

## ازریابی تأثیر مدیریت آبیاری و تغذیه‌ای بر عملکرد و بهره‌وری آب در ذرت (S.C.704) در شمال کشور

رضا رضایی سوخت‌آبدانی\*، دانشجویی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات  
مهرنوش رضایی، دانشجویی کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران  
نازنین رضایی، کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران  
مجتبی ابراهیمی، دانشجویی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، خوزستان، ایران

### چکیده

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی باغ کلاء (نکاء) اجرا شد. عامل اصلی دور آبیاری شامل آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر و عامل فرعی نیتروژن معادل صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد علوفه‌تر در هکتار با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن با میانگین ۷۱۲۳۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، اما بیشترین عملکرد علوفه خشک در هکتار به ترتیب با ۷۵ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به ترتیب ۱۹۰۳۰ و ۱۷۸۱۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. حداکثر کارایی مصرف آب ماده خشک با دور آبیاری ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر برابر ۱۵/۳۷ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل گردید. بیشترین عملکرد علوفه‌تر و دانه در هکتار، عملکرد علوفه‌تر و دانه نسبت به آبیاری و میزان بارندگی تحت اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن برای تیمارهای با دور آبیاری ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب برابر ۷۹۲۰۰، ۱۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۶۷/۳۴ و ۱۲/۴۴٪ و همچنین بیشترین و کمترین شاخص بهره‌وری آب آبیاری تحت اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن برای تیمارهای با دور آبیاری ۱۲۵ و ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب برابر ۱۸/۴۲ و ۶/۹۷ کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، راندمان و کارایی مصرف آب، شاخص بهره‌وری آب آبیاری

\* نویسنده مسئول: E-mail : Rezaei9533@yahoo.com

## مقدمه

ذرت گیاهی علوفه‌ای بوده و یکی از بهترین منابع تولید کننده‌ی علوفه در کشور است. با توجه به شرایط آب و هوایی بسیار مناسبی که ایران برای تولید ذرت داراست یکنواختی، در صورتی که نسبت به توسعه سطح زیر کشت و بهبود تکنیک زراعت آن اقدام گردد و از وجود آب و مواد غذایی کامل استفاده شود می‌توان در اکثر مناطق کشور اقدام به کاشت این گیاه نمود حتی در برخی مناطق در سال دو بار محصول ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای برداشت می‌شود (۱۶). با توجه به نیاز آبی ذرت، کمبود آب برای تولید مناسب آن یکی از معضلات مهم کشور به شمار می‌آید. از آنجایی که در کشور ما نزولات جوی کم و منابع آب محدود است، از این نظر استفاده بهینه از آب موجود کاملاً ضروری است و باید از حداقل آب حداکثر بهره‌برداری لازم صورت پذیرد تا سطح بیشتری به زیر کشت برده شود (۲۴).

بخش کشاورزی بزرگترین مصرف کننده آب در جهان است و در مناطق خشک، کشت آبی ۵۰ تا ۸۵٪ آب کل را مصرف می‌کنند (۲۱). از این نظر با توجه به اینکه اکثر مناطق کشور از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و توزیع بارندگی به گونه‌ای است که بیشترین میزان آن در فصل زمستان می‌باشد، توجه به چگونگی استفاده از آب موجود برای کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین استفاده بهینه از واحد حجم آب بایستی از اهداف مهم سیاست‌ها افزایش بهره‌وری از منابع آب در کشور باشد (۵).

علاوه بر تنش کمبود آب، کمبود نیتروژن مورد نیاز هم می‌تواند فشار مضاعفی را بر رشد و عملکرد گیاه ذرت وارد آورد. به عقیده دانشمندان، مدیریت نامناسب آبیاری و نیتروژن اصلی‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد ذرت محسوب می‌شوند (۳۳). مطالعات بسیاری، تأثیر مثبت نیتروژن بر افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و وزن دانه در هیبریدهای مختلف ذرت تأکید کرده است (۷ و ۳۵). تحت شرایط کمبود آب در خاک که جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن کاهش می‌یابد، لزوم برقراری تناسب میان فراهمی رطوبت در خاک و نیتروژن مصرفی ضروری به نظر می‌رسد. این امر از یک سوء از هزینه تولید ذرت می‌کاهد و از سوی دیگر از مصرف بی‌مورد نیتروژن که معمولاً با افزایش عملکرد همراه نیست، جلوگیری به عمل می‌آورد. علاوه بر کمبود آب، کمبود نیتروژن مورد نیاز نیز می‌تواند اثرات کاهش‌ی بیشتری را بر رشد و عملکرد گیاه وارد آورد. تغییر در مقادیر قابل دسترس نیتروژن عملکرد گیاه را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقدار نیتروژن قابل دسترس بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مؤثر است. بعضی از مراحل فنولوژیکی رشد و نمو در اثر کمبود نیتروژن به تأخیر می‌افتد (۳۹). بررسی‌های لازم بر روی مدیریت آبیاری گیاه ذرت از نظر دور عمق آبیاری می‌توان با استفاده از مدیریت بهینه مصرف آب را با هدف افزایش مصرف آن مشخص نمود (۱۵).

اسبورن و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که تنش خشکی در مراحل قبل از گل دهی، زمان گل دهی و پس از گل دهی عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱٪ در مقایسه با شرایط شاهد کاهش داد. نتایج آزمایش صارمی و سیادت (۱۳۷۹) در بررسی اثرات تنش ناشی از دور آبیاری (آبیاری پس از ۴۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) نشان داد که افزایش فواصل بین آبیاری ها و تنش ناشی از آن باعث کاهش معنی دار عملکرد ماده خشک از ۲۱/۱۵ به ۱۸/۸۱ تن در هکتار و عملکرد دانه از ۱۰/۵۶ به ۸ تن در هکتار گردید. اکتام و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی تیمار دور آبیاری را در فواصل ۲، ۴، ۶ و ۸ روز اعمال نموده و مقدار آب مصرفی را نیز براساس ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰٪ تبخیر از تشت تبخیر 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 نشان دادند که حداکثر مصرف آب در تیمار دور آبیاری ۴ روز و مقدار آب مصرفی ۹۰٪ تبخیر از تشت است.

