

تأثیر دور آبیاری و کاربرد مقادیر نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک و راندمان مصرف آب ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در استان مازندران

رضا رضایی سوخت آبدانی*، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان قائم شهر
علی چراتی آرائی، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران
داوود اکبری نودهی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر
حمیدرضا مبصر، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر
مهدی رمضانی، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد قائم شهر

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دور آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه‌ای (K.Sc704)، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۸ به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی باغ کلا(نکا) اجرا شد. عامل اصلی دور آبیاری در چهار سطح I_1, I_2, I_3 و I_4 که به ترتیب ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) و عامل فرعی نیتروژن (صفر، ۹۶ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن که به ترتیب معادل صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) بود. نتایج نشان داد کمترین عملکرد وزن خشک و علوفه تر برای دور آبیاری با ۱۵۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A حاصل شد. بیشترین عملکرد علوفه تر و کارایی مصرف آب ماده خشک با دور آبیاری ۱۲۵ میلی متر به دست آمد. حداکثر کارایی بیولوژیک مصرف آب و راندمان مصرف آب با دور آبیاری ۱۲۵ میلی متر و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A حاصل گردید. کمترین عملکرد وزن خشک با ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A به دست آمد. ارتفاع بوته، وزن خشک در مترمربع، طول بلال، وزن علوفه تر در هکتار، راندمان مصرف آب، کارایی مصرف آب ماده خشک، درصد آب نسبت به وزن خشک و کارایی مصرف آب با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین بود. حداکثر راندمان مصرف آب با ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد، در حالی که عملکرد وزن خشک با ۷۵ میلی متر تبخیر از تشت کلاس A با همین مقدار نیتروژن حاصل گردید.

واژه های کلیدی: ذرت علوفه‌ای، دور آبیاری، نیتروژن، راندمان مصرف آب، عملکرد علوفه خشک

* نویسنده رابط: E-mail: rezaei9533@yahoo.com

مقدمه

ذرت علوفه‌ای به عنوان گیاهی با توانایی تولید بالا و سازگاری در اکثر مناطق کشور می‌تواند نقش مهمی در تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها به ویژه در فصل زمستان ایفا نماید (۲). کوران و پوسچ (۲۰۰۰) طی بررسی‌های خود چنین نتیجه گرفتند که هر گیاه علوفه‌ای خوب باید دارای عملکرد ماده خشک بالا، میزان انرژی بالا، فیبر کم و میزان مطلوب ماده خشک در زمان برداشت به منظور تخمیر مطلوب و انبارداری باشد. انتخاب هیبرید و مدیریت زراعی بر عملکرد سیلاژ و کیفیت آن تأثیر می‌گذارد (۱۴). یکی از اقدام‌های اساسی در مدیریت آبیاری، داشتن برنامه ریزی صحیح می‌باشد. برای برآورد دور مناسب آبیاری، با در نظر گرفتن هزینه آب مصرفی و مدیریت سیستم‌های آبیاری، باید بتوان مقدار آب مصرفی گیاهان زراعی را برآورد نمود. یکی از روش‌های اندازه‌گیری مناسب جهت تخمین نیازآبی گیاهان، اندازه‌گیری مستقیم تبخیر توسط تشت تبخیر کلاس A است. همبین و همکاران (۱۹۹۰) راندمان مصرف آب، مقدار آب را که برای تولید عملکرد مصرف شده نشان می‌دهد. بیشتر تحقیقاتی که بر روی راندمان مصرف آب صورت گرفته در جهت بالا نگه داشتن راندمان مصرف آب و ماده خشک تولیدی بوده است. در تحقیقات مقاومت به خشکی اغلب بر بقای گیاه در دوره‌هایی که نیاز اتمسفری زیاد است تأکید می‌شود (۲۱). هاول و همکاران (۱۹۹۸) اشاره کردند که مصرف آب ذرت بین مقادیر ۶۵ تا ۸۰۲ میلی‌متر و راندمان مصرف آب بین ۱/۶۵ تا ۱/۶۸ کیلوگرم در متر مکعب در شرایط آبیاری کامل می‌باشد (۲۳). نسیمیت و ریچی (۱۹۹۲) در گزارش خود ذکر نمودند که بروز تنش خشکی در دوره رشد رویشی حد فاصل مرحله پنج برگی تا ظهور گل تاجی تأثیر کمی بر عملکرد نهایی داشته و گیاه ذرت دچار خسارت می‌شود به طوری که تنش خشکی پیش از ظهور گل تاجی، در مرحله ابریشم دهی و پس از آن عملکرد ذرت را در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱ درصد کاهش داد (۲۸).

چاپمن و همکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند گیاه ذرت عمدتاً یک هفته قبل و بعد از گلدهی نسبت به تنش خشکی حساس‌تر است، این محققین صفاتی نظیر فاصله زمانی کوتاه‌تر میان گرده افشانی تا ابریشم‌دهی را گزینش برای تحمل به شرایط خشکی موثر دانستند (۱۷).

