

تأثیر روش آبیاری و سطوح خاک‌ورزی بر کارایی مصرف آب و عملکرد ذرت در کرمان

هوشنگ افزلی گروه^{1*}، محمد امین آسودار²، زهرا خدارحم‌پور³

تاریخ دریافت: 88/8/4 تاریخ پذیرش: 91/1/28

1- محقق، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان

2- دانشیار، دانشگاه رامین اهواز

3- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

* مسئول مکاتبه: E-mail: hooshangafzali@yahoo.com

چکیده

کشت دو محصول در یک سال محدودیت زمان تهیه بستر بذر برای محصول دوم و کمبود مواد آلی خاک را به همراه دارد که این امر از مشکلات کشاورزی استان کرمان می‌باشد. با توجه به محدود بودن منابع آبی و خشکسالی‌های اخیر، استفاده از روش‌های مناسب آبیاری همراه با مدیریت خاک‌ورزی می‌تواند سبب کند کردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی استان گردد. بدین منظور آزمایشی به صورت بلوک‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان با بافت خاک شنی اجرا گردید. فاکتور اصلی خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی در 3 سطح شامل: خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار + دو بار دیسک + ماله)، کم‌خاک‌ورزی (دو بار دیسک) و بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم بذر) و فاکتور فرعی آبیاری به دو روش جوی و پشته‌ای و قطره‌ای-نواری بود. بر اساس نتایج حاصل اثر منفرد فاکتورهای خاک‌ورزی و آبیاری در سطح احتمال 1 درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال 5 درصد برای صفت عملکرد معنی‌دار شد. بر اساس نتایج، تیمار کم‌خاک‌ورزی با 9835 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را در بین بقیه تیمارها داشت. بین دو سطح شخم مرسوم و کم‌خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد. عملکرد در آبیاری قطره‌ای-نواری 9 درصد بیشتر از روش آبیاری جوی و پشته‌ای بود. در آبیاری جوی و پشته‌ای 13850 و آبیاری قطره‌ای-نواری 7530 مترمکعب آب در هکتار مصرف شد. نتایج تحقیق نشان داد که تیمار آبیاری قطره‌ای-نواری و کم‌خاک‌ورزی با 1/4 کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین کارایی مصرف آب را داشت. آبیاری قطره‌ای-نواری باعث 40 درصد صرفه جویی در مصرف آب شد. با توجه به نتایج برای شرایط مشابه منطقه مورد تحقیق، روش کم‌خاک‌ورزی با آبیاری قطره‌ای-نواری توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بقایای گیاهی، روش آبیاری، سطح خاک‌ورزی، عملکرد ذرت، کارایی مصرف آب

Effect of Irrigation Method and Tillage Level on Water Use Efficiency and Corn Grain Yield (*Zea Mays L.*) in Kerman

H Afzali Gorouh^{1*}, MA Asoodar² and Z Khodarahmpoor³

Received: 26 October, 2009 Accepted: 16 April, 2012

¹-MSc, Dept. of Agric. Eng. Research, Agric. Research Center of Kerman, Iran

²- Assoc. Prof., Univ. of Ramin, Khoozestan, Iran.

³- Scientific Member, Univ. of Islamic Azad, Shoushtar, Iran

* Corresponding author: E- mail: hooshangafzali@yahoo.com

Abstract

Cultivation of two crops in one year may lead to time limitation for seedbed preparation of the second crop and inadequacy of organic material. These are some of Kerman province agricultural problems. In addition, regarding to the limited water resources and recent droughts use of proper irrigation methods with tillage management methods can reduce destruction of agricultural lands and increase sustainability of agriculture. For this purpose, an experiment using a split plot in randomized complete blocks design (RCBD) with four replications was conducted at Kerman agricultural research center. Tillage systems consisted of conventional tillage (CT), reduced tillage (RT) and no tillage (NT) were the major treatments and two irrigation methods (furrow (FI) and tape irrigation (TI)) were the sub plots. The results of this research showed: tillage and irrigation treatments had significant effect on corn yield at $PV= 1\%$ and interaction of these treatments had significant effect at $PV= 5\%$ on corn yield. RT treatment produced the maximum yield (9835 kg/ha), CT and RT treatments did not show any significant difference. Corn yield under tape irrigation was 9% more than that of furrow irrigation. By furrow and tape irrigation treatments 13850 and 7350 m³/ha water were used respectively. So treatment of TI with NT treatment had the maximum Water Use Efficiency (1.4 kg/m³) based. On the results, tape irrigation caused 40% water saving. Regarding to the results RT with TI system is recommended at the study area.

Key word: Corn yield, Crop residue, Irrigation system, Tillage level, Water use efficiency

کاهش حاصلخیزی خاک‌های زراعی را در پی خواهد داشت (جمشیدیان و خواجه‌پور 1378). خاک‌ورزی با گاواهن برگردان‌دار باعث از دست رفتن رطوبت خاک می‌شود (صادق‌نژاد 1385). کاربرد فن‌آوری‌های مطلوبی همانند سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار،

مقدمه

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در هر سال 5 تا 7 میلیون هکتار از زمین‌های زراعی دنیا حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند (استینز و همکاران 1998). سوزاندن و جمع‌آوری مداوم بقایای محصول قبلی به ویژه در شرایط کشت دوگانه، کمبود مواد آلی خاک و

خاک‌ورزی در حد مناسب انجام شده و باعث باقی ماندن بقایای گیاهی در خاک شود در افزایش وزن هزار دانه اثر مثبت خواهد گذاشت.

