

## Effects of nitrogen rate and supplemental irrigation time on yield and agro-morphological traits of spring wheat

Hossein Vaziri<sup>1</sup>, Mohamadreza Dadashi<sup>\*1</sup>, Hossein Ajamnoroz<sup>1</sup>, Afshin Soltani<sup>1,2</sup>,  
Saeed Yarahmadi<sup>1,3</sup>

1. Department of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran. 2. Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, Gorgan, Iran. 3. Horticulture-Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.  
(Received: February 7, 2021 - Accepted: April 12, 2021)

### ABSTRACT

In order to investigate the effects of nitrogen rate and time of irrigation on the grain yield and yield components of wheat, an experimental was conducted as split plot based on randomized complete block design with four replications in the research farm of Aliabad Katoul Emam Khomeini agriculture high school during 2018-2019 and 2019-2020. Irrigation time was in the main plots (no irrigation and irrigation at 33 and 70 zadoks stages) and nitrogen rate was in the sub plot (zero, 57.5 and 115 kg N/ha from urea source). Significant interaction was not observed between irrigation treatments and nitrogen rates in almost all traits. The highest yield was obtained using a supplementary irrigation in 70 Zadok stage and 115 kg of pure nitrogen treatments. Grain yield had a positive correlation with biological yield, spike length and weight, number of seeds per spike and seed weight per spike. Factor analysis revealed that the first two factors explained 74.5% of the total variation. The results of stepwise regression analysis showed that only the spike weight entered the model and justified 80.7% of the grain yield variation alone.

**Keywords:** Factor analysis, fertilization, grain yield components, Stepwise regression, thousand grain weight.

### تأثیر مقادیر مصرف نیتروژن و زمان‌های مختلف آبیاری تکمیلی بر عملکرد و صفات آگرومورفولوژیک گندم بهاره

حسین وزیری<sup>۱</sup>، محمدرضا داداشی<sup>\*۱</sup>، حسین عجم نوروزی<sup>۱</sup>، افشین سلطانی<sup>۱،۲</sup>، سعید یاراحمدی<sup>۱،۳</sup>

۱- گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان، ایران. ۲- گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. ۳- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۲۳)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر میزان مصرف نیتروژن و زمان آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم، آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خرد شده و با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال‌های ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی امام خمینی (ره) علی آباد کتول اجرا شد. آبیاری در کرت‌های اصلی (عدم آبیاری، آبیاری در مرحله ۳۳ زدوکس یا پایان ساقه‌دهی و آبیاری در مرحله ۷۰ زدوکس یا پایان گل‌دهی) و مقدار نیتروژن در کرت‌های فرعی (صفر، ۵۷/۵ و ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره) قرار گرفت. اثر متقابل تیمارهای آبیاری و سطوح نیتروژن تقریباً بر همه صفات غیرمعنی‌دار شد. بیشترین عملکرد با استفاده از ترکیب تیماری آبیاری تکمیلی در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) و مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص به دست آمد. عملکرد دانه، همبستگی مثبتی با صفات عملکرد زیستی، طول و وزن سنبله و تعداد دانه و وزن دانه در سنبله داشت. تجزیه به عامل‌ها مشخص کرد که دو عامل اول، ۷۴/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که تنها صفت وزن سنبله وارد مدل شد و به تنهایی ۸۰/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد.

**واژه‌های کلیدی:** اجزای عملکرد، تجزیه به عامل‌ها، رگرسیون گام به گام، کود دهی، وزن هزار دانه.

## مقدمه

هنگام نیاز گیاه، نقش مؤثری در افزایش کارایی نیتروژن دارند؛ بنابراین مدیریت اشتباه در آبیاری یا در مصرف کودهای نیتروژن، کارایی دیگری را کاهش می‌دهد (Heidarpour & Talaei, 2017).

در پژوهشی سه ساله گزارش شد که رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد دانه گندم، از معادله رگرسیون درجه دوم پیروی می‌کند و مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، برای دستیابی به عملکرد دانه بهینه تعیین شد. هم‌چنین از میان تیمارهای آبیاری تکمیلی، ۵۰ میلی‌متر آبیاری در مرحله گل‌دهی گندم نسبت به بدون آبیاری، عملکرد دانه را ۴۳ درصد افزایش داد (Heidarpour & Talaei, 2017). هم‌چنین گزارش شد که مقدار مصرف نیتروژن بر ارتفاع ساقه، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد دانه در متر مربع، عملکرد سنبله و کارایی مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری داشت (Mirzakhani, 2019). در پژوهشی که با هدف ارزیابی ویژگی‌های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم و جو در شرایط تنش‌های آبی و نیتروژن انجام شد، تنش آبی و کمبود نیتروژن، باعث کاهش کلیه صفات از جمله کاهش ۵۰ درصدی در عملکرد دانه شد. بیشترین آسیب ناشی از تنش آبی و نیتروژن، به عملکرد دانه در هکتار به میزان ۴۸/۹۴ درصد تعلق داشت و با در نظر گرفتن تغییرات سایر صفات می‌توان استنباط کرد که این آسیب، ناشی از کاهش شدید اجزای عملکرد (تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبله بارور در متر مربع) می‌باشد (Radaei Alamoli *et al.*, 2020). در پژوهشی دیگر، اثر مقادیر مختلف آبیاری تکمیلی همراه با مقادیر مختلف نیتروژن روی رقم سبلان مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد در شرایط دیم، تحت تأثیر میزان و توزیع بارندگی‌های فصلی است. کارایی استفاده از آب و نیتروژن به‌طور معنی‌داری با آبیاری تکمیلی افزایش یافت. در شرایط آبیاری محدود، حداکثر کارایی استفاده از آب زمانی حاصل شد که ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با یک سوم آبیاری کامل

گندم با شرایط متنوع آب و هوایی سازگاری بسیار بالایی دارد و بنابراین در سطح وسیعی در سراسر جهان کشت می‌شود. یک پنجم کل کالری جهان از گندم تأمین می‌شود و بنابراین در امنیت غذایی جهان نقش بسیار مهمی دارد (Reynolds *et al.*, 2010). بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۹، میزان کل تولید گندم در جهان ۷۶۵۷۶۹۶۳۵ تن و سطح زیر کشت آن ۲۱۵۹۰۱۹۵۸ هکتار بود. هم‌چنین میزان کل تولید گندم در ایران ۱۵۵۵۰۰۰۰ تن و سطح زیر کشت آن ۸۰۹۷۰۱۶ هکتار است (FAO, 2019). عملکرد گندم مانند بسیاری از محصولات دیگر به‌وسیله عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی کنترل می‌شود. خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده رشد گیاهان زراعی در بسیاری از مناطق دنیا می‌باشد (Souri & Hatamian, 2019; Ahmadi & Souri, 2019).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی مورد نیاز گیاهان است که بیشتر از هر عنصر معدنی دیگر رشد، نمو و عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در اکثر مناطق کشاورزی دنیا، محدودیت آب و هم‌چنین کمبود نیتروژن در انتهای فصل رشد، دو عامل محدود کننده اصلی عملکرد گندم می‌باشند (Aghaye Noroozlo *et al.*, 2019; Mohammadipour & Souri, 2019). در حدود ۴۰ درصد مزارع گندم در کشورهای در حال توسعه، آبیاری می‌شوند و کارایی استفاده از مواد غذایی در شرایط آبی، کمتر از استانداردهای بین‌المللی است. در مناطقی که با محدودیت آب روبرو هستند، آبیاری تکمیلی می‌تواند کمبود بارندگی‌های فصلی را جبران کند و تولید رضایت‌بخش و پایداری را ایجاد نماید (IAEA, 2000). حدود دو سوم کل کودهای مصرفی در کشورهای در حال توسعه نیتروژن است؛ بنابراین کشاورزان هر ساله هزینه زیادی بابت تأمین کودهای نیتروژن پرداخت می‌کنند. مصرف بهینه کودهای نیتروژن، علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی، در حفاظت از محیط‌زیست نیز کمک شایانی خواهد کرد (Souri *et al.*, 2019). آبیاری تکمیلی و کاربرد تقسیمی کود نیتروژن در

