Archive of SID

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

اژدر عنابی میلانی[1]

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 به‌صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار از سال ۷۹- ۱۳۷۶ در دشت تبریز به اجراء درآمد. آبیاری‌ها از تیمار I_1 تا I_4 به‌ترتیب زمانی که نسبت عمق آب آبیاری به تبخیر انباشته از تشت کلاس A به ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ می‌رسید، انجام گرفت. نیتروژن به مقدار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار در تیمارهای N_1 تا N_3 به‌ترتیب از منابع کودی سولفات آمونیم، اوره و نیترات آمونیم مصرف گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اختلاف عملکرد بیولوژیک و دانه بین تیمار I_1 و بقیه‌ی تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود، ولی بین تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تیمار I_1 با ۱/۸۹ کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین و تیمار I_4 با ۱/۰۹ کیلوگرم بر متر مکعب، کمترین کارایی مصرف آب را به‌خود اختصاص دادند. متوسط سه ساله ی حجم کل آب مصرف شده در طول دوره‌ی رشد (آبیاری و بارندگی) از تیمار I_1 تا I_4 به‌ترتیب 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 نداشتند. منبع کودی نیترات 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.

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی، بخش تحقیقات خاک و آب a_o_milani@yahoo.com

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

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بررسی منابع

اساسی‌ترین مشکل کشاورزی به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک، کمبود منابع آب است، زیرا 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 نمی‌باشد. لذا استفاده‌ی بهینه از این منابع حایز اهمیت فراوان است. استفاده ی بی‌رویه، سبب تلفات منابع آب شده و کمبود آن به‌خصوص در مراحل حساس، به محصول تنش وارد می‌کد. 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 می‌باشند.

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 روش‌ها استفاده از تشت تبخیر کلاس A است. مطالعات متعددی در زمینه ی استفاده از اطلاعات تشت تبخیر کلاس A برای تنظیم زمان آبیاری و مقدار آب مورد نیاز آبیاری صورت گرفته و نتایج متفاوتی به‌دست آمـده است (۱، ۲، ٤، ٥، ۹، ۱۲، ١٤، ١٦، ١٨، ٢٤، ٢٦، ٢٩، ٣٤، ٣٩ و ٤٠).

نیتروژن نقش اساسی در رشد گیاه داشته و با مقدار آب و نحوه‌ی توزیع آن ارتباط زیادی دارد. عملیات مدیریتی مختلف می‌تواند پتانسیل مصرف بهینه‌ی نیتروژن توسط گیاهان را به حداکثر رسانده و شستشوی آن‌را که باعث تخریب زیست بوم می‌شود، بکاهد (۱۹). با بهبود مقدار جذب نیتروژن توسط گیاهان، این عنصر به میزان کمتری وارد زیست بوم می‌شود لذا اطلاع از ترکیبات مختلف چرخه‌ی نیتروژن، چگونگی تأثیر هر یک از آن‌ها در کارایی مصرف کود نیتروژنه و کاهش آب‌شویی نیتروژن ضروری است. چندین مرحله برای تعیین میزان بهینه‌ی کود نیتروژن وجود دارد (۱۹). اولین مرحله تعیین مقدار کل نیتروژن مورد نیاز است. بعد از آن عوامل مدیریتی مختلفی وجود دارد که کارایی مصرف بهینه‌ی کود نیتروژنه توسط گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این عوامل شامل انتخاب منبع کودی، زمان و روش مصرف می‌باشد. کودهای نیتروژنه شامل نیتروژن به سه فرم آمونیم (NH_4^+)، نیتـرات (NO_3^-) و اوره ($CO(NH_2)_2$) هستند. فرم‌های آمونیم و نیترات بلافاصله بعد از مصرف، قابل استفاده ی گیاه می‌باشند. اما اوره ابتدا باید به آمونیم هیدرولیز شود تا قابل استفاده‌ی گیاه شود. کودهای نیتروژنه بلافاصله بعد از مصرف دارای پتانسیل آب‌شویی متفاوتی هستند. فقط آمونیوم بلافاصله بعد از مصرف، غیر قابل آب شویی است. در حالی که اوره و نیترات بعد از مصرف می‌توانند آب‌شویی شوند. اوره دارای حلالیت بسیار زیادی است و تا زمان تبدیل به فرم آمونیم قابل آب‌شویی است. نیترات دارای بار منفی است و به‌راحتی توسط آب حرکت می‌کند چرا که ذرات خاک نیز بار منفی دارند و قابلیت جذب و نگهداری آنیون‌ها را ندارند.

