Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۷
۵۴۵-۵۳۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.883.1173

# واکنش گندم به شرایط قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد و سطوح نیتروژن در شرایط آب و هوایی اهواز

**زینب عنافجه[۱]، محمد بنایان اول[۲*]، پرویز رضوانی مقدم[۳]، سید بهرام اندرزیان[۴]**

۱. دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲. دانشیار گروه زراعت دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استاد گروه زراعت دانشگاه فردوسی مشهد
۴. عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

**تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۲۱**

**چکیده**

**به‌منظور بررسی واکنش گیاه گندم به شرایط قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد و سطوح نیتروژن، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا گردید. در این آزمایش قطع آبیاری در ۴ سطح (عدم قطع آبیاری، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) به‌عنوان عامل a در کرت‌های اصلی و نیتروژن از منبع اوره در سه سطح (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل b در کرت‌های فرعی موردبررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که سطوح متفاوت قطع آبیاری و نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد نیتروژن دانه و بقایا داشتند. سطوح آبیاری به طرز متفاوتی به نیتروژن واکنش نشان دادند و بین سطوح متفاوت آبیاری تفاوت معنی‌دار ازنظر تمامی صفات به‌جز عملکرد بیولوژیک وجود داشت. اثر افزایش نیتروژن نیز بر تمامی صفات معنی‌دار بود؛ اما اثر متقابل سطوح قطع آبیاری و سطوح متفاوت نیتروژن تنها بر روی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد نیتروژن دانه و بقایا تأثیر داشته و بالاترین مقادیر از تیمار تأمین آبیاری در تمام دوره رشد و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. هم‌چنین تجزیه رگرسیون صفات مورداندازه‌گیری شده نشان داد با افزایش نیتروژن مقدار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد نیتروژن دانه و بقایای تمامی رژیم‌های آبیاری افزایش می‌یابد. برش‌دهی اثر متقابل نیز روشن می‌سازد که عملکرد تمامی سطوح آبیاری و درصد نیتروژن دانه و بقایا به کاربرد سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن واکنش نشان دادند.**

***واژه‌های کلیدی*: تنش رطوبتی، نیتروژن دانه و بقایا، اجزای عملکرد.**

## مقدمه

کمبود آب اولین عامل محدودکننده تولید گندم در سطح جهان است. بر اساس برخی گزارش‌ها میانگین عملکرد گندم در دنیا ۳۰ تا ۶۰ درصد عملکرد قابل حصول است که دلیل اصلی آن کمبود آب است (Deng et al., 2003). کشور ایران نیز به دلیل قرار گرفتن در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان از نزولات آسمانی محدودی برخوردار است و بر اساس یک آمار کلی میزان بارندگی آن حدود یک‌سومِ میانگین بارندگی دنیا است (Faramarzi et al., 2010). آزمایشی در سال ۲۰۱۵ در مصر نشان داد که با افزایش تعداد دفعات آبیاری عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبلچه و وزن هزار دانه افزایش یافت (Abdelkhalek et al., 2015).

* نگارنده پاسخگو: محمد بنایان اول. پست الکترونیک: Banayan@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف و مؤثر در بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی است و به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین عناصر محدودکننده رشد گیاهان به شمار می‌آید. به همین منظور، کمبود این عنصر در اکثر بوم‌نظامهای زراعی از طریق مصرف انواع مختلفی از کودهای شیمیایی جبران می‌شود. برخی محققان نشان دادند که با افزایش میزان مصرف نیتروژن افزایش چشم‌گیری در عملکرد و اجزای عملکرد گندم و ذرت مشاهده می‌گردد (Abdelkhalek et al., 2015; Campillo et al., 2010; El-sherebny, 2003; Ganji et al., 2012; Soltani et al., 2013). نتایج یوسفی‌داز و همکاران (Yousefidaz et al., 2014) نشان داد که مدیریت مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد زیست‌توده و دانه گندم در گرده‌افشانی معنی‌دار بود و حداکثر عملکرد حاصله ۵۵۲۹/۹ کیلوگرم در هکتار بود که با مصرف ۷۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد.

بین آب قابل‌استفاده و نیتروژن همبستگی قابل‌توجهی وجود دارد، تنش خشکی و کمبود نیتروژن مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده هستند و طبق سناریوهای مختلف انجمن بین‌المللی تغییر اقلیم، کاهش در میزان بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق ازجمله مشکلات آینده کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک خواهد بود (Villegas et al., 2010). در مطالعه‌ای نشان داده شد که بالاترین عملکرد بیوماس در تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد گیاه و بیشترین سطح نیتروژن (۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) حاصل گردید (Karimpour et al., 2013). از طرفی در چندین مطالعه که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه و اجزای عملکرد شده بود، با افزایش میزان مصرف نیتروژن افزایش قابل‌توجهی در عملکرد و اجزای عملکرد گندم مشاهده گردید (Benin et al., 2012; Stanciu et al., 2008; Waraich and Ahmad, 2010). گزارش‌های پژوهشگران مختلف در رابطه با اثرات کود نیتروژن بر عملکرد غلات دانه‌ریز در شرایط تنش و بدون تنش تناقضاتی را نشان می‌دهد (Ercoli et al., 2008; Nasiri et al., 2008). به‌عنوان‌مثال، ارکول و همکاران (Ercoli et al., 2008) نشان دادند که با افزایش سطح تنش خشکی پس از گل‌دهی وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و عملکرد دانه گندم دوروم در سطوح اثرات تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه گندم دوروم در سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما مقدار کاهش این صفات با افزایش سطح کود نیتروژن افزایش نشان داد. در مقابل، نصیری و همکاران (Nasiri et al., 2008) گزارش کردند که کود نیتروژن بر شدت تنش خشکی پس از گل‌دهی تأثیر نداشت و عملکرد دانه در رژیم‌های آبیاری کامل و کم‌آبیاری تا سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. تنش خشکی جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها را کاهش داده اما غلظت نیتروژن دانه‌ها را افزایش می‌دهد و این افزایش به حساسیت بیشتر تجمع نشاسته در دانه در مقایسه با تجمع پروتئین در شرایط تنش خشکی نسبت داده می‌شود (Daniel and Triboi, 2002; Gooding et al.,2003). باوجود افزایش غلظت نیتروژن دانه در شرایط تنش خشکی، مقدار نیتروژن یا پروتئین دانه به دلیل کاهش وزن دانه کاهش می‌یابد. بنابراین، هدف از اجرای این آزمایش بررسی تأثیر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد و سطوح نیتروژن بر واکنش گندم در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعهٔ پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در شهر اهواز بر روی گیاه گندم رقم چمران یک اجرا گردید. این ایستگاه دارای عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ۱۸ متر ارتفاع از سطح دریا است. آمار هواشناسی و خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک محل آزمایش در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها در این آزمایش عبارت بودند از آبیاری در چهار سطح (عدم قطع آبیاری، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) که در کرت‌های اصلی و نیتروژن از منبع اوره در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم عمیق، دو دیسک عمود بر هم و تسطیح نهایی توسط لولر (ماله) بود. در هر کرت ۶ خط کشت در نظر گرفته شد که خطوط کشت سوم و چهارم به‌عنوان برداشت در نظر گرفته شدند. نیم متر از هر طرف