استان گلستان، نیاز آبی بخش قابل توجهی از دوره رشد گندم (بیش از ۶۵ درصد دوره رشد) بوسیله عامل غیر قابل کنترل باران تامین می‌شود. پراکنش نامنظم باران و دمای بالای هوا باعث شده است که آب مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی باشد. آبیاری در بیشتر موارد، منجر به افزایش عملکرد گندم می‌شود. غیر قابل کنترل بودن عوامل اقلیمی، مدیریت آبیاری گندم را با مشکل جدی مواجه نموده است؛ به همین دلیل، ضمن این که در بیشتر موارد به بیشینه مقدار خود نمی‌رسد، تولید نیز از پایداری لازم برخوردار نیست (Kiani & Nourinia., 2015). در ایران بیش از ۶۵ درصد کودهای مصرفی را کودهای نیتروژن تشکیل می‌دهند که با توجه به تولید ۷۶ میلیون تن محصولات کشاورزی، کارایی آن بسیار پایین است. مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن، باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود؛ بنابراین بکارگیری روش‌های مدیریتی که بر اساس افزایش کارایی نیتروژن و آب استوار باشد، می‌تواند باعث افزایش تولیدات کشاورزی شود (Kougar & Malakouti., 2006). هدف از اجرای این پژوهش، بررسی تأثیر زمان آبیاری تکمیلی و مقدار نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تعیین زمان مناسب آبیاری تکمیلی و مقدار بهینه نیتروژن مصرفی به منظور رسیدن به بهترین کارایی مصرف نیتروژن است.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی امام خمینی (ره) واقع در روستای حاجی‌کلاته از توابع شهرستان علی‌آباد کتول (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۶۱ متر از سطح دریا) انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. در این پژوهش، آبیاری تکمیلی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح عدم آبیاری، آبیاری در مرحله ۳۳ زدوکس (پایان ساقه‌دهی) و آبیاری در

انجام شد (Tavakkoli & Oweis, 2004). در پژوهشی که در سال ۲۰۱۴ و با هدف بررسی تأثیر زمان آبیاری تکمیلی و میزان مصرف کود نیتروژن انجام شد گزارش شد که تیمار ۲۰۰ میلی‌متر آبیاری (۱۰۰ میلی‌متر ۳۰ روز پس از کاشت و ۱۰۰ میلی‌متر ۴۵ روز پس از کاشت) و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بهترین ترکیب تیماری بود (Shirazi et al., 2014).

پژوهشی به مدت سه سال به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم انجام شد. صفات ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و عملکرد زیستی به وسیله آبیاری تکمیلی و میزان مصرف کود نیتروژن تحت تأثیر قرار گرفتند. اثر متقابل نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه، تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط محدودیت آب آبیاری، حداکثر کارایی استفاده از آب با مصرف ۹۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه آبیاری تکمیلی به میزان ۱۵۶ میلی‌متر بدست آمد (Montazar & Mohseni., 2011). کشور ما یکی از مناطق خشک و شاخص دنیاست که نیازمند مدیریت بهینه استفاده از منابع، مخصوصاً منابع محدود آب برای تولید محصولات کشاورزی است. استفاده از روش‌هایی مانند کم آبیاری، روش آبیاری محدود و دیگر تکنیک‌های موجود می‌توانند در این زمینه موثر و مفید باشند (Hatamian et al., 2019; Zargar Shooshtari et al., 2020).

نیتروژن در تغذیه گیاهان نقش کلیدی ایفا می‌کند و به میزان زیادی توسط گیاه مصرف می‌شود؛ با این وجود، همواره با کمبود نیتروژن مواجه هستیم. کمبود نیتروژن پس از تنش خشکی، دومین عامل اصلی محدود کننده عملکرد در دیم‌زارهاست. به دلیل نقش مهم نیتروژن در تغذیه گیاه و کمبود نیتروژن در خاک، مدیریت منابع نیتروژن نقش بسیار مهمی در میزان تولید محصول خواهد داشت. با افزایش مصرف نیتروژن، تولید ماده خشک و عملکرد دانه افزایش می‌یابد، اما در برخی پژوهش‌ها گزارش شده است که در شرایط تنش آبی شدید، با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Aouragh., 2005; El Mejahed & Rusan et al., 2005). در شرایط

در این رابطه، I: عمق آبیاری برحسب سانتی‌متر، FC: حد ظرفیت زراعی بر حسب درصد رطوبت وزنی خاک،  $\theta$ : در صد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری، D: عمق نفوذ ریشه و BD: درصد رطوبت وزنی خاک در ناحیه ریشه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

به‌منظور تعیین میزان حجم ورودی آب به داخل هر کرت، دبی ورودی آب به داخل هر کرت با استفاده از روش حجمی محاسبه شد. بدین منظور از یک لوله پلی اتیلن سایز ۹۰ میلی‌متر با شیب مناسب استفاده شد و یک ردیف از تیپ آبیاری در داخل لوله قرار گرفت. در انتهای لوله، یک چاله حفر شد و سطلی به‌منظور جمع‌آوری آب در آن قرار گرفت. با استفاده از زمان سنج و استوانه مدرج، دبی ورودی به هر کرت محاسبه شد و مدت زمان آبیاری برای رسیدن به حد ظرفیت زراعی تعیین شد. ابتدا در آبان‌ماه زمین شخم زده شد و در آذرماه در دو مرحله، زمین دیسک زده شد. سپس میزان توصیه‌شده کودهای فسفر (۲۲۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تربیل) و پتاس (۱۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم) بر اساس آنالیز خاک و قبل از کاشت استفاده شد (جدول ۱). بیشینه، کمینه و میانگین ماهانه درجه حرارت هوا، بارندگی و تبخیر و تعرق مرجع در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ و ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در جدول ۲ آمده است.

مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) و کود نیتروژن به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح عدم مصرف، مصرف ۵۷/۵ کیلوگرم نیتروژن خالص (نصف مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک) و مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص (مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک) در هکتار بود که از منبع اوره تأمین شد. مرحله ۳۳ زدوکس، مصادف با انتهای ساقه رفتن گیاه است. در سال‌های زراعی اول و دوم، مزرعه به‌ترتیب در تاریخ‌های ۱۹ و ۲۶ اسفندماه در این مرحله قرار داشتند. به دلیل افزایش دمای هوا و افزایش سرعت رشد گیاهان در این مرحله، میزان تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاه افزایش می‌یابد. مرحله ۷۰ زدوکس مصادف با پایان گل‌دهی و شروع دانه‌بندی است. در این مرحله به دلیل افزایش دمای هوا و افزایش میزان تبخیر و تعرق، گیاه بیشترین نیاز آبی را دارد (McKenzie & Woods., 2011).

کود نیتروژن در چهار مرحله، قبل از کاشت، پنجه زنی، ساقه‌روی و مرحله سنبله‌دهی استفاده شد. آبیاری با استفاده از سیستم تحت فشار و نوار تیپ انجام شد و عمق آبیاری بر اساس درصد رطوبت وزنی خاک در ناحیه ریشه و بر اساس رابطه (۱) برآورد شد (Jafari et al., 2009).

$$I = \frac{FC - \theta}{100} \times D \times BD \quad (1) \text{ رابطه}$$

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (عمق صفر-۳۰ سانتی‌متر).

Table 1. Physiochemical characteristics of the experimental field soil (0-30 cm depth).

Soil texture	K(ava)ppm	P(ava)ppm	%Total.N	Organic matter (%)	PH	EC
Silty-Clay-Loam	228	4.2	0.16	1.56	7.6	1.4

بهاره منطقه از نظر سازگاری و میزان عملکرد است. این ژنوتیپ از آن‌جا که نیاز به دوره سرمایی برای ورنالیزاسیون ندارد، یک رقم بهاره می‌باشد و در نواحی گرم و مرطوب سواحل خزر در پاییز کشت می‌شود. مبارزه با علف‌های هرز در مرحله پنجه زنی، به‌وسیله 2-4-D + ام سی پی شرکت شیمیاگرو و با غلظت یک لیتر در هکتار برای علف‌های پهن برگ و کلودینافوب پروپارژیل شرکت پاک سم با غلظت یک لیتر در هکتار برای باریک برگ‌ها انجام شد. همچنین در فروردین و اردیبهشت‌ماه، مزرعه طی دو مرحله با غلظت یک لیتر

در تاریخ ۱۳۹۷/۹/۲۰ کشت سال اول و در تاریخ ۱۳۹۸/۹/۱۱ کشت سال دوم، به‌وسیله دستگاه خطی‌کار غلات و به میزان ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار انجام شد. فاصله ردیف‌ها ۱۸ سانتی‌متر، ابعاد کرت‌ها ۲/۵ در چهار متر، فاصله بین تکرارها سه متر و فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر بود. در این پژوهش از لاین ۹۱-۱۷ که با نام تجاری کلاته ثبت شده است و از بخش زراعی-باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شده بود استفاده شد. رقم کلاته یکی از برترین ژنوتیپ‌های

در هکتار قارچ‌کش‌های تیلت و فولیکور که از شرکت آریا شیمی تهیه شدند سم‌پاشی شد.

جدول ۲- بیشینه، کمینه و میانگین ماهانه درجه حرارت هوا، بارندگی و تبخیر و تعرق مرجع در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸

Table 2. Maximum, minimum, and mean monthly air temperature, rainfall and penman-monteith reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) in 2018-2019 and 2019-2020.

Year	month	$T_{max}(^{\circ}C)$	$T_{min}(^{\circ}C)$	$T_{mean}(^{\circ}C)$	Rain(mm)	$ET_0(mm)$	Sunshine hours
2018	December	16.0	7.8	11.9	51.2	38.3	103.3
2019	January	15.2	4.7	10.0	120.7	36.3	140.7
	February	13.6	4.3	9.0	158.9	30.7	139.1
	March	16.7	5.9	11.3	148.5	61.9	153.2
	April	18.5	9.7	14.1	93.2	56.9	120.0
	May	25.8	13.8	19.8	38.0	113.7	210.5
	June	33.4	20	26.7	7.8	215.6	264.9
2020	December	15.2	5.8	10.5	30.3	25.2	140.0
	January	14.3	4.6	9.5	26.3	33.5	138.4
	February	14.5	3.4	8.9	91.6	41.1	180.7
	March	16.3	6.7	11.5	58.3	51.2	142.4
	April	16.2	8.1	12.2	101.1	40	100.4
	May	24.8	13.2	19.0	60.4	121.3	179.4
	June	33.8	18.6	26.2	13.2	219.9	290.8

دانه از اختلاف بین روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی به‌دست آمد.

آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرنف و با استفاده از نرم افزار XLSTAT 2016 تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه نه و آزمون LSD انجام شد.

### نتایج و بحث

در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرنف انجام شد. صفات روز تا سنبله-دهی و روز تا رسیدگی توزیع نرمالی نداشتند و تجزیه واریانس با استفاده از صفاتی که دارای توزیع نرمال بودند انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال برای همه صفات مورد اندازه‌گیری معنی‌دار شد (جدول ۳). میزان بارندگی در طول دوره رشد در سال زراعی اول و دوم به ترتیب  $618/3$  و  $381/2$  میلی‌متر بود (جدول ۲). همچنین مجموع ساعات آفتابی در طول فصل رشد در سال زراعی اول و دوم به ترتیب  $1131/7$  و  $1172/1$  بود. معنی‌دار شدن اثر سال می‌تواند به دلیل اختلاف زیاد دو سال زراعی از نظر میزان بارندگی باشد.

همچنین تأثیر سال و میزان نیتروژن بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، طول سنبله، سرعت پر شدن دانه، عملکرد زیستی و ارتفاع بوته معنی‌دار بود. کارایی

برای مبارزه با آفات سن گندم و سوسک برگ‌خوار لما نیز در اردیبهشت‌ماه از سم فنیتیریتینون شرکت پاک سم و با غلظت  $1/2$  لیتر در هکتار استفاده شد. در زراعت گندم به‌طور معمول از علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها استفاده می‌شود. صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ثبت شد. ارتفاع بوته به‌صورت ارتفاع از سطح خاک تا نوک سنبله اصلی بدون اندازه‌گرفتن ریشک در زمان رسیدگی فیزیولوژیک و بر حسب سانتی‌متر با استفاده از خط کش ثبت شد. برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد بعد از حذف حاشیه‌ها، بوته‌ها را از سطح زمین و از یک متر مربع داخل کرت‌ها برداشت و کل زیست‌توده با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت  $0/1$  گرم وزن شد (عملکرد زیستی) و سپس دانه از کاه جدا و جداگانه وزن شد تا عملکرد دانه بر حسب گرم در متر مربع تعیین شود. برای اندازه‌گیری صفات طول و وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، طول و وزن خشک پدانکل و نسبت طول به وزن پدانکل، نمونه‌ای متشکل از پنج سنبله اصلی به‌صورت تصادفی از هر کرت آزمایشی تهیه شد و صفات مورد نظر برای هر یک از پنج نمونه اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها برای محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت. سرعت پر شدن دانه از تقسیم عملکرد دانه بر حسب گرم بر مترمربع بر طول دوره پر شدن دانه به‌دست آمد. طول دوره پر شدن

استفاده از آب با افزایش میزان مصرف نیتروژن، افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد و همچنین تأثیر سال و میزان نیتروژن بر کارایی استفاده از آب باران معنی-دار بود (Sedri *et al.*, 2017). میزان و پراکنش بارندگی‌ها در سال زراعی اول بسیار بهتر از سال زراعی دوم بود. اثر متقابل سال و نیتروژن بر صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، طول سنبله، سرعت پر شدن دانه، عملکرد زیستی و ارتفاع بوته می‌تواند به دلیل تفاوت بسیار زیادی باشد که بین دو سال زراعی از نظر میزان و پراکنش بارندگی‌ها وجود داشت. از آن‌جا که بین عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه، طول سنبله، سرعت پر شدن دانه و عملکرد زیستی همبستگی بالایی به ترتیب برابر با ۰/۵۷، ۰/۸۱، ۰/۶۷ و ۰/۷۳ مشاهده شد، قابل انتظار است که اثر متقابل سال و نیتروژن بر عملکرد دانه از طریق این صفات ایجاد شده باشد. تیمار آبیاری روی صفات ارتفاع بوته، طول و وزن پدانکل تأثیر معنی‌داری نداشت. طول سنبله نیز در تیمارهای آبیاری مختلف تغییری نداشت و در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نشد. بین تیمارهای آبیاری و سطوح نیتروژن در همه صفات اثر متقابل معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

با توجه به معنی‌دار نشدن اثر متقابل بین آبیاری و کود نیتروژن، هر کدام از آن‌ها به‌طور مجزا مورد بررسی مقایسه میانگین قرار گرفتند (جدول ۳). تیمار آبیاری بر صفات عملکرد دانه و زیستی و صفات مرتبط با عملکرد دانه هم‌چون سرعت پر شدن دانه، وزن هزار دانه، سنبله و دانه در سنبله تأثیر معنی‌داری داشت. بنابراین تیمار آبیاری از طریق بهبود سرعت پر شدن دانه، باعث افزایش وزن هزار دانه و در نتیجه افزایش وزن سنبله و وزن دانه در سنبله شد و در نهایت عملکرد دانه بهبود یافت. بین صفت سرعت پر شدن دانه و صفات وزن هزار دانه، سنبله و دانه در سنبله، همبستگی مثبت بالایی مشاهده شد (جدول ۵) که نتایج جدول مقایسات میانگین را تایید می‌کند. بالا بودن سرعت پر شدن دانه، نقش مهمی در فرار گیاه از تنش‌های محیطی پایان فصل رشد دارد (Katozi *et al.*, 2009).

میزان توانایی اندام‌های سبز گیاه در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به طرف دانه‌های در حال پر شدن، یکی از عوامل مهم تأثیر گذار بر عملکرد دانه گندم می‌باشد. همچنین انتقال مجدد ترکیبات ذخیره شده در ساقه به دانه‌های در حال پر شدن، یکی از مکانیسم-های موثر بر عملکرد دانه در شرایط کمبود رطوبت پس از گرده‌فشانی است (Abdoli, 2019). زمانی که گندم به مرحله پر شدن دانه می‌رسد، به تدریج از میزان بارندگی‌ها کاسته شده و از طرفی دمای هوا، تبخیر و تعرق و در نتیجه نیاز آبی گندم افزایش می‌یابد. بنابراین در مرحله پر شدن دانه ممکن است گیاه تا حدودی با کمبود آب مواجه شود و حدی از تنش خشکی را تجربه کند. تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای (Lawlor, 2002)، کاهش سنتز روپیسکو و افزایش تخریب آن (Ono *et al.*, 2013)، تخریب دستگاه فتوسنتزی و کاهش کلروفیل (Bagherikia *et al.*, 2017) و تسریع پیری برگ‌ها (Rivero *et al.*, 2009) سبب کاهش سرعت فتوسنتز و فتوآسیمیلات تولیدی (Ardalani *et al.*, 2016) و در نهایت افت عملکرد دانه می‌شود. بنابراین فتوسنتز جاری برای پر شدن دانه‌ها کافی نیست و نیاز دانه‌ها برای پر شدن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بخش‌های مختلف ساقه‌ها جبران می‌شود (Azhand *et al.*, 2015). هر عاملی که روی سرعت فتوسنتز جاری تأثیر گذارد، بر تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نیز تأثیرگذار است (Pampana *et al.*, 2014).

تنش رطوبتی پس از گرده افشانی بر روی فتوسنتز جاری و همچنین میزان انتقال مجدد کربوهیدرات‌های غیرساختمانی از ساقه به دانه موثر است. در صفت عملکرد دانه و سایر صفات وابسته به عملکرد دانه هم‌چون عملکرد زیستی، وزن هزار دانه، سنبله و دانه در سنبله و سرعت پر شدن دانه، تیمار آبیاری در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) تفاوت معنی‌داری با عدم آبیاری و آبیاری در مرحله ۳۳ زدوکس (پایان ساقه‌دهی) داشت (جدول ۴)، اما با توجه به بارش‌های زیاد در مرحله رشدی ۳۳ زدوکس (پایان ساقه‌دهی)

است. همچنین مصرف کود نیتروژن موجب افزایش معنی‌داری در صفات عملکرد دانه و زیستی و وزن دانه در سنبله شد. بین هر سه سطح مصرف نیتروژن از نظر صفات عملکرد دانه و زیستی و وزن دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در پژوهشی گزارش شد که مقدار مصرف نیتروژن بر ارتفاع ساقه، طول پدانکل و سنبله، تعداد دانه در متر مربع، عملکرد زیستی سنبله و کارایی مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری داشت (Mirzakhani, 2019). گزارش شده است که عملکرد دانه در سنبله، تحت تأثیر مقدار نیتروژن مصرفی قرار گرفت، به طوری که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، بیشترین عملکرد دانه در سنبله را داشت (Hassanzadeh Gorttapeh *et al.*, 2008). اثر کود نیتروژن در جدول تجزیه واریانس بر صفت طول سنبله معنی‌دار نبود (جدول ۳). در پژوهشی گزارش شد که تیمار محلول پاشی کود نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر صفت طول سنبله نداشت (Soughi *et al.*, 2010). در پژوهشی دیگر که با هدف بررسی مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم انجام گرفت گزارش شد که اثر تیمار نیتروژن بر صفت طول سنبله معنی‌دار نبود (Hosseini *et al.*, 2011). از نظر صفات وزن هزار دانه و سنبله، تنها تیمار کودی ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت. مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار موجب افزایش ۳۲/۱۴ درصدی عملکرد دانه شد. در پژوهشی گزارش شد که اثر مقادیر نیتروژن بر عملکرد زیست توده و دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و کارایی زراعی نیتروژن و کارایی استفاده از آب باران معنی‌دار بود (Sedri *et al.*, 2017). نیتروژن مهم‌ترین عنصری است که اکثر زمین‌های زیر کشت گندم با کمبود آن مواجه هستند. این عنصر بیش از سایر عناصر غذایی به هدر می‌رود و مقدار بازیافت آن، کمتر از نیمی از مقدار مصرف شده است (Souri *et al.*, 2019).

