تاثیر کم آبیاری بر روی خواص کمی گندم و تعیین عمق آب مصرفی بهینه آن در شهرکرد

محمد شایان نژاد
استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه شهرکرد
E-mail:shayannejad@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۸۹/۶/۸ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۲۰**

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کم آبیاری بر روی خصوصیات کمی گندم پائیزه در شهرکرد، یک طرح کاملاً تصادفی شامل ۳۶ پلات (۹ تیمار آبیاری و ۴ تکرار) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در خاکی با بافت لوم شنی در سال زراعی ۸۵ ۸۴ انجام شد. تیمارهای آبیاری از اول خرداد ماه ۱۳۸۵ اعمال شد. زیرا قبل از آن در شهرکرد نیازی به آبیاری نیست. زمان آبیاری براساس تخلیه ۵۰ درصد از رطوبت موجود در خاک در تیمار آبیاری کامل تعیین شد. تیمارهای T1 و T2 بیش از حد آبیاری شده بودند و تیمار T3 در حالت آبیاری کامل و بقیه تیمارها تحت مقادیر مختلف کم آبیاری قرار داشتند. به طور خلاصه می توان نتیجه گیری نمود که تاثیر کم آبیاری بر روی خصوصیات کمی گندم پائیزه (شامل عملکرد کل، عملکرد دانه، عملکرد کاه و وزن هزار دانه) در شهرکرد معنی دار می باشد به طوریکه به ازای عمق آب مصرفی ۳۱۴ میلیمتر، حداکثر دانه در واحد سطح بدست می آید. اما در اثر کم آبیاری و استفاده از ۱۰۶ میلیمتر آب، می توان به حداکثر سود نائل شد. بنابراین در شرایط محدودیت منابع آبی، عمق آب مصرفی را می توان ۳۴ درصد عمق آب مصرف شده در آبیاری کامل در نظر گرفت و با اعمال کم آبیاری سطح زیر کشت را ۲/۹ برابر افزایش داد و به سود حداکثر نائل شد.

کلمات کلیدی: کم آبیاری، گندم، خواص کمی، عمق آب مصرفی بهینه.

مقدمه

با توجه به مسئله خشکسالی در ایران استفاده بهینه از منابع آب و خاک امری لازم و ضروری است. توجه به امر آبیاری در زراعت آبی یکی از روشهای مهم برای نیل به این هدف است. بنابراین اعمال مدیریت صحیح آبیاری بخصوص در روش های سطحی ضروریست. کم آبیاری یکی از روش های مدیریتی آبیاری میباشد و آن عبارت است از یک تکنیک فنی و مهندسی جهت تامین آب مورد نیاز گیاهان فاریاب، بطوری که حداکثر استفاده از واحد حجم آب (در شرایط کمبود منابع آب) و یا از واحد اراضی (در شرایط محدودیت زمین) بدست آید و نهایتا حداکثر سود حاصل شود. اگرچه نتیجه کم آبیاری کاهش عملکرد در واحد سطح است، اما مزایای مهمی دارد که عبارتست از: افزایش راندمان مصرف آب (محصول بدست آمده به ازای واحد آب مصرفی)، افزایش راندمان آبیاری، افزایش سود خالص و کاهش هزینه های تولید. روش معمول کم آبیاری در آبیاری سطحی، کاهش راندمان کفایت آبیاری است، یعنی آبیاری به گونه ای انجام می شود که آب ذخیره شده در منطقه ریشه گیاه کمتر از مقدار نیاز و کفایت آن میباشد. بنابراین میزان آب داده شده به زمین کاهش و سطح زیر کشت و راندمان مصرف آب افزایش می یابد. حال این سؤال مطرح است که برای یک گیاه مشخص و در یک منطقه خاص، کم آبیاری چه تاثیری بر روی خواص کمی محصول دارد؟ در این تحقیق اینکار روی گندم پائیزه در شهرکرد انجام خواهد شد. برای پاسخ به این سئوال و رسیدن به عمق بهینه آب مصرفی بایستی در یک مزرعه تحقیقاتی تیمارهای مختلف کم آبیاری را با یک روش مناسب برای گیاه مورد نظر به‌کار برد و سپس

با استفاده از تابع درآمد خالص مقدار عمق بهینه آب مصرفی را تعیین نمود. موسیک و داسک (۱۹۸۰) اثرات کم آبیاری را روی گندم بررسی نمودند. آنها اشاره کردند که اگر پتانسیل آب در برگ از یک مقدار بحرانی کاهش یابد، اثرات منفی روی عملکرد محصول میگذارد. هانگ و میلر (۱۹۸۳) گندم را تحت شرایط کم آبیاری در دو خاک شنی و لومی کشت کردند. کاهش عملکرد گندم در خاک شنی بیشتر از خاک لومی بوده است. انگلیش و همکاران (۱۹۹۰) گندم را تحت آبیاری سنتر پیوت بمدت ۹ سال کشت کردند و نتیجه گرفتند که اولا تابع تولید درجه دوم و تابع هزینه خطی است. ثانیا سود در واحد سطح در شرایط کم آبیاری ۲۵ در صد کمتر از آبیاری کامل بوده اما سود در واحد آب مصرفی در شرایط کم آبیاری ۱۴/۵درصد بیشتر از آبیاری کامل بوده است. ثالثا در شرایطی که محدودیت زمین و فراوانی آب نیز وجود داشته باشد، آبیاری کامل منجر به سود حداکثر نمی شود. رابعا عمقی از آب آبیاری وجود دارد که سود (درآمد خالص) ناشی از آن برابر سود آبیاری کامل می گردد که این عمق ۳۵ سانتی متر (معادل ۵۷ درصد عمق آبیاری کامل) بدست آمد. در واقع با کاهش ۴۳ درصد در عمق آب آبیاری، سود بدست آمده در شرایط کم آبیاری با آبیاری کامل یکسان است. استگمن و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که اگرچه تنش آبی در نزدیک گلدهی ممکن است سبب کاهش در میزان گلدهی در قسمت پائین تاج گیاه شود، با شروع آبیاری کامل، میزان غلاف ها در قسمت های بالائی تاج گیاه زیاد می‌شود و باعث جبران قسمت قبل می شود. اسمیت و کیومبی (۲۰۰۰) مدل CROPWAT (توسعه یافته توسط FAO درسال۱۹۹۲) را برای مطالعات کم آبیاری بکار بردند. هدف آنها بهبود راندمان مصرف آب با استفاده از کم آبیاری بود. این طرح با همکاری FAO و آژانس بین المللی انرژی اتمی (بخش تکنیکهای هسته ای در غذا و کشاورزی) انجام شد. کریدا (۲۰۰۰) تابع تولید زیر را که توسط استوارت و همکاران (۱۹۹۷) تهیه شده، برای محصولات مختلف و تحت شرایط گوناگون بکاربرد:

$$\frac{Y}{Y_{\max}} = 1 - K_y\left(1 - \frac{ET_a}{ET_{\max}}\right) \qquad (1)$$

که در معادله فوق، Y= میزان محصول بدست آمده، Y_{max} = حداکثر محصول، K_y = فاکتور حساسیت محصول به کم آبیاری، ET_a= تبخیروتعرق واقعی، ET_{max} = تبخیروتعرق حداکثر. (واحد محصول کیلوگرم در هکتار و واحد تبخیروتعرق میلیمتر است). رابطه(۱) نشان می دهد که رابطه بین درصد کاهش محصول و درصد کاهش آب یک رابطه خطی است. هر چه K_y بیشتر باشد، گیاه به تنش آبی حساستر است و آن بستگی به نوع گیاه، نوع واریته، روش آبیاری و مرحله یا مراحلی از رشد که کم آبیاری اعمال شده دارد. کریدا مقادیر K_y را برای گیاهان مختلف زراعی در ترکیه و در شرایط مختلف آبیاری بدست آورد. نتایج نشان می‌دهد که اگر کم آبیاری فقط در مرحله رشد رویشی انجام شود، K_y کمتر از حالتی است که در مرحله گلدهی انجام شود. ژانگ و همکاران (۲۰۰۶) تاثیر کم آبیاری را بر روی راندمان مصرف آب گندم بهاره در یک منطقه خشک در چین بررسی کردند. در این تحقیق یک تیمار آبیاری کامل و سه تیمار کم آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای کم آبیاری عبارت بودند از: ۱ تنش آبیاری متوسط در مراحل اول و چهارم رشد ۲ تنش آبی متوسط در مرحله اول و تنش آبی شدید در مرحله چهارم رشد ۳ تنش آبی شدید در مرحله اول و تنش آبی متوسط در مرحله چهارم رشد. مقدار راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری کامل ۱/۱۲۶ و در سه تیمار کم آبیاری به ترتیب برابر با ۱/۵۸۹، ۱/۶۰۹ و ۱/۵۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمده است. تحلیل آماری نشان داده که اختلاف معنی داری بین تیمارهای کم آبیاری وجود نداشته است. فرداد و گلکار (۱۳۸۱) کم آبیاری را بر روی گندم در کرج اعمال کردند. نتایج نشان داد که در شرایط محدودیت زمین، حداکثر سود با کاهش ۲۰ درصد آب مصرفی بدست آمد. شایان نژاد (۱۳۸۷) تاثیر کم آبیاری را روی خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی به روش آبیاری شیاری یک در میان در شهرکرد بررسی نمود. نتایج نشان داد که آبیاری شیاری یک در میان بطور معنی داری راندمان مصرف آب را افزایش و در مقابل میزان محصول و درصد نشاسته را نسبت به روش آبیاری شیاری معمولی کاهش می دهد. همچنین روش آبیاری شیاری یک در میان تغییری در درصد آب، اندازه غده ها و درصد پروتئین نسبت به روش آبیاری شیاری معمولی ایجاد نکرده است

مواد و روشها

این طرح روی گندم پائیزه (رقم امید) در مزرعه دانشگاه (با بافت لوم شنی) بصورت زیر در سال آبی ۸۴ ۸۵ انجام شد:

۱ یک طرح کاملاً تصادفی با ۳۶ کرت یک متر مربعی مشتمل بر ۹ تیمار آبیاری و ۴ تکرار تهیه و در هر کدام از کرت ها گندم در اواخر آبان ماه ۱۳۸۴ به میزان ۳۰ گرم بطور دستی کشت شد.

۲ کود ازت در فروردین و خرداد ماه ۱۳۸۵ به میزان ۳۰ گرم در هر کرت داده شد.

۳ تیمارهای آبیاری از اول خرداد ماه ۱۳۸۵ تا پایان دوره رشد اعمال شد. زیرا قبل از آن در شهرکرد نیازی به آبیاری نیست. در طی دوره‌ای که تیمارهای آبیاری اعمال شد هیچ بارشی در منطقه رخ نداد. زمان آبیاری وقتی بود که ۵۰ درصد از رطوبت موجود در خاک در تیماری که بطور کامل آبیاری می‌شود، تخلیه گردد. این کار با نصب بلوکهای گچی در منطقه ریشه انجام شد. بنابراین عمق آب آبیاری برابر با نصف ظرفیت نگهداری آب درمنطقه ریشه بود. سپس این عمق در سطح یک کرت ضرب شده و حجم آب آبیاری در هر نوبت محاسبه و با یک کنتور اندازه‌گیری شد. به عنوان مثال اگر در یک نوبت مشخص آبیاری، عمق آب آبیاری برای تامین نیاز گیاه بطور کامل برابر با d و حجم آب آبیاری برابر با V باشد، تیمارهای آبیاری بکار برده شده در نوبت مذکور مطابق جدول۱ اجرا شد

جدول۱ تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1
حجم آب آبیاری	0.4V	0.5V	0.6V	0.7V	0.8V	0.9V	V	1.1V	1.2V

بنابراین از ۹ تیمار، ۲ تیمار T1 و T2 آبیاری بیش از حد، تیمار T3 به اندازه نیاز و ۶ تیمار دیگر تحت کم آبیاری قرار گرفته اند. جدول۲ طرح کاملا تصادفی مورد استفاده در این تحقیق را نشان می دهد.