به اظهار اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) تنش خشکی در مراحل قبل از گلدهی، زمان گلدهی و پس از گلدهی عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش داد (۳۱). نتایج آزمایش صارمی و سیادت (۱۳۷۴) در خصوص بررسی اثرات تنش ناشی از فواصل آبیاری (آبیاری پس از ۴۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A به ترتیب تیمارهای I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4) نشان داد افزایش فواصل بین آبیاری‌ها و تنش ناشی از آن باعث کاهش معنی‌دار عملکرد ماده خشک از ۲۱/۱۵ تن در هکتار به ۱۸/۸۱ تن در هکتار و عملکرد دانه از ۱۰/۵۶ تن در هکتار به ۸ تن در هکتار به ترتیب در تیمار I_1 و I_4 گردید (۵). حساس‌ترین مرحله رشد ذرت به تنش آبی، زمان ظهور گل تاجی و گلدهی است

(۲۶). تعیین برنامه آبیاری به روش های 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 (۹ و ۲۴). میلانی و نیشابوری (۱۳۷۸) آبیاری در زمانی که ۵۰ درصد آب قابل استفاده ناحیه ریشه تخلیه شده باشد را بهترین زمان اعلام نمودند. آن ها افزایشی معادل ۵۰ درصد در کارایی مصرف آب 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 $447/6$ میلی متر تعیین کردند (۹). کمپ و همکاران (۲۰۰۶) روش مناسب مدیریت آبیاری را کنترل نیم رخ رطوبتی خاک دانسته و نشان دادند برای نیل به حداکثر کارایی مصرف آب ذرت دانه ای در نواحی مرطوب نیاز آبی ذرت $153/5$ میلی متر است (۱۶). کمپ و همکاران (۲۰۰۶) نیز برای مناطق نیمه خشک این روش را پیشنهاد کرده و نیاز آبی ذرت را در این مناطق $561/1$ میلی متر تخمین زدند (۱۶).

اکتم و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی تیمار دورآبیاری را در فواصل ۲، ۴، ۶ و ۸ روز اعمال نموده و مقدار آب مصرفی را نیز براساس ۷۰، ۹۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر تشتت کلاس A تنظیم نمودند. آن ها حداکثر و حداقل وزن تر بلال را به ترتیب در تیمارهای آبیاری به فواصل ۲ و ۸ روز به دست آوردند. همچنین نشان دادند حداکثر کارایی مصرف آب در تیمار فاصل آبیاری ۴ روز و مقدار آب مصرفی ۹۰ درصد تبخیر از تشت وجود داشت (۳۲). برای (۱۹۹۷) در خصوص عکس العمل گیاه نسبت به خشکی ابراز می دارد واکنش گیاهان به کمبود آب بستگی به مقدار کمبود، نسبت کمبود و مدت زمان قرار گرفتن گیاه در شرایط کمبود دارد (۱۲). انگلیش و راجا (۱۹۹۶) در بررسی فایده کم آبیاری در تحقیقی که در سه مکان متفاوت درباره گندم، پنبه و ذرت اجرا کردند، به این نتیجه رسیدند که کم آبیاری بین ۱۵ تا ۹۵ درصد بسته به شرایط محیط و مکان انجام، منجر به حصول سود حداکثر می شود (۱۹). کالدول و همکاران (۱۹۹۴) طی گزارشی نشان دادند ۵۹ درصد کاهش آب مصرفی ذرت در زیمبابوه، سود خالص به ازای واحد آب مصرفی، ۶۸ درصد بیش از آبیاری کامل است (۱۵). امام و رنجبر (۱۳۷۹) تأثیر کم آبیاری بر خصوصیات ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس را بررسی کردند. تیمار کم آبیاری در سه سطح شامل آبیاری معمولی معادل ۱۰۰ (بدون تنش)، ۷۵ (تنش ملایم) و ۵۰ (تنش شدید) درصد نیاز آبی گیاه و بر اساس تشتت تبخیر کلاس A بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی دار ارتفاع ساقه، ارتفاع بلال از سطح خاک، تعداد برگ و شاخساره می شود. تنش ملایم و شدید خشکی با افزایش معنی دار شاخص برداشت و کارایی مصرف آب همراه شده است (۱). علاوه بر تنش کمبود آب، کمبود نیتروژن مورد نیاز هم می تواند فشار مضاعفی را بر رشد و عملکرد گیاه ذرت وارد آورد. به عقیده دانشمندان، مدیریت نامناسب آبیاری و نیتروژن اصلی ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد ذرت محسوب می شوند (۲۹ و ۳۵). مطالعات بسیاری، تأثیر مثبت نیتروژن بر افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و

وزن دانه در هیبریدهای مختلف ذرت تأکید کرده است. اسبورن و همکاران (۲۰۰۲). تحت شرایط کمبود آب در خاک که جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن کاهش می یابد، لزوم برقراری تناسب میان فراهمی رطوبت در خاک و نیتروژن مصرفی ضروری به نظر می رسد. این امر از یک سو از هزینه تولید ذرت می کاهد و از سوی دیگر از مصرف بی مورد نیتروژن که معمولاً با افزایش عملکرد همراه نیست، جلوگیری به عمل می آورد (۳۱). علاوه بر تنش خشکی تغییر مقدار نیتروژن ذخیره خاک نیز می تواند رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (۲۷). یوهارت و آندرد (۱۹۹۵) معتقدند کمبود نیتروژن نمو فنولوژیک، مراحل رویشی و زایشی ذرت را به تأخیر می اندازد و بر سرعت گسترش برگ و دوام سطح برگ بسیار مؤثر است (۳۲). همچنین پژوهشگران معتقدند کمبود نیتروژن گسترش سطح برگ را بیشتر از سرعت پیدایش برگ کاهش می دهد (۲۷ و ۳۵). در این تحقیق با توجه به اهمیت مقدار آب آبیاری و مقادیر نیتروژن، هدف، تعیین مقدار مطلوب نیتروژن مورد نیاز و مشخص کردن دور مناسب آبیاری و تعیین راندمان مصرف آب در ذرت علوفه ای می باشد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر دوره های مختلف آبیاری و مقادیر نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه ای در استان مازندران، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات زراعی باغ کلا (نکا) به اجرا در آمد. ایستگاه مورد نظر در عرض ۳۶ درجه و ۴۱ ثانیه و طول ۵۳ درجه و ۳۶ ثانیه و ارتفاع ۴ متر از سطح دریا قرار دارد. میزان متوسط بارندگی و دما در طول دوره کشت به ترتیب ۶۱۰ میلی متر و ۱۸ سانتی گراد بود. به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه مرکب تهیه که در جدول های ۱ و ۲ این خصوصیات نشان داده شده است.

آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۴ سطح آبیاری (I₁: ۷۵، I₂: ۱۰۰، I₃: ۱۲۵ و I₄: ۱۵۰) میلی متر تبخیر از تشت کلاس A) به عنوان کرت های اصلی و با سه سطح تیمار (N₁: صفر، N₂: ۹۶ و N₃: ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن که به ترتیب معادل صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به عنوان کرت های فرعی اجرا گردید. هر واحد آزمایشی شامل ۵ جویچه، ۷ پشته به طول ۶ متر و به فاصله ۷۰ سانتی متر بود. جهت جلوگیری از اثر اختلاط تیمارها، فاصله بین کرت ها ۲ متر در نظر گرفته شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	EC (ds/m)	pH	T.N.V	N (درصد)	O.M (درصد)	O.C (درصد)	Sand (درصد)	Silt (درصد)	Clay (درصد)	کلاس
۰-۳۰	۰/۷۶	۷/۷۶	۲۵	۰/۱۳۴	۲/۷۷	۱/۶۱	۱۴	۵۰	۳۶	C-L

جدول ۲: نتایج تجزیه فیزیکی خاک

عمق نمونه برداری (cm)	ظرفیت مزرعه (%) (FC)	نقطه پژمردگی دائم (درصد)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)
۰-۳۰	۲۸/۷	۱۴/۱	۱/۳۱

پس از عملیات تهیه زمین بذور ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در اردیبهشت ماه کشت شدند. بدین صورت که بذور در عمق ۵ سانتی متری و به روش خشکه کاری کاشته و به منظور جوانه زنی مطمئن و داشتن تعداد بوته های کامل در هر کپه دو بذر قرار داده شد. پس از سبز شدن در مرحله ۲ تا ۴ برگ برای حصول تراکم گیاهی مورد نظر تنک شدند. مبارزه با علف های هرز هم به صورت وجین دستی در طول مرحله رشد انجام شد. از ابتدا کشت تا هنگام برداشت، روزانه داده های تبخیر از تشت تبخیر کلاس A یادداشت برداری گردید تا زمان رسیدن به تیمار دورآبیاری، مشخص گردد. همچنین با در نظر گرفتن ضریب گیاهی (kc)، میزان تبخیر و تعرق مشخص و براساس تخلیه رطوبتی و طبق تیمار مذکور تا رسیدن خاک به حد ظرفیت مزرعه (F.C.)، میزان آب مورد نیاز محاسبه و حجم آب مورد نیاز هر کرت توسط کتور حجمی ۲ اینچی اندازه گیری و به تیمارها اعمال شد. در کلیه آبیاری ها جهت تأمین فشار و انرژی مورد نظر از پمپ استفاده شد. قبل از هرآبیاری از عمق موثر ریشه نمونه خاک تهیه و جهت تعیین درصد رطوبت وزنی به آزمایشگاه ارسال گردید.

$$100 \times \frac{\text{وزن خاک خشک (بر حسب گرم)} - \text{وزن خاک مرطوب (بر حسب گرم)}}{\text{وزن خاک خشک (بر حسب گرم)}} = \text{رطوبت وزنی خاک (درصد)}$$

عمق آب آبیاری با توجه به رابطه (۱) برای هر یک از تیمارها اعمال شد:

$$d = \frac{(FC - \theta)}{100} (D)(Pb) \quad (1)$$

d: عمق آب آبیاری، F.C.: رطوبت در حد ظرفیت مزرعه، θ : رطوبت خاک در زمان نمونه گیری، D: عمق ریشه گیاه در مرحله رشد بود. مقدار تبخیر و تعرق با استفاده از رابطه (۲) برای هر یک از تیمارهای آبی محاسبه گردید:

$$ET = P + I + \Delta S - DP \quad (2)$$

که در آن ET: تبخیر و تعرق میلی متر در روز، I: میزان آب آبیاری میلی متر، P: مقدار بارندگی میلی متر، ΔS : تغییرات میزان رطوبت خاک و DP: نفوذ عمق می باشد.

در این آزمایش به دلیل کنترل میزان آب آبیاری از میزان نفوذ (DP) صرف نظر و مقدار آن صفر فرض گردیده است (۲۲).

کارایی مصرف آب ماده خشک، کارایی بیولوژیک مصرف آب، راندمان مصرف آب، درصد آب نسبت به وزن خشک و مقدار آب (درصد) طبق فرمول های زیر به دست آمد (۷ و ۳۷):

کل حجم آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) / عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) = کارایی بیولوژیک مصرف آب
بر حسب تولید کل ماده خشک

میزان آب مصرفی / ماده خشک = راندمان مصرف آب آبیاری (I WUE)

تبخیر و تعرق / میزان ماده خشک تولیدی = راندمان مصرف آب (WUE)

$(100 \times \text{وزن خشک برگ}) / (\text{وزن خشک شده برگ} - \text{وزن تر تازه برگ}) = \text{درصد آب نسبت به وزن خشک}$

$(100 \times \text{وزن تازه برگ}) / (\text{وزن خشک شده برگ} - \text{وزن تر تازه برگ}) = \text{مقدار آب (درصد)}$

در طی مرحله رسیدگی صفات ارتفاع بوته و طول بلال از میانگین تعداد ۱۰ بوته در هر کرت بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد. با برداشت بوته ها از دو ردیف میانی هر کرت، میزان عملکرد وزن خشک و عملکرد علوفه تر محاسبه گردید.