www.SID.ir

Archive of SID

طول نیز به‌عنوان حاشیه انتخاب گردید. بین هر دو کرت فرعی ۲ خط نکاشت و بین کرت‌های اصلی نیز ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت، کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم، کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود نیتروژن از منبع اوره مطابق توصیه‌های تحقیقاتی و بر اساس آزمون خاک استفاده شد. در طول فصل رشد کنترل علف‌های هرز با وجین دستی و مصرف علف‌کش آتلانتیس صورت گرفت.

پس از کامل شدن مراحل رشد و نمو بوته‌ها و رسیدن به مرحله رسیدگی دانه، برداشت در اواخر فروردین به‌صورت دستی از خطوط کشت سوم و چهارم با حذف نیم متر حاشیه از بالا و پایین کرت به مساحت یک مترمربع انجام گرفت. سپس بوته‌های برداشت‌شده جهت محاسبه عملکرد برای چند روز در شرایط انبار قرار داده شد. جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد از ده بوته در دو خط میانی هر کرت صفات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. جهت جلوگیری از تأثیر احتمالی بارندگی شلتر در نظر گرفته شد. هم‌چنین به‌منظور تعیین درصد نیتروژن اندام‌های هوایی و محاسبه کارایی جذب و مصرف نیتروژن، ابتدا نمونه‌های گیاهی آسیاب و پس از هضم با اسید سولفوریک و کاتالیزور، مقدار نیتروژن موجود در عصاره حاصل توسط روش کجلدال اندازه‌گیری شد (Ogg, 1960). کلیه تجزیه‌های آماری و محاسبات رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

**جدول ۱. آمار هواشناسی ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال ۹۴-۱۳۹۳**

**Table 1. Meteorological statistics of Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Center in 2014-2015**

| | | Month / ماه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | آبان November | آذر December | دی January | بهمن February | اسفند March | فروردین April |
| T max (°C) | حداکثر دما (°C) | 25.40 | 21.97 | 20.79 | 22.68 | 27.03 | 33.76 |
| T min (°C) | حداقل دما (°C) | 12.70 | 10.11 | 8.57 | 11.78 | 14.25 | 19.23 |
| T mean (°C) | میانگین دما (°C) | 18.40 | 15.38 | 13.97 | 16.77 | 20.33 | 26.15 |
| Precipitation (mm) | میزان بارندگی | 35.1 | 13.34 | 5.14 | 30.27 | 41.12 | 1.37 |

**جدول ۲. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک**

**Table 2. Physico- chemical analysis of the soil**

| بافت | هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) | شاخص واکنش | کربن آلی (درصد) | نیتروژن کل (درصد) | فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | عمق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| texture | EC | PH | %OC | %N | P (mg/kg) | K (mg/kg) | (cm) |
| silty loam | 2.04 | 7.68 | 0.84 | 0.08 | 35.05 | 463.9 | 0-30 |
| silty loam | 1.97 | 7.54 | 0 | 0 | 31 | 424.3 | 30-60 |

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد برای اثر متقابل سطوح متفاوت آبیاری در نیتروژن، برای صفات عملکرد بیولوژیک و دانه، درصد نیتروژن دانه و درصد نیتروژن بقایای گندم بود (جدول ۳)؛ اما برای صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه فقط ازنظر سطوح متفاوت آبیاری و نیتروژن تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مختلف گندم**

**Table 3. Analysis of variance for different traits of wheat**

| منابع تغییر Variation source | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean of squares | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد دانه Grain yield | عملکرد بیولوژیکی Biological yield | شاخص برداشت Harvest index | تعداد سنبله در مترمربع Spikes $m^{-2}$ |
| بلوک Block | 2 | 53.87$^{ns}$ | 10243.5$^{ns}$ | 1.49$^{ns}$ | 2210.11$^{ns}$ |
| رژیم‌های آبیاری Irrigation regimes | 3 | 15141.91$^{*}$ | 101379.92$^{ns}$ | 37.06$^{*}$ | 27837.29$^{*}$ |
| اشتباه a Ea | 6 | 3177.60 | 30781.56 | 3.96 | 3221.37 |
| نیتروژن Nitrogen | 2 | 78695.38$^{**}$ | 253696.99$^{**}$ | 213.00$^{*}$ | 30034.69$^{**}$ |
| سطح آبیاری× نیتروژن Irrigation regimes×Nitrogen | 6 | 19708.72$^{**}$ | 105254.09$^{**}$ | 1.46$^{ns}$ | 1136.51$^{ns}$ |
| اشتباه b Eb | 16 | 2233.18 | 11769.57 | 3.72 | 1389.76 |
| ضریب تغییرات (درصد) CV (%) | | *11.21* | *10.70* | *5.02* | *13.78* |

**جدول ۳. ادامه**

**Table 3. Continued**

| منابع تغییر Variation source | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean of squares | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد دانه در بوته Grains per plant | وزن هزار دانه 1000-grain weight(gr) | درصد نیتروژن دانه Grain nitrogen parcantage | درصد نیتروژن بقایا Residual nitrogen parcantage |
| بلوک Block | | 95.53$^{**}$ | 38.83$^{ns}$ | 0.00002575$^{ns}$ | 0.00005608$^{ns}$ |
| رژیم‌های آبیاری Irrigation regimes | 2 | 297.58$^{*}$ | 47.19$^{*}$ | 0.45095189$^{**}$ | 0.38089277$^{**}$ |
| اشتباه a Ea | 3 | 57.86 | 6./07 | 0.00000742 | 0.00001771 |
| نیتروژن Nitrogen | 6 | 168.44$^{**}$ | 203.15$^{**}$ | 0.19109258$^{**}$ | 0.18179175$^{**}$ |
| سطح آبیاری× نیتروژن Irrigation regimes×Nitrogen | 2 | 11.78$^{ns}$ | 6.61$^{ns}$ | 0.05411069$^{**}$ | 0.00276160$^{**}$ |
| اشتباه b Eb | 6 | 10.61 | 11.48 | 0.0000095 | 0.00002181 |
| ضریب تغییرات (درصد) CV (%) | | 8.07 | 8.26 | 0.14 | 0.28 |