جدول۲ نمایش طرح تحقیقاتی مورد استفاده

T9	T2	T3	T8	T7	T1	T2	T9	T1
T2	T8	T3	T5	T6	T1	T7	T5	T9
T8	T6	T7	T4	T5	T7	T9	T5	T3
T2	T4	T8	T6	T3	T4	T1	T6	T4

در طول دوره تنش، ۶ بار آبیاری انجام شد که با توجه به توضیحات فوق، حجم آب آبیاری برای هر تیمار در هر نوبت آبیاری محاسبه و نتایج آن در جدول۳ خلاصه شده است.

جدول۳ حجم کل آب آبیاری در تیمارهای مختلف

تیمار / حجم آب	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1
لیتر	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۰	۲۴۰	۲۷۰	۳۰۰	۳۳۰	۳۶۰

اعداد جدول۳ معادل عمق آب آبیاری بر حسب میلیمتر است (چون مساحت هر کرت یک متر مربع است). لازم به ذکر است که در طرح بهینه سازی الگوی مصرف آب کشاورزی که توسط وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی کشور انجام شده و بصورت نرم افزار Netwat

ارائه شده، میزان نیاز آبی گندم پائیزه در شهرکرد ۳۸۱ میلیمتر محاسبه شده است.

۴ در اواخر تیر ماه ۱۳۸۵ محصول هر کرت برداشت شد و سپس وزن کل، وزن دانه ها، وزن هزار دانه اندازه گیری شد.

۵ برای تعیین عمق بهینه آب مصرفی، ابتدا توابع تولید، هزینه و درآمد خالص بدست آمد و سپس با مشتق گیری از تابع اخیر مقدار عمق بهینه آب مصرفی تعیین گردید.

نتیجه گیری و بحث

تاثیر کم آبیاری بر روی خواص کمی گندم

جداول۴ الی ۷ تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری را بر روی وزن کل، وزن دانه، وزن کاه و وزن هزار دانه نشان می دهد. وجود داده های مشابه در تیمارهای مختلف را می توان به یکسان نبودن کامل پلاتها از لحاظ میزان تلفات آبیاری دانست. ایجاد چنین شرایطی یکسانی در عمل بسیار مشکل است. شکل‌های۱ الی ۴ مقادیر اجزاء عملکرد هر تیمار که از میانگین تکرارهای آن بدست آمده را نشان می‌دهد.

جدول۴ نتایج عملکرد کل (بر حسب کیلوگرم در هکتار)

تیمار / تکرار	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
۱	۱۲۶۴۰	۱۲۳۶۰	۱۲۲۰۰	۱۲۰۴۰	۱۱۹۶۰	۱۱۴۲۰	۱۱۵۸۰	۱۰۶۰۴	۱۰۴۲۰
۲	۱۲۰۲۰	۱۲۵۰۰	۱۲۱۴۰	۱۲۲۲۰	۱۱۹۴۰	۱۳۴۰۰	۱۱۷۰۴	۵۴۷	۱۰۹۴۰
۳	۱۲۶۰۰	۱۲۰۰۰	۱۲۶۰۰	۱۲۳۶۰	۱۲۶۰۰	۱۱۹۶۰	۱۱۸۰۰	۱۰۸۴۰	۱۰۴۰۰
۴	۱۲۶۰۰	۱۳۰۶۰	۱۲۵۰۰	۱۲۴۰۰	۱۲۰۰۰	۱۱۳۰۰	۱۱۶۰۰	۱۰۸۸۰	۱۰۵۸۰
میانگین	۱۲۴۶۵	۱۲۴۸۰	۱۲۳۶۰	۱۲۲۵۵	۱۲۱۲۵	۱۱۹۷۵	۱۱۶۷۱	۱۰۸۱۶	۱۰۴۳۵

جدول۵ نتایج عملکرد دانه (بر حسب کیلوگرم درهکتار)

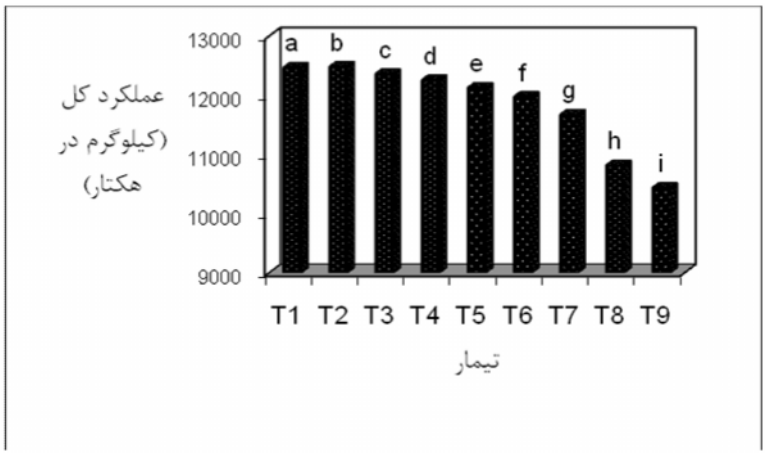
تیمار / تکرار	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
۱	۵۷۴۰	۵۶۰۰	۵۵۰۰	۵۴۶۰	۵۴۲۰	۵۴۶۰	۵۲۶۰	۴۸۲۰	۴۸۲۰
۲	۵۳۶۰	۵۷۰۰	۵۵۴۰	۵۵۸۰	۵۳۲۰	۵۰۶۰	۵۳۲۰	۵۳۸۰	۴۷۰۰
۳	۵۴۷۰	۵۳۸۰	۵۸۲۰	۵۶۰۰	۵۸۰۰	۵۷۰۰	۵۳۸۰	۴۹۰۰	۴۶۶۰
۴	۵۸۰۰	۶۰۴۰	۵۶۴۰	۵۶۲۰	۵۵۲۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۴۹۶۰	۴۹۰۰
میانگین	۵۶۶۰	۵۶۸۰	۵۶۲۵	۵۵۶۵	۵۵۱۵	۵۴۵۵	۵۳۹۰	۵۰۱۵	۴۷۷۰

