تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن دار بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum*) در شرایط آبی و دیم

یحیی امام، سمیه سلیمی کوچی، آوات شکوفا[1]

چکیده

بخش زیادی از اراضی زیر کشت کشور ما در مناطق خشک و نیمه خشک قرارگرفته است. در این اراضی کمبود منابع آب و خشکی محیط، عملکرد گندم را به شدت کاهش می‌دهد. نیتروژن بعنوان عنصری کلیدی در تغذیه گیاهان نقش بسزایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی دارد و همچنین به افزایش توان گیاه برای مقابله با شرایط دشوار محیطی کمک زیادی می‌کند. به منظور بررسی تاثیر تعدیل کنندگی نیتروژن بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی، پژوهشی مزرعه‌ای در سال زراعی۸۴ -۱۳۸۳ در ایستگاه پژوهش‌های زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز طراحی و اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه ، شامل چهار سطح نیتروژن (۰، ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره)، پنج رقم گندم زمستانه: اکوا، بزوستایا، قدس، رحیم و ۲۱ بودند که در دو قطعه آبیاری معمول و بدون آبیاری (دیم) پیاده شدند. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن، افزایش معنی‌داری در شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ در شرایط تنش خشکی به دست آمد. سطح برگ بیشتر همراه با دوام بیشتر در سطوح بالاتر نیتروژن (نسبت به شاهد)، باعث افزایش معنی دارعملکرد دانه گردید. تیمار تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته‌ها و افت میزان تجمع ماده خشک کل گردید. در هر دو شرایط رطوبتی، با افزایش مقدار نیتروژن، تولید ماده خشک افزایش یافت و در شرایط تنش خشکی به بهبود اثرهای مخرب تنش منجر شد. تنش خشکی با کاهش چشمگیر میانگین عملکرد دانه و اجزای عمکرد هم همراه بود. در این پژوهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های قدس و ۲۱، با داشتن اجزای عملکرد مطلوب، بیشترین و عملکرد دانه رقم اکوا کمترین بود. به نظر می‌رسد رقم اکوا رقمی حساس به تنش خشکی باشد. با افزایش سطوح نیتروژن، غلظت نیتروژن دانه در هر دو شرایط رطوبتی افزایش یافت. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تفاوت اندکی از لحاظ غلظت نیتروژن دانه مشاهده شد. به نظر می‌رسد تنش خشکی تاثیر معنی‌داری برجذب نیتروژن نداشته باشد، هر چند میانگین غلظت نیتروژن دانه‌ها در شرایط تنش خشکی کمتر از شاهد بود. پژوهش‌های تکمیلی بعدی در خصوص حساسیت رقم اکوا به تنش خشکی و امکان استفاده از نیتروژن برای تعدیل اثرات تنش خشکی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: گندم نان ، نیتروژن ، تنش خشکی، ژنوتیپ، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه.

مقدمه

غلات مهمترین گیاهان زراعی و حایل بین بشریت و گرسنگی به شمار می‌آیند (۱). غلات تامین کننده ۷۰ درصد غذای مردم کره زمین می‌باشند. گندم (*Triticum aestivum*, L.) و برنج رویهم رفته تقریبا ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز بشر را تامین می‌کنند. به طور کلی بیش از سه چهارم انرژی و نیمی از پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تامین می‌شود (۱). گندم از نظر میزان تولید و سطح زیر کشت جهانی نسبت به دیگر غلات دانه‌ای رتبه ی اول را دارا می‌باشد (۲۰). متوسط نزولات آسمانی بخش عمده اراضی ایران، که در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده است، کمتر از ۲۵۰ میلیمتر در سال می‌باشد. این میزان نزولات از نظر پراکنش زمانی نیز تناسبی با الگوی نیاز غلات به آب ندارد (۶)، پاسخ گیاهان به تنش خشکی نیز

۱- به ترتیب عضو هیات علمی، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

پیچیده بوده و با سایر عوامل مانند دما و جذب عناصر غذایی برهمکنش دارد. بعلاوه، وقوع تنش خشکی در شرایط مزرعه به صورت تدریجی و فزاینده صورت می‌گیرد و گیاهان استراتژی‌های مختلفی برای انطباق خود به تنش خشکی نشان می‌دهند (۸ و ۲۱).

مجموعه‌ای از صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و فیزیولوژیک در میزان تحمل به تنش خشکی در گندم دخالت داشته که در رابطه با زمان وقوع، مدت زمان (دوام) تنش، فراوانی وقوع خشکی و ویژگی‌های خاک مورد شناسایی و ارزشیابی قرار می‌گیرند (۱، ۳، ۵ و ۲۳).

کاربرد کودهای نیتروژن در افزایش عملکرد و نیز در افزایش میزان پروتئین دانه تاثیر دارد. البته مصرف بیش از حد نیتروژن موجب تحریک رشد رویشی بیش از حد گیاه، نازک و دراز شدن ساقه و در نتیجه، خوابیدگی بوته‌ها و همچنین، مصرف بیش از حد آب می‌شود. ممکن است زیادی نیتروژن خاک در صورتی که مقدار و سایر عناصر غذایی کم باشد، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کرده و رسیدن محصول را به تاخیر اندازد (۲۹).

از آنجا که قابلیت در دسترس بودن نیتروژن در خاک و جذب مواد پرورده بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی تاثیر بارزی دارد، پژوهشگران امیدوارند با کاربرد مواد نیتروژن دار در شرایط تنش‌های محیطی بتوانند افت عملکرد را کاهش دهند (۲۲).

حتی هنگامی که گیاهان در محلول‌های غذایی پرورش داده می‌شوند، ممکن است تنش اسمزی جذب نیترات را کاهش (۱۹) یا افزایش‌دهد (۲و۱۷). کاربرد کود نیتروژن دار به مقدار زیاد سبب افزایش توان جذب آب از اعماق بیشتر خاک توسط ریشه‌های گندم تحت شرایط تنش خشکی گردیده است (۱۷ و۲۲) که ممکن است به افزایش کارآیی استفاده از آب منجر گردد (۴).

مقدار کودهای نیتروژن دار مورد نیاز گیاهان زراعی جهت نیل به عملکردهای بهینه به نوع محصول، خاک، اقلیم، شرایط زراعی و سن فیزیولوژیک گیاه وابسته است. رشد و عملکرد ارقام مختلف یک گونه زراعی ممکن است نسبت به یک میزان مشخص نیتروژن واکنش‌های متفاوتی از خود بروز دهد (۲). از آنجا که قابلیت فراهمی نیتروژن در خاک و ظرفیت جذب و تحلیل مواد پرورده از عمده ترین عوامل موثر بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی است (۲ و۴). و از طرفی کاربرد کودهای نیتروژن دار در شرایط تنش‌های محیطی مختلف می‌تواند افت عملکرد در شرایط محیطی دشوار را کاهش دهد(۳ و ۲۲)، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر تعدیل شوندگی عملکرد دانه پنج رقم گندم نان توسط نیتروژن در شرایط تنش خشکی، طراحی و به صورت مزرعه‌ای اجرا شده است.

