مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۷ ، شماره ۲، سال ۱۳۹۰

واکنش برخی ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) به بهاره‌سازی

Response of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes to Vernalization

حمیدرضا شریفی[۱]، مجیدرضا کیانی[۲] و علی قربانی[۳]

۱- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۲- پژوهشگر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد
۳- کارشناس، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲

چکیده

شریفی، ح. ر.، کیانی، م. ر.، و قربانی، ع. ۱۳۹۰. واکنش برخی ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) به بهاره‌سازی. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۷ (۲):** ۱۴۵ - ۱۲۹.

به منظور تعیین واکنش به بهاره‌سازی و دامنه تغییرات آن در ارقام و لاین‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.)، این پژوهش در آزمایشگاه فیزیولوژی بخش تحقیقات غلات و گلخانه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در سال زراعی (۸۶-۱۳۸۵) به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل ۲۹ رقم و لاین گندم نان و طول مدت بهاره‌سازی در ۹ سطح شامل: صفر، ۸ ، ۱۵، ۲۲، ۲۹ ، ۳۶ ،۴۳، ۵۰ ، ۵۷ روز اقامت در اتاقک رشدی با دمای ۰/۵± ۳ درجه سانتی‌گراد بودند که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اگرچه واکنش ارقام و لاین‌های گندم نان به بهاره‌سازی با یکدیگر متفاوت و از بهاره محض (کویر) تا بینابین (شهریار ، سایسون ، C-81-14،C-80-6) و زمستانه محض (گاسکوژن، MV-17، بزوستایا، C-80-4) متغیر است، ولی اکثر ژنوتیپ‌ها واکنشی کمّی (بینابین) به بهاره‌سازی دارند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه نیاز به بهاره‌سازی (برمبنای شاخص روز تا ظهور سنبله) ژنوتیپ‌های شهریار دو هفته؛ گاسکوژن، C-80-4 و C-80-6 سه هفته؛ سایسون،MV-17 و C-81-14 چهار هفته اقامت در درجه حرارت ۳ درجه سانتی‌گراد برآورد شد.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، بهاره‌سازی، تعداد نهایی برگ، روز تا ظهور سنبله و نمو.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: hrsharifi1349@yahoo.com

مقدمه

گندم برای گذار از مرحله رویشی به زایشی نیازمند درک یک دوره سرما است که از آن به عنوان نیاز بهاره‌سازی (Vernalization) یاد می‌شود. فرایند بهاره‌سازی در جوانه‌ها صورت می‌گیرد و از این رو بذرهای خیس شده، گیاهچه‌های جوان، بذور در حال تشکیل و نابالغ در روی گیاه مادری، و حتی کالوس‌های حاصل از کشت بافت جنین، به بهاره‌سازی واکنش نشان می‌دهند (Whelan and Schaalje, 1992; Gardner and Barnett, 1990; Cao and Moss, 1991). عوامل موثر بر فرایند بهاره‌سازی شامل سن، شدت (درجه حرارت) و مدت سرما، روش سرمادهی، ژنوتیپ، مرحله نمو و هورمونهای رشد می‌باشند (Rawson *et al*., 1998; Ortiz-Ferrara *et al*., 1998; Trione and Metzger, 1970).

بهاره‌سازی فرایندی کمّی می‌باشد که می‌تواند بسته به شرایط محیطی متوقف، برگشت کرده و یا دوباره از سر گرفته شود. اندازه‌گیری بهاره‌سازی به شیوه‌های متفاوتی صورت می‌گیرد، برخی محققین از تعداد روز تا ظهور سنبله‌دهی (Days to heading) یا درجه-روز رشد (Growing degree days) و برخی دیگر از تعداد نهایی برگ (Final leaf number) ساقه اصلی برای کمّی کردن واکنش به بهاره‌سازی استفاده کرده‌اند (Wang *et al*., 1995). نظر به اینکه درجه حرارت پایین علاوه بر اثر تسریع‌کنندگی ناشی از تامین نیاز بهاره‌سازی و بیان ژن *VRN1*، دارای اثر تاخیری بر نمو گیاه نیز می‌باشد، برخی از محققان اعتقاد دارند تعداد روز تا سنبله‌دهی و درجه-روز رشد برای محاسبه و کمّی کردن بهاره‌سازی مناسب نبوده و تعداد نهایی برگ ارجحیت دارد، زیرا این کمیت (تعداد نهایی برگ) مستقیما بیانگر اختلاف در زمان انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی با ظهور برجستگی دوگانه است (لازم به ذکر است که آغازش برگ پیش از ظهور برجستگی دوگانه و انتقال از مرحله رویشی به زایشی خاتمه می‌دهد) (Wang *et al*., 1995).

نیاز بهاره‌سازی به صورت حداقل تعداد روزی که گیاه طی می‌کند تا به بهاره‌سازی غیرحساس شود، تعریف شده است (Wang *et al*., 1995). گروه‌بندی ارقام بهاره و زمستانه بر اساس واکنش به بهاره‌سازی از گذشته مرسوم بوده و هنوز هم برای گندم، جو و چاودار، طبقه‌بندیی معتبرتر از زمستانه (Winter)، بینابین (Facultative) و بهاره (Spring) ارایه نشده است. گاردنر و بارنت (Gardner and Barnett, 1990) با مطالعه نیاز واکنش به بهاره‌سازی ارقام گندم، آن‌ها را به سه دسته با نیاز بهاره‌سازی کیفی (Qualitative) (۶ تا ۸ هفته در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد)، کمّی (Quantitative) (۲ تا ۴ هفته در دمای