جدول۶ نتایج عملکرد کاه (بر حسب گرم در نیم متر مربع)

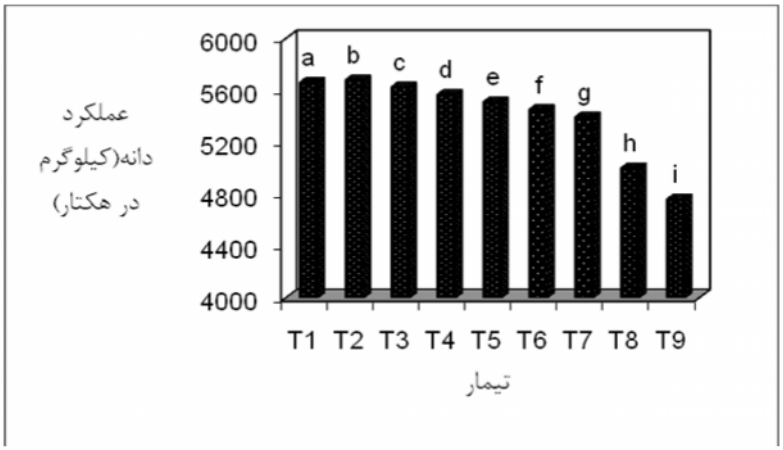
تیمار / تکرار	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
۱	۶۹۰۰	۶۷۶۰	۶۷۰۰	۶۵۸۰	۶۵۴۰	۵۹۶۰	۶۳۲۰	۵۸۰۴	۵۶۲۰
۲	۶۶۶۰	۶۸۰۰	۶۶۰۰	۶۶۴۰	۶۶۲۰	۸۳۴۰	۶۳۷۸	۵۶۰۰	۵۶۶۰
۳	۶۸۶۰	۶۶۲۰	۶۷۸۰	۶۷۵۴	۶۸۰۰	۶۰۸۰	۶۴۱۰	۵۹۴۰	۵۷۴۰
۴	۶۸۰۰	۷۰۲۰	۶۸۵۶	۶۷۶۶	۶۵۰۰	۵۷۱۲	۶۰۰۰	۵۹۲۰	۵۶۸۰
میانگین	۶۸۰۵	۶۸۰۰	۶۷۳۴	۶۶۸۷	۶۶۱۵	۵۶۲۳	۶۲۷۷	۵۸۱۶	۵۶۷۵

جدول۷ نتایج وزن هزار دانه (بر حسب گرم)

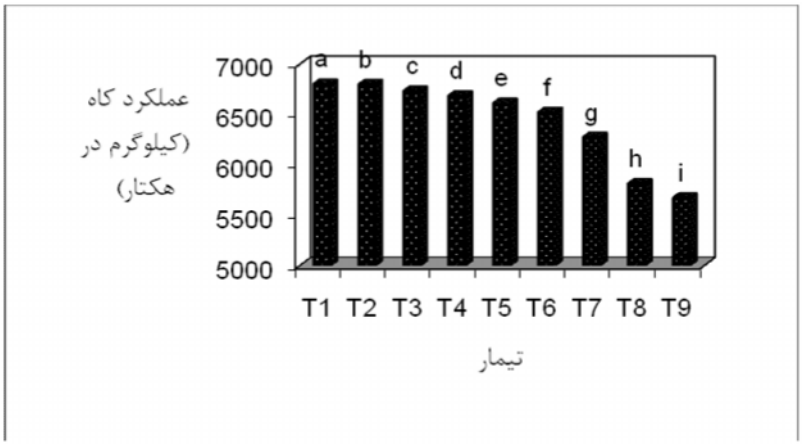
تیمار / تکرار	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
۱	۴۳/۸	۴۴	۴۱	۴۲	۳۸	۳۹	۳۹/۳	۳۸	۳۶/۶
۲	۴۳/۱	۴۳	۴۲	۳۷	۳۹/۱	۳۸	۳۸	۳۸	۳۷
۳	۴۴	۴۵	۴۲	۴۰/۲	۳۸	۳۸/۲	۳۷/۷	۳۷/۶	۳۷
۴	۴۳	۴۴	۳۹	۴۱	۳۹	۳۸	۳۷	۳۷	۳۵
میانگین	۴۳/۴۸	۴۴	۴۱	۴۰/۰۵	۳۸/۵۳	۳۸/۳	۳۸	۳۷/۶۵	۳۶/۴



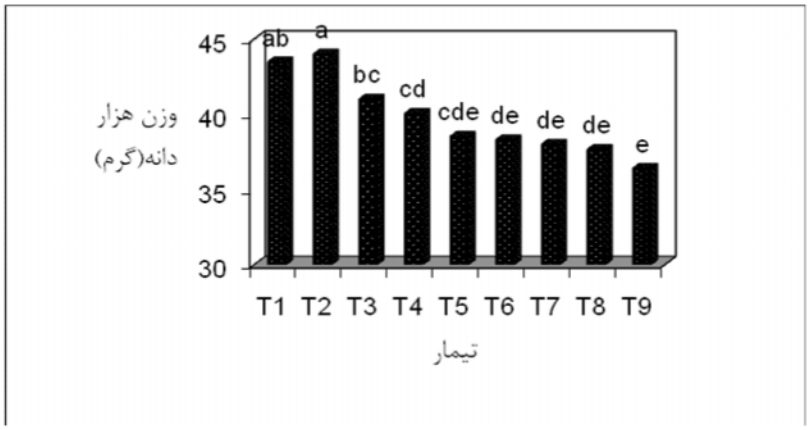
شکل۱ تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی عملکرد کل گندم