مواد وروش ها

مطالعه حاضر به صورت پژوهش مزرعه‌ای در قطعه سیزده ایستگاه پژوهش های زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و همچنین، ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ اجرا گردید.

پس از انجام عملیات شخم و دیسک اولیه در مهر و آبان ماه ۱۳۸۳ ،از خاک مزرعه با بافت رسی شنی و نام علمی Fine mixed, Mesic typic calcixerpets برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌گیری به عمل آمد. این نمونه‌ها (چهار نمونه) از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک و از تمامی نقاط مزرعه گرفته شد و نتا یج در جدول ۱ نشان داده شده است.

مجموع بارندگی سالانه فصل رشد، معادل ۵۸۲ میلیمتر و میانگین بلند مدت (۳۰ ساله) بارندگی منطقه، برابر ۴۱۸/۸ بود. متوسط درجه حرارت سالانه فصل رشد ۱۴/۳۳ درجه سانتیگراد و میانگین بلند مدت درجه حرارت سالانه۱۳/۵ درجه سانتیگراد بود. اطلاعات هواشناسی منطقه شامل

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش

نیتروژن کل (٪)	ماده آلی (٪)	کربن آلی (٪)	هدایت هیدرولیکی (dSm^{-1})	پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)	pHخاک	بافت خاک	سیلت (٪)	شن (٪)	رس (٪)	نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	ظرفیت زراعی (درصد وزنی)
۰/۱۱۴	۱/۷۵	۱/۱۷	۰/۴۰۲	۵۹۰	۷/۶۸	رس	۴۸	۳۰	۲۲	۱۵	۳۴

حداقل، میانگین و حداکثر دمای روزانه و میانگین بارش ماهانه تمام طول فصل رشد در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. حداکثر میزان بارندگی در ماه آذر و حداقل آن در ماه‌های مهر، آبان، فروردین، خرداد، تیر (بدون بارندگی) بوده است.

این پژوهش در قالب دو آزمایش مجزا به صورت آزمایش‌های فاکتوریل در پایه بلوک کامل تصادفی و با سه تکرار طراحی و اجرا شد. در آزمایش اول تیمارها در بستر آبیاری مطلوب و در آزمایش دوم تیمارها در بستر دیم اعمال شدند.

تیمارهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل پنج رقم گندم، اکوا، بزوستایا، قدس، رحیم، و ۲۱ و مقادیر مختلف کود نیتروژن (۰و ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و سطوح آبیاری (آبیاری مطلوب و دیم) بودند.

ابعاد کرت‌های آزمایشی ۳×۴ متر بود. فاصله بین دو کرت مجاور برای اطمینان از عدم نشت آب آبیاری و تداخل سطوح کود نیتروژن به کار رفته، ۱۲۰ سانتیمتر و

جدول۲ : حداکثر، حداقل و میانگین دمای ماهیانه برای سال زراعی (۸۴-۱۳۸۳) و مقایسه آن با میانگین ۳۰ ساله منطقه بر حسب درجه سانتیگراد

ماه	حداکثر دما (درجه سانتیگراد)	حداقل دما (درجه سانتیگراد)	میانگین دما (درجه سانتیگراد)	میانگین ۳۰ ساله دما (درجه سانتیگراد)
مهر	۲۷/۵	۵/۳۵	۱۶/۴۳	۱۵/۱۹
آبان	۲۰/۸۷	۰/۹۶	۱۰/۹۱	۹/۹۴
آذر	۱۱/۹۶	-۰/۵۴	۶/۰۱	۸/۸۲
دی	۸/۸۶	-۳/۳۷	۲/۷۵	۳/۴۴
بهمن	۸/۹۸	-۲/۹۷	۳	۳/۵۵
اسفند	۱۵/۰۷	۲/۵۲	۸/۸	۶/۹۶
فروردین	۲۱/۴۹	۲/۰۹	۱۱/۷۹	۱۰/۹۵
اردیبهشت	۲۶/۴۶	۶/۸۰	۱۶/۶۳	۱۵/۶۱
خرداد	۳۵/۵	۱۳/۶	۲۳/۸	۲۰/۱۶
تیر	۳۶/۵۵	۱۲/۶۲	۲۵/۵۹	۲۳/۶۳
مرداد	۳۴/۹۵	۱۴/۱۷	۲۴/۵۶	۲۳/۶۱
شهریور	۳۳/۶۶	۱۰/۸۱	۲۱/۸۰	۲۰/۲۵
گرم‌ترین ماه سال: تیر			سردترین ماه سال: دی	

جدول۳ : متوسط ماهانه بارش در ماه‌های مختلف سال زراعی (۸۴-۱۳۸۳) و مقایسه آن با میانگین ۳۰ ساله منطقه

عمق خاک (سانتیمتر)	F.C. (%)	P.W.P. (%)
۰-۳۰	۳۳/۵	۱۰/۷۶
۳۰-۶۰	۳۸	۱۵/۷۶

فاصله بین دو بلوک مجاور ۱۵۰ سانتیمتر بود که در قطعه آبیاری این فاصله جهت حفر جوی، برای سهولت در انجام عملیات آبیاری منظور گردید.

هر کرت شامل ۱۵ خط کشت با فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر و طول ۴ متر بود. فاصله بین دو قطعه آزمایش ۵ متر بود که به صورت نکاشت باقی گذاشته شد. تراکم کاشت بذر معادل ۲۵۰ بوته در مترمربع بود که با در نظر گرفتن وزن هزار دانه و درصد جوانه‌زنی مقدار بذر مصرفی تعیین و در عمق ۵ سانتیمتری با فاصله روی ردیف ۲ سانتیمتر با دست کشت شدند. بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش کربوکسین-تیرام (ویتاواکس) علیه بیماری سیاهک پنهان و آشکار گندم ضدعفونی شدند.

کاشت در تاریخ‌های ۲۷ و ۲۸ آبان ماه صورت گرفت که همزمان با اولین بارندگی‌ها در فصل زراعی بود. در این آزمایش، کود نیتروژن از منبع اوره تامین گردید و در قطعه آبیاری شامل چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در قطعه دیم شامل سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. مقادیر کود مصرفی طی دو مرحله، نیمی در زمان کاشت و نیم دیگر در زمان پنجه‌زنی، مصرف گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک، نیازی به افزودن کودهای پتاس و فسفر نبود. مراقبت‌های زراعی به صورت یکنواخت برای همه کرت‌های آزمایشی در طول فصل رشد انجام گرفت. با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ از طریق وجین دستی در مرحله ۴-۲ برگی بوته‌های گندم مبارزه شد. هیچ نوع آفت و یا بیماری در طول مدت آزمایش مشاهده نگردید.