$^{ns}$، $^{*}$ و $^{**}$ به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$ No significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

در شرایط قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی و بعدازآن، عملکرد دانه کاهش قابل‌توجهی را نسبت به شرایط بدون تنش داشته است (شکل ۱). وقوع تنش خشکی با افت شاخص برداشت همراه است (شکل ۲)، بدین معنا که سهم کمتری از کل زیست‌توده تولیدی در این حالت به دانه‌ها اختصاص می‌یابد. بنابراین، با توجه به کاهش عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در اثر تنش خشکی، کاهش عملکرد دانه منطقی است. کاهش شاخص برداشت در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط تنش خشکی بعد از گل‌دهی (شکل ۲) به کاهش دسترسی به مواد پرورده جاری طی دوره پر شدن دانه مربوط می‌شود و چون اثر متقابل نیتروژن و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و بیولوژیک و درصد نیترات دانه و بقایا معنی‌دار بود، می‌توان گفت که سطوح آبیاری به طرز متفاوتی به نیتروژن واکنش نشان دادند. این تفاوت ممکن است به علت تابع واکنش متفاوت باشد و یا ممکن است تابع واکنش یکسان ولی ضرایب رگرسیون متفاوت باشد. بررسی نمودار پراکنش داده‌ها (عملکرد دانه) در مقابل نیتروژن نشان می‌دهد که واکنش به نیتروژن حالت خطی دارد و می‌توان از یک معادله رگرسیون ساده خطی (y=a+bx) استفاده نمود. نتایج تجزیه رگرسیون در جدول ۶ آورده شده است. هم‌چنین، همان‌گونه که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود اثرات متقابل سطوح متفاوت آبیاری در نیتروژن بر عملکرد دانه گندم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد از تیمار عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. از دلایل دیگر کاهش عملکرد دانه می‌توان به کاهش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در بوته اشاره کرد که در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است.

قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه باعث کاهش وزن هزار دانه (۱۳ درصد) (شکل ۵) و درنهایت عملکرد دانه گندم در مقایسه با تیمار شاهد (۱۲ درصد) شد. از طرفی قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی باعث کاهش طول این دوره و در مراحل بعدی نمو موجب تسریع پیری و کاهش دوره پر شدن دانه می‌شود. محققین دیگر نیز به نتایج مشابهی رسیدند (Ghanbari and Tavassoli, 2013; Karimpoor et al., 2013). در تحقیق عبدالخالق و همکاران (Abdelkhalek et al., 2015) اثر متقابل افزایش تعداد دفعات آبیاری و افزایش سطح کود نیتروژن بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد تأثیر چشم‌گیری داشته است و با افزایش این دو عامل افزایش قابل‌توجهی در عملکرد و اجزای عملکرد گندم مشاهده شد. در مطالعه بی‌بی و همکاران (Bibi et al., 2015) نیز اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه معنی‌دار بود و با افزایش میزان آبیاری و کود نیتروژن، عملکرد دانه و وزن هزار دانه افزایش یافت.

**جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مختلف گندم**

**Table 4. Mean comparison for different traits of wheat**

| تیمار<br>Treatment | عملکرد دانه (گرم در مترمربع)<br>Grain yield (gr $m^{-2}$) | عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)<br>Biological yield (gr $m^{-2}$) | شاخص برداشت<br>Harvest index | تعداد سنبله در مترمربع<br>Spikes per $m^2$ |
|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | 474.09 $^{a}$ | 1136.00 $^{a}$ | 41.73 $^{a}$ | 331.11 $^{a}$ |
| $I_2$ | 417.51 $^{bc}$ | 974.10 $^{bc}$ | 42.86 $^{bc}$ | 250.33 $^{b}$ |
| $I_3$ | 373.50 $^{c}$ | 889.63 $^{c}$ | 41.98 $^{c}$ | 203.44 $^{c}$ |
| $I_4$ | 421.31 $^{b}$ | 1057.01 $^{ab}$ | 39.85 $^{ab}$ | 297.00 $^{a}$ |
| $N_1$ | 331.97 $^{c}$ | 846.83 $^{b}$ | 39.20 $^{c}$ | 214.83 $^{b}$ |
| $N_2$ | 443.78 $^{b}$ | 1086.18 $^{a}$ | 40.86 $^{b}$ | 284.83 $^{a}$ |
| $N_3$ | 489.36 $^{a}$ | 1109.54 $^{a}$ | 44.10 $^{a}$ | 311.75 $^{a}$ |
| $I_1N_1$ | 434.13 $^{bcd}$ | 1031.63 $^{ef}$ | - | - |
| $I_1N_2$ | 505.38 $^{ab}$ | 1256.81 $^{ab}$ | - | - |
| $I_1N_3$ | 548.48 $^{a}$ | 1336.22 $^{a}$ | - | - |
| $I_2N_1$ | 327.46 $^{ef}$ | 966.03 $^{fg}$ | - | - |
| $I_2N_2$ | 400.17 $^{de}$ | 1086.35 $^{de}$ | - | - |
| $I_2N_3$ | 441.57 $^{bcd}$ | 1119.93 $^{cd}$ | - | - |
| $I_3N_1$ | 296.24 $^{f}$ | 871.58 $^{h}$ | - | - |
| $I_3N_2$ | 392.20 $^{de}$ | 960.00 $^{fg}$ | - | - |
| $I_3N_3$ | 406.61 $^{cd}$ | 937.30$^{gh}$ | - | - |
| $I_4N_1$ | 210.06 $^{g}$ | 1006.24 $^{efg}$ | - | - |
| $I_4N_2$ | 477038 $^{abc}$ | 1178.80 $^{bc}$ | - | - |
| $I_4N_3$ | 477.43 $^{abc}$ | 1282.64 $^{a}$ | - | - |