شکل۲ تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی عملکرد دانه گندم



شکل۳ تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی عملکرد کاه گندم



شکل۴ تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی وزن هزار دانه گندم

که در این تیمار آبیاری کامل انجام شده که در بخش قبل تیمار T3 بعنوان آبیاری کامل در نظر گرفته شده بود. این به خاطر خطای اندازه‌گیری رطوبت خاک و بدنبال آن نیاز آبی گیاه می باشد.

با توجه به اشکال و جداول فوق می توان دریافت که مقادیر حداکثر اجزاء عملکرد مربوط به تیمار T2 و مقادیر حداقل آن مربوط به تیمار T9 می باشد. برای اطلاع بیشتر، این مقادیر در جدول۸ ارائه شده است. چون تیمار T2 دارای حداکثر عملکرد می باشد، میتوان نتیجه گرفت

جدول۸ مقادیر حداکثر و حاقل اجزاء عملکرد

اجزاء عملکرد	تیمار	حداکثر	تیمار	حداقل
عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)	T2	۱۲۴۸۰	T9	۱۰۴۳۵
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	T2	۵۶۸۰	T9	۴۷۷۰
عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	T1	۶۸۰۸	T9	۵۶۷۵
وزن هزار دانه (گرم)	T2	۴۴	T9	۳۶/۴

توجه به اینکه مقدار F از جداول آماری با درجه آزادی ۸ و ۲۷ و در سطح یک درصد برابر با ۳/۲۶ می باشد، می توان نتیجه گرفت که مقادیر آبیاری با احتمال ۹۹ درصد بر روی هر یک از اجزاء عملکرد تاثیر می گذارند.

جداول۹ الی ۱۲ تجزیه واریانس اجزاء عملکرد را نشان می‌دهد. این جداول بر اساس اطلاعات جداول۴ الی ۷ بدست آمده است. از لحاظ آماری تیمارهای آبیاری تاثیر معنی داری بر روی هر یک از اجزاء عملکرد داشته اند. با

جدول۹ نتایج تجزیه واریانس عملکرد کل

منابع تغییرات	df	SS	MS	Fs
تیمار	۸	۰/۰۴۳۹۵۸	۰/۰۰۵۴۹۵	۱۳/۶۶۹
خطا	۲۷	۰/۰۱۰۸۵۳	۰/۰۰۰۴۰۲	
کل	۳۵	۰/۰۵۴۸۱۲		

جدول۱۰ نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه

منابع تغییرات	df	SS	MS	Fs
تیمار	۸	۰/۰۰۷۸۴۷	۰/۰۰۰۹۸۱	۹/۸
خطا	۲۷	۰/۰۰۲۷۰۲	۰/۰۰۰۱	
کل	۳۵	۰/۰۱۰۵۴۹		

جدول۱۱ نتایج تجزیه واریانس عملکرد کاه

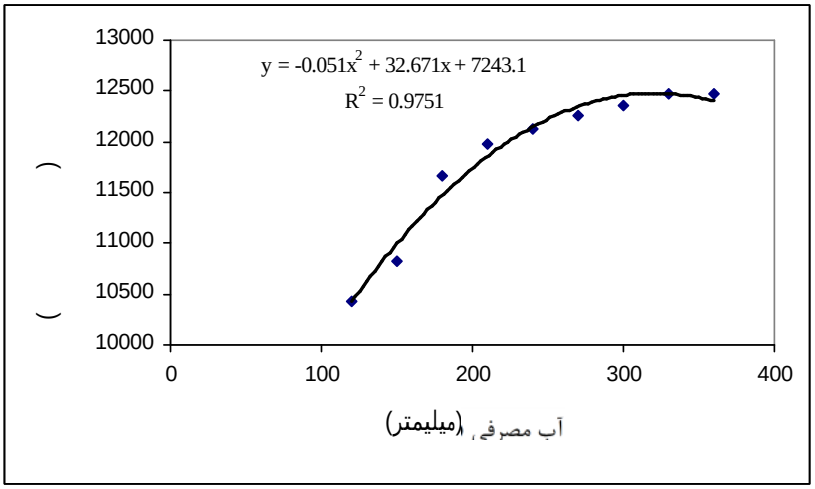
منابع تغییرات	df	SS	MS	Fs
تیمار	۸	۰/۰۱۴۴۸۹	۰/۰۰۱۸۱۱	۴/۰۰
خطا	۲۷	۰/۰۱۲۲۲۵	۰/۰۰۰۴۵۳	
کل	۳۵	۰/۰۲۶۷۱۳		

جدول۱۲ نتایج تجزیه واریانس وزن هزاردانه

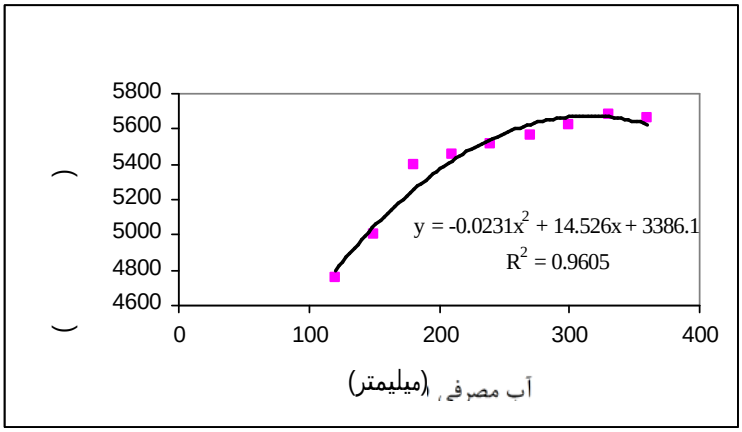
منابع تغییرات	df	SS	MS	Fs
تیمار	۸	۱۳۲/۵	۱۶/۵۶	۵/۴۸۷
خطا	۲۷	۸۱/۵	۳/۰۱۸	
کل	۳۵	۲۱۴		

