

## اثر تاریخ کاشت و نسبت های مختلف N-P-K بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در گندم در شرایط آب و هوایی اهواز

مریم ولی پور<sup>۱\*</sup>، امیر آینه بند<sup>۲</sup> و اسفندیار فاتح<sup>۳</sup>

\*- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران (valipoor\_maryam@yahoo.com)

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۴

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۶

### چکیده

به منظور بررسی اثر نسبت های مختلف N-P-K و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن، آزمایشی به صورت کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۸ - ۸۷ در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. تیمار اصلی شامل تاریخ کاشت در ۳ سطح، ۱- اولین تاریخ کاشت (۵ آبان)، ۲- دومین تاریخ کاشت (۲۵ آبان) و ۳- سومین تاریخ کاشت (۱۵ آذر) و تیمار فرعی شامل نسبت های مختلف N-P-K (کیلوگرم در هکتار) در ۴ سطح، ۱- شاهد (۰-۰-۰)، ۲- ۴۰٪ کمتر از بهینه (۰-۴۰-۴۰) و ۳- بهینه (۸۰-۹۰-۱۱۰) و ۴- ۴۰٪ بیشتر از بهینه (۱۲۰-۱۳۰-۱۵۰) بود. صفات مورد اندازه گیری شامل عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و شاخص های کارایی مصرف نیتروژن بود. نتایج آزمایش نشان داد که در محدوده ی تاریخ کاشت بهینه در منطقه (تاریخ کاشت های دوم و سوم) بهترین عملکرد دانه (به ترتیب، ۵/۰۴ و ۵/۲۳ تن در هکتار) تولید شد. در مقابل تاریخ کاشت زود هنگام کمترین (۴/۶۸ تن در هکتار) عملکرد دانه را دارا بود. در بین تیمارهای کودی بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به نسبت ۱۲۰-۱۳۰-۱۵۰ و شاهد به میزان ۶/۱۸ و ۳/۲۷ تن در هکتار بود. در بین اجزای عملکرد وزن هزاردانه و تعداد سنبله در متر مربع به ترتیب بیشترین تأثیر را در بهبود عملکرد دانه در بین تاریخ های کاشت و سطوح کودی دارا بودند. بهترین کارایی مصرف نیتروژن (۳۸/۰۸ کیلوگرم بر کیلوگرم) در دومین تاریخ کاشت و سطح کودی ۴۰٪ کمتر از بهینه به دست آمد. به علاوه با افزایش مصرف نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن نیز کاهش یافت؛ همچنین در هر سه تاریخ کاشت، نسبت کودی ۴۰-۵۰-۷۰ بهترین کارایی مصرف نیتروژن را دارا بود. در مجموع مشخص شد که اگر چه بالاترین عملکرد دانه در تیمار تاریخ کاشت دوم و سطح کودی ۴۰٪ بیشتر از بهینه به دست آمد؛ ولی این شرایط بهترین کارایی مصرف نیتروژن را نداشت.

کلید واژه ها: گندم، تاریخ کاشت، N-P-K، عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن

### مقدمه

مناسب گیاه زراعی همراه با فراهمی آب و عناصر غذایی در طی دوره های رشد گیاه داشته باشد. در این محیط های گرمسیری، محدودیت در منابع رشد (به ویژه در شرایط تنش گرمای آخر فصل برای گیاهی همچون گندم) اندازه ی برخی از اجزای گیاهی مانند ارتفاع بوته، طول برگ ها و سنبله ها را

گندم در محدوده ی وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می کند و از سازگارترین گونه های غلات به شمار می آید. از آن جایی که رشد گندم در نواحی گرمسیر حساسیت بالایی به مدیریت زراعی دارد، ترکیب منطقی عوامل مدیریت، می تواند سودمندی بسیاری در کاربرد مطلوب و استقرار

تولید دانه نیاز به کاربرد مقدار زیادی کودهای نیتروژن و فسفر است؛ البته در سال های اخیر توجه زیادی به کاربرد کود پتاسیم نیز شده است. بر این اساس تحقیقات نشان داده که کاربرد زیاد این کودها نه تنها عملکرد کمی و کیفی دانه را افزایش داده، بلکه مقاومت به خشکی را نیز از طریق افزایش عمقی و جانبی سیستم ریشه ای گیاهان بهبود داده است (۱۱). در حال حاضر تحقیقات زیادی بر روی اثرات مجزای هر یک از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم با تغییر در مقدار، زمان و نحوه ی کاربرد آنها شده است (۱۴)؛ اما صرف نظر از اثرات مجزای هر یک از این عناصر باید توجه داشت که کاربرد ترکیبی آنها نقش مهمی در بهبود و افزایش عملکرد گندم در مقایسه با کاربرد مجزای هر یک خواهد داشت (۱۳). در آزمایشی با افزایش در نسبت های N- P- K تا حدود ۵۰- ۱۰۰- ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه گندم افزایش یافت؛ اما سطوح بالاتر مصرف کود و بذر اثرکاهشی بر عملکرد دانه داشت (۸). در آزمایش دیگری با افزایش مقدار نسبت های کودی، عملکرد دانه و کاه، مقدار پروتئین دانه، جذب N و K و همچنین تعداد پنجه و وزن هزار دانه افزایش یافت (۶).

از سوی دیگر تحقیقات در زمینه کارایی استفاده از عناصر غذایی نشان داد که کاربرد بهینه و به هنگام عناصر غذایی، دسترسی گیاه از طریق همزمانی بین فراهمی عناصر و بهترین زمان جذب توسط گیاه را بهبود می بخشد. البته براساس یک پژوهش چند ساله و در مناطق مختلف گزارش شده که میانگین کارایی مصرف نیتروژن گندم در دنیا حدود ۳۳٪ بود، که حاکی از ناکارآمدی بسیاری از استراتژی های رایج در استفاده از نیتروژن است (۱۸). این پژوهشگران پیشنهاد دادند که مقدار نیتروژن توصیه شده از معادله ی زیر محاسبه گردد :

نیتروژن توصیه شده = عملکرد دانه قابل دسترس ( کیلوگرم ) × ۳۳٪

کاهش خواهد داد (۷). البته در اقلیم های بدون تنش (مانند گرم و خشک) معمولاً کشاورزان عامل تاریخ کاشت را به دلیل مطلوب بودن شرایط اقلیمی در طی زمان کاشت، زیاد در نظر نمی گیرند؛ بنابراین تاریخ کاشت در این نواحی دامنه گسترده تری را (برای مثال از مهر تا دی ماه) دارا می باشد (۹). در مقابل در محیط با اقلیم های متغیر (نواحی نیمه گرمسیری)، حتی در شرایط فاریاب نیز تاریخ کاشت فاکتور با اهمیتی می باشد. در این قبیل نواحی مشاهده شده که کاشت زود هنگام گندم باعث بهبود و افزایش تولید ماده خشک سطح برگ، تعداد پنجه ها و مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه شده است. بعلاوه، کاشت زود هنگام طول دوره ی پنجه زنی را افزایش داده، در حالی که کاشت دیر هنگام باعث کاهش در عملکرد شده است (۵). نتایج یک آزمایش دیگر نشان داد که، کاشت زود هنگام با افزایش تأخیر در ظهور سنبله ها، شرایط مطلوبی برای شکل گیری تعداد بیشتری برگ بر روی ساقه اصلی را فراهم نمود. همچنین مشاهده شد که تأخیر در کاشت اغلب با کاهش اساسی در عملکرد دانه همراه بوده که مقدار آن در ارقام زوردس (۱۰۰ تا ۹۰ روز طول دوره رشد) تا ۸۶٪ رسیده است (۲۲). بنابراین در اقلیم های با گرمای آخر فصل (مانند خوزستان) توجه به تاریخ کاشت مطلوب و دقیق اهمیت بیشتری خواهد داشت؛ زیرا در این نواحی دمای زیاد مهم ترین عامل تنش زای محیطی است و رشد گندم را بویژه در اواخر فصل رشد به دلایلی همچون مواجه شدن مراحل سنبله دهی و پر شدن دانه (بویژه در تاریخ کاشت دیر هنگام) با گرمای زیاد آخر فصل محدود می کند و نتیجه ی آن کاهش طول دوره ی پر شدن دانه و نهایتاً کاهش عملکرد خواهد بود (۲۰ ، ۲۱).

از سوی دیگر مقدار، زمان و روش کاربرد کودها به ویژه نیتروژن نقشی حیاتی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت دانه گندم خواهند داشت (۱۳). به طور کلی در سیستم های کشاورزی مدرن برای افزایش

کاشت در ۳ زمان، D<sub>1</sub> - اولین تاریخ کاشت (۵ آبان)، D<sub>2</sub> - دومین تاریخ کاشت (۲۵ آبان) و D<sub>3</sub> - سومین تاریخ کاشت (۱۵ آذر) بود. در بین تاریخ های مختلف کاشت D<sub>2</sub> تاریخ کاشت رایج منطقه بود، در حالی که D<sub>1</sub> و D<sub>3</sub> به ترتیب تاریخ کاشت های زودتر و دیرتر از زمان کاشت رایج گندم در منطقه می باشد. تیمار فرعی شامل نسبت های مختلف N - P - K (کیلوگرم در هکتار) در چهار سطح، F<sub>1</sub> - شاهد (۰ - ۰ - ۰)، F<sub>2</sub> - ۴۰٪ کمتر از بهینه (۴۰ - ۵۰ - ۷۰)، F<sub>3</sub> - بهینه (۸۰ - ۹۰ - ۱۱۰) و F<sub>4</sub> - ۴۰٪ بیشتر از بهینه (۱۲۰ - ۱۳۰ - ۱۵۰) بود. در این آزمایش منظور از مقدار کود بهینه در واقع مقدار کود رایج در زراعت گندم در منطقه است. این آزمایش در سه تکرار انجام شد. در نسبت های کودی برای پتاسیم از سولفات پتاسیم، فسفر به صورت سوپر فسفات تریپل و نیتروژن به صورت کود اوره استفاده شد. کلیه عملیات آماده سازی زمین شامل کاشت، آبیاری و مدیریت علف های هرز مطابق عرف منطقه انجام گرفت. ابعاد هر کرت ۱/۵ × ۳ متر و شامل ۷ خط کشت بود. رقم گندم چمران به میزان ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار تنظیم و در خطوط منظم به فواصل ۲۰ سانتی متر به وسیله دست کشت گردید. برداشت نهایی از دو متر مربع در هر کرت صورت گرفته و صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه های بارور، طول سنبله، وزن تک سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد پروتئین، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین اندازه گیری شدند. همچنین شاخص های کارایی نیتروژن نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (۱۵). نتایج به دست آمده با نرم افزار آماری SAS و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین داده ها به وسیله آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ با هم مقایسه گردید.

که در آن عملکرد قابل دسترس، میانگین عملکرد گندم در هر منطقه طی ۵ سال ما قبل بوده است و به طور میانگین نیز ۳۳ کیلوگرم نیتروژن برای تولید ۱۰۰۰ کیلوگرم دانه ی گندم مورد نیاز می باشد (۱۸). بنابراین هدف این تحقیق از یک سو توجه به دیدگاه های کشاورزی پایدار در زمینه کاربرد بهینه عناصر غذایی (نسبت های مختلف N- P- K) و کارایی استفاده از نیتروژن و از سوی دیگر میزان تغییرات عملکرد گندم در شرایط زراعی نامطلوب رایج منطقه (مواجه با گرمای آخر فصل در تاریخ های کاشت مختلف) در مناطق گرمسیری است.

### مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر تاریخ های مختلف کاشت و نسبت های مختلف کود بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و شاخص های کارایی نیتروژن در گندم (رقم چمران)، پژوهشی مزرعه ای در سال زراعی ۸۷-۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به اجرا در آمد. خصوصیات جغرافیایی و آب و هوایی محل آزمایش عبارتند از: طول ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه ی شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه ی شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۲۲ متر هم چنین در طول دوره ی آزمایش میانگین بارندگی ۶۶/۷ میلی متر، میانگین حداقل درجه حرارت ۵/۷ درجه ی سانتی گراد در دی ماه و میانگین حداکثر دما ۳۷/۲ درجه ی سانتیگراد در اردیبهشت ماه بود. خصوصیات خاک محل آزمایش شامل بافت خاک لوم شنی، هدایت الکتریکی ۵/۴ میلی موس، اسیدیته ی ۷/۵، درصد مواد آلی ۰/۵۴، درصد نیتروژن کل خاک ۰/۰۴، مقدار فسفر قابل تبادل ۱۲/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم و مقدار پتاسیم قابل تبادل ۱۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی و به صورت کرت های یک بار خرد شده اجرا گردید. تیمار اصلی شامل تاریخ

جذب عنصر غذایی توسط گیاهی      جذب عنصر غذایی توسط گیاهی

که کود دریافت نکرده (کیلوگرم) - که کود دریافت کرده (کیلوگرم)

$$\times 100 = \frac{\text{مقدار کود مصرف شده (کیلوگرم)}}{\text{کارایی بازیافت}} \times 100$$

ظاهری (درصد)

$$\times 100 = \frac{\text{کل نیتروژن موجود در دهنه (کیلوگرم)}}{\text{کل نیتروژن گیاه (کیلوگرم)}} \times 100$$

شاخص برداشت =  
نیتروژن (درصد)

عملکرد کل ماده خشک گیاهی که کود دریافت نکرده (کیلوگرم) - عملکرد کل ماده خشک گیاهی که کود دریافت کرده (کیلوگرم)	عملکرد کل ماده خشک گیاهی که کود دریافت نکرده (کیلوگرم) - جذب عنصر غذایی توسط گیاهی که کود دریافت کرده (کیلوگرم)	= کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم) نیتروژن خاک + نیتروژن مصرف شده (کیلوگرم)
= کارایی فیزیولوژیکی (کیلوگرم بر کیلوگرم)	جذب عنصر غذایی توسط گیاهی که کود دریافت کرده (کیلوگرم)		عملکرد دانه گیاهی که کود مصرف کرده (کیلوگرم) - عملکرد دانه گیاهی که کود مصرف نکرده (کیلوگرم) مقدار کود مصرف شده (کیلوگرم)
= کارایی زراعی (کیلوگرم بر کیلوگرم)	عملکرد دانه گیاهی که کود دریافت کرده (کیلوگرم)		
جذب عنصر غذایی توسط گیاهی که کود دریافت کرده (کیلوگرم)	جذب عنصر غذایی توسط گیاهی که کود دریافت کرده (کیلوگرم)	= کارایی زراعی (کیلوگرم بر کیلوگرم)	

## نتایج و بحث

### عملکرد و اجزای عملکرد

**ارتفاع بوته:** نتایج مقایسه ی میانگین ها (جدول ۱) نشان داد که بیشترین (۱۰۴/۸ سانتی متر) و کمترین (۸۹/۹ سانتی متر) ارتفاع بوته به ترتیب به تاریخ های کاشت ۵ آبان و ۱۵ آذر تعلق داشت. همچنین بین سطوح کودی نیز تیمار شاهد کمترین (۹۲/۵۹ سانتی متر) و تیمار کودی بهینه بیشترین (۹۹/۸۱ سانتی متر) ارتفاع را دارا بودند. بین اثر متقابل آنها نیز بیشترین و کمترین ارتفاع (۱۰۸/۴۹ و ۸۳/۵۷ سانتی متر) به ترتیب مربوط به تیمارهای  $D_3 \times F_1$  و  $D_1 \times F_3$  می باشد. به نظر می رسد در شرایط کشت زود هنگام به دلیل طولانی شدن دوره ی رشد رویشی، ارتفاع افزایش یافته و برعکس با تأخیر در کاشت و کوتاه شدن طول دوره ی رشد رویشی، ارتفاع نیز کاهش یافته است. همچنین این صفت با کاربرد بهینه ی کود و تأمین مطلوب عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاه مطلوب شده است. به طور مشابه بیان گردیده با تأخیر در کاشت، ارتفاع گندم کاهش یافت که دلیل عمده ی آن عدم بهره مندی از شرایط محیطی مطلوب به ویژه دما و تشعشع ذکر شده است (۲۲). از سوی دیگر گزارش شده است که کاربرد کود به میزان بهینه و زیاد به دلیل فراهمی مطلوب عناصر غذایی، رشد رویشی بوته های گندم را بهبود داد (۱۳).

**تعداد پنجه های بارور:** بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) بیشترین تعداد پنجه (۱/۴۷)

مربوط به تاریخ کاشت ۵ آبان و کمترین (۰/۷) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آذر می باشد. بین سطوح کودی نیز بیشترین و کمترین تعداد پنجه (۱/۳۱ و ۰/۶۹) به ترتیب مربوط به تیمارهای ۴۰٪ کمتر از بهینه و شاهد می باشد. با توجه به جدول ۱ در بین اثرات متقابل نیز تیمار  $D_1 \times F_2$  بیشترین تعداد پنجه (۱/۸۷) و تیمار  $D_3 \times F_1$  کمترین (۰/۲) تعداد پنجه را دارا بودند. در این رابطه گزارش شد که کمترین تعداد پنجه در شرایط بدون کود حاصل گردید. به علاوه با افزایش نسبت های N-P-K تعداد پنجه های بارور به دلیل نقش تسریع کننده ی نیتروژن در رشد رویشی افزایش یافت (۱۷). برخی پژوهشگران اظهار داشتند که افزایش در مقادیر N-P-K موجب افزایش پنجه و وزن هزار دانه در گندم شد (۸). سایر پژوهشگران نیز بیان کردند کاربرد نیتروژن باعث تحریک تولید پنجه ها و بقای بهتر آنها در گندم گردید (۱).

**خصوصیات سنبله:** مهمترین خصوصیات سنبله مانند طول سنبله، وزن تک سنبله در گیاه، تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به همین جدول، تأخیر در کاشت از ۲۵ آبان به ۱۵ آذر، اثر معنی داری بر هیچ یک از صفات فوق نداشته است. همچنین با افزایش مصرف کود از اولین به سومین نسبت N-P-K صفات طول سنبله، وزن تک سنبله و تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی داری نشان نمی دهند. اثر متقابل تیمارهای آزمایش مشخص می کند که بیشترین

جدول ۱- اثر تاریخ کاشت و نسبت های کودی بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه های بارور و خصوصیات سنبله گندم

تیمارهای آزمایش	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد پنجه های بارور	طول سنبله (سانتی متر)	وزن تک سنبله (گرم)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله
<b>تاریخ کاشت</b>						
(D <sub>1</sub> ) ۵ آبان	۱۰۴/۸a	۱/۴۷a	۱۳/۸۵a	۲/۲۹a	۳۹۲a	۳۵a
(D <sub>2</sub> ) ۲۵ آبان	۹۵/۴b	۱/۰۵b	۱۳/۷۱a	۱/۸۵b	۴۰۲a	۳۰b
(D <sub>3</sub> ) ۱۵ آذر	۸۹/۹c	۰/۷c	۱۳/۸۹a	۲/۱۲ab	۴۵۲a	۳۴fab
<b>N-P-K</b>						
(F <sub>1</sub> ) ۰-۰-۰	۹۲/۵۹b	۰/۶۹b	۱۳/۲۵b	۲/۰۳a	۲۴۳c	۳۰b
(F <sub>2</sub> ) ۷۰-۵۰-۴۰	۹۶/۷۳ab	۱/۳۱a	۱۳/۷۴fab	۲/۰۴a	۴۸۷b	۳۲ab
(F <sub>3</sub> ) ۱۱۰-۹۰-۸۰	۹۹/۸۱a	۱/۱۱a	۱۴/۴۵a	۲/۱۸a	۵۰۴b	۳۵a
(F <sub>4</sub> ) ۱۵۰-۱۳۰-۱۲۰	۹۷/۶۵ab	۱/۱۸a	۱۳/۸۳ab	۲/۰۹a	۵۶۰a	۳۳ab
<b>اثر متقابل</b>						
D <sub>1</sub> × F <sub>1</sub>	۱۰۲/۶۵abc	۱bc	۱۳/۴۵b	۲/۲۴ab	۲۵۰d	۳۴fab
D <sub>1</sub> × F <sub>2</sub>	۱۰۵/۶۱ab	۱/۸۷a	۱۳/۹۱ab	۲/۲۳ab	۴۵۳bc	۳۴fab
D <sub>1</sub> × F <sub>3</sub>	۱۰۸/۴۹a	۱/۴۷ab	۱۴/۱۳ab	۲/۴۱a	۴۱۷c	۳۶ab
D <sub>1</sub> × F <sub>4</sub>	۱۰۲/۴۶abcd	۱/۵۳ab	۱۳/۹ab	۲/۲۷ab	۴۴۷bc	۳۵ab
D <sub>2</sub> × F <sub>1</sub>	۹۱/۵۴ef	۰/۸۷bcd	۱۳/۰۷b	۱/۷۳d	۲۹۳d	۲۶c
D <sub>2</sub> × F <sub>2</sub>	۹۴/۸۳cde	۱/۱۳bc	۱۳/۷۵ab	۱/۷۹cd	۵۲۴abc	۳۰bc
D <sub>2</sub> × F <sub>3</sub>	۹۸/۲۲bcde	۱/۱۳bc	۱۴/۲۳ab	۱/۹۶bcd	۵۶۳ab	۳۲abc
D <sub>2</sub> × F <sub>4</sub>	۹۷/۰۲bcde	۱/۰۷bc	۱۳/۸۱ab	۱/۹۰bcd	۶۲۸a	۳۰bc
D <sub>3</sub> × F <sub>1</sub>	۸۳/۵۷f	۰/۲d	۱۳/۲۳b	۲/۱۲abcd	۱۸۷d	۳۰abc
D <sub>3</sub> × F <sub>2</sub>	۸۹/۷۵ef	۰/۹۳bc	۱۳/۵۶b	۲/۰۹abcd	۵۳۶ab	۳۳ab
D <sub>3</sub> × F <sub>3</sub>	۹۲/۷۱ef	۰/۷۳cd	۱۵a	۲/۱۷abc	۴۸۱bc	۳۷a
D <sub>3</sub> × F <sub>4</sub>	۹۳/۴۶e	۰/۹۳bc	۱۳/۷۷ab	۲/۱۱abcd	۶۰۴a	۳۵ab

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری ۵ درصد معنی دار نمی باشند

کوددهی نامناسب) با تأثیر بر صفت طول سنبله اثر معنی داری بر دیگر خصوصیات سنبله به ویژه کاهش در تعداد دانه در سنبله و وزن تک سنبله خواهد داشت. نتیجه ی برخی آزمایش ها نشان داد که طول سنبله در گندم نقش مهمی در تعیین تعداد دانه در سنبله و عملکرد نهایی دانه داشته و این صفت با افزایش طول دوره ی رشد گندم، افزایش یافته است (۹). همچنین صفت تعداد دانه در سنبله نیز تابعی از طول سنبله است و عمدتاً تحت کنترل خصوصیات ژنتیکی ارقام گندم و شرایط اقلیمی در طول دوره

طول سنبله در تیمار  $D_3 \times F_3$  با ۱۵ سانتی متر به دست آمد که همین تیمار نیز بیشترین تعداد دانه در سنبله را دارا بود (تعداد ۳۷ دانه در سنبله). از سوی دیگر کمترین تعداد دانه در سنبله در تیمار  $D_2 \times F_1$  (تعداد ۲۶ دانه در سنبله) باعث شد که همین تیمار نیز کمترین وزن تک سنبله را داشته باشد (۱/۷۳ گرم). به طور مشابه نیز تیمار  $D_2 \times F_1$  دارای کمترین طول سنبله (۱۳/۰۷ سانتی متر) و در نتیجه کمترین تعداد دانه در سنبله است. این نتایج مشخص می کنند که شرایط نامطلوب (مانند تاریخ کاشت یا

کاشت، بیشترین عملکرد کاه (۱۰/۲۴ تن در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت ۵ آبان و کمترین آن (۸/۰۴ تن در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آذر است. به عبارت دیگر مشخص می گردد که با تأخیر در تاریخ کاشت از بهینه به دیر هنگام، عملکرد کاه گندم کاهش یافته که این کاهش نیز عمدتاً به دلیل کاهش در ارتفاع بوته در تاریخ های کاشت دیر هنگام روی داده است (جدول ۱). البته طول سنبله با تأخیر در زمان کاشت تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول ۱). بر این اساس بیشترین کاهش در ارتفاع گندم ناشی از کاهش در طول ساقه ی گندم بوده که منجر به کاهش عملکرد کاه نیز شده است. بین تیمارهای کودی نیز بیشترین و کمترین عملکرد کاه به ترتیب مربوط به تیمارهای ۴۰٪ بیشتر از بهینه و شاهد می باشد (۱۰/۴۴ و ۷/۰۷ تن در هکتار). در مجموع بیشترین عملکرد کاه در تاریخ کاشت اول و در سطح کودی ۴۰٪ بیشتر از بهینه به دست آمد (۱۱/۶۵ تن در هکتار).

البته این نتایج نشان می دهد که با افزایش کمیت نسبت N-P-K عملکرد کاه گندم نیز بهبود یافته است. با توجه به کاهش در ارتفاع کاه در تاریخ های کاشت دیر هنگام، به نظر می رسد که افزایش وزن کاه به دلیل افزایش وزن مخصوص (وزن کاه تقسیم بر طول کاه) روی داده است (به عبارت دیگر ساقه ها ی گندم توپرتر شده اند). به طور مشابه نیز گزارش شده که در کاشت زود هنگام گندم (در مقایسه با کاشت دیر هنگام) به علت طولانی تر شدن دوره ی رشد رویشی و افزایش ارتفاع بوته، عملکرد کاه نیز بهبود یافت (۵، ۲۱).

**عملکرد بیولوژیکی:** تاریخ کاشت اثر معنی دار بر صفت عملکرد بیولوژیکی نداشت؛ اما کوددهی در مقایسه با عدم کاربرد کود (شاهد) اثر معنی داری بر این صفت دارا بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمار  $D_1 \times F_4$  (۱۹/۱۴ تن در هکتار) و تیمار  $D_2 \times F_1$  (۱۰/۶۳ تن

رشد آن می باشد (۲۱). بر این اساس تعداد دانه در سنبله در تاریخ کاشت مطلوب گندم بیشتر از کشت زود هنگام و دیر هنگام آن گزارش شده است (۱۳). به طور مشابه نیز گزارش شده است که کمترین ارتفاع سنبله گندم در تیمار کودی شاهد (بدون کود) به دست آمد (۱۷).

**وزن هزار دانه:** نتایج مقایسه میانگین نشان می دهد که اثر تغییر تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه معنی دار است (جدول ۲)؛ به طوری که از تاریخ کاشت زود هنگام به دیر هنگام، وزن هزار دانه کاهش یافت. در مقابل تغییر در میزان مصرف کود، اثری بر این صفت نداشته است. بنابراین با بررسی اثر متقابل تیمارهای آزمایش مشخص شد که کمترین وزن هزار دانه گندم در تمامی نسبت های N-P-K و در تاریخ کاشت دیر هنگام (۱۵ آذر) به دست آمده است. از این نتایج می توان چنین استنباط کرد که در شرایط کشت زود هنگام، ذخایر کربوهیدراتی گیاه در اندام های رویشی افزایش یافته و در هنگام پر شدن دانه این ذخایر صرف پر شدن دانه می شود؛ ولی با تأخیر در زمان کاشت، به دلیل کاهش رشد رویشی و به دنبال آن کاهش ذخایر کربنی گیاه، وزن هزار دانه کاهش یافته است. مهم ترین دلیل این بهبود در وزن هزار دانه می تواند ناشی از نمو بهتر دانه ها (۸)، استفاده بهتر از ذخایر کربنی قابل انتقال (۱۳) و همچنین طول دوره ی رشد بیشتر (۱۷) باشد. از سوی دیگر نیز کوچکی و همکاران (۲) گزارش دادند که در تاریخ های کاشت زود هنگام در مقایسه با تاریخ های کاشت دیر هنگام به دلیل کاهش درصد باروری و تعداد دانه ی تشکیل شده، مواد فتوسنتزی تولید شده به تعداد کمتری دانه اختصاص یافته و وزن هزار دانه افزایش یافت. نتایج آزمایش دیگری نیز نشان داد که بهترین وزن هزار دانه در تاریخ کاشت زود هنگام تولید شد (۲۲).

**عملکرد کاه:** مقایسه میانگین ها برای این صفت نشان داد (جدول ۲) که بین تاریخ های مختلف

جدول ۲- اثر تاریخ کاشت و نسبت های کودی بر وزن هزاردانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین گندم

تیمارهای آزمایش	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد کاه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	درصد پروتئین
<b>تاریخ کاشت</b>					
D <sub>1</sub> (آبان ۵)	۳۹/۹۳a	۱۰/۲۴a	۱۶/۹۴a	۲۷/۸۴b	۱۱/۱۹a
D <sub>2</sub> (آبان ۲۵)	۳۸/۶۹b	۸/۸۱ab	۱۶/۰۵a	۳۲/۱۶a	۱۰/۲۷ab
D <sub>3</sub> (آذر ۱۵)	۳۴/۸۸c	۸/۰۴b	۱۴/۹۷a	۳۲/۹۸a	۹/۵۰b
<b>N-P-K</b>					
F <sub>1</sub> (۰-۰-۰)	۳۸/۱۵a	۷/۰۷b	۱۲/۱۹b	۲۶/۴۲b	۹/۶۹a
F <sub>2</sub> (۷۰-۵۰-۴۰)	۳۸/۱۰a	۹/۰۴ab	۱۶/۰۶a	۳۱/۴۷a	۱۰/۵۳a
F <sub>3</sub> (۱۱۰-۹۰-۸۰)	۳۷/۲۲a	۹/۵۷a	۱۷/۰۸a	۳۲/۷۸a	۹/۷۰a
F <sub>4</sub> (۱۵۰-۱۳۰-۱۲۰)	۳۷/۵۶a	۱۰/۴۴a	۱۸/۶۲a	۳۳/۳۰a	۱۱/۳۷a
<b>اثر متقابل</b>					
D <sub>1</sub> × F <sub>1</sub>	۴۱/۰۹a	۸/۹۸abcd	۱۴/۷۸abc	۲۴/۲۳c	۱۰/۰۸ab
D <sub>1</sub> × F <sub>2</sub>	۴۰/۶۳ab	۱۰/۸۳ab	۱۷/۵۰ab	۲۶/۷۵abc	۱۱/۶۳ab
D <sub>1</sub> × F <sub>3</sub>	۳۹/۰۰ab	۹/۵۱abcd	۱۶/۴۳ab	۳۲/۰۷abc	۱۰/۰۸ab
D <sub>1</sub> × F <sub>4</sub>	۳۹/۰۲ab	۱۱/۶۵a	۱۹/۱۴a	۲۸/۳۰abc	۱۲/۹۸a
D <sub>2</sub> × F <sub>1</sub>	۳۹/۳۸ab	۵/۸۸d	۱۰/۶۳c	۲۹/۱۱abc	۹/۳۱b
D <sub>2</sub> × F <sub>2</sub>	۳۸/۲۶bc	۹/۰۳abcd	۱۶/۳۲ab	۳۲/۰۶abc	۱۰/۴۷ab
D <sub>2</sub> × F <sub>3</sub>	۳۸/۶۷abc	۹/۸۷abc	۱۷/۵۸ab	۳۲/۴۶abc	۹/۵۰b
D <sub>2</sub> × F <sub>4</sub>	۳۸/۴۵abc	۱۰/۴۵ab	۱۹/۰۴a	۳۶/۶۰a	۱۱/۸۲ab
D <sub>3</sub> × F <sub>1</sub>	۳۳/۹۹d	۶/۳۵cd	۱۱/۱۶c	۲۵/۹۰bc	۹/۶۹b
D <sub>3</sub> × F <sub>2</sub>	۳۵/۴۱d	۷/۲۶bcd	۱۴/۳۶bc	۳۵/۵۸ab	۹/۵۰b
D <sub>3</sub> × F <sub>3</sub>	۳۴/۰۰d	۹/۳۴abcd	۱۷/۲۲ab	۳۳/۸۲abc	۹/۵۲b
D <sub>3</sub> × F <sub>4</sub>	۳۶/۱۰cd	۹/۲۰abcd	۱۷/۶۷ab	۳۵/۰۱ab	۹/۳۱b

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری ۵ درصد معنی دار نمی باشد

بیولوژیکی ضروری است. البته وجود تیمار شاهد در این آزمایش باعث شده که با وجود برخی تفاوت های مشخص برای عملکرد بیولوژیکی (و همچنین عملکرد دانه) بین برخی تیمارها، این اختلافات معنی دار نگردند. برای مثال با مقایسه عملکرد بیولوژیکی بین تیمارهای D<sub>1</sub> × F<sub>4</sub> (۱۹/۱۴ تن در هکتار) و D<sub>1</sub> × F<sub>1</sub> (۱۴/۷۸ تن در هکتار) مشخص شد که حدود ۴ تن تفاوت وجود دارد؛ ولی این تفاوت اگر چه به لحاظ آماری معنی دار نشده؛ اما از دیدگاه تفسیر زراعی، تفاوت بسیار قابل توجهی می باشد. در مجموع نتایج

در هکتار) به دست آمد که این شرایط با بیشترین و کمترین کاه تولیدی نیز مطابقت داشت. البته در تمامی تاریخ های کاشت و با افزایش مصرف کود، عملکرد بیولوژیک نیز افزایش یافت؛ ولی این بهبود فقط در تاریخ های کاشت سوم معنی دار شد. با این حال، در تمامی تاریخ های کاشت، بین تیمارهای کودی و شاهد برای صفت عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی داری وجود داشت. این نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت دیر هنگام، کاربرد سطوح بالاتری از نسبت های N-P-K برای افزایش عملکرد

زودهنگام و دیرهنگام و سطوح ناکافی فراهمی عناصر غذایی در هر دو حالت باعث کاهش عملکرد دانه از میزان بهینه شده است. این نتایج با یافته های بسیاری از پژوهشگران مطابقت داشت (۷، ۸، ۱۳، ۱۷ و ۲۲). البته بهبود عملکرد دانه در این آزمایش تابعی از بهبود صفاتی همچون شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی (جدول ۲) تعداد سنبله در متر مربع و طول سنبله (جدول ۱) می باشد؛ هر چند کمیت سایر صفات عملکردی نیز در بسیاری از موارد بدون تفاوت معنی دار با شرایط بهترین حالت آن می باشد. به هر حال گزارش شده است که در بسیاری از نواحی گرمسیری در اغلب موارد کشت زودهنگام به علت افزایش دوره رشد گیاه عملکرد بیشتری در مقایسه با کشت دیرهنگام تولید خواهد کرد؛ به طوری که هر روز تأخیر در تاریخ کاشت از آذر ماه به بعد، حدود ۳۹ کیلوگرم در هکتار کاهش در عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت (۲۲).

**پروتئین دانه:** با تأخیر در کاشت، درصد پروتئین دانه کاهش یافت؛ ولی در مقابل با افزایش مصرف کود، مقدار آن بهبود پیدا کرد (هر چند که بین تیمارهای کاربرد کود زیاد و کم تفاوت معنی داری دیده نشد) (جدول ۲). به هر حال تاریخ کاشت زودهنگام و مقادیر بالای کوددهی، بیشترین درصد پروتئین دانه را تولید کرده است (۱۲/۹۸ درصد)؛ اما با توجه به این که عملکرد دانه در شرایط تاریخ کاشت بهینه بیشترین میزان را داشته، لذا بهترین عملکرد پروتئین (حاصل ضرب درصد پروتئین دانه و عملکرد دانه) در تیمار تاریخ کاشت بهینه و با مصرف بیشترین سطح کودی به دست آمده است (۷۸۹/۵۸ کیلوگرم در هکتار) (شکل ۲). به علاوه نتایج نشان داد که این صفت (عملکرد پروتئین) بین تاریخ های کاشت زودهنگام و بهینه، تفاوت کمتری در مقایسه با تاریخ کاشت دیرهنگام دارد (شکل ۲) که یک دلیل عمده ی آن می تواند مواجه شدن مرحله پرشدن دانه با گرمای آخر فصل در تاریخ کاشت دیرهنگام باشد. به طور

برخی پژوهش ها نشان داد که با افزایش مصرف عناصر N-P-K عملکرد بیولوژیکی گندم افزایش یافت؛ اما دارای یک سطح بهینه بود که پس از آن و در سطوح بالاتری از مصرف N-P-K (۵۰-۱۰۰) ۲۰۰) کمیت آن کاهش یافت (۲۰).

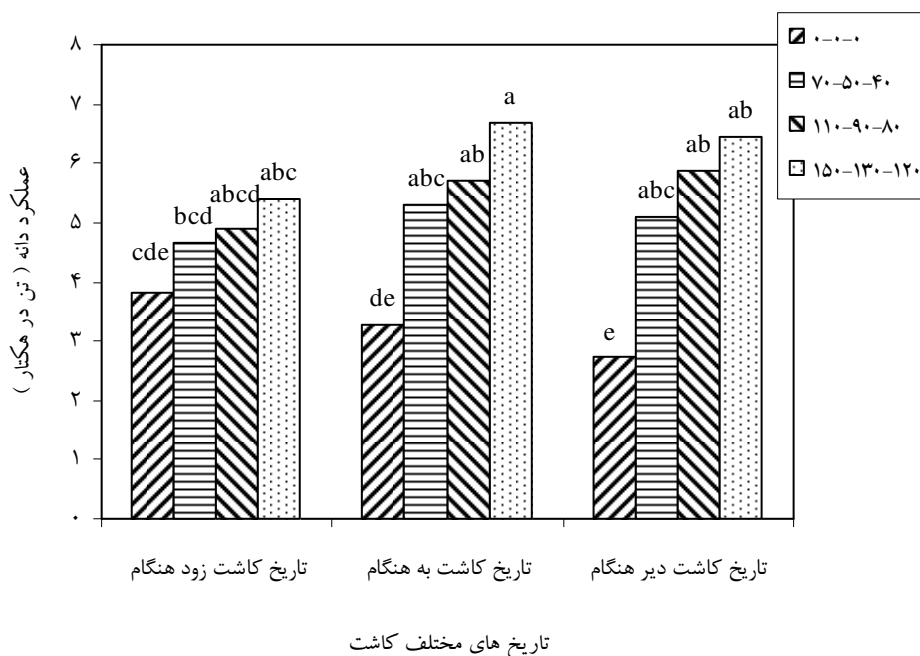
**شاخص برداشت:** بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای تاریخ کاشت، بیشترین شاخص برداشت (۳۲/۹ درصد) مربوط به تاریخ کاشت سوم و کمترین آن (۲۷/۸ درصد) مربوط به تاریخ کاشت اول می باشد (جدول ۲). بین سطوح مختلف کودی نیز بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به تیمارهای ۴۰٪ بیشتر از بهینه (۳۳/۳ درصد) و شاهد (۲۶/۴ درصد) است. به نظر می رسد وجود شرایط زراعی نامطلوب مانند تاریخ کاشت نامناسب و کوددهی ناکافی باعث کاهش شاخص برداشت شده است. بنابراین بهترین عدد شاخص برداشت در تاریخ های کاشت بهینه و با مصرف بیشترین میزان کود به دست آمد (۳۶/۶ درصد). مسگرباشی (۳) گزارش داد که کمترین شاخص برداشت گندم در سطوح پایین مصرف کود به دست آمد. به طور مشابه نیز بیان شد که در تاریخ کاشت زودهنگام به علت رشد رویشی بیشتر و عدم بهبود در عملکرد دانه، با افزایش عملکرد کاه، صفت شاخص برداشت کاهش یافت (۴).

**عملکرد دانه:** مقایسه ی میانگین ها برای عملکرد دانه نشان می دهد (شکل ۱) که بیشترین عملکرد دانه در شرایط تاریخ کاشت بهینه و بیشترین نسبت کودی N-P-K به دست آمده است (۶/۶۸ تن در هکتار)؛ البته شایان ذکر است که تفاوت معنی داری بین این عملکرد با سایر تیمارهای کودی به استثنای شاهد در تاریخ های مختلف کاشت وجود ندارد. بنابراین نمی توان این تیمار را به عنوان بهترین تیمار کودی برای تولید دانه معرفی نمود؛ بلکه به لحاظ زیست محیطی استفاده از تیمار کودی ۴۰-۵۰-۷۰ بیشتر قابل توصیه می باشد (شکل ۱) ضمناً کارایی مصرف نیتروژن در این تیمار بالا می باشد. بر این اساس تاریخ های کاشت

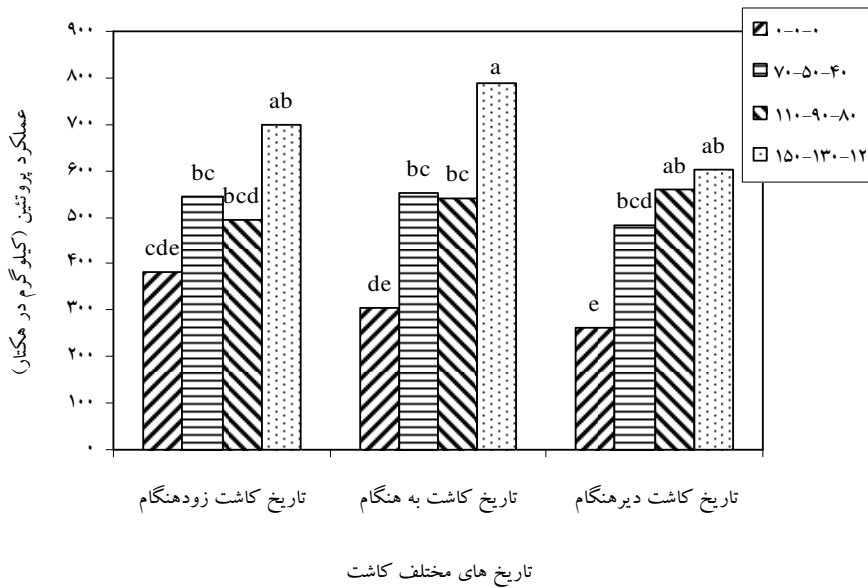


**ضرایب همبستگی:** نتایج جدول ضرایب همبستگی برای عملکرد و اجزای عملکرد (جدول ۳) نشان داد که عملکرد دانه بیشترین همبستگی را به ترتیب با صفات ارتفاع بوته ( $r = 0/81$ )، وزن هزاردانه ( $r = 0/78$ ) و عملکرد کاه ( $r = 0/45$ ) دارا است. در حالی که عملکرد بیولوژیک گندم با صفات وزن تک سنبله ( $r = 0/58$ ) و طول سنبله ( $r = 0/49$ ) همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد. به علاوه یک رابطه معنی دار و منفی بین تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله در گیاه وجود دارد ( $r = -0/34$ ). این حالت بیانگر این است که با افزایش تعداد دانه، وزن سنبله های گندم (یا به عبارتی وزن دانه در سنبله) کاهش یافته است

مشابه نیز گزارش شد که فصل رشد و شرایط آب و هوایی در زمان پر شدن دانه گندم تاثیر زیادی بر میزان پروتئین دانه داشته است. همچنین درصد پروتئین دانه حدود ۱۲/۸ شاخص مطلوبی بر فراهمی کافی نیتروژن در طی دوره رشد گندم در نواحی معتدل می باشد (۱۰). در آزمایش دیگری نیز اظهار شد که بیشترین درصد پروتئین دانه در شرایط تاریخ کاشت زودهنگام به دست آمد. دلیل اصلی این امر، مطلوب تر بودن شرایط آب و هوایی در مرحله ی رشد زایشی گندم در مقایسه با تاریخ کاشت دیر تر ذکر شده است؛ به علاوه در این تاریخ، کاشت عملکرد دانه ی گندم نیز بیشتر بود که منجر به بهبود عملکرد پروتئین دانه در واحد سطح گردید (۲۱).



شکل ۱- اثر متقابل نسبت های کود و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه



شکل ۲- اثر متقابل نسبت های کود و تاریخ کاشت بر عملکرد پروتئین دانه

مصرف کود به دست آمد (به ترتیب ۳۲/۶۶ و ۳۳/۹۵ کیلوگرم بر کیلوگرم). به طور مشابه نیز گزارش شده است که شاخص کارایی زراعی با افزایش مصرف کود نیتروژن کاهش می یابد؛ البته سایر فاکتورهای زراعی مانند تناوب و شخم نیز در روند کاهش آن مؤثر خواهند بود (۱۶).

**کارایی فیزیولوژیکی:** تغییرات شاخص کارایی فیزیولوژیکی دارای یک حد مطلوب در سطح کود و تاریخ کاشت بهینه می باشد. این شاخص که کارایی درونی سیستم نیز نامیده می شود، بیانگر میزان ماده خشک (یا دانه) تولیدی در ارتباط با مقدار کود جذب شده توسط گیاه است. البته از این شاخص معمولاً برای بررسی و مقایسه کارایی گیاه زراعی یا رقم خاص در ارتباط با تیمارهای مدیریت زراعی استفاده می شود. در این ارتباط گزارش شده است که شاخص کارایی فیزیولوژیکی با افزایش نیتروژن تفاوت معنی داری نشان نداد. به علاوه این پژوهشگران بیان داشتند که فراتر از سطح بهینه مصرف کود، مقدار این شاخص کاهش یافت (۱۵).

که خود مشخص کننده یک رابطه منفی بین تعداد دانه و وزن دانه در سنبله برای رقم چمران می باشد. از سوی دیگر وزن دانه گندم همبستگی مثبتی با ارتفاع کل بوته ( $r = +0/61$ ) و وزن تک سنبله ( $0/56$ ) دارد. با توجه به این که با تغییر تیمارهای آزمایش، طول سنبله تغییر نیافته (کاهش عملکرد کاه به علت کاهش طول ساقه بوده است)، لذا تغییر در وزن تک سنبله، در نتیجه وجود دانه هایی سنگین تر بوده است.

#### شاخص های کارایی نیتروژن

**کارایی زراعی:** اهمیت شاخص کارایی زراعی به علت کمی کردن واکنش گیاه زراعی به مقدار کود مصرفی بوده و بیانگر نسبت تفاوت در عملکرد دانه در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود به مقدار کود مصرفی است. این شاخص با افزایش کاربرد نیتروژن کاهش یافت (جدول ۴). به علاوه مقدار آن در محدوده ی تاریخ کاشت رایج منطقه، بیشترین میزان بود. بالاترین مقدار شاخص کارایی زراعی در تاریخ کاشت های دوم و سوم و نیز در کمترین سطح

جدول ۳- ضرایب همبستگی برای عملکرد و اجزای عملکرد در گندم

۱- ارتفاع بوته	۲- تعداد پنجه های بارور	۳- طول سنبله	۴- وزن تک سنبله	۵- تعداد سنبله در متر مربع	۶- تعداد دانه در سنبله	۷- وزن هزار دانه	۸- عملکرد کاه	۹- عملکرد نیولوژیک	۱۰- شاخص برداشت	۱۱- عملکرد دانه
۱	۰/۱۳ <sup>ns</sup>									
۲	۱	۰/۱۹ <sup>ns</sup>								
۳	۰/۲۴ <sup>ns</sup>	۱								
۴	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۱							
۵	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۶۹ <sup>**</sup>	۰/۱۹ <sup>ns</sup>	۱						
۶	۰/۳۵ <sup>*</sup>	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	-۰/۳۴ <sup>*</sup>	۱					
۷	۰/۶۱ <sup>**</sup>	۰/۳۳ <sup>*</sup>	۰/۴۱ <sup>*</sup>	۰/۵۶ <sup>**</sup>	-۰/۲۴ <sup>ns</sup>	۱				
۸	۰/۳۴ <sup>*</sup>	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۶۰ <sup>**</sup>	۰/۹۱ <sup>**</sup>	۱			
۹	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	-۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>**</sup>	۰/۵۸ <sup>**</sup>	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۱		
۱۰	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۶۲ <sup>**</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۱	
۱۱	۰/۸۱ <sup>**</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۰ <sup>*</sup>	۰/۷۸ <sup>**</sup>	۰/۴۵ <sup>**</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۱

\* معنی داری در سطح پنج درصد، \*\* معنی داری در سطح یک درصد، ns عدم معنی داری

کود، کاهش؛ یافت ولی بین تاریخ های مختلف کاشت تفاوت معنی داری نشان نداد. به عبارت دیگر بیشترین میزان آن در کمترین مقدار کود مصرفی و در هر سه تاریخ کاشت حاصل شد. این وضعیت حساسیت این شاخص را به کمیت کود مصرفی نشان می دهد؛ به طوری که با افزایش میزان کود مصرفی، گیاه امکان استفاده از نیتروژن کمتری را داشته است. به طور مشابه نیز گزارش شده که با افزایش مصرف کود نیتروژن، توان بازیافت گندم برای نیتروژن کاهش می یابد. البته ارقام مختلف گندم به لحاظ این شاخص تفاوت خواهند داشت (۱۶، ۱۳).

**کارایی مصرف نیتروژن:** هدف این شاخص تعیین رابطه ی بین عملکرد دانه ی تولیدی و وضعیت جذب و باقی مانده نیتروژن در خاک بین دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود است. مقدار این شاخص تابعی از عملکرد دانه ی گیاه است؛ به طوری که با افزایش عملکرد دانه، کمیت کارایی مصرف نیتروژن نیز بهبود می یابد. در این آزمایش با افزایش مصرف نیتروژن، مقدار کارایی مصرف کاهش یافته است. در

### کارایی اگروفیزیولوژیک: شاخص کارایی

اگروفیزیولوژیک به تعبیری صرفاً تفاوت عملکرد دانه در رابطه با توان گیاه در جذب عناصر غذایی را بین دو حالت کوددهی و بدون کاربرد کود مشخص می کند؛ به این مفهوم که با افزایش یا کاهش مصرف کود، عملکرد دانه گیاه به چه میزان تغییر می یابد. در این آزمایش این شاخص با تغییر تاریخ کاشت از زودهنگام به دیرهنگام بهبود یافت؛ ولی در سطوح مختلف کودی بیشترین میزان کارایی اگرو- فیزیولوژیکی مربوط به سطح کودی بهینه ( $F_3$ ) بود. در مجموع بیشترین کمیت های این شاخص در تاریخ کاشت سوم و سطح کودی متوسط تا زیاد به دست آمده است (۵۳/۲۸ و ۵۵/۳۵ کیلوگرم بر کیلوگرم). روند این تغییرات تحت تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن مشابه با نتایج سایر پژوهش گران بود (۱۲).

### کارایی بازیافت ظاهری: این شاخص بیانگر

کسری از کود مصرفی است که توسط گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. این شاخص با افزایش مصرف

جدول ۴ - اثر تاریخ کاشت و نسبت های کودی بر شاخص های کارایی نیتروژن در گندم

تیمارهای آزمایش	کارایی زراعی (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی فیزیولوژیکی (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی آگرو فیزیولوژیک (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی کارایی باز یافت ظاهری (درصد)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)
تاریخ کاشت						
(D <sub>1</sub> ) ۵ آبان	۱۳/۳۴b	۵۱/۶۰c	۳۴/۳۱ab	۳۶/۲۱a	۲۷/۰۵b	۷۲/۸۳b
(D <sub>2</sub> ) ۲۵ آبان	۲۵/۷۹a	۷۵/۱۶a	۳۰/۳۰b	۳۹/۲۵a	۳۳/۲۴a	۸۱/۱۴a
(D <sub>3</sub> ) ۱۵ آذر	۲۹/۱۸a	۶۲/۷۳b	۵۰/۶۱a	۴۴/۰۳a	۳۳/۳۷a	۸۰/۴۳a
N-P-K						
(F <sub>2</sub> ) ۷۰-۵۰-۴۰	۲۷/۴۳a	۵۲/۲۷b	۳۲/۸۷b	۶۱/۴۳a	۳۵/۴۷a	۷۹/۹۸a
(F <sub>3</sub> ) ۱۱۰-۹۰-۸۰	۲۱/۴۸ab	۷۲/۰۹a	۴۶/۶۲a	۳۷/۲۸b	۳۰/۴۳b	۷۶/۸۹a
(F <sub>4</sub> ) ۱۵۰-۱۳۰-۱۲۰	۱۹/۳۹b	۶۵/۱۲ab	۳۵/۷۳b	۴۰/۷۸b	۲۷/۷۷b	۷۷/۵۳a
اثر متقابل						
D <sub>1</sub> × F <sub>2</sub>	۱۵/۶۷c	۴۰/۷۶c	۲۶/۷۶c	۴۳/۰۵b	۳۱/۳۳ab	۷۱/۶۲b
D <sub>1</sub> × F <sub>3</sub>	۱۳/۷۸c	۵۴/۸۷bc	۳۴/۰۰bc	۲۹/۶۳c	۲۶/۵۶ab	۷۷/۹۶b
D <sub>1</sub> × F <sub>4</sub>	۱۰/۵۶c	۵۹/۱۷bc	۲۲/۱۵c	۳۵/۹۵bc	۲۳/۲۸b	۶۸/۹۰b
D <sub>2</sub> × F <sub>2</sub>	۳۲/۶۶a	۷۰/۰۵b	۲۸/۶۴bc	۷۳/۸۳a	۳۸/۰۸a	۸۲/۹۵ab
D <sub>2</sub> × F <sub>3</sub>	۲۲/۰۳ab	۸۷/۶۴a	۳۲/۵۸bc	۴۵/۸۴b	۳۱/۴۷ab	۷۸/۱۴ab
D <sub>2</sub> × F <sub>4</sub>	۲۲/۶۷ab	۶۷/۷۹a	۲۹/۶۹bc	۵۸/۰۷a	۳۰/۱۸ab	۸۱/۳۴ab
D <sub>3</sub> × F <sub>2</sub>	۳۳/۹۵a	۴۶/۰۰a	۴۳/۲۲b	۶۷/۴۱a	۳۷/۰۰ab	۸۶/۳۸a
D <sub>3</sub> × F <sub>3</sub>	۲۸/۶۳a	۷۳/۷۰b	۵۳/۲۸a	۳۶/۳۸bc	۳۳/۲۵ab	۷۴/۵۶b
D <sub>3</sub> × F <sub>4</sub>	۲۴/۹۶ab	۶۸/۴۱b	۵۵/۳۵a	۲۸/۳۰c	۲۹/۸۵ab	۸۰/۳۵ab

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری ۵ درصد معنی دار نمی باشند

چه تفاوت معنی داری بین سطوح نیتروژن مصرفی دیده نمی شود). به هر حال کمیت این شاخص نشان می دهد که گندم (رقم چمران) حدود ۷۵ درصد از کل نیتروژن جذب شده و موجود در اندام های ذخیره ای را به دانه ها منتقل کرده است. نتایج اثر متقابل تاریخ کاشت و سطوح کودی نیز بیانگر این است که بالاترین مقدار شاخص برداشت نیتروژن در هر دو تاریخ کاشت ۲۵ آبان و ۱۵ آذر و در شرایط کمترین میزان کود مصرفی به دست آمده است (۸۲/۹۵ و ۸۶/۳۸ درصد). این نتایج در خصوص عدم تفاوت معنی داری در شاخص برداشت نیتروژن با افزایش نیتروژن و همچنین مقدار آن با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت داشت (۱۲، ۱۵ و ۱۶).

نتیجه تیمارهایی که بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند، (شکل ۱) بیشترین کارایی مصرف نیتروژن را نیز دارا می باشند (جدول ۴). گزارش شده است که ارقام گندم به کارایی مصرف نیتروژن واکنش متفاوتی نشان می دهند که مهم ترین دلیل آن تفاوت در شرایط فصل رشد و خصوصیات خاک گزارش شده است. به هر حال با افزایش مصرف نیتروژن این شاخص نیز در تمامی ارقام گندم مورد بررسی کاهش یافت (۱۹).

**شاخص برداشت نیتروژن:** این شاخص بیانگر نسبتی از نیتروژن در اندام هوایی است که به دانه منتقل می شود. در این آزمایش شاخص برداشت نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن کاهش یافت (اگر

سایر معیارهای کارایی برخوردار بوده اند و لذا برای مقایسه بین سطوح تیمارهای کود مطلوب تر به نظر می رسند. به علاوه نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد دانه گندم رقم چمران در تاریخ کاشت بهینه (۵/۲۳ تن در هکتار) بهتر از سایر زمان های کاشت بود. به لحاظ کودی نیز رقم چمران انعطاف پذیری بالایی به کاربرد نسبت های N-P-K (به ویژه مقادیر بالای کود) از خود نشان داد که بیانگر کودپذیری بالای این رقم است. البته در سطوح بالای کودی حداکثر عملکرد دانه با حداکثر کارایی مصرف نیتروژن مطابقت نداشت. به عبارت دیگر با افزایش کاربرد کود، با وجود این که عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه بهبود یافت؛ اما در مقابل حداکثر کارایی مصرف نیتروژن حاصل نشد.

### سیاسگزاری

از کارگران مزرعه آزمایشی شماره ی یک گروه زراعت و سرکار خانم مهندس راهداریان که در انجام آزمایش ها مساعدت نمودند، صمیمانه تشکر می شود.

در مجموع، این شاخص ها نشان می دهند که برای بهبود کارایی استفاده از نهاده های تولید و با توجه به دیدگاه کشاورزی پایدار صرفاً توجه به معیارهای زراعی رایج مانند عملکرد دانه و کاه کافی نیست و باید برای مقایسه ی دقیق تر و همچنین تعیین درجه ی تأثیرگذاری یا قابلیت استفاده از نهاده های تولید در انواع گیاهان زراعی یا روش های مختلف مدیریتی، به سایر شاخص های مقایسه ای نیز توجه شود (به ویژه در رابطه با آن دسته از نهاده هایی که از دامنه کاربرد و استفاده متفاوتی برخوردار می باشند). اگر چه هر یک از این شاخص ها به تنهایی نیز قابل تفسیر می باشند؛ ولی استفاده از دو یا چند شاخص کارایی در رابطه با یک عامل تولید، درجه ی اطمینان از نحوه مدیریت خاص یک نهاده را بهبود خواهد داد. به هر حال اظهار شده که هر چه دامنه ی کمی یک شاخص وسیع تر باشد، نشان دهنده ی حساسیت بیشتر آن شاخص به تغییر در عامل تولید است (۱۵) که بر این اساس و با توجه به جدول ۴، دو شاخص کارایی فیزیولوژیکی و کارایی بازیافت از دامنه نوسانات کمی بیشتری نسبت به

### منابع

۱. امام، ی. و نیک نژاد، م. ۱۳۷۳. مقدمه ای بر فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ ص.
۲. کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. ترجمه. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۰ ص.
۳. مسگرباشی، م. ۱۳۸۴. بررسی اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر خصوصیات مهم زراعی و عملکرد دو رقم گندم در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه دکترا. ۱۹۰ ص.
۴. میهنی، ه. ۱۳۸۰. بررسی اثرات پنج تاریخ کاشت مختلف بر روی خصوصیات فنولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد چهار ژنوتیپ گندم های دوروم در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد. ۱۴۸ ص.
5. Ahmed, M.F., Ahmed, A.H., Burhan, H.O., and Ahmde, F.E. 2006. Effect of sowing date on growth and yield of wheat at different elevations in Jebel Marra highlands under rain-fed conditions. In: Proceeding of the 39<sup>th</sup> Meetings on the National Crop Husbandry Committee, Sudan, pp: 50-62.

6. Auti, A.K., Wadile, S.C., and Rawar, V.S. 1999. Yield quality and nutrient removal of wheat as influenced by levels and sources of fertilizer. *Indian Journal of Agronomy*, 44: 119–122.
7. Badaruddin, M., Reynolds, M.P., and Ageeb, O.A.A. 1999. Wheat management in warm environments: effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency, and mulching. *Agronomy Journal*, 91: 975–983
8. Cheema, M.S., Akhtar, M., and Ali, L. 2003. Effect of seed rate and N P K fertilizer on growth and yield of wheat variety punjnad<sup>1</sup>. *Pakistan Journal of Agronomy*, 2: 185–189.
9. Dokuyucu, T., Akkaya, A., and Yigitoglu, D. 2004. The effect of different sowing dates on growing periods, yield and yield components of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars grown in the East–Mediterranean Region of Turkey. *Agronomy Journal*, 3: 126–130 .
10. Fowler, D.B. 2003. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. *Agronomy Journal*, 95: 260–265.
11. Girma, K., Starr Holtz, L., and Raun, W.R. 2007. Weather, fertilizer, previous year yield, and fertilizer levels affect ensuing year fertilizer response of wheat. *Agronomy Journal*, 99: 1607–1614.
12. Guarda, G., Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen–use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *Agronomy Journal*, 21: 181 – 192.
13. Iftikhar, H.M., Sajjad, H.S., and Iqbal, K. 2002. Growth, yield and quality response of three wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties to different levels of N, P and K. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4: 362–364.
14. Jamal, Z., Hamayan, M., Ahmad, N., and Chaudhary, M.F. 2006. Effects of soil and foliar application of different concentration of N P K and foliar application of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> on different yield parameters in wheat. *Agronomy Journal*, 5: 251 – 256.
15. Lopez Bellido, L., Rafael, J., and Lopez Bellido, R. 2005. Nitrogen efficiency in wheat under rain fed Mediterranean conditions as affected by spilt nitrogen application. *Field Crops Research*, 94: 86–97.
16. Lopez Bellido, R.J., and Lopez Bellido, L. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Research*, 71: 31-46.
17. Maqsood, M., Akbar, M., Yousaf, N., Mehmood, M.T., and Ahmad, S. 1999. Effect of different rate of N, P and K combinations on yield and components of yield of wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4: 359–361.
18. Mullen, R.W., Freeman, K.W., Raun, W.R., Johnson, G.V., Stone, M.L., and Solie, J.B. 2003. Identifying an in season response index and the potential to increase wheat yield with nitrogen. *Agronomy Journal*, 95: 347–351.

19. Muurinen, S., Slafer, G.A., and Peltonen, S. 2006. Breeding effects on nitrogen use efficiency of spring cereals under Northern condition. *Crop Science*, 46: 561–568.
20. Rajput, M.I., Soomro, Z.A., and Siddiqui, S.A. 2004. Evaluation of bread wheat on different fertilizer levels. *Asian Journal of Plant Science*, 3: 143–144.
21. Sander, D.H., and Eghball, B. 1999. Planting date and phosphorus fertilizer placement effects on winter wheat. *Agronomy Journal*, 91: 707–712 .
22. Shahzad, M.A., Din, W.U., Sahi, S.T., Mujtaba khan, M., Ehsanullah, and Maqsood, A. 2007. Effect of sowing dates and seed treatment on grain yield and quality of wheat. *Pakistan Journal of Agriculture*, 44: 581–583.