



تاثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای

• یحیی پرویزی، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی لرستان
• عزت‌الله نباتی، کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی لرستان

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۳

چکیده

برای بررسی تاثیر کاربرد کود دامی و دور آبیاری بر عملکرد و شاخص های مدیریت آبیاری و کارایی مصرف آب ذرت در خرم آباد طرح آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و به مدت دو سال (۱۳۷۹ و ۱۳۸۰) انجام شد. فاکتور اصلی شامل چهار سطح آبیاری عرف زارعین (شاهد)، آبیاری در زمان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A) و فاکتور فرعی شامل چهار سطح کود دامی (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار به صورت کود دامی پوسیده) اعمال شد. بذر مورد استفاده رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود. میزان آب مورد نیاز در هر آبیاری بر اساس کسر رطوبت خاک از حد ظرفیت مزرعه‌ای محاسبه و توسط کنتور و شیلنگ به تیمارها داده شد. نتایج سال اول و دوم اجرای طرح نشان داد که اثر تیمار آبیاری بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی دار بود ولی اثر کود دامی از نظر آماری معنی دار نبود. همچنین کوتاه کردن دور آبیاری و افزایش مقادیر آب مصرفی باعث افزایش معنی دار وزن هزار دانه شد. کاربرد ۶۰ تن در هکتار کود دامی باعث کاهش معنی دار درصد پروتئین دانه ($p > 0.01$) شد. درصد پروتئین دانه نیز در تیمارهای با تنش خشکی به طور معنی داری افزایش نشان داد. مصرف کود دامی در کلیه سطوح باعث کاهش نسبی حجم آب مصرفی شد. حداکثر کارایی مصرفی آب در تیمار I_{75} حاصل شد که معادل 0.81 کیلوگرم عملکرد دانه به ازای هر متر مکعب آب مصرفی بود. وزن خشک اندام هوایی گیاه به عنوان شاخصی از رشد سبزینه‌ای در سطح ۵ درصد به طور معنی داری با مصرف کود دامی و کاهش دور آبیاری افزایش یافت. نتایج نشان می دهد که مناسب ترین دور آبیاری در زمان پایان مرحله رشد رویشی و مرحله ظهور گل تاجی بایستی حداقل ۶ روز یک بار باشد تا حجم آب مصرفی در این مدت در هر آبیاری حداکثر باشد و در سایر مراحل رشد می تواند ۸ روز یک بار آبیاری شود. البته می توان در مراحل اولیه رشد دور آبیاری را کوتاه تر و مقدار آب مصرفی را کاهش داد. همچنین حجم آب 17200 متر مکعب در هکتار با مصرف ۴۰ تن کود دامی در هکتار برای رسیدن به حداکثر کارایی مصرفی آب توصیه می شود.

کلمات کلیدی: ذرت، کارایی مصرف آب (WUE)، دور آبیاری، کود دامی

Pajouhesh & Sazandegi No:63 pp: 21-29

Effect of manure application and irrigation interval on yield indices and water use efficiency in maize (*Zea mays* L.)

By: Yahya Parvizi, Member of The Scientific Board of Lorestan Agricultural Research Center
Ezattollah Nabati, M.H.C. and Researcher, Lorestan Agricultural Research Center

In order to study the effect of manure application and irrigation interval on water use efficiency (WUE) and grain yield of maize (*Zea mays* L.) using KSC704 maize hybrid, an experiment was conducted in Khorram Abad region using split plot in randomized complete blocks design with three replication in two years (2000 and 2001). Irrigation treatments (traditional irrigation, 50, 75 and 100 mm evaporated from A class evaporation plate) were assigned to

main plots and four levels of manure application were assigned to subplots (0, 20, 40, 60 ton/hec). The Seed used in the experiment was single cross 704 hybrid. In each irrigation, water amount needed was measured on the basis of FC depleting percent formula and then pumped through water pipes and water meter. Result is from first and second years indicated that the effect of irrigation treatment on the grain yields and was significant at $\alpha=1\%$, but the effect of manure application was non-significant. Significant increase in weight of thousand seed (gr) was created by depletion in irrigation period or decreasing of applied water, and application of 60 ton/hec of manure resulted significant in decrease of seed protein (%) at $\alpha=1\%$. Also Seed protein percent significantly increased in water stressed treatment. Applied water volume had decreased in all levels of applied manure. WUE was recorded optimum in I50 and I75 treatments and in the first year WUE in these treatment significantly differed from other treatments at $\alpha=5\%$. Canopy dry matter at $\alpha=5\%$ significantly increased with manure application and rising applied water and decreasing irrigation period. It is suggested for acquiring optimum irrigation management and crop yield and increasing WUE irrigation period must be 6 days in last vegetation growth stage and initial tasseling and 8 day in other growth stage. Also this period may be changed in initial growth stage as irrigation period and applied water decreased, so that this stage root development is less than other stages.