مصرفی (جدول۳) و محصول تولید شده (جدول۴ الی ۶) می‌توان رابطه بین درصد کاهش محصول و درصد کاهش آب را بدست آورد. این کار در اشکال۸ الی ۱۰ برای محصول کل، محصول دانه و محصول کاه انجام شده است.

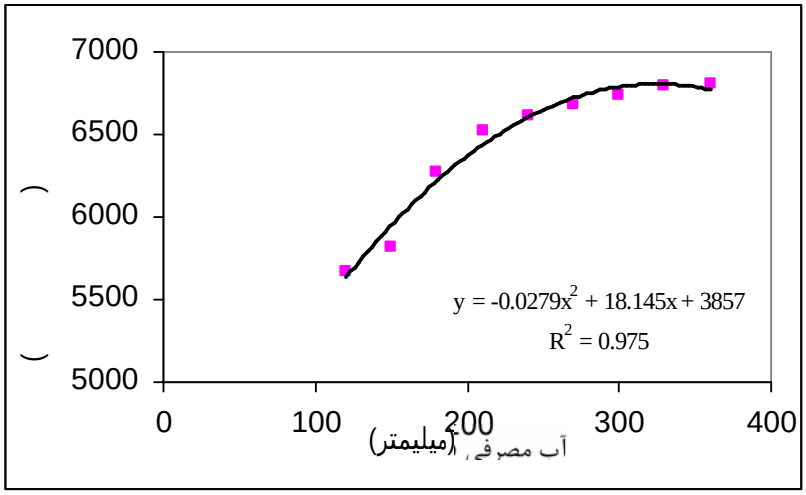
با توجه به مقادیر محصول (جداول۴ الی ۶) و مقادیر آب مصرفی هر تیمار (جدول۳) می توان تابع تولید را بدست آورد. این توابع برای کل محصول، دانه و کاه در اشکال۵ الی ۷ ارائه شده است. همچنین بر اساس مقادیرآب



شکل۵ تابع تولید گندم بر اساس عملکرد کل

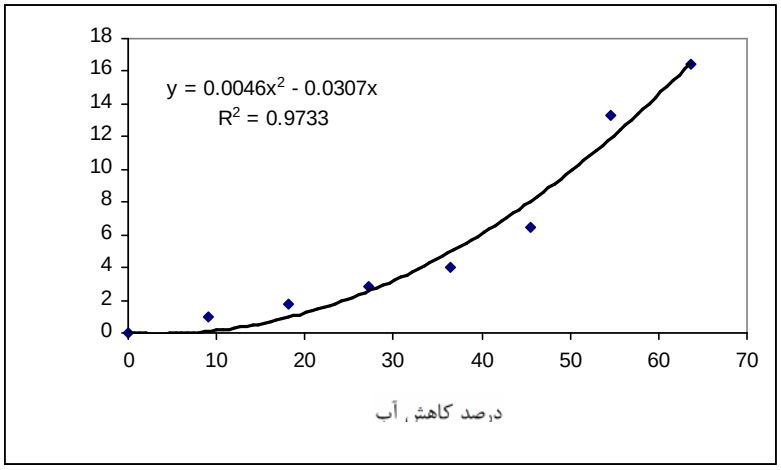


شکل۶ تابع تولید گندم بر اساس عملکرد دانه

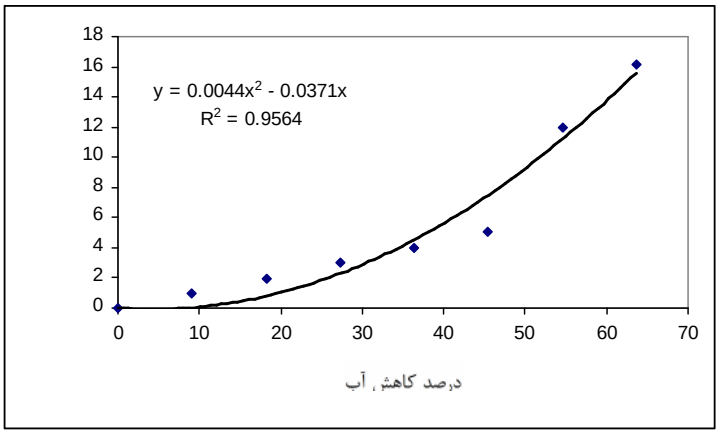


شکل۷ تابع تولید گندم بر اساس عملکرد کاه

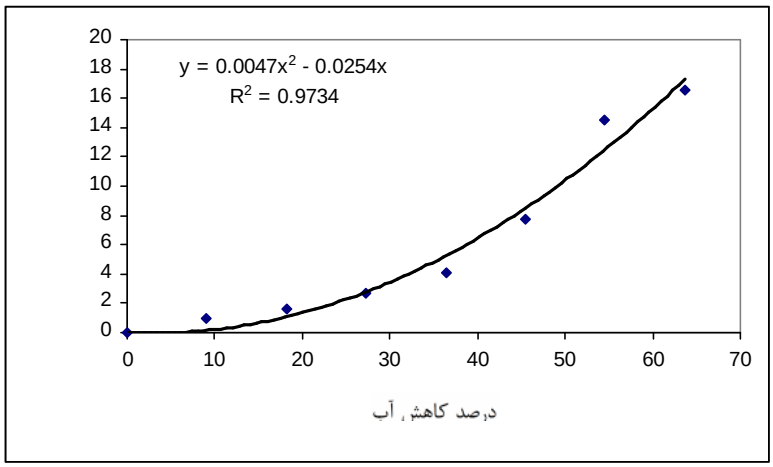
بر اساس اشکال۸ الی ۱۰ رابطـه بـین کـاهش محصـول و کاهش آب برای گندم در شهرکرد، برخلاف رابطه استوارت (فصل اول)، یک رابطه غیرخطی است.