به طور کلی استفاده ی بهینه از نیتروژن در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایطی امکان‌پذیر است که مدیریت بهینه‌ی آبیاری وجود داشته باشد (۱۹). آب آبیاری ممکن است سبب نفوذ عمقی و آب‌شویی نیترات به پایین‌تر از محدوده‌ی توسعه‌ی ریشه‌ی گیاهان شود. برای به حداقل رساندن آب‌شویی نیترات، مدیریت مصرف نیتروژن باید با استفاده‌ی صحیح مقدار و زمان آبیاری همراه باشد. با دانستن مقدار آب مورد نیاز محصول و ظرفیت نگهداری آب توسط خاک، می‌توان 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 سهل‌الوصول، برای گندم برنامه‌ی آبیاری تعیین کرد، به‌همین 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 ناحیه‌ی ریشه، با این تصور که آبیاری باید زمان تخلیه‌ی نصف آب قابل استفاده در ناحیه‌ی ریشه صورت گیرد (۱۷ و ۳۱)، مد نظر قرار گرفته است، زیرا دستیابی به میزان تبخیر و خصوصیات فیزیکی خاک آسان می‌باشد.

با توجه به تفاوت منابع مختلف کود نیتروژنه از نظر آب‌شویی و قابل استفاده بودن برای گیاه و ضرورت جایگزینی کود اوره در مزارع گندم (۱۰)، در این تحقیق سعی شده که اثر متقابل آب آبیاری و منابع کود نیتروژنه نیز بررسی گردد زیرا در تحقیقات متعددی که در زمینه‌ی منابع کود نیتروژنه صورت گرفته، در شرایط آبیاری بهینه اختلاف عملکردی مشاهده نشده است (۱۰ و ۱۱).

مواد و روش ها

این تحقیق در استان آذربایجان‌شرقی (منطقه‌ی سعیدآباد) و مرکز آموزش کشاورزی سعیدآباد در خاکی با بافت لومی با ویژگی های شیمیایی و فیزیکی مندرج در جدول‌های ۱ و ۲، به‌صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار از پاییز سال ۱۳۷٦ تا ۱۳۷۹ اجرا شد. تیمارهای آبیاری فاکتور اول و تیمارهای منابع کود نیتروژن فاکتور دوم را تشکیل دادند.

منطقه‌ی تبریز با زمستان سرد و تابستان گرم از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی در ناحیهٔ نیمه خشک واقع شده است. متوسط دمای سردترین و گرم‌ترین ماه سال به‌ترتیب ۱/٤- و ۲٦/۲ درجهٔ سانتی‌گراد می‌باشد. از کل ۲٦۷ میلی‌متر بارندگی سالیانه (متوسط ۳۰ ساله)، ٤۳ درصد (۱۱۵ میلی‌متر) در بهار، ٦ درصد (۱٦ میلی‌متر) در تابستان، ۲٦ درصد (٦۹ میلی‌متر) در پاییز و ۲۵ درصد (٦۸ میلی‌متر) در زمستان اتفاق می‌افتد.

در پاییز هر سال برای اجرای آزمایش، زمین مناسب انتخاب و در نزدیکی آن نیمرخی حفر شد و بعد از تفکیک لایه‌های مختلف نیمرخ خاک، برای تعیین خصوصیات فیزیکی وشیمیایی آن ها (علی احیایی و بهبهانی‌زاده ۱۳۷۲) (٦) نمونه‌هایی تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. برای تعیین رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای و جرم مخصوص ظاهری از هر لایه‌ی نیمرخ خاک، نمونه‌های بهم نخورده توسط استوانک‌های نمونه‌برداری تهیه و رطوبت آن ها در مکش های ۳۰ و ۱۵۰۰ کیلو پاسکال توسط دستگاه صفحه ی فشاری تعیین گردید (۳). مشخصات شیمیایی خاک محل

www.SID.ir

Archive of SID

اجرای آزمایش در جدول۱ و مشخصات فیزیکی آن در جدول ۲ آمده است که از نتایج موجود در تعیین کود مورد نیاز و عمق آبیاری استفاده و تیمارها به‌طور تصادفی در آن‌ها پخش شدند. سپس یک سوم از کود نیتروژنه و تمامی کود فسفره و پتاسه طبق فرمول کودی $N_{١٤}. P_{٤}.K_{١٣}$.

جدول۱- مشخصات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	مواد خنثی‌شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۰-۲۵	۲/۲۹	۷/۹	۸/٦	۱/۱۳	۱۷/۸	٤۲٥
۲٥-٤٥	٥/۱٦	۸/۰	۱۳/۸	۱/۱٦	۷/۰	٥۱۸
٤٥-۷۰	۸/٤٦	۸/۱	۱۲/٥	۰/٥۸	۸/۰	۳۱٤
۷۰-۱۰۰	٥/٦۱	۸/۲	٦/۳	۰/۲۸	٤/۱	۳٥۷
›۱۰۰	۹/۹۷	۷/۹	۲/٥	۰/۱٥	۱/۰	۳۲۰