در قطعه آبیاری، میزان آب مورد نیاز گیاه و زمان آن از طریق اندازه‌گیری مکرر رطوبت خاک به روش وزنی تعیین و با شیوه آبیاری نشتی در دسترس گیاه قرار گرفت. به منظور اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی در هر نوبت آبیاری، قبل از آبیاری نسبت به تعیین رطوبت خاک از عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری به روش وزنی اقدام گردید.

برای محاسبه عمق آب مورد نیاز از معادله زیر استفاده گردید:

$$d_n = \frac{(F_c - \theta_m) \times Pb \times D}{100}$$

جدول ۴: ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی عمق‌های مختلف خاک مزرعه

عمق خاک (سانتیمتر)	F.C. (%)	P.W.P. (%)
۰-۳۰	۳۳/۵	۱۰/۷۶
۳۰-۶۰	۳۸	۱۵/۷۶

که در آن:

d_n: ارتفاع آب مورد نیاز برای رساندن عمق خاک مورد نظر به حد ظرفیت مزرعه‌ای بر حسب سانتیمتر

F_c: حد ظرفیت مزرعه‌ای در خاک محل مورد آزمایش بر حسب درصد وزنی

θ_m: رطوبت وزنی خاک که به صورت تفاضل وزن نمونه‌های مرطوب و نمونه‌های خشک شده در آون (به مدت ۲۴ ساعت در حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد) محاسبه می‌گردد.

D: ارتفاع یا عمق نمونه‌برداری از خاک که در این آزمایش به صورت دو نمونه‌برداری ۳۰ سانتیمتری بود.

Pb: جرم مخصوص ظاهری خاک بر حسب gcm^{-3} است. مقادیر Pb با توجه به آزمایش‌های قبلی در باجگاه ۱/۴ gcm^{-3} در نظر گرفته شد.

مقادیر ظرفیت مزرعه‌ای (F_c) در منطقه باجگاه در عمق‌های مختلف خاک به شرح زیر بود:

بعد از محاسبه آب مورد نیاز برای آبیاری، مزرعه آزمایشی با سیفون آبیاری می‌شد. میزان آب آبیاری از فرمول زیر محاسبه گردید :

$$Q = 0.65\times10^{-3}\times A\times(2gh)^{\frac{1}{2}}$$

که در آن:

Q: دبی بر حسب لیتر بر ثانیه

A: سطح مقطع سیفون بر حسب سانتیمتر

g: شتاب جاذبه‌ای زمین برابربا ۹۸۱ سانتیمتر بر مجذور ثانیه

h: اختلاف ارتفاع بین سطح آب در نهر اصلی و کف کرت بر حسب سانتیمتر

قبل از شروع مرحله پنجه‌زنی در وسط هر کرت آزمایشی، محلی که در آن بوته‌ها کاملاً یکنواخت بودند، به عنوان ناحیه برداشت نهایی[1] به ابعاد ۱×۱ متر با میخ‌های فلزی و طناب‌کشی مشخص گردید. تعیین عملکرد نهایی و اجزای عملکرد از این محل انجام شد.

درطول فصل رشد برخی ویژگی‌های مرفولوژیک از جمله: شاخص سطح برگ ، ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک بوته‌ها تعیین گردیدند. در برداشت نهایی کرت‌های آزمایشی، ارتفاع نهایی بوته‌ها، طول سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک ، شاخص برداشت و غلظت نیتروژن دانه (GNC)[2] تعیین شد. غلظت نیتروژن در دانه به وسیله روش کجلدال[3] اندازه‌گیری شد. غلظت پروتئین دانه (GPC)[4] از رابطهٔ: $GPC = GNC\times6.2$ بدست آمد.

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS و MSTATC به طور جداگانه مورد تجزیه وتحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج وبحث

ارتفاع بوته

بررسی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، ارتفاع بوته‌ها افزایش یافت و این افزایش ارتفاع در تمامی مراحل اندازه‌گیری مشهود بود. تاثیر سطوح نیتروژن بر ارتفاع بوته در مراحل مختلف رشد و همچنین، ارتفاع نهایی بوته‌ها در شرایط آبیاری و دیم در جدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است.

جدول ۵: ارتفاع نهایی بوته در سطوح نیتروژن در شرایط آبیاری و دیم

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع نهایی بوته (سانتیمتر)		درصد کاهش ارتفاع در دیم
	آبیاری	دیم	
۰	۶۸/۶۰b	۴۹/۳۶b	۲۸/۰۵
۵۰	۷۵/۷۳a	۵۸/۳۰a	۲۳/۰۲
۱۰۰	۷۶/۵۳a	۵۹/۳۰a	۲۲/۲۵
۱۵۰	۸۰/۹۶a	-	-

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند.

1. Final harvest area 2. Grain nitrogen concentration 3. Grain protein concentration 4. Kjeldahl method

جدول ۶: ارتفاع بوته‌ها تحت تاثیر سطوح نیتروژن در شرایط آبیاری و دیم در طول مدت آزمایش

سطح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آبیاری					دیم				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
۰	۳/۶۱a	۱۵/۷۰b	۳۰/۴۶b	۵۰/۴۶c	۶۸/۶۰b	۳/۵۹b	۱۵/۸۶b	۲۷/۷۰b	۴۱/۰۳b	۴۹/۳۶b
۵۰	۳/۷۰a	۲۰/۰۰ab	۳۴/۷۶b	۵۷/۹۳bc	۷۵/۷۶a	۴/۴۶b	۱۶/۹۰b	۲۷/۶۳b	۴۸/۷۶a	۵۸/۳a
۱۰۰	۴/۰۸a	۲۳/۶۰a	۳۹/۴۶a	۵۷/۳۳ab	۷۶/۵۳a	۴/۴۲a	۲۰/۹۶a	۳۳/۹۳a	۴۷/۱۶a	۵۹/۳a
۱۵۰	۳/۹۰a	۲۳/۲۰a	۴۳/۱۳a	۶۱/۵۰a	۸۰/۹۶a	-	-	-	-	-

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند.تاریخ‌های نمونه‌برداری: S_1 (۱۵ اسفند)، S_2 (۴ اردیبهشت)، S_3 (۱۰ اردیبهشت)، S_4 (۲۶ اردیبهشت) و S_5 (۱۷ خرداد)

در تیمار آبیاری، در اوایل فصل رشد (نمونه‌برداری اول) تفاوت معنی‌داری در ارتفاع بوته‌ها بین سطوح نیتروژن مشاهده نشد، ولی در نمونه‌برداری‌های بعدی تا انتهای فصل رشد، بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار N_3 و N_4 (به ترتیب ۱۰۰و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار شاهد (N_1) بود (جدول ۶). بین تیمارهای N_3 و N_4 در شرایط آبیاری مطلوب تفاوت معنی‌داری در ارتفاع بوته‌ها دیده نشد. در قطعه دیم، در تمامی نمونه‌برداری‌ها تفاوت ارتفاع بوته‌ها براثر کاربرد نیتروژن معنی‌دارگردید و بیشترین ارتفاع بوته از تیمار N_3 (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و کمترین ارتفاع از تیمار شاهد (N_1) بدست آمد (جدول ۶).