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۴. ادامه**

**Table 4. Continued**

| تیمار Treatment | تعداد دانه در بوته Grains per plant | وزن هزار دانه 1000-Grain weight (gr) | درصد نیتروژن دانه Grain nitrogen percentage | درصد نیتروژن بقایا Residual nitrogen percentage |
|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | 46.22 a | 43.89 a | 2.015 c | 1.47 c |
| $I_2$ | 38.44 b | 38.31 b | 2.129 b | 1.65 b |
| $I_3$ | 33.22 c | 40.68 ab | 2.007 d | 1.65 b |
| $I_4$ | 43.56 a | 41.23 ab | 2.480 a | 1.96 a |
| $N_1$ | 36.25 b | 36.48 b | 2.08 c | 1.56 c |
| $N_2$ | 41.25 a | 42.10 a | 2.09 b | 1.69 b |
| $N_3$ | 43.58 a | 44.50 a | 2.30 a | 1.80 a |
| $I_1N_1$ | - | - | 1.82 l | 1.31 l |
| $I_1N_2$ | - | - | 1.87 k | 1.48 k |
| $I_1N_3$ | - | - | 2.35 d | 1.61 h |
| $I_2N_1$ | - | - | 2.04 h | 1.51 j |
| $I_2N_2$ | - | - | 2.14 g | 1.66 f |
| $I_2N_3$ | - | - | 2.19 e | 1.76 e |
| $I_3N_1$ | - | - | 1.87 j | 1.57 i |
| $I_3N_2$ | - | - | 1.99 i | 1.63 g |
| $I_3N_3$ | - | - | 2.15 f | 1.74 e |
| $I_4N_1$ | - | - | 2.42 c | 1.82 c |
| $I_4N_2$ | - | - | 2.46 b | 1.98 b |
| $I_4N_3$ | - | - | 2.56 a | 2.08 a |

$I_1$: عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد؛ $I_2$: قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن؛ $I_3$: قطع آبیاری در مرحله گلدهی؛ $I_4$: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه؛ $N_1$: عدم کاربرد نیتروژن؛ $N_2$: کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن؛ $N_3$: کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن.

$I_1$: Full irrigation; $I_2$: Cutting off irrigation at stem elongation stage; $I_3$: Cutting off irrigation at anthesis stage; $I_4$: Cutting off Irrigation at grain filling stage; $N_1$: 0 kg ha$^{-1}$ N; $N_2$: 100 kg ha$^{-1}$ N; $N_3$: 200 kg ha$^{-1}$ N.

هم‌چنین از جدول برش‌دهی اثر متقابل (جدول ۵) چنین برمی‌آید که ازنظر عملکرد دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن و پر شدن دانه بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود دارد، اما عملکرد دانه تیمار عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد گیاه و قطع آب در مرحله گلدهی به کاربرد سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن واکنش نشان نداد. در مورد سطوح مختلف نیتروژن چون عامل تراکم کمّی است، استفاده از مقایسه میانگین (جدول ۴) به‌تنهایی تفسیر صحیح و واقعی از داده‌ها ارائه نمی‌دهد. لذا بعد از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین، از رگرسیون استفاده شد و منحنی واکنش عملکرد سطوح آبیاری به سطوح مختلف نیتروژن ترسیم شد (شکل ۱). این شکل متوسط عملکرد حاصله از هرکدام از سطوح کود نیتروژن را نشان می‌دهد. با افزایش مقدار کود نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد به‌طور خطی افزایش‌یافته است و یک مدل رگرسیون ساده خطی (درجه‌یک) به‌خوبی از بین نقاط عبور نموده است. با توجه به جدول تجزیه رگرسیون (جدول ۶)، تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه از میزان شیب (b) بیشتری برخوردار است؛ به‌عبارت‌دیگر b میزان افزایش در عملکرد دانه به ازای هر واحد افزایش در میزان نیتروژن را نشان می‌دهد. با افزایش نیتروژن، عملکرد دانه تمامی سطوح آبیاری افزایش می‌یابد، ولی تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه از افزایش نیتروژن سود بیشتری می‌برد و واکنش‌پذیری عملکرد این تیمار بیشتر است.

در دامنه مقادیر کودی به‌کاررفته در آزمایش یعنی از صفر تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد گندم در شرایط آزمایش به‌طور خطی و معنی‌دار، افزایش یافته است و شیب‌خط رگرسیون برای تیمار عدم قطع در طول دوره رشد، قطع آبیاری در مراحل ساقه رفتن، گلدهی و پر شدن دانه به ترتیب ۰/۰۴۷، ۰/۱۵۵، ۰/۱۶۰ و ۰/۴۷۹ تن در هکتار یا به‌عبارت‌دیگر ۴۷، ۱۵۵، ۱۶۰ و ۴۷۹ کیلوگرم در هکتار به ازای هر کیلوگرم کود نیتروژن است. به‌طورکلی با افزایش میزان نیتروژن عملکرد دانه روند افزایشی داشت و با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

دانه حاصل گردید. نتایج ارائه‌شده توسط محققین دیگر نیز حاکی از افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش فراهمی نیتروژن است (Benin et al., 2012; Tadayon et al., 2012; Tavakoli and Mahdavi Moghadam., 2012; Karimpour et al., 2013).