۲ درجه سانتی‌گراد) و بدون نیاز به بهاره‌سازی تقسیم کردند؛ که این دسته‌بندی بر نتایج حاصل از تحقیقات راوسون و همکاران (Rawson *et al.*, 1998) نیز منطبق است. ولی به عقیده وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1995) این تقسیم‌بندی بیشتر بر تاریخ کشت سازگار با یک رقم و نه ماهیت واکنش به بهاره‌سازی آن رقم استوار است؛ به گونه‌ای که برخی ارقام بهاره نیز ممکن است نیاز بهاره‌سازی داشته باشند (Wang *et al.*, 1995; Levy and Peterson, 1972) و یا برعکس ارقام زمستانه دارای دامنه وسیعی از نیاز بهاره‌سازی باشند (Wang *et al.*, 1995). برخی از ارقام گندم نیز که در سطح وسیعی از جهان کشت می‌شوند، اساسا نیاز بهاره‌سازی نداشته یا نیاز بهاره‌سازی کمی دارند (Wang *et al.*, 1995). وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1995) با تکیه بر اثر تامین نیاز بهاره‌سازی بر کاهش تعداد نهایی برگ و مطالعه ارتباط بین سن گیاه با طول مدت بهاره‌سازی در طیف وسیعی از ارقام گندم، معادلاتی را برازش داده و بر این اعتقادند که می‌توان ارقام را بر اساس شدت واکنش یک ژنوتیپ (ضرایب α و β حاصل از معادله‌های مذکور) نسبت به تکمیل نیاز بهاره‌سازی را کمّی نمود.

دامنه درجه حرارت‌های موثر بر تامین نیاز بهاره‌سازی گندم بین صفر تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده و درجه حرارت‌های بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد اثر معکوسی بر فرایند بهاره‌سازی دارد (Slafer and Whitechurch, 2001; Botella *et al.*, 1993؛ Stapper, 1984؛ Rosenzweig and Tubiello, 1996). در بازه دمایی فوق نیز شدت تاثیر درجه حرارت یکنواخت نبوده و موثرترین دما برای تامین نیاز بهاره‌سازی ژنوتیپ‌های گندم، متفاوت است (Botella *et al.*, 1993; Fowler *et al.*,1996; Whelan and Schaalje, 1992). راوسون و همکاران (Rawson *et al.*, 1998) دریافتند که موثرترین دما برای تامین نیاز بهاره‌سازی (برحسب حداقل واحدهای حرارتی لازم برای رسیدن به سنبله‌دهی) ارقام مختلف گندم (با نیازهای بهاره‌سازی مختلف) ۶ درجه سانتی‌گراد بوده و پس از آن به ترتیب دماهای ۳، ۸، ۱۰ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد قرار دارند. گرچه در مطالعه آنها موثرترین دما برای تامین نیاز بهاره‌سازی (برحسب تعداد برگ) ۳ درجه تعیین شد. پورتر و گاویث (Porter and Gawith, 1999) در جمع‌بندی نتایج ۱۱ پژوهش، درجه حرارت ۳/۸ تا ۶ درجه سانتی‌گراد را به عنوان دمای بهینه (موثرترین) جهت تامین نیاز بهاره‌سازی اعلام نمود. اسلافر و ویت چرچ (Slafer and Whitechurch, 2001) با مرور نتایج تحقیقات منتشر شده اعلام نمودند که بهاره‌سازی، بسته به ژنوتیپ و سایر شرایط بهاره‌سازی (به جز دما)، در دامنه ۱- تا ۱ درجه سانتی‌گراد تا ۱۸-۱۳ درجه سانتی‌گراد صورت

می‌گیرد؛ ولیکن موثرترین دامنه درجه حرارت برای تامین نیاز بهاره‌سازی بین ۴-۱ تا ۱۰-۶ درجه سانتی‌گراد قرار دارد.

گاردنر و بارنت (Gardner and Barnett, 1990) با محاسبه نیاز بهاره‌سازی ارقام گندم بر حسب کمیتی به نام واحدهای سرمایی اعلام نمودند که میزان واحدهای سرمایی لازم برای تکمیل نیاز بهاره‌سازی در محیط مصنوعی (اتاقک سرد) چهار برابر محیط طبیعی (مزرعه) است. به عقیده این محققین نوسان بیشتر دما در مزرعه باعث افزایش تاثیر سرما در تکمیل نیاز بهاره‌سازی گندم شده و این امر را به عنوان دلیل افزایش واحدهای سرمایی لازم جهت تکمیل نیاز بهاره‌سازی در یخچال (نسبت به مزرعه) برشمردند.

گندم از طریق کاهش فاصله زمانی روز تا گلدهی به تامین نیاز بهاره‌سازی واکنش نشان می‌دهد؛ البته روز تا گلدهی تحت اثر ژن‌های بهاره‌سازی (Vrn genes) طول روز (Photoperiod genes) و زودرسی ذاتی (Earliness *per se*) می‌باشد. وضعیت غالب ژن بهاره‌سازی (*VrnA1*) موجب تسریع آغازش برگ و *VrnA2* سبب کاهش سرعت آغازش برگ و گل می‌شود. با استفاده از لاین‌های ایزوژنیک برای حساسیت به طول روز مشخص شد که این آلل‌ها اثر زیادی بر سرعت آغازش آغازین‌ها نداشته و ترجیحاً آلل عدم حساسیت به طول روز زمان آغازش سنبلچه انتهایی را به جلو انداخته و بنابراین تعداد سنبلچه را کاهش می‌دهد. برخی مطالعات نشان داده است که گرچه بهاره‌سازی و طول روز توسط دو ژن جداگانه کنترل می شود ولیکن بهاره‌سازی با طول روز اثر متقابل داشته و در طول روزهای کوتاه، تاثیر درجه حرارت پایین در بهاره کردن گندم کمتر از طول روزهای بلند است (Ortiz-Ferrara *et al*., 1998). افزایش سن گیاه نیز سبب کاهش نیاز بهاره‌سازی گندم می‌شود (Wang *et al*., 1995; Whelan and Schaalje, 1992).