مطالعه حاضر همچنین نشان داد که افزودن کود نیتروژن دار سبب می‌گردد که میزان رشد رویشی (ارتفاع) در شرایط دیم نسبت به حالت آبیاری مطلوب کمتر کاهش یابد (جدول ۵)، به گونه‌ای که درصد کاهش ارتفاع بوته در قطعه دیم نسبت به آبیاری مطلوب در تیمار N_3 (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) کمتر از سایر تیمارها بود (جدول ۵).

بیشترین ارتفاع نهایی بوته در هر دو شرایط رطوبتی مربوط به رقم اکوا بود. بررسی روند تغییر ارتفاع این رقم در طول فصل رشد در شرایط آبیاری و دیم، حاکی از آن است که در مراحل ابتدایی فصل رشد گرچه تفاوت ارتفاع این رقم با سایر ارقام معنی‌دار نبود، لیکن، با نزدیک شدن به زمان گلدهی تفاوت ارتفاع این رقم با سایر ارقام معنی‌دار گردید. مقایسه ی ارتفاع نهایی بوته‌ها در ارقام مختلف حاکی از ازدیاد ارتفاع رقم آکوا نسبت به سایر ارقام می‌باشد. بعلاوه، میانگین ارتفاع رقم اکوا در شرایط آبیاری مطلوب ۸۴/۷۰ سانتیمتر و در شرایط دیم، ۶۲/۱۶ سانتیمتر بود که طی بررسی‌های صورت گرفته در سال قبل (توسط همین پژوهشگران) رقم اکوا رقم حساس به شرایط تنش رطوبتی معرفی شده بود. این رقم با تولید پوشش گیاهی زیادتر و مصرف بیشتر آب، مقاومت کمتری را در مقابل شرایط نامساعد محیطی از جمله تنش رطوبتی از خود بروز

جدول ۷: ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط آبیاری و دیم

ژنوتیپ		آبیاری					دیم				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
V1	رقم ۲۱	۳/۳۶b	۱۴/۸۷c	۳۱/۳۷c	۴۵/۲۹c	۶۵/۸۳d	۴/۵۶a	۱۵/۷۷b	۲۶/۹۴bc	۳۷/۲۲b	۴۹/۳۳b
V2	قدس	۴/۳۰a	۲۰/۶۲b	۴۱/۳۳a	۵۴/۰۴b	۷۴/۱۲bc	۴/۳۶a	۲۰/۸۸a	۳۲/۵۵ab	۴۸/۱۶a	۵۶/۱۱ab
V3	رحیم	۳/۷۰ab	۲۰/۹۱b	۳۳/۶۶bc	۵۸/۸۳b	۸۰/۶۲ab	۳/۷۳ab	۱۵/۸۸b	۲۴/۸۳c	۴۳/۸۸ab	۵۶/۸۳ab
V4	بزوستایا	۳/۸۵ab	۱۹/۵۴b	۳۷/۳۳ab	۵۵/۳۰b	۷۲/۰۰cd	۴/۵۸a	۱۶/۷۱ab	۲۶/۵۰bc	۴۸/۱۶a	۵۳/۸۳ab
V5	اکوا	۳/۷۷ab	۲۶/۵۰a	۴۱/۰۸a	۶۵/۶۶a	۸۴/۷۰a	۳/۲۱b	۲۰/۲۷ab	۳۷/۹۴a	۵۰/۸۳a	۶۲/۱۲a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند. تاریخ‌های نمونه‌برداری: S_1 (۱۵ اسفند)، S_2 (۴ اردیبهشت)، S_3 (۱۰ اردیبهشت)، S_4 (۲۶ اردیبهشت) و S_5 (۱۷ خرداد)

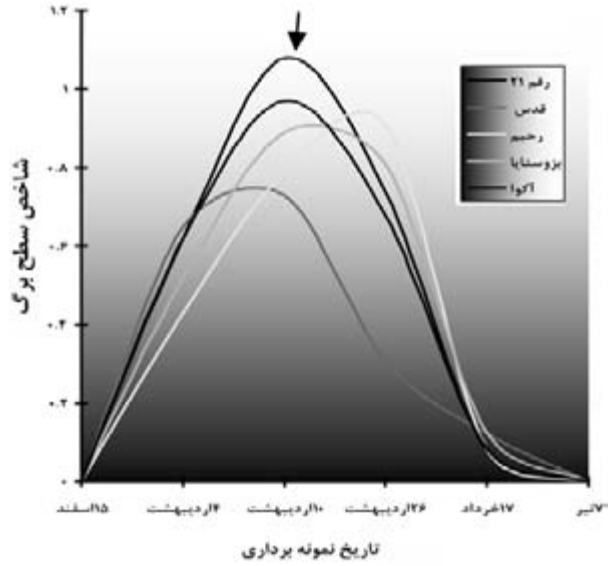
داد (جدول ۷). کمترین ارتفاع بوته در هر دو شرایط آبیاری و دیم در رقم ۲۱ مشاهده گردید (جدول ۷). بررسی روند تغییر ارتفاع این رقم در طول فصل رشد در شرایط آبیاری و دیم، حاکی ازآن بود که در مراحل ابتدایی فصل رشد، تفاوت ارتفاع این رقم با سایر ارقام معنی‌دار نبوده است، لیکن، از نمونه‌برداری دوم (مرحله رشد طویل شدن ساقه، مطابق با مرحلهٔ ۳۲ کد زیداکس و همکاران (۳۰)) تا گلدهی تفاوت ارتفاع این رقم با سایر ارقام معنی‌دار گردید (جدول ۷). نتایج اغلب پژوهش‌ها نشان داده است که تنش خشکی قبل از گلدهی گندم باعث کاهش ارتفاع بوته‌ها می‌گردد (۴، ۱۶ و ۲۳).

شاخص سطح برگ

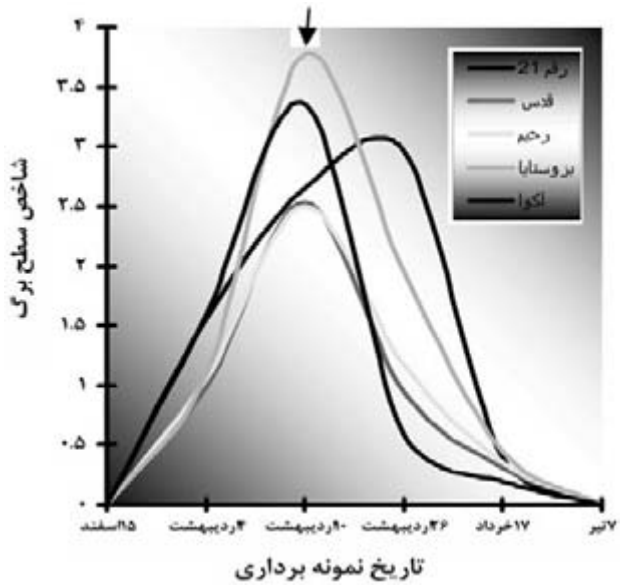
تفاوت شاخص سطح برگ بین ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آبیاری مطلوب تا قبل از مرحله گل‌شکفتگی [1] معنی‌دار نبود، ولی از این مرحله به بعد تا زمان رسیدگی، تفاوت معنی دار در بین ارقام مختلف مشاهده شد.

