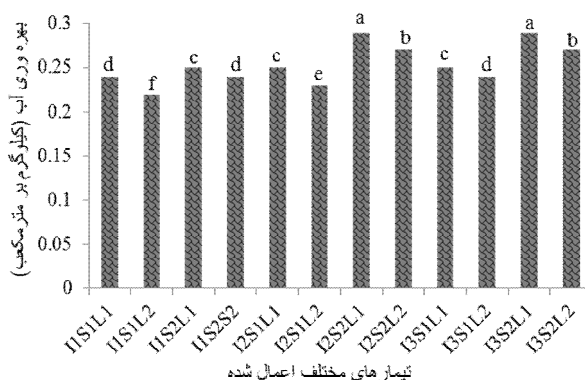
تحلیل کارایی مصرف آب

تیمار I₂ با بهره‌وری آب ۰/۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب و با اختلافی در حدود ۴ و ۸ درصد به ترتیب نسبت به تیمارهای I₁ و I₂ دارای بیشترین کارایی مصرف می‌باشد (جدول ۴)؛ یعنی همانطور که انتظار می‌رفت تأثیر کم آبیاری بر بهره‌وری آب قابل ملاحظه می‌باشد. یونلو و همکاران (۲۰۱۰)، برای ارزیابی کارایی مصرف آب در

۱۰ تا ۱۵ درصد نسبت به روش یک خط لوله آبد به ازای دو ردیف کشت کاهش داشت. با این حال استفاده از یک خط لوله آبد به ازای هر سه ردیف کشت، مصرف آب را به میزان ۱۵ تا ۳۳ درصد نسبت به روش یک خط لوله آبد به ازای دو ردیف کشت، کاهش می‌دهد. شکل ۳ مقایسه میانگین کارایی مصرف آب پنبه را حاصل از اثر متقابل تیمارهای سطح آبیاری، نوع سیستم آبیاری آرایش فاصله لوله آبد که توسط آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد بدست آمده است، نشان می‌دهند. با توجه به این شکل می‌توان گفت که تیمارهای $I_2S_2L_1$ و $I_3S_2L_1$ دارای بهترین جایگاه آماری (a) می‌باشد. همچنین تیمار $I_1S_1L_2$ با اختلافی در حدود ۲۵ درصد نسبت به تیمارهایی که از لحاظ آماری در بهترین جایگاه قرار گرفته است، در بدترین جایگاه آماری (F) جای گرفته است.

مصرف آب در سه سال آزمایش نیز، ۰/۱۵ تا ۰/۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. همچنین به رغم یکسان بودن میزان آب مصرفی در تیمارهای نوع سیستم آبیاری، میزان کارایی مصرف آب در تیمار سیستم آبیاری S_2 نسبت به سیستم آبیاری S_1 حدود ۸ درصد بیشتر بود (جدول ۵). در تحقیق دو ساله جار و همکاران (۲۰۰۸) و کالیفونتز و همکاران (۲۰۰۷) نیز کارایی مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در حدود ۱۰ درصد بیشتر از آبیاری قطره‌ای سطحی بدست آمد.

با توجه به جدول ۶ می‌توان گفت که تیمار L_1 از لحاظ میزان کارایی مصرف آب در شرایطی در گروه آماری (a) قرار گرفته است که دارای اختلافی در حدود ۸ درصد نسبت به تیمار L_2 می‌باشد. در تحقیق بوش و همکاران (۲۰۰۵) کارایی مصرف آب در زمان استفاده از یک خط لوله آبد به ازای هر سه ردیف کشت در حدود



شکل ۳- مقایسه میانگین کارایی مصرف آب تحت تاثیر اثر متقابل (آبیاری × نوع سیستم × آرایش فاصله لوله آبد)

فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی پنبه به تنش آبی را بررسی نمودند. کمبود بیش از حد آب باعث کاهش توسعه برگ، گلدهی و ناتوانی گیاه برای نگهداری غوزه شد. افزایش رطوبت در خاک نیز باعث افزایش سطح برگ، ارتفاع گیاه و در نهایت کاهش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه گردید. مقایسه میانگین تعداد غوزه در بوته حاصل از اثر تیمارهای عامل فرعی نشان از برتری ۱۶ درصدی تعداد غوزه در بوته تیمار سیستم آبیاری S_2 نسبت به تیمار

تحلیل تعداد غوزه در بوته

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین تعداد غوزه در بوته پنبه حاصل از اثر تیمارهای سطوح مختلف آبیاری نشان می‌دهد که تیمار I_1 و I_3 نسبت به تیمار I_2 به ترتیب با اختلاف ۱۰ و ۳۲ درصدی در تعداد غوزه در بوته در گروه‌های آماری (b) و (c) قرار گرفته‌اند، به عبارتی می‌توان گفت اعمال کم‌آبیاری زیاد باعث کاهش شدید تعداد غوزه در بوته تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی شده است (جدول ۴). تحقیق آیارز و همکاران (۱۹۹۹)، واکنش‌های

نتیجه گیری

با توجه به اینکه تمامی صفات مورد مطالعه در تیمار سطح I_2 نسبت به دو تیمار دیگر از جایگاه بهتری برخوردار بود، می توان گفت این تیمار از قابلیت بهتری جهت توصیه برخوردار است به طوری که عملکرد محصول در تیمارهای I_2S_1 و I_2S_2 به ترتیب به میزان ۲۵۰۸ و ۲۷۸۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و در تیمارهای I_2L_1 و I_2L_2 نیز در این سطح آبیاری عملکرد به ترتیب ۲۷۹۸ و ۲۴۹۸ کیلوگرم در هکتار از خود بجای گذاشت. لازم به ذکر است که میانگین عملکرد منطقه که ۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد.