در پایان اجرای این تحقیق، تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C انجام و مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۰.۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته از نظر آماری تنها تحت تأثیر تیمار نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۳). به طوری که بیشترین ارتفاع بوته با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار و کمترین ارتفاع بوته در شرایط بدون مصرف نیتروژن حاصل شد که به ترتیب ۲۸۴/۳ و ۲۶۹/۲ سانتی متر بوده است. ارتفاع بوته تحت تأثیر دورآبیاری تفاوت معنی داری را نشان نداد. رزمی و قاسمی (۱۳۸۶) نیز کاهش ارتفاع

ساقه سورگوم د تنش خشکی را گزارش نموده‌اند و بیان کرده‌اند که کاهش ارتفاع در شدت تنش متوسط به علت کاهش طول میان گره و در تنش شدید به علت تعداد و طول میان گره بوده است (۳).

عملکرد وزن خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد از نظر آماری عملکرد وزن خشک تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و تحت تأثیر دور آبیاری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۳). حداکثر و کمترین عملکرد وزن خشک تحت تأثیر مقادیر کود نیتروژن به ترتیب با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در یک متر مربع و بدون مصرف نیتروژن به دست آمد. بامصرف ۹۶ کیلوگرم نیتروژن در متر مربع برابر عملکرد وزن خشک ۱۵۲۱ گرم در متر مربع بود. همچنین در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، که وزن خشک در متر مربع تحت دور آبیاری از ۱۱۹۳ با آبیاری بر اساس ۱۵۰ میلی متر تبخیر تا ۱۹۰۳ گرم در متر مربع وزن خشک با آبیاری بر اساس ۷۵ میلی متر تبخیر متغیر بود. بیشترین وزن خشک در مترمربع تحت اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن برای تیمار آبیاری بر اساس ۷۵ میلی متر تبخیر با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۲۵ میلی متر تبخیر و با مصرف همین مقدار نیتروژن حاصل گردید (جدول ۵). علوفه خشک از لحاظ وزنی حدود ۲۵ درصد علوفه تر را شامل می‌شود. در آمریکای شمالی، معیار انرژی، متمرکز در خوراکی‌های دامی (علوفه خشک) که در بیشتر موارد استفاده می‌شود، شامل کل مواد قابل هضم (TDW)، مواد خشک قابل هضم و انرژی قابل هضم است (۸). کامبراتو (۲۰۰۱) از مطالعه‌ی تأثیر فیزیولوژیکی آمونیم و نترات در محصولاتی مثل گندم، سورگوم و ذرت، نتیجه گرفت که آمونیم در مقایسه با نترات، ماده خشک بیشتری تولید می‌کند و تعداد پنجه و ریشه زیادتری ایجاد می‌گردد (۱۳). اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند علت افزایش تولید ماده خشک در شرایط آبیاری مطلوب، گسترش بیشتر و تداوم سطح برگ بود که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده هر چه بیشتر نور دریافتی و تولید ماده خشک گردید (۳۱).

جدول ۳: تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه ای (K.Sc704)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن خشک در مترمربع	طول بلال	وزن علوفه تر در هکتار
تکرار	۲	۱۸۶۰/۲۶۱	۴۹۸۸۰/۱۹۶۳	۰/۹۷۸	۲۰۵۰۱۳۶۱۱/۱۱۱
دور آبیاری (A)	۳	۲۴۸/۱۰۳	۹۷۴۶۲/۳۹۰*	۲/۴۰۲	۶۳۳۱۸۶۱۱/۱۱۱
Ea	۶	۱۲۹۹/۳۶۷	۱۸۸۰۶۳/۸۲۸	۱/۰۰۶	۱۸۵۰۶۴۷۲۲/۲۲۲
مقادیر نیتروژن (B)	۲	۶۹۲/۳۲۶**	۲۲۱۲۳۹۱/۱۲۷**	۲۲/۹۲۰**	۶۷۲۸۲۵۹۰۲/۷۷۸**
(A B)	۶	۳۴/۳۴۱	۲۸۷۵۳۹/۴۹۹**	۰/۸۲۵	۹۸۷۰۳۴۷/۲۲۲
خطای آزمایش	۱۶	۲۵/۱۵۲	۵۳۷۱۹/۵۸۹	۱/۵۸۹	۱۳۴۰۹۴۴۴/۴۴۴
ضریب تغییرات (/)		۱/۸۱	۱۴/۷۶	۶/۵۷	۵/۳۸

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند

ادامه جدول ۳:

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد آب نسبت به وزن خشک	کارآیی مصرف آب ماده خشک	راندمان مصرف آب	کارآیی مصرف آب برحسب تولید ماده خشک
تکرار	۲	۸۸/۱۱۶	۲۲/۱۷۵	۱۰/۸۶۹	۲۹/۳۳۵
دور آبیاری (A)	۳	۱۴۷۶/۶۳۵	۵۴/۹۱۱*	۷۶/۱۹۷**	۱۹۴/۶۳۸**
Ea	۶	۹۰۲/۳۱۶	۹/۳۱۵	۴/۶۱۴	۶/۸۱۵
مقادیر نیتروژن (B)	۲	۸۱۹۹/۹۱۵*	۱۲۰/۴۳۶**	۶۰/۶۱۷**	۲۷۵/۳۲۲**
(A B)	۶	۶۴۷۷/۶۳۷*	۹/۰۹۴*	۵/۲۲۵**	۱۱/۸۱۸*
خطای آزمایش	۱۶	۲۹۳۳/۶۰۰	۲/۴۳۷	۱/۱۴۳	۴/۵۳۲
ضریب تغییرات (%)		۳۰/۴۴	۱۲/۸۸	۱۲/۴۶	۹/۵۴

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند

طول بلال

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود، طول بلال از نظر آماری تنها تحت تأثیر مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت. به طوری که بیشترین طول بلال با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین طول بلال در شرایط بدون مصرف نیتروژن حاصل شد که به ترتیب برابر ۲۰/۶۲ و ۱۷/۸۶ سانتی متر بود. طول بلال تحت تأثیر دور آبیاری تفاوت معنی داری نشان نداد. علوی و همکاران (۱۳۸۷) بیشترین طول بلال مربوط به دور آبیاری ۵۰ میلی متر و کمترین طول مربوط به دور آبیاری ۱۵۰ میلی متر تبخیر تجمعی اختصاص دارد (۶). تأثیر کم آبیاری بر خصوصیات ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس را بررسی کردند. تیمار کم آبیاری در سه سطح شامل آبیاری معمولی معادل ۱۰۰ (بدون تنش)، ۷۵ (تنش ملایم) و ۵۰ (تنش شدید) درصد نیاز آبی گیاه و براساس تست تبخیر کلاس A بود. نتایج نشان داد تنش خشکی باعث کاهش معنی دار ارتفاع ساقه، ارتفاع بلال از سطح خاک، تعداد برگ و شاخساره می شود (۱).