روند تغییرات شاخص سطح برگ برای تمامی ژنوتیپ‌ها در طول فصل رشد کم و بیش مشابه بود، بنحوی که ابتدا روند افزایشی داشت و در زمان گل شکفتگی به حداکثر میزان خود رسید و سپس روند کاهشی را تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک دنبال کرد (شکل ۱). روند مشابهی در ژنوتیپ‌های کاشته شده در شرایط دیم مشاهده گردید (شکل ۲). مطابق نتایج کربی و همکاران (۱۴) سطح برگ در بوته‌های جو زمانی به حداکثر رسید که برگ پرچم به حد رشد نهایی خود رسیده بود (پیدایش زبانک [1] مطابق با مرحله ی ۳۹ کد زیداکس و همکاران (۳۰)).

رایو و همکاران (۲۶) نیز دریافتند که شرایط دیم سبب کاهش شاخص سطح برگ گندم نسبت به حالت آبیاری مطلوب می‌گردد. شاخص سطح برگ بوته‌های رشد یافته در شرایط دیم تا مرحله پنجه‌زنی با بوته‌های رشد یافته در شرایط آبیاری مطلوب مشابه بود (جدول ۸). تنش ناشی از کمبود رطوبت قبل و بعد از گلدهی اثرهای متفاوتی را بر سطح برگ می‌گذارد (۳ و ۴). تنش خشکی پیش از گلدهی از راه کاهش اندازه سلول‌ها، گسترش برگ را محدود کرده



شکل ۱: شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری
(↓ نشاندهنده زمان گل شکفتگی است)



شکل ۲: شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم
(↓ نشاندهنده زمان گل شکفتگی است)

و ممکن است تغییر در شکل برگ را هم ایجاد کند (۲). این موضوع باعث دریافت کمتر نور توسط بوته‌ها می‌گردد(۲۲، ۳۱). در حالی که تنش رطوبتی بعد از گلدهی از طریق تسریع پیری برگ سبب کاهش شاخص سطح برگ می‌شود (۹). پژوهشگران تفاوت بین ارقام از لحاظ شاخص سطح

1. Anthesis

جدول ۸: شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌های گندم در شرایط آبیاری و دیم

ژنوتیپ	آبیاری				دیم			
	LAI1	LAI2	LAI3	LAI4	LAI1	LAI2	LAI3	LAI4
رقم ۲۱	۱/۸۵a	۳/۱۳a	۳/۵۰a	۰/۴۷a	۰/۸۱a	۱/۴۰a	۰/۹۶a	۰/۱۰a
قدس	۱/۱۶a	۲/۹۹a	۱/۱۱bc	۰/۳۷a	۰/۸۴a	۰/۹۵a	۰/۴۰a	۰/۱۶a
رحیم	۱/۲۴a	۲/۹۵a	۱/۳۸bc	۰/۴۲a	۰/۵۷a	۱/۰۳a	۱/۱۸a	۰/۱۰a
بزوستایا	۱/۲۹a	۴/۴۶a	۲/۳۱b	۰/۵۳a	۰/۶۷a	۱/۱۶a	۱/۰۵a	۰/۱۶a
اکوا	۱/۸۸a	۳/۹۸a	۰/۶۹c	۰/۲۴a	۰/۸۰a	۱/۲۷a	۱/۸۹a	۰/۱۱a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند.

$LAI_{1,2,...4}$: شاخص سطح برگ در طول فصل رشد . تاریخ‌های نمونه‌برداری: (۴ اردیبهشت)، (۱۰ اردیبهشت)، (۲۶ اردیبهشت) و (۱۷ خرداد)

برگ، درصد جذب نور فعال فتوسنتزی و تجمع ماده خشک در گندم (۲۵)، جو (۱۸) و تریتیکاله (۱۲) را گزارش کرده اند. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این پژوهش، این تفاوت معنی‌دار در مقدار سطح برگ در نمونه‌برداری سوم سطح برگ (۱۰ اردیبهشت) بیشتر مشهود بود (جدول ۸). از میان ارقام مورد مطالعه، رقم ۲۱ دارای بالاترین مقدار میانگین سطح برگ و ارقام بزوستایا، رحیم و قدس در مکان‌های بعدی قرار داشتند و در نهایت، رقم اکوا دارای کمترین میانگین مقدار سطح برگ بود (جدول ۸ و شکل ۱). در شرایط دیم، هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین ارقام از لحاظ سطح برگ در هیچ یک از نمونه‌برداری‌ها مشاهده نشد، هرچند همچنان رقم ۲۱ دارای بالاترین مقدار سطح برگ بود (جدول ۸ و شکل ۲).

افزایش در شاخص سطح برگ با کاهش تبخیر از سطح خاک همراه است (۴) و این امر می‌تواند افزایش مصرف آب در اثر افزایش سطح برگ را جبران کند (۳ و ۲۴). در کشاورزی مناطق خشک، تغییرهای به نسبت کوچک در شرایط محیطی ممکن است اثر مهمی در تولید زیست‌توده داشته باشد (۱۶). بنابراین به نظر می‌رسد، افزایش شاخص سطح برگ در شرایط دیم بتواند به افزایش تولید ماده خشک و کاهش اثرهای منفی ناشی از تنش رطوبتی منجر گردد (۳ و ۴).

کاربرد نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ در تمام نمونه برداری‌های طول فصل رشد در تیمار آبیاری مطلوب و دیم گردید (جدول ۹). در اواخر فصل رشد تمامی برگ‌ها زرد شدند، ریشک‌ها و سنبله‌ها رنگ سبز خود را (کلروفیل) تا حدودی حفظ کردند و این موضوع در سطوح بالاتر نیتروژن بیشتر مشهود بود. نتایج نشان داد که هر چه مقدار کود نیتروژن دار مصرفی افزایش یابد، شاخص سطح برگ تولیدی نیز در هر نمونه برداری افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در تیمار آبیاری در بالاترین سطوح کود نیتروژن دار مشاهده شد، بررسی نتایج آزمایش نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وجود ندارد، هرچند با تیمار N_2 (۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و N_1 (شاهد، بدون استفاده از کود) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۹).