Keyword: Maize, Water Use Efficiency, Irrigation Interval, Manure

مقدمه

مهمترین محدودیت تولید ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط اقلیمی کشور و نیز استان لرستان آب آبیاری می باشد، ذرت گیاهی است که به دلیل عملکرد بالا به ازای نهاده های مصرفی (آب، کود و غیره) و استفاده های متعدد در تغذیه انسان، دام و طیور و فرآورده های مختلف در صنعت مورد توجه ویژه است و به آن سلطان غلات اطلاق می شود (۷). سطح زیر کشت ذرت در ایران هر ساله رو به گسترش است و از محصولاتی است که با فرهنگ مکانیزاسیون عجین گشته و به عرصه بهره برداری زارعین وارد شده است لذا همه ساله با استقبال مواجه شده و از محصولات مهم زراعی کشور است. سطح زیر کشت ذرت در سال ۱۳۷۹ برابر ۱۸۲ هزار هکتار و تولید آن ۱/۲ میلیون تن بوده است. در استان لرستان در سال ۱۳۷۹ سطح زیر کشت آن ۴۷۴۶ هکتار بوده که ۹۰ درصد آن ذرت دانه ای است و طبق برنامه باید به ۱۲۰۰۰ هکتار برسد (۷،۱). بر آورد آب مصرفی ذرت نشان می دهد که برای تولید هر گرم ماده خشک نیاز به ۰/۶ لیتر آب است. برای تولید ۱۰۰ درصد عملکرد در کوهدشت و خرم آباد به ترتیب ۹۷۹ و ۸۵۲ میلی متر آب در سال نیاز است (۳، ۵). حساسترین مرحله رشد ذرت به تنش آبی، زمان ظهور گل تاجی^۱ و گلدهی است (۱۶، ۲). تعیین برنامه آبیاری به روشهای مختلفی صورت می گیرد، که از آن جمله کنترل رطوبتی عمق نفوذ ریشه، بررسی وضعیت ظاهری گیاه، کنترل مکش رطوبتی خاک، تعیین فشار تورمی برگ، استفاده از نوترون متر و غیره و حتی استفاده از ماهواره می باشد (۶، ۱۰، ۱۲). میلانی و نیشابوری (۶) آبیاری در زمانی که ۵۰ درصد آب قابل استفاده ناحیه ریشه تخلیه شده باشد را بهترین زمان می دانند. آنها افزایش معادل ۵۰ درصد در کارایی مصرف آب (W.U.E) و ۵ تن در هکتار در عملکرد تر دانه را نسبت به آبیاری با عرف زارعین با این روش به دست آوردند. آنها آب مصرفی ذرت را با این روش ۴۴۷/۶ میلی متر تعیین کردند. Camp و همکاران (۹) روش مناسب مدیریت آبیاری را کنترل نیمرخ رطوبتی خاک دانسته و نشان دادند برای نیل به حداکثر کارایی مصرف آب ذرت دانه ای در نواحی مرطوب نیاز آبی ذرت ۱۵۳/۵ میلی متر است. Karlen و Camp (۱۵) نیز برای مناطق نیمه خشک این روش را پیشنهاد کرده و نیاز آبی ذرت را در این مناطق ۵۶۱/۱ میلی متر تخمین

زندند. Hook و همکاران (۱۳) و Cassel و همکاران (۱۱) با این روش مقدار آب مصرفی را برای ذرت و برای نیل به حداکثر عملکرد و W.U.E به ترتیب ۲۸۵ و ۲۱۹ میلی متر به دست آوردند. Panda و همکاران (۱۹) در تحقیقی سه ساله تأثیر ۵ تیمار آبیاری (آبیاری در زمان ۱۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده) را در ذرت بررسی نموده و توزیع رطوبت را در پروفیل خاک با نوترون پروب تعیین کردند. آنها دریافتند که در ذرت در هیچ مرحله ای از رشد نباید تخلیه رطوبت خاک به بیش از ۴۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک برسد. همچنین آنها نشان دادند که ذرت عمدتاً آب را از عمق صفر تا ۴۵ سانتی متری جذب می کند لذا کنترل رطوبتی این عمق را برای برنامه ریزی آبیاری پیشنهاد نمودند. Oktem و همکاران (۱۸) در تحقیقی تیمار دور آبیاری را در فواصل ۲، ۴، ۶ و ۸ روز اعمال نموده و مقدار آب مصرفی را نیز بر اساس ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A تنظیم نمودند. آنها حداکثر و حداقل وزن تر بلال را به ترتیب در تیمارهای آبیاری به فواصل ۲ و ۸ روز به دست آوردند. همچنین آنها نشان دادند که حداکثر کارایی مصرفی آب در تیمار فاصله آبیاری ۴ روز و مقدار آب مصرفی ۹۰ درصد تبخیر از تشتک وجود داشت. Karam و همکاران (۱۴) تیمارهای I_۱ (آبیاری کامل محاسبه شده از لایسیمتر) و I_۶ (آبیاری در زمانی که ۶۰ درصد رطوبت خاک در نقطه ظرفیت مزرعه ای تخلیه شده باشد) را مورد مقایسه قرار دادند و نشان دادند که متوسط دو ساله عملکرد دانه در این دو تیمار به ترتیب ۱۳/۶ و ۱۰/۶ تن در هکتار و متوسط کارایی مصرفی آب به ترتیب ۱/۶۱ و ۱/۸ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب آبیاری بود. همچنین وزن هزار دانه و شاخص سطح برگ در تیمار I_۶ به ترتیب حدود ۱۵ و ۲۵ درصد کمتر از I_۱ بود. Zhang و همکاران (۲۱) نشان دادند که اعمال تنش آبی باعث کاهش شدید عملکرد دانه و تبخیر و تعرق ذرت شد.

کاربرد کود دامی در خاک باعث پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و دانه بندی خاک شده و ویژگی های فیزیکی آن را بهبود می بخشد، ضمن اینکه با افزایش قدرت حاصلخیزی خاک رشد محصول را زیاد و در نتیجه کارایی مصرفی آب را ارتقاء می دهد (۸، ۱۵). Mentler و همکاران (۱۷) تأثیر دو منبع محلی کود دامی و کود

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس میانگین مبرعات عملکرد کمی و کیفی و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای

کارایی مصرف آب		وزن خشک اندام هوایی		وزن هزار دانه		درصد پروتئین		عملکرد دانه		منابع تغییر	
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	درجه آزادی	تکرار (بلوک)
۰/۱۰۵**	۰/۰۸۵**	۱۳۵/۳۵ ^{ns}	۸۱۸/۰۵*	۰/۴۳۱*	۰/۴۱*	۲۱۰/۷۳**	۱۶/۴۳۴**	۰/۱۰۲ ^{ns}	۰/۴۴۷ ^{ns}	۳	۲
۰/۱۶ ^{ns}	۰/۰۶۱**	۶۴/۱۶۷**	۱۳۳۳/۹**	۰/۸۷۳**	۰/۳۸۵*	۴۴/۸۶**	۲۸/۶۴۱***	۰/۱۰۲ ^{ns}	۰/۴۴۷ ^{ns}	۳	۲
۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۷۱/۳۶۷ ^{ns}	۳۹۴/۱۳ ^{ns}	۲/۵۴۸***	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۱۰۲ ^{ns}	۰/۴۴۷ ^{ns}	۰/۱۰۲ ^{ns}	۰/۴۴۷ ^{ns}	۳	۳
۰/۰۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۱۰۷/۲۱ ^{ns}	۲۰۵/۸۶ ^{ns}	۰/۲۵۲*	۰/۱۴۱ ^{ns}	۳/۵۷۵ ^{ns}	۱/۳۶۳ ^{ns}	۰/۱۰۲ ^{ns}	۱/۳۶۳ ^{ns}	۹	۹
۰/۰۳۱	۰/۰۰۸	۱۱۱/۵۷	۴۱۴/۳۳۳	۰/۱۵۹	۰/۲۳۸	۵/۶۹۶	۳۹/۷۱۴	۰/۲۳۸	۳۹/۷۱۴	۲۴	خطا

از همدیگر ایجاد و بذرت از رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بر اساس توصیه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با تراکم ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار (فاصله بوته ها ۲۰ سانتی متر) کشت گردید. همه کرت ها تا سبز شدن کامل به طور یکنواخت آبیاری شدند. سپس در مرحله ۳ تا ۴ برگی شدن تیمارهای آبیاری اعمال گردید. زمان آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک کلاس A که در کنار مزرعه در فاصله مشخصی نصب شده بود مطابق تیمارهای پیشنهادی اعمال شد. میزان آب نیز در هر آبیاری بر اساس کسر رطوبت خاک از ظرفیت زراعی FC در عمق توسعه ریشه محاسبه و به کرت ها داده شد. بدین ترتیب که برای تعیین آب مصرفی در وسط هر کرت و بین دو ردیف از اعماق مختلف تا عمق نفوذ ریشه با مته نمونه برداری و رطوبت وزنی آنها تعیین گردید. سپس از آنها میانگین وزنی گرفته شد تا نفوذ ریشه با مته نمونه برداری و رطوبت وزنی آنها تعیین گردید. سپس از آنها میانگین وزنی گرفته شد تا عمق ریشه به دست آید. سپس با استفاده از فرمول زیر عمق آب آبیاری بر حسب سانتی متر محاسبه گردید. عمق مورد نظر به حجم تبدیل و با استفاده از کنتور و شیلنگ اندازه گیری و به کرت افزوده شد.

$$IW = [D \times (FC - Pm) \times Db] \times 100$$

Db: متوسط وزنی وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق توسعه ریشه بر حسب gr/cm^3

D: عمق توسعه ریشه بر حسب cm

FC: متوسط وزنی رطوبت ظرفیت مزرعه ای خاک در عمق توسعه

ریشه بر حسب درصد

Pm: متوسط وزنی رطوبت وزنی خاک در عمق ریشه بر حسب درصد

IW: عمق آب آبیاری بر حسب cm

در پایان شهریور ماه محصول ذرت از دو ردیف میانی هر کرت برداشت گردید. قسمت های هوایی گیاه در این دو ردیف نیز برداشت و ضمن خشک کردن در آون توزین گردید تا میزان ماده خشک اندام هوایی به دست آید. پس از جدا کردن دانه از بلال و توزین آنها وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه در آزمایشگاه تعیین گردید. ضمناً در زمان برداشت با نمونه گیری از خاک کرتها رطوبت وزنی آنها تعیین و با فرمول فوق ضمن تعیین عمق آب موجود در هر کرت میزان آن از آب مصرفی کم گردید. در پایان خصوصیات شامل، عملکرد دانه، وزن خشک اندام هوایی (رشد سبزینه ای)، درصد پروتئین دانه، وزن هزار دانه در آزمایشگاه اندازه گیری شد. با این تذکر که اندازه گیری وزن خشک اندام هوایی فقط در سال اول مقدور شد و در سال دوم به دلیل عدم هماهنگی پس از برداشت بلال زمین شخم خورد و امکان برداشت اندام هوایی فراهم نشد. شاخص های مدیریت آبیاری که در این طرح اندازه گیری و بررسی شد شامل حجم آب مصرفی، دور آبیاری و کارایی مصرف آب بود. کارایی مصرف آب با احتساب عملکرد دانه نسبت به حجم کل آب مصرفی در طول دوره اندازه گیری محاسبه شد. دور آبیاری با میانگین گیری از فواصل آبیاری در طول دوره رشد و حجم آب مصرفی با احتساب مجموع آب مصرفی از زمان ۳ تا ۴ برگی شدن تا رسیدگی و با کسر مقدار آب خاک در رطوبت های اولیه و پایان آزمایش (پس از برداشت) محاسبه شد. سپس در پایان با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC نتایج آزمایش مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

جدول ۳- تاثیر تیمار آبیاری و کود دامی بر عملکرد دانه (تن در هکتار) در ذرت رقم Scv۰۴

کود دامی (تن در هکتار)	تیمار آبیاری*			
	شاهد	۵۰	۷۵	۱۰۰
	سال اول			
۰	۲/۰۹۱	۶/۶۵۷	۲/۷۱۰	۱/۶۹۰
۲۰	۲/۴۶۰	۴/۶۷۳	۳/۳۲۰	۲/۲۲۰
۴۰	۲/۰۳۴	۴/۱۴۳	۳/۲۸۳	۱/۹۲۷
۶۰	۱/۷۴۳	۵/۵۹۷	۳/۶۶۳	۱/۸۱۷
میانگین	۲/۰۸۳۰	۵/۲۶۸۵	۳/۲۴۴ب	۱/۹۱۳۰
	سال دوم			
۰	۱۲/۴۸۲	۱۲/۵۷۱	۱۱/۵۹۶	۷/۰۸۲
۲۰	۱۲/۶۰۳	۱۱/۹۱۵	۱۰/۶۱۰	۹/۰۳۹
۴۰	۱۲/۰۹۷	۱۴/۳۵۲	۱۰/۰۸۹	۷/۹۹۱
۶۰	۱۰/۷۴۸	۱۲/۶۷۵	۱۱/۲۱۱	۹/۴۳۱
میانگین	۱۱/۹۱۵ab	۱۲/۸۷۹a	۱۰/۸۷۷b	۸/۳۸۶c