عملکرد پنبه در تیمار سیستم آبیاری S_2 به میزان ۲۳۴ کیلوگرم در هکتار بیشتر از سیستم آبیاری S_1 و در تیمار L_1 به میزان ۲۵۴ کیلوگرم در هکتار بیشتر از تیمار L_2 است. علی رغم یکسان بودن میزان آب مصرفی، کارایی مصرف آب در تیمار S_2 و L_1 ، حدود ۸ درصد بیشتر از سیستم آبیاری S_1 و L_2 است. تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه در سیستم آبیاری S_2 و L_1 به ترتیب ۱۶ و ۲/۵ درصد نسبت به سیستم آبیاری S_1 و L_2 بیشتر است. با توجه به نتایج بدست آمده، تغییر سیستم های آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک کشور و ترویج و توسعه روش های مدرن سازگار با محیط می تواند نقش بسزایی در صرفه جویی مصرف آب و در نتیجه افزایش سطح زیرکشت داشته باشد.

سیستم آبیاری S_1 و افزایش ۱۲ درصدی تعداد غوزه در بوته تیمار L_1 نسبت به تیمار L_2 می دهد (جدول ۵ و ۶).

تحلیل وزن غوزه

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین وزن غوزه پنبه حاصل از اثر تیمارهای سطوح مختلف آبیاری نشان می دهد که تیمار I_2 با وزن غوزه ۴/۶ گرم و با اختلافی در حدود ۲/۵ و ۲۰ درصد به ترتیب نسبت به تیمارهای I_1 و I_2 دارای بهترین وزن غوزه می باشد. وایت و راین (۲۰۰۴)، در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که تنش زیاد رطوبتی در طول فصل رشد سبب جذب مواد فتوسنتزی از طریق مخازن اندام های رویشی نسبت به مخازن اندام های زایشی می شود، این امر باعث عدم بقاء غوزه ها و کاهش وزن آن ها و در نهایت کاهش عملکرد می گردد. جداول ۵ و ۶ مقایسه میانگین وزن غوزه حاصل اثر تیمارهای عامل فرعی در آزمون دانکن را نشان می دهند. با توجه به این جداول می توان گفت که تیمار سیستم آبیاری S_2 با وزن غوزه ۴/۳ در گروه آماری (a) و تیمار سیستم آبیاری S_1 در گروه آماری (b) قرار گرفته است. همچنین تیمار L_1 در شرایطی در گروه آماری (a) قرار گرفته است که دارای اختلافی در حدود ۲/۵ درصد نسبت به تیمار L_2 می باشد. مشابه این نتایج را بوش و همکاران (۲۰۰۵) بدست آوردند.

فهرست منابع

۱. امیری س. نورمحمدی س. جعفری ع و چوگان ر. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون و علیت برای عملکرد دانه و اجزای آن در هیبریدهای زودرس ذرت دانه ای. مجله پژوهش های تولید گیاهی. ۱۶: ۹۹-۱۲۲.
۲. علیزاده، ا. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک و گیاه. مشهد: دانشگاه امام رضا. ص ۳۰۹.
۳. همایون فر، ف، اسدی ر و عرب پور م. ۱۳۹۰. ارزیابی تاثیر میزان آب بر حسب رطوبت خاک بر عملکرد ذرت دانه ای با استفاده از سیستم آبیاری قطره ای در استان کرمان. یازدهمین کنفرانس آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.
4. Ayars, J., C. Phene, R. Hutmacher, B. Davis, R. Schoneman, S. Vail, and R. Mead. 1999. Cotton response to nonuniform and varying depths. Of irrigation. Agricultural Water Management. 19: 151-166.

5. Buck, D., S. Allen, R. Rorh and B. Gardner. 2005. Cotton under micro irrigation and level basin irrigation methods. *American Society of Agronomy*, 87: 20-36.
6. Cetin, O and L. Bilget. 2002. Effects of different irrigation methods on shedding and yield of Cotton. *Agricultural Water Management*. 54: 1-15.
7. Du, T., S. Kang, J. Zang and F. Li. 2008. Water use and yield responses of Cotton to alternate partial root-zone drip irrigation in the arid area of north-west China. *Irrigation Science*. 26: 147 – 159.
8. Jared, R., G. Whitaker, C. Ritchie, N. Bednarz and I. Cory. 2008. Cotton subsurface drip and overhead irrigation efficiency, maturity, yield and quality. *Agronomy Journal*. 100:1763-1771.
9. Jenkins, J., J. Mccarty and W. Parrott. 2007. Effectiveness of fruiting sites in cotton yield. *Crop Science*. 30: 851-860.
10. Kalfountzos, D., I. Alexiou, S. Kotsopoulos, G. Zavakos and P. Vyrilas. 2007. Effect of subsurface drip irrigation on Cotton plantations. *Water Resource Management*. 21: 1341-1351.
11. Richard, G., S. Allen, D. Pereira and S. Martin. 1998. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). *FAO irrigation and drainage paper* 56.
12. Unlu, M., Kanber, R., Levent, D. K., Tekin, S. and Kapur, B. 2010. Effect of deficit irrigation on the yield and yield components of drip irrigation cotton in Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*. 98: 597-605.
13. Whitaker, R. L. Ritchie, W. Bednarzand. and I. Mills. 2008. Cotton subsurface drip and overhead irrigation efficiency, maturity, yield, and quality. *American Society of Agronomy*, 100: 1763-1768.
14. White, S., and S. Raine. 2004. Identifying the potential to apply deficit irrigation strategies in cotton using large mobile irrigation machines. 4th international crop science congress. Brisbane, Australia, 26 Sep-1 Oct, 2004.