**جدول ۵. برش‌دهی اثر متقابل: میانگین مربعات سطوح مختلف نیتروژن در هر سطح آبیاری**

**Table 5. Interaction slicing: Mean of squares for different nitrogen levels at any irrigation regime**

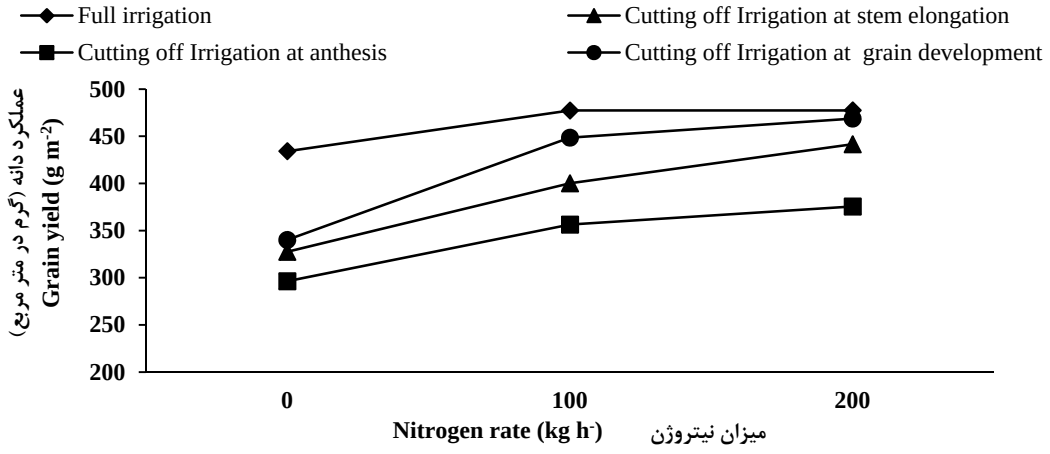
| رژیم‌های آبیاری Irrigation regimes | درجه آزادی df | عملکرد دانه Grain yield | عملکرد بیولوژیک Biological yield | درصد نیتروژن دانه Grain nitrogen percentage | درصد نیتروژن بقایا Residual nitrogen percentage |
|---|---|---|---|---|---|
| **I1** | 2 | $98.84^{ns}$ | $27460^{ns}$ | $0.260430^{***}$ | $0.068187^{***}$ |
| **I2** | 2 | $29913^{***}$ | $40208^{ns}$ | $0.018327^{***}$ | $0.047600^{***}$ |
| **I3** | 2 | $6008.10^{ns}$ | $40531^{ns}$ | $0.058327^{***}$ | $0.022748^{***}$ |
| **I4** | 2 | $101802^{***}$ | $461260^{***}$ | $0.015945^{***}$ | $0.051541^{***}$ |

$^{ns}$، $^{*}$ و $^{**}$ به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$ No significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

$I_1$: عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد؛ $I_2$: قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن؛ $I_3$: قطع آبیاری در مرحله گلدهی؛ $I_4$: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه.

$I_1$: Full irrigation; $I_2$: Cutting off irrigation at stem elongation stage; $I_3$: Cutting off irrigation at anthesis stage; $I_4$: Cutting off Irrigation at grain filling stage.




**شکل ۱. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر عملکرد دانه گندم**

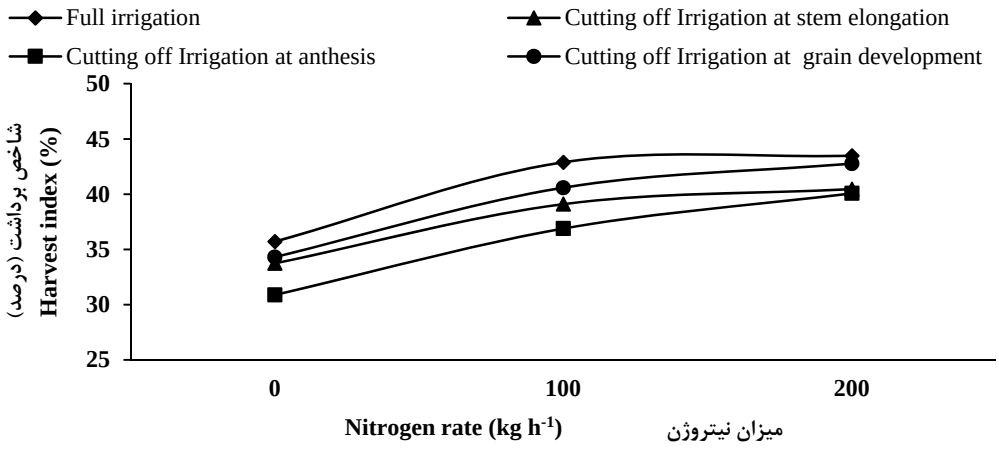
**Fig. 1. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat grain yield.**

اثرات متقابل سطوح متفاوت آبیاری و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک گندم در سطح احتمال خطای پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳) و در شرایط تنش خشکی، کاهش فتوسنتز جاری گیاه باعث کاهش کل زیست‌توده تولیدی می‌گردد. هم‌چنین برش‌دهی اثر متقابل (جدول ۵) روشن می‌سازد که در تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود دارد. درحالی‌که در تیمارهای تأمین آب لازم گیاه در تمامی مراحل، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن و گلدهی بین سطوح مختلف نیتروژن ازنظر تأثیر بر عملکرد بیولوژیک تفاوتی نبود. به عبارت بهتر، عملکرد این تیمارها به کاربرد سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن واکنش