* تیمار آبیاری شامل دور آبیاری بر اساس عرف زار عین (شاهد) و آبیاری در زمان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A
† میانگین هائی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف مشترک می باشند با آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد معنی دار نمی باشند

جدول ۴- تاثیر تیمار آبیاری و کود دامی بر عملکرد ماده خشک (تن در هکتار) در ذرت رقم Scv۰۴ در سال اول

کود دامی (تن در هکتار)	تیمار آبیاری*			
	شاهد	۵۰	۷۵	۱۰۰
۰	۶/۲۰۲	۸/۹۱۱	۶/۷۲۸	۶/۴۶۹
۲۰	۷/۵۸۳	۱۱/۲۷	۸/۸۸۹	۶/۸۰۶
۴۰	۸/۳۷۸	۹/۴۷۲	۸/۶۵۶	۷/۵۶۷
۶۰	۶/۰۰۶	۷/۳۰۲	۹/۰۵۰	۷/۲۹۴
میانگین	۷/۰۴۲b	۹/۲۱۴a	۸/۳۳۱a	۷/۰۴۱b

* تیمار آبیاری شامل دور آبیاری بر اساس عرف زار عین (شاهد) و آبیاری در زمان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A
† میانگین هائی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف مشترک می باشند با آزمون دانکن در سطح احتمال ده درصد معنی دار نمی باشند

نتایج

نتایج اندازه گیری ها در دو بخش عملکرد محصول و شاخص های مدیریت آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفتند

الف: عملکرد محصول

- عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی):
علیرغم اینکه میانگین دو سال از هم فاصله داشت منتهی روند تاثیرات تیمارها در هر دو سال مشابه بود. دلیل کاهش عملکرد در سال اول نسبت به سال دوم تاخیر در کاشت به دلیل اعلام دیر هنگام طرح در سال اول بود. تجزیه آماری نتایج این آزمایش در جداول ۲ و ۳ نشان می دهد که تاثیر تیمار آبیاری در هر دو سال در سطح ۱٪ معنی دار بوده است و حداکثر عملکرد در هر دو سال مربوط به تیمار I_۰ (یعنی دور آبیاری با میانگین ۶ روز یک بار در سال اول و ۶/۳ روز یک بار در سال دوم) و حداقل آن مربوط به تیمار I_{۱۰۰} (یعنی دور آبیاری با میانگین ۱۰/۳ روز یک بار در سال اول و ۱۰/۸ روز یک بار در سال دوم) بوده است به نحوی که میانگین عملکرد تیمار I_۰ در سال اول ۱۷۵ و در سال دوم ۵۴ درصد نسبت به تیمار I_{۱۰۰} افزایش نشان داده است. همچنین این تیمار نسبت به تیمار شاهد (دور آبیاری بر اساس عرف زار عین یعنی میانگین ۱۰ روز یک بار برای سال اول و ۷/۴ روز یک بار برای سال دوم) در سال اول ۱۵۳ و در سال دوم ۸ درصد افزایش نشان داده است. تفاوت بین میانگین عملکرد تیمار I_۰ و تیمار I_{۷۵} (میانگین دور آبیاری ۸ روز یک بار برای سال اول و ۸/۶ روز برای سال دوم) در هر دو سال در سطح یک درصد معنی دار نبوده است.

یک درصد معنی دار نبوده است. همچنین تاثیر کاربرد کود دامی بر عملکرد دانه معنی دار نبوده است.

- بیوماس (عملکرد بیولوژیکی): تیمار آبیاری باعث تغییر معنی دار وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه (رشد سبزینه‌ای) در سال اول در سطح ۱۰ درصد گردید و مقدار این شاخص در تیمار I_۰ حداکثر بود ولی بین I_۰ و I_{۷۵} تفاوت معنی دار نبود و نیز بین شاهد I_۰ و I_{۱۰۰} نیز اختلاف معنی دار نبود، همچنین تاثیر کاربرد کود دامی در افزایش وزن ماده خشک اندام هوایی نیز در سطح ۱۰ درصد معنی دار بود به نحوی که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده این شاخص را به میزان ۲۲ درصد ترقی داد. Mentler و همکاران (۱۷) نیز تاثیر مثبت و معنی دار کود دامی در مقدار این شاخص را تایید کرده اند. البته بین سطوح کود دامی مصرفی در مقادیر این شاخص در سطح ۱۰ درصد اختلاف معنی داری ملاحظه نشد (جداول ۲ و ۴).

- وزن هزار دانه: نتایج آزمایش نشانگر تاثیر معنی دار تیمار آبیاری بر وزن هزار دانه در هر دو سال در سطح ۵ درصد می باشد (جداول ۲ و ۵). حداکثر مقدار میانگین وزن هزار دانه در سال اول در تیمار I_۰ و در سال دوم در تیمار I_{۷۵} و حداقل آن در تیمار I_{۱۰۰} بوده است. اگرچه کاربرد کود دامی باعث افزایش وزن هزار دانه در هر دو سال شد و حداکثر مقادیر این شاخص در تیمار M_۶ بود ولی از نظر آماری تاثیر این تیمار بر شاخص Wts معنی دار نبوده است (جداول ۲ و ۵).