شکل۸ رابطه بین درصد کاهش محصول کل و درصد کاهش آب



شکل۹ رابطه بین درصد کاهش محصول دانه و درصد کاهش آب



شکل۱۰ رابطه بین درصد کاهش محصول کاه و درصد کاهش آب

تعیین عمق آب مصرفی بهینه گندم در شرایط محدودیت منابع آب

به منظور تعیین مقدار بهینه آب مصرفی در شرایط محدودیت آب لازم است توابع درآمد، هزینه و سود تهیه شود. این کار به صورت زیر انجام می شود:

تابع درآمد:

با استفاده از اشکال۶ و ۷ توابع تولید دانه و کاه با معادلات(۲) و (۳) نوشته می‌شود:

$$y_1(w) = -0.0231w^2 + 14.526w + 3386 \quad (۲)$$

$$y_2(w) = -0.0279w^2 + 18.145w + 3857 \quad (۳)$$

در معادلات فوق: w = عمق آب مصرفی (میلی‌متر)، $y_1(w)$ = عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و $y_2(w)$ = عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار). با استفاده از معادله(۲) w یی که ماکزیمم تولید دانه را می‌دهد (w_m) برابر با ۳۱۴ میلی‌متر است. بنابراین در حالت آبیاری کامل بایستی این مقدار آب استفاده شود. علاوه بر ضریب تعیین که در شکل‌های۵ الی ۷ ارائه شده، آماره t برای توابع تولید دانه، کاه و کل بترتیب ۰/۱۲، ۲/۲۲ و ۰/۰۵۷ می باشد. با توجه به اینکه t در سطح یک درصد برابر با ۳/۳۵ و در سطح ۵ درصد برابر با ۲/۳۰۶ است، بنابراین نتایج این رگرسیون با احتمال ۹۹ درصد مورد قبول است.

اگر قیمت یک کیلوگرم دانه و کاه مشخص باشد. تابع درآمد به صورت معادله(۴) نوشته خواهد شد:

$$I_g(w) = A.[p_1.y_1(w) + p_2 y_2(w)] \quad (۴)$$

در معادله فوق: $I_g(w)$ = میزان درآمد (ناخالص) حاصل از کل سطح زیر کشت (ریال)، A = سطح زیر کشت (هکتار)، p_1 = قیمت واحد وزن دانه (ریال در کیلوگرم) و p_2 = قیمت واحد وزن کاه (ریال در کیلوگرم).

با توجه به این‌که قیمت فعلی یک کیلوگرم دانه و کاه بترتیب ۲۵۰۰ و ۶۰۰ ریال است، تابع درآمد از جایگزینی معادلات(۲) و (۳) در معادله(۴) به‌صورت زیر بدست می‌آید:

$$I_g(w) = A.(-74.49w^2 + 47202w + 10779200) \quad (۵)$$

تابع هزینه:

تابع هزینه برای یک دوره کشت را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$C(w) = A.[C_1(w) + C_2(w) + C_3(w) + C_4(w) + C_5] \quad (۶)$$

در معادله فوق: $C(w)$ = میزان هزینه کل سطح زیر کشت (ریال)، $C_1(w)$ = هزینه آب مصرفی(ریال در هکتار)، $C_2(w)$ = هزینه کارگر آبیاری و هزینه سوخت پمپ (ریال در هکتار)، $C_3(w)$ = هزینه حمل دانه (ریال در هکتار)، $C_4(w)$ = هزینه حمل کاه (ریال در هکتار) و C_5 = هزینه‌های آماده سازی زمین، داشت و برداشت (ریال در هکتار).

اگر قیمت یک مترمکعب آب c_1 ریال و هزینه کارگر و تامین سوخت برای یک مترمکعب آب برابر با c_2 باشد، با توجه به این‌که هر w میلی‌متر آب معادل $10w$ مترمکعب آب در هکتار است، می‌توان نوشت:

$$C_1(w) = 10wc_1 \quad (۷)$$

$$C_2(w) = 10wc_2 \quad (۸)$$

اگر هزینه حمل یک کیلوگرم دانه c_3 ریال و هزینه حمل یک کیلوگرم کاه c_4 ریال باشد، می‌توان نوشت:

$$C_3(w) = c_3.y_1(w) \quad (۹)$$

$$C_4(w) = c_4.y_2(w) \quad (۱۰)$$

با جایگزینی معادلات(۸) الی (۱۰) در معادله(۷) و جایگزینی معادلات(۳) و (۴) در معادله حاصل و با توجه به این که در حال حاضر مقادیر c_1، c_2، c_3 و c_4 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ ریال و هزینه‌های آماده سازی زمین، داشت و برداشت ۱۰ میلیون ریال در هکتار است، تابع هزینه به‌صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$C(w) = A(-10.68w^2 + 7696w + 11495700) \quad (11)$$

تابع سود (درآمد خالص):

تابع سود از تفاضل توابع درآمد (معادله۵) و هزینه (معادله۱۱) به‌صورت زیر بدست می‌آید:

$$I_n(w) = A(-63.81w^2 + 39506w - 716500) \quad (12)$$

در معادله فوق: $I_n(w)$ تابع سود (درآمد خالص) برحسب ریال برای کل سطح زیر کشت می‌باشد. با استفاده از تابع سود می‌توان عمق آب مصرفی بهینه را در شرایط محدودیت در منابع آب به صورت زیر تعیین نمود:

