

# اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف آب در گندم\*

اژدر عنابی میلانی<sup>۱</sup>

## چکیده

امروزه با افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به غذا و محدودیت منابع آب، افزایش عملکرد در واحد حجم آب مصرفی اهمیت یافته است. برای تعیین نیاز آبی محصول گندم و اثر متقابل آن با نیتروژن روی کارایی مصرف آب، تحقیقی در قالب طرح فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار از سال ۷۹-۱۳۷۶ در دشت تبریز به اجراء درآمد. آبیاری‌ها از تیمار I<sub>1</sub> تا I<sub>4</sub> به ترتیب زمانی که نسبت عمق آب آبیاری به تبخیر انباشته از تشت کلاس A به ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ می‌رسید، انجام می‌گرفت. نیتروژن به مقدار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار در تیمارهای N<sub>1</sub> تا N<sub>3</sub> به ترتیب از منابع کودی سولفات آمونیم، اوره و نترات آمونیم مصرف گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که اختلاف عملکرد بیولوژیک و دانه بین تیمار I<sub>1</sub> و بقیه تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود ولی بین تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تیمار I<sub>1</sub> با ۱/۸۹ کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین و تیمار I<sub>4</sub> با ۱/۰۹ کیلوگرم بر متر مکعب، کمترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص دادند. متوسط سه ساله حجم کل آب مصرف شده در طول دوره رشد (آبیاری و بارندگی) از تیمار I<sub>1</sub> تا I<sub>4</sub> به ترتیب برابر ۴۵۵۶، ۵۷۷۶، ۶۶۸۵ و ۷۷۱۳ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. از نظر وزن هزاردانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه‌ها اختلاف بین تیمارهای آبیاری معنی‌دار نبود. تأثیر تیمارهای کودی تنها بر وزن هزاردانه معنی‌دار بوده و بر دیگر اجزای عملکرد تأثیر معنی‌داری نشان ندادند. منبع کودی نترات آمونیم با ۴۱/۹۱ گرم بیشترین و اوره با ۴۱/۰۳ گرم کمترین وزن هزاردانه را داشتند.

**واژه‌های کلیدی:** پروتئین، تبخیر، تشت تبخیر کلاس A، شاخص برداشت، عمق آبیاری، نیاز آبی، وزن هزار دانه.

<sup>۱</sup>- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، بخش تحقیقات خاک و آب a\_o\_milani@yahoo.com

\* مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۰۶۳-۷۶-۱۵-۱۰۱ سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی

### مقدمه

اساسی ترین مشکل کشاورزی به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک، کمبود منابع آب است. چراکه در این مناطق نه تنها مقدار کل نزولات جوی کم است بلکه توزیع آن در طول فصل رشد نیز غیر یکنواخت بوده و منطبق بر نیاز آبی محصول نمی باشد. لذا استفاده بهینه از این منابع حایز اهمیت فراوان است. استفاده بی رویه، سبب تلفات منابع آب شده و کمبود آن به خصوص در مراحل حساس، به محصول تنش وارد می کند. از دیگر مشکلات، شستشوی عناصر غذایی خاک و به تبع آن آلودگی آب های زیرزمینی و در نهایت زیست بوم و همچنین کاهش کارایی مصرف کود به ویژه کودهای محلول در آب و ایجاد شرایط نامطلوب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می باشند.

تعیین زمان و میزان مناسب آب آبیاری همواره یکی از اهداف محققان و کشاورزان بوده و هست و همواره سعی بر این بوده که از روش هایی برای تعیین زمان و مقدار آبیاری استفاده شود که در عین داشتن دقت، توسط کشاورز قابل کاربرد باشد. یکی از این روش ها استفاده از تشت تبخیر کلاس A است. مطالعات متعددی در زمینه استفاده از اطلاعات تشت تبخیر کلاس A برای تنظیم زمان آبیاری و مقدار آب مورد نیاز آبیاری صورت گرفته و نتایج متفاوتی به دست آمده است (۱، ۲، ۴، ۵، ۹، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۴، ۲۶، ۲۹، ۳۴، ۳۹ و ۴۰).

نیترژن نقش اساسی در رشد گیاه داشته و با مقدار آب و نحوه توزیع آن ارتباط زیادی دارد. عملیات مدیریتی مختلف می تواند پتانسیل مصرف

بهینه نیترژن توسط گیاهان را به حداکثر رسانده و شستشوی آن را که باعث تخریب زیست بوم می شود بکاهد (۱۹). با بهبود مقدار جذب نیترژن توسط گیاهان، این عنصر به میزان کمتری وارد زیست بوم می شود لذا اطلاع از ترکیبات مختلف چرخه نیترژن، چگونگی تأثیر هر یک از آن ها در کارایی مصرف کود نیترژنه و کاهش آب شویی نیترژن ضروری است. چندین مرحله برای تعیین میزان بهینه کود نیترژن وجود دارد (۱۹). اولین مرحله تعیین مقدار کل نیترژن مورد نیاز است. بعد از آن عوامل مدیریتی مختلفی وجود دارد که کارایی مصرف بهینه کود نیترژنه توسط گیاه را تحت تأثیر قرار خواهد داد. این عوامل شامل انتخاب منبع کودی، زمان و روش مصرف می باشد. کودهای نیترژنه شامل نیترژن به سه فرم آمونیم ( $\text{NH}_4^+$ )، نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) و اوره ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) هستند. فرم های آمونیم و نیترات بلافاصله بعد از مصرف، قابل استفاده گیاه می باشند. اما اوره ابتدا باید به آمونیم هیدرولیز شود تا قابل استفاده گیاه شود. کودهای نیترژنه بلافاصله بعد از مصرف دارای پتانسیل آب شویی متفاوتی هستند. فقط آمونیوم بلافاصله بعد از مصرف، غیر قابل آب شویی است. در حالی که اوره و نیترات بعد از مصرف می توانند آب شویی شوند. اوره دارای حلالیت بسیار زیادی است و تا زمان تبدیل به فرم آمونیم قابل آب شویی است. نیترات دارای بار منفی است و به راحتی توسط آب حرکت می کند چرا که ذرات خاک نیز بار منفی دارند و قابلیت جذب و نگهداری آنیون ها را ندارند.

به طور کلی استفاده بهینه از نیترژن در

### مواد و روش ها

این تحقیق در استان آذربایجان شرقی (منطقه سعیدآباد) و مرکز آموزش کشاورزی سعیدآباد در خاکی با بافت لومی با ویژگی های شیمیایی و فیزیکی مندرج در جدول های ۱ و ۲، در قالب طرح فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار از پاییز سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ اجرا شد. تیمارهای آبیاری فاکتور اول و تیمارهای منابع کود نیتروژن فاکتور دوم را تشکیل دادند.