- پروتئین دانه: پروتئین دانه به عنوان شاخص کیفی دیگر رشد مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تاثیر تیمار آبیاری در سال اول در سطح ۱۰ درصد و در سال دوم در سطح ۵ درصد بر این شاخص معنی دار بوده است (جداول ۲ و ۶). به این ترتیب که با کاهش دور آبیاری درصد پروتئین دانه نیز کاهش یافت و بالعکس با ایجاد تنش خشکی مقدار این

است. یعنی آب رودخانه با دور نوبت آب بلند مدت تر برای سال اول و آب چاه با نوبت آب کوتاه مدت برای سال دوم می باشد.

- حجم کل آب مصرفی: میانگین حجم کل آب مصرفی در تیمارهای شاهد، I_{100} و I_{75} در سال اول به ترتیب $12211/6$ ، 16891 ، $12838/4$ و 11856 و در سال دوم به ترتیب 15254 ، 17449 ، 13476 و $11529/8$ متر مکعب در هکتار بود. این نتایج با نتایج حاصل از محاسبات فرشی و همکاران (۵) متفاوت است. زیرا آنان به کمک مدل آب مورد نیاز برای نیل به عملکرد ۱۰۰ درصد را در منطقه خرم آباد ۸۵۲ میلی متر (معادل ۸۵۲۰ متر مکعب در هکتار) برآورد کرده بودند در حالی که در این آزمایش تا دو برابر این مقدار نیز افزایش عملکرد مشاهده شد. میانگین آب مصرفی در همه تیمارهای آبیاری با افزایش کود دامی پوسیده کاهش یافت به طوری که میانگین آب مصرفی در تیمارهای $M60$ ، $M0$ ، $M20$ ، $M40$ در سال اول به ترتیب 13704 ، 13542 ، 13329 و $13222/5$ و در سال دوم به ترتیب 14615 ، 14629 ، 14202 و 14262 متر مکعب در هکتار بود. البته چون نمونه گیری از خاک در اعماق مختلف به طور تصادفی فقط از یک تکرار صورت می گرفت امکان تجزیه آماری نبود ولی میانگین داده ها روند فوق را نشان می دهد. تحقیق Wang و Yang (۲۱) نیز نتایج مشابهی را نشان می دهد. شایان ذکر است که اثر بر همکنش تیمارهای آبیاری و کود دامی بر شاخص های اندازه گیری شده معنی دار نبود (جدول ۲).

شاخص ترقی یافت لذا حداقل حدافل و حداکثر میزان این شاخص به ترتیب در تیمارهای I_{100} و I_{75} بود همچنین کاربرد کود دامی به میزان ۶۰ تن در هکتار به شکل معنی داری باعث کاهش درصد پروتئین به میزان ۱ درصد شد.

- کارایی مصرف آب (WUE): کارایی مصرف آب به عنوان شاخصی از عکس العمل گیاه به آب یعنی نسبت عملکرد اقتصادی گیاه (دانه ذرت) به حجم آب مصرفی در سطح ۵ درصد به طرز معنی داری تحت تاثیر تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). به این ترتیب که مقدار این شاخص با اعمال تیمار آبیاری I_{75} (دور آبیاری ۶ روز و مقدار آب مصرفی 16884 متر مکعب در هکتار) افزایشی معادل ۸۴ و ۹۴ نسبت به تیمارهای شاهد I_{100} و I_{75} نشان داد. در سال دوم نیز حداقل مقدار شاخص WUE مربوط به تیمار I_{100} و حداکثر آن مربوط به تیمار I_{75} بود (جدول ۷). همچنین کاربرد کود دامی در هر دو سال باعث افزایش آن شده بود، منتهی تفاوت میانگین ها از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۲ و ۷).

- دور آبیاری: میانگین دور آبیاری تعیین شده در تیمارهای اعمال شده در طول فصل رشد در جدول ۸ و برای هر دو سال نشان داده شده است. تفاوت در دور آبیاری در تیمار شاهد در دو سال ناشی از ملاک قرار دادن دو سامانه بهره برداری و مالکیت غالب در دو منبع آب موجود در منطقه

جدول ۵- تاثیر تیمار آبیاری و کود دامی بر وزن هزار دانه Wts (گرم) در ذرت رقم Scv۰۴ در سال اول

تیمار آبیاری*					کود دامی (تن در هکتار)
میانگین	۱۰۰	۷۵	۵۰	شاهد	
سال اول					
۲۵۰/۴a	۲۴۵/۹	۲۵۹/۶	۲۶۴/۴	۲۳۱/۶	۰
۲۵۸/۹a	۲۵۹/۵	۲۵۶/۹	۲۶۱/۹	۲۵۷/۵	۲۰
۲۴۸a	۲۴۶/۵	۲۵۹	۲۵۸/۴	۲۲۸/۱	۴۰
۲۵۹a	۲۴۲/۳	۲۷۱/۱	۲۷۱/۸	۲۵۰/۹	۶۰
---	۲۴۸/۵ab	۲۵۱/۶a	۲۶۴/۱a	۲۴۲b	میانگین
سال دوم					
۲۱۰/۴a	۳۰۱/۳	۳۲۲	۳۰۵	۳۱۲/۲	۰
۲۱۴/۷a	۳۰۸	۳۱۶/۹	۳۱۸/۶	۳۱۵/۵	۲۰
۲۱۰/۵a	۲۹۷/۹	۳۰۶/۷	۳۱۶/۷	۳۲۰/۵	۴۰
۲۱۴/۵a	۲۹۹/۶	۳۲۲/۵	۳۱۸	۳۱۸/۱	۶۰
---	۳۰۱/۷b	۳۱۷/۳a	۲۱۴/۶a	۳۱۶/۵a	میانگین

x تیمار آبیاری شامل دور آبیاری بر اساس عرف زارعین (شاهد) و آبیاری در زمان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی متر تیخیز از تشتک تیخیز کلاس A
† میانگین هائی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف مشترک می باشند با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی دار نمی باشند

جدول ۶- تاثیر تیمار آبیاری و کود دامی بر درصد پروتئین دانه در ذرت رقم Scv۰۴

تیمار آبیاری*					کود دامی (تن در هکتار)
میانگین	۱۰۰	۷۵	۵۰	شاهد	
سال اول					
۱۱/۷A	۸/۱۱	۹/۱۱	۴/۱۱	۷/۱۱	۰
۱۱/۸A	۸/۱۱	۸/۱۱	۹/۱۱	۷/۱۱	۲۰
۱۱/۹A	۱/۱۲	۹/۱۱	۶/۱۱	۹/۱۱	۴۰
۱۱/۹A	۲/۱۲	۸/۱۱	۳/۱۱	۲/۱۲	۶۰
---	۱۲/۰A	۱۱/۹AB	۱۱/۵B	۱۱/۹AB	میانگین
سال دوم					
۱۱/۶a	۳/۱۲	۴/۱۱	۸/۱۱	۰/۱۱	۰
۱۱/۶a	۸/۱۱	۵/۱۱	۲/۱۱	۹/۱۱	۲۰
۱۱/۷a	۰/۱۲	۶/۱۱	۶/۱۱	۵/۱۱	۴۰
۱۰/۷b	۰/۱۱	۵/۱۰	۹/۱۰	۴/۱۰	۶۰
---	۸a/۱۱	۳b/۱۱	۴b/۱۱	۲b/۱۱	میانگین

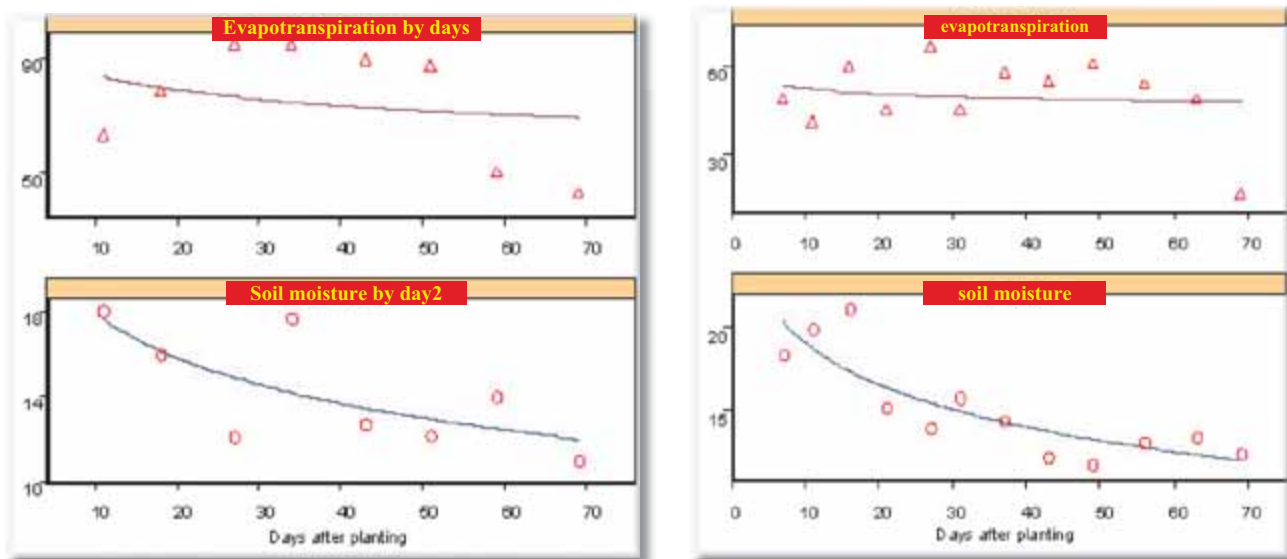
× تیمار آبیاری شامل دور آبیاری بر اساس عرف زارعین (شاهد) و آبیاری در زمان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A
† میانگین هائی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ مشترک می باشند در سطح احتمال ده درصد و با در یک حرف کوچک در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن معنی دار نمی باشند

بر این شاخص از لحاظ آماری معنی دار شده است و این نشانگر آن است که در شرایط عملکردی پائین، کاهش دور آبیاری می تواند اثر بیشتری در بهبود کارایی مصرف آب داشته باشد. حداکثر کارایی مصرف آب در تیمار I_{75} با دور آبیاری ۸/۶ روز حاصل شد که معادل ۰/۸۱ کیلوگرم عملکرد دانه به ازای هر متر مکعب آب مصرفی بود که این با نتایج Oktem و همکاران (۱۸) که دور آبیاری ۴ روز را برای نیل به حداکثر کارایی مصرف آب در ذرت تعیین کرده بودند متفاوت است. در این تیمار علی رغم اینکه اختلاف عملکرد بخصوص در سال دوم با تیمار I_0 معنی دار نیست ولی میانگین

بحث و نتیجه گیری

همانطور که از نتایج دو سال اجرای طرح پیداست، تیمار آبیاری I_0 (با دور آبیاری در سال اول و دوم به ترتیب ۶ و ۶/۳ روز و مقادیر آب مصرفی به ترتیب ۱۶۷۹۱ و ۱۷۴۴۹ متر مکعب در هکتار) حداکثر عملکرد محصول را داشته و اختلاف آن با دیگر تیمارها از لحاظ آماری معنی دار بوده است. شرایط تنش آبی بخصوص در سال اول باعث کاهش شدید عملکرد دانه شده است به عنوان مثال در همین سال میانگین عملکرد تیمار I_0 نسبت به تیمار I_{100} حدود ۲/۹ برابر شد. Zhang و همکاران (۲۱) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. بالاترین عملکرد در سال اول در تیمار $I_0.M_0$ و در سال دوم در تیمار $I_0.M_5$ به ترتیب

با ۶/۶۶ و ۱۴/۳۵ تن در هکتار حاصل شد. میانگین برخی شاخص های اندازه گیری شده در دو سال نظیر عملکرد، وزن هزار دانه با هم متفاوت می باشند. دلیل این امر تاخیر در تاریخ کاشت در سال اول به دلیل ابلاغ دیر هنگام طرح بود ولی روند تاثیرات تیمارها در دو سال شرایط نسبتا مشابهی را دنبال می کند. البته بالا بودن میانگین برخی شاخص ها نظیر عملکرد در سال دوم علاوه بر افزایش میانگین WUE، تاثیر تیمار کود دامی را بر این شاخص بارزتر نموده است. علی رغم آنکه میانگین WUE در سال اول پائین بود ولی با کاهش دور آبیاری و افزایش مقدار آب مصرفی اثر تیمار آبیاری



شکل ۱- نمودار متوسط تبخیر از تشتک با زمان و مقادیر رطوبت خاک اندازه گیری شده بطور همزمان از ابتدای آزمایش

--	--	--	--	--	--

تأثیر دور آبیاری و کود...

تیمار آبیاری*					کود دامی (تن در هکتار)
میانگین	۱۰۰	۷۵	۵۰	شاهد	
سال اول					
۰/۲۳a	۱۴/۰	۲۱/۰	۳۹/۰	۱۷/۰	۰
۰/۲۳a	۱۹/۰	۲۶/۰	۲۸/۰	۲۰/۰	۲۰
۰/۲۱a	۱۶/۰	۲۶/۰	۲۵/۰	۱۷/۰	۴۰
۰/۲۳a	۱۶/۰	۲۹/۰	۳۴/۰	۱۵/۰	۶۰
—	۰/۱۶b	۰/۲۵ab	۰/۳۱a	۰/۱۷b	میانگین
سال دوم					
۰/۷۵a	۶۰/۰	۸۷/۰	۶۹/۰	۸۳/۰	۰
۰/۷۶a	۷۸/۰	۷۸/۰	۶۷/۰	۸۱/۰	۲۰
۰/۷۸a	۷۰/۰	۷۷/۰	۸۴/۰	۸۰/۰	۴۰
۰/۷۷a	۸۴/۰	۸۱/۰	۷۶/۰	۶۸/۰	۶۰
—	۷۳a/۰	۸۱a/۰	۷۴a/۰	۷۸a/۰	میانگین

جدول ۷- تاثیر تیمار آبیاری و کود دامی بر کارایی مصرف آب (WUE) در ذرت رقم SC۷۰۴

× تیمار آبیاری شامل دور آبیاری بر اساس عرف زارعین (شاهد) و آبیاری در زمان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A ± میانگین هائی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف مشترک می باشند با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی دار نمی باشند

جدول ۸- مقادیر آب مصرفی و دور آبیاری ذرت در تیمارهای آبیاری و مصرف کود دامی

سال دوم		سال اول			تیمار آبیاری
دور آبیاری (روز)	حجم آب مصرفی (m ^۳ /ha)	دور آبیاری (روز)	حجم آب مصرفی (m ^۳ /ha)	کود دامی (تن در هکتار)	
۷/۲	۱۵۰۷۳	۱۰	۱۲۵۴۸/۵	۰	شاهد
۷/۲	۱۵۴۸۲	۱۰	۱۲۳۲۵	۲۰	
۷/۲	۱۵۱۰۸	۱۰	۱۲۰۰۰	۴۰	
۷/۲	۱۵۳۵۲	۱۰	۱۱۹۷۳	۶۰	
۶/۳	۱۸۱۸۶	۶	۱۷۰۴۳/۷	۰	۵۰
۶/۳	۱۸۷۶۰	۶	۱۶۹۳۶	۲۰	
۶/۳	۱۷۱۵۰	۶	۱۶۸۳۸	۴۰	
۶/۳	۱۶۷۰۰	۶	۱۶۷۱۸/۷	۶۰	
۸/۶	۱۳۳۹۷	۸	۱۳۰۳۹/۴	۰	۷۵
۸/۶	۱۳۶۲۱	۸	۱۲۹۱۶	۲۰	
۸/۶	۱۳۱۲۱	۸	۱۲۷۲۹	۴۰	
۸/۶	۱۳۷۶۶	۸	۱۲۶۶۹	۶۰	
۱۰/۸	۱۱۸۰۴	۱۰/۳	۱۲۱۸۳/۵	۰	۱۰۰
۱۰/۸	۱۱۶۵۲	۱۰/۳	۱۱۹۶۶	۲۰	
۱۰/۸	۱۱۴۳۱	۱۰/۳	۱۱۷۴۸	۴۰	
۱۰/۸	۱۱۲۳۲	۱۰/۳	۱۱۵۲۸/۸	۶۰	

درصد رطوبت خاک در عمق ریشه در هر بار آبیاری در هر تیمار پائین تر از مقدار این شاخص در مراحل اولیه رشد سبزینه‌ای و بعد از گل‌دهی بود. در شکل ۱ روند این تغییرات در دو تیمار نمونه نشان داده شده است لذا در مراحل فوق که گیاه نیز به تنش کم آبی بسیار حساس است ضروری است در صورتی که از تشتک تبخیر برای برنامه‌ریزی آبیاری استفاده می شود با اعمال ضربی دور آبیاری را در این مراحل تقلیل داده و مقدار

آب مصرفی ۲۳ درصد کاهش یافته است لذا حداکثر WUE در این تیمار که دور آبیاری در آن ۸/۶ روز بوده به دست آمده است. وزن هزار دانه نیز یکی از شاخص های رشدی گیاه بود که با افزایش تنش آبی بخصوص در دور آبیاری بالاتر از ۱۰ روز به شکل معنی داری کاهش یافته است. لذا در دور آبیاری ۱۰/۸ روز وزن هزار دانه حداقل بوده است. Karam و همکاران (۱۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. درصد پروتئین دانه شاخص کیفی دیگری بود که بررسی شد و نتایج حاکی از آن بود که در شرایط تنش آبی میزان این شاخص اندکی افزایش یافت، بخصوص در دور آبیاری با فواصل بیش از ۱۰ روز که دلیل این امر می‌تواند ناشی از اثر رقت ناشی از عملکرد بالاتر در تیمارهای بدون تنش آبی ذکر کرد. همچنین کاربرد سطوح بالای کود دامی مقدار این شاخص را به طور معنی داری کاهش داده است که نگارنده به منابع علمی با نتایج مشابه دست نیافت. لذا دلایل احتمالی آن می‌تواند در تحقیقی جداگانه بررسی شود.