جدول۲- مشخصات فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	درصد اشباع	تجزیه‌ی مکانیکی				جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	تخلخل کل (درصد)	رطوبت وزنی (درصد)	
		درصد			بافت			ظرفیت مزرعه‌ای	نقطه ی پژمردگی دائم
		شن	سیلت	رس					
۰-۲٥	٤۱	٥۰	۳٤	۱٦	لوم	۱/۱٦	٥٦/۸	۲۸/۷	۱۱/۷
۲٥-٤٥	٤٦	٤۲	۳٦	۲۲	لوم	۱/۳۱	٥٤/٤	۲۸/۱	۱٦/۸
٤٥-۷۰	٤۹	٤۸	۲۷	۲٥	لوم رسی شنی	۱/۳٥	٥۱/۰	۳۳/۱	۱۷/۳
۷۰-۱۰۰	٦۹	٤٦	۳۰	۲٤	لوم	۱/۳۸	٤۸/۱	۳۰/٤	۱٥/۰
›۱۰۰	۳۳	٤٦	۳۹	۱٥	لوم	۱/٤۱	٤٤/۹	۱۷/۹	۹/٦

گردید. همچنین خصوصیات شیمیایی آب آبیاری در جدول ۳ ارایه شده است که نتایج نشان می‌دهد آب آبیاری محدودیتی ندارد.

عملیات کاشت: بعد از تعیین ویژگی‌های خاک، قطعه‌ی آزمایش شخم و بعد از دیسک زدن و کرت‌بندی، بذر گندم رقم الوند با تراکم ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت خطی کشت گردید به کرت ها داده شد. کودهای فسفره و پتاسه به‌ترتیب از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم و کود نیتروژن طبق تیمارهای کودی از سه منبع سولفات آمونیم (N_1)، اوره (N_2) و نیترات آمونیم (N_3) مصرف گردیدند. ابعاد کرت ها ۲۰= ٥×٤ متر مربع بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- مشخصات شیمیایی آب مورد استفاده در آبیاری

هدایت الکتریکی dS/m	pH	میلی اکی والان در لیتر								درصد سدیم محلول S.S.P.	نسبت جذب سدیم S.A.R.
		کربنات CO_3^{2-}	بیکربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	سولفات SO_4^{2-}	مجموع آنیون ها	کلسیم + منیزیم $Mg^{2+}+Ca^{2+}$	سدیم Na^+	مجموع کاتیون‌ها		
۰/۲۲۵	۷/۸	۰/۰	۱/۶	۰/۲۵	۰/۴	۲/۲۵	۰/۸	۰/۵۲	۱/۳۲	۳۹	۰/۸

تیمارهای آبیاری: اعمال تیمارهای آبیاری بر اساس نسبت عمق آبیاری بـه تبخیـر انباشتـه از تشت کلاس A (ID/CPE) از اوایل بهار هر سال شروع گردید و در تیمارهای I_1 تا I_4 زمانی‌که این نسبت به‌ترتیب 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 منطقه‌ی ریشه بود (۱۷ و ۳۱).

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

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

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

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

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

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

در روابط اخیر Di ضخامت هر یک از لایه‌های نیمرخ خاک و FC_i، PWP_i و $8b_i$ به ترتیب رطوبت در ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه‌ی پژمردگی دایم 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 رابطه‌ی زیر عمق آب آبیاری تعیین شد:

$$ID = \frac{AW}{2} \qquad (۵)$$

به‌طور مرتب و با افزایش عمق ریشه‌دوانی، ID تعیین و پس از اندازه‌گیری تبخیر انباشته از تشت کلاس A (CPE)، زمانی که نسبت ID/CPE به ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ می‌رسید به‌ترتیب تیمارهای I_1 تا I_4 آبیاری شدند. در تمام تیمارها مقدار آب ورودی به هر کرت توسط پارشال فلوم[1] اندازه‌گیری شد.

تیمارهای کودی: تیمارهای کود نیتروژن بر

[1]- Parshal Flume (WSC, type-3)

www.SID.ir

Archive of SID

مبنای ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (توصیه ی گروه حاصل خیزی خاک و تغذیه ی گیاه بخش تحقیقات خاک و آب استان آذربایجان شرقی بر اساس نتایج آزمون خاک) از منابع سولفات آمونیم (N_1)، اوره (N_2) و نیترات 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 ی حداکثر رشد رویشی، مبارزه با علف های هرز و بیماری های گیاهی صورت گرفت.

عملیات برداشت: بعد از رسیدن، محصول کرت ها 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 آن ها و اعمال فاکتور ۵/۷ تعیین گردید.