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها برای صفات زراعی ذرت علوفه ای (K.Sc704)

تیمارها	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک دریک مترمربع	طول بلال (cm)	وزن علوفه تر در هکتار (kg/ha)
I ₁ 75mm	۲۷۹/۸a	۱۹۰۳۰a	۱۹/۶۵ a	۶۸۳۰ab
I ₂ 100mm	۲۷۵/۸a	۱۴۰۵۰ab	۱۸/۶۴ a	۶۷۹۷۰ab
I ₃ 125mm	۲۸۰/۸a	۱۷۸۱۰a	۱۹/۶۱ a	۷۱۲۳۰a
I ₄ 150mm	۲۶۹/۲a	۱۱۹۳۰b	۱۸/۸۶ a	۶۴۷۵۰b
N ₀	۲۶۹/۲c	۱۱۶۸ c	۱۷/۸۶C	۶۰۹۸۰c
N ₉₆	۲۷۵/۷ b	۱۵۲۱b	۱۹/۰۹ b	۶۷۳۳۰b
N ₁₈₄	۲۸۴/۳ a	۲۰۲۲a	۲۰/۶۲ a	۷۵۹۰۰a

در هر ستون میانگین های با حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند

ادامه جدول ۴:

تیمارها	درصد آب نسبت به وزن خشک (kg/mg)	کارآیی مصرف آب ماده خشک (kg/mg)	راندمان مصرف آب (kg/mg)	کارآیی مصرف آب برحسب تولید ماده خشک (kg/mg)
I ₁ 75mm	۱۷۱/۵ a	۱۰/۷۴ b	۶۳۲۹ b	۱۸/۲۷ b
I ₂ 100mm	۱۶۷/۷ a	۹/۷۵۷ b	۵/۸۰۶ b	۱۸/۳۰ b
I ₃ 125mm	۱۷۶/۱ a	۱۵/۳۷ a	۱۵/۱۱ a	۲۶/۲۱ a
I ₄ 150mm	۱۹۶/۴ a	۱۲/۶۱ ab	۱۱/۰۴ a	۲۶/۴۶ a
N ₀	۱۴۹/۲b	۹/۰۴۰ c	۶/۳۳۰ c	۱۷/۵۷ c
N ₉₆	۱۸۴/۴ ab	۱۱/۹۵ b	۸/۵۹۹ b	۲۲/۲۱ b
N ₁₈₄	۲۰۰/۳ a	۱۵/۳۷ a	۱۰/۸۲ a	۲۷/۱۵ a

در هر ستون میانگین های با حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

عملکرد علوفه تر در هکتار

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد عملکرد علوفه تر در هکتار تحت تأثیر مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین عملکرد علوفه تر در هکتار با دور آبیاری بر اساس ۱۲۵ میلی-متر تبخیر (۷۱۲۳۰ کیلوگرم در هکتار) و حداقل آن بر اساس آبیاری به میزان ۱۵۰ میلی-متر تبخیر (۶۴۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. همچنین حداکثر و کمترین عملکرد علوفه تر در هکتار به ترتیب با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بدون مصرف نیتروژن حاصل گردید که به ترتیب برابر با ۷۵۹۰۰ و ۶۰۹۸۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد علوفه تر در هکتار تحت اثر متقابل تیمارها برای تیمار آبیاری بر اساس ۱۲۵ میلی-متر تبخیر و مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۷۹۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن به میزان ۵۷۵۸۰ کیلوگرم در هکتار بود که بر اساس آبیاری بعد از ۱۵۰ میلی-متر تبخیر و بدون مصرف نیتروژن بود (جدول ۵).

جدول شماره ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها برای صفات زراعی ذرت سینگل کراس ۷۰۴

دور آبیاری × نیتروژن	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک در یک متر مربع	طول بلال (cm)	وزن علوفه تر در هکتار (kg/ha)	درصد آب نسبت به وزن خشک (kg/mg)
I ₁ N ₀	۲۷۶/۲ bc	۱۲۳۵۰ d	۱۸/۴۶ abcd	۶۰۸۵۰ fg	۱۵۶/۵ abc
I ₁ N ₉₆	۲۷۷/۹ bc	۱۶۰۴۰ cd	۲۰ ab	۶۷۷۲۰ cde	۱۸۳/۰ abc
I ₁ N ₁₈₄	۲۸۵/۲ ab	۲۸۷۰۰ a	۲۰/۴۸ ab	۷۶۴۲۰ ab	۱۷۵/۰ abc
I ₂ N ₀	۲۷۰/۰ cd	۱۲۱۶۰ d	۱۶/۹۳ d	۶۰۵۰۰ fg	۱۲۴/۷ bc
I ₂ N ₉₆	۲۷۲/۱ c	۱۳۸۲۰ cd	۱۸/۴۸ abcd	۶۹۸۰۰ bcd	۲۲۴/۴ ab
I ₂ N ₁₈₄	۲۸۵/۵ ab	۱۶۱۷۰ cd	۲۰/۵۰ ab	۷۲۶۰۰ abc	۱۵۴/۰ abc
I ₃ N ₀	۲۶۹/۸ cd	۱۴۵۰۰ cd	۱۸/۵۳ abcd	۶۴۹۸۰ def	۱۶۲/۶ abc
I ₃ N ₉₆	۲۸۴/۱ ab	۱۷۹۲۰ bc	۱۹/۶۲ abc	۶۹۵۲۰ bcd	۱۳۳/۳ c
I ₃ N ₁₈₄	۲۸۷/۴ a	۲۱۰۱۰ b	۲۰/۶۸ ab	۷۹۲۰۰ a	۲۵۲/۵ a
I ₄ N ₀	۲۶۰/۷ d	۷۶۹۰ e	۱۷/۵۲ cd	۵۷۵۸۰ g	۱۵۳/۰ abc
I ₄ N ₉₆	۲۶۸/۷ cd	۱۳۰۷۰ d	۱۸/۲۵ bcd	۶۲۲۸۰ efg	۲۱۶/۸ abc
I ₄ N ₁₈₄	۲۷۸/۲ bc	۱۵۰۲۰ cd	۲۰/۸۲ a	۷۴۳۸۰ abc	۲۱۹/۶ abc

ادامه جدول ۵:

کارایی مصرف آب برحسب تولید ماده خشک (kg/mg)	راندمان مصرف آب (kg/mg)	کارایی مصرف آب ماده خشک (kg/mg)	دورآبیاری × نیتروژن
۱۳/۹۶ h	۴/۱۱۰ g	۶/۹۷۳ f	I ₁ N ₀
۱۶/۷۵ fgh	۵/۳۴۷ efg	۹/۰۳۷ ef	I ₁ N ₉₆
۲۴/۰۹ cd	۹/۵۶۰ cd	۱۶/۲۱ ab	I ₁ N ₁₈₄
۱۶/۱۲ gh	۵/۰۴۰ fg	۸/۴۸۰ ef	I ₂ N ₀
۱۷/۹۷ efg	۵/۷۰۷ efg	۹/۴۸۷ ef	I ₂ N ₉₆
۲۰/۸۱ de	۶/۶۷۰ ef	۱۱/۳۰ de	I ₂ N ₁₈₄
۲۰/۳۴ def	۹/۰۵۳ d	۱۲/۵۵ cd	I ₃ N ₀
۲۶/۱۸ c	۱۱/۲۵ bc	۱۵/۳۸ abc	I ₃ N ₉₆
۳۲/۱۱ a	۱۳/۱۶ ab	۱۸/۱۹ a	I ₃ N ₁₈₄
۱۹/۸۶ efg	۷/۱۱۷ e	۸/۱۶۰ f	I ₄ N ₀
۲۷/۹۵ bc	۱۲/۰۹ ab	۱۳/۹۰ bcd	I ₄ N ₉₆
۳۱/۵۸ ab	۱۳/۹۱ a	۱۵/۷۸ ab	I ₄ N ₁₈₄

در جدول ۵ I₁, I₂, I₃, I₄: به ترتیب برابر ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A، و N₁, N₂ و N₃: به ترتیب برابر صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره می باشند

بررسی های گرو (۲۰۰۰) در زمینه مقایسه اثر سه منبع اوره، نیترات آمونیم و محلول اوره- نیترات آمونیم نشان داد از نظر عملکرد محصول اختلاف اندکی بین منابع مختلف کودی وجود دارد و میزان بهینه ی کود نیتروژن کمتر تحت نوع کود می باشد (۲۰). کومار و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند بیشترین عملکرد ناشی از اختلاف عملکرد ارقام است. به نظر می رسد با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، رشد رویشی ذرت زیاد شده و در نتیجه آن، سطح تبخیرکننده و فتوسنتز کننده افزایش یافته و میزان عملکرد و نیازآبی محصول بیشتر شده است (۲۵). رزمی و قاسمی (۱۳۸۶) گزارش کردند تنش خشکی به واسطه تأثیر منفی بر شاخص سطح برگ، ارتفاع و سایر صفات رویشی موجب افت عملکرد سورگوم گردید. این محققین بیشترین عملکرد را در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر) به دست آوردند (۳).

درصد آب نسبت به وزن خشک

درصد آب نسبت به وزن خشک از نظر آماری تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و اثر متقابل × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۰.۵٪ اختلاف معنی دار نشان داد (جدول ۳). بیشترین درصد آب نسبت به وزن خشک برای تیمار مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۲۰۰/۳ و کمترین آن در تیمار بدون مصرف نیتروژن ۱۴۹/۲ به دست آمد (جدول ۴). بیشترین درصد آب نسبت به وزن خشک تحت اثر متقابل دورآبیاری × مقادیر نیتروژن برای آبیاری بر اساس ۱۸۴ و با ۱۲۵ میلی متر تبخیر به میزان ۲۵۲/۵ درصد حاصل شد (جدول ۵). اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند علت افزایش تولید ماده خشک در شرایط آبیاری مطلوب، گسترش بیشتر و تداوم سطح برگ بود که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده هر چه بیشتر نور دریافتی و تولید ماده خشک گردید (۳۱).