www.SID.ir

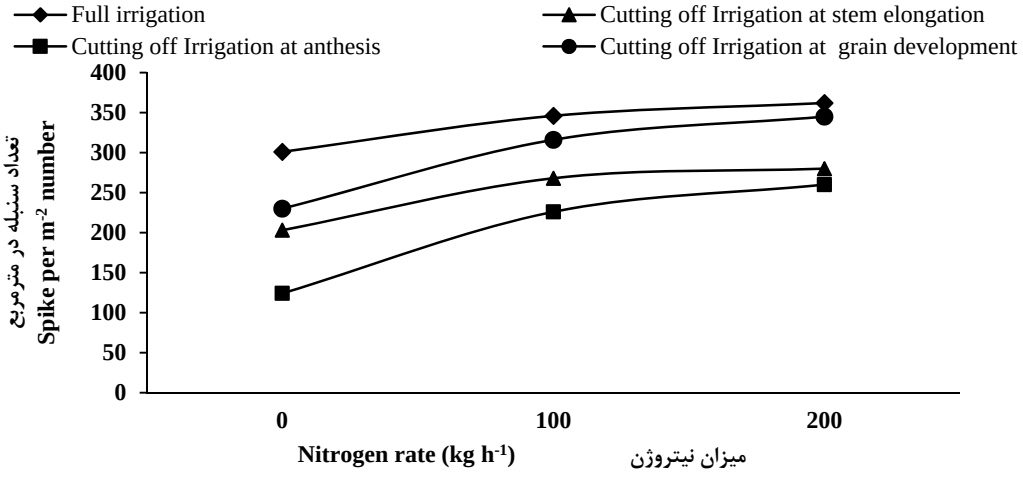
Archive of SID

نشان نداد. لذا نتیجه برش‌دهی در جدول ۴ برای این تراکم‌ها کاملاً واضح است. از سویی با توجه به ضریب b جدول تجزیه رگرسیون (جدول ۶) مشخص شد که میزان افزایش در عملکرد بیولوژیک به ازای هر واحد افزایش در میزان نیتروژن در تیمار عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد مشهودتر و ملموس‌تر از سایر سطوح است. تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع توانسته استفاده بهینه‌تری از شرایط محیطی ازجمله نور، آب و مواد غذایی و ... داشته باشد و کمترین تراکم سطح یعنی عدم کاربرد نیتروژن به دلیل اینکه بوته‌ها نتوانستند سطح زمین را به‌طور کامل بپوشانند قادر به استفاده کامل از منابع محیطی در دسترس نشدند (شکل ۶). ازنظر صفات درصد نیتروژن دانه و بقایا همان‌طور که جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد، این صفات تحت تأثیر اثرات متقابل سطوح آبیاری و سطوح نیتروژن قرار گرفته است و برش‌دهی اثر متقابل (جدول ۵) روشن می‌سازد که در تمامی سطوح آبیاری بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود دارد. درواقع عملکرد تمامی سطوح آبیاری به کاربرد سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن واکنش نشان داد. جدول تجزیه رگرسیون (جدول ۶) نشان می‌دهد که درصد نیتروژن دانه و بقایا در تیمار عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد به ازای هر واحد افزایش در میزان نیتروژن، افزایش بیشتری از خود نشان می‌دهد. محتوی نیتروژن اندام هوایی گندم با افزایش فراهمی نیتروژن افزایش یافت و در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به بالاترین حد رسید (شکل ۷ و ۸).