این پژوهش با هدف تعیین واکنش لاین‌ها و ارقام گندم نان به بهاره‌سازی و دامنه تغییرات آن با تاثیر بر تعداد نهایی برگ و روز تا ظهور سنبله گندم جهت کاربرد در برنامه‌های به نژادی گندم طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۸۶-۱۳۸۵ در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات غلات کرج اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تیمارهای بهاره‌سازی (در ۹ سطح شامل صفر، ۸، ۱۵، ۲۲، ۲۹، ۳۶، ۴۳، ۵۰ و ۵۷ روز) و ۲۹ رقم و لاین گندم نان (شامل: ارقام کویر، پیشتاز، مرودشت، چمران، تجن، فلات، توس، شیراز، زرین، الوند، قدس، روشن، شهریار، گاسکوژن، سایسون، MV-17، بزوستایا، C-81-10، M-83-17، C-81-14، C-81-4، C-80-6،

C-80-4، C-82-12، M-81-13، M-79-6، بهار، M-82-9 و M-82-6) بودند، که در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند.

کاشت بذور در لیوانهای به حجم ۲۰۰ سانتی‌مترمکعب و به تعداد ۱۰ بذردر هر لیوان انجام شد. پس از کاشت و آبیاری ، لیوان‌های مربوط به هر تیمار به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد حفظ (به منظور آغاز فرایند جوانه‌زنی) و سپس جهت اعمال تیمارهای بهاره‌سازی به اتاقک سردی با دمای ۰/۵± ۳ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (Sharifi and Rahimian, 2005). طول روز در اتاقک سرد ۱۲ ساعت و شدت نور ۲۰۰ میکرومول بر مترمربع تنظیم گردید. تاریخ کاشت از اول بهمن (برای تیمار ۵۷ روز اقامت در اتاقک سرد) آغاز، و به منظور اعمال سایر تیمارهای بهاره‌سازی، به فاصله زمانی هفت روز (تا تاریخ ۲۸ اسفند) تداوم یافت. در ۲۸ اسفند (تقریباً همزمان با آغاز رشد گندم در بهار در مزرعه) کلیه لیوانهای متعلق به تمامی تیمارهای بهاره‌سازی به گلخانه تحقیقاتی بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر منتقل و پس از تنک نمودن تعداد گیاهچه‌ها به پنج گیاهچه، در گلدان‌های بزرگتر نشاء گردید. درجه حرارت گلخانه در طی مدت آزمایش در دامنه ۶± ۲۵ درجه سانتی‌گراد حفظ گردید؛ به بیان بهتر درجه حرارت گلخانه همواره بالاتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد بود.

بنابراین در طی مدت اقامت در گلخانه، بهاره سازیی انجام نشده و تداخل اثری با تیمارهای بهاره‌سازی نداشت. نظر به شیشه‌ای بودن گلخانه، طول روز گلخانه و الگوی تغییرات آن مشابه طول روز طبیعی کرج (شکل ۱) در آغاز رشد گندم در بهار بود.

در این مطالعه ، انتخاب ۳ درجه سانتی‌گراد برای تامین نیاز بهاره‌سازی به دو دلیل صورت گرفت: نخست آن که در این درجه حرارت، تامین نیاز بهاره‌سازی با حداکثر کارایی صورت می‌گیرد (Rawson *et al.*, 1998) و دوم آنکه به دلیل نزدیک بودن این دما به درجه حرارت پایه گندم، سرعت نمو در این دما بسیار کند می‌باشد. مورد اخیر هنگامی اهمیت می‌یابد که بدانیم بهاره‌سازی فرایندی است که درجه تامین آن عمدتاً از طریق تاثیر بر طول دوره‌های نموی بروز می‌کند و بررسی تغییرات طول دوره‌های نمو (برای مثال کاشت تا سنبله‌دهی) نیز یکی از روش‌های مطالعه واکنش گیاهان بهاره‌سازی است. بر این اساس درجه حرارت بهاره‌سازی نزدیک به دمای پایه گندم انتخاب شد تا سرعت نمو در طی دوره‌های بهاره‌سازی(که طول متفاوتی داشتند) تا حد امکان کاهش یابد (Sharifi and Rahimian, 2005). به این ترتیب گیاهچه ها با وضعیت نموی تقریباً مشابهی وارد گلخانه شده و از تداخل اثر آن با تیمارهای بهاره‌سازی کاسته شد. با وجود این، به منظور جلوگیری از اختلاط اثر طول دوره متفاوت تیمارهای بهاره سازی با فاصله زمانی

کاشت تا سنبله‌دهی، از طول دوره انتقال به گلخانه تا ظهور کامل سنبله (خروج آخرین سنبلچه از غلاف برگ پرچم در ساقه اصلی) برای تجزیه و تحلیل اثر تیمارهای بهاره‌سازی بر طول دوره رویشی (روز تا سنبله‌دهی) استفاده شد. ثبت تاریخ ظهور سنبله به صورت روزانه و در طی مدت تقریبا ۶ ماه پس از انتقال به گلخانه، در پنج بوته از هر تکرار انجام شد. شمارش تعداد نهایی برگ در ۳ بوته از هر تکرار و در مدت سبز شدن تا ظهور سنبله در ساقه اصلی به فاصله هر سه روز یک بار صورت گرفت. البته این مهم تنها در صورت گلدهی ارقام در محدوده زمانی قابل قبول برای گلدهی این ارقام در شرایط مزرعه انجام گرفت و تعداد برگ نهایی ارقامی که در خارج از این دامنه گل داده بودند ثبت نشد.