کارایی مصرف آب ماده خشک

همان طور که در (جدول ۳) مشهود است، کارایی مصرف آب ماده خشک تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن و همچنین اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و تحت دور آبیاری و مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف آماری را نشان داد. حداکثر و کمترین کارایی مصرف آب ماده خشک تحت آبیاری به ترتیب برای تیمارهای ۱۲۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشت به ترتیب برابر ۱۵/۳۷ و ۹/۷۵۷ بود. حداکثر و کمترین کارایی مصرف آب ماده خشک تحت مقادیر کود نیتروژن به ترتیب برای تیمارهای با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن (۱۵/۳۷ و ۹/۰۴۰) به دست آمد و با مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروژن برابر ۱۱/۹۵ بود (جدول ۴). بیشترین کارایی مصرف آب ماده خشک تحت اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن برای تیمار با ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشت با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۱۸/۱۹ حاصل گردید (جدول ۵). کم آبیاری که در آن محصول در یک مرحله خاص رشد و یا تمام فصل رشد تحت تنش آبی قرار می گیرد، یکی از راه های به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب و بالا بردن عملکرد به ازای یک واحد آب مصرفی می باشد. کارایی مصرف آب از خصوصیات مهم فیزیولوژیک گیاه در رابطه با توانایی در مقابله با کمبود آب است. نسنیکا و همکاران (۱۹۹۷) اظهار نمودند که کاهش کارایی مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی، ناشی از کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه می باشد (۳۰). توکلی و اوپس (۲۰۰۴) در مطالعه ای تأثیر مدیریت های آبیاری را بر کارایی مصرف آب در زراعت گندم بررسی نمودند و نشان دادند که کارایی مصرف آب تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار گرفت (۳۳). ال کسبی و زینهو (۲۰۰۳) با تحقیق بر روی گیاه ذرت دریافتند که کارایی مصرف آب با اعمال تنش خشکی به طور معنی دار کاهش می یابد (۱۱).

راندمان مصرف آب

راندمان مصرف آب از نظر آماری تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن و همچنین اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین و کمترین راندمان مصرف آب تحت دور آبیاری به ترتیب برای تیمارهای آبیاری بر اساس ۱۲۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر برابر با ۱۱/۱۵ و ۵/۸۰۶ بود. همچنین راندمان مصرف آب برای تیمار بدون مصرف نیتروژن و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب برابر با ۶/۳۳۰ و ۱۰/۸۲ بود (جدول ۴). بیشترین راندمان مصرف آب تحت اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن برای تیمار آبیاری بر اساس ۱۵۰ میلی متر تبخیر و مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۱۳/۹۱ حاصل گردید (جدول ۵). به اعتقاد همبین و همکاران (۱۹۹۰) راندمان مصرف آب، مقدار آبی را که برای تولید عملکرد مصرف شده نشان می دهد. بیشتر تحقیقاتی که بر روی راندمان مصرف آب صورت گرفته در جهت بالا نگه داشتن راندمان مصرف آب و ماده خشک تولیدی بوده است. در تحقیقات مقاومت به خشکی غالباً بر بقای گیاه

در دورهایی که نیاز اتمسفری زیاد است تأکید می‌شود. در بسیاری از موارد قابلیت تحمل کمبود شدید آب رابطه منفی با عملکرد دارد. بسیار از گونه‌هایی که می‌توانند کمبود شدید آب را تحمل نمایند، زمانی که آب فراهم باشد از آن به طور کارآمد استفاده نمی‌نمایند. برخی از گونه‌ها که نسبت به کمبود شدید آب سازگاری پیدا نموده‌اند حتی در زمان بروز تنش، راندمان مصرفشان در حد متوسط می‌باشد (۲۱).

کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک از نظر آماری تحت تأثیر دورآبیاری و مقادیر نیتروژن و همچنین تحت اثر متقابل دورآبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۰.۵٪ و تحت دورآبیاری و مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف آماری قرار گرفت. بیشترین کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک تحت دورآبیاری بر اساس ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر ۲۶/۴۶ به دست آمد و همچنین حداکثر و حداقل کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک به ترتیب تحت تیمارهای بدون مصرف نیتروژن به میزان ۱۷/۵۷ و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۲۷/۱۵ حاصل گردید (جدول ۴). بیشترین کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک تحت اثر متقابل دورآبیاری × مقادیر نیتروژن برای تیمارهای آبیاری بر اساس ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۳۲/۱۱ نتیجه شد (جدول ۵). کارایی مصرف آب از خصوصیات مهم فیزیولوژیک گیاه در رابطه با توانایی در مقابله با کمبود آب است. نسنیکا و همکاران (۱۹۹۷) اظهار نمودند کاهش کارایی مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی، ناشی از کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه می‌باشد (۳۰). لک و همکاران (۱۳۸۵) نتیجه گرفتند با کاهش فواصل آبیاری، کارایی اقتصادی و بیولوژیک مصرف آب افزایش یافت. بیشترین میانگین کارایی اقتصادی و بیولوژیک مصرف آب به ترتیب به میزان ۱/۷۱ و ۳/۲۸ کیلوگرم دانه بر مترمکعب آب آبیاری به تیمارآبیاری مطلوب تعلق داشت. به طوری نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در شرایط مختلف رطوبتی، جهت افزایش کارایی مصرف کود و آب، میزان مصرف نیتروژن با فراهمی آب در خاک امری ضروری است (۴).

منابع

- ۱- امام، ی. و رنجبر، غ. ح. ۱۳۷۹. تأثیر کم آبیاری در زمان رشد رویشی قبل از ظهور گل تاجی بر ویژگی های ظاهری، شاخص برداشت، کارایی استفاده از آب، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. اولین کنفرانس های ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی. ۱۶۳-۱۷۳.
- ۲- چوگان، ر. ۱۳۷۵. بررسی و مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام هیبرید سیلویی. نشریه تحقیقاتی کشاورزی نهال و بذر. جلد ۱۲. شماره ۲. ص ۴۰-۳۶.