نتایج و بحث

عملکرد: از نظر عملکرد بیولوژیک (وزن کل اندام های هوایی) و دانه اختلاف بین تیمار I_1 با بقیه‌ی تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار بوده ولی بین تیمارهای I_2، I_3 و I_4 اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول٤). تیمار I_4 با ۱۵/۴۹ تن بایومس در هکتار و ۵/٦٨ تن در هکتار عملکرد دانه و تیمار I_1 با ۱۱/٤٨ تن بایومس در هکتار و ۳/۹۳ تن در هکتار عملکرد دانه به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را داشتند. نتایج مطالعات دانافر (۱۳۷۱) که در استان آذربایجان‌شرقی و در شرایط آب و هوایی مشابه این تحقیق صورت گرفته نشان داد که اختلاف بین تیمارها از نظر عملکرد معنی‌دار 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 به‌دست آمده است، اختلاف عملکرد به‌دست آمده بین ضرایب ۱/۲ و ۰/۹ در میزان کودهای نیتروژنه‌ی کمتر معنی‌دار نبوده و فقط در میزان کود نیتروژنه‌ی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار شده بود و به نظر می‌رسد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، رشد رویشی زیاد شده و در نتیجه‌ی آن، سطح تبخیر کننده و فتوسنتز کننده افزایش یافته و میزان عملکرد و نیاز آبی محصول بیشتر شده است (۲۸). در این تحقیق اختلاف عملکرد تیمارهایی که در آن ها ID/CPE برابر ۰/٦، ۰/۸ و ۱ بود معنی‌دار نیست که با نتایج رضوی (۱۳۷٤)، سید حریری (۱۳۷۱)، عقدائی (۱۳۷۲)، عنابی میلانی (۱۳۸۳)، اهلیق و لمرت (۱۹۷٦)، پریهار و همکاران (۱۹۷٦) و شیمشی و همکاران (۱۹۸۱) مطابقت دارد (۲، ٤، ۵، ۷، ۱۸، ۳٦ و ٤۱). در اکثر مطالعات ثابت شده است که تبخیر- تعرق گیاه گندم ۰/۷ تا ۰/۸ تبخیر از تشت کلاس A می‌باشد و علت کوچک بودن این محدوده این است که کلیه ی عواملی که سبب تبخیر- تعرق از گیاه می‌شوند، بر فرآیند تبخیر از تشت تبخیر نیز تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گذارند. 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_2 ، I_3 و I_4 نیاز آبی گیاه برآورده شده و میزان آب اضافی مصرفی در تیمارهای I_3 و I_4 نسبت به I_2 به صورت نفوذ عمقی از منطقه‌ی ریشه از دسترس گیاه خارج شده است ولی در تیمار I_1 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 مقایسه‌ی 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 در گندم عنوان نموده است که تحقیقات در زمینه‌ی مقایسه‌ی بین منابع نیتروژن، به ندرت بیانگر اختلاف اساسی در کارایی بین منابع معمولی نیتروژن است (۳۸). همچنین تحقیقات گرُو (۲۰۰۰) در زمینه‌ی 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 بهینه‌ی مصرف کود نیتروژنه کمتر تحت تأثیر نوع کود می‌باشد (۲۲). در برخی تحقیقات گزارش شده است که تمامی کودهای معمولی نیتروژنه، به شرط آن‌که به طور صحیح به‌کار برده شوند (۳۸) و یا به‌طور یکنواخت پخش گردند (۳۰) اثر مشابهی خواهند داشت. البته نتایج برخی از تحقیقات نیز نشان می‌دهد که در بعضی شرایط، یک منبع خاص کود نیتروژنه نسبت به منبع دیگر ارجحیت دارد. کامبراتو (۲۰۰۱) از مطالعه‌ی تأثیر فیزیولوژیکی آمونیم و نیترات در محصولاتی مثل گندم، سورگوم و ذرت، نتیجه گرفت که آمونیم در مقایسه با نیترات، ماده‌ی خشک بیشتری تولید می‌کند و تعداد پنجه و ریشه‌ی زیادتری ایجاد می‌گردد (۱۵).

جدول٤- نتایج عملکرد، اجزای عملکرد، مقدار آب مصرفی و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

	تیمار	عملکرد (تن در هکتار)		مقدار آب مصرفی (میلی‌متر)	کارایی مصرف آب* (کیلوگرم بر متر مکعب)		وزن هزار دانه (گرم)	پروتئین (درصد)	شاخص برداشت	تعداد آبیاری	متوسط دور آبیاری (روز)
		کل	دانه		بر اساس بایومس	بر اساس عملکرد دانه					
سال اول (۷۷-۱۳۷۶)	I_1	۸/۸٤ b	۳/۲۱ c	۱۳۹/٦	٦/۳۳ a	۲/۲٦ a	٤۱/٤۹ c	۱۳/۸۷ b	۰/۳٦ bc	٤	۱۷
	I_2	۱۱/٦۳ a	٤/۰۸ bc	۲۹٦/٦	۳/۹۲ b	۱/۳۸ b	٤٤/۲۸ b	۱٦/۲۳ a	۰/۳۵ c	۷	۹
	I_3	۱۱/۹۱ a	٤/٦٦ ab	۳٦۸/٤	۳/۲۳ b c	۱/۲۸ b	٤٦/۱۹ a	۱٤/۸٤ ab	۰/۳۹ ab	۹	۷
	I_4	۱۳/۰۸ a	۵/۲۷ a	٤۵۲/٦	۲/۸۹ c	۱/۱٦ b	٤۳/۵۰ b	۱٤/۰۰ b	۰/٤۰ a	۱۱	٦
	N_1	۱۱/۵۵	٤/۳٤		٤/۱۱	۱/۵۱	٤٤/۰۱	۱٤/٦۳	۰/۳۸		
	N_2	۱۱/۲۸	٤/۳۳		٤/۱۰	۱/۵۲	٤۳/۳۹	۱٤/۸۹	۰/۳۸		
	N_3	۱۱/۲٦	٤/۲٤		٤/۰۷	۱/۵۳	٤٤/۲۰	۱٤/٦۹	۰/۳۸		
	سطح	٪۵	٪۵		٪۱	٪۱	٪۱	٪۱	٪۱		
	C.V. (%)	۱۳/۹۲	۱٦/۹۲		۱۳/۱۹	۱٤/۸۱	۲/٦۸	۱٤/۵۰	۸/۸۷		