به منظور دسته‌بندی ارقام و لاین‌های مورد مطالعه از نظر واکنش به بهاره‌سازی، از روش وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1995) استفاده شد. در این روش با تکیه بر اثر بهاره‌سازی بر کاهش تعداد نهایی برگ و مطالعه ارتباط بین سن گیاه با طول مدت بهاره‌سازی در طیف وسیعی از ارقام گندم، رابطه‌های زیر برقرار شده است:

$$F_0 - 6 = L_i + \beta T_V$$

$$F_i - 6 = \alpha - \beta T_V$$

که در آن F_0: تعداد نهایی برگ ساقه اصلی در شرایط عدم بهاره‌سازی؛ F_i: تعداد نهایی برگ ساقه دریک تیمار بهاره‌سازی؛ L_i: مرحله برگی در لحظه شروع عدم حساسیت به بهاره‌سازی؛ و T_V: تعداد روزهای بهاره‌سازی می باشد. α و β ضرایب معادله بوده و دارای مفهوم فیزیولوژیک می‌باشند. α مبین تعداد برگ قابل تغییر است، به بیان بهتر α مبین آن است که به طور بالقوه، چه تعداد برگ می‌تواند در نتیجه اعمال بهاره‌سازی کم شود. α به لحاظ بیولوژیکی معادل تعداد برگ گیاهان بهاره‌سازی نشده در آغاز مرحله عدم حساسیت به بهاره‌سازی (Slafer and Whitechurch, 2001) است. بر اساس این مطالعه در گیاهان بهاره‌سازی نشده FLN=6 تقریبا معادل α بوده و β سرعت تغییر بین تعداد برگ و طول دوره بهاره‌سازی است. به این ترتیب، شدت واکنش یک ژنوتیپ نسبت به بهاره‌سازی را می‌توان بر اساس ضرایب α و β کمّی نمود. α و β در ژنوتیپ‌های بهاره کمتر از ژنوتیپ‌های زمستانه بوده و در ژنوتیپ‌های کاملاً بهاره که هیچ واکنشی به بهاره‌سازی نشان نمی‌دهند، تقریباً معادل صفر است. هرچند که ژنوتیپ‌های بهاره می‌توانند α و β مشابه ژنوتیپ‌های زمستانه نیز داشته باشند. در این مطالعه معادله فوق بر داده‌های این آزمایش برای هر ژنوتیپ برازش داده شد و سپس از α و β حاصل از برازش معادله‌های فوق جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم نان مورد مطالعه بر مبنای شدت واکنش آن‌ها به بهاره‌سازی (با استفاده از تجزیه کلاستر به روش Wards) استفاده شد.

فرآوری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel، تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و تجزیه کلاستر با استفاده از نرم‌افزار SPSS و به روش Wards انجام شد.

نتایج و بحث

در این مقاله منظور از ژنوتیپ‌های با نیاز بهاره‌سازی کیفی (زمستانه) آن است که گلدهی در این ژنوتیپ‌ها نیازمند درک یک حداقل بهاره‌سازی بوده و پس از آن افزایش دوره بهاره‌سازی موجب کاهش روز تا سنبله‌دهی می‌گردد. در این گروه از ژنوتیپ‌ها عدم تامین این حداقل بهاره‌سازی سبب می‌شود تا این ژنوتیپ‌ها به صورت رویشی باقی مانده و وارد مرحله زایشی نشوند. ژنوتیپ‌های با نیاز بهاره‌سازی کمّی (بینابین) نیز به آن گروه ژنوتیپ‌هایی اطلاق شده است که در هر شرایطی به سنبله رفته و طولانی‌تر شدن دوره بهاره‌سازی تنها تعداد روز تا سنبله‌دهی آن ها را کاهش می‌دهد. ژنوتیپ‌های فاقد نیاز بهاره‌سازی نیز آن گروه ارقامی هستند که نمو آن‌ها (روز تا سنبله‌دهی یا تعداد برگ) تابعی از بهاره‌سازی نیست (Slafer and Whitechurch, 2001; Gardner and Barnett, 1990). این سه گروه به نام زمستانه محض(True Winter) و بینابین (Facultative) و بهاره محض(True Spring) نیز شناخته می‌شوند.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر طول دوره بهاره‌سازی بر طول دوره انتقال به گلخانه تا ظهور سنبله معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش طول دوره بهاره‌سازی، طول دوره انتقال به گلخانه تا ظهور سنبله کاهش یافت (جدول ۱). این کاهش در ارتباط با تامین و تکمیل نیاز بهاره‌سازی این ژنوتیپ‌ها قابل توجیه است. در تمامی ارقام و لاین‌های مورد بررسی، کاهش طول دوره بهاره‌سازی موجب افزایش تعداد روز تا ظهور سنبله شد، که میزان این افزایش در ارقام بهاره و بینابین کمتر از ژنوتیپ‌های زمستانه بود (جدول ۱). نتایج این مطالعه نشان داد که اثر کاهش دوره بهاره‌سازی با دمای مناسب بر افزایش تعداد روز تا سنبله‌دهی در برخی ارقام و لاین‌های مانند کویر، مرودشت و شیراز و بهار کمتر از ۱۰ روز بود و می‌توان آن‌ها را در گروه فاقد نیاز بهاره‌سازی(بهاره محض) قرار داد (جدول ۱). برخی دیگر از ژنوتیپ‌ها مانند پیشتاز، چمران، تجن، فلات، قدس، روشن، M-81-13، M-79-6، M-82-9، M-82-6 و M-83-17 واکنشی مشابه ژنوتیپ‌هایی با نیاز بهاره‌سازی کمّی (بینابین) داشتند و کاهش دوره بهاره‌سازی با دمای مناسب سبب ۱۳ تا ۳۱ روز تاخیر در ظهور سنبله آن ها شد. بر اساس تعداد روز تا سنبله‌دهی، ژنوتیپ‌هایی مانند توس، زرین، الوند، شهریار، سایسون، C-81-14، C-81-4، C-80-6، C-82-12 و C-81-10 نیز در گروه ژنوتیپ‌های با نیاز بهاره‌سازی کمّی (بینابین) قرار گرفتند