منطقه تبریز با زمستان سرد و تابستان گرم از نظر تقسیم بندی آب و هوایی در ناحیه نیمه خشک واقع شده است. متوسط دمای سردترین و گرم ترین ماه سال به ترتیب  $1/4$ - و  $26/2$  درجه سانتی گراد می باشد. از کل  $267$  میلی متر بارندگی سالیانه (متوسط ۳۰ ساله)،  $43$  درصد ( $115$  میلی متر) در بهار،  $6$  درصد ( $16$  میلی متر) در تابستان،  $26$  درصد ( $69$  میلی متر) در پاییز و  $25$  درصد ( $68$  میلی متر) در زمستان اتفاق می افتد.

در پاییز هر سال برای اجرای آزمایش، زمین مناسب انتخاب و در نزدیکی آن نیمرخی حفر شد و بعد از تفکیک لایه های مختلف نیمرخ خاک، برای تعیین خصوصیات فیزیک و شیمیایی آن ها (علی احیایی و بهبهانی زاده ۱۳۷۲) ( $6$ ) نمونه هایی تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. برای تعیین رطوبت ظرفیت مزرعه ای و جرم مخصوص ظاهری از هر لایه ای نیمرخ خاک، نمونه های بهم نخورده توسط استوانک های نمونه برداری تهیه و رطوبت آن ها در مکش های  $30$  و  $1500$  کیلو پاسکال توسط دستگاه صفحه فشاری تعیین گردید ( $3$ ). مشخصات شیمیایی خاک محل

شرایطی امکان پذیر است که مدیریت بهینه آبیاری وجود داشته باشد ( $19$ ). آب آبیاری ممکن است سبب نفوذ عمقی و آب شویی نترات به پایین تر از محدوده توسعه ریشه گیاهان شود. برای به حداقل رساندن آب شویی نترات، مدیریت مصرف نیتروژن باید با استفاده صحیح مقدار و زمان آبیاری همراه باشد. با دانستن مقدار آب مورد نیاز محصول و ظرفیت نگهداری آب توسط خاک، می توان مدیریت مناسب آبیاری را اعمال کرد به طوری که از آب شویی نیتروژن اجتناب گردد.

هدف اصلی این تحقیق دستیابی به روشی است که بتوان با استفاده از اطلاعات سهل الوصول، برای گندم برنامه آبیاری تعیین کرد به همین علت در این آزمایش از روش نسبت عمق آب آبیاری به تبخیر انباشته از تشت تبخیر کلاس A (ID/CPE) برای تعیین زمان آبیاری استفاده شد و در تعیین عمق آب آبیاری نصف آب قابل استفاده در ناحیه ریشه با این تصور که آبیاری باید زمانی که نصف آب قابل استفاده در ناحیه ریشه تخلیه شده صورت گیرد ( $17$  و  $31$ ) مد نظر قرار گرفته است. چراکه دستیابی به میزان تبخیر و خصوصیات فیزیکی خاک آسان می باشد. با توجه به تفاوت منابع مختلف کود نیتروژن از نظر آب شویی و قابل استفاده بودن برای گیاه و ضرورت جایگزینی کود اوره در مزارع گندم ( $10$ )، در این تحقیق سعی شده که اثر متقابل آب آبیاری و منابع کود نیتروژن نیز بررسی گردد چرا که تحقیقات متعددی در زمینه منابع کود نیتروژن صورت گرفته و در شرایط آبیاری بهینه اختلاف عملکردی مشاهده نشده است ( $10$  و  $11$ ).

اجرای آزمایش در جدول ۱ و مشخصات فیزیکی آن در جدول ۲ آمده است که از نتایج موجود در تعیین کود مورد نیاز و عمق آبیاری استفاده می‌دهد آب آبیاری محدودیتی ندارد.

جدول ۱- مشخصات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)
۰-۲۵	۲/۲۹	۷/۹	۸/۶	۱/۱۳	۱۷/۸	۴۲۵
۲۵-۴۵	۵/۱۶	۸/۰	۱۳/۸	۱/۱۶	۷/۰	۵۱۸
۴۵-۷۰	۸/۴۶	۸/۱	۱۲/۵	۰/۵۸	۸/۰	۳۱۴
۷۰-۱۰۰	۵/۶۱	۸/۲	۶/۳	۰/۲۸	۴/۱	۳۵۷
>۱۰۰	۹/۹۷	۷/۹	۲/۵	۰/۱۵	۱/۰	۳۲۰

جدول ۲- مشخصات فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی متر)	درصد اشباع	تجزیه مکانیکی			جرم مخصوص	رطوبت وزنی (درصد)	
		درصد	بافت	ظاهر (گرم بر سانتی متر مکعب)		ظرفیت	نقطه
		شن	سیلت	رس	تخلخل کل (درصد)	مزرعه‌ای	پژمردگی دائم
۰-۲۵	۴۱	۵۰	۳۴	۱۶	۱/۱۶	۲۸/۷	۱۱/۷
۲۵-۴۵	۴۶	۴۲	۳۶	۲۲	۱/۳۱	۲۸/۱	۱۶/۸
۴۵-۷۰	۴۹	۴۸	۲۷	۲۵	۱/۳۵	۳۳/۱	۱۷/۳
۷۰-۱۰۰	۶۹	۴۶	۳۰	۲۴	۱/۳۸	۳۰/۴	۱۵/۰
>۱۰۰	۳۳	۴۶	۳۹	۱۵	۱/۴۱	۱۷/۹	۹/۶

به کرت ها داده شد. کودهای فسفره و پتاسه به ترتیب از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم و کود نیتروژن طبق تیمارهای کودی از سه منبع سولفات آمونیم (N<sub>1</sub>)، اوره (N<sub>2</sub>) و نترات آمونیم (N<sub>3</sub>) مصرف گردیدند. ابعاد کرت ها ۲۰×۴ متر مربع بود.

عملیات کاشت: بعد از تعیین ویژگی های خاک، قطعه آزمایش شخم و بعد از دیسک زدن و کرت بندی، بذر گندم رقم الوند با تراکم ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به صورت خطی کشت گردید و تیمارها به طور تصادفی در آن ها پخش شدند. سپس یک سوم از کود نیتروژنه و تمامی کود فسفره و پتاسه طبق فرمول کودی N<sub>۱۴</sub>. P<sub>۴</sub>. K<sub>۱۳</sub>.