www.SID.ir

Archive of SID

سال دوم (۷۸-۱۳۷۷)	I_1	۱۲/۹۲	٤/۱۷ b	۲٦٤/۹	٤/۸۸ a	۱/۵۷ a	٤۲/٤۹	۱۵/۱۵	۰/۳۳	۱۰	۱۱
	I_2	۱٤/۸۷	۵/۸٤ a	۳۹۹/۳	۳/۷۲ b	۱/٤٦ a	٤۳/۰۸	۱۵/۰٦	۰/٤۰	۱۵	۷
	I_3	۱۵/۱۲	۵/۷۱ a	۵۲۹/۷	۲/۸۵ c	۱/۰۸ b	٤۱/۳۸	۱۵/۲۲	۰/۳۸	۲۰	٦
	I_4	۱۵/۱۲	۵/۳٤ a	٦۳۸/۸	۲/۳۸ c	۰/۸٤ b	٤۱/۰۷	۱٤/۸۱	۰/۳٦	۲٤	۵
	N_1	۱٤/۸٤	٤/۹۹		۳/٤۸	۱/۱۸	٤۲/۰۳	۱٤/۹۵	۰/۳٤		
	N_2	۱٤/٤۹	۵/۵۲		۳/٤۹	۱/۳۰	٤٦/٦۱	۱۵/۲٦	۰/۳۸		
	N_3	۱٤/۱۹	۵/۲۹		۳/٤۰	۱/۲۳	٤۲/۳۷	۱٤/۹۷	۰/۳۸		
	سطح		٪۱		٪۱	٪۱					
	C.V. (%)	۱٦/۷۵	۱۹/۸۳		۱۸/۸۲	۱۹/٦۱	۵/۳۱	٤/۷۱	۱۸/۱٦		
سال سوم (۷۹- ۱۳۷۸)	I_1	۱۲/٦۹ b	٤/٤۰ b	۲٤٤/۹	۵/۱۸ a	۱/۸۵ a	۳۷/۸۵	۱٤/۰۳	۰/۳۵	۱۲	۷
	I_2	۱۵/٤٤ ab	۵/۹۱ a	۳۱۹/٤	٤/۸۳ a	۱/۸۰ a	۳۸/٦۵	۱۲/۹۳	۰/۳۹	۱٦	۵
	I_3	۱٦/۸۷ a	۵/۹۷ a	۳۸۹/۷	٤/۳۳ ab	۱/۵۳ ab	۳۸/۲۰	۱۳/۳٦	۰/۳٦	۲۰	٤
	I_4	۱۸/۲۷ a	٦/٤٤ a	۵۰۵/۰	۳/٦۲ b	۱/۲۸ b	۳۹/۱۵	۱۳/۸۷	۰/۳٦	۲٦	۳
	N_1	۱۵/٤۰	۵/۵٤		٤/۳۰	۱/۵۵	۳۸/۱۳	۱۳/٦٦	۰/۳٦		
	N_2	۱۵/٦۲	۵/۸۰		٤/٤۸	۱/٦٦	۳۸/۰۹	۱۳/٤۷	۰/۳۸		
	N_3	۱٦/٤٤	۵/۷۱		٤/٦۷	۱/٦۳	۳۹/۱۸	۱۳/۵۰	۰/۳۵		
	سطح	٪۱	٪۱		٪۵	٪۱					
	C.V. (%)	۱۷/۹٦	۲۰/٤۵		۱۹/۰۲	۲۲/۵۹	٤/۸۱	۹/۱٦	۱٤/۵۱		
نتایج ادغام شده‌ی سه سال	I_1	۱۱/٤۸ b	۳/۹۳ b	۲۱٦/٤	۵/٤۷ a	۱/۸۹ a	٤۰/٦۱	۱٤/۳۵	۰/۳۵	۹	۱۰
	I_2	۱۳/۹۸ a	۵/۲۸ a	۳۳۸/٤	٤/۱٦ b	۱/۵٦ b	٤۲/۰۰	۱٤/۷٤	۰/۳۸	۱۳	۷
	I_3	۱٤/٦۳ a	۵/٤۵ a	٤۲۹/۳	۳/٤۷ c	۱/۲۹ c	٤۱/۹۲	۱٤/٤۷	۰/۳۸	۱٦	۵
	I_4	۱۵/٤۹ a	۵/٦۸ a	۵۳۲/۱	۲/۹٦ c	۱/۰۹ d	٤۱/۲٤	۱٤/۲۳	۰/۳۷	۲۰	٤
	N_1	۱۳/۹۳	٤/۹٦		۳/۹۷	۱/٤۲	٤۱/۳۹ ab	۱٤/٤۱	۰/۳٦		
	N_2	۱۳/۸۰	۵/۲۲		٤/۰۲	۱/٤۹	٤۱/۰۳ b	۱٤/۵٤	۰/۳۸		
	N_3	۱۳/۹٦	۵/۰۸		٤/۰۵	۱/٤٦	٤۱/۹۱ a	۱٤/۳۹	۰/۳۷		
	سطح	٪۱	٪۱		٪۱	٪۱					
	C.V. (%)	۱٦/۸۹	۱۹/۸۵		۱٦/۷۸	۲۰/۰۷	۳/۹۵	۱۰/۲٤	۱۳/۹۷		