در قطعه دیم بیشترین میانگین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار N_3 (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و کمترین آن مربوط به تیمار N_1 (شاهد) بود (جدول ۹). میزان تولید برگ در شرایط دیم در حالتی که کود نیتروژن‌دار افزوده شده بود، نسبت به تیمار شاهد، حداقل دو برابر گردید (جدول ۹). افزایش در سرعت رشد محصول (CGR) [2] که در اثر کاربرد کود نیتروژن دار حاصل می‌شود (۲ و ۴)، از راه افزایش در میزان سطح برگ یا افزایش در کارآیی مصرف نور ایجاد می‌گردد (۱۰ و ۱۷) و به دنبال آن، کارآیی مصرف آب نیز در نتیجه افزایش جذب تابش بهبود می‌یابد (۲، ۳ و ۴).

واکنش گیاهان به کمبود نیتروژن تا حدودی شبیه واکنش آنها به کمبود آب است (۳). در شرایط کمبود نیتروژن رشد ریشه ثابت می‌ماند و یا افزایش می‌یابد، ولی رشد برگ‌ها کم می‌شود (۱۱و ۲۸). در شرایط کمبود

1. Ligule 2. Crop growth rate

جدول ۹: شاخص سطح برگ گندم تحت تاثیر مقادیرنیتروژن در شرایط آبیاری و دیم در طول فصل رشد

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	شاخص سطح برگ			
	LAI1	LAI2	LAI3	LAI4
آبیاری				
۰	b۰/۹۲	b۲/۷۴	c۱/۱۷	a۰/۳۴
۵۰	ab۱/۴۰	b۲/۶۰	bc۱/۲۸	a۰/۳۷
۱۰۰	a۱/۸۰	b۳/۸۳	a۲/۴۳	a۰/۵۶
۱۵۰	a۱/۸۲	a۴/۸۲	a۲/۳۲	a۰/۳۵
دیم				
۰	b۰/۴۴	b۰/۵۹	b۰/۲۸	b۰/۰۵
۵۰	b۰/۶۷	a۱/۲۳	a۰/۶۶	a۰/۱۷
۱۰۰	a۱/۱۱	a۱/۶۶	a۱/۷۴	a۰/۲۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنـی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند.

$LAI_{1,2,...4}$: شاخص سطح برگ درطول فصل رشد. تاریخ‌های نمونه‌برداری: (۴ اردیبهشت)، (۱۰ اردیبهشت)، (۲۶ اردیبهشت) و (۱۷ خرداد)

جدول ۱۰: مقایسه میانگین وزن خشک کل گندم در سطوح نیتروژن در رژیم‌های رطوبتی آبیاری و دیم

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کل (گرم بر متر مربع)				
	TDW1	TDW2	TDW3	TDW4	TDW5
آبیاری					
۰	۴۴/۷۳a	۲۷۵/۰۴b	۴۹۶/۰c	۱۱۹۵/۰b	۲۱۰۹/۹c
۵۰	۴۶/۲۰a	۴۶۹/۷۷a	۸۷۶/۲b	۱۴۸۶/۱b	۲۸۱۰/۸bc
۱۰۰	۵۲/۸۰a	۶۲۳/۹۶a	۱۳۹۱/۷a	۲۲۰۵/۱a	۳۱۵۶/۶b
۱۵۰	۵۱/۸۰a	۶۰۶/۶۱a	۱۳۶۳/۷a	۲۳۶۰/۱a	۳۹۹۴/۹a
دیم					
۰	۷۳/۳۷b	۲۰۳/۰b	۴۵۴/۰c	۴۹۵/۰c	۶۶۹/۷c
۵۰	۸۷/۸۰b	۲۷۱/۰۳b	۶۹۹/۲b	۹۴۹/۱b	۲۲۲۱/۵b
۱۰۰	۱۵۲/۹۰a	۴۳۰/۴۷	۹۶۹/۲a	۱۳۳۹/۸a	۲۷۴۷/۳a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند.

TDW1, 2, 3, 4, 5: وزن خشک کل در مراحل مختلف نمونه برداری: (۱۵ اسفند)، (۴ اردیبهشت)، (۱۰ اردیبهشت)، (۲۶ اردیبهشت) و (۱۷ خرداد)

نیتروژن ، گیاهان ماده پروردهٔ کمتری را به برگ‌ها و بخش بیشتری را به ریشه‌ها اختصاص می‌دهند (۲، ۴، ۱۱ و ۲۸).

وزن خشک کل

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن تجمع زیست توده (ماده خشک کل) افزایش یافت (جدول۱۰). افزودن نیتروژن سبب افزایش تحمل گیاه در برابر اثر کاهنده تنش بر رشد و تجمع ماده خشک گردید. در قطعه آبیاری مطلوب بیشترین وزن خشک کل از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن از تیمار شاهد به دست آمد. به گونه ی مشابهی در شرایط تنش خشکی هم بیشترین وزن خشک کل از تیمار۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۱۰). افزودن کود نیتروژن دار سبب افزایش توان مقابله گیاه با تنش رطوبتی در شرایط دیم شده است. لاتری-سوکی و همکاران (۱۶) نیز در پژوهش خود روی گندم دوروم به این نتیجه رسیدند که تولید ماده خشک در شرایط تنش رطوبتی در صورت کاربرد کود نیتروژن دار افزایش می‌یابد. کمبود نیتروژن، سبب تحریک کاهش مقدار کلروفیل می‌شود (۱۳)، بنابراین، کمبود نیتروژن سبب کاهش شاخص سطح برگ و زیست توده گندم می‌شود (۱۳ و ۱۶). برعکس، افزایش فراهمی نیتروژن، با افزایش غلظت کلروفیل و شاخص سطح برگ همراه است که این موضوع سبب بهبود جذب نور و تولید زیست توده بیشتر می‌شود (۲، ۴ و ۱۳). در پژوهش‌های مختلف نشان داده شده که با کاربرد نیتروژن، ماده خشک کل در رژیم‌های گوناگون رطوبتی افزایش می‌یابد (۲و ۳).

عملکرد دانه

میانگین عملکرد دانه در شرایط دیم نسبت به آبیاری مطلوب کاهش معنی دار نشان داد (جدول ۱۲). تنش خشکی در قطعه دیم سبب کاهش عملکرد دانه، در مقایسه با شرایط مطلوب رطوبتی گردید. کاهش عملکرد دانه تحت تاثیر تنش رطوبتی توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است (۲ ،۹، ۲۰ و۲۲). در پژوهش حاضر، کاهش عملکرد دانه در تیمار دیم به ویژه، در ژنوتیپ‌های قدس و ۲۱، به دلیل مقاوم بودن ارقام به تنش خشکی بوده و این ارقام با داشتن اجزای عملکرد مطلوب از قبیل تعداد سنبلک در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه، عملکرد بیشتری را به خود اختصاص دادند (جدول ۱۱). رقم اکوا به علت داشتن کمترین اجزای عملکرد دانه و همچنین، کمترین میزان

جدول ۱۱: میانگین عملکرد بیولوژیک،عملکرد دانه و شاخص برداشت در ژنوتیپ های گندم در شرایط آبیاری و دیم

ژنوتیپ	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		شاخص برداشت دانه (درصد)	
	آبیاری	دیم	آبیاری	دیم	آبیاری	دیم
رقم ۲۱	۲۵۴۱۰a	۷۰۴۰b	۸۲۷۰ab	۲۱۵۰bc	۳۳ab	۳۰a
قدس	۲۵۶۱۰a	۹۷۰۰a	۹۴۰۰a	۲۵۷۰a	۳۷a	۲۷a
رحیم	۲۳۸۴۰a	۸۲۷۰b	۷۳۰۰bc	۱۸۸۰c	۳۰bc	۲۳b
بزوستا یا	۲۳۸۱۰a	۸۱۳۰b	۷۱۵۰bc	۲۳۳۰ab	۳۲ab	۲۷a
آکوا	۲۱۸۸۰a	۷۷۲۰b	۵۶۵۰c	۱۷۵۰c	۲۵c	۲۲b

میانگینهای دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر ویژگی ، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال۵٪ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند.