محققین عقیده دارند، کم آبیاری ذرت باعث افزایش راندمان مصرف آب می‌گردد، ولی کم آبیاری در ذرت کار صحیحی نمی‌باشد زیرا اگر نیاز آبی گیاه تامین نشود به گیاه تنش وارد شده و منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود. در این مورد شوسلر و وستیک (1991) نشان دادند که تنش خشکی در طی مرحله گلدهی و اوایل نمو دانه، تعداد دانه در ردیف بلال را کاهش می‌دهد. کریمی و گمرکچی (1386) نشان دادند که تعداد دانه در ردیف بلال با مقدار آب آبیاری رابطه مستقیمی دارد. موزیک و دوسک (1980) نشان دادند که نیاز آبی فصلی ذرت بین 667-789 میلی متر و کارایی مصرف آب بین 1/25-1/46 کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد و میزان عملکرد از 9/52 تا 10/85 تن در هکتار متغییر است. کوهی چله کران (1384) با بررسی تاثیر روش کم آبیاری با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای - نواری بر کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در کشت یک و دو ردیفه نتیجه گرفت که بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به حالت تراکم کشت 85000 بوته در هکتار و سطح آبیاری 125 درصد نیاز آبی و آرایش کاشت دو ردیفه با مقدار 1/46 کیلوگرم در متر مکعب می‌باشد. حامدی و همکاران (1384) کارایی مصرف آب را در گیاه ذرت در آبیاری قطره‌ای نواری 3 برابر نشتی، کریم زاده (1385) کارایی مصرف آب چغندر قند را 2/85 برابر روش جوی و پشته‌ای گزارش کردند.

افزایش قطر و طول ساقه رابطه مستقیمی با میزان مصرف آب، توسعه ریشه در عمق بیشتر خاک جهت جذب آب و مواد آلی خاک دارد. این عوامل تحت تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی می‌باشند در خاک‌ورزی مرسوم، خاک تا عمق بیشتری زیر و رو شده و شرایط بهتری برای رشد ریشه و ساقه فراهم می‌شود (همت و مصدقی 1380). روبین و دامینگو (2003) نشان دادند

می‌تواند سبب کند کردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی گردد (سوانتون و ویز 1991). از طرف دیگر محدودیت منابع آب کشور و تشدید این محدودیت که ناشی از خشکسالی و نیز تداوم افزایش میزان تقاضا است، سبب گردیده تا حداکثر استفاده از منابع آب موجود، افزایش بهره‌وری و بالطبع افزایش تولید در واحد سطح مطرح گردد. کارایی مصرف آب (WUE)¹ به منظور نشان دادن رابطه کمی رشد گیاه و آب مصرفی به صورت "مقدار ماده گیاهی تولیدی به ازاء هر واحد آب مصرفی" تعریف می‌گردد که از رابطه 1 محاسبه می‌شود (صادق زاده 1377).

$$[1] \quad WUE = \frac{\text{عملکرد محصول (کیلوگرم)}}{\text{حجم آب مصرفی (متر مکعب)}}$$

بسیاری از محققان بر این عقیده هستند که به علت قابل توجه بودن تلفات آب از طریق تبخیر هر مدیریتی که بتواند تبخیر از سطح خاک را کاهش دهد به طور یقین عملکرد و کارایی مصرف آب را افزایش خواهد داد. روش‌های متعددی برای کاهش تبخیر از سطح خاک وجود دارد. پژوهشگران زیادی از جمله گریفیت و همکاران (1988) و صیادیان و بهشتی آل آقا (1384) و لیچ و الکایسی (2005) گزارش کرده‌اند که خاک‌ورزی حفاظتی رطوبت بیشتری را در خاک ذخیره نموده و ضمن کاهش تبخیر موجب افزایش نفوذ پذیری می‌شود. آنگر (2003) تاثیر بقایای گیاهی در خاک‌ورزی حفاظتی با آبیاری محدود بر عملکرد سورگوم را بررسی کرد و نتیجه گرفت درصد ذخیره رطوبت خاک در شرایط کاشت دیر هنگام و خرد کردن بقایای گیاهی قبل از کاشت بهتر از روش‌های عدم خرد کردن و جمع‌آوری بقایای گیاهی بوده و عملکرد دانه در روش خاک‌ورزی مرسوم کمتر از بقیه روش‌ها است. نوریان و همکاران (1385) و دروری و همکاران (2003) دریافتند که اگر