* بدون احتساب آبیاری یکنواخت بعد از کاشت و میزان بارندگی

اختلاف عملکرد بیولوژیک و دانه بین سال‌های مختلف اجرا از نظر آماری معنی‌دار بود و سال سوم با تولید بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۵/۸۲ تن در هکتار) و دانه (۵/٦۸ تن در هکتار) بهترین سال و سال اول با تولید کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۱/۳٦ تن در هکتار) و دانه (٤/۳۰ تن در هکتار) نامساعدترین سال محسوب می‌شوند. علت پایین بودن عملکرد در سال اول شرایط نامطلوب خاک بود زیرا خاک محل اجرای آزمایش در سال اول EC بالایی (۵/۹۷ dS/m) داشت. اختلاف بین سال‌های دوم و سوم از نظر آماری معنی‌دار نبوده و در یک گروه آماری قرار گرفتند. اثر متقابل تیمارهای آبیاری و منابع کودی معتی‌دار نشد و این نشان می‌دهد که نوع کود نیتروژنه در نیاز آبی محصول بی‌تأثیر 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 دوره‌ی رشد با احتساب آبیاری یکنواخت بعد از

www.SID.ir

Archive of SID

کاشت (۷۰ میلی‌متر) و میزان بارندگی (۱۶۹/۲ میلی‌متر)، از تیمار I_1 تا I_4 به‌ترتیب برابر ٤٥٥/٦، ٥٧٧/٦، ٦٦٨/٥ و ٧٧١/٣ میلی‌متر بود. متوسط سه ساله ی مقدار تبخیر در طول دوره ی رشد بهاره (بدون احتساب تبخیر پاییز و زمستان) برابر ٦٧٤/٣ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. نسبت کل آب مصرف شده به‌صورت آبیاری در طول فصل رشد به تبخیر انباشته از تشت تبخیر کلاس A از تیمار I_1 تا I_4 به ترتیب ۰/٤۲، ۰/٦۱، ۰/۷٤ و ۰/۸۹ بوده در حالی که نسبت کل آب مصرف شده با احتساب بارندگی به تبخیر کل، از تیمار I_1 تا I_4 به ترتیب ۰/٥۷، ۰/۷٥، ۰/۸۹ و ۱/۰٤ بود. با توجه به تحقیقات متعددی که در این زمینه صورت گرفته است (۲، ٤، ٥، ۷، ۸، ۱۸، ۳٤ و ۳۹) می‌توان نتیجه گرفت که در تیمارهای I_3 و I_4 کل میزان آب مصرف شده بیش از نیاز آبی محصول می‌باشد و بخشی از آن به‌صورت نفوذ عمقی از دسترس گیاه خارج شده است. فرشی و همکاران (۱۳۷٦) نیاز آبی گندم در دشت تبریز را برابر ٥۱۱/٦ میلی‌متر برآورد کرده‌اند (۸) که با تیمار I_2 در آزمایش ما (٥۷۷/٦ 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 ی رشد ۰/۷۱ به دست آورد (۷) که با تیمار I_2 هم‌خوانی بیشتری دارد.

کارایی مصرف آب: مقادیر کارایی مصرف آب در نقاط مختلف دنیا از ۰/٤٤ (۲٥) تا ۱/۹ (۳٥) کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است. بعضی از مطالعات نشان داده است که کارایی مصرف آب در شرایط کمبود آب خصوصاً زمانی که آبیاری در مراحل حساس به تنش صورت می‌گیرد، بسیار بالا می‌باشد (۱۸، ۲۰، ۲۷، ۲۸، ۳٥، ۳۷ و ٤۱). کارایی مصرف آب بر اساس مقدار عملکرد به ازای حجم آب مصرفی به صورت آبیاری محاسبه گردید و بر پایه ی عملکرد بیولوژیک و دانه تعیین شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که کارایی مصرف آب براساس عملکرد بیولوژیک و دانه بین تیمارهای مختلف آبیاری، معنی‌دار می‌باشد (جدول٤). در بین تیمارهای آبیاری تیمار I_1 با تولید ٥/٤۷ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/۸۹ کیلوگرم عملکرد دانه به ازای هر متر مکعب آب، بیشترین کارایی و تیمار I_4 با تولید ۲/۹٦ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/۰۹ کیلوگرم دانه به‌ازای یک متر مکعب آب کمترین کارایی را داشتند. از نظر کارایی مصرف آب بر پایه ی 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 ی کارایی مصرف آب در سال های مختلف آزمایش نشان داد که اختلاف موجود بین سال‌های اجرای آزمایش از نظر آماری معنی‌دار و سال سوم با ٤/٤۹ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/٦۱ کیلوگرم محصول دانه به‌ازای هر متر مکعب آب بهترین سال و سال دوم با ۳/٤٥٦ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک و ۱/۲٤ کیلوگرم عملکرد 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