جدول ۱- مقایسه میانگین تعداد روز تا ظهور سنبله برای ژنوتیپ‌های گندم نان تحت تاثیر تیمارهای مختلف بهاره‌سازی

Table 1. Mean comparison of days to heading for breed wheat genotyoes as affected by different vernalization treatments

Genotype	ژنوتیپ	Vernalization treatments (day) تیمارهای بهاره‌سازی (روز)								
		57	50	43	36	29	22	15	8	0
Kavir	کویر	35f	40cd	41cb	37e	43a	39ed	42ab	Miss.	43a
Pishtaz	پیشتاز	39d	40d	46c	45c	49b	49b	51b	56a	58a
Marvdasht	مرودشت	44c	47bc	44c	49abc	54ab	55a	48bc	53ab	54ab
Chamran	چمران	34d	37d	36d	40c	44b	45b	45b	45b	51a
Tajan	تجن	35e	44c	40d	41cd	53b	53b	52b	58a	61a
Falat	فلات	38d	42c	42c	43c	49b	51b	49b	51b	55a
Toos	توس	51d	53cd	56cd	60cb	64ab	Miss.	60cb	64ab	69a
Shiraz	شیراز	44c	48abc	47bc	45c	47bc	52ab	49abc	52ab	54a
Zarrin	زرین	45d	45d	47d	50cd	55cb	Miss.	55cb	61ab	63a
Alvand	الوند	41f	45ef	48ed	46e	52cd	54cb	54cb	58ab	62a
Ghods	قدس	39e	44de	47dc	52bc	56b	53bc	54bc	74a	70a
Roshan	روشن	46c	Miss.	46c	Miss.	Miss.	Miss.	58b	Miss.	67a
Shahryar	شهریار	45e	47e	50ed	61cd	65c	Miss.	60cd	118b	165a
Gascogne	گاسکوژن	46e	50e	50e	53e	64d	76c	97b	145a	Veg.
Soissons	سایسون	47f	54ef	52ef	59e	69d	88c	152b	164a	168a
MV-17	ام وی ۱۷	51d	51d	55d	Miss.	79c	112b	Miss.	175a	Veg.
Bezostaya	بزوستایا	52a	50a	58a	Veg.	Veg.	Veg.	Veg.	Veg.	Veg.
Bahar	بهار	44de	45d	41e	47dc	50abc	48dbc	52ab	47dc	54a
C-81-10		44f	51e	44f	53de	59b	55dc	57bc	60b	64a
M-83-17		42d	42d	47c	53b	54b	53b	51b	53b	67a
C-81-14		53d	51d	54d	66c	69c	153b	149b	173a	168a
C-81-4		44e	43e	46ed	50cd	67a	52c	58b	66a	63ab
C-80-6		41g	44g	44g	53f	62e	74d	101c	144b	170a
C-80-4		43d	46d	46d	Miss.	64c	66c	112b	146a	Veg.
C-82-12		46e	51de	53de	52de	57dc	53de	64bc	67b	78a
M-81-13		40f	44e	42ef	53dc	53dc	52d	56bc	57b	65a
M-79-6		41e	38e	40e	44de	58b	55bc	50dc	57bc	71a
M-82-9		42d	48c	48c	54b	55ab	48c	48c	49c	57a
M-82-6		42c	42c	43c	47b	56a	49b	49b	50b	55a

میانگین‌هایی، در هر ردیف، که دارای حداقل یک حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each row, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using Duncan ś Multiple Rang Test.