1. Water use efficiency

شد. این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل است. میانگین درجه حرارت سالانه 17/4 درجه سلسیوس، متوسط تبخیر سالانه آن از تشتک تبخیر کلاس A، 2792/3 میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی هوا 31/5 درصد و متوسط بارندگی سالانه آن 124/3 میلی‌متر می‌باشد. این طرح در زمینی به مساحت 4500 متر مربع اجرا شد. زمین انتخابی زیر کشت گندم به روش کشت روی پشته و آبیاری جوی و پشته‌ای بود. میزان بقایا پس از برداشت گندم با استفاده از قاب به ابعاد 50×100 سانتی‌متر، 4 تن در هکتار برآورد گردید. تحقیق به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در کرت‌هایی به طول 20 و عرض 15 متر با چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای خاک‌ورزی در سه سطح شامل، خاک‌ورزی مرسوم (T1)، کم‌خاک‌ورزی با دیسک (T2) و بی‌خاک‌ورزی (T3) در کرت‌های اصلی و تیمارهای آبیاری به دو روش جوی و پشته‌ای (II) و قطره‌ای-نواری (I2) در کرت‌های فرعی اجرا گردید. در خاک‌ورزی مرسوم، زمین مورد نظر با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 25 سانتی‌متری شخم، سپس دو بار به عمق 15 سانتی‌متر دیسک زده شد. بعد از آن به وسیله ماله تسطیح شد. در کم‌خاک‌ورزی فقط طی دو مرحله رفت و برگشت عملیات دیسک زنی تا عمق 15 سانتی‌متری خاک انجام شد و در مورد بی‌خاک‌ورزی از هیچ یک از ادوات خاک‌ورزی استفاده نشد و مستقیماً اقدام به کشت بذر با ردیف کار در زمین گردید. بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی، بلافاصله نرت هیبرید² کشت شد. کشت یک ردیفه بر روی پشته‌هایی به فاصله 75 سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف 17 سانتی‌متر بود. بر اساس نتایج آزمون خاک، 100 کیلوگرم کود K₂O از منبع سولفات پتاسیم، 75 کیلوگرم P₂O₅ از منبع سوپر فسفات تریپل و 150 کیلوگرم نیتروژن از منبع

یک تا دو روز تاخیر در آبیاری نرت در مرحله گرده افشانی و تلقیح 22 درصد عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. هانون و کافکا (2004) و سینگاندهاپ و همکاران (2003) گزارش کردند کم آبیاری در طول دوره تشکیل گل تاجی و گلدهی، وزن هزار دانه را کاهش داده درحالی که کمبود رطوبت خاک در مراحل اولیه رشد گیاه نرت، بلال و تعداد دانه در بلال را کاهش می‌دهد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که گیاهان ردیفی مانند نرت در روش آبیاری قطره‌ای نواری عملکرد بیشتری نسبت به روش نشتی دارند (کریم زاده 1385، اخوان و مصطفی زاده فرد 1384).

حدود 39 درصد مساحت ایران در ناحیه خشک با میانگین بارندگی 200 تا 500 میلی‌متر قرار دارد (خاکسار 1373). تولید محصول بیشتر در خاک‌های این نواحی به ذخیره رطوبتی خاک و مدیریت آبیاری بستگی دارد (آنگر 2003). با انتخاب مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی و حفظ بقایای محصول قبل می‌توان تبخیر از سطح خاک را کاهش داده و محتوی رطوبتی خاک را بالا نگه داشت. در استان کرمان دو محصول گندم و نرت در یک سال کشت می‌شود و معمولاً کشاورزان بقایای محصول قبل را از مزرعه جمع‌آوری کرده و یا آتش می‌زنند. لذا هیچ‌گونه اطلاعات علمی در زمینه تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و حفظ بقایای محصول قبل بر عملکرد نرت وجود ندارد. هم‌چنین با توجه به محدود بودن منابع آب و خشکسالی‌های اخیر در این تحقیق مطالعه هم‌زمان تاثیر دو عامل خاک‌ورزی با حفظ بقایای گندم و آبیاری بر کارایی مصرف آب و عملکرد نرت دانه‌ای در منطقه مذکور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی شهید زنده روح مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان، واقع در شهر کرمان 20 کیلومتر جاده جوپار در خاکی با بافت شنی اجرا

¹ Singel Cross 704

$$T_d = ET_c \cdot (0.1P)^{0.5} \quad [3]$$

در این رابطه: T_d مقدار نیاز آبی روزانه گیاه، P سطح سایه انداز گیاه در هنگام ظهر و ET_c تبخیر-تعرق گیاه ذرت می‌باشد (علیزاده 1385).

حجم ناخالص آب مورد نیاز هر بوته از رابطه 4 بدست می‌آید (علیزاده 1385).

$$G = (K) \cdot (d) \cdot (S_p) \cdot (S_r) \quad [4]$$

در این رابطه G حجم ناخالص آب مورد نیاز برای هر بوته (لیتر در روز)، K ضریب مربوط به نوع واحدهای مورد استفاده که مقدار آن در سیستم متریک برابر یک است، d عمق ناخالص آبیاری (میلیمتر در روز)، S_p فاصله بین ردیف‌های کشت (متر) و S_r فاصله بوته‌ها روی ردیف (متر) می‌باشد.

حجم آبی که در هر نوبت آبیاری از هر کنتور عبور می‌کرد بر اساس تعداد ردیف‌های متصل به هر کنتور، تعداد بوته‌های روی هر ردیف و مقدار حجم آب مورد نیاز هر بوته از رابطه 5 محاسبه شد (کوهی چله کران 1384).

$$V = (15.n.G)4 \quad [5]$$

در این رابطه V حجم آب لازم که در هر نوبت آبیاری از هر کنتور بایستی عبور می‌نمود (لیتر)، n تعداد بوته‌ها روی هر ردیف و G حجم آب مورد نیاز هر بوته در هر دور آبیاری (لیتر) می‌باشد. عدد 15 در رابطه 5 نشان دهنده تعداد ردیف‌های متصل به هر کنتور و عدد 4 تعداد تکرارها می‌باشند.