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و این نتیجه گواهی دیگر بر حساسیت این رقم به تنش رطوبتی می‌باشد. نکته قابل توجه، کاهش چشمگیر میانگین عملکرد دانه و اجزای عمکرد دانه این رقم در شرایط دیم، نسبت به آبیاری مطلوب، در تمامی اندازه‌گیری‌ها می‌باشد.

تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه در هر دو شرایط رطوبتی آبیاری مطلوب و تنش خشکی معنی‌دار بود و افزودن نیتروژن، بهبود عملکرد دانه را در هر دو شرایط رطوبتی به همراه داشت (جدول ۱۲). در هر دو رژیم رطوبتی افزودن نیتروژن با ازدیاد عملکرد بیولوژیک و بهبود شاخص برداشت همراه بود (جدول ۱۲). با افزایش سطوح نیتروژن، درصد پروتئین دانه در رژیم‌های رطوبتی آبیاری و دیم افزایش یافت (جدول ۱۳). افزایش درصد پروتئین دانه در سطوح بالای نیتروژن (۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط دیم) نسبت به سطوح پایین مصرف (۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شاهد) معنی‌دار گردید (جدول ۱۳).

بررسی نتایج دیگر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کودهای نیتروژن دار سبب افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین دانه می‌گردد، به ویژه هنگامی که میزان کود مصرفی به اندازه‌ای باشد که هم نیاز عملکردی و هم نیاز ساخت پروتئین را تامین نماید (۱۳).

به طور کلی، بهینه کردن میزان آب آبیاری و مصرف کود نیتروژن دار در مناطقی که تولید گندم به پتانسیل عملکرد خود نرسیده است مورد توجه پژوهش حاضر می‌باشد (۲ و ۴).

از آنجا که در پژوهش حاضر افزایش نیتروژن سبب بهبود اجزای عملکرد دانه گردید و این افزایش با ازدیاد عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همراه بود، بنابراین، ادامه پژوهش‌های مزرعه‌ای با هدف بهینه کردن مصرف نهاده‌ها و دستیابی به عملکرد مطلوب کمک شایان توجهی به بهبود تولید گندم خواهد کرد.

جدول ۱۲: میانگین عملکرد بیولوژیک،عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطوح نیتروژن در شرایط آبیاری و دیم

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	ویژگی		
	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت دانه (درصد)
آبیاری			
۰	۱۴۶۹۰c	۴۲۱۰c	۲۸b
۵۰	۲۰۷۵۰b	۶۶۷۰b	۳۲a
۱۰۰	۳۰۰۱۰a	۱۰۳۴۰a	۳۴a
۱۵۰	۳۰۲۰۰a	۸۹۹۰a	۳۰ab
دیم			
۰	۶۵۳۰b	۱۵۶۰b	۲۴b
۵۰	۸۶۶۰a	۲۴۳۰a	۲۸a
۱۰۰	۹۳۳۰a	۲۴۲۰a	۲۶ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر ویژگی ، اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ۵٪ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند.

جدول ۱۳: تاثیر سطوح نیتروژن بر درصد پروتئین دانهٔ ژنوتیپ های گندم در شرایط آبیاری و دیم

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	ژنوتیپ					میانگین
	رقم ۳۱	قدس	رحیم	بزوستایا	آکوا	
آبیاری						
۰	۹/۲Da	۸/۲Cb	۸/۴Cb	۹/۵Ba	۹/۳Ba	۸/۳ B
۵۰	۱۰/۲Ca	۹/۵Bb	۹/۱Bb	۱۰/۰Bb	۹/۷Bb	۹/۷ B
۱۰۰	۱۱/۳Ba	۱۰/۶Aa	۹/۶Bb	۱۱/۱Aa	۱۱/۱Aa	۱۰/۷ A
۱۵۰	۱۲/۳Aa	۱۱/۰Ab	۱۰/۸Ab	۱۱/۰Ab	۱۱/۴Ab	۱۱/۳ A
میانگین	۱۰/۷a	۹/۸a	۹/۵b	۱۰/۴a	۱۰/۴a	
دیم						
۰	۹/۵Ba	۸/۵Ba	۸/۵Ba	۸/۴Ba	۷/۴Cb	۸/۵B
۵۰	۱۱/۳Aa	۸/۵Bb	۸/۳Ba	۹/۰Ab	۹/۷Bb	۹/۴B
۱۰۰	۱۱/۵Aa	۹/۹Ac	۱۰/۰Ab	۱۰/۱Ab	۱۲/۲Aa	۱۰/۷A
میانگین	۱۰/۸a	۹/۰b	۸/۹b	۹/۱a	۹/۸a	

میانگینهای دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون و حروف مشترک کوچک در هر ردیف، اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال۵٪ درصد بر مبنای آزمون دانکن ندارند

منابع

۱- امام، ی. زراعت غلات. چاپ سوم. ۱۳۸۶. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ صفحه.

۲- امام، ی. و م. ج. ثقه الاسلامی. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی، فیزیولوژی و فرآیندها. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۹۳ صفحه.

۳- امام، ی و م. زواره. ۱۳۸۴. تحمل خشکی در گیاهان عالی (تحلیل های ژنتیکی، فیزیولوژیکی و زیست شناختی ملکولی). مرکز نشر دانشگاهی. ۱۸۶صفحه.

۴- امام و م. نیک نژاد. ۱۳۸۵. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. چاپ دوم. شیراز. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

۵- اهدایی، ب. ۱۳۷۲. «انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم». مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره علوم زراعی و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی. صفحه ۴۳.

۶ - اهدایی، ب. ۱۳۷۳. «تغییرات ژنتیکی برای ذخیره ساقه و انتقال آن به گندم در گندم بهاره تحت شرایط تنش خشکی انتهایی».در: مجموعه مقالات کلیدی پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، دانشکده کشاورزی. صفحه۱۸۱.