جدول ۳- مشخصات شیمیایی آب مورد استفاده در آبیاری

نسبت جذب سدیم محلول سدیم S.A.R.	درصد سدیم محلول S.S.P.	میلی اکی والان در لیتر							هدایت الکتریکی pH dS/m		
		مجموع کاتیون ها	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	مجموع کلسیم + منیزیم سدیم	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	آنیون ها		Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
۰/۸	۳۹	۱/۳۲	۰/۵۲	۰/۸	۲/۲۵	۰/۴	۰/۲۵	۱/۶	۰/۰	۷/۸	۰/۲۲۵

$$\overline{PWP} = \frac{\sum PWP_i D_i}{D} \quad (۳)$$

$$\overline{\rho b} = \frac{\sum \rho b_i D_i}{D} \quad (۴)$$

در روابط اخیر  $Di$  ضخامت هر یک از لایه‌های نیمرخ خاک و  $PWP_i$ ،  $FC_i$  و  $\rho b_i$  به ترتیب رطوبت در ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم و جرم مخصوص ظاهری همان لایه می‌باشند.

بعد از تعیین  $AW$  و با این فرض که آبیاری باید زمانی که نصف آب قابل استفاده تخلیه شده باشد صورت گیرد، از رابطه زیر عمق آب آبیاری تعیین شد:

$$ID = \frac{AW}{2} \quad (۵)$$

به طور مرتب و با افزایش عمق ریشه‌دوانی،  $ID$  تعیین و پس از اندازه‌گیری تبخیر انباشته از تشتت کلاس A ( $CPE$ )، زمانی که نسبت  $ID/CPE$  به ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ می‌رسید به ترتیب تیمارهای  $I_1$  تا  $I_4$  آبیاری شدند. در تمام تیمارها مقدار آب ورودی به هر کرت توسط پارشال فلوم<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد.

تیمارهای کودی: تیمارهای کود نیتروژن بر مبنای ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

تیمارهای آبیاری: اعمال تیمارهای آبیاری بر اساس نسبت عمق آبیاری به تبخیر انباشته از تشتت کلاس A ( $ID/CPE$ ) از اوایل بهار هر سال شروع گردید و در تیمارهای  $I_1$  تا  $I_4$  زمانی که این نسبت به ترتیب به ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ رسید، آبیاری انجام شد.

عمق آب آبیاری برای تمام تیمارها ثابت و برابر نصف آب قابل استفاده در منطقه ریشه بود (۱۷ و ۳۱).

برای تعیین عمق آب آبیاری در هر مرحله آبیاری ابتدا عمق ریشه‌دوانی محصول با حفر نیمرخ مجاور یکی از بوته‌های حاشیه کرت توسط خط‌کش اندازه‌گیری و از طریق رابطه زیر آب قابل استفاده در آن عمق تعیین گردید:

$$AW = \frac{D(\overline{FC} - \overline{PWP})\overline{\rho b}}{100} \quad (۱)$$

در این رابطه  $D$  عمق مؤثر ریشه‌دوانی بر حسب سانتی‌متر و  $\overline{FC}$ ،  $\overline{PWP}$  و  $\overline{\rho b}$  به ترتیب متوسط‌های وزنی رطوبت (درصد وزنی) ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم و جرم مخصوص ظاهری تا عمق  $D$  می‌باشد که توسط روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$\overline{FC} = \frac{\sum Fc_i D_i}{D} \quad (۲)$$

<sup>۱</sup>- Parshal Flume (WSC, type-3)

هکتار و ۳/۹۳ تن در هکتار عملکرد دانه به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را داشتند. نتایج مطالعات دانافر (۱۳۷۱) که در استان آذربایجان شرقی و در شرایط آب و هوایی مشابه این تحقیق صورت گرفته نشان داد که اختلاف بین تیمارها از نظر عملکرد معنی دار نبوده ولی بیشترین عملکرد از نظر عددی از تیمار آبی ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت به دست آمده است (۱). همچنین نتایج تحقیق کومار و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که بیشترین عملکرد از تیمار ID/CPE برابر ۱/۲ به دست آمده است، اختلاف عملکرد به دست آمده بین ضرایب ۱/۲ و ۰/۹ در میزان کودهای نیتروژنه کمتر معنی دار نبوده و فقط در میزان کود نیتروژنه‌ی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار معنی دار شده بود و به نظر می‌رسد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، رشد رویشی زیاد شده و در نتیجه آن، سطح تبخیر کننده و فتوسنتز کننده افزایش یافته و میزان عملکرد و نیاز آبی محصول بیشتر شده است (۲۶). در این تحقیق اختلاف عملکرد تیمارهایی که در آن‌ها ID/CPE برابر ۰/۶، ۰/۸ و ۱ بوده معنی دار نیست که با نتایج رضوی (۱۳۷۴) (۲)، سید حریری (۱۳۷۱) (۴)، عقدائی (۱۳۷۲) (۵)، عنابی میلانی (۱۳۸۳) (۷)، اهلیق و لمرت (۱۹۷۶) (۱۸)، پریهار و همکاران (۱۹۷۶) (۳۴) و شیمشی و همکاران (۱۹۸۱) (۳۹) مطابقت دارد. در اکثر مطالعات ثابت شده است که تبخیر- تعرق گیاه گندم ۰/۷ تا ۰/۸ تبخیر از تشت کلاس A می‌باشد. و علت اینکه این محدوده بسیار کوچک است اینست که کلیه عواملی که سبب تبخیر- تعرق از گیاه می‌شوند، بر فرآیند تبخیر از تشت تبخیر نیز تأثیر می‌گذارند

(توصیه گروه حاصل خیزی خاک و تغذیه گیاه بخش تحقیقات خاک و آب استان آذربایجان شرقی بر اساس نتایج آزمون خاک) از منابع سولفات آمونیم ( $N_1$ )، اوره ( $N_2$ ) و نترات آمونیم ( $N_3$ ) بود که یک سوم آن هنگام کاشت، یک سوم هنگام ساقه رفتن و بقیه هنگام ظهور سنبله مصرف گردید.

عملیات داشت: در طول فصل رشد به موازات اعمال تیمارهای آبیاری و کودی عملیات دیگر داشت مانند محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و مس در مرحله حداکثر رشد رویشی، مبارزه با علف‌های هرز و بیماری‌های گیاهی و ... صورت گرفت.