در طی دو سال زراعی، تفاوت بین تیمار آبیاری در این مرحله و عدم آبیاری معنی‌دار نشد. با توجه به بارش-های زیادی که در مرحله پنجه‌زنی گیاه در طی دو سال آزمایش صورت گرفت، آبیاری در مرحله ۳۳ زدوکس (پایان ساقه‌دهی) توجیهی نداشت و تنها آبیاری تکمیلی در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) با توجه به افزایش دمای هوا و افزایش تبخیر و تعرق و همچنین کاهش نزولات آسمانی در منطقه در آن مرحله رشدی گیاه تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد داشت. آبیاری در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) باعث افزایش ۱۴/۹۷ درصدی عملکرد دانه نسبت به شرایط بدون آبیاری شد. اثر متقابل آبیاری و سال روی صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه معنی‌دار نبود و در هر دو سال آبیاری در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) بهتر از عدم آبیاری و آبیاری در مرحله ۳۳ زدوکس (پایان ساقه‌دهی) بود. مصرف کود نیتروژن بر اکثر صفات اثر معنی‌داری داشت. با مصرف کود نیتروژن، افزایش معنی‌داری در ارتفاع بوته و طول پدانکل مشاهده شد. مصرف نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته و طول پدانکل نسبت به عدم مصرف کود نیتروژن شد، اما در بین سطوح نیتروژن مصرفی، تفاوت معنی‌داری از نظر این صفات مشاهده نشد. پدانکل با توجه به نزدیکی به سنبله، نقش مهمی در تامین مواد فتوسنتزی در مرحله پر شدن دانه دارد و می‌تواند مقادیر قابل توجهی از کربوهیدرات‌های مازاد بر نیاز گیاه را ذخیره کند و با انتقال مجدد آن‌ها به دانه‌های در حال پر شدن، موجب افزایش عملکرد دانه گندم شود (Mirzakhani, 2019). مصرف کودهای نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی، با در دسترس قرار دادن نیتروژن مورد نیاز گیاه، سبب افزایش تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه بهبود رشد رویشی گیاه می‌شود (Faraji *et al.*, 2006).

در این پژوهش نیز با مصرف کود نیتروژنه و آبیاری تکمیلی، ارتفاع بوته، طول پدانکل و همچنین عملکرد زیستی افزایش معنی‌داری داشتند؛ این افزایش‌ها به دلیل نقش عنصر نیتروژن در تحریک رشد رویشی

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و اجزای عملکرد

Table 3. Combined variance analysis of grain yield and Yield components

S.O.V	Df	Plant Height	Seed Filling Duration	Seed filling rate	Thousand grain Weight	Peduncle Length	Peduncle Weight	Spike length	Spike Weight	Number of grains/spike	Seed weight/spike	Yield	Biological Yield
Year	1	760.50**	72.00**	23.22**	114.00**	34.58**	0.104**	3.64**	5.07**	1123.38**	4.31**	7140 <sup>ns</sup>	140008**
Block(year)	6	30.17**	4.46**	6.69*	2.95**	3.52 <sup>ns</sup>	0.030**	0.94**	0.26**	89.01**	0.16**	14265**	103457**
Irrigation	2	5.90 <sup>ns</sup>	1.00 <sup>ns</sup>	6.09*	3.13**	3.26 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.44**	97.26**	0.28**	9462*	53328.6*
Year*Irrigation	2	11.88*	3.88**	3.08 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	28.31 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	7504 <sup>ns</sup>	40269 <sup>ns</sup>
Error (1)	12	19.51**	0.99**	1.37 <sup>ns</sup>	1.88**	8.29**	0.007*	0.59*	0.09 <sup>ns</sup>	36.49*	0.06*	2420 <sup>ns</sup>	13674 <sup>ns</sup>
Nitrogen	2	48.82**	3.37**	13.73**	1.73*	12.86**	0.031**	0.31 <sup>ns</sup>	0.31**	51.52*	0.15**	30740**	214435**
Irrigation*Nitrogen	4	4.86 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.67 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	3.85 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	16.52 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	1156 <sup>ns</sup>	2196 <sup>ns</sup>
Year*Nitrogen	2	72.38**	0.63 <sup>ns</sup>	14.40**	4.35**	8.00*	0.026**	1.15*	0.10 <sup>ns</sup>	29.30 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	27240**	304331**
Year*Irrigation*Nitrogen	4	0.41 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>ns</sup>	0.64 <sup>ns</sup>	3.92 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	7.68 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	1693 <sup>ns</sup>	7951 <sup>ns</sup>
Error (2)	36	2.40	0.34	2.26	0.47	2.15	0.003	0.23	0.04	15.42	0.02	3583	14739
CV%		1.58	1.45	11.31	1.75	4.15	8.00	4.99	7.74	7.18	7.46	11.10	8.09

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد در تیمارهای آبیاری و نیتروژن

Table 4. Mean comparison of the yield and yield components affected by irrigation and nitrogen treatment

	Plant Height (cm)	Seed Filling Duration	Seed Filling Rate(g/m <sup>2</sup> /day)	Thousand Grain Weight (g)	Peduncle Length (cm)	Peduncle Weight (g)	Spike length (cm)	Spike Weight (cm)	Number of grains/spike	Seed weight /spike (g)	Yield (g/m <sup>2</sup> )	Biological yield (g/m <sup>2</sup> )
<b>Irrigation</b>												
No irrigation	97.56a	40.43a	12.73b	38.32b	35.22a	0.708a	9.58a	2.43b	52.31b	2.12b	503.48b	1463.54b
Irrigation in stage 33 zadox	98.31a	40.43a	12.96b	38.96b	35.73a	0.706a	9.60a	2.69b	55.66a	2.14b	526.2b	1464.6b
Irrigation in stage 70 zadox	97.37a	40.79a	13.7a	39.60a	35.02a	0.719a	9.72a	2.88a	55.92a	2.32a	578.85a	1539.33a
LSD	2.77	0.62	0.73	0.86	1.81	0.05	0.48	0.189	3.79	0.16	30.94	73.55
<b>Nitrogen</b>												
No nitrogen	96.14b	40.18c	11.18b	38.98b	34.49b	0.69b	9.5a	2.65b	52.96b	2 c	429.59c	1402.08c
57.5 Kg N/ha	98.22a	40.54b	13.08a	39.1b	35.62a	0.70ab	9.68a	2.73b	55.23ab	2.2b	500.62b	1508.33b
115 kg N/ha	98.77a	40.93a	13.86a	39.51a	35.86a	0.73a	9.71a	2.86a	55.70a	2.3a	567.67a	1590.63a
LSD	0.9	0.34	0.88	0.4	0.86	0.03	0.28	0.12	2.29	0.09	35.04	71.07



زدوکس (پایان گل‌دهی) و مصرف نیتروژن به میزان ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار، موجب افزایش معنی‌داری در صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد بنابراین قابل انتظار خواهد بود که صفت وزن دانه در سنبله نیز افزایش معنی‌داری نشان دهد که چنین افزایشی نیز در جدول مقایسات میانگین در نتیجه انجام آبیاری تکمیلی در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) و مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مشاهده شد. در نهایت انتظار می‌رود که عملکرد دانه، همبستگی بالایی با وزن سنبله و وزن دانه در سنبله نشان دهد. عملکرد دانه با صفات وزن سنبله و دانه در سنبله همبستگی بسیار بالا و برابر با ۰/۹ نشان داد. بنابراین انجام آبیاری تکمیلی در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) و مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص از طریق افزایش در وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله موجب افزایش وزن دانه در سنبله و وزن سنبله شد و در نهایت باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه شد. عملکرد دانه با صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی، همبستگی منفی به ترتیب برابر با ۰/۸۱- و ۰/۸۵- نشان داد.