گیاه در اواخر مرحله رشد سبزینه ای و در زمان گل‌دهی مقدار بیشتری از رطوبت خاک را تخلیه کرد و میانگین

scheduling and row configuration for corn in the southeastern coastal plain. Trans. ASAE. 28:1159-1165.

10-Campbell, G.S. and M.D Campbell. 1982. Irrigation scheduling using soil moisture measurement: Theory and practice. Pages: 25-42.

11-Cassel, D.K., C.K. Martin, and J.R. Lambert. 1985. Corn irrigation scheduling in humid region on sandy soil with tillage pans. Agron. J. 77: 851-855.

12-Haise, H.R., and R.M. Hagan. 1967. Soil, plant, and evaporative measurements as criteria for scheduling irrigation. In R.M. Hagan et al. Irrigation of agricultural lands. Agronomy. 11: 577-604.

13-Hook, J.E., E.D. Threadgill, and J.R. Lambert. 1984. Corn irrigation scheduling by tensiometer and the Lambert model in the humid southeast. Agron. J. 76:695-700.

14-Karam F., J. Breidy, C. Stefan and Joe Roupheal. 2004. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Beka valley of Lebanon. Agric. Water Manag. 63(2): 125-137.

15-Karlen, D.M., and C.R. Camp. 1985; Row spacing plant population, and water management effect on corn in the in the Atlanta coastal plain. Agron. J. 77:393-398.

16-Marschner H. 1985. Mineral nutrition of higher plants. Academic press, London.

17-Mentler A., T. Partaj, P. Strauss, H. Soumah and W.E. Blum. 2002. Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. Research paper, 17th WCSS, Thailand.

18-Oktem A., M. Siesek and G. Oktem. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays* Soccharata Sturt) with drip irrigation system in a semi arid region. I: water-yield relationship. Agric. Water Manag. 61(1): 63-74.

19-Panda P.K., S.K. Behera and P.S. Kashyap. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed condition. Agric. Water Manag. 66(3): 181-203.

20-Wang M.C. and C.H. Yang. 2002. Effect of paddy upland crop rotations with various fertilizations of soil physical and chemical properties. Research paper. 17th WCSS. Thailand.

21-Zhang Y. E. Kendy, Y. Qiang, L. Changming, S. Yanjun and S. Hongyong. 2004. Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield and water use efficiency in the north China plain. Agric. Water manag. 64(2): 107-122.

آب مصرفی را نیز با توجه به اینکه ریشه در این مراحل حداکثر گسترش را داراست افزایش داد. کاربرد کود دامی در کلیه سطوح باعث شد که در زمان آبیاری رطوبت خاک بالاتر بوده و در نتیجه مصرف آب آبیاری کاهش یابد (جدول ۸). تاثیر این فاکتور در کلیه سطوح و در طول زمان آزمایش مشهود بود.

نتیجه گیری کلی

با توجه به اینکه دور آبیاری بین ۶ تا ۶/۳ روز حداکثر عملکرد را داشت و دور آبیاری ۸ تا ۸/۶ روز کارایی مصرف آب مطلوبی داشت. حال با توجه به نظام بهره‌برداری و ارزش اقتصادی آب و جهت نیل به حداکثر عملکرد با حداکثر WUE توصیه می‌شود که دور آبیاری را بسته به مرحله رشد بین ۶ تا ۸ روز در نظر گرفت. به این ترتیب که در اواخر مرحله رشد رویشی و اوائل رشد زایشی دور آبیاری کمتر و نیز به دلیل آنکه در این مراحل ریشه حداکثر گسترش را دارد حجم آب مصرفی نیز باید افزایش یابد و در دیگر مراحل دور آبیاری را بیشتر در نظر گرفت. البته در مراحل اولیه رشد بهتر است دور آبیاری را کوتاه و حجم آب مصرفی را کم نمود.

پاورقی‌ها

- 1-Tasselling
- 2-Water Use Efficiency
- 3-Field Capacity
- 4-Permanent Wilting Point
- 5-Bolk Density

منابع مورد استفاده

- ۱- آمار نامه کشاورزی، سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸، وزارت کشاورزی شماره ۳/۰۳/۸۰.
- ۲- ابریشمی، س. م. ح. (مترجم). ۱۳۷۵. اصول و عملیات آبیاری، چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳- افیونی، م. و ی. رضایی نژاد. ۱۳۷۸. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی و عملکرد و جذب عناصر به وسیله ذرت، چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران. ص ۱۴۶.
- ۴- بهره مند، م. ر. و م. افیونی. ۱۳۷۸. اثر لجن فاضلاب و کمپوست و کود گاوی بر برخی خواص فیزیکی خاک، چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران. ص ۲۸۸.
- ۵- فرشعی، ع. ا. م. شریعتی، ر. جارالهی، م. ر. قائمی، م. شهبابی فر و میر مسعود تولائی. ۱۳۷۶. بر آورد آب مورد نیاز گیاهان. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۶- میلانی، ا. ع. و م. ر. نیشابوری. ۱۳۷۸. تاثیر روشهای مختلف تعیین زمان آبیاری بر عملکرد، مصرف آب و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای، مجله علوم خاک و آب. شماره ۱. ص ۷۵-۸۵.
- ۷- نور محمدی، سعید. ۱۳۷۹. گزارش نهائی طرح بررسی تاثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه ذرت به عنوان کشت دوم. مرکز تحقیقات کشاورزی لرستان.
- ۸- هاشمی دزفولی، ابوالحسن. ۱۳۷۳. مفهوم کارایی مصرف آب. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۲۵.
- 9-Camp, C.R., D.R Karlen., and J.R. Lambert. 1985. Irrigation