نیکدت و همکاران (۲۰۰۰) در ترکیه جهت بررسی کم آبیاری بر روی عملکرد پنبه و ذرت پنج تیمار صفر، ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰٪ نیازآبی را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که تیمار ۱۰۰٪ نیازآبی بیشترین عملکرد را داشته است. کریدمان و گودوین (۲۰۱۰) طی انجام آزمایشی بر روی ذرت اظهار نمودند که کم آبیاری تنظیم شده به میزان ۲۵ تا ۳۰٪، باعث کاهش رشد رویشی شده و ضمن ثابت نگه داشتن عملکرد، مصرف آب را بالا می برد. زارت و باسیتانس (۲۰۰۴) براساس پژوهش تعداد ۸۴ منبع تحقیقاتی مربوط به ۲۵ سال اخیر دریافتند که مصرف آب در گندم بین ۱/۷-۰/۶ و به طور متوسط ۱/۰۹ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی می باشد، که با اعمال کم آبیاری این شاخص می تواند افزایش پیدا کند. فگمین و همکاران (۲۰۰۱) با مقایسه اثر سه رژیم آبیاری، براساس کسرهای متفاوت رطوبت در لایه های بالایی خاک منطقه توسعه ریشه گندم بر راندمان مصرف آب سه رقم گندم بهاره نتیجه گرفتند که با انجام آبیاری در زمانی که ۶۰-۵۰٪ کل آب قابل استفاده خاک پایینی مصرف شده باشد حداکثر راندمان مصرف آب به دست می آید. هارگریوز و سامانی (۱۹۸۴) در پژوهش های کم آبیاری در گندم، پنبه و ذرت به این نتیجه رسیدند که کم آبیاری در صورتی که با مدیریت مطلوب و در زمان نیاز گیاه اعمال گردد بین ۱۵ تا ۹۵٪ افزایش محصول را در بر خواهد داشت.

تنظیم مقدار نیتروژن مصرفی در کشت ذرت به یک موضوع بسیار مهم اقتصادی و زیست محیطی تبدیل شده است این موضوع، به ویژه مناطقی که ذرت در شرایط آبیاری کشت می شود، از اهمیت بیشتری برخوردار است (۱). برنر و همکاران (۲۰۰۹) بیان نمودند که اثر شش تیمار کودی (۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) را بر روی عملکرد ذرت در مناطق مدیترانه ای مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند که عملکرد دانه و بیولوژیک و مقادیر کلروفیل به مقدار زیادی تحت تأثیر افزایش تیمارهای نیتروژن قرار می گیرد و با افزایش کود نیتروژن، افزایش می یابد. نتایج یک تحقیق در اسپانیا

نشان داد که هر هکتار ذرت در شرایط آبیاری، می تواند ۳۰۰-۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن از خاک جذب کند هر چند با در نظر گرفتن نیتروژن باقی مانده در خاک از کشت قبلی، مقدار مصرف کود کمتر از این خواهد بود (۴۰). منصوری فر و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که حداکثر کارایی مصرف آب در ذرت در شرایط اعمال کمبود آب حاصل می گردد این در حالی است که افزایش کود نیتروژن در شرایط کمبود آب که عملکرد دانه کاهش می یابد و می توان باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف گردد. سپاسخواه و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود بر روی ذرت دریافتند که عملکرد دانه با افزایش نیتروژن افزایش می یابد و حداکثر عملکرد دانه با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست می آید، با کاربرد بیشتر آب در آبیاری در تیمارهای ۶ و ۱۲ روز به همراه افزایش مقادیر کود نیتروژن تا مقادیر ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار به همان نسبت عملکرد دانه و بیولوژیک افزایش یافت به طوری که به ترتیب منجر به افزایش ۸۸/۸۶ و ۸۷/۷۱ درصدی عملکرد بیولوژیک و دانه نسبت به شرایط عدم کاربرد آبیاری و کود نیتروژن گردید. موسر و همکاران (۲۰۰۶) و انیل و همکاران (۲۰۰۴) اظهار نمودند که ذرت های پرورش یافته در شرایط آبیاری نیاز به نیتروژن بیشتری برای رسیدن به حداکثر عملکرد دارند نسبت به گیاهانی که تحت شرایط کم آبی قرار می گیرند. در استان مازندران کمبود آب به خصوص در فصل تابستان مهم ترین عامل محدود کننده تولید ذرت بوده و به دلیل عدم دسترسی به آب کافی و یا هم زمانی رشد ذرت با سایر گیاهان زراعی نظیر برنج و محصولات جالیزی، گیاه ذرت به ویژه در مرحله رشد رویشی و پیش از ظهور گل تاجی به صورت اجتناب ناپذیری با کمبود آب مواجه می گردد. کم آبیاری راهکاری است که در آن آگاهانه آب کمتر از میزان مورد نیاز در اختیار گیاهان قرار می گیرد. بدیهی است در این شرایط کاهش محصول اجتناب ناپذیر خواهد بود و هدف اصلی از اجرایی کم آبیاری افزایش راندمان کاربرد آب، چه از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری هایی که کمترین بازدهی را دارند. و هدف کلی از این تحقیق تأثیر مدیریت آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن و کارایی مصرف آب و تعیین بهترین دور آبیاری بر اساس تبخیر از تشت تبخیر برای حصول بالاترین عملکرد ذرت علوفه ای و دانه ای می باشد.

## مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر مدیریت آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و بهره وری آب ذرت هیبرید (S.C.704) در استان مازندران، آزمایشی در سال ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی باغ کلا (نکاء) وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران اجراء گردید. 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 می باشد. به منظور

بررسی خصوصیات شیمیایی خاک، نمونه مرکب تهیه که در (جدول ۱) 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 (I<sub>۱</sub>: ۷۵، I<sub>۲</sub>: ۱۰۰، I<sub>۳</sub>: ۱۲۵ و I<sub>۴</sub>: ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت کلاس A) به عنوان کرت های اصلی و با سه سطح تیمار (N<sub>۱</sub>: صفر، N<sub>۲</sub>: ۹۶ و N<sub>۳</sub>: ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن که به ترتیب معادل صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به عنوان کرت های فرعی اجرا گردید. مزرعه آزمایشی دارای ۲۰×۵۰ متر مربع و ابعاد هر کرت ۳/۵×۵ متر مربع در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شامل ۵ جویچه، ۷ پشته به طول ۶ متر به فاصله ۷۰ سانتی متری باشد. جهت جلوگیری از اثر متقابل تیمارها، فاصله بین تیمارها ۲ متر در نظر گرفته شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش

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

پس از عملیات تهیه زمین بذور ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در اردیبهشت ماه کشت شدند. مبارزه با علف های هرز هم به صورت 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 دور آبیاری، مشخص گردد. تیمارهای آبیاری بعد از تنک کردن اعمال شدند، برای تشخیص زمان آبیاری در پایان هر روز مقدار تبخیر از تشت تبخیر کلاس A اندازه گیری و پس از رسیدن به حد مورد نظر در صبح روز بعد آبیاری انجام می گرفت. 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 کنتور حجمی ۲ اینچی اندازه گیری و به تیمارها اعمال شد. جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر آزمایش، با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به صورت روزانه و متوالی توسط اگر از خاک مزرعه توسعه ریشه نمونه برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک از عمق (۰-۳۰) سانتی متری مشخص شود (معادله ۱). پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده جهت اعمال تیمار آبیاری از معادله (۲) حجم آب مصرفی مورد نیاز هر تیمار محاسبه شد:

$$m\theta = \frac{Wt - Ws}{Ws} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

$$d = \frac{(Fc - \theta)}{100} \times D \quad \text{معادله (۲)}$$

d: عمق آب آبیاری (بر حسب میلی متر)، FC: رطوبت ظرفیت مزرعه (بر حسب درصد)،  $\theta$ : رطوبت خاک در زمان نمونه گیری (بر حسب درصد)، D: عمق ریشه گیاه در مرحله رشد (بر حسب سانتی متر) می باشد.

مقدار تبخیر و تعرق با استفاده از معادله (۳) برای هریک از تیمارهای آبی محاسبه گردید:

$$ET = P + I + \Delta S - Dp \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن:

ET: تبخیر و تعرق (میلی متر در روز)، I: میزان آب آبیاری (میلی متر)، P: مقدار بارندگی (میلی متر)،  $\Delta S$ : تغییرات میزان رطوبت خاک، DP: نفوذ عمق می باشد. کارآیی مصرف آب ماده خشک، کارآیی بیولوژیک مصرف آب، کارآیی مصرف آب، درصد آب نسبت به وزن خشک، شاخص بهره وری آب آبیاری، عملکرد علوفه تر و دانه نسبت به آبیاری و عملکرد علوفه تر و دانه نسبت به آبیاری + میزان بارندگی طبق رابطه های زیر به دست آمد (۷ و ۴۲):

$$۱) GWPI = \text{final aboveground biomass} / I$$

$$۲) GWPIR = \text{final aboveground biomass} / IR$$

$$۳) GWPI = \text{grain yield} / I$$

$$۴) GWPIR = \text{grain yield} / IR$$

کل حجم آب مصرفی ( $m^3/ha$ ) / عملکرد بیولوژیک ( $kg/ha$ ) = کارآیی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده

خشک (۵)

تبخیر و تعرق (ET) / میزان ماده خشک تولیدی = کارآیی مصرف آب (WUE) (۶)

مقدار آب مصرفی در هکتار (متر مکعب) / مقدار ماده خشک تولید شده (کیلوگرم در هکتار) = شاخص بهره وری آب

آبیاری (WP) (۷)

$۱۰۰ \times \text{وزن خشک برگ} / (\text{وزن خشک شده برگ} - \text{وزن تر تازه برگ}) = \text{درصد آب نسبت به وزن خشک}$  (۸)

در طی مرحله رسیدگی برای تعیین صفات زیر به طور تصادفی از هرکرت نمونه برداری شد:

(۱) با برداشت بوته ها از ۲ ردیف وسط هرکرت میزان عملکرد علوفه تر و عملکرد خشک محاسبه گردید.

(۲) عملکرد دانه با برداشت بوته ها از ۲ ردیف وسط از هرکرت با حذف اثرات حاشیه ای بر حسب رطوبت ۱۲٪ محاسبه شد.

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 ۵٪ و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

## عملکرد علوفه تر

همان طوری که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می شود، عملکرد علوفه تر تحت تأثیر مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین های اثرات ساده نشان داد که، بیشترین عملکرد علوفه تر تحت دور آبیاری با ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشت (۷۱۲۳۰ کیلوگرم در هکتار) و حداقل آن با ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت (۶۴۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و همچنین حداکثر و حداقل عملکرد علوفه تر 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).

نورمحمدی و همکاران (۱۲) عملکرد بالا، تنوع موارد مصرف، تنوع ارقام و هیبریدهای موجود، خواص مختلف زراعی مطلوب و بهره برداری اقتصادی خوب و سازگاری بالای ذرت با شرایط مختلف آب و هوایی باعث شده، سالیانه قسمت اعظمی از اراضی دنیا به کشت این گیاه ارزشمند اختصاص یابد. نسبت تولید علوفه به کل محصولات زراعی در کشور، ۲۰/۱۲٪ است که در سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۰ سیر صعودی داشته است (۱۲). همچنین تحقیقات گرو (۲۰۰۰) در زمینه مقایسه اثر سه منبع اوره، نیترات آمونیم و محلول اوره- نیترات آمونیم نشان داد که از نظر عملکرد محصول اختلاف اندکی بین منابع مختلف کودی وجود دارد و میزان بهینه کود نیتروژن کمتر تحت نوع کود می باشد. رزمی و قاسمی (۱۳۸۶) گزارش کردند که 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، که با نتیجه این آزمایش مشابه بود.

جدول ۳. تجزیه واریانس عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت هیبرید (S.C.704) تحت تیمارهای دور آبیاری و کود نیتروژن

منابع تغییرات	دوره آبیاری	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	میانگین مربعات		شاخص بهره وری آب آبیاری
				درصد آب نسبت به وزن خشک	کارایی مصرف آب ماده خشک	
تکرار	۲	۲۰۵۰۱۳۶۱۱	۴۹۹۱۱۴۷۷ <sup>ns</sup>	۳۱۱۴۵۷ <sup>ns</sup>	۸۸۸/۱۱ <sup>ns</sup>	۲۲/۵۳ <sup>ns</sup>
دور آبیاری (I)	۳	۶۳۳۱۸۶۱۱ <sup>ns</sup>	۹۷۴۹۸۵۳۷*	۴۲۶۵۱۲۸*	۱۴۷۶/۶۳ <sup>ns</sup>	۵۴/۹۱*
خطا	۶	۱۸۵۰۶۴۷۲۲	۱۸۸۱۰۲۱۴	۶۰۱۷۶۳	۹۰۲/۳۱	۷/۹۰
نیتروژن (N)	۲	۶۷۲۸۲۵۹۰۲**	۲۲۱۳۶۷۲۰۲**	۲۱۸۳۳۶۳۱**	۸۱۹۹/۹۱*	۱۲۰/۴۳**
اثر متقابل (I×N)	۶	۹۸۷۰۳۴۷ <sup>ns</sup>	۲۸۷۴۸۵۷۳**	۶۷۷۷۶۸ <sup>ns</sup>	۶۴۷۷/۶۳*	۹/۰۹*
خطا	۱۶	۱۳۴۰۹۴۴۴	۵۳۷۴۱۴۷	۱۵۳۵۳۸	۲۹۳۳/۶۰	۲/۴۳
ضریب تغییرات (%)		۵/۳۸	۱۴/۷۶	۱۰/۱۳	۳۰/۴۴	۱۲/۸۸

\*\*، \* و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات زراعی عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت هیبرید (S.C.704) تحت دور آبیاری و کود نیتروژن.

شخص بهره‌وری آب آبیاری ( کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب ماده خشک ( کیلوگرم بر متر مکعب)	درصد آب نسبت به وزن خشک	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه	
					تیمارها	تر (کیلوگرم در هکتار)
۱۰/۷۵ c	۱۰/۷۴ b	۱۷۱/۵a	۱۲۴۹۰ a	۱۹۰۳۰ a	۶۸۳۳۰ ab	I <sub>1</sub> 75mm
۹/۸۲d	۹/۷۵۷ b	۱۶۷/۷ a	۱۱۳۷۰ b	۱۴۰۵۰ ab	۶۷۹۷۰ ab	I <sub>2</sub> 100mm
۱۴/۶۲ a	۱۵/۳۷ a	۱۷۶/۱ a	۱۳۰۰۰ a	۱۷۸۱۰ a	۷۱۲۳۰ a	I <sub>3</sub> 125mm
۱۲/۶۸ b	۱۲/۶۱ ab	۱۹۶/۴ a	۱۲۰۹۰ ab	۱۱۹۳۰ b	۶۴۷۵۰ b	I <sub>4</sub> 150mm
۸/۳۴ c	۹/۰۴۰c	۱۴۹/۲ b	۱۰۸۷۰ c	۱۱۶۸۰ c	۶۰۹۸۰ c	N <sub>0</sub>
۱۲/۰۸ b	۱۱/۹۵ b	۱۸۴/۴ ab	۱۲۲۸۰ b	۱۵۲۱۰ b	۶۷۳۳۰ b	N <sub>96</sub>
۱۵/۴۸ a	۱۵/۳۷ a	۲۰۰/۳ a	۱۳۵۷۰ a	۲۰۲۲۰ a	۷۵۹۰۰ a	N <sub>184</sub>

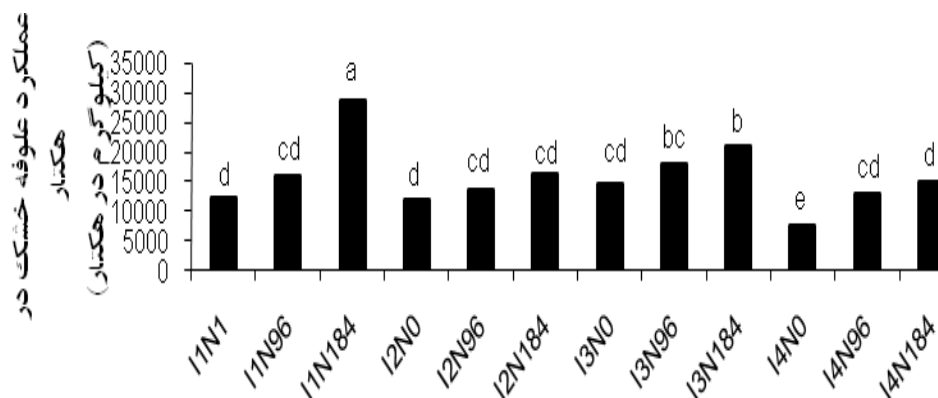
در هر ستون و در هر گروه تیمار میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند

### عملکرد علوفه خشک

عملکرد علوفه خشک از نظر آماری تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و تحت دور آبیاری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف آماری را نشان داد (جدول ۳). حداکثر عملکرد علوفه خشک در هکتار تحت تأثیر دور آبیاری با ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشت (۱۹۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. همچنین حداکثر و حداقل عملکرد علوفه خشک در هکتار به ترتیب تحت تیمارهای بدون مصرف نیتروژن (۱۱۶۸۰ کیلوگرم در هکتار) و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۰۲۲۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل گردید (جدول ۴). بیشترین عملکرد وزن علوفه خشک تحت اثر متقابل دور آبیاری و مقادیر نیتروژن برای تیمارهای با ۷۵ میلی‌متر از تشت (۲۸۷۰۰ کیلوگرم در هکتار) و حداقل آن مربوط به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت و بدون مصرف نیتروژن در هکتار (۷۶۹۰ کیلوگرم در هکتار) نتیجه شد (شکل ۱).

کریمی (۱۳۷۵) علوفه خشک از لحاظ وزنی حدود ۲۵٪ علوفه‌تر را شامل می‌شود. در آمریکای شمالی، معیار انرژی، متمرکز در خوراک‌های دامی (علوفه خشک) که در بیشتر موارد استفاده می‌شود، شامل کل مواد قابل هضم (TDW)، مواد خشک قابل هضم و انرژی قابل هضم است. کامبراتو (۲۰۰۱) از مطالعه‌ی تأثیر فیزیولوژیکی آمونیم و نترات در محصولات می‌گندم، سورگوم و ذرت، نتیجه گرفت که آمونیم در مقایسه با نترات، ماده خشک بیشتری تولید می‌کند و تعداد پنجه و ریشه‌ی زیادتری ایجاد می‌گردد. اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که 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، که بیانگر انطباق این نتایج با نتیجه آزمایش انجام شده بود.





شکل ۱- اثرات متقابل دورآبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک در هکتار

### عملکرد دانه

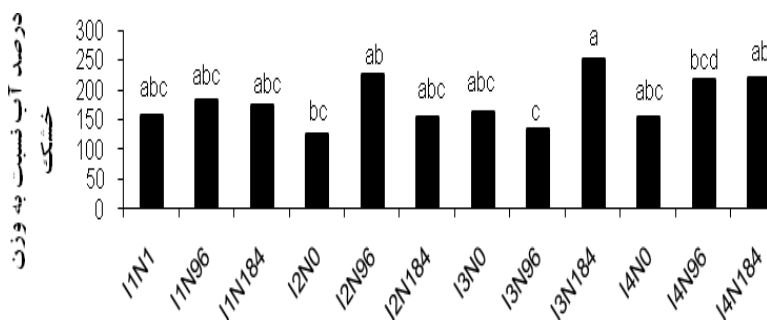
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه از نظر آماری تحت تأثیر مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و تحت دور آبیاری در سطح احتمال ۵٪ قرار گرفت (جدول ۳). حداکثر عملکرد دانه تحت دور آبیاری به ترتیب برای تیمارهای با ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشت (۱۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۷۵ میلی - متر از تشت (۱۲۴۹۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و حداقل عملکرد دانه با ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشت (۱۱۳۷۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. حداکثر عملکرد دانه با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱۳۵۷۰ کیلوگرم) و حداقل آن تحت شرایط بدون مصرف نیتروژن (۱۰۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) نتیجه گردید (جدول ۴). علوی فاضل و همکاران (۱۳۸۷) گزارش دادند که در تیمار آبیاری ۱۵۰ میلی متر تبخیر (بیشترین تنش) در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب ۵۰ میلی متر تبخیر تجمعی (کمترین تنش) گزارش نمودند که عملکرد دانه به میزان تقریبی ۳۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۲۶٪ کاهش یافت. پژوهش های متعددی نشان داده است که تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ ها و اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، عرضه مواد پرورده را کاهش داده و موجب تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد دانه می شود (۳۱).

هانوی (۱۹۹۲) نیز بیان داشت که تعداد دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است و تأثیر مثبت افزایش نیتروژن در بهبود عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد دانه در بلال است. گزارشات مختلف نشان داده است آهنگ رشد گیاه در طول مدت ابریشم دهی که ارتباط زیادی با تعداد دانه در بلال و در نهایت عملکرد دانه دارد به طور مؤثری تحت تأثیر مصرف نیتروژن قرار می گیرد (۱۱). جوز و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر تولید ذرت اعلام کردند اگر آبیاری به طور صحیح انجام شود عملکردهای بالا در گیاه حاصل می شود، که با نتایج حاصله از این آزمایش مطابقت دارد.

### درصد آب نسبت به وزن خشک

این صفت از نظر آماری تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و اثر متقابل دور آبیاری  $\times$  مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار نشان داد (جدول ۳). حداکثر آب نسبت به وزن خشک برای تیمار با

مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۲۰۰/۳ و کمترین آن در تیمار بدون مصرف نیتروژن ۱۴۹/۲ به دست آمد (جدول ۴). حداکثر درصد آب نسبت به وزن خشک تحت اثر متقابل دورآبیاری و مقادیر نیتروژن برای تیمار با مصرف ۱۸۴ و با ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک ۲۵۲/۵ حاصل شد (شکل ۲). اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) تأکید کردند که 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، که منطبق با نتایج این آزمایش بوده است.

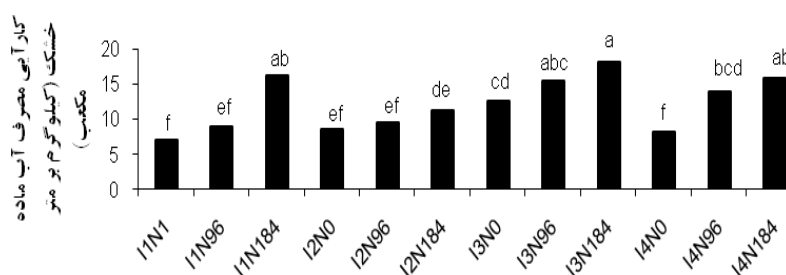


شکل ۲- اثرات متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن بر درصد آب نسبت به وزن خشک

### کارایی مصرف آب ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که 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 دورآبیاری و مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف آماری را نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که حداکثر و حداقل کارایی مصرف آب ماده خشک تحت آبیاری به ترتیب برای تیمارهای ۱۲۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک به ترتیب برابر ۱۵/۳۷ و ۹/۷۵۷ کیلوگرم بر متر مکعب بود. حداکثر و حداقل کارایی مصرف آب ماده خشک تحت مقادیر کود نیتروژن به ترتیب برای تیمارهای با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن ۱۵/۳۷ و ۹/۰۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد و با مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروژن برابر ۱۱/۹۵ کیلوگرم بر متر مکعب بود (جدول ۴). بیشترین کارایی مصرف آب ماده خشک تحت اثر متقابل دور آبیاری و مقادیر نیتروژن برای تیمار با ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۱۸/۱۹ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل گردید (شکل ۳). کم-آبیاری که در آن محصول در یک مرحله خاص رشد و یا تمام فصل رشد تحت تنش آبی قرار می‌گیرد، یکی از راه‌های به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب و بالا بردن عملکرد به ازای یک واحد آب مصرفی می‌باشد. کارایی مصرف آب از خصوصیات مهم فیزیولوژیک گیاه در رابطه با توانایی در مقابله با کمبود آب است. توکلی و اویس (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای تأثیر مدیریت‌های آبیاری را بر کارایی مصرف آب در زراعت گندم بررسی نمودند و نشان دادند که کارایی مصرف آب تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار گرفت.

در پژوهشی که حسینی و الجلود (۱۹۹۸) در مورد اثرات متقابل مقادیر مختلف آب و نیتروژن بر میزان تولید و کارایی مصرف آب برای جو انجام دادند، نشان داده شده است که کاربرد نیتروژن باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در کارایی مصرف آب شده است و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش تولید بهینه جو و کارایی مصرف آب می‌گردد. پژوهش‌هایی که توسط توکلی و اویس (۲۰۰۴) و توکلی و همکاران (۲۰۰۵) انجام شده نشان دادند که در شرایط دیم گندم و با آبیاری تکمیلی، کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص کفایت نموده و مصرف نیتروژن بیشتر توصیه نمی‌شود. بنابراین با اعمال مدیریت صحیح تأمین نیتروژن و آب می‌توان بازده مصرف آب را افزایش داد، که نتایج حاصل از این محققین مشابه نتایج حاصل از این آزمایش می‌باشد.

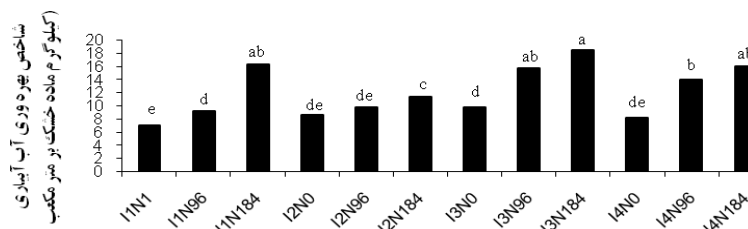


شکل ۳- اثرات متقابل دورآبیاری و کود نیتروژن بر مصرف آب ماده خشک

### شاخص بهره‌وری آب آبیاری

شاخص بهره‌وری آب آبیاری از نظر آماری تحت تأثیر دور آبیاری و اثر متقابل دورآبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۰.۵٪ و تحت مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۰.۱٪ اختلاف آماری را نشان داد (جدول ۳). بیشترین شاخص بهره‌وری آب آبیاری تحت دورآبیاری با ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشت (۱۴/۶۲) کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب) و کمترین آن تحت دور آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت (۹/۸۲) کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب) به دست آمد. همچنین حداکثر و حداقل شاخص بهره‌وری آب آبیاری به ترتیب تحت تیمارهای بدون مصرف نیتروژن (۸/۳۴) کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب) و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱۵/۴۸) کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب) حاصل گردید (جدول ۴). بیشترین شاخص بهره‌وری آب آبیاری تحت اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن برای تیمار با ۱۲۵ میلی‌متر از تشت (۱۸/۴۲) کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب) و کمترین آن مربوط به ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشت و بدون مصرف نیتروژن در هکتار (۶/۹۷) کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب) نتیجه شد (شکل ۴). هانکس (۱۹۷۴) بیان کرد که اگر حجم آب آبیاری با زیاد مراحل آبیاری افزایش یابد، بهره‌وری آب کاهش می‌یابد. کریمی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که شاخص بهره‌وری آب آبیاری در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۱۰۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس به ترتیب برابر (۶/۰۸، ۶/۰۳) و ۱۰/۶۹ کیلوگرم ماده خشک بر متر مکعب) آبیاری حاصل گردید. همچنین جاما و اتاما (۲۷) با اعمال

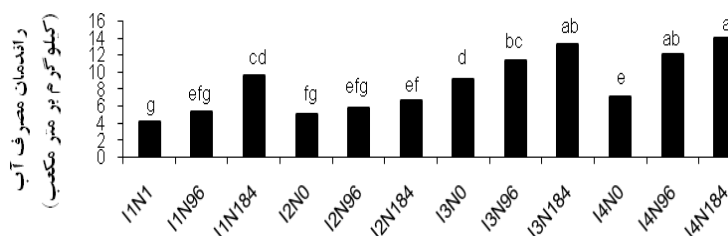
تنش رطوبتی در مراحل اولیه رشد ذرت دریافتند که کاهش آب در این مرحله باعث کاهش ماده خشک می شود.



شکل ۴- اثرات متقابل دورآبیاری و کود نیتروژن بر شاخص بهره وری آب

### کارایی مصرف آب

همان طور که مشاهده می شود، کارایی مصرف آب از نظر آماری تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن و همچنین اثر متقابل دور آبیاری  $\times$  مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۵). حداکثر و حداقل کارایی مصرف آب تحت دور آبیاری به ترتیب برای تیمارهای ۱۲۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک برابر با ۱۱/۱۵ و ۵/۸۰۶ کیلوگرم بر متر مکعب بود. همچنین مقادیر نیتروژن برای تیمار بدون مصرف و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب برابر با ۶/۳۳۰ و ۱۰/۸۲ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است (جدول ۶).



شکل ۵- اثرات متقابل دورآبیاری و کود نیتروژن بر راندمان مصرف

جدول ۵: تجزیه واریانس عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت هیبرید (S.C.704) تحت تیمارهای دور آبیاری و کود نیتروژن.

میانگین مربعات						دوره آبیاری	منابع تغییرات
عملکرد دانه نسبت به آبیاری + میزان بارندگی	عملکرد دانه نسبت به آبیاری	عملکرد علوفه تر نسبت به آبیاری + میزان بارندگی	عملکرد علوفه تر نسبت به آبیاری	کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک	کارایی مصرف آب		
۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۱۹۳/۵۸ <sup>ns</sup>	۱۲۲/۳۰ <sup>ns</sup>	۲۹/۳۳ <sup>ns</sup>	۱۰/۸۶ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۶۲/۲۲ <sup>**</sup>	۶۷/۲۵ <sup>**</sup>	۱۵۶۷/۸۰ <sup>**</sup>	۱۶۸۲/۹۰ <sup>**</sup>	۱۹۴/۶۳ <sup>**</sup>	۷۶/۱۹ <sup>**</sup>	۳	دور آبیاری (I)
۰/۲۴	۰/۳۴	۱۲۵/۶۰	۱۱۹/۴۰	۶/۸۱	۴/۶۱	۶	خطای آزمایشی ۱
۱۶/۶۰ <sup>**</sup>	۱۴/۴۹ <sup>**</sup>	۳۵۳/۵۴ <sup>**</sup>	۴۷۸/۰۷ <sup>**</sup>	۲۷۵/۳۲ <sup>**</sup>	۶۰/۶۱ <sup>**</sup>	۲	مقادیر نیتروژن (N)
۱/۳۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۸ <sup>ns</sup>	۱۲/۶۹ <sup>ns</sup>	۲۳/۳۸ <sup>*</sup>	۱۱/۸۱ <sup>*</sup>	۵/۲۲ <sup>**</sup>	۶	اثر متقابل (I×N)
۱/۱۳	۱/۳۰	۱۳/۱۰	۷/۷۲	۴/۵۳	۱/۱۴	۱۶	خطای آزمایشی ۲
۱۱/۱۱	۱۱/۶۷	۶/۸۰	۵/۱۳	۹/۵۴	۱۲/۴۶		ضریب تغییرات (%)

ns، \*، \*\* به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

بیشترین راندمان مصرف آب تحت اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن برای تیمار با ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۱۳/۹۱ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل گردید (شکل ۵). هاوول و همکاران (۱۹۸۴) اشاره کردند که مصرف آب ذرت بین مقادیر ۴۶۵ تا ۸۰۲ میلی متر و راندمان مصرف آب بین ۱/۶۵ تا ۱/۶۸ کیلوگرم بر متر مکعب در شرایط آبیاری کامل می باشد. همبیین و همکاران (۱۹۹۰) مشاهده نمودند 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 بقاء گیاه در دوره هایی که نیاز اتمسفری زیاد است تأکید می شود.

در بسیاری از موارد قابلیت تحمل کمبود شدید آب رابطه منفی با عملکرد دارد. بسیار از گونه هایی که می توانند کمبود شدید آب را تحمل نمایند، زمانی که آب فراهم باشد از آن به طور کارآمد استفاده نمی نمایند. برخی از گونه ها که نسبت به کمبود شدید آب سازگاری پیدا نموده اند حتی در زمان بروز تنش، راندمان مصرفشان در حد متوسط می باشد، که نتایج حاصل از این آزمایش کاملاً منطبق با نتایج به دست آمده با این محققین بوده است.

جدول ۶: مقایسه میانگین صفات زراعی عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت هیبرید (S.C.704) تحت دور آبیاری و کود نیتروژن

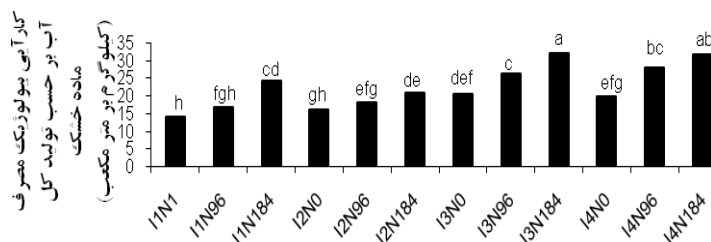
عملکرد دانه	کارایی بیولوژیک				کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	تیمارها
	عملکرد دانه نسبت به آبیاری + میزان بارندگی	عملکرد علوفه تر نسبت به آبیاری + میزان بارندگی	عملکرد علوفه تر نسبت به آبیاری	مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)		
۶/۹۸۰ d	۷/۰۴۴ d	۳۸/۱۰ b	۳۸/۴۸ b	۱۸/۲۷ b	۶/۳۳۹ b	I <sub>1</sub> 75mm
۷/۷۸۹ c	۷/۹۳۶ c	۴۶/۹۴ b	۴۷/۳۸ b	۱۸/۳۰ b	۵/۸۰۶ b	I <sub>2</sub> 100mm
۱۱/۲۰ b	۱۱/۳۴ b	۶۰/۶۶ a	۶۲/۴۷ a	۲۶/۲۱ a	۱۱/۱۵ a	I <sub>3</sub> 125mm
۱۲/۴۴ a	۱۲/۸۰ a	۶۷/۳۴ a	۶۸/۳۰ a	۲۶/۴۶ a	۱۱/۰۴ a	I <sub>4</sub> 150mm
۸/۳۹۷ c	۸/۶۴۸ c	۴۸/۰۷ c	۴۸/۱۶ c	۱۷/۵۷ c	۶/۳۳۰ c	N <sub>0</sub>
۹/۶۵۸ b	۹/۸۴۷ b	۵۲/۸۱ b	۵۳/۵۷ b	۲۲/۲۱ b	۸/۵۹۹ b	N <sub>96</sub>
۱۰/۷۵ a	۱۰/۸۴ a	۵۸/۹۰ a	۶۰/۷۴ a	۲۷/۱۵ a	۱۰/۸۲ a	N <sub>184</sub>

در هر ستون و در هر گروه تیمار میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰.۵ ندارند

### کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن و همچنین تحت اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۰.۵ و تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۰.۱ اختلاف آماری را نشان داد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که حداکثر کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده تحت دور آبیاری با ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ۲۶/۴۶ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد. همچنین حداکثر و حداقل کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک به ترتیب تحت تیمارهای بدون مصرف نیتروژن ۱۷/۵۷ کیلوگرم بر متر مکعب و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۲۷/۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل گردید (جدول ۶). حداکثر کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک تحت اثر متقابل دور آبیاری و مقادیر نیتروژن برای تیمارهای با ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۳۲/۱۱ کیلوگرم بر متر مکعب نتیجه شد (شکل ۶). کارایی مصرف آب از خصوصیات مهم فیزیولوژیک گیاه در رابطه با توانایی در مقابله با کمبود آب است. نیشنکا و همکاران (۱۹۹۷) اظهار نمودند که کاهش کارایی مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی، ناشی از کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه می‌باشد. 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 متر مکعب آب آبیاری به تیمار آبیاری مطلوب تعلق داشت. به طوری نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در شرایط مختلف رطوبتی، جهت افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها و کاهش هزینه‌ها، میزان مصرف نیتروژن با

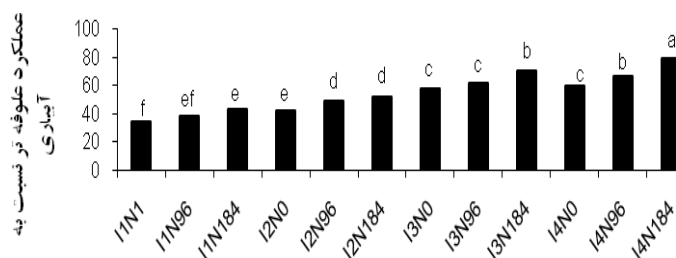
فراهمی آب در خاک امری ضروری است. در شرایط تنش خشکی، کاهش مصرف نهاده‌ها علاوه بر کاهش هزینه‌ها، افزایش راندمان استفاده از منابع را نیز به دنبال خواهد داشت. اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که علت افزایش تولید ماده خشک در شرایط آبیاری مطلوب، گسترش بیشتر و تداوم سطح برگ بود که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده هرچه بیشتر نور دریافتی و تولید ماده خشک گردید، که دقیقاً مشابه با نتایج به دست آمده با این تحقیق بود.



شکل ۵- اثرات متقابل دورآبیاری و کود نیتروژن بر کارایی بیولوژیک مصرف آب بر حسب تولید کل ماده خشک

### عملکرد علوفه‌تر نسبت به آبیاری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد علوفه‌تر نسبت به آبیاری از نظر آماری تحت تأثیر دور آبیاری، مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و تحت اثر متقابل دور آبیاری × مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ قرار گرفت (جدول ۵). به طوری که حداکثر و حداقل عملکرد علوفه‌تر نسبت به آبیاری تحت دور آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (۶۸/۳۰) و حداقل آن تحت دور آبیاری ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (۳۸/۴۸) به دست آمد. حداکثر و حداقل عملکرد علوفه‌تر نسبت به آبیاری تحت مقادیر کود نیتروژن به ترتیب برای تیمارهای با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم (۶۰/۷۴) و بدون مصرف نیتروژن (۴۸/۱۶) به دست آمد و با مصرف ۹۶ کیلوگرم نیتروژن برابر ۵۳/۵۷ بود (جدول ۶). حداکثر عملکرد علوفه‌تر نسبت به آبیاری تحت اثر متقابل دور آبیاری و مقادیر نیتروژن برای تیمار با ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۷۹/۰۹) حاصل گردید (شکل ۷).



شکل ۷- اثرات متقابل دورآبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد علوفه‌تر نسبت به آبیاری

### عملکرد علوفه تر نسبت به آبیاری + میزان بارندگی

این صفت از نظر آماری تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۵). بیشترین عملکرد علوفه تر نسبت به آبیاری + میزان بارندگی تحت دور آبیاری با ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت (۶۷/۳۴ کیلوگرم) و حداقل آن با ۷۵ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر (۳۸/۱۰ کیلوگرم) بود. همچنین حداکثر و حداقل عملکرد علوفه تر نسبت به آبیاری + میزان بارندگی به ترتیب با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بدون مصرف نیتروژن حاصل گردید که به ترتیب برابر با ۵۸/۹۰ و ۴۸/۰۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶)، که با نتایج رضایی و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت.

### عملکرد دانه نسبت به آبیاری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه نسبت به آبیاری از نظر آماری تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف آماری را نشان داد (جدول ۵). بیشترین عملکرد دانه نسبت به آبیاری تحت دور آبیاری با ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر (۱۲/۸۰) به دست آمد، و همچنین حداکثر و حداقل عملکرد دانه نسبت به آبیاری به ترتیب تحت تیمارهای بدون مصرف نیتروژن (۸/۶۴) و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱۰/۸۴) حاصل گردید (جدول ۶)، که نتایج حاصل از این آزمایش کاملاً منطبق با نتایج به دست آمده با این محققین بوده است (۳).

### عملکرد دانه نسبت به آبیاری + میزان بارندگی

عملکرد دانه نسبت به آبیاری + بارندگی از نظر آماری تحت تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار دارد (جدول ۵). بیشترین و کمترین عملکرد دانه نسبت به آبیاری + میزان بارندگی تحت دور آبیاری به ترتیب برای تیمارهای ۱۵۰ و ۷۵ میلی متر تبخیر از تشت برابر ۱۲/۴۴ و ۶/۹۸ بود، و همچنین مقادیر نیتروژن برای تیمار بدون مصرف و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب برابر ۸/۳۹ و ۱۰/۷۵ بوده است (جدول ۶)، که دقیقاً مشابه با نتایج به دست آمده با این تحقیق بود (۳).

### نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این است که، بیشترین عملکرد علوفه تر و دانه در هکتار تحت دور آبیاری ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار که معادل ۴۰۰ کیلوگرم اوره می باشد حاصل شد، در حالی که بیشترین عملکرد علوفه خشک در هکتار تحت دور آبیاری با ۷۵ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A نتیجه شد، اما بیشترین عملکرد علوفه خشک در هکتار با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید و با اعمال مصرف بهینه کود



نیترژن چون عملکرد افزایش می یابد کارآیی مصرف آب نیز از این طریق افزایش می یابد. اگر در شرایط ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A حداکثر کارآیی مصرف آب حاصل گردید، اما با توجه به اینکه در تیمارهای آبیاری ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و با کاربرد ۱۸۴ کیلوگرم نیترژن در هکتار کارآیی مصرف آب مطلوبی حاصل می گردد و با توجه به نظام بهره برداری و ارزش اقتصادی آب و جهت نیل به حداکثر عملکرد با حداکثر کارآیی مصرف آب و مصرف بهینه کود نیترژن به نظر می رسد مطلوب ترین تیمار دور آبیاری و کود نیترژن می باشد.

## منابع

- ۱- ایزدی، م. و امام، ی. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت، تراکم بوته و سطوح نیترژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه- ای رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران، جلد دوازدهم، شماره ۳.
- ۲- 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.
- ۳- رضایی سوخت آبدانی، ر.، رضایی، م.، مبصر، ح. ر. و امیری، ا. ۱۳۸۹. تأثیر مدیریت آبیاری و کود نیترژن بر عملکرد و بهره وری آب ذرت علوفه ای و دانه ای سینگل کراس ۷۰۴ در مازندران. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب، ۱۰ تا ۱۲ اسفند. ۱۰-۱ ص.
- ۴- صارمی، م. و سیادت، س. ع. ۱۳۷۴. اثر تنش ناشی از فواصل آبیاری ها بر روی عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات مرفولوژیکی ذرت رقم ۷۰۴ تحت شرایط آب و هوایی اهواز. گزارش نهایی طرح تحقیقات مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان. ۴۵ ص.
- ۵- صادق زاده، ک. و کشاورز، ع. ۱۳۷۹. توصیه هایی بر بهینه سازی کارآیی مصرف آب در اراضی زراعی کشور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۱ ص.
- ۶- علوی فاضل، م.، رادمنش، ف.، مسجدی، ع. و شکوه فر، ع. ۱۳۸۷. تعیین مناسب ترین دور آبیاری ذرت تابستانه با استفاده از تشت تبخیر کلاس A در شهرستان اهواز. دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز. دانشکده مهندسی علوم آب، ۱۰ تا ۱۲ اسفند. ۶-۱ ص.
- ۷- علیزاده، ا. ۱۳۷۴. رابطه آب، خاک و گیاه. چاپ اول. انتشارات آستان قدس. ۳۵۳ ص.
- ۸- کریمی، ه. ۱۳۷۵. گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۲۸ ص.
- ۹- کریمی، م.، اصفهانی، م.، بیگلویی، م. ح.، و ربیعی، ب. ۱۳۸۸. تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر صفات مرفولوژیک و شاخص های رشد ذرت علوفه ای در شرایط آب و هوایی رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۲، شماره ۲، ص ۹۱-۱۱۰.
- ۱۰- لک، ش.، نادری، ا.، سیادت، س. ع.، آینه بند، ا. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف نیترژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴ در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران. جلد هشتم، شماره ۲. ۱۵-۱ ص.

۱۱- مجیدیان، م.، غدیری، ح. و کامکار حقیقی، ع. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر تنش رطوبت و نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد و راندمان استفاده از آب در ذرت دانه‌ای، چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۷۳۵ ص.

۱۲- نورمحمدی، ق.، سیادت، س.ع.، و کاشانی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۴۰ ص.

13- Berenguer, P., Sativeri, F., Boixadera, J. and Lloreras, J. 2009. Nitrogen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. *Euro Journal Agronomy*, 30, p. 163-171.

14- Camberato, J. J. 2001. Nitrogen in soil and fertilizers. *SC.Turfgrass Foundation News*, 8(1):6-10.

15- Claassen, M. M. and Shaw, R. H. 1970. Water deficit effects on corn: II Grain components. *Agron. J.* 652-655.

16- FAO. 2002. Maize in human nutrition. PP. 5-100.

17- Feng-Min, L. X., Yan, Feng-Rui L. and An-Hong, G. 2001. Effects of different water supply regimes on water use and yield performance of spring wheat in a simulated semiarid environment. *Agricultural Water Management*, 47(1): 25-35.

18- Grove, J. H. 2000. Nitrogen management for no-tillage wheat following corn or full-season soybeans. [http://www.ca.uky.edu/ukrec/RR\\_1999-2000/99-00pg25.pdf](http://www.ca.uky.edu/ukrec/RR_1999-2000/99-00pg25.pdf)

19- Hanway, J. J. 1992. How a corn plant develops. Iowa Coop Ext. Ser. Spec. Rep. 48.

20- 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.

21- Hamdy, A. 2001. Agricultural water demand management. A must for water saving. In: Advanced short course on water saving and increasing water productivity: Challenges and options. Faculty of agriculture, university of Gordan, Amman. Gordan, March. 2001, PP. B 1801-18030.

22- Hanks, R. J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use. *Agron. J.* 66: 660-665.

23- Hargreaves, G. H., and Samani, Z. A. 1984. Economic consideration of deficit irrigation. *Journal of irrigation and drainage, division*. 110 (4): 343-358.

24- Howell, T. A. K., Davis, R., McCormick, R. L., Yamada, H., Walhoad, V. T. and Meek, D. W. 1984. Water use efficiency of narrow row cotton. *Irrig Sci.* 5: 195-214.

25- Hussain, G. H. and Al-Jaloud, A. 1998. Effect of irrigation and nitrogen on yield, yield components and water use efficiency of barley in Saudi Arabia. *Agric. Water Manage.* 36: 55-70.

26- Jose, C., Inma, F., Fillippe, D. and Faci, M. 2000. Simulation of maize yield under water stress with the EPIC phase and crop watch models. *Agron. J.* 92: 669-679.

27- Jama, A. O., and Ottman, M. J. 1993. Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning. *Agron. J.* 85: 1159-1164.

28- Mansouri-Far, C., Modarres Sanavy, S. A. M. and Saberali, S. F. 2010. Maize Yield response to deficit irrigation during Low Sensitive growth stages and nitrogen rate under semi arid climatic conditions. *Agric Water Manage.* 97, p. 12-22.

29- Moser, S. B., Feil, B., Jampatong, S. and Stamp, P. 2006. Effects of pre-anthesis drought nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agric Water Manage.* 81, p. 41-58.

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- Necdet, D. Z., Yilna, E., Sezgin, F. and Curbuz, T. 2006. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. *Agric water manag.* 82: 63-85.

32- Norwood, C. A. 2000. Water use and yield of limited irrigated and dryland corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 365-370.

33- O'Neil, P. M., Shanahan, J. F., Shepers, J. S. and Caldwell, B. 2004. Agronomic responses of corn hybrids from different areas to deficit and adequate level of water and nitrogen. *Agron Journal*. 96, p. 1660-1667.

34- Osborne, S. L., Scheppers, G. S., Francis, D. D. and Schlemmer, M. R. 2002. Use of spectral radiance to estimate season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. *Crop Sci.* 42: 165-171.

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

36- Sepaskhah, A. R., Tavakoli, A. and Mousavi, S. F. 2006. Principles and application of deficit irrigation. Iranian National Committee of Irrigation and Drainage Presses.

- 37- **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.
- 38- **Tavakoli, A. R., Oweis, T., Ferri, F. A., Haghghati, V., Belson, M., Pala, H. and Ketata, H. 2005.** Supplemental Irrigation in Iran: Increasing and stabilizing wheat yield in rainfed highlands. On-Farm water husband dry research report series No. 5, 46P, ICARDA, Aleppo, Syria.
- 39- **Villar-Mir, J. M., Villar-Mir, P., Stockle, C. O., Ferrer, F. and Aran, M. 2002.** On-farm monitoring of soil nitrate-nitrogen in irrigated cornfields in the Ebro valley (Northeast Spain). Agron Journal. 94, p. 373-380.
- 40- **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.
- 41- **Zwart, S. J. and Bastiansen, W. G. 2004.** Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Journal agricultur. Whater management. 69: 115-133.