www.SID.ir

Archive of SID

قرار گرفتند.

وزن هزار دانه: اختلاف بین تیمارهای آبیاری از نظر وزن هزاردانه تنها در سال اول اجرا معنی‌دار گردید ولی نتایج ادغام شده نشان داد که اختلاف ها معنی‌دار نبوده (جدول٤) و متوسط وزن هزاردانه برابر ٤١/٤٤ گرم بود. از نظر وزن هزاردانه اختلاف بین تیمارهای کودی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده و منبع کودی نیترات آمونیم با ٤١/٩١ گرم بیشترین و منبع کودی اوره با ٤١/٠٤ گرم کمترین وزن هزاردانه را بخود اختصاص دادند (جدول٤). از نظر وزن هزاردانه نیز اثر متقابل آب آبیاری و کود نیتروژنه معنی‌دار نبود.

نتایج همچنین نشان داد که اثر سال بر روی وزن هزار دانه از نظر آماری معنی‌دار بوده و سال اول اجرا با ٤٣/٨٧ گرم و سال سوم با ٣٨/٤٦ گرم به ترتیب مساعدترین و نامساعدترین سال می‌باشند.

شاخص برداشت: شاخص برداشت عبارتست از نسبت وزن دانه به وزن کل اندام های هوایی. به نظر گیفورد و اوانز (١٩٨١) بهترین شاخص برداشت در حدود ٠/٥ می‌باشد (٢٢). نتایج برخی از محققین نشان داده است که شاخص برداشت ارقام پرمحصول، بین ٠/٣٨ تا ٠/٥ می‌باشد (٣١). بیشترین شاخص برداشت گزارش شده در گندم، ٠/٦ می‌باشد (٢٣). کمترین شاخص برداشت در حدود ٠/٢ بوده و از مان هاتان (١٣)، جنوب ایران (٣٣) و استرالیا (٣٢) گزارش شده است. در این تحقیق اختلاف بین تیمارهای آبیاری و منابع کود نیتروژنه از نظر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول٤) و متوسط شاخص برداشت برابر ٠/٣٧ به‌دست آمد. اثر متقابل آبیاری و منابع کود نیتروژنه نیز از نظر شاخص برداشت معنی‌دار نبود. 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 آن‌که تنش‌های خشکی و یا تغذیه‌ای در مرحله ی 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 معنی‌دار بین تیمارهای آبیاری در آن سال گردید و تیمار I_4 با ٠/٤٠، شاخص برداشت بالاتری را نشان داد (جدول٤).

پروتئین: درصد پروتئین با اندازه‌گیری نیتروژن کل دانه‌ها و اعمال ضریب ٥/٧ به دست آمد. همان طوری‌که جدول ٤ نشان می‌دهد اختلاف بین تیمارها از نظر درصد پروتئین معنی‌دار نبوده و متوسط پروتئین ١٤/٤٥ درصد اندازه‌گیری شد. ولی در سال اول اجرای آزمایش اختلاف بین تیمارهای آبیاری از نظر پروتئین دانه معنی‌دار گردید و تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمارهای دیگر میزان پروتئین بیشتری داشتند. اثرات متقابل آبیاری و کود نیتروژنه نیز معنی‌دار نبود، درحالی‌که اثر سال بر روی درصد پروتئین معنی‌دار شد و سال دوم اجرا با ١٥/٠٦ درصد بیشترین میزان پروتئین و سال سوم اجرا با ١٣/٥٤ درصد کمترین میزان پروتئین را به‌خود اختصاص دادند، ولی اختلاف سال دوم و اول معنی‌دار نبوده و هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به جدول٤ ملاحظه می‌شود که 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 ۰/٦ نه تنها باعث کاهش معنی‌دار عملکرد نخواهد شد بلکه در حدود ۲۱ درصد نسبت به رژیم آبیاری ID/CPE =۰/۸ و ۳٦ درصد نسبت به رژیم آبیاری ID/CPE =۱ در مصرف آب صرفه‌جویی می‌گردد که در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار حائز 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 ۰/٤ 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 نتیجه‌ی آزمایش اختلاف قابل توجهی را بین منابع مختلف کود نیتروژنه نشان نداد و به راحتی می‌توان برای زراعت گندم در دشت تبریز بر حسب شرایط اقتصادی و قیمت کود هر نوع کودی را به‌کار برد ولی بررسی‌ها نشان داده است که تحت شرایط pH بالای خاک و قدرت تبخیرکنندگی زیاد اتمسفر و به‌ویژه هنگامی که بقایای گیاهی در سطح خاک زیاد است، ممکن است تصعید نیتروژن از سطح خاک شدید باشد. تحت چنین شرایطی نیترات آمونیم نسبت به کودهای دیگر برای استفاده‌ی سرک ترجیح می‌یابد. همچنین در شرایط تبخیر پایین، با توجه به وجود بنیان اسیدی کود سولفات آمونیم (خاصیت اسیدی سولفات آمونیم ٥/٢٤- است در حالی که این خاصیت برای نیترات آمونیم و اوره به‌ترتیب ۱/۷٤- و ۱/۸۳- 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. همچنین کود نیترات آمونیم به دلیل داشتن هر دو نوع نیتروژن قابل جذب (یون‌های نیترات و آمونیم) و آب‌شویی کمتر نیز ترجیح دارد (۱۰). البته درصد بالای ازت کود اوره (٤٦ درصد) نسبت به کودهای سولفات آمونیم (۲۱ درصد) و نیترات آمونیم (۳٤ درصد) را نباید از اذهان دور داشت.