Veg. Vegetative phase Veg.: مرحله رویشی Miss.: Missing data Miss.: داده گمشده

(جدول ۱). هرچند که میزان تاخیر در سنبله‌دهی آن‌ها در نتیجه عدم تامین نیاز بهاره‌سازی بین ۱۸ تا ۱۲۹ روز متغیر بود. چنین استنباط می‌شود که ژنوتیپ‌های با نیاز بهاره‌سازی کمّی را نیز می‌توان به دو زیر گروه بینابین متمایل به بهاره (مانند توس، الوند، زرین، C-81-10، C-81-4 و C-82-12) و بینابین متمایل به زمستانه (مانند شهریار، سایسون، C-81-14 و C-80-6) تقسیم نمود. میزان تاخیر در سنبله‌دهی ناشی از عدم تامین نیاز بهاره‌سازی در این دو گروه به ترتیب بین ۳۲–۱۸ و ۱۲۹–۱۱۵ روز متغیر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که عدم بهاره‌سازی ژنوتیپ‌های گاسکوژن، بزوستایا، C-80-4 و MV17 موجب می‌شود که این ارقام و لاین‌ها به صورت رویشی باقی‌مانده و وارد مرحله زایشی نشوند (جدول ۱). بر این اساس این ژنوتیپ‌ها در گروه با نیاز بهاره‌سازی کیفی (زمستانه محض) جای گرفتند. بر این اساس و بر مبنای شاخص تعداد روز تا سنبله‌دهی، حداقل نیاز بهاره‌سازی ژنوتیپ‌های شهریار دو هفته؛ گاسکوژن، C-80-4 و C-80-6 سه هفته؛ سایسون، MV-17 و C-81-14 چهار هفته اقامت در درجه حرارت ۳ درجه سانتی‌گراد تامین شد. محفوظی و ساسانی (Mahfoozi and Sasani, 2008) نیاز بهاره‌سازی ارقام کویر، الوند و شهریار را در شرایط مزرعه و برمبنای شاخص تعداد برگ به ترتیب صفر، ۳ و ۴ هفته اعلام نمودند.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر طول دوره انتقال به گلخانه تا ظهور سنبله در تیمارهای صفر و ۵۷ روز بهاره‌سازی تفاوت معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد روز تا ظهور سنبله در ژنوتیپ‌ها تفاوت داشتند (جدول ۲). با توجه به جدول ۱ و عدم تغییر تعداد روز تا سنبله‌دهی در سطوح بالای دوره‌های بهاره‌سازی چنین به نظر می‌رسد که در تیمار ۵۷ روز، نیاز بهاره‌سازی تمامی ژنوتیپ‌ها بطور کامل تامین و تعداد روز تا سنبله‌دهی در واقع مبین زودرسی ذاتی ژنوتیپ‌ها بود. ارقام کویر، چمران و تجن با حدود ۳۵ روز کمترین و ارقام و لاین‌های بزوستایا، توس، MV-17 و C-81-14 با حدود ۵۳ روز بیشترین تعداد روز تا گلدهی (در شرایط تکمیل نیاز بهاره‌سازی) را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در تیمار صفر روز بهاره‌سازی کویر با ۴۴ روز کمترین تعداد روز تا ظهور سنبله را داشت و سایسون، C-80-6 و C-81-14 با حدود ۱۷۰ روز بیشترین تعداد روز تا گلدهی را داشتند. به این ترتیب در شرایط تکمیل نیاز بهاره‌سازی (۵۷ روز دمای پائین) اختلاف بین کمترین و بیشترین روز تا سنبله‌دهی ژنوتیپ‌های مختلف گندم ۱۹ روز بود (جدول ۲). این تفاوت اختلاف ذاتی تعداد روز تا سنبله‌دهی این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. در حالیکه در شرایط عدم تامین نیاز بهاره‌سازی این تفاوت تا ۱۲۶ روز در ژنوتیپ‌های زمستانه با واکنش کمی و حتی بیشتر در ژنوتیپ زمستانه با واکنش کیفی سبب تاخیر در نمو گردید. چنین استنباط می‌شود که استفاده از تعداد برگ،

جدول۲- مقایسه میانگین تعداد روزتا ظهورسنبله وتعداد نهایی برگ برای ژنوتیپ‌های گندم نان درتیمارهای صفر و ۵۷ روز بهاره‌سازی

Table 2. Mean comparison of days to heading and final leaf number for bread wheat genotypes in 0 and 57 days vernalization treatments

		Days to heading روز تا ظهور سنبله		Final leaf no. تعداد نهایی برگ	
Genotype	ژنوتیپ	0	57	0	57
Kavir	کویر	44 k	35 jk	7.4 f	6.6 defg
Pishtaz	پیشتاز	58 ghij	40 ghijk	9.8 cde	6.6 defg
Marvdasht	مرودشت	54 ij	45 efg	9.4 e	7.3 abc
Chamran	چمران	52 j	35 k	9.5 e	6.3 fg
Tajan	تجن	61 fghi	36 ijk	10.9 a	6.8 cdef
Falat	فلات	56 ij	38 hijk	9.4 e	6.7 defg
Toos	توس	69 cde	52 abc	9.8 cde	7.0 bcd
Shiraz	شیراز	55 ij	45 efgh	10.0 bcde	6.5 defg
Zarrin	زرین	64 defgh	45 defg	10.6 ab	7.5 ab
Alvand	الوند	63 efgh	41 efghij	10.7 ab	6.9 bcde
Ghods	قدس	70 cde	40 ghijk	10.7 ab	6.8 cdef
Roshan	روشن	67 cdef	47 bcdef	9.8 cde	6.8 cdef
Shahryar	شهریار	165 a	46 cdefg	Veg.	6.2 fg
Gascogne	گاسکوژن	Veg.	47 bcdef	Veg.	7.6 a
Soissons	سایسون	169 a	47 bcde	Veg.	6.5 defg
MV-17	ام وی ۱۷	Veg.	51 abcd	Veg.	7.5 ab
Bezostaya	بزوستایا	Veg.	53 ab	Veg.	7.8 a
Bahar	بهار	54 ij	45 efg	10.7 ab	6.9 bcde
C-81-10		65 defg	45 efgh	11.0 a	7.5 ab
M-83-17		67 cdef	43 efgh	9.7 de	6.9 bcde
C-81-14		169 a	54 a	Veg.	7.8 a
C-81-4		63 defgh	45 efg	10.5 abc	6.4 efg
C-80-6		170 a	42 efghij	Veg.	6.5 defg
C-80-4		Veg.	43 efgh	Veg.	6.3 fg
C-82-12		78 b	47 bcdef	10.7 ab	6.2 fg
M-81-13		66 cdef	41 fghijk	10.7 ab	6.1 g
M-79-6		72 c	41 efghij	10.5 abc	6.4 efg
M-82-9		58 hij	43 efgh	10.4 abcd	6.5 defg
M-82-6		56 ij	42 efgh	10.7 ab	6.5 defg

میانگین‌هایی، در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using Duncan ś Multiple Rang Test.