**شکل ۲. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت گندم**

**Fig. 2. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat harvest index**

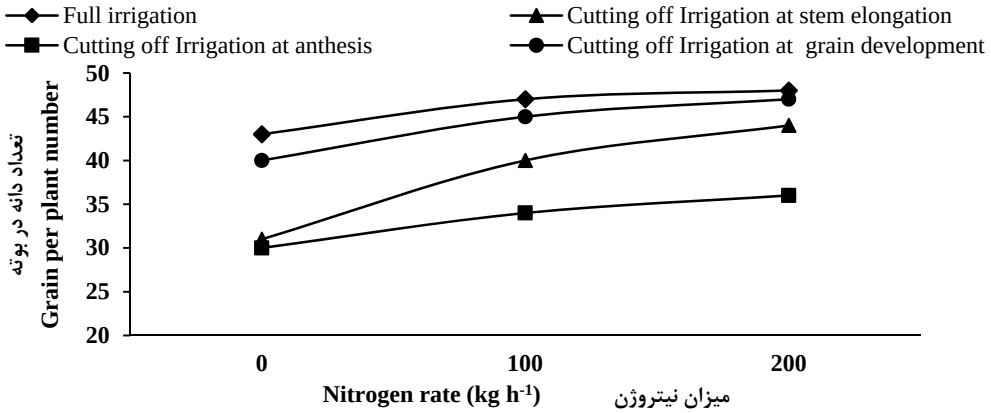



**شکل ۳. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر تعداد سنبله در مترمربع گندم**

**Fig.3. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat spikes per $m^2$**

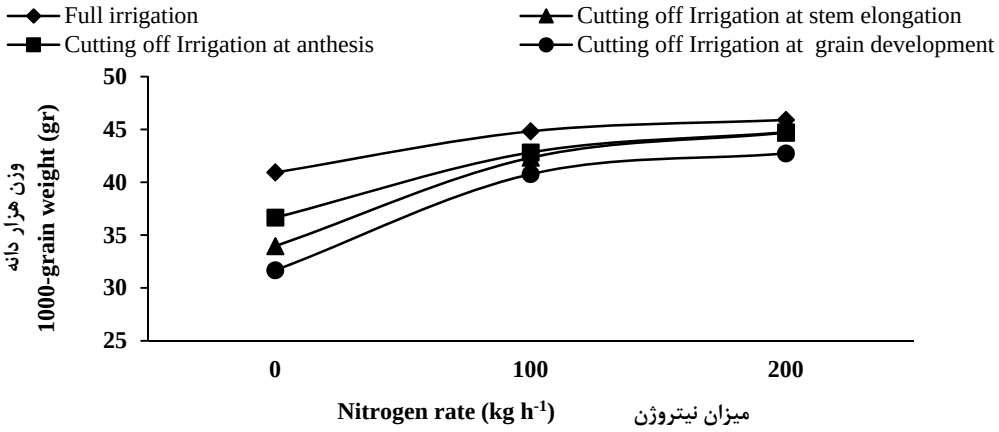
www.SID.ir

Archive of SID



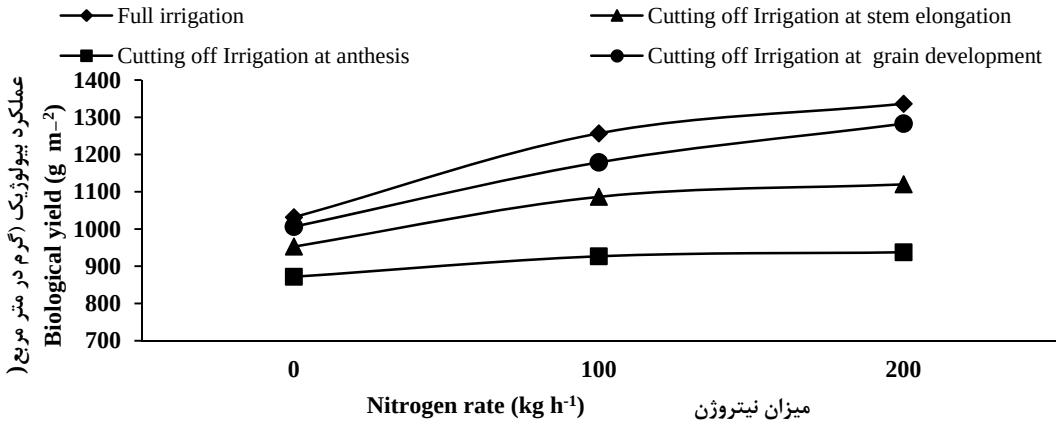

**شکل ۴. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر تعداد دانه در بوته گندم**

**Fig. 4. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat grains per plant**




**شکل ۵. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر وزن هزار دانه گندم**

**Fig. 5. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat 1000-grain weight**

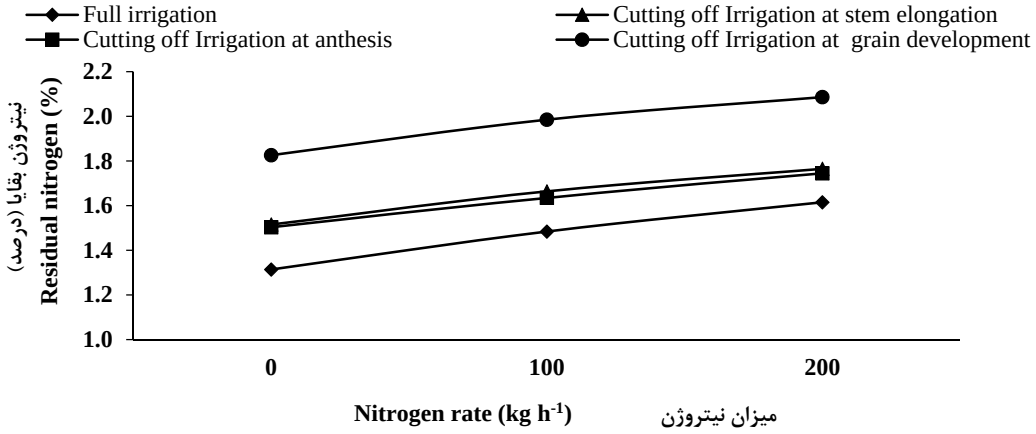



**شکل ۶. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر عملکرد بیولوژیک گندم**

**Fig. 6. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat biological yield**

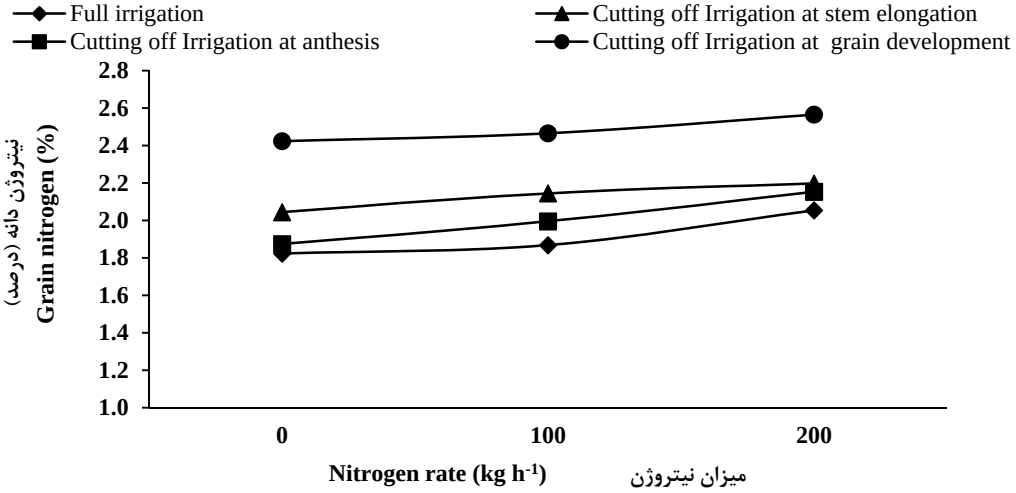
www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۷. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر درصد نیتروژن بقایای گندم**

**Fig. 7. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat residual nitrogen percentage**




**شکل ۸. اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر درصد نیتروژن دانه گندم**

**Fig. 8. Effect of different irrigation regimes and nitrogen levels on wheat grain nitrogen percentage.**

## نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی سطوح متفاوت آبیاری و نیتروژن تأثیر چشم‌گیری بر روی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد نیتروژن دانه و بقایا داشتند. در شرایط قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی و بعدازآن، عملکرد دانه کاهش قابل‌توجهی را نسبت به شرایط بدون تنش داشته است؛ که به علت کاهش عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت (ناشی از کاهش دسترسی به مواد پرورده جاری طی دوره پر شدن دانه) در اثر تنش خشکی است. هم‌چنین قطع آبیاری در مرحله گلدهی باعث کاهش طول این دوره و در مراحل بعدی نمو موجب تسریع پیری و کاهش دوره پر شدن دانه شد. با افزایش نیتروژن، عملکرد دانه تمامی سطوح آبیاری افزایش می‌یابد، ولی تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه از افزایش نیتروژن سود بیشتری می‌برد و واکنش‌پذیری عملکرد این تیمار بیشتر است. با توجه به تجزیه رگرسیون به ازای هر واحد افزایش در میزان نیتروژن، درصد نیتروژن دانه و بقایا در تیمار عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد، افزایش بیشتری از خود نشان داد.

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۶. نتایج تجزیه رگرسیون: تأثیر نیتروژن بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد نیتروژن دانه و درصد نیتروژن بقایای گندم در سطوح مختلف آبیاری**

**Table 6. Regression analysis results: Effect of nitrogen on grain yield, biological yield, nitrogen percentage of grain and residues at different irrigation levels**

| رژیم‌های آبیاری | عملکرد دانه Grain yield | | | عملکرد بیولوژیک Biological yield | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Irrigation regimes | $R^2$ | b±se | a±se | $R^2$ | b±se | a±se |
| عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد Full irrigatin | 0.74 | 0.047±0.028 | 6.09±0.036 | 0.93 | 152.29±42.077 | 1055.92±54.32 |
| قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن Irrigation cease at stem elongation | 0.97 | 0.155±0.028 | 5.79±0.036 | 0.90 | 76.950±25.043 | 980.48±32.33 |
| قطع آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation cease at anthesis | 0.85 | 0.160±0.067 | 5.72±0.297 | 0.51 | 32.86±32.080 | 890.10±41.41 |
| قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه Irrigation cease at grain filling | 0.81 | 0.479±0.230 | 5.48±0.387 | 0.98 | 138.20±19.833 | 1017.69±25.60 |

**جدول ۶. ادامه**

**Table 6. Continued**

| رژیم‌های آبیاری | درصد نیتروژن دانه Grain nitrogen percentage | | | درصد نیتروژن بقایا Residual nitrogen percentage | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Irrigation regimes | $R^2$ | b±se | a±se | $R^2$ | b±se | a±se |
| عدم قطع آبیاری در طول دوره رشد Full irrigatin | 0.82 | 0.128±0.059 | 0.565±0.077 | 0.99 | 0.103±0.011 | 0.279±0.014 |
| قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن Irrigation cease at stem elongation | 0.96 | 0.036±0.007 | 0.718±0.009 | 0.98 | 0.076±0.010 | 0.421±0.013 |
| قطع آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation cease at anthesis | 0.99 | 0.069±0.004 | 0.625±0.005 | 0.98 | 0.051±0.007 | 0.448±0.01 |
| قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه Irrigation cease at grain filling | 0.95 | 0.028±0.006 | 0.881±0.008 | 0.98 | 0.066±0.009 | 0.607±0.01 |

## منابع


Abdelkhalek, A.A., Darwesh, R.Kh., Mona El-Mansoury, A.M., 2015.Response of some wheat varieties to irrigation and nitrogen fertilization using ammonia gas in North Nile Delta region. Annals of Agricultural Science. 60(2), 245–256.