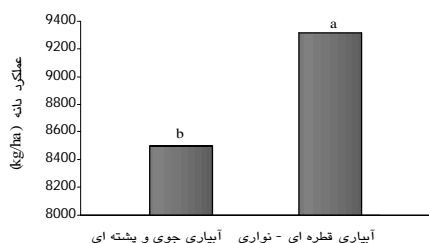
برداشت محصول 140 روز پس از سبز شدن در طی دو روز با حذف 6 ردیف کناری به عنوان اثر حاشیه صورت گرفت. بنابراین فقط از 9 ردیف وسط با طول ردیف‌های کشت 15 متر انجام شد. با اندازه‌گیری میزان آب داده شده به هر یک از تیمارها با کنتور حجمی و عملکرد محصول با احتساب رطوبت 14 درصد در هر تیمار، کارایی مصرف آب محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای

اوره در هر هکتار به خاک اضافه شد. کود فسفر و پتاسیم در زمان کاشت و کود اوره در دو نوبت قبل از اولین آبیاری و در مرحله پنچ برگی به مزرعه مورد مطالعه اضافه گردید.

میزان آب ورودی به هر بلوک در هر دو تیمار آبیاری با استفاده از کنتور حجمی اندازه‌گیری شد. در این تحقیق آبیاری به روش جوی و پشته‌ای براساس عرف منطقه با دور آبیاری هفت روز و برای آبیاری قطره‌ای -نواری سه روز در میان انجام شد. در آبیاری جوی و پشته‌ای حجم آب در هر نوبت آبیاری به روش مرسوم کشاورزان منطقه به هر بلوک داده شد. به این ترتیب که آب از طریق لوله به ابتدای هر بلوک وارد و زمانی که به انتهای جویچه‌ها می‌رسید از طریق شیر فلکه قطع شده و حجم آب وارد شده به هر بلوک در هر نوبت آبیاری از طریق کنتور مربوطه یادداشت می‌شد. برای برآورد نیاز آبی گیاه در روش آبیاری قطره‌ای نواری از آمار هواشناسی روزهای قبل (تعداد ساعات آفتابی در روز - سرعت باد در ارتفاع دو متری - میزان بارندگی - میزان رطوبت - کمینه و بیشینه دمای هوا در روز) ایستگاه هواشناسی کرمان استفاده شد. به این صورت که مثلاً برای آبیاری روز شنبه از آمار روزهای چهارشنبه، پنج‌شنبه و جمعه استفاده می‌شد (کوهی چله کران 1383). برای برآورد نیاز آبی گیاه ابتدا تبخیر و تعرق گیاه ذرت از رابطه 2 محاسبه شد.

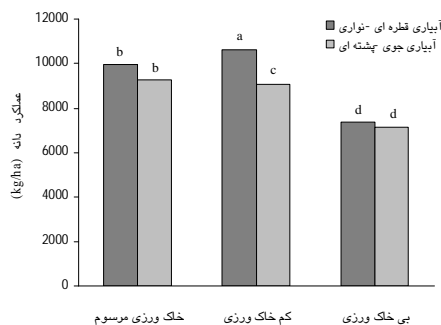
$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \quad [2]$$

در این رابطه ET_c تبخیر-تعرق گیاه ذرت و ET_0 تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع چمن می‌باشد که با استفاده از داده‌های هواشناسی و معادله پنمن مانتیس اصلاح شده توسط فائو محاسبه شد (علیزاده 1381). برای تعیین ضریب گیاهی K_c ، از روش ارائه شده FAO استفاده شد (دورنبوس و کسام 1979). مقدار نیاز آبی یا تعرق روزانه در آبیاری قطره‌ای -نواری با استفاده از رابطه 3 محاسبه شد (علیزاده 1385).



شکل 2- مقایسه میانگین‌های اثر آبیاری بر عملکرد نرت. دور آبیاری کوتاه‌تر، از هدر رفت آب جلوگیری می‌کند (آیرز و همکاران 1991). در روش آبیاری جوی و پشته‌ای به علت بافت شنی خاک و کم بودن شیب شیاریها (برای جلوگیری از فرسایش شیاریها) حجم آب نفوذ یافته در ابتدا و انتهای شیاریها تفاوت زیادی داشته و ممکن است باعث توزیع غیر یکنواخت رطوبت شده باشد به همین علت عملکرد در انتهای شیاریها نسبت به ابتدای آن‌ها کمتر شده و در نتیجه متوسط عملکرد کاهش پیدا کرده است.

با توجه به جدول 1 اثر متقابل تیمار خاکورزی و آبیاری در سطح احتمال 5 درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار است. همان طوری که شکل 3 نشان می‌دهد، آبیاری قطره‌ای-نواری همراه با کم‌خاکورزی با میانگین عملکرد 10603 کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری داشته و تیمار بی‌خاکورزی با آبیاری جوی و پشته‌ای با میانگین عملکرد 7140 کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است.



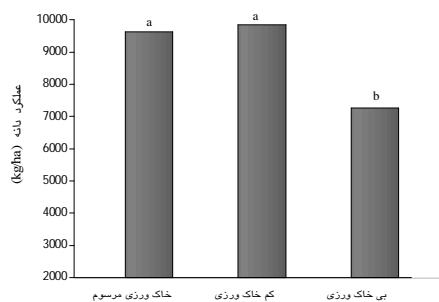
شکل 3- اثر متقابل خاکورزی و آبیاری بر عملکرد نرت

دانکن و توسط نرم افزار MSTAT-C و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار آماری Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول 1 نشان می‌دهد که اثر مجزای فاکتورهای خاکورزی و آبیاری در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال 5 درصد بر عملکرد دانه نرت معنی‌دار بود.

شکل 1 نشان می‌دهد خاکورزی مرسوم و کم‌خاکورزی به ترتیب با میانگین 9638/750 و 9835/250 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص دادند و از نظر آماری در یک گروه و بی‌خاکورزی با کمترین عملکرد 7257/5 کیلوگرم در هکتار در گروه دیگر قرار گرفت. نتایج بدست آمده در این طرح با نتایج گزارش شده توسط توبه و همکاران (1377)، نجفی نژاد (1382)، گومن و سور (2001)، گوارت و همکاران (2004) و چن و همکاران (2004) مطابقت دارد.

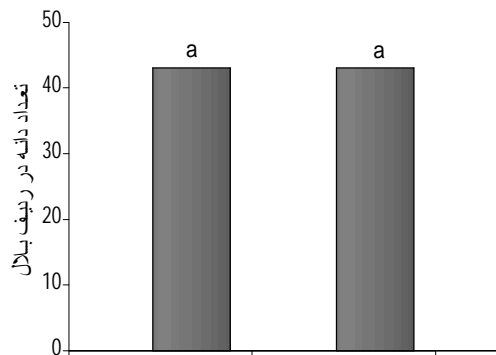


شکل 1- مقایسه میانگین‌های اثر خاکورزی بر عملکرد نرت

شکل 2 اثر ساده فاکتور آبیاری بر عملکرد را نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد دانه با 9319/33 کیلوگرم در هکتار برای آبیاری قطره‌ای-نواری و کمترین آن 8501/66 کیلوگرم در هکتار برای آبیاری جوی و پشته‌ای بدست آمد. دلیل افزایش عملکرد در آبیاری قطره‌ای-نواری به توزیع یکنواخت آب و کوتاه‌تر شدن دور آبیاری مرتبط می‌شود.

اجزای عملکرد

با توجه به جدول 1 اثر مجزای تیمار خاک‌ورزی برای صفت تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال 5 درصد و بر سایر اجزاء عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، قطر ساقه، طول ساقه، قطر بلال و طول بلال) در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود. دلیل افزایش سایر اجزاء عملکرد در تیمار کم‌خاک‌ورزی با دیسک در مقایسه با بی‌خاک‌ورزی را می‌توان به کاهش علف‌های هرز غالب نرت در روش کم‌خاک‌ورزی دانست (توبه و همکاران 1377). در این تحقیق، دو روش خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی با ایجاد شرایط مناسب برای گیاه باعث افزایش وزن هزار دانه شدند. بین تعداد دانه در ردیف در روش‌های آبیاری قطره‌ای - نواری و آبیاری جوی و پشت‌های اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و این دو در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل 4). این موضوع نشان می‌دهد علیرغم اینکه حجم آب کمتری مصرف شده، ولی مصرف آب بهینه بوده است.



آبیاری قطره‌ای - نواری آبیاری جوی و پشت‌های

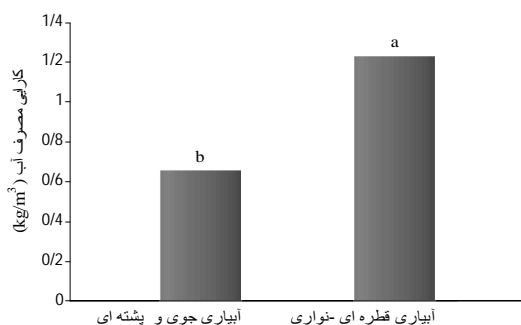
شکل 4- مقایسه میانگین‌های اثر آبیاری بر تعداد دانه

در ردیف بلال

ارتفاع ساقه با آب مصرفی رابطه مستقیمی دارد با توجه به نتایج ملاحظه می‌شود که گیاه در هر دو تیمار آبیاری در مرحله رشد رویشی به خوبی از آب موجود استفاده کرده است (شکل 5).