Veg.: Vegetative phase Veg.: مرحله رویشی

حداقل برای تحقیقات، مناسب‌تر از تعداد روز باشد. چون این کمیت بیانگر تفاوت در زمان انتقال از مرحله رویشی به زایشی و ظهور برجستگی دو گانه است (اتمام آغازش آغازین‌های برگ تقریباً مصادف با انتقال به مرحله زایشی و ظهور برجستگی دو گانه است) (Kirby and Appleyard, 1987).

اثر بهاره‌سازی بر تعداد نهایی برگ در ساقه اصلی ارقام و لاین‌های تحت بررسی معنی‌دار بود. تکمیل نیاز بهاره‌سازی سبب کاهش تعداد برگ در ارقام و لاین‌های گندم نان شد (جدول ۲). نظر به آنکه آغازش برگ (به استثنای برگهای جنینی) در فاصله جوانه‌زنی تا انتقال از مرحله رویشی به زایشی صورت می‌گیرد، کاهش تعداد برگ در تیمارهایی که طول دوره بهاره‌سازی طولانی‌تری را تجربه کردند را می‌توان در ارتباط با اثر تکمیل نیاز بهاره‌سازی بر تسریع نمو و انتقال از مرحله رویشی به زایشی (ظهور برجستگی دوگانه) توجیه نمود (Wang *et al.*, 1995; Slafer and Whitechurch, 2001).

شدت اثر بهاره‌سازی بر کاهش تعداد نهایی برگ ارقام و لاین‌های مورد بررسی یکسان نبود و عدم تامین نیاز بهاره‌سازی سبب افزایش شدید تعداد برگ در ژنوتیپ‌های با نیاز بهاره‌سازی کمّی(بینابین) شد. در ژنوتیپ‌های زمستانه محض بدلیل عدم تامین نیاز بهاره‌سازی و در نتیجه عدم انتقال از مرحله رویشی به زایشی، تعیین تعداد نهایی برگ ساقه اصلی مقدور نشد. در ژنوتیپ‌های بهاره نیز افزایش طول دوره بهاره‌سازی سبب کاهش تعداد برگ شد که این امر موید آن است که در این ژنوتیپ‌ها نیز نیاز به بهاره‌سازی هرچند اندک وجود دارد. وجود نیاز بهاره‌سازی در ژنوتیپ‌های بهاره به تایید سایر محققین رسیده است (Wang *et al.*, 1995; Slafer and Whitechurch, 2001).

نکته قابل توجه در واکنش ژنوتیپ‌های بهاره به کاهش طول دوره بهاره‌سازی آن است که بیشترین میزان واکنش این ژنوتیپ‌ها در فاصله صفر تا ۸ روز بهاره‌سازی مشاهده شد (جدول ۳).

به استثنای از ژنوتیپ‌های زمستانه محض(که القای گلدهی در آنها انجام نشد)، لاین C-81-10 با تولید۱۱ برگ بیشترین و رقم کویر با تولید ۷/۴ برگ کمترین تعداد برگ را در شرایط صفر روز بهاره‌سازی تولید نمودند (جدول ۲). تعداد نهایی برگ ژنوتیپ‌های گندم نان مورد بررسی در تیمار ۵۷ روز بهاره‌سازی که بیانگر تعداد برگ بالقوه هر ژنوتیپ می‌باشد نیز نشان داد که حداقل تعداد برگ این ارقام به لحاظ ژنتیکی با یکدیگر متفاوت بوده و این تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۲). بزوستایا و C-81-14 با تولید ۷/۸ برگ بیشترین و M-81-13 با ۶/۱ برگ کمترین تعداد برگ را تولید نمودند. بنابراین مریستم انتهایی این ژنوتیپ‌ها، حتی در بهاره‌سازی بهینه نیز باید حداقل ۶/۱ برگ تولید نموده و آنگاه در

جدول۳-مقایسه میانگین تعداد نهایی برگ ساقه اصلی در ژنوتیپ‌های گندم نان تحت تاثیر تیمارهای مختلف بهاره‌سازی

Table 3. Mean comparison of main stem final leaf number in bread wheat genotypes as affected by different vernalization treatments