عملیات برداشت: بعد از رسیدن، محصول کرت‌ها با حذف حاشیه در سطح ۱۰ متر مربع برداشت و توزین شد (بایومس) سپس محصول هر کرت توسط خرمن‌کوب سنبله به طور مجزا بوجاری شده و دوباره وزن گردید (عملکرد دانه). از محصول هر کرت نمونه‌هایی برای تعیین درصد پروتئین به آزمایشگاه منتقل گردید و پروتئین نمونه‌ها با تعیین میزان نیتروژن آن‌ها و اعمال فاکتور ۵/۷ تعیین گردید.

## نتایج و بحث

عملکرد: از نظر عملکرد بیولوژیک (وزن کل اندام‌های هوایی) و دانه اختلاف بین تیمار  $I_1$  با بقیه تیمارها در سطح یک درصد معنی دار بوده ولی بین تیمارهای  $I_2$ ،  $I_3$  و  $I_4$  اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (جدول ۴) و تیمار  $I_4$  با ۱۵/۴۹ تن بایومس در هکتار و ۵/۶۸ تن در هکتار عملکرد دانه و تیمار  $I_1$  با ۱۱/۴۸ تن بایومس در

معمولی نیتروژن است (۳۶). همچنین گرو (۲۰۰۰) در طی تحقیقی اثر سه منبع اوره، نیترات آمونیم و محلول اوره- نیترات آمونیم را مقایسه نمود و نتیجه گرفت که از نظر عملکرد محصول اختلاف اندکی بین منابع مختلف کودی مشاهده می‌شود و میزان بهینه مصرف کود نیتروژنه کمتر تحت تأثیر نوع کود می‌باشد (۲۲). در برخی تحقیقات گزارش شده است که تمامی کودهای معمولی نیتروژنه، به شرط آن که به طور صحیح به کار برده شوند (۳۸) و یا به طور یکنواخت پخش گردند (۳۰) اثر مشابهی خواهند داشت. البته تحقیقاتی هم وجود دارد که نشان می‌دهد در بعضی شرایط، یک منبع خاص کود نیتروژنه نسبت به منبع دیگر ارجحیت دارد. کامبراتو (۲۰۰۱) در مقاله خود اشاره کرده است که در تحقیق انجام شده برای مطالعه تأثیر فیزیولوژیکی آمونیم و نیترات در محصولات مثل گندم، سورگوم و ذرت، نتایج نشان داده که آمونیم در مقایسه با نیترات، ماده خشک بیشتری تولید می‌کند و تعداد پنجه و ریشه زیادتری ایجاد می‌گردد (۱۵).

در نتیجه نسبت تبخیر- تعرق به تبخیر از تشت کمتر به تغییرات شرایط آب و هوایی حساس است به همین علت در نتایج بیشتر مطالعات این نسبت بسته به نوع رقم گندم مورد کاشت بین ۰/۷ تا ۰/۸ می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در تیمارهای I<sub>2</sub>، I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub> نیاز آبی گیاه برآورده شده و میزان آب اضافی مصرفی در تیمارهای I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub> نسبت به I<sub>2</sub> به صورت نفوذ عمقی از منطقه ریشه و از دسترس گیاه خارج شده است ولی در تیمار I<sub>1</sub> گیاه تحت تنش رطوبتی بوده و نیاز آبی آن برآورد نشده است. اختلاف عملکرد بیولوژیک و دانه بین تیمارهای کودی معنی‌دار نبود که با مطالعات مهدی‌زاده و شاهرخ‌نیا (۱۳۶۵) (۱۱)، جعفری و ملکوتی (به نقل از ۱۰) و ترابی و ملکوتی (به نقل از ۱۰) مطابقت دارد. آن‌ها نیز در آزمایش مقایسه اثر نیترات آمونیم و اوره نتیجه گرفتند که منبع کودی نیتروژنه بر روی عملکرد محصول تأثیر معنی‌داری ندارد. ساندر (۱۹۹۶) در گزارش خود تحت عنوان چگونگی کاربرد کود برای گندم عنوان نموده است که تحقیقات در زمینه مقایسه بین منابع نیتروژن به ندرت بیانگر اختلاف اساسی در کارایی بین منابع

جدول ۴- نتایج عملکرد، اجزای عملکرد، مقدار آب مصرفی و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

تیمار	عملکرد		مقدار آب مصرفی (میلی‌متر)	کارایی مصرف آب* (کیلوگرم بر متر مکعب)		وزن هزار دانه (گرم)	پروتئین (درصد)	شاخص برداشت	تعداد آبیاری آبیاری (روز)	متوسط دور
	(تن در هکتار)	کل دانه		بر اساس باپومیس	بر اساس عملکرد دانه					
I <sub>1</sub>	۸/۸۴	۳/۲۱	۱۳۹/۶	۶/۳۳	۲/۲۶	۴۱/۴۹	۱۳/۸۷	۰/۳۶	۴	۱۷
I <sub>2</sub>	۱۱/۶۳	۴/۰۸	۲۹۶/۶	۳/۹۲	۱/۳۸	۴۴/۲۸	۱۶/۲۳	۰/۳۵	۷	۹
I <sub>3</sub>	۱۱/۹۱	۴/۶۶	۳۶۸/۴	۳/۲۳	۱/۲۸	۴۶/۱۹	۱۴/۸۴	۰/۳۹	۹	۷
I <sub>4</sub>	۱۳/۰۸	۵/۲۷	۴۵۲/۶	۲/۸۹	۱/۱۶	۴۳/۵۰	۱۴/۰۰	۰/۴۰	۱۱	۶
N <sub>1</sub>	۱۱/۵۵	۴/۳۴		۴/۱۱	۱/۵۱	۴۴/۰۱	۱۴/۶۳	۰/۳۸		
N <sub>2</sub>	۱۱/۲۸	۴/۳۳		۴/۱۰	۱/۵۲	۴۳/۳۹	۱۴/۸۹	۰/۳۸		
N <sub>3</sub>	۱۱/۲۶	۴/۲۴		۴/۰۷	۱/۵۳	۴۴/۲۰	۱۴/۶۹	۰/۳۸		
سطح	%۵	%۵		%۱	%۱	%۱	%۱	%۱		
C.V. (%)	۱۳/۹۲	۱۶/۹۲		۱۳/۱۹	۱۴/۸۱	۲/۶۸	۱۴/۵۰	۸/۸۷		