Abdelraouf, R.E., El Habasha, S.F., Taha, M.H., Refaie, K.M., 2013. Effect of irrigation water requirement and fertigation levels on growth, yield and water use efficiency in wheat. Middle-East Journal of Science Research. 16 (4), 441-450.

Benin,G., Bornhofen, E., Beche, E., Pagliosa, E., da Silva, C., Pinnow, C., 2012. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. Journal of Acta Scientiarum Agronomy. 34(3), 275-283.

Bibi, S., Hasan, A.U., Murtaza, G., Ehsanollah, 2015. Optimal supply of water and nitrogen improves grain yield, water use efficiency and crop nitrogen recovery in wheat. International Journal of Agriculture and Biology. 18, 245-256.

Campillo, R., Jobet, C., Undurraga, P., 2010. Effects of nitrogen on productivity, grain quality, and optimal nitrogen rates in winter wheat Cv. Kumpa-Inia in Andisols of Southern Chile. Chilean. Journal of Agricultural Research. 70(1), 122-131.

Daniel, C., Triboi,E., 2002. Changes in wheat protein aggregation during grain development: effects of temperatures and water stress. European Journal of Agronomy. 16, 1–12.


www.SID.ir

Archive of SID

Deng, X.P., Shan, L., Kang, S.Z., Shinobu, I., 2003. Improvement of wheat water use efficiency in semiarid area of China. Agricultural Science China. 2, 35-44.

El-Sherbeny, T.M.S., 2003. Effect of some treated plant residues applied to new reclaimed sandy soil on productivity of some crops using nuclear techniques. M.Sc. Thesis, Faculty Agriculture. Moshtohor, Zagazig University, Egypt.

Ercoli, L., Lulli, L., Mariotti, M., Masoni,A., Arduini,I., 2008. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. European Journal of Agronomy. 28, 138–147.

Faramarzi, M., Yang, H., Schulin, R., Abbaspoura, K.C., 2010. Modeling wheat yield and crop water productivity in Iran: Implications of agricultural water management for wheat production. Agric. Water Manage. 97, 1861–1875.

Ganji Arjenaki, F., Jabbari, R., Morshedi, A., 2012.Evaluation of Drought Stress on Relative Water Content, Chlorophyll Content and Mineral Elements of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. International Journal of Agriculture and Crop Science. 4(11), 726-729.

Ghanbari, A., Tavassoli, A., 2013. Evaluation of wheat yield in water and nitrogen limited condition. Technology Journal Engine and App Science. 3(20), 2702-2705.

Gooding, M.J., Ellist, R.H., Shewry,P.R., Schofield, J.D., 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Science. 37, 295–309.

Karimpour, M., Siosemardeh, A., Fateh, H., Badakhshan, H., Heidari, Gh., 2013. Effects of Nitrogen fertilizer on yield and some physiological characteristics on two drought resistance and susceptible wheat (*Tritticum aestivum* L.) cultivars in response to water stress. International Journal of Farm and Ally Science. 2(12), 311-324.

Nasiri, Y., Shakiba, M.R., Alyari, H., Valizadeh,M., Dabagh Mohammadi-nasab,A., 2008. Influence of post pollination water deficit stress and nitrogen on yield, yield components and grain protein content of barley (cv. Valfajr). Agricultural Sciences. 18(4), 143-153. [In Persian with English Summary].

Ogg, C.L., 1960. Determination of nitrogen by the micro-Kjeldahl method. Journal of the Association of official Analytical Chemists. 43, 689-693.

Salem, M.A., 2005. Effect of nitrogen rates and irrigation regimes on yield and components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under newly reclaimed land conditions. Journal of Agricultural Science. 30(17), 6481-6490.

Soltani, A., Torabi, B., Galeshi, S., Zeinali, E., 2010. Analyzing Wheat yield constraints in Gorgan with comparative performance analysis (CPA) method. Research Report. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. [In Persian with English Summary].

Soltani, A., Waismoradi, A., Heidari, M., Rahmat, H., 2013. Effect of Water Deficit Stress and Nitrogen on Yield and Compatibility Metabolites on Two Medium Maturity Corn Cultivars. International Journal Agricultural Crop Science. 5(7), 737-740.

Stanciu, G., Neacsu, A. 2008. Effects of genotype, nitrogen fertilizer and water stress on mixing parameters in wheat (*Triticum aestivum* L.). Romanian Agricultural Research. 25, 29-35.

Tadayon, M.R., Ebrahimi, R., Tadayyon, A., 2012. Increased water productivity of wheat under supplemental irrigation and nitrogen application in a semi-arid region. Journal of Agriculture Sciences Technology. 14, 995-1003.

Tavakoli, A., Mahdavi Moghadam, M., 2012. Optimization of deficit irrigation and nitrogen rates on bread irrigated wheat at northwest of Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4(22), 1681-1687.

Triboi, E., Martre, P. Girousse, C., Ravel C., Triboi-Blondel, A.M., 2006. Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. European Journal of Agronomy. 25, 108–118.

Villegas, D., Casadesus, J., Atienza, S.G., Martos, V., Maalouf, F., Karam, F., Aranjuelo, I,. Nogues, S., 2010. Tritordeum, wheat and triticale yield components under multi-local

www.SID.ir

Archive of SID

Mediterranean drought conditions. Field Crops Research. 116, 68–74.

Waraich, E., Ahmad, R., 2010. Physiological responses to water stress and nitrogen management in wheat (*Triticum aestivum L.*) evaluation of gas exchange, water relations and water use efficiency. Fourteenth International Water Technology Conference (IWTC). Cairo, Egypt.

Yousefidaz, M., Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., 2014.Optimization of the nitrogen fertilizer management of wheat in Gorgan: Rate and time of nitrogen application. Electronic Journal of Crop Production. 7(4), 81-102. [In Persian with English Summary].

www.SID.ir