- ۳- رزمی، ن. و قاسمی، م. ۱۳۸۶. اثر رژیم های مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام سورگوم دانه ای در شرایط اصفهان. مجله علوم زراعی ایران. ۹(۲): ۱۶۹-۱۸۳.
- ۴- لک، ش.، نادری، ا.، سیادت، س. ع.، آینه بند، ا.، نورمحمدی، ق. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴ در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران. جلد هشتم، شماره ۲.
- ۵- صارمی، م. و سیادت، س. ع. ۱۳۷۴. اثر تنش ناشی از فواصل آبیاری ها بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد و خصوصیات مرفولوژیکی ذرت رقم ۷۰۴ تحت شرایط آب و هوایی اهواز. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان.
- ۶- علوی فاضل، م.، رادمنش، ف.، مسجدی، ع. و شکوه فر، ع. ۱۳۸۷. تعیین مناسب ترین دور آبیاری ذرت تابستانه با استفاده از تست تبخیر کلاس A در شهرستان اهواز. دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۷- عزیزاده، ا. ۱۳۷۴. رابطه آب، خاک و گیاه. چاپ اول. انتشارات آستان قدس. ص ۳۵۳.
- ۸- کریمی، ه. ۱۳۷۵. گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۹- میلانی، الف. ع. و نیشابوری، م. ر. ۱۳۷۸. تأثیر 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.
- ۱۰- نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع. و کاشانی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- 11- Al- Kaisi, M. M. and Xinhua, Yin. 2003. Effect of nitrogen rate, irrigation rate and plant population on corn yield and water use efficiency. *Agron. J.* 95: 1475-1482.
- 12- Bray, E. A. 1997. Plant responses to water deficit. *Crop physiology*. Abs.23:612-618.
- 13- Camberato, J. J. 2001. Nitrogen in soil and fertilizers. *SC.Turfgrass Foundation News*, 8(1):6-10.
- 14- Curran, B. and Posch, J. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality height. *Crop Insights Vol : 10 (2)*. Pioneer Hi-bred International. INC.
- 15- Caldwell, D. S., Spurgeon, W. E. and Managages, H. L. 1994. Frequency of irrigation for subsurface drip irrigation corn. *Trans. Of ASAE*. 34 (4): 109- 115.
- 16- Camp, C. R., Karlen, D. R. and Lambert J. R. 2006. Irrigation scheduling and row configuration for corn in the southeastem coastal plain. *Trans. ASAE*. 28:1159-1165.
- 17- Chapaman, S. C., Crossa, J., Basford, K. E. and Kroonenberg, P. M. 1997. Genotype by environment effects and selection for drought tolerance in tropical maize. II. Three-model pattern analysis. *Euphytica*, 95 (1): 11-20.
- 18- Dornbos, D. I. and Mullen, R. E. 1991. Influence of stress during soybean seed Filling on seed weight, germination, and seedling growth rate. *Candian journal of plant science*. 71:2,373-383.
- 19- English, M. J. and Raja S. N. 1996. Review perspectives on deficit irrigation. *Agric. Water Manage*. 32:1-14.
- 20- Grove, J. H. 2000. Nitrogen management for no-tillage wheat following corn or full-season soybeans.
- 21- Hamblin, A., Ennantand, O. and Perry, M. W. 1990. The cost of dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. *Plant and soil*, 122:47-58.
- 22- Huang, M. J. Calich and Zhong, L. 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the loes plateau of china. *Irrig. Sci.* 23:47-54
- 23- Howell, T. A., Tock, J. A., Schneider, A. D. and Evett, S. R. 1998. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. *Agron. J.* 90, 3-9.
- 24- Haise, H. R. and Hagan, R. M. 1967. Soil, Plant, and evaporative measurements as criteria for scheduling irrigation. In R.M. Hagan et al. *Irrigation of agricultural lands*. Agronomy. 11:57-604.
- 25- Kumar, A., Sharma, D. K. and Scharma, H. C. 1995. Water and nitrogen needs of wheat (*Triticum aestivum*) in sodic soil. *Indian j. Agricultural Sciences*, 65(5):323-327.
- 26- Marsch, H. 1985. Mineral nutrition of higher plants. Academic press, London.
- 27- Muchow, R. C. 1988. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. I. Leaf growth and leaf nitrogen. *Field Crop Res.* 18:1-16.
- 28- Nesmith, D. S. and Ritchie, J. T. 1992. Short and long-term responses of corn to a preanthesis soil water deficit. *Agron. J.* 84: 107-113.

- 29- **Norwood, C. A. 2000.** Water use and yield of limited irrigated and dry land corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:365-370.
- 30- **Nissanka, S. P., Dixon, M. A. and Tollenar, M. 1997.** Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid-crop *Sci.*37:172-181.
- 31- **Osborne, S. L., Scheppers, J. S., Francis, D. D. and Schlemmer, M. R. 2002.** use of spectral Radiance to in-season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. *Crop Sci.* 42: 165-171.
- 32- **Oktem, A., Siesek, M. and Oktem, G. 2003.** Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays sooch arata sturt*) with drip irrigation system in a semi arid region. I: water-yield relation ship. *Agric. Water Manaag.* 61(1):63-74.
- 33- **Tavakkoli, A. R. and Oweis, T. Y. 2004.** The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the high lands of Iran-Agricultural water Management.65:225-236.
- 34- **Uhart, S. A. and Andrade, F. H. 1995.** Nitrogen deficiency in maize:II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. *Crop Sci.* 35: 1384-1389.
- 35- **Westerman, R. I. and Kurtz, L. T. 1974.** Isotopic and nonisotopic estimations of fertilizer nitrogen uptake by sudangrass in field experiment. *Herb Abs.* 44(6):160.
- 36- **Wienhold, B. J., Trooien, T. P. and Reichman, G. A. 1995.** Yield and nitrogen use efficiency of irrigated corn in the Northern Great Plains. *Agron. J.* 87: 842- 846.
- 37- **Wright, P. R., Morgan, J. M. and Jessop, R. S. 1996.** Comparative adaptation of canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica Juncea*) to soil water deficits: plant water relations and growth. *Field Crop Res.* 49: 49-51.