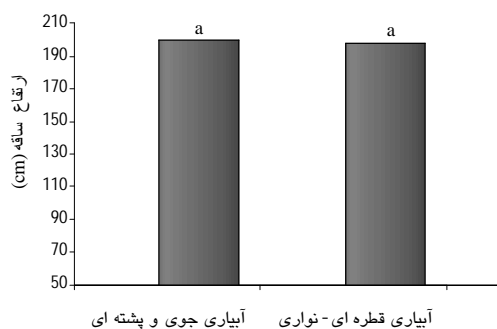
برتری تیمار کم‌خاک‌ورزی نسبت به سایر تیمارها به دلیل ایجاد بستر مناسب بذر، بهبود سرعت سبز شدن و استقرار گیاه در خاک و نقش مثبت بقایای گندم در کاهش تبخیر از سطح خاک می‌باشد (بایرون و شی 2004). یکی از دلایل پایین بودن عملکرد دانه در تیمار بی‌خاک‌ورزی نسبت به تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم را می‌توان به میزان سبز شدن بذر در این تیمار ارتباط داد. ممکن است وجود بقایای گیاهی در سطح خاک برای ماشین کاشت مشکل ایجاد کرده باشد. بنابراین بایستی میزان بقایا در این تیمار کنترل شده باشد، زیرا تجمع بیش از حد بقایای گیاهی در جلوی کارنده باعث کاهش تماس خاک با بذر و سرانجام کاهش درصد سبز شدن آن می‌شود (اسدی و افیونی 1385). هم‌چنین هنگامی که تراکم گیاه کم باشد، رشد علف‌های هرز زیاد شده و رقابت علف‌های هرز با گیاه کشت شده در استفاده از آب و مواد مغذی خاک نیز بیشتر می‌شود و بر خلاف انتظار که عملکرد محصول با بقایای گیاهی بایستی بیشتر باشد این امر محقق نشده و باعث کاهش عملکرد محصول می‌گردد (زلیها و اکبولات 2005). بنجامین و همکاران (2008) نیز کاهش عملکرد نرت دانه‌ای را در روش بی‌خاک‌ورزی گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بر خلاف نتایج این تحقیق اغلب پژوهش‌های انجام شده استفاده از سیستم بی‌خاک‌ورزی را موجب افزایش عملکرد گزارش کرده‌اند (تارکالسون و همکاران 2006، گومن و سور 2001، کریستنسن و همکاران 1994). اما همه این گزارشات اثرات درازمدت سیستم بی‌خاک‌ورزی را گزارش کرده‌اند. پژوهش‌هایی که مربوط به زمان کوتاه استفاده از سیستم بی‌خاک‌ورزی می‌باشد، چنین اختلافاتی را گزارش نمی‌کند. شاید دلیل کاهش عملکرد در این تیمار مربوط به نوع ماشین کاشت، درصد بقایا و شنی بودن بافت خاک مزرعه باشد. به هر حال در منابع نتایج متناقضی گزارش شده است.

آب در روش آبیاری قطره‌ای-نواری 1/23 کیلوگرم بر متر مکعب و در روش جوی و پشته‌ای 0/6 کیلوگرم بر متر مکعب است که در دو گروه آماری متفاوت قرار گرفته‌اند (شکل 7).



شکل 7- مقایسه میانگین‌های اثر آبیاری بر کارایی مصرف آب

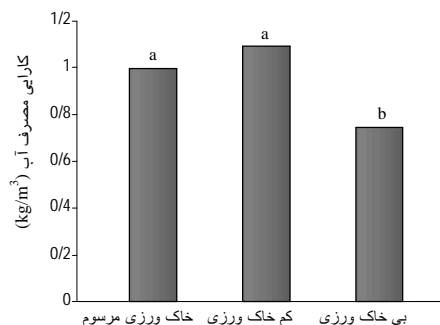
با توجه به نتایج در روش آبیاری قطره‌ای-نواری 45 درصد نسبت به روش جوی و پشته‌ای آب کمتری مصرف شده است. با وجود مصرف آب کمتر در تیمار آبیاری قطره‌ای-نواری، عملکرد آن نسبت به روش دیگر افزایش یافته است. به عبارتی روش آبیاری قطره‌ای-نواری باعث افزایش کارایی مصرف آب و صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. مشابه یافته‌های این تحقیق قائمی و حسین آبادی (1383) نیز کاهش میزان مصرف آب را در مقایسه دو روش آبیاری بر گیاه ذرت با 58 درصد کاهش برای آبیاری قطره‌ای-نواری ثبت کردند. محققین زیادی افزایش کارایی مصرف آب در روش قطره‌ای-نواری را بر روی محصولات ردیفی بدون کاهش عملکرد گزارش کرده‌اند. در این تحقیق اثر متقابل روش‌های آبیاری و خاک‌ورزی بر کارایی مصرف آب معنی‌دار نبود. با توجه به مقایسه میانگین‌های به روش دانکن و شکل 8، در پژوهش حاضر کم‌خاک‌ورزی و آبیاری قطره‌ای-نواری با 1/397 کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین کارایی مصرف آب و تیمار بی‌خاک‌ورزی با جوی و پشته‌ای با 0/520 کیلوگرم بر مترمکعب دارای کمترین کارایی مصرف آب بود.



شکل 5- مقایسه میانگین‌های اثر آبیاری بر ارتفاع ساقه

کارایی مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس جدول 1 نشان می‌دهد، اثر مجزای فاکتور خاک‌ورزی و آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. شکل 6 نشان می‌دهد که دو روش خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی با کارایی مصرف 0/998 و 1/094 کیلوگرم بر متر مکعب در یک گروه آماری و روش بی‌خاک‌ورزی با 0/747 کیلوگرم بر متر مکعب در گروه دیگر قرار گرفت.



شکل 6- مقایسه میانگین‌های اثر خاک‌ورزی بر کارایی مصرف آب

قرار گرفتن دو روش خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی در یک گروه نشان دهنده این است که بهتر است به جای خاک‌ورزی مرسوم از کم‌خاک‌ورزی استفاده کرد. این برتری را می‌توان ناشی از اثرات تجمعی اجزاء عملکرد دانست. متوسط کارایی مصرف

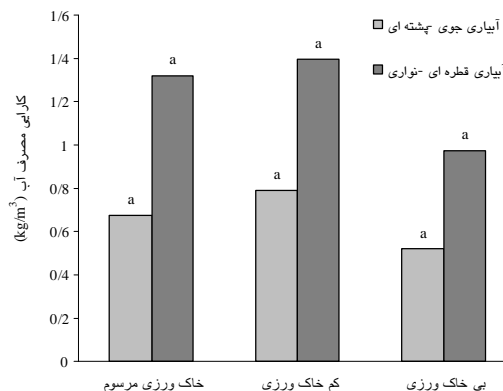
جدول ۱ - تجزیه واریانس عملکرد و سایر صفات اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و آبیاری.