۷ - مبینی‌دهکردی، ع. ۱۳۸۲. «اعمال مدیریت تامین و تقاضای آب، راهکارهای مناسب برای رفع بحران و چالش‌های آب و آینده». فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی. شماره ۲، صفحات ۶۰-۵۴.

8-Austin, R.B., A.A. Ford, and C.L. Morgan. 1989. Genetic variation in photosynthesis. J. Agric. Sci. Camb.112: 287-294.

9-Blum, A., S. Ramaiah, E.T., Kansamasu, and G.M. Paulsen. 1990. Wheat recovery from drought stress at the tillering stage of development. Field Crops Res. 24: 67-85.

10-Brown, S.C., J.D.H. Keating, P.J. Gregory, and P.J.M. Cooper. 1987. Effects of fertilizer, variety and location on barley production under rainfed conditions in northern Syria. 1. Root and shoot growth. Field Crops Res. 16: 53-66.

11-Cooper, P.J.M., P.J. Gregory, D. Tully, and H.C. Harris. 1987. Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of West Asia and North Africa. Exp. Agric. Farming Syst. Ser. -5, 23: 113-158.

12-Czerednik, A., and E. Nalborczyk. 2001. Physiological factor affecting yield formation in the canopy of traditional and new morphotypes of triticale plant. Acta Physiol. Planta. (A.P.P.). 23: 53-68.

13-Johnson, V.A., and P.J. Mattern. 1987. Wheat, rye and triticale. In: R.A. Olsen, and K.J. Frey, (Eds.), Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomy improvements. Vol. 28, American Society of Agronomy Inc., Madison, WI, U, pp. 133-182.

14-Kirby, E.J.M., M. Appleyard, and G. Fellow. 1982. Effect of sowing date on the temperature response of leaf emergence and leaf size in barley. Plant Cell. Environ. 5: 477-484.

15-Kramer, P.J. 1983. Water Relation of Plant. New York. Academic. Press. pp. 342-415.

16-Latiri-Souki, K., S. Nortcliff, and D.W. Lawlor. 1998. Nitrogen fertilizer can increase dry matter production, grain yield and radiation and water use efficiencies of durum wheat under semi-arid conditions. Europ. J. Agron. 9: 21-34.

17-Lawlor, D.W. 1995. Photosynthesis, productivity and environment. J. Exp. Botany. 46: 1449-1461.

18-Legg, B.Y., W. Day, D.W. Lawlor, and K.J. Parkinson. 1979. The effect of drought on barley growth: Models and measurements showing the relative importance of leaf and photosynthetic rate. J. Agric. Sci. Camb. 92: 703-716.
19-Levitt, J. 1980. Responses of plant to environmental stresses. 2. Water, Radiation, Salt, and Other Stresses. Academic Press. New York.
20-Oleson, B.T. 1994. World wheat production, utilization and trade. P.1-11. In: W. Bushuk, and V.F. Rasper (eds.) *Wheat, Production, Properties and Quality*. Blackie Academic and Professional, London.
21-Pinstrup-Anderson, P., P.L. Eajul, M.W. Rosegrant. 1999. World food prospects: Critical issues for the early twenty-first century. International Food Policy Research Institute, Washington. D.C., October, 1999. Plant Stress Website (*www.plantstress.com*).
22-Pessarakli, M. 1995. Handbook of Plant and Crop Physiology. United States of America Publisher. 1004 pp.
23-Richards, R.A., G.J. Robertzke, A.G. Condon, and A.F. Van Herwarden. 2002. "Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop in temperate cereals". Crop Sci. 42: 111-121.
24-Ritche, J.T. 1983. Efficient water use in crop production: Discussion on the generality of relation between biomass production and evapotranspiration. In: H.M. Taylor., W.R. Jordan., and T.R. Sinclair, (eds.). Limitations to efficient water use in crop production. Americ. Soci. Agron., Medison, WI. pp, 29-43.
25-Robertson, M.J., and F. Gunta. 1994. Response of spring wheat exposed to pre-anthesis water stress. Aust. J. Agric. Res. 45: 19-35.
26-Royo, C., N. Apricio, R. Blanco, and D. Villegas. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. Europ. J. Agron. 20: 419-430.
27-Siani, H.D., and D. Aspinall. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat. Ann. Bot. 43: 623-633.
28-Shepherd, K.D., P.J.M. Cooper, A.J. Allan, D.S.H. Drennan. 1986. Growth water use and yield in barley in Mediterranean-type environments. J. Agric. Sci. Camb. 108: 365-378.
29-Taiz, L., and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology (2^{nd} ed.). Sinayer Associates, Inc., Publisher. Sunderland. Massachusetts/ 757 pp.
30-Zadoks, J.C., T.T. Chang, and C.F. Kanzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereal. Weed Res. 14: 415-421.
31-Zhou, R.B., L.P. Gv, and J.H. Zhou. 1992. Study on improvement of rice fruiting and its nutritions quality by intensifiying the late nitrogen nutrition. Plant Physiol. 28: 171-176.

Effect of nitrogen levels on grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*, L.) under irrigation and rainfed conditions

Y. Emam, S. Salimi Koochi, A. Shekoofa [1]

Abstract

Most areas under cultivation in Iran are located in arid and semiarid zones where water resources are limiting. This affects the grain yield and yield components of cereals. Nitrogen, as a key element in crop nutrition, has an important role in increasing crop yield and quality. It also enhances crop potential against environmental stresses such as drought. In order to study the effect of grain yield alleviation by nitrogen under drought stress conditions, a filed experiment was designed and conducted during 2004-2005 growing season at experimental farm of College of Agriculture Shiraz University. This research carried out in two individual parts (irrigated and rainfed) with factorial experiments and based on randomized complete block design with three replications. Treatments involved four levels of nitrogen (0, 50,100 and 150 kg/h) and five bread wheat cultivars "21" and Ghods genotype as "resistant" cultivars, Rahim with "medium resistance" and Bezostaya and Equa, as "sensitive" cultivars. The results showed that under water stress conditions, nitrogen enhanced, leaf area index and leaf area duration significantly. Increased leaf area and leaf area duration due to high levels of nitrogen, compared to control, resulted in significant increase in grain yield. Total dry matter was decreased by drought stress under rainfed conditions. In both moisture regimes, with increased nitrogen rate, dry matter production was increased and the negative effects of stress was alleviated. Ghods and 21 genotypes which appeared to have resistance to drought stress, with good yield components attained maximum grain yield and Equa had the minimum grain yield. Small difference between grain nitrogen content of genotypes was observed. Drought stress did not appear to affect nitrogen absorption under water stress conditions, although the mean grain nitrogen content was slightly lower under water stress conditions. Further research is recommended on sensitivity of Equa cultivar to drought stress and the possibility of using N fertilizer as a mean for alleviation of the adverse effects of drought stress on bread wheat yield.

Key words: Wheat (*Triticum aestivum)*, nitrogen, drought stress, genotype, yield and yield components.

1- Contribution from College of Agriculture, Shiraz University.