منابع

۱- دانافر، ی.۱۳۷۱. بررسی نیاز آبی و مناسب‌ترین زمان آبیاری گندم در مراغه (عجبشیر). مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه‌ی شماره‌ی ۷۱/۲۹۱.

۲- رضوی، ر. ۱۳۷٤. تعیین میزان حساسیت گندم به آب در مراحل مختلف رشد. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه‌ی شماره‌ی ۷٤/٤٥۱.

۳- سنجرخانی، م. ۱۳٤۸. روش‌های تجزیه‌ی فیزیکی خاک، مؤسسه‌ی تحقیقات خاک و آب، نشریه‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

شماره‌ی ٤٩٨.

٤- سیدحریری، ع. ١٣٧١. بررسی اثرات آب آبیاری و کود بر روی گندم. مجموع مقالات پنجمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، صفحات ١٠-٢.

٥- عقدائی، م. ١٣٧٢. تعیین نیاز آب و کود ارقام گندم (عدل و آزادی). مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه‌ی شماره‌ی ٧١/٢٥٥.

٦- علی احیائی، م. و ع. ا. بهبهانی‌زاده. ١٣٧٢. شرح روش های تجزیه ی شیمیایی خاک، چاپ اول. انتشارات مؤسسه‌ی تحقیقات خاک و آب، نشریه‌ی شماره‌ی ٨٩٣.

٧- عنابی میلانی، ا. ١٣٨٣. گزارش نهایی طرح تعیین و ارزیابی ضریب گیاهی در طول دوره‌ی رشد برای گندم در دشت تبریز. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، نشریه‌ی شماره‌ی ٨٣/٧٩٣، صفحات ٢٨-١٩.

٨- فرشی، ع. ا.، م. ر. شریعتی، ر. جاراللهی، م. ر. قائمی، م. شهابی‌فر و م.م. تولایی. ١٣٧٦. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده‌ی زراعی و باغی کشور، جلد اول، نشر آموزش کشاورزی.

٩- مرادمند، ر. ١٣٦٩. 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.

١٠-ملکوتی، م. ج. ١٣٧٥. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، کرج.

١١-مهدی‌زاده، ی. و ع. شاهرخ نیا. ١٣٦٥. گزارش نهایی طرح مقایسه‌ی اثرات اوره با نیترات آمونیم در مناطق مختلف شیراز. مرکز تحقیقات کشاورزی استان فارس، شیراز.

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 (1): 6-10.

16- 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.

17- Doorenbos, J., and A.H. Kassam. 1979. Yield response to water. FAO Irrig. Drain. Pap. 33. FAO, Rome.

18- 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.

19- 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.

www.SID.ir

Archive of SID

20- 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.
21- Gifford, R.M., and L.T. Evans. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. Annu. Rev. Plant Physiol. 32:485-509.
22- 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
23- 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.
24- http://virtual.clemson.edu/groups/.../twi/Soil_and_fertilizer_N.pdf
25- http://www.uky.edu/Agriculture/Wheat/nitrogen.html
26- Jalota, S.K., S.S. Prihar, B.A. Sundhu, 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.
27- 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.
28- 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.
29- Lal, R.B. 1985. Irrigation requirement of dwarf durum and aestivum wheat varieties. Indian J. Agron. 30:207-213.
30- Miller, D.E. 1977. Deficit high-frequency irrigation of sugerbeets, 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.
31- Miller, D.E., and A.N. Hang. 1982. Deficit, high-frequency sprinkler irrigation of wheat. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:386-389.
32- Murdock, L. 1990. Nitrogen fertilization of wheat. University of Kentucky.
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 Extention, 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

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir