دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره ششم/ شماره چهارم/ زمستان ۱۳۹۵ (۴۸۸-۴۷۷)

مدیریت مراحل نموی شش رقم گندم با تغییر تاریخ کاشت و سطوح کود نیتروژن در منطقه سردسیر جلگه رخ خراسان رضوی

علی بیجندی[۱]، محمد کافی[۲*] و حمیدرضا شریفی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۸

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر مراحل مختلف نموی گندم، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات خراسان رضوی اجرا شد. تیمارها شامل تاریخ کاشت در سه سطح (۱۰ مهر، ۵ آبان و ۳۰ آبان) در کرت‌های اصلی، کود نیتروژن در سه سطح (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) در کرت‌های فرعی و شش رقم گندم (زرین، گاسکوژن، سایونز، پیشگام، الوند و میهن) در کرت‌های فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که رقم پیشگام و میهن با ۲۵۱۶/۷۷ و ۲۴۲۲/۱۷ به‌ترتیب بیشترین و کمترین نیاز حرارتی برای طی کردن مرحله نمو را به خود اختصاص دادند و تأخیر در کاشت سبب کاهش طول مراحل نموی و کاهش درجه - روز لازم برای اتمام مراحل نموی شد. کاربرد بیشتر نیتروژن، طول مراحل نموی گندم به‌ویژه مرحله برجستگی دوگانه تا سنبلچه انتهایی و سنبلچه انتهایی تا گرده‌افشانی را به‌ترتیب ۱۱/۱۲ و ۱۱/۳۵ درصد افزایش داد. از بین مراحل نموی نیز مراحل ابتدایی که تعیین کننده تعداد دانه هستند، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. بنابراین، در صورت تأخیر در کاشت می‌توان با مصرف بیشتر کود نیتروژن مراحل نموی گندم را به تأخیر انداخت. بر اساس نتایج این تحقیق، رقم پیشگام در تاریخ کاشت مناسب (۱۰ مهر) و رقم الوند در تاریخ‌های کاشت دیر (۵ و ۳۰ آبان) در بیشتر مراحل رشد نسبت به سایر ارقام برتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: پرشدن دانه، تعداد دانه، برجستگی دوگانه، گرده‌افشانی، رسیدگی دانه

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
* نویسنده مسئول: m.kafi@um.ac.ir

مقدمه

مهم‌ترین چالش جهان امروز، امنیت غذایی و تأمین این نیاز اولیه انسان است. در این بین، گندم به‌عنوان غذای اصلی و منبع غذایی مطمئن برای انسان در بسیاری از مناطق جهان، با توجه به سازگاری گسترده نسبت به شرایط محیطی مختلف و دارا بودن بیشترین سطح زیر کشت و میزان تولید نسبت به سایر غلات، اهمیت ویژه‌ای دارد (Noormohamadi *et al.*, 2002; Ahmad *et al.*, 2006). با توجه به آمارهای موجود، سطح زیر کشت گندم در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در ایران بالغ بر شش میلیون و پانصد هزار هکتار بوده است (FAO, 2015) که نسبت به سایر گیاهان زراعی در جایگاه نخست قرار می‌گیرد. با این حال، کشور ایران همواره در معرض نوسان‌های فراوان عوامل اقلیمی از جمله انواع تنش‌های محیطی (همچون تنش کم‌آبی و دماهای بالا و پایین) قرار دارد (Faragi, 2010) که هر یک از آن‌ها می‌توانند بر رشد و نمو گیاهان موثر باشند و در نتیجه عملکرد را تحت تأثیر قرار دهند.

کاشت ارقام گندم، به‌نحوی که طول دوره رشد مطلوبی داشته باشند و در زمان وقوع بیشترین تشعشع در منطقه، سطح برگ مطلوبی تولید کنند، از گزینه‌های مهم تأثیرگذار بر تولید عملکرد است (Ahmadi *et al.*, 2010). نیل به این موفقیت برای دستیابی به عملکرد بالا در ارقام مختلف گندم، مستلزم ایجاد شرایط محیطی بهینه از جمله رعایت تاریخ کاشت می‌باشد. تنظیم تاریخ کاشت در حقیقت برای دریافت انرژی حرارتی و تشعشع لازم برای تکمیل مراحل تکوینی گیاه صورت می‌گیرد. نورمحمدی و همکاران (Noormohamadi *et al.*, 2002) گزارش کردند که تاریخ کاشت از طریق انطباق مراحل مختلف رشد گیاه با شرایط آب و هوایی متفاوت، باعث تغییر در رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود و عملکرد نهایی غلات را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

سیکدر (Sikder, 2009) گزارش کرد که در مقایسه با تاریخ‌های کاشت دیرتر گندم، دمای تجمعی در همه مراحل فنولوژیک در تاریخ کاشت بهینه بیشتر بود. بیشنو و همکاران (Bishnoi *et al.*, 1995) نیز گزارش کردند که در اثر کوتاه شدن مراحل نمو به‌دلیل دریافت سریع‌تر درجه - روز رشد مورد نیاز در کاشت‌های دیر هنگام، اجزایی از عملکرد که در این مراحل تثبیت می‌شوند، تحت تأثیر درجه - روز رشد تجمعی قرار گرفتند. کمی کردن آثار دما و طول روز بر طول دوره‌های نمو گیاه می‌تواند به تعیین بهترین تاریخ کاشت و بهره‌وری بهینه از منابعی نظیر تشعشع خورشیدی کمک کند. همچنین پیش‌بینی مراحل نموی گیاه تأثیر به‌سزایی در بهبود مدیریت زراعی، مدیریت آفات و تعیین دقیق زمان مصرف علفکش‌ها دارد (Ahmadi *et al.*, 2010).

نتایج بررسی احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2010) در مورد تأثیر تاریخ کاشت بر طول دوره‌های فنولوژیک ارقام گندم و ارتباط آن با عملکرد نیز نشان داد که تاریخ‌های کاشت و ارقام مختلف از نظر تعداد روز از کاشت تا سبز شدن و از سبز شدن تا ساقه رفتن اختلاف معنی‌داری دارند. از بین تیمارهای مورد آزمایش، کمترین تعداد روز از کاشت تا سبز شدن و از سبز شدن تا ساقه رفتن را در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام گزارش کردند. تأخیر در تاریخ کاشت ژنوتیپ‌های گندم علاوه بر گسترش دامنهٔ برخورد مرحلهٔ پرشدن دانه با تنش گرما در انتهای فصل رشد (Lemon, 2007)، باعث کاهش توسعهٔ ریشه و کارایی جذب نیتروژن در این گیاه نیز می‌شود (Katel *et al.*, 2006).

برای تولید اقتصادی محصولات مختلف و تأمین نیاز کمی و کیفی غذایی جامعه، مدیریت نیتروژن نیز از اولویت ویژه‌ای برخوردار است. مکدونالد (McDonald, 2002) در بررسی سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد ارقام مختلف گندم گزارش کرد که با افزایش مصرف نیتروژن، ماده خشک در زمان گرده‌افشانی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش عملکرد زیستی و عملکرد کاه با افزایش مصرف کود نیتروژن توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Alcoz *et al.*, 1993; Bolman and Smith, 1993; Camberato, 2001). بنابراین می‌توان گفت تأثیر مصرف کود نیتروژن در گندم از طریق بهبود ویژگی‌های فنولوژیک، مرفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه و کیفی دانه بروز می‌کند و از این طریق عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Fathi, 2002).

در این تحقیق ضمن بررسی تغییرات فنولوژیک ارقام مختلف گندم رایج در منطقه سردسیر جلگه رخ خراسان رضوی در شرایط مزرعه، روابط بین طول هر یک از مراحل نمو با عملکرد و اجزای آن تعیین شد و اثر سطوح مختلف نیتروژن و تاریخ‌های متفاوت کاشت در ظهور و دوام این مراحل نموی با هدف کاربرد در برنامه‌های به‌نژادی مشخص خواهد شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات جلگه رخ از توابع شهرستان تربت حیدریه استان خراسان رضوی، در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵۸ دقیقه، به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت به‌عنوان کرت‌های اصلی در سه سطح (۱۰ مهر، ۵ آبان و ۳۰ آبان)، کود نیتروژن به‌عنوان کرت‌های فرعی در سه سطح (عدم مصرف کود، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلو گرم اوره در هکتار) و شش رقم گندم رایج در مناطق سردسیر کشور (زرین، گاسکوژن، سایونز، پیشگام، الوند و میهن) به‌عنوان کرت‌های فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. انتخاب ارقام بر اساس سطح زیر کشت و اهمیت آن‌ها در ابعاد ملی بود، چنان‌که ارقام انتخاب شده حدود۶۵۰ هزار هکتار از ۸۵۰ هزار هکتار اراضی زیر کشت مناطق سرد کشور را شامل می‌شوند.

کشت در فصل پاییز در کرت‌هایی به طول هشت و عرض دو و نیم متر (چهار پشته) و تراکم ۴۵۰ دانه در متر مربع (برابر توصیه موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر برای ارقام مناطق سردسیر) و در دوازده ردیف انجام شد، به‌صورتی‌که هر کرت شامل چهار پشته و عرض هر پشته ۶۲/۵ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌های روی پشته حدود ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و کشت در وسط و دو طرف آن انجام شد. پیش از کاشت، عملیات شخم، دیسک و تسطیح زمین انجام شد و بر اساس نتایج آزمایش خاک (جدول ۱)، هیچ‌گونه کودی به خاک اضافه نشد. کود نیتروژن مورد نیاز نیز طی دو مرحله شامل انتهای مرحله پنجه‌زنی و اواسط ساقه رفتن (Booting) به‌صورت نواری در حاشیه پشته‌ها با خاک مخلوط شد. جهت تامین عناصر کم‌مصرف یک‌بار محلول‌پاشی در انتهای مرحله پنجه‌زنی کامل انجام شد. آبیاری نیز بر اساس عرف موجود و برحسب نیاز در پنج مرحله انجام شد.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil characteristics of the experimental field

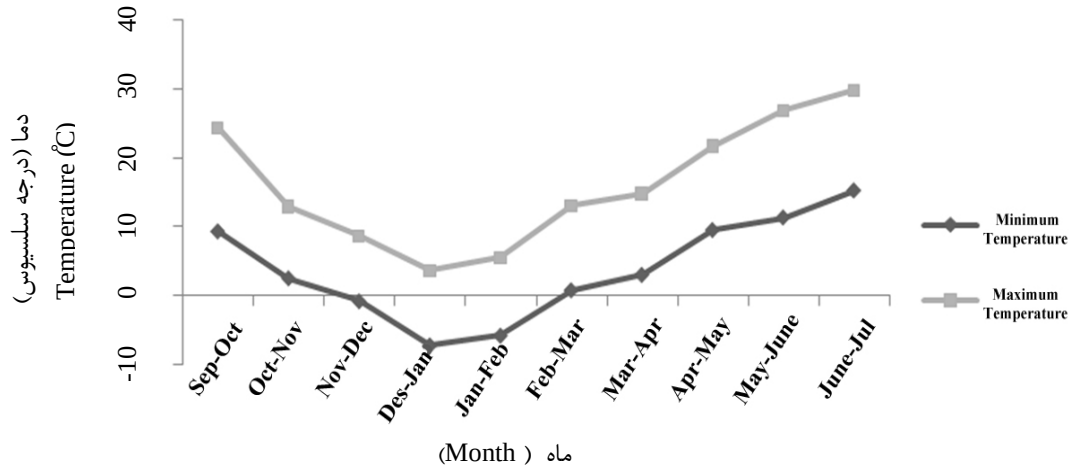
بافت خاک Siol texture	Organic carbon (%)	K mg/kg	P mg/kg	N (%)	pH	Ec (dS/m)
Loam	0.384	589	20	0.061	8.21	2.80

برای تعیین مراحل فنولوژیکی گیاه پس از جوانه‌زنی هر ۳ روز، سه بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و مرحله نمو آن‌ها بر اساس دستورالعمل زیدوکس تعیین شد (Jalal Kamali *et al.*, 2008). مراحل فنولوژیکی، زمان ظهور برجستگی دوگانه، ظهور سنبلچه انتهایی، گرده افشانی و رسیدن فیزیولوژیک دانه برای هر رقم ثبت شد. تعداد روز تا یک مرحله نموی معین بر اساس تعداد روز تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن مرحله معین برسند، محاسبه شد. از آمار ایستگاه هواشناسی منطقه اسدآباد در فاصله سه کیلومتری مزرعه برای تعیین مجموع دما یا میزان انرژی گرمایی لازم برای مراحل مختلف فنولوژی استفاده شد. میانگین دمای هوای بیشینه و کمینه مربوط به فصل کاشت از مهر ۱۳۹۲ تا تیر ۱۳۹۳ در شکل ۱ ارایه شده است. برای این‌کار از مقیاس درجه روز رشد (GDD) طبق معادله زیر استفاده شده و دمای پایه در مورد ارقام گندم صفر درجه سلسیوس در نظر گرفته شد (Russelle *et al.*, 1984):

$$GDD = \sum \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_b \right) \quad (۱)$$

در این معادله GDD درجه روز رشد تجمعی، T_{max} و T_{min} به‌ترتیب دماهای حداکثر و حداقل و T_b صفر فیزیولوژیک یا دمای پایه جوانه‌زنی است.

نیمی از مساحت هر کرت تا پایان فصل دست نخورده باقی ماند تا در انتهای فصل اندازه‌گیری‌های مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد روی آن انجام گیرد. در انتهای فصل رشد، پنج بوته کامل به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و اجزای عملکرد گندم شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود از نیمه دست نخورده هر کرت پس از حذف حاشیه برداشت و پس از کوبیدن و جدا کردن کاه و توزین دانه‌ها، عملکرد دانه تعیین شد.



شکل ۱- میانگین بیشینه و کمینه دمای هوای طی فصل زراعی از مهر ۱۳۹۲ تا تیر ۱۳۹۳

Figure 1. Average maximum and minimum air temperature at the growth season from Oct. 2013 until July 2014

به‌منظور تعیین رابطه بین مراحل نموی با عملکرد دانه گندم از رگرسیون چندمتغیره (رابطه ۲) استفاده شد و در آن عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته (y) و مراحل مختلف نموی به‌عنوان متغیرهای مستقل (x) در نظر گرفته شدند:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + ... + b_nx_n \qquad (۲)$$

که در آن، y عملکرد دانه، a عرض از مبدا رگرسیون و b_1 تا b_n ضرایب رگرسیون هستند. با توجه به اینکه بزرگی و کوچکی ضرایب رگرسیون بازتابی از واحدهای اندازه‌گیری متغیرهای مستقل x هستند، بنابراین مقایسه ضرایب رگرسیون دشوار است. برای حل این مشکل از ضرایب رگرسیون استاندارد شده استفاده شد که تحت تاثیر مقیاس اندازه‌گیری صفات مختلف قرار نمی‌گیرد. در نهایت از بین مراحل نموی، مهم‌ترین مراحل فنولوژیک که از لحاظ آماری تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند، با استفاده از رگرسیون گام به گام به روش پیشرو (Forward) وارد مدل شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که آثار اصلی تاریخ کاشت، کود نیتروژن و ارقام به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) بر درجه روز رشد دریافت شده در تمامی مراحل نموی گندم موثر بودند. البته کود نیتروژن در مرحله کاشت تا برجستگی دوگانه (Z=۳۰) نتوانست تأثیر معنی‌داری از خود نشان دهد (جدول ۲). به‌طورکلی در تمامی مراحل، به جز در مرحله ظهور سنبلچه انتهایی (Z=۳۰) و گرده‌افشانی (Z=۶۱)، تأخیر در کاشت سبب کاهش میزان نیاز حرارتی برای طی کردن هر یک از مراحل نموی گندم شد (جدول ۳). بنابراین بر اساس نتایج به‌دست آمده، تاریخ کاشت‌های ۱۰ مهر و ۳۰ آبان به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان درجه روز رشد را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

بررسی میزان درجه روز رشد از کاشت تا رسیدگی نیز نشان داد که تیمارهای کشت تأخیری (۳۰ آبان) نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ مهر، ۶۵۶/۶۷ واحد نیاز حرارتی کمتری دریافت کردند. آزمایش‌های متعدد انجام شده توسط محققین مختلف گویای نتایج مشابهی است (Chio *et al.*, 1992; Kirby *et al.*, 1999; Nehar *et al.*, 2010). بر اساس نتایج منتشر شده از این محققین تأخیر در کاشت سبب کوتاه‌تر شدن هر دو مرحله رویشی و زایشی در گیاه می‌شود. کوتاه شدن دوره رشد رویشی کاهش اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاه (Blaye *et al.*, 1990) و در نتیجه کاهش ذخیره لازم جهت رشد گیاه در مراحل بعدی را به‌دنبال خواهد داشت که این خود موجب افزایش خطر سرمازدگی می‌شود. در مرحله زایشی نیز به دلیل افزایش دمای هوا، دوران رشد زایشی و به‌ویژه پرشدن دانه کاهش یافت که این فرصت ناکافی جهت تجمع مواد در دانه، همراه با عدم توانایی گیاه در جذب تشعشع کافی، به‌دلیل عدم گسترش ناکافی سطح سبز، کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت. در این رابطه، بلای

و همکاران (Blaye *et al.*, 1990) بیان کردند که تأخیر در کاشت گندم سبب کاهش دوره رشد رویشی، کاهش تعداد برگ و در نتیجه کاهش جذب تشعشع و مقدار کل ماده خشک تولید شده در مرحله برداشت می‌شود. در تحقیقات آن‌ها کشت دیر هنگام باعث کوتاه‌تر شدن دوره آغازش سنبلچه‌ها و در نتیجه کوتاه شدن دوره نمو سنبله تا تشکیل سنبلچه انتهایی در گندم شد. نتایج تحقیقات اسلافر و راوسون (Slafer and Rawson, 1996) نیز نشان داد که دماهای بالا سبب افزایش سرعت نمو و کاهش طول دوره‌های مختلف نمو می‌شود که کوتاه شدن دوره رشد، کاهش جذب تشعشع طی فصل رشد و در نهایت کاهش مقدار تولید مواد فتوسنتزی را به‌دنبال دارد. کربی و همکاران (Kirby *et al.*, 1999) نیز گزارش کردند که با تأخیر در کاشت میزان زمان حرارتی مورد نیاز برای تکمیل دوره زندگی گندم کاهش می‌یابد. در آزمایش‌های فتحی و همکاران (Fathi *et al.*, 2002) نیز با تأخیر در کاشت به‌دلیل اثر افزایش دما، رشد رویشی و زایشی گیاه و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کاهش یافت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مراحل مختلف نمو گندم تحت تأثیر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و رقم

Table 2. Analysis of variance for developmental stages of wheat under the influence of planting dates, nitrogen fertilizer and cultivar

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	کاشت تا برجستگی دوگانه Planting to double ridges	برجستگی دوگانه تا سنبلچه انتهایی Double ridges to end spikelet	سنبلچه انتهایی تا گرده‌افشانی End Spikelet to pollination	گرده‌افشانی تا رسیدگی Pollination to maturity	کاشت تا رسیدگی Planting to maturity
تکرار Replication	2	166083.29 ns	718.42 ns	133.08 ns	36.43 ns	1765.47 ns
تاریخ کاشت Planting date (P)	2	274586.45**	17052.09*	198103.52**	191762.71**	637351.46**
خطای اصلی Main error	4	5439.65	298.58	764.85	622.53	5561.71
کود Fertilizer (F)	2	6251.77 ns	3886.41**	79965.04**	83517.64**	481281.58**
تاریخ کاشت×کود P×F	4	60191.10**	4464.83**	15658.50*	14927.64**	80429.02**
خطای فرعی Sub-error	12	1943.22	115.58	3083.90	3633.02	6413.14
رقم Cultivar (C)	5	11532.79**	3201.67**	10501.33*	11380.50*	47284.66**
تاریخ کاشت×رقم P×C	10	11805.63**	4080.78**	20967.22**	2810.95 ns	6276.44*
کود×رقم F×C	10	6919.34**	1493.64**	9374.74*	9622.03*	38117.31**
تاریخ کاشت×رقم×کود P×C×F	20	4557.06**	1049.24**	9532.88**	9930.43**	13678.08**
خطای فرعی- فرعی Sub-sub error	90	1492.70	160.19	3744.01	3904.02	8622.59
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	5.79	8.92	9.71	6.07	3.74

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ ٪ و ۵ ٪.

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش کاربرد کود نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار برتری قابل توجهی نسبت به سایر تیمارها داشت و بیشترین میزان درجه روز رشد در تمامی مراحل مورد نظر را به خود اختصاص داد (جدول ۳)، به‌طوری‌که در انتهای فصل رشد سبب افزایش ۱۸۸/۳۹ درجه روز رشد بیشتر نسبت به شاهد شد. میزان

مصرف مناسب و به‌موقع نیتروژن می‌تواند سبب افزایش طول دوران نموی موثر در عملکرد شود و در نهایت عملکرد گیاه را افزایش دهد، درحالی‌که مصرف بیش از حد آن، سبب نازک و دراز شدن ساقه و در نتیجه خوابیدگی بوته‌ها و مصرف بیش از حد آب می‌شود. همچنین ممکن است دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کند و رسیدن محصول را به‌تأخیر اندازد.

جدول ۳- اثر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و رقم بر درجه-روز-رشد لازم برای تکمیل مراحل مختلف نمو گندم

Table 3. Effect of planting dates, nitrogen fertilizer and cultivar on growth degree days needed to complete the different developmental stages of wheat

تیمارها Treatments	کاشت تا برجستگی دوگانه Planting to double ridges	برجستگی دوگانه تا سنبلچه انتهایی Double ridges to end spikelet	سنبلچه انتهایی تا گرده‌افشانی End Spikelet to pollination	گرده‌افشانی تا رسیدگی Pollination to maturity	کاشت تا رسیدگی Planting to maturity
تاریخ کاشت **Planning date**					
۱۰ مهر October 10	916.41a	162.34a	693.64a	1091.79a	2863.73a
۵ آبان November 5	605.58b	131.10b	573.23c	1021.98b	2360.27b
۳۰ آبان November 30	478.00c	132.05b	621.98b	973.23c	2207.06c
کود نیتروژن **Nitrogen fertilizer**					
0 kg	654.39a	132.51c	594.70c	992.85c	2386.49c
150 kg	671.12a	143.88b	623.26b	1023.26b	2469.69b
300 kg	674.47a	149.10a	670.88a	1070.88a	2574.88a
رقم **Cultivars**					
زرین Zarin	670.37bc	136.41b	609.18bc	1005.47bc	2433.98b
گاسکوژن Gascogne	642.22d	147.79a	632.74abc	1032.74abc	2468.25ab
سایونر Sayunz	686.18ab	132.53bc	640.62ab	1040.62ab	2511.00a
پیشگام Pishgam	652.24cd	152.38a	652.29a	1052.29a	2516.77a
الوند Alvand	694.64a	153.76a	640.76ab	1040.76ab	2509.95a
میهن Mihan	654.30cd	128.12c	602.09c	1002.09c	2422.17b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌داری با آزمون LSD ندارند.

Means followed by similar letters in each column have not significant differences by LSD test.

ارقام نیز در تمامی مراحل نموی از نظر نیاز درجه روز رشد متفاوت بودند، به‌طوری‌که در مراحل کاشت تا برجستگی دوگانه و برجستگی دوگانه تا ظهور سنبلچه، رقم الوند و در مراحل بعدی، رقم پیشتاز بیشترین میزان درجه- روز رشد را به‌خود اختصاص داد (جدول ۳). در انتهای فصل رشد نیز رقم پیشتاز و میهن به‌ترتیب با ۲۵۱۶/۷۷ و ۲۴۲۲/۱۷ بیشترین و کمترین نیازهای حرارتی را برای طی کردن فصل رشد داشتند. ارقامی از گندم که زودتر وارد مرحله ساقه‌دهی می‌شوند، در صورتی‌که سرعت رشد مناسبی را در بعد از جوانه‌زنی تا ساقه‌دهی داشته و قادر به تولید برگ‌ها، پنجه‌ها و ریشه‌های مناسب باشند، به شرط اینکه خطر سرمای آخر

زمستان و یا اوایل بهار وجود نداشته باشد، احتمالاً برای نواحی با آب و هوای گرم و خشک در فصل بهار و تابستان مناسب خواهند بود. این دسته از ارقام از شرایط رطوبتی پاییز و زمستان استفاده می‌کنند، سایه‌انداز خود را گسترش می‌دهند و با پتانسیل بالایی با شرایط تنش آخر فصل رشد مبارزه خواهند کرد. لمرلی و همکاران (Lemerle *et al.*, 1996) بر این باورند که ارقامی از گندم که سایه‌انداز خود را زود می‌بندند و وارد ساقه‌دهی می‌شوند، توان رقابتی بالایی با علف‌های‌هرز دارند و در نتیجه نیاز به مصرف علف‌کش را نیز کاهش می‌دهند. در مقابل، ارقام گندمی که فاصله زمانی جوانه‌زنی تا ساقه‌دهی آن‌ها طولانی باشد، می‌توانند در نواحی مورد استفاده قرار گیرند که دارای آب و هوایی مطلوب در زمان گرده‌افشانی و پر کردن دانه هستند تا خطر تنش‌های محیطی طی این دوران کمتر باشد.

برهمکنش تاریخ کاشت × رقم، تاریخ کاشت × کود نیتروژن و کود نیتروژن × رقم در تمامی مراحل رشد معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). با این‌حال، برهمکنش تاریخ کاشت × رقم در مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی نتوانست تاثیر معنی‌داری بر درجه روز رشد لازم برای این مرحله داشته باشد (جدول ۳).

با تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت اول، درجه روز رشد لازم در تمامی ارقام روند کاهشی نشان داد (جدول ۳). از آن‌جایی‌که در تاریخ‌های کاشت مختلف شرایط دما و طول روز متفاوت است و این دو عامل مهم‌ترین اجزای تأثیرگذار بر سرعت نمو هستند، سرعت نمو در ارقام و تاریخ‌های مختلف نوسان داشت. نتایج حاصل همچنین نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۰ مهر، رقم پیشگام و در تاریخ‌های کاشت ۵ و ۳۰ آبان، رقم الوند در بیشتر مراحل رشدی برتری معنی‌داری نسبت به سایر ارقام داشتند (جدول ۳). در بررسی برهمکنش تاریخ کاشت × رقم، از کاشت تا رسیدگی نیز رقم پیشگام و میهن به‌ترتیب با ۲۹۳۵/۲۷ و ۲۱۴۷/۳۲ بیشترین و کمترین نیاز حرارتی را داشتند. کربی و همکاران (Kirby *et al.*, 1999) در تحقیقات خود گزارش کردند که طول دوره رشد گیاه تحت تأثیر تاریخ کاشت، مکان و سال قرار گرفت. در آزمایش آن‌ها طول دوره مراحل مختلف نموی بین ارقام مختلف، متفاوت بود و تأخیر در کاشت سبب کاهش میزان نیاز حرارتی برای تکمیل دوره زندگی ارقام شد. مظاهری (Mazaheri, 2005) با بررسی اثر چهار تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۵ آذر، ۲۵ آذر، ۱۵ دی) در منطقه جیرفت بر عملکرد گیاه زراعی جو گزارش کرد که بین تاریخ‌های کاشت اختلاف معنی‌داری وجود دارد و بهترین تاریخ کاشت در این منطقه ۱۵ آبان‌ماه تا ۵ آذرماه است. همچنین، در تمامی ارقام مورد بررسی، تأخیر در کاشت را دلیل افت عملکرد گزارش کردند. سامارا و همکاران (Samarah and Al-Issa, 2006) نیز در بررسی تاریخ کاشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک گزارش کردند که ظهور گیاهچه در تاریخ کاشت زودهنگام تسریع می‌شود که این خود سبب استفاده از منابع و شرایط مطلوب محیطی می‌شود. نتایج بررسی احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2010) در مورد تأثیر تاریخ کاشت بر طول دوره‌های فنولوژیک ارقام گندم و ارتباط آن با عملکرد نیز نشان داد که تاریخ‌های کاشت و ارقام مختلف از نظر تعداد روز از کاشت تا سبز شدن و تعداد روز از سبز شدن تا ساقه رفتن اختلاف معنی‌داری دارند. آن‌ها از بین تاریخ‌های کاشت مختلف، کم‌ترین درجه روز از کاشت تا سبز شدن و از سبز شدن تا ساقه رفتن را در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام مشاهده کردند. افزایش طول دوره رشد رویشی در تاریخ کاشت زودهنگام نسبت به تاریخ‌های کاشت انتهایی سبب شد تا در این تاریخ کاشت در زمان وقوع بیشترین تشعشع در منطقه، گیاهان فرصت کافی برای تولید سطح برگ بیشتر داشته باشند و در نهایت سطح برگ مطلوبی تولید کنند که این مسأله مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر میزان عملکرد در این تاریخ کاشت بود.

در مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی، تفاوت‌های مراحل نموی ارقام گندم به‌مراتب کمتر از مراحل نموی قبلی بود، به‌طوری‌که این تفاوت‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۳). علت این امر می‌تواند فشار حرارتی و نور شدید خورشید در مراحل پایانی رشد گیاهان باشد. در آزمایش حاضر با رسیدن به انتهای فصل دمای هوا به‌شدت افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین دما به حدود ۳۰ درجه سلسیوس رسید (شکل ۱).

برهمکنش تاریخ کاشت × کود نیتروژن در تمامی مراحل نموی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود (جدول ۲) و افزایش کود نیتروژن در هر سه تاریخ کاشت سبب افزایش نیاز حرارتی لازم برای طی کردن هر یک از مراحل نموی بود (جدول ۳). با این‌حال، این افزایش در مرحله کاشت تا برجستگی دوگانه و گرده‌افشانی تا رسیدگی نتوانست واکنشی همانند سایر مراحل از خود نشان دهد. به نظر

می‌رسد که افزایش کود نیتروژن در مراحل ابتدایی رشد و هنگام گذر گیاه از فاز رویشی به زایشی سبب کاهش طول این دوره خواهد شد. در مرحله انتهایی و هنگام پرشدن دانه نیز به‌طور مشابه افزایش کاربرد نیتروژن زودرسی گیاه و اتمام سریع‌تر دوران رشد گیاه را در پی خواهد داشت. علاوه بر این، رسیدگی فیزیولوژیک بیشتر تحت تأثیر درجه حرارت و دمای بالای آخر رشد قرار می‌گیرد. این در حالی است که در تاریخ کاشت ۳۰ آبان، افزایش نیتروژن توانست کاهش نیاز حرارتی مورد نیاز ناشی از کاشت دیر هنگام را به‌طور قابل ملاحظه‌ای جبران کند. بر این اساس می‌توان در کشت‌های تأخیری از این روش به‌منظور افزایش دوران پرشدن دانه و در نتیجه بهبود عملکرد ناشی از آن بهره گرفت.

برهمکنش کود نیتروژن × رقم در تمامی مراحل معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود (جدول ۲). به‌طور کلی افزایش کود نیتروژن در تمامی ارقام سبب افزایش درجه روز رشد شد. این افزایش به‌ویژه در مراحل برجستگی دوگانه تا ظهور سنبلچه انتهایی و ظهور سنبلچه تا گرده‌افشانی نمود بیشتری داشت. با این‌حال، افزایش نیتروژن در مراحل ابتدایی و انتهایی رشد تأثیر معنی‌داری در افزایش درجه روز رشد نداشت (جدول ۳). بانزیگر و همکاران (Banziger *et al.*, 1994) گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش سطح برگ، تشکیل پنجه بیشتر، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ بیشتر در گندم می‌شود و این افزایش منجر به تولید ماده خشک بیشتر می‌شود. آزمایش‌های به‌عمل آمده در مورد دوام سطح برگ نشان داد که دوام سطح برگ در اثر کمبود نیتروژن پیش از موعد کاهش می‌یابد و با خارج شدن نیتروژن از برگ پیری تسریع می‌شود. بیشتر بودن دوام سطح برگ به‌معنی دریافت انرژی خورشیدی در مدت زمان طولانی‌تر است که به‌سبب افزایش مدت فعالیت فتوسنتزی گیاه، تولید ماده خشک هم بیشتر خواهد شد. اختلاف‌های زیادی که در عملکرد کل ماده خشک گیاهان دیده می‌شود، غالباً هم نتیجه اختلاف در سرعت فتوسنتز آن‌ها است و هم نتیجه تفاوت در طول مدتی که فتوسنتز در آن ادامه دارد.

بررسی برهمکنش کود نیتروژن × رقم در این تحقیق نشان داد که رقم الوند در اکثر مراحل برتری محسوسی نسبت به سایر ارقام نشان داد، ولی در مرحله سنبلچه انتهایی تا گرده‌افشانی رقم پیشگام در جایگاه نخست قرار گرفت (جدول ۳). این برتری در بررسی نیاز حرارتی از ابتدا تا انتهای فصل رشد نیز قابل مشاهده بود که البته تفاوت معنی‌داری با رقم الوند نداشت. به‌این ترتیب، بررسی درجه روز رشد از کاشت تا رسیدگی مربوط به این برهمکنش بیانگر این موضوع است که ارقام پیشگام و میهن به‌ترتیب با ۲۶۶۷/۶۴ و ۲۳۰۲/۲۵ درجه روز رشد، بیشترین و کمترین نیاز حرارتی را به خود اختصاص دادند.

نتایج همبستگی بین مراحل مختلف نموی گندم با عملکرد دانه در جدول ۴ قابل مشاهده است. همان‌طورکه مشخص است تمامی مراحل با میزان عملکرد محصول همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. بر همین اساس می‌توان انتظار داشت که طول هر یک از این مراحل نیز بر میزان عملکرد نهایی محصول موثر باشد. مرحله کاشت تا برجستگی دوگانه بیشترین میزان تأثیر بر عملکرد را داشت. تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه از اجزای بسیار مهم در تعیین میزان عملکرد محصول گندم به‌شمار می‌روند. تعدادی از محققین بر این باورند که تعداد دانه در سنبله بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه دارد و تعدادی نیز معتقدند که وزن هزار دانه تعیین‌کننده نهایی عملکرد است. در این راستا میرالس و همکاران (Miralles *et al.*, 2001) بر این باور هستند که یکی از مهم‌ترین فاکتورهای افزایش دهنده عرضه مواد پرورده برای رشد سنبله و بنابراین افزایش عملکرد دانه، طولانی بودن مرحله ساقه‌دهی تا گرده‌افشانی است. افزایش طول مرحله یاد شده باعث افزایش اندازه سنبله، بالا رفتن تعداد دانه در سنبله و بهبود عملکرد دانه و شاخص برداشت خواهد شد. با این وجود، گونزالس و همکاران (Gonzalez *et al.*, 2002) گزارش کردند که طولانی شدن ساقه‌دهی تا گرده‌افشانی همواره تضمین‌کننده افزایش اندازه و وزن سنبله نیست. بعد از تکمیل خوشه‌دهی، گندم وارد مرحله گرده‌افشانی و لقاح می‌شود که از حساس‌ترین مراحل نموی گیاه به شرایط محیطی محسوب می‌شود.

در ارتباط با زمان گرده‌افشانی و ارتباط آن با عملکرد دانه، تعدادی از محققین بر این باورند که گرده‌افشانی زودهنگام گندم در شرایط مدیترانه‌ای با عملکرد دانه ارتباط مستقیمی دارد (Bishno *et al.*, 1995; Kirby *et al.*, 1999; Acevedo *et al.*, 2002). این محققان بر این باورند که با گرده‌افشانی زودهنگام مرحله پر شدن دانه در شرایط محیطی مطلوبتری انجام شده و اثر تنش‌های خشکی و دمایی آخر فصل رشد به حداقل می‌رسد. در

مقابل، تعدادی دیگر اشاره کرده‌اند که بین زمان گرده‌افشانی و عملکرد دانه رابطه مشخصی وجود ندارد (Slafer *et al.*, 2005). این امر نشان می‌دهد که شرایط اگرو-اکولوژیک بر رشد و نمو گیاهان موثر است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق (جدول ۴) و توجه به این نکته که فاصله بین کاشت تا برجستگی دوگانه و برجستگی دوگانه تا سنبلچه انتهایی تعیین‌کننده تعداد دانه است، می‌توان بیان کرد که در این تحقیق، این دو مرحله نموی تأثیر بیشتری بر میزان عملکرد ارقام گندم داشتند. هرچند که مرحله پرشدن دانه (گرده افشانی تا رسیدگی) نیز به شکل مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه موثر بود. تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله با بیشتر مراحل به‌جز مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی دانه رابطه مثبت و معنی‌داری داشتند. در مقابل، از بین مراحل مختلف نموی تنها دو مرحله انتهایی توانستند همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن هزار دانه داشته باشند.

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین مراحل مختلف فنولوژیک با عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

Table 4. The correlation coefficients among phonological stages with yield and yield components

	کاشت تا برجستگی دوگانه Planting to double ridges	برجستگی دوگانه تا سنبلچه انتهایی Double ridges to end spikelet	سنبلچه انتهایی تا گرده‌افشانی End spikelet to pollination	گرده‌افشانی تا رسیدگی Pollination to maturity
تعداد سنبله در مترمربع No. of spike per m^2	0.542**	0.191*	0.254*	-0.410 ns
تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	0.422**	0.287**	0.187*	-0.366 ns
وزن هزار دانه 1000-grain weight	0.015 ns	0.103 ns	0.123*	0.314**
عملکرد دانه Grain yield	0.515**	0.387**	0.339**	0.456**

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ ٪ و ۵ ٪.

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نتایج رگرسیون گام به گام عملکرد دانه در جدول ۵ ارایه شده است. ضریب تبیین به‌دست آمده از این رگرسیون معادل ۰/۳۷ بیانگر این است که مراحل نموی ۳۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه گندم را توجیه کرده‌اند. از بین مراحل مختلف نموی مورد بررسی در این تحقیق، مراحل کاشت تا برجستگی دوگانه و برجستگی دوگانه تا ظهور سنبلچه انتهایی به ترتیب با ضرایبی معادل ۰/۳۱ و ۰/۰۰۱ بیشترین و کمترین اثر را بر عملکرد داشتند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین ارقام مختلف گندم پیشنهاد شده در اقلیم یکسان از نظر طول مراحل فنولوژیک تفاوت وجود دارد. هرچند اختلاف بین ارقام تا حدودی ناشی از تفاوت ژنتیکی بین آن‌هاست، اما تأثیر عوامل محیطی بر رشد و نمو آن‌ها، به ویژه در مراحل پایانی رشد را نباید نادیده گرفت. تنظیم تاریخ کاشت به‌منظور انطباق شرایط محیطی مناسب با طول دوره رشد و جلوگیری از خسارت‌های ناشی از عوامل محیطی، یکی از تمهیدات مدیریتی بسیار مهم برای کسب عملکرد بالا محسوب می‌شود. نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که تأخیر در کاشت، سبب کوتاه شدن دوره رشد گیاه و جذب کمتر انرژی لازم جهت تولید مواد پرورده شد. خطر برخورد گیاه با گرما و کم‌آبی انتهای فصل را نیز افزایش داد، هر چند این تأثیر یکسان نبود و با اعمال مدیریت می‌توان در صورت به‌تأخیر افتادن کاشت، با تعویض رقم مورد کاشت تا حدودی تأخیر و در نتیجه کاهش عملکرد ناشی از آن‌را جبران کرد. از طرف دیگر، استفاده از کود نیتروژن یک راهکار مناسب جهت افزایش میزان محصول محسوب می‌شود. کاربرد نیتروژن با افزایش اندام‌های فتوسنتزکننده مانند برگ‌ها و ساقه‌ها و نیز با طولانی‌تر کردن دوره سبز ماندن گیاه، توانست تأثیر مثبت خود را بر تمامی ارقام به‌ویژه در شرایط کشت تأخیری داشته باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که مراحل نموی تعیین کننده تعداد دانه نسبت به مراحل تعیین کننده پر شدن دانه نقش بیشتری در افزایش عملکرد ارقام گندم رایج در منطقه سردسیر کشور ایفا می‌کنند.

جدول ۵- نتایج رگرسیون گام به گام بین عملکرد دانه (متغیر وابسته) و مراحل مختلف فنولوژیک (متغیرهای مستقل)

Table 5. Results of stepwise regression between grain yield as dependent variable and phenological stages as independent variables

اجزای رگرسیون Regression parameters	عرض از مبدأ Intercept	کاشت تا برجستگی دوگانه Planting to double ridges	برجستگی دوگانه تا سنبلچه انتهایی Double ridges to end spikelet	سنبلچه انتهایی تا گرده‌افشانی End spikelet to pollination	گرده‌افشانی تا رسیدگی Pollination to maturity	ضریب تبیین Coefficient of determination (R^2)
ضرایب Coefficients	1454	6.513	0.066	-0.916	0.48	
ضرایب استاندارد شده Standardized coefficients	0	0.31	0.001	0.04	0.02	0.37
مدل نهایی The final model	-185	51.4	-	-	-	0.33

References

Acevedo, E., Silva, P. and Silva, H. 2002. Wheat growth and physiology. In: Curtis, B. C., Rajaram, S. and Gomez Macpherson, H. (Eds.). Bread wheat: Improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome, Italy. pp: 39-70.

Ahmad, M., Ahmad, A. S., Burhan, H. and Ahmed, F. 2003. Effect of sowing date on growth and yield of wheat at different elevations in Jebelmarra high land under rainfed conditions. **Agricultural Reserch** 50-62.

Ahmadi, M., Kamkar, B., Soltani, A., Zeynali, E. and Arabameri. 2010. The effect of planting date on duration of phenologyical phases in wheat cultivars and its relation with grain yield. **Journal of Plant Production**. 17 (2): 109-122. (In Persion with English Abstract).

Alcoz, M. M., Hons, F. M. and Haby, V. A. 1993. Nitrogen fertilization timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency and residual soil nitrogen. **Agronomy Journal** 85: 1198-1203.

Banziger, M., Eil, B. and Stemp, P. 1994. Competition between nitrogen accumulation and grain growth for carbohydrates during grain filling of wheat. **Crop Science** 34: 440-446.

Bishnoi, P., Singh, S. and Niwas, R. 1995. Effect of temperature on phonological development of wheat crop in different row orientation. Indian. **Journal of Agriculture Science** 65: 211-214.

Camberato, J. J. and Bock, B. R. 2001. Spring wheat response to enhanced ammonium supply. **Agronomy Journal** 82: 467-473.

FAO. 2010. Food and Agriculture Organization. Quarterly Bulletin of Statistics. Rome, Italy. http// www.fao.org.

Faragi, A. 2010. Determination of phenological response of spring canola (*Brssica napusa* L.) genotypes to swing date, temperratureand photoperiod. **Seed and Plant** 26-2 (1): 25-41. (In Persion with English Abstract).

Fathi, G., Siyadat, S. A., Rozbeh, N., Abdalli-Mashhadii A. R. and Ebrahimpour, F. 2002. Effect of plant density on seed yield of Dena wheat cultivar in Yasooj region. **Journal of Agriculture and Natural Resources** 8 (3): 23-31. (In Persian with English Abstract).

Gonzalez, J. L., Schneiter, A. A., Riveland, N. R. and B. L. Johnson. 2002. Response of hybrid and open pollinated safflower to plant population. **Agronomy Journal** 86: 1070-1073.

Jalal Kamali, M. R., Sharifi, H. R., Khodarahmi, M., Jokar, R. and Torkaman, H. 2008. Variation in developmental stages and its relationships with yield and yield components of bread wheat cultivars under field conditions: I- Phenology. **Seed and Plant**. 23: 445-472 (In Persian with English Abstract).

Kirby, E. J. M., Spink, J. H., Frost, D. L., Sylvester-Bradley, R., Scott, R. K., Foulkes, M. J., Clare, R. W. and Erans, E. J. 1999. A study of wheat development in the field: Analysis by phase. **European Journal of Agronomy** 11: 63-82.

Lemon, J. 2007. Nitrogen management for wheat protein and yield in the experience port zone. Department of Agriculture and Food, Western Australia Perth. Bulletin 4707. http://researchlibrary.agric.wa.gov.au/bulletins.

Lemerle, D., Verbeek, B. and Coombes, N. E. 1996. Intraction between wheat (*Triticum aestivun* L.) and diclofop to reduce the cost of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) control. **Weed Science** 44: 634-639.

Mazaheri, D. 2005. A study on the effect of cultivar and planting date on yield of barley cultivars in Jiroft. Proceedings of 9th Agronomy and Plant Breeding Conference. Pardis Aburaihan, Tehran, Iran. (In Persian).

McDonald, G. K. 2002. Effects of nitrogen fertilizer on the growth grain yield and grain protein concentration of wheat. **Australian Journal of Agricultural Reserch** 43: 949-967.

Miralles, D. J., Ferro, B. C. and Slafer, G. A. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. **Field Crops Research** 71: 211-223.

Noormohamadi, Gh., Syadat, S. and Kashani,A. 2002. Cereal Agriculture. Chamran University Press. pp: 13-187. (In Persian).

Russelle, M. P., Wilhelm, W. W., Olson, R. A. and Power, J. F. 1984. Growth analysis based on degree days. **Crop Science** 24: 28-32.

Samarah. N. H. and Al-Issa, T.A. 2006. Effect of planting date on seed yield and quality of barley under semi-arid Mediterranean condition. **American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science** 4: 222-225.

Sikder, S. 2009. Accumulation heat unit and phonology of wheat cultivars as influenced by late sowing heat stress condition. **Journal of Agriculture and Rural Development** 7 (1 and 2): 57-64.

Slafer, G. A. and Rawson, H. M. 1996. Response to photoperiod change with phenophase and temperature during wheat development. **Field Crops Reserch** 46: 1-13.

Slafer, G. A., Araus, J. L., Royo, C. and Moral, L. F. G. D. 2005. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. **Annuals of Applied Biology** 146: 61-70.

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 6, No. 4, Winter 2017 (477-488)

Management of developmental stages of six wheat varieties by changing planting dates and nitrogen fertilizer levels in the Rokh cold plain of Khorasan Razavi

Ali Bijand[1], Mohammad Kafi[2*] and Hamid Reza Sharifi[3]

Received: September 9, 2015 Accepted: January 18, 2016

Abstract

To evaluate the effect of planting date and nitrogen fertilizer on various developmental stages of six wheat cultivars, this experiment was conducted using split split plot in a randomized complete block design with three replications in Rokh plain of Khorasan Razavi, Iran, in 2013-2014. The experimental factors were including planting date in three levels (October 10, November 5 and November 30) as main plots, nitrogen fertilizer in three levels (No fertilizer, 150 and 300 $kg.ha^{-1}$) as sub plots and six wheat varieties (Zarin, Gascogne, Sayunz, Pishgam, Alvand and Mihan) as sub-sub plots. The results showed that varieties were significantly different at various developmental stages, so that Pishgam showed the highest and Mihan showed the lowest thermal needs from planting to rippening. A delay in planting reduced duration of developmental stages and consequiently reduced growth degree days (GDD), so that planting date from October 10 to November 30 caused a reduction of 656.7 GDD. Application of more nitrogen fertilizer increased duration of double ridges to end spikelet initiation (11.12%) and spikelet initiation to pollination stages (11.35%). The early developmental stages that determines the number of grains per spike as one of the main yield components, had the highest correlation coefficient with grain yield. Therefore, in case of delayed planting date of wheat, it would be possible to postpone wheat developmental stages by applying more nitrogen fertilizer. The results also indicated that in optimum planting date (October 10), Pishgam and in the late planting date (November 5 and 30), Alvand showed better performance than the other varieties.

Keywords: Double ridges, Grain filling, Grain maturity, Grain number, Pollination

1. Ph. D. Graduated, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Research Assist. Prof., Agricultural and Natural Resource Rsearch Center of Khorasan-e-Razavi, Agricultural Researh, Education Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran
* Corresponding author: m.kafi@um.ac.ir