منطقه‌ای که پژوهش حاضر در آن انجام شد، از نظر پهنه‌بندی اقلیم کشور بر اساس طبقه بندی کوپن، منطقه‌ای نیمه گرمسیری با تابستان‌های گرم و خشک است. همچنین بین صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی، همبستگی برابر با ۰/۹۹ مشاهده شد؛ در نتیجه گیاهانی که زودتر وارد مرحله سنبله‌دهی می‌شوند، زودتر نیز به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک خواهند رسید و مرحله پر شدن دانه در شرایط دمایی مطلوب‌تری قرار خواهد گرفت. در این منطقه به دلیل گرمای زیاد انتهای فصل و تأثیر منفی تنش گرما بر عملکرد دانه، هر چه گیاه زودتر وارد مرحله سنبله‌دهی شود و همچنین زودتر به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برسد، مرحله پر شدن دانه در شرایط دمایی مطلوب‌تری قرار می‌گیرد و عملکرد دانه بیشتر خواهد بود. تنش گرما پس از گل‌دهی از طریق تسریع رسیدگی، پیری زود

بنابراین مدیریت مصرف بهینه کودهای نیتروژن برای موفقیت در افزایش تولید دانه و پروتئین گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Davis *et al.*, 2002). کودهای نیتروژن موجب افزایش سطح برگ و تولید ماده خشک می‌شوند؛ بنابراین انتظار می‌رود که دانه گندم با افزایش مصرف نیتروژن سنگین‌تر شود و وزن هزار دانه افزایش یابد. مصرف نیتروژن سبب تحریک توسعه سطح برگ می‌شود و افزایش ظرفیت فتوسنتزی را به دنبال خواهد داشت. افزایش سطوح فتوسنتزی در اثر مصرف نیتروژن، از عوامل موثر بر عملکرد دانه می‌باشند (Nemat pour *et al.*, 2015).

محاسبه ضرایب همبستگی، تجزیه رگرسیون به روش گام به گام و تجزیه به عامل‌ها در شرایط مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و آبیاری در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) انجام شد. عملکرد دانه در این شرایط، همبستگی مثبتی با صفات عملکرد زیستی (۰/۷۳)، طول (۰/۸۱) و وزن سنبله (۰/۹)، تعداد دانه در سنبله (۰/۸۱) و وزن دانه در سنبله (۰/۹) داشت. در تحقیقی گزارش شد که عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی و مصرف کود نیتروژن با صفات عملکرد زیستی، طول و وزن سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (Radaei Alamoli *et al.*, 2020). مطالعات پیشین گزارش کرده بودند که بین عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه، تعداد سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (Leilah & Al-Khateeb, 2005). وزن دانه در سنبله، یکی از اجزای اصلی صفت وزن سنبله است و همبستگی کاملی بین این دو صفت مشاهده شد (جدول ۵).

افزایش وزن دانه در سنبله می‌تواند به دلیل افزایش در وزن هزار دانه و یا تعداد دانه در سنبله باشد. همچنین بین صفت وزن دانه در سنبله با صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله به ترتیب همبستگی برابر با ۰/۵۸ و ۰/۹۶ مشاهده شد. با توجه به جدول مقایسات میانگین می‌توان دریافت که آبیاری تکمیلی در مرحله ۷۰

منفی و بسیار بالایی با صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی نشان دادند. در پژوهشی که در منطقه گنبد کاووس استان گلستان انجام شد، همبستگی منفی بین صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی و عملکرد دانه گزارش شد که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد (Yarahmadi *et al.*, 2020).

هنگام، کاهش آسمیلات‌ها، کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود و همچنین افزایش دما در دوره پر شدن دانه، باعث تسریع در رسیدگی فیزیولوژیک در گندم می‌شود (Reynolds *et al.*, 2000; Hays *et al.*, 2007). همانطور که در جدول ضرایب همبستگی مشاهده می‌شود، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله، همبستگی

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) و مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

Table 5. Simple correlation coefficients between grain yield and yield component under supplementary irrigation conditions at 70 zadox stage and application of 115 kg N / ha.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Plant height(1)	1													
Days to heading(2)	0.37 <sup>ns</sup>	1												
Days to maturity(3)	0.40 <sup>ns</sup>	0.99 <sup>**</sup>	1											
Seed filling duration(4)	0.38 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.61 <sup>ns</sup>	1										
Seed filling rate(5)	0.02 <sup>ns</sup>	-0.56 <sup>ns</sup>	-0.58 <sup>ns</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>	1									
Thousand grain weight(6)	0.10 <sup>ns</sup>	-0.74 <sup>*</sup>	-0.70 <sup>ns</sup>	-0.21 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>*</sup>	1								
Peduncle length(7)	0.02 <sup>ns</sup>	-0.60 <sup>ns</sup>	-0.64 <sup>ns</sup>	-0.53 <sup>ns</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	1							
Peduncle weight(8)	0.11 <sup>ns</sup>	-0.77 <sup>*</sup>	-0.79 <sup>*</sup>	-0.55 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>*</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	1						
Spike length(9)	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.56 <sup>ns</sup>	-0.59 <sup>ns</sup>	-0.46 <sup>ns</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	0.49 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.71 <sup>*</sup>	1					
Spike weight(10)	-0.46 <sup>ns</sup>	-0.87 <sup>**</sup>	-0.89 <sup>**</sup>	-0.59 <sup>ns</sup>	0.48 <sup>ns</sup>	0.62 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>	0.80 <sup>*</sup>	0.79 <sup>*</sup>	1				
Number of seed/spike(11)	-0.41 <sup>ns</sup>	-0.75 <sup>*</sup>	-0.78 <sup>*</sup>	-0.57 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.51 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>*</sup>	0.85 <sup>**</sup>	0.97 <sup>**</sup>	1			
Seed weight/spike(12)	-0.51 <sup>ns</sup>	-0.87 <sup>**</sup>	-0.89 <sup>**</sup>	-0.58 <sup>ns</sup>	0.45 <sup>ns</sup>	0.58 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>	0.77 <sup>*</sup>	0.77 <sup>*</sup>	1.00 <sup>**</sup>	0.96 <sup>**</sup>	1		
Grain yield(13)	-0.41 <sup>ns</sup>	-0.81 <sup>*</sup>	-0.85 <sup>**</sup>	0.63 <sup>ns</sup>	0.67 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>	0.48 <sup>ns</sup>	0.70 <sup>ns</sup>	0.81 <sup>*</sup>	0.90 <sup>**</sup>	0.81 <sup>**</sup>	0.90 <sup>**</sup>	1	
Biological yield(14)	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.55 <sup>ns</sup>	-0.54 <sup>ns</sup>	-0.22 <sup>ns</sup>	0.93 <sup>**</sup>	0.77 <sup>*</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.67 <sup>ns</sup>	0.55 <sup>ns</sup>	0.45 <sup>ns</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	0.73 <sup>*</sup>	1

طول دوره پر شدن دانه، دارای ضرایب مثبت و بزرگ بودند و صفات سرعت پر شدن دانه، وزن هزار دانه و سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، عملکرد و عملکرد زیستی دارای ضرایب منفی بودند، به طوری که قدر مطلق این ضرایب بسیار بزرگ بود. در این عامل، صفات مربوط به عملکرد دانه دارای ضرایب منفی و صفات روز تا سنبله‌دهی و رسیدگی دارای ضرایب مثبت بودند که همبستگی منفی بین عملکرد دانه و صفات روز تا سنبله‌دهی و رسیدگی را تایید می‌کند. این عامل را می‌توان عامل مربوط به صفات وابسته به عملکرد و صفات فنولوژیک نامید. عامل مربوط به صفات وابسته به عملکرد و صفات فنولوژیک، ۶۰/۱ درصد از تغییرات کل در عامل دوم، ارتفاع بوته و طول پدانکل، بار عاملی منفی

رگرسیون مرحله‌ای به روش گام به گام برای عملکرد، به عنوان متغیر تابع و دیگر صفات مورد بررسی به عنوان متغیر مستقل انجام شد. در میان صفات گوناگون، تنها صفت وزن سنبله وارد مدل شد و به تنهایی ۸۰/۷ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود. وزن سنبله با صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد زیستی همبستگی بالا و به ترتیب برابر با ۰/۶۲، ۰/۹۷، ۰/۹ و ۰/۵۵ داشت (جدول ۵). بنابراین قابل انتظار خواهد بود که صفت وزن سنبله به تنهایی وارد مدل شود و بخش قابل توجهی از تغییرات این صفت را توجیه نماید. هم‌چنین تجزیه به عامل‌ها نشان داد که دو عامل اول، ۷۴/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند (جدول ۶). در عامل نخست، صفات روز تا سنبله‌دهی و رسیدگی و

دانه در سنبله و واحد سطح، بیشترین بار عاملی را داشتند. این عامل ۵۳ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود و عامل مربوط به عملکرد و صفات وابسته به عملکرد نامیده شد (Radaei Alamoli *et al.*, 2020). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که صفات وزن هزار دانه و سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و سرعت پر شدن دانه، از اجزای اصلی عملکرد دانه می‌باشند که تحت تأثیر عامل مشترکی قرار دارند.

داشتند، به طوری که قدر مطلق آن‌ها بیش از ۰/۵ بود. همچنین بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه نیز همبستگی منفی مشاهده شد؛ این عامل، ۱۴/۴ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود (جدول ۶). این عامل را می‌توان عامل مربوط به ارتفاع بوته نامید. در پژوهشی که با هدف بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر گندم انجام شد، تجزیه به عامل‌ها در شرایط عدم تنش انجام شد. صفات وزن خشک سنبله، عملکرد زیستی و عملکرد دانه، طول پدانکل و سنبله، وزن هزار دانه، تعداد

جدول ۶- تجزیه به عامل‌ها در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی) و مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار  
Table 6. Factor analysis under supplementary irrigation conditions at 70 zadox stage and application of 115 kg N/ha.

Traits	Factor1	Factor2	Factor3
Plant height	0.275	<b>-0.522</b>	0.332
Days to heading	0.917	0.037	0.214
Days to maturity	0.953	0.011	0.291
Seed filling duration	0.606	-0.102	0.298
Seed filling rate	<b>-0.721</b>	-0.422	0.320
Thousand grain weight	<b>-0.755</b>	-0.340	0.282
Peduncle length	-0.563	<b>-0.661</b>	-0.456
Peduncle weight	<b>-0.835</b>	-0.083	0.052
Spike length	<b>-0.774</b>	0.220	0.382
Spike weight	<b>-0.933</b>	0.359	-0.017
Number of seed / spike	<b>-0.850</b>	0.484	0.071
Seed weight/spike	<b>-0.919</b>	0.388	-0.068
Grain yield	<b>-0.925</b>	0.138	0.022
Biological yield	<b>-0.707</b>	-0.241	0.481
Eigenvalue	9.014	2.160	1.157
Variability (%)	60.096	14.403	7.715
Cumulative %	60.096	74.498	82.213

عملکرد دانه می‌شود. در تجزیه رگرسیون، تنها صفت وزن سنبله وارد مدل شد که خود این صفت تحت تأثیر تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله قرار دارد. بنابراین می‌توان عنوان کرد که صفات مرتبط با سنبله همچون طول و وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله را می‌توان در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در خزانه‌های اصلاحی و به منظور معرفی ارقام آبی استفاده نمود.

### سپاسگزاری

از زحمات جناب آقای مهندس عقیل خسروی مدیر محترم هنرستان کشاورزی امام خمینی (ره) علی آباد کتول به خاطر همه همکاری‌های ایشان در اجرای این

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که بین عملکرد دانه و صفات عملکرد زیستی، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله، همبستگی مثبت و بالایی وجود داشت. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به همراه آبیاری در مرحله ۷۰ زدوکس (پایان گل‌دهی)، موجب افزایش معنی‌داری در صفات وزن هزار دانه و سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد زیستی شد. بنابراین می‌توان دریافت که مصرف نیتروژن و آبیاری تکمیلی از طریق افزایش در صفات وزن سنبله و هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله، باعث افزایش

پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

## REFERENCE

1. Abdoli, M. (2019). Remobilization of photoassimilates a strategy to deal with drought stress in wheat. *Wheat Research*, 2(1), 87-104.
2. Aghaye Noroozlo, Y., Souri, M. K. & Delshad, M. (2019). Effects of soil application of amino acids, ammonium, and nitrate on nutrient accumulation and growth characteristics of sweet Basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(22), 2864-2872.
3. Ahmadi, M. & Souri, M. K. (2019). Nutrient uptake, proline content and antioxidant enzymes activity of pepper (*Capsicum annuum L.*) under higher electrical conductivity of nutrient solution created by nitrate or chloride salts of potassium and calcium. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 18(5), 113-122.
4. Ardalani, S., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Ghobadi, M. E. & Abdoli, M. (2015). Evaluation of grain yield and its relationship with remobilization of dry matter in bread wheat cultivars under water deficit stress at the post anthesis. *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 3(2): 173-196. (In Persian)
5. Azhand, M., Jalali-Honarmand, S., Saeidi, M., Ghobadi, M., Chaghamirza, K. & Abdoli, M. 2016. Evaluation of storage capacity and stem reserves contribution to grain yield of bread wheat affected by terminal drought stress. *Journal of Plant Ecophysiology*, 7(23): 1-16. (In Persian)
6. Bagherikia, S., Pahlevani, M., Yamchi, A., Zenalinezhad, K., & Mostafaie, A. (2018). Remobilization of stem soluble carbohydrates in bread wheat under terminal drought stress. *Journal of Plant Process and Function*, 7(24), 53-72. (In Persian)
7. Davis, J. G., Westfall, D. G., Mortvedt, J. J. & Shanahan, J. F. (2002). Fertilizing winter wheat. *Agronomy Journal*. 84, 1198- 1203.
8. El Mejahed, K. & Aouragh, L. (2005). Green manure and n fertilizer in soil quality and profitability of wheat based system in semiarid morocco using nuclear techniques. In: *Management of Nutrients, Water in Rainfed Arid, Semi-arid Areas for Increasing Crop, Production*, IAEA-TECDOC-1468, 89–106.
9. Faraji, H., Siadat, A., Fathi, G., Emam, Y., Nadian, H. & Rasekh, A. (2006). Effect of nitrogen on wheat yield in condition of drought stress in growth duration last. *Journal of Agriculture Science*. 29(1), 99-111. (In Persian)
10. Food and Agriculture Organization. (2019). FAOSTAT. Retrieved March 11, 2021, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
11. Hassanzadeh Gorttapeh, A., Fathollahzadeh, A., Nasrollahzadeh Asl, A. & Akhondi, N. (2008). Agronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in west Azerbaijan province. *Electronic Journal of Crop Production*. 1 (1): 82-100. (In Persian).
12. Hatamian, M., Rezaie Nejad, A., Kafi, M., Souri, M. K. & Shahbazi, K. (2019). Growth characteristics of ornamental Judas tree (*cercis siliquastrum L.*) seedling under different concentrations of lead and cadmium in irrigation water. *Acta Scientiarum polonorumHortorum Cultus*, 18(2), 87-96.
13. Hays, D. B., Do, J. H., Mason, R. E., Morgan, G. & Finlayson, S. A. (2007). Heat stress induced ethylene production in developing wheat grains induces kernel abortion and increased maturation in a susceptible cultivar. *Plant Science*, 172, 1113–1123.
14. Heidarpour, N. & Talaei, S. (2017). Effects of supplemental irrigation time and nitrogen rates on yield and agronomic characteristics of dryland wheat (*Triticum aestivum L.*) Kohdasht variety. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 47(4), 541-549. (In Persian)
15. Hosseini, R., Galeshi, S., Soltani, A. & Kalateh, M. (2011). The effect of nitrogen on yield and yield component in modern and old wheat cultivars. *Electronic Journal of Crop Production*, 4(1), 187-199. (In Persian)
16. International Atomic Energy Agency. (2000). Optimizing nitrogen fertilizer application to irrigated wheat. Retrieved March 7, 2021, from <https://www.iaea.org/publications/6037/optimizing-nitrogen-fertilizer-application-to-irrigated-wheat>.
17. Jafari, A., Paknejad, F. & Jami Al-Ahmadi, M. (2012). Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays L.*) hybrids. *International Journal of Plant Production*, 3(4), 33-38.