۱۱	۱۰	۰/۳۳	۱۵/۱۵	۴۲/۴۹	۱/۵۷	a	۴/۸۸	a	۲۶۴/۹	۴/۱۷	b	۱۲/۹۲	I <sub>1</sub>	سال دوم (۱۳۷۷-۷۸)
۷	۱۵	۰/۴۰	۱۵/۰۶	۴۳/۰۸	۱/۴۶	a	۳/۷۲	b	۳۹۹/۳	۵/۸۴	a	۱۴/۸۷	I <sub>2</sub>	
۶	۲۰	۰/۳۸	۱۵/۲۲	۴۱/۳۸	۱/۰۸	b	۲/۸۵	c	۵۲۹/۷	۵/۷۱	a	۱۵/۱۲	I <sub>3</sub>	
۵	۲۴	۰/۳۶	۱۴/۸۱	۴۱/۰۷	۰/۸۴	b	۲/۳۸	c	۶۳۸/۸	۵/۳۴	a	۱۵/۱۲	I <sub>4</sub>	
		۰/۳۴	۱۴/۹۵	۴۲/۰۳	۱/۱۸		۳/۴۸			۴/۹۹		۱۴/۸۴	N <sub>1</sub>	
		۰/۳۸	۱۵/۲۶	۴۶/۶۱	۱/۳۰		۳/۴۹			۵/۵۲		۱۴/۴۹	N <sub>2</sub>	
		۰/۳۸	۱۴/۹۷	۴۲/۳۷	۱/۲۳		۳/۴۰			۵/۲۹		۱۴/۱۹	N <sub>3</sub>	
					%۱		%۱			%۱			سطح	
		۱۸/۱۶	۴/۷۱	۵/۳۱	۱۹/۶۱		۱۸/۸۲			۱۹/۸۳		۱۶/۷۵	C.V. (%)	
۷	۱۲	۰/۳۵	۱۴/۰۳	۳۷/۸۵	۱/۸۵	a	۵/۱۸	a	۲۴۴/۹	۴/۴۰	b	۱۲/۶۹	I <sub>1</sub>	
۵	۱۶	۰/۳۹	۱۲/۹۳	۳۸/۶۵	۱/۸۰	a	۴/۸۳	a	۳۱۹/۴	۵/۹۱	a	۱۵/۴۴	ab	
۴	۲۰	۰/۳۶	۱۳/۳۶	۳۸/۲۰	۱/۵۳	ab	۴/۳۳	ab	۳۸۹/۷	۵/۹۷	a	۱۶/۸۷	a	
۳	۲۶	۰/۳۶	۱۳/۸۷	۳۹/۱۵	۱/۲۸	b	۳/۶۲	b	۵۰۵/۰	۶/۴۴	a	۱۸/۲۷	a	
		۰/۳۶	۱۳/۶۶	۳۸/۱۳	۱/۵۵		۴/۳۰			۵/۵۴		۱۵/۴۰	N <sub>1</sub>	
		۰/۳۸	۱۳/۴۷	۳۸/۰۹	۱/۶۶		۴/۴۸			۵/۸۰		۱۵/۶۲	N <sub>2</sub>	
		۰/۳۵	۱۳/۵۰	۳۹/۱۸	۱/۶۳		۴/۶۷			۵/۷۱		۱۶/۴۴	N <sub>3</sub>	
					%۱		%۵			%۱		%۱	سطح	
		۱۴/۵۱	۹/۱۶	۴/۸۱	۲۲/۵۹		۱۹/۰۲			۲۰/۴۵		۱۷/۹۶	C.V. (%)	
۱۰	۹	۰/۳۵	۱۴/۳۵	۴۰/۶۱	۱/۸۹	a	۵/۴۷	a	۲۱۶/۴	۳/۹۳	b	۱۱/۴۸	b	نتایج ادغام شدهی سه سال
۷	۱۳	۰/۳۸	۱۴/۷۴	۴۲/۰۰	۱/۵۶	b	۴/۱۶	b	۳۳۸/۴	۵/۲۸	a	۱۳/۹۸	a	
۵	۱۶	۰/۳۸	۱۴/۴۷	۴۱/۹۲	۱/۲۹	c	۳/۴۷	c	۴۲۹/۳	۵/۴۵	a	۱۴/۶۳	a	
۴	۲۰	۰/۳۷	۱۴/۲۳	۴۱/۲۴	۱/۰۹	d	۲/۹۶	c	۵۳۲/۱	۵/۶۸	a	۱۵/۴۹	a	
		۰/۳۶	۱۴/۴۱	۴۱/۳۹	ab	۱/۴۲	۳/۹۷			۴/۹۶		۱۳/۹۳	N <sub>1</sub>	
		۰/۳۸	۱۴/۵۴	۴۱/۰۳	b	۱/۴۹	۴/۰۲			۵/۲۲		۱۳/۸۰	N <sub>2</sub>	
		۰/۳۷	۱۴/۳۹	۴۱/۹۱	a	۱/۴۶	۴/۰۵			۵/۰۸		۱۳/۹۶	N <sub>3</sub>	
					%۱		%۱			%۱		%۱	سطح	
		۱۳/۹۷	۱۰/۲۴	۳/۹۵	۲۰/۰۷		۱۶/۷۸			۱۹/۸۵		۱۶/۸۹	C.V. (%)	

\* بدون احتساب آبیاری یکنواخت بعد از کاشت و میزان بارندگی

داشت. اختلاف بین سال های دوم و سوم از نظر آماری معنی دار نبوده و در یک گروه آماری قرار گرفتند. اثر متقابل تیمارهای آبیاری و منابع کودی معنی دار نشد و این نشان می دهد که نوع کود نیتروژنه در نیاز آبی محصول بی تأثیر بوده است. مقدار آب مصرف شده: با توجه به نسبت های مختلف ID/CPE، مقدار آب مصرف شده در بین تیمارها اختلاف چشمگیر داشت و متوسط مقدار آب آبیاری در سه سال در طول دوره رشد با احتساب آبیاری یکنواخت بعد از کاشت (۷۰

اختلاف عملکرد بیولوژیک و دانه بین سال های مختلف اجرا از نظر آماری معنی دار بود و سال سوم با تولید بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۵/۸۲ تن در هکتار) و دانه (۵/۶۸ تن در هکتار) بهترین سال و سال اول با تولید کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۱/۳۶ تن در هکتار) و دانه (۴/۳۰ تن در هکتار) نامساعدترین سال محسوب می شوند. علت پایین بودن عملکرد در سال اول شرایط نامطلوب خاک بوده است زیرا خاک محل اجرای آزمایش در سال اول EC بالایی (۵/۹۷ dS/m)



آبیاری در مراحل حساس به تنش صورت می‌گیرد، بسیار بالا می‌باشد (۱۸، ۲۰، ۲۷، ۲۸، ۳۵، ۳۷ و ۴۱). کارایی مصرف آب بر اساس مقدار عملکرد به ازای حجم آب مصرفی به صورت آبیاری محاسبه گردیده و بر پایه عملکرد بیولوژیک و دانه تعیین شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که کارایی مصرف آب براساس عملکرد بیولوژیک و دانه بین تیمارهای مختلف آبیاری، معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴). در بین تیمارهای آبیاری تیمار I<sub>1</sub> با تولید ۵/۴۷ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/۸۹ کیلوگرم دانه به ازای هر متر مکعب آب، بیشترین کارایی و تیمار I<sub>4</sub> با تولید ۲/۹۶ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/۰۹ کیلوگرم دانه به ازای یک متر مکعب آب کمترین کارایی را داشتند. از نظر کارایی مصرف آب بر پایه عملکرد بیولوژیک و محصول دانه، هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین منابع کود نیتروژنه مشاهده نگردید. همچنین اثر متقابل منابع کودی و آب آبیاری نیز بر کارایی مصرف آب بی‌تأثیر بود.

مقایسه کارایی مصرف آب در سال‌های مختلف آزمایش نشان داد که اختلاف موجود بین سالهای اجرای آزمایش از نظر آماری معنی‌دار و سال سوم با ۴/۴۹ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/۶۱ کیلوگرم محصول دانه به ازای هر متر مکعب آب بهترین سال و سال دوم با ۳/۴۵۶ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/۲۴ کیلوگرم دانه به ازای مصرف هر متر مکعب آب نامساعدترین سال بودند. اختلاف سال سوم و سال اول از نظر آماری معنی‌دار نبوده و هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند.

میلی‌متر) و میزان بارندگی (۱۶۹/۲ میلی‌متر)، از تیمار I<sub>1</sub> تا I<sub>4</sub> به ترتیب برابر ۴۵۵/۶، ۵۷۷/۶، ۶۶۸/۵ و ۷۷۱/۳ میلی‌متر بود. متوسط سه ساله مقدار تبخیر در طول دوره رشد بهاره (بدون احتساب تبخیر پاییز و زمستان) برابر ۶۷۴/۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. نسبت کل آب مصرف شده به صورت آبیاری در طول فصل رشد به تبخیر انباشته از تشت تبخیر کلاس A از تیمار I<sub>1</sub> تا I<sub>4</sub> به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۶۱، ۰/۷۴ و ۰/۸۹ بوده در حالیکه نسبت کل آب مصرف شده با احتساب بارندگی به تبخیر کل، از تیمار I<sub>1</sub> تا I<sub>4</sub> به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۷۵، ۰/۸۹ و ۱/۰۴ بوده است. با توجه به تحقیقات متعددی که در این زمینه صورت گرفته است (۲، ۴، ۵، ۷، ۸، ۱۸، ۳۴ و ۳۹) می‌توان نتیجه گرفت که در تیمارهای I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub> کل میزان آب مصرف شده بیش از نیاز آبی محصول می‌باشد و بخشی از آن به صورت نفوذ عمقی از دسترس گیاه خارج شده است. فرشی و همکاران (۱۳۷۶) نیاز آبی گندم در دشت تبریز را برابر ۵۱۱/۶ میلی‌متر برآورد کرده‌اند (۸) که با تیمار I<sub>2</sub> در آزمایش ما (۵۷۷/۶ میلی‌متر) مطابقت بیشتری دارد. همچنین عنابی میلانی (۱۳۸۳) در تحقیقی چهار ساله برای تعیین نیاز آبی و تبخیر- تعرق گندم توسط لایسیمتر، متوسط نسبت تبخیر- تعرق به تبخیر از تشت کلاس A را در طی دوره رشد ۰/۷۱ به دست آورد (۷) که با تیمار I<sub>2</sub> هم‌خوانی بیشتری دارد. کارایی مصرف آب: مقادیر کارایی مصرف آب در نقاط مختلف دنیا از ۰/۴۴ (۲۵) تا ۱/۹ (۳۵) کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است. بعضی از مطالعات نشان داده است که کارایی مصرف آب در شرایط کمبود آب خصوصاً زمانی که

نیز از نظر شاخص برداشت معنی دار نبوده. به نظر می‌رسد به علت آن که تیمارهای آبیاری و کودی ضمن تغییر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک را نیز تغییر داده‌اند، نسبت شاخص برداشت تقریباً ثابت باقی مانده است مگر آن که تنش‌های خشکی و یا تغذیه‌ای در مرحله خاصی از رشد فنولوژیکی مثل دانه بستن باعث کاهش بیشتر محصول دانه نسبت به کاه و کلش شده و شاخص برداشت را کاهش دهد. نتیجه‌ای که در سال اول آزمایش به دست آمد و سبب اختلاف معنی دار بین تیمارهای آبیاری در آن سال گردید و تیمار I<sub>4</sub> با ۰/۴۰، شاخص برداشت بالاتری را نشان داد (جدول ۴).

پروتئین: درصد پروتئین با اندازه‌گیری نیتروژن کل دانه‌ها و اعمال ضریب ۵/۷ به دست آمد. همان طوری که جدول ۴ نشان می‌دهد اختلاف بین تیمارها از نظر درصد پروتئین معنی دار نبوده و متوسط پروتئین برابر ۱۴/۴۵ درصد اندازه‌گیری شد. ولی در سال اول اجرای آزمایش اختلاف بین تیمارهای آبیاری از نظر پروتئین دانه معنی دار گردید و تیمارهای I<sub>2</sub> و I<sub>3</sub> نسبت به تیمارهای دیگر میزان پروتئین بیشتری داشتند. اثرات متقابل آبیاری و کود نیتروژنه نیز معنی دار نبود درحالی که اثر سال بر روی درصد پروتئین معنی دار شد و سال دوم اجرا با ۱۵/۰۶ درصد بیشترین میزان پروتئین سال سوم اجرا با ۱۳/۵۴ درصد کمترین میزان پروتئین را به خود اختصاص دادند. اختلاف سال دوم و اول معنی دار نبوده و هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که

وزن هزار دانه: اختلاف بین تیمارهای آبیاری از نظر وزن هزاردانه تنها در سال اول اجرا معنی دار گردید ولی نتایج ادغام شده نشان داد که اختلاف معنی دار نبوده (جدول ۴) و متوسط وزن هزاردانه برابر ۴۱/۴۴ گرم بود. از نظر وزن هزاردانه اختلاف بین تیمارهای کودی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بوده و منبع کودی نیترات آمونیم با ۴۱/۹۱ گرم بیشترین و منبع کودی اوره با ۴۱/۰۴ گرم کمترین وزن هزاردانه را بخود اختصاص دادند (جدول ۴). از نظر وزن هزاردانه نیز اثر متقابل آب آبیاری و کود نیتروژنه معنی دار نبوده است.

نتایج همچنین نشان داد که اثر سال بر روی وزن هزار دانه از نظر آماری معنی دار بوده و سال اول اجرا با ۴۳/۸۷ گرم و سال سوم با ۳۸/۴۶ گرم به ترتیب مساعدترین و نامساعدترین سال می‌باشند.

شاخص برداشت: شاخص برداشت عبارتست از نسبت وزن دانه به وزن کل اندام‌های هوایی. به نظر گیفورد و اوآنز (۱۹۸۱) بهترین شاخص برداشت در حدود ۰/۵ می‌باشد (۲۱). بررسی منابع متعدد نشان داده است که شاخص برداشت ارقام پرمحصول، بین ۰/۳۸ تا ۰/۵ می‌باشد (۳۱). بیشترین شاخص برداشت گزارش شده در گندم، ۰/۶ می‌باشد (۲۳). کمترین شاخص برداشت در حدود ۰/۲ بوده و از مان هاتان (۱۳)، جنوب ایران (۳۳) و استرالیا (۳۲) گزارش شده است. در این تحقیق اختلاف بین تیمارهای آبیاری و منابع کود نیتروژنه از نظر شاخص برداشت معنی دار نبود (جدول ۴) و متوسط شاخص برداشت برابر ۰/۳۷ به دست آمد. اثر متقابل آبیاری و منابع کود نیتروژنه

تبریز بر حسب شرایط اقتصادی و قیمت کود هر نوع کودی را به کار برد ولی بررسی‌ها نشان داده است که تحت شرایط pH بالای خاک و قدرت تبخیرکنندگی زیاد اتمسفر و به ویژه هنگامی که بقایای گیاهی در سطح خاک زیاد است، تصعید نیتروژن از سطح خاک می‌تواند شدید باشد. تحت چنین شرایطی نیترات آمونیم نسبت به کودهای دیگر برای استفاده سرک ترجیح می‌یابد. همچنین در شرایط تبخیر پایین با توجه به وجود بنیان اسیدی کود سولفات آمونیم (خاصیت اسیدی سولفات آمونیم  $5/24 \text{ kg CaCO}_3/\text{kg N}$  است در حالی که این خاصیت برای نیترات آمونیم و اوره به ترتیب  $1/74$  و  $1/83$  می‌باشد (۱۵) و از طرفی آهکی بودن بیشتر خاک‌های استان و pH بالای آن‌ها، احتمالاً کاربرد این کود در تعدیل pH ریزوسفر و تحرک بیشتر عناصر غذایی مفید خواهد بود. و همچنین کود نیترات آمونیم به دلیل داشتن هر دو نوع قابل جذب نیتروژن یعنی یون‌های نیترات و آمونیم و علاوه بر آن آب‌شویی کمتر نیز ترجیح دارد (۱۰). البته درصد بالای ازت کود اوره (۴۶ درصد) نسبت به کودهای سولفات آمونیم (۲۱ درصد) و نیترات آمونیم (۳۴ درصد) را نباید از اذهان دور داشت.

اختلاف بین تیمارهای  $I_2$ ،  $I_3$  و  $I_4$  از نظر عملکرد بیولوژیک و دانه معنی‌دار نیست در حالی که از نظر مقدار آب مصرف شده اختلاف زیاد می‌باشد. در نتیجه آبیاری براساس ID/CPE برابر  $0/6$  نه تنها باعث کاهش معنی‌دار عملکرد نخواهد شد بلکه در حدود ۲۱ درصد نسبت به رژیم آبیاری  $ID/CPE = 0/8$  و ۳۶ درصد نسبت به رژیم آبیاری  $ID/CPE = 1$  در مصرف آب صرفه‌جویی می‌گردد که در مناطق خشک و نیمه خشک بسیار حایز اهمیت بوده و به همان نسبت می‌توان سطح زیر کشت را افزایش داد که این مسئله در کارایی مصرف آب بالای تیمار  $I_2$  نسبت به تیمارهای  $I_3$  و  $I_4$  کاملاً مشهود است. البته در شرایط محدودیت شدید آب حتی می‌توان از رژیم آبیاری ID/CPE برابر  $0/4$  نیز استفاده نمود زیرا در این تیمار کارایی مصرف آب به حداکثر خود رسیده است هرچند که عملکرد نسبت به تیمارهای دیگر به طور معنی‌داری کاهش یافته است ولی اگر عملکرد نیز مورد توجه باشد تیمار  $I_2$  ترجیح می‌یابد. هرچند که نتیجه آزمایش اختلاف قابل توجهی را بین منابع مختلف کود نیتروژنه نشان نداد و به راحتی می‌توان برای زراعت گندم در دشت

## منابع

- ۱- دانافر، ی. ۱۳۷۱. بررسی نیاز آبی و مناسب‌ترین زمان آبیاری گندم در مراغه (عجبشیر). مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه شماره ۷۱/۲۹۱.
- ۲- رضوی، ر. ۱۳۷۴. تعیین میزان حساسیت گندم به آب در مراحل مختلف رشد. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه شماره ۷۴/۴۵۱.
- ۳- سنجرخانی، م. ۱۳۴۸. روش‌های تجزیه فیزیکی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۴۹۸.

- ۴- سیدحریری، ع. ۱۳۷۱. بررسی اثرات آب آبیاری و کود بر روی گندم. در مجموع مقالات پنجمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، صفحات ۲ الی ۱۰.
- ۵- عقدائی، م. ۱۳۷۲. تعیین نیاز آب و کود ارقام گندم (عدل و آزادی). مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه شماره ۷۱/۲۵۵.
- ۶- علی احیائی، م. و ع. ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. چاپ اول، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۸۹۳.
- ۷- عنابی میلانی، ا. ۱۳۸۳. گزارش نهایی طرح تعیین و ارزیابی ضریب گیاهی در طول دوره رشد برای گندم در دشت تبریز. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه شماره ۸۳/۷۹۳، صفحات ۱۹ الی ۲۸.
- ۸- فرشی، ع. ا. م. ر. شریعتی، ر. جاراللهی، م. ر. قائمی، م. شهابی فر و م. م. تولایی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد اول، نشر آموزش کشاورزی.
- ۹- مرادمند، ر. ۱۳۶۹. تعیین نیاز آبی ارقام گندم در ایستگاه چهار تخته (رقم امید). گزارش پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری، ایران.
- ۱۰- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
- ۱۱- مهدی زاده، ی. و ع. شاهرخ نیا. ۱۳۶۵. گزارش نهایی طرح مقایسه اثرات اوره با نیترات آمونیم در مناطق مختلف شیراز، مرکز تحقیقات کشاورزی استان فارس، شیراز، ایران.
- 12- Agarwal, S.K., and S.K. Yadav. 1978. Effect of nitrogen and irrigation levels on the growth and yield of wheat. *Indian J. Agron.* 23:137-143.
- 13- Asrar, G., and E.T. Kanemasu. 1985. Seasonal distribution of water use and photosynthetic efficiencies in winter wheat. *Proc. Int. Conf. Crop Water Requirements, Paris.* 11-14 Sept.
- 14- Bunyolo, A., K. Munyinda, and R.E. Karamanos. 1985. The effect of water and nitrogen on wheat yield on a Zambian soil. II. Evaluation of irrigation schedules. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 16:43-53.
- 15- Camberato. J.J. 2001. Nitrogen in soil and fertilizers. *SC Turfgrass Foundation News, Vol. 8, No. 1:* 6-10.
- 16- [http://virtual.clemson.edu/groups/.../twi/Soil\\_and\\_fertilizer\\_N.pdf](http://virtual.clemson.edu/groups/.../twi/Soil_and_fertilizer_N.pdf)
- 17- Choudhary, P.N., and V. Kumar. 1980. The sensitivity of growth and yield of dwarf wheat to water stress at three growth stages. *Irrig. Sci.* 1:223-231.
- 18- Doorenbos, J., and A.H. Kassam. 1979. Yield response to water. *FAO Irrig. Drain. Pap.* 33. FAO, Rome.
- 19- Ehlig, C.F., and R.D. LeMert. 1976. Water use and productivity of wheat under five irrigation treatments. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40:750-755.
- 20- Ferguson, R.B., E.J. Penas, C.A. Shapiro, and G.W. Hergert. 1994. Fertilizer nitrogen: Best management practices. Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. U.S.A.
- 21- Fischer, R.A. 1970. The effects of water stress at various stages of development on

- yield processes in wheat. Proc. Symp. Plant responses to climatic factors, Uppsala, Sweden. 15-20 Sept.
- 22- Gifford, R.M., and L.T. Evans. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 32:485-509.
- 23- Grove, J.H. 2000. Nitrogen management for no-tillage wheat following corn or full-season soybeans. <http://www.ca.uky.edu/ukrec/RR1999-2000/99-00pg25.pdf>
- 24- Hanks, R.J., and R.B. Sorensen 1984. Harvest index as influenced in spring wheat by water stress. p. 205-209. *In* W. Day and R.K. Atkins (ed.) *Wheat growth and modeling*. NATO ASI Series A: Life Sciences Vol. 86. Plenum Press, New York.
- 25- Jalota, S.K., S.S. Prihar, B.A. Sandhu, and K.L. Khera. 1980. Yield, water use, and root distribution of wheat as affected by presowing and postsowing irrigation. *Agric. Water Manage.* 2:289-297.
- 26- Jensen, M.E., and W.H. Sletten. 1965. Evapotranspiration and soil moisture-fertilizer interrelations with irrigated winter wheat in the southern High Plains. U.S. Dept. Agric. Conserv. Res. Rep. 4.
- 27- Kumar, A., D.K. Sharma, and H.C. Sharma. 1995. Water and nitrogen needs of wheat (*Triticum aestivum*) in sodic soil. *Indian J. Agricultural Sciences* 65 (5): 323-327.
- 28- Lal, R.B. 1985. Irrigation requirement of dwarf durum and aestivum wheat varieties. *Indian J. Agron.* 30:207-213.
- 29- Miller, D.E. 1977. Deficit high-frequency irrigation of sugarbeets, wheat, and beans. p. 269-282. *In* Proc. Conference Water Management for irrigation and drainage. Am. Soc. Civ. Eng., Reno, NV. 20-22 July 1977.
- 30- Miller, D.E., and A.N. Hang. 1982. Deficit, high-frequency sprinkler irrigation of wheat. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:386-389.
- 31- Murdock, L. Nitrogen fertilization of wheat. University of Kentucky.
- 32- <http://www.uky.edu/Agriculture/Wheat/nitrogen.html>
- 33- Musick, J.T., and K.B. Porter. 1990. Wheat. *In* B.A. Stewart and D.R. Nielsen (ed.) *Irrigation of agricultural crops*. *Agronomy* 30:597-638.
- 34- Passioura, J.B. 1977. Grain yield, harvest index, and water use of wheat. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 43:117-120.
- 35- Poostchi, I., I. Revohani, and K. Razmi 1972. Influence of levels of spring irrigation and fertility on yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under semiarid conditions. *Agron. J.* 64:438-440.
- 36- Prihar, S.S., K.L. Khera, E.S. Sandhu, and B.S. Sandhu. 1976. Comparison of irrigation schedules based on pan evaporation and growth stages in winter wheat. *Agron. J.* 68:650-653.
- 37- Rao, Y.G., and R.B.L. Bhardwaj. 1981. Consumptive use of water, growth and yield of *aestivum* and *durum* wheat varieties at varying levels of nitrogen under limited and adequate irrigation situations. *Indian J. Agron.* 26:243-250.
- 38- Sander, D.N. 1996. How to apply fertilizer to wheat. Published by Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. <http://ianrpubs.unl.edu/FieldCrops/g889.htm>
- 39- Schneider, A.D., J.T. Musick, and D.A. Dusek. 1969. Efficient wheat irrigation with limited water. *Trans. ASAE* 12:23-26.
- 40- Schopor, R.P., and P. Carson. 1981. Nitrogen management. South Dakota State University. [http://www.abs.sdstate.edu/abs/plantsci\\_pubs/fs752.htm](http://www.abs.sdstate.edu/abs/plantsci_pubs/fs752.htm)
- 41- Shimshi, D., S. Gairon, J. Rubin, M. Khilfa, and Y. Khilmi. 1981. Field crops: Wheat. p. 7-15. *In* J. Shalhevet et al. (ed.) *Irrigation of field and orchard crops under*

- semiarid conditions. Int. Irrig. Inf. Cent. (Israel) Publ. 1.
- 42- Singh, A. 1978. Response of late sown wheat to N fertilization and irrigation management in western Rajasthan. Indian J. Agron, 23:44-48.
- 43- Singh, N.T., A.C. Vig, R. Singh, and M.R. Choudhary. 1979. Influence of different levels of irrigation and nitrogen on yield and nutrient uptake of wheat. Agron. J. 71:401-404.