در این حالت بایستی آب مصرفی را کاهش و در عوض سطح زیر کشت را افزایش داد. بنابراین در معادله(۱۲) A یک متغیر است و باید تعیین شود. اگر حجم آب موجود در طول فصل زراعی برای یک منطقه V مترمکعب باشد، سطحی که می‌توان با w میلی‌متر آب زیر کشت برد با رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$A = \frac{V}{10w} \quad (13)$$

با ترکیب معادلات(۱۳) و (۱۲) معادله زیر بدست می‌آید:

$$I_n(w) = \frac{V}{10}(-63.81w + 39506 - \frac{716500}{w}) \quad (14)$$

مقدار آب مصرفی بهینه در شرایط محدویت آب، w یی است که مقدار سود (معادله۱۴) را ماکزیمم می‌کند. اگر این مقدار آب مصرفی، w_w نامیده شود، می‌توان آن را با مساوی صفر قرار دادن مشتق معادله(۱۴) نسبت به w بدست آورد:

$$\frac{dI_n(w)}{dw} = \frac{V}{10}(-63.81 + \frac{716500}{w^2}) = 0 \rightarrow w_w = 106mm$$

بنابراین مقدار بهینه آب مصرفی در شرایط محدودیت آب برابر با ۱۰۶ میلی‌متر است. اگر این مقدار در معادله(۱۳) قرار گیرد، با مشخص بودن حجم آب قابل دسترس، می‌توان سطح زیر کشت را محاسبه نمود. همانطوری که قبلا اشاره شد عمق آب مورد نیاز در حالت آبیاری کامل ۳۱۴ میلیمتر است. بنابراین مقدار عمق بهینه در شرایط محدودیت آب حدود ۳۴ درصد آبیاری کامل میباشد. یعنی در حالت محدودیت آب با اعمال کم آبیاری می توان سطح زیر کشت را ۲/۹ برابر (از تقسیم ۳۱۴ به ۱۰۶) نسبت به آبیاری کامل افزایش داد. بنابراین از ترکیب نتایج الف و ب می توان چنین نتیجه گیری کرد که اگرچه کم آبیاری باعث کاهش اجزای عملکرد در واحد سطح می شود، اما روشی است که با استفاده از آن می‌توان در شرایط کمبود آب سطح زیر کشت را طوری گسترش داد که سود حداکثر بدست آید.

منابع

۱- فرداد، ح. و گلکار، ح. ر.، ۱۳۸۱. تحلیل اقتصادی کم آبیاری گندم در شرایط کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۳، شماره ۲، صفحات ۳۰۵ تا۳۱۱.

۲- شایان نژاد، م.، ۱۳۸۷. بررسی تاثیر کم آبیاری روی خصوصیات کمی سیب زمینی با اعمال روش آبیاری شیاری یک در میان در شهرکرد، مجله علوم و صنایع کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲۲، شماره۱، صفحات ۱۳۱ تا ۱۴۰.

3. English, M., 1990. Deficit irrigation I: Analytical framework, ASCE, J. of Irrigation and Drainage Engineering, 16(3): 399-412

4. English, M., James, L., 1990. Deficit irrigation II: Observations in Columbia basin, ASCE, J. of Irrigation and Drainage Engineering, 16(3): 413-426.

5. Hang, A. N., Miller, D. E., 1983. Wheat development as affected by deficit high frequency sprinkler irrigation.Agronomy J.,75:234-239.
6. Kirda, C., 2000. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. FAO. Deficit Irrigation Practices. Water Reports 22.
7. Musick, J. I., Dusck, D. A., 1980. Planting data and water deficit effects on development and yield of irrigated winter wheat. Agronomy J.,72:45-52.
8. Smith, M., Kivumbi, D., 2000. Use of the FAO CROPWAT model in deficit irrigation studieds. FAO. Deficit Irrigation Practices. Water Reports 22.
9. Stegman, E. C., Schatz, B. G., Gardner, C., 1990. Yield sensitivites of short season soybeans to irrigation management. Irrigation Science.11:111-119.
10. Stewart, J. I., Cuenca, R. H., Pruitt, W. O., Hagan, R. M. and Tosso, J., 1977. Determination and utilization of water production function for principal california crops. W-67 California Contributing Project Report. Davis. United States of America, University of California.
11. Zhang, B., Li, F., Huang, G., Cheng , Z. and Zhang, Y., 2006. Yield performance of spring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area, Agricultural Water Management, 79(1):28-42.

Effect of deficit irrigation on quantitative properties of winter wheat and determination of its optimum applied water in Shahrekord

Abstract:

For investigation of effect of deficit irrigation on quantitative properties of winter wheat, a completely randomized design consisted of 36 plots(9 irrigation treatments and 4 replications) was conducted at farm research(with sandy loam texture) of Shahrekord university in 1384-1385. The irrigation treatments were applied since the first of Khordad ,1385, because before the date irrigation requirement was zero in Shahrekord climate. The irrigation time was determined base on which time 50% depletion of soil water content in full irrigation treatment occured. T1 and T2 treatments were over irrigation, T3 was full irrigiation and other treatments were under different levels of deficit irrigation. The results showed that the deficit irrigation effect on quantitative properties of winter wheat (consists total, grain and straw yield and wheight of thousand grain) significantly, so that depth of apply water which maximize grain yield per hectar was 314mm. Finally the depth of applied water for irrigation of winter wheat that maximizes net income was 106 mm. While according to crop production function the depth of applied water that maximizes grain yield was 314 mm. Thus in the water limiting situation the optimum depth of applied water is equal to 34% of full irrigation. Thus, using deficit irrigation, irrigated area can be increased 2.9 time related to full irrigation.

Key Words: deficit irrigation, wheat, quantitative properties, depth of optimum applied water.