18. Katozi, M., Khoei, F. R. & Sabouri, H. (2009). Effect of irrigation management on grain filling rate, grain filling duration and leaf relative water content on three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 13(47 (B)), 623-638. (In Persian)
19. Kiani A. R. & Nourinia A. A. (2015). An investigation of rainfall and supplementary irrigation productivity in some wheat cultivars. *Journal of Water and Soil Conservation*, 21(5), 155-173.
20. Kougar, Z. & Malakouti, M. J. (2006). Nitrogen. In: A Look at the Fertility Status of Iranian Soils (Evaluation and Utilization). (pp. 1-45.) Agricultural Research, Education & Extension Organization.
21. Lawlor, D. W. (2002). Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of botany*, 89(7), 871-885.
22. Leilah, A. A. & Al-Khateeb, S. A. (2005). Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid environments*, 61(3), 483-496.
23. McKenzie, H. M. & Woods, S. A. (2011). Crop water use and requirements. Retrieved March, 10, 2021, Ministry of Agriculture and forestry. Alberta, from <https://open.alberta.ca/dataset/9a017865-5692-464d-92ac-93b5d50558db/resource/c0d20e0c-9f14-4f6d-8144-b8a6bc3452ba/download/5485851-2011-agri-facts-crop-water-use-requirements-revised-100-561-1-2011-11.pdf>.
24. Mirzakhani, M. (2019). Response of nitrogen use efficiency and agronomic characteristics of winter wheat to rate, time and method of nitrogen application. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50(2), 77-87. (In Persian)
25. Mohammadipour, N. & Souri, M. K. (2019). Beneficial effects of glycine on growth and leaf nutrient concentrations of coriander (*Coriandrum sativum*) plants. *Journal of Plant Nutrition*, 42(14), 1637-1644.
26. Montazar, A. & Mohseni, M. (2011). Influence of supplemental irrigation and applied nitrogen on wheat water productivity and yields. *Journal of Agricultural Science*, 3(1), 78.
27. Nemat pour, A., Kazemeini, S. A. M. & Bahrani, J. (2015). Effect of seeding and nitrogen rates on yield and yield components of wheat grown in rapeseed residues. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(1), 120-130.
28. Ono, Y., Wada, S., Izumi, M., Makino, A. & Ishida, H. (2013). Evidence for contribution of autophagy to R ubisco degradation during leaf senescence in Arabidopsis thaliana. *Plant, cell & environment*, 36(6), 1147-1159.
29. Pampana, S., Mariotti, M., Ercoli, L. & Masoni, A. (2014). Remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in durum wheat as affected by genotype and environment. *Italian Journal of Agronomy*, 3, 303-314.
30. Radaei Alamoli, Z., Jahansooz, M. R., Bagher Hosseini, S. M. & Soufizadeh, S. (2020). Evaluation the growth characteristics, yield and yield components of wheat and barley under water and nitrogen stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(2), 87-104. (In Persian)
31. Reynolds, M. P., Delgado, M. I. B., Gutiérrez-Rodríguez, M. & Larquè-Saavedra, A. (2000). Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment. I: Genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Research*, 66, 37-50.
32. Reynolds, M., Bonnett D., Chapman S. C., Furbank R. T., Manes Y., Mather D. E. & Parry M. A. (2010). Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies. *Journal of experimental botany*, 62(2), 439-452.
33. Rivero, R. M., Shulaev, V. & Blumwald, E. (2009). Cytokinin-dependent photorespiration and the protection of photosynthesis during water deficit. *Plant Physiology*, 150, 1530-1540.
34. Rusan, M. M., Battikhi, A. & Zuraiqi, S. (2005). Enhancement of nitrogen and water use efficiency by optimizing the combination of soil, crop and nitrogen management. In: Management of Nutrients and Water in Rainfed Arid and Semi-arid Areas for Increasing Crop Production, IAEA-TECDOC-1468, 155-177.
35. Sedri, M. H., Golchin, A., Fiezaslasl, V. & Sioseh-Mardeh, A. (2017). Evaluation of nitrogen application management on drought tolerance and water use efficiency of rain in rainfed wheat. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(3), 763-776. (In Persian)
36. Shirazi, S. M., Yusop, Z., Zardari, N. H., & Ismail, Z. (2014). Effect of irrigation regimes and nitrogen levels on the growth and yield of wheat. *Advances in Agriculture*, 2014.

37. Soughi, H., Kazemi, M., Kalateh, A. M., Shykh, F., Abroudi, S. & Askar, M. (2010). Effect of different amounts of foliar-and soil-applied n on yield and yield components of promising bread wheat. *Electronic Journal of Crop Production*, 2(4), 167-176. (In Persian)
38. Souri, M. K. & Hatamian, M. (2019). Aminochelates in plant nutrition: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 42(1), 67-78.
39. Souri, M. K., Naiji, M. & Kianmehr, M. H. (2019). Nitrogen release dynamics of a slow release urea pellet and its effect on growth, yield, and nutrient uptake of sweet basil (*Ocimum basilicum L.*). *Journal of plant nutrition*, 42(6), 604-614.
40. Tavakkoli, A. R. & Oweis, T. Y. (2004). The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. *Agricultural Water Management*, 65(3), 225-236.
41. Yarahmadi, S., Nematzade, G., Sabouri, H. & Najafi Zarrini, H. (2020). The importance of agromorphological traits in supplementary irrigation conditions as selection criteria for spring wheat improvement. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(4), 25-37. (In Persian)
42. Zargar Shoostari, F., Souri, M. K., Hasandokht, M. R. & Kalate Jari, S. (2020). Glycine mitigates fertilizer requirements of agricultural crops: case study with cucumber as a high fertilizer demanding crop. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 7(1), 1-10.