میگن سمرقند												
منابع تغییر	درجه آزایی	عملکرد	وزن هزار دانه	تعداد دانه در رییف	تعداد رییف در بلال	قطر ساقه	طول ساقه	قطر بلال	طول بلال	کارایی مصرف آب	درجه آزایی	منابع تغییر
تکرار	۳	۱۳۵۷۲۷۰۹۴۴	۴۳/۱۷	۱/۰۷۶	۱/۰۰۳	۰/۷۳۵	۱۸۳/۹۷	۱/۱۴۵	۱/۰۳۳	۱/۰۱۷		
خاک‌ورزی	۲	۱۶۴۷۱۷۷/۵**	۳۸۸۷۹۲**	۲/۳۵**	۱/۰۵۲*	۴۴۲/۱۹**	۲۴۰/۳۵**	۸/۷۷۰**	۳/۵۷۳**	۱/۲۵۶**		
خطا	۶	۲۵۳۳۳۹/۱۱	۶/۹۵۸	۰/۷۳۲	۱/۰۰۳	۰/۵۰۵	۳۰/۶۳۵	۱/۱۹۹	۱/۰۵۸	۱/۰۲۲		
آبیاری	۱	۱۱۴۷۲۶۶۷**	۴۸/۱۷**	۰/۶۰**	۰/۰۲**	۲/۱۰**	۲۹۰/۴۰**	۰/۲۷۲**	۱/۰۹۴**	۱/۹۴۴**		
خاک‌ورزی × آبیاری	۲	۸۳۰۵۵/۱۶۷*	۱۵۷۹۲**	۱/۸۰۱**	۱/۰۲**	۰/۲۸۸**	۱/۳۰۹**	۱/۳۰۸**	۱/۱۶۱	۱/۲۰**		
خطا	۹	۱۳۱۶۲۵/۴۴	۶/۳۶۱	۱/۱۷۹	۱/۰۰۳	۰/۸۰۳	۱۲/۲۰۸	۱/۱۸۸	۱/۱۲۱	۱/۰۱۱		
کل	۲۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۰۷	۰/۷۷	۰/۹۸	۰/۳۲	۴/۶۶	۱/۷۶	۲/۳۰	۱/۹۱	۱/۰۱		

*، **، *** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

نتیجه‌گیری

از نتایج این ارزیابی می‌توان دریافت که تیمار کم‌خاک‌ورزی با 9835/25 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را در بین بقیه تیمارها داشت. تیمار آبیاری قطره‌ای-نواری و کم‌خاک‌ورزی با 1/397 کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین کارایی مصرف آب را داشت. در آبیاری جوی و پشته‌ای 13850 و آبیاری قطره‌ای-نواری 7530 مترمکعب آب در هکتار مصرف شد. بنابراین آبیاری قطره‌ای-نواری باعث 40 درصد صرفه‌جویی در مصرف آب شد. با توجه به نتایج برای شرایط مشابه منطقه مورد تحقیق، روش کم‌خاک‌ورزی با آبیاری قطره‌ای-نواری توصیه می‌شود.



شکل 8- اثر متقابل خاک‌ورزی و آبیاری بر کارایی مصرف آب

منابع مورد استفاده

- اخوان س و مصطفی زاده فرد ب، 1384. تاثیر مقدار و روش آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیب زمینی. نشریه پژوهش کشاورزی، جلد دوم، شماره 5، صفحه‌های 27 تا 40.
- اسدی ا و افیونی د، 1385. بررسی روش‌های کاشت بر روی بسترهای پشته‌ای دائم و غیر دائم و مقایسه آن با روش مرسوم در تناوب گندم و ذرت. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، شماره 85/1113.
- توبه ا، هاشمی دزفولی ا، مجیدی ا، روزیطلب م ح و مظاهری د، 1377. بررسی تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی معمول و حداقل با تعداد وجین بر تراکم نهایی و انواع علف‌های هرز، عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای. نشریه علمی و پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، جلد 14، شماره 4، صفحه‌های 46 تا 66.
- جمشیدیان ر و خواجه پور ر، 1378. بررسی اثرات روش‌های تهیه بستر بر رشد رویشی، عملکرد و اجزاء عملکرد ماش. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد 3، شماره 1، صفحه‌های 9 تا 19.
- حامدی ف، جعفری ح، قادری ج و رضایی زنگنه ر، 1384. مقایسه سیستم آبیاری قطره‌ای-نواری و سطحی از طریق سطوح مختلف نیاز آبی بر عملکرد ذرت. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، تهران.
- خاکسار فرد م، 1373. تلفات آب و روش‌های کاهش آن. نشریه علمی، اجتماعی و فرهنگی آب و فاضلاب کشور، شماره 9، صفحه‌های 25 تا 29.
- صادق نژاد ح، 1385. مقایسه بعضی از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم در اراضی استان گلستان. صفحه 14. چهارمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، تبریز.

صادق زاده ک، 1377. کارایی مصرف آب و راه کارهایی برای بهینه سازی آن. صفحه‌های 1 تا 19. مجموعه مقالات اولین کنگره علمی تخصصی فنی و مهندسی کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

صیادیان ک و بهشتی آل آقاع، 1384. بی‌خاک‌ورزی و چالش‌های پیش رو. انتشارات رازی، چاپ اول. 147 صفحه.

علیزاده ا، 1381. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع) - مشهد. 350 صفحه.

علیزاده ا، 1385. طراحی سیستم‌های آبیاری، جلد دوم. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع) - مشهد. 367 صفحه.

قائم‌ی ا و حسین آبادی ز، 1383. بررسی عملکرد چغندر قند در آبیاری قطره‌ای، قطره‌ای تیپ و جوی و پشته‌ای. مجموعه مقالات کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک. انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

کریم زاده م، 1385. بررسی تأثیر سیستم‌های آبیاری قطره‌ای - نواری، بارانی و جویچه‌ای بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی چغندر قند. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران، اهواز.

کریمی م و گمرکچی ا، 1386. بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ذرت در کشت یک و دو ردیفه در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی. مجله آبیاری زهکشی ایران، جلد 1، شماره 2. صفحه 21 تا 31.

کوهی چله کران ن، 1383. بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای - نواری و تراکم کشت بر کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس 700 در آرایش کشت یک و دو ردیفه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

کوهی چله کران ن، 1384. تأثیر سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای (tape) و تراکم بوته بر کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در کشت یک و دو ردیفه. پژوهش‌نامه علوم کشاورزی، جلد 1، شماره 6. صفحه 49 تا 58.

نجفی نژاد ح، 1382. اثرات روش‌های مختلف تهیه بستر بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال. شماره 82/656.

نوربان داسوکلائی ح، ضرغامی ر، حدادی م و محسنی م، 1385. بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف عملیات خاک‌ورزی و تراکم بر روی اجزاء و روابط بین صفات در ذرت رقم 70 بعد از برداشت کلزا در مازندران. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.

همت ع و مصدقی م، 1380. خاک‌ورزی برای تولید محصول در مناطق کم باران (ترجمه). انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. 161 صفحه.

Ayars JE, Hutmacher RB, Vail SS and Schoneman RA, 1991. Cotton response to non uniform and varying depths of irrigation. *Agric Water Manag* 19(2): 151-166.

Benjamin JG, Mikha, MM, and Merle FR, 2008. Organic carbon effect on soil physical and hydraulic properties in a semiarid climate. *Soil Sci Soc Am J* 72: 1357-1362

Byron JH and She KC, 2004. Weed management in strip tillage corn. *Agron J* 96: 229- 235.

Chen Ym, Monero FV, Lobb D, Tessier S and Cavers C, 2004. Effects of six tillage methods on residue incorporation and crop performance in a heavy clay soil. *ASAE J* 47: 1003-1010.

Creistensen NB, Lindemann WC, Sosa ES and Gill LR. 1994 Nitrogen and carbon dynamics in no-till and stubble mulch tillage systems. *Agron J* 86: 298-303.

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

- Drury CF, Tana CS, Reynolds WD, Welackya T, Weavra SE and Hamilla AS, 2003. Impacts of zone tillage and red clover on corn performance and soil physical quality. *Soil Sci Soc Am J* 67: 867-870.
- Geovart BR, Sayre KD and Dekers J, 2004. Stable high yield with zero tillage and permanent bed planting. *Field Crop Res* 57: 83-92.
- Ghuman BS and Sur HS, 2001. Tillage and residue management effects on soil properties in a direct drill system. *Soil and Tillage Res.* 42: 209-219.
- Griffith DR, Kladirko EJ, Mannering JV, West TD and Parsons SD, 1988. Long term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soils. *Agron J* 80: 599-605.
- Hanon B and Kaffka S, 2004. Use of drip irrigation for sugar beet production. *Agric Water Manag* 19 (2): 166-176.
- Licht MA and Al-Kaisi M, 2005. Corn response, nitrogen uptake and water use in strip- tillage compared with no- tillage and chisel plow. *Agron J* 97: 705-710
- Musick LT and Dusek DA, 1980. Irrigated corn yield response to water. *Trans ASAE* 23: 92- 98.
- Robins JS and CE Domingo, 2003. Some effect of several soil moisture deficits growth stages in corn. *Agron J* 95: 618-621.
- Schussler JR and Westgate ME, 1991. Maize kernel set at low water potential: II Sensitivity to reduced assimilates at pollination. *Crop Sci* 31: 1196-1203.
- Singandupe RB, Rao SN, Patial NG and Brahmanad PS, 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop. *Agron J* 19: 327-340.
- Steiner KG, Derpsh R and Koler KH, 1998. Sustainable management of soil resources through zero tillage. *Agric Develop* 1: 64-66.
- Swanton CJ and Weise SF, 1991. Integrated Weed management: the rational and approach. *Weed Tech* 5: 657-663.
- Tarkalson DD, Hergert G and Cassman KG, 2006. Long- Term effect of tillage on soil chemical properties and grain yields of dry land winter wheat- sorghum/corn- fallow rotation in the great plains. *Agron J* 98: 26- 33.
- Unger PW, 2003. Ridge tillage for continuous grain sorghum production with limited irrigation. *Soil and Tillage Res* 31: 11-22.
- Zeliha B and Akbolat D, 2005. Evaluation of conventional and conservation tillage system for maize. *Agron J* 4 (2): 122-126.