Genotype	ژنوتیپ	Vernalization treatments (day) تیمارهای بهاره‌سازی (روز)								
		57	50	43	36	29	22	15	8	0
Kavir	کویر	6.6c	7.0bc	7.2abc	6.8bc	7.9a	7.4ab	7.4ba	6.7bc	7.4ab
Pishtaz	پیشتاز	6.6c	6.0c	7.7b	7.7b	7.7b	7.8b	7.9b	9.4a	9.8a
Marvdasht	مرودشت	7.3c	7.5c	7.2c	7.1c	7.4c	8.5b	8.4b	8.7b	9.4a
Chamran	چمران	6.3d	6.1d	7.2c	7.1c	7.2c	7.8b	8.2b	7.9b	9.5a
Tajan	تجن	6.8e	7.1ed	7.5d	8.7b	7.4d	8.2cb	8.0c	10.6a	10.9a
Falat	فلات	6.7d	7dc	7.5c	6.9dc	7.1dc	7.5c	8.9a	8.4b	9.4a
Toos	توس	7.0e	7.4e	8.2d	9.4cb	8.0d	8.9c	9.5cb	10.5a	9.8b
Shiraz	شیراز	6.5e	6.3e	7.1d	7.2d	8.5b	8.0c	8.8b	9.7a	10a
Zarrin	زرین	7.5f	8.0e	8.1de	8.2dce	8.6dc	9.5b	8.7c	10.8a	10.6a
Alvand	الوند	6.9f	6.2g	8.1d	7.9ed	7.6e	9.5b	9.0cb	8.7c	10.7a
Ghods	قدس	6.8d	6.0e	7.1cd	7.5c	7.5c	7.5c	8.7b	8.7b	10.7a
Roshan	روشن	6.8f	7.8cd	7.6de	7.6ed	7.2ef	8.2cb	8.6b	8.7b	9.8a
Shahryar	شهریار	6.2d	7.3c	7.3c	7.9b	9.0a	8.8a	Veg.	Veg.	Veg.
Gascogne	گاسکوژن	7.6g	8.1ef	7.8fg	8.5e	9.5d	11.1b	10.5c	11.7a	Veg.
Soissons	سایسون	6.5e	7.2d	8.8cb	8.7c	9.2b	14.7a	Veg.	Veg.	Veg.
MV-17	ام وی ۱۷	7.5e	7.7e	8.2d	8.8c	9.7b	11.2a	Veg.	Veg.	Veg.
Bezostaya	بزوستایا	7.8d	7.8d	8.5c	8.8b	10.7a	Veg.	Veg.	Veg.	Veg.
Bahar	بهار	6.9c	6.7c	8.1b	7.8b	8.2b	7.9b	8.4b	8.1b	10.7a
C-81-10		7.5f	7.8e	7.3f	7.5f	8.2d	7.9de	9.2b	8.6c	11.0a
M-83-17		6.9d	7.2dc	7.1dc	7.5c	7.5c	8.5b	8.5b	9.6a	9.7a
C-81-14		7.8cd	7.7cd	8.1cd	8.5c	10.9b	15.8a	Veg.	Veg.	Veg.
C-81-4		6.4f	7.6e	7.9de	7.5e	7.9de	8.3dc	8.8c	9.7b	10.5a
C-80-6		6.5e	7.6d	8.5c	8.7c	8.6c	10.8b	15.5a	Veg.	Veg.
C-80-4		6.3e	7.9d	7.7d	8.8c	9.6b	9.7b	10.8a	Veg.	Veg.
C-82-12		6.2e	7.5d	7.5d	7.2d	8.5c	8.5c	8.2c	9.2b	10.7a
M-81-13		6.1e	6.0e	7.7c	7.1d	7.4dc	7.6c	8.8b	8.6b	10.7a
M-79-6		6.4e	7.0d	7.1d	7.5d	8.2c	8.1c	8.7b	8.5cb	10.5a
M-82-9		6.5f	6.6ef	7.0e	7.9cd	8.1bcd	7.8d	8.6b	8.5cb	10.4a
M-82-6		6.5e	6.4e	7.1d	7.2d	8.0c	7.9c	8.6b	9.1b	10.7a

میانگین‌هایی، در هر ردیف، که دارای حداقل یک حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each row, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using Duncan ś Multiple Rang Test.

Veg.: Vegetative phase Veg.: مرحله رویشی

صورت مهیا بودن شرایط محیطی از مرحله رویشی به زایشی (ظهور برجستگی دوگانه) وارد شوند.

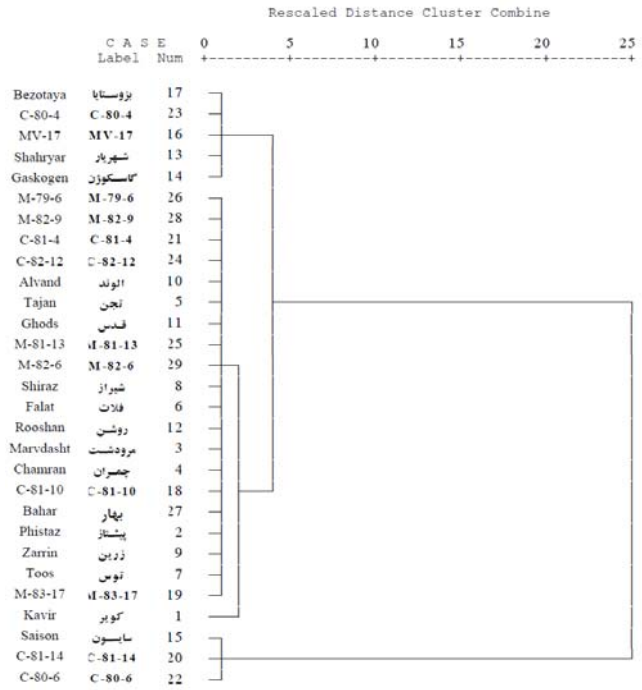
برازش معادله وانگ و همکاران (Wang *et al*., 1995) بر داده‌های این تحقیق در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود ضریب تبیین تمامی ژنوتیپ‌ها (به استثنای کویر) بالا بود. وانگ و همکاران (Wang *et al*., 1995) این معادله را برای کمی نمودن واکنش بهاره‌سازی ژنوتیپ‌ها و بر مبنای اثر تکمیل بهاره‌سازی بر کاهش تعداد برگ پیشنهاد نموده‌اند.

جدول ۴- ضرایب رگرسیون و ضریب تبیین حاصل از برازش مدل وانگ و همکاران (۱۹۹۵) برای ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 4. Regression and determination coefficients for bread wheat genotypes- fitting Wang *et al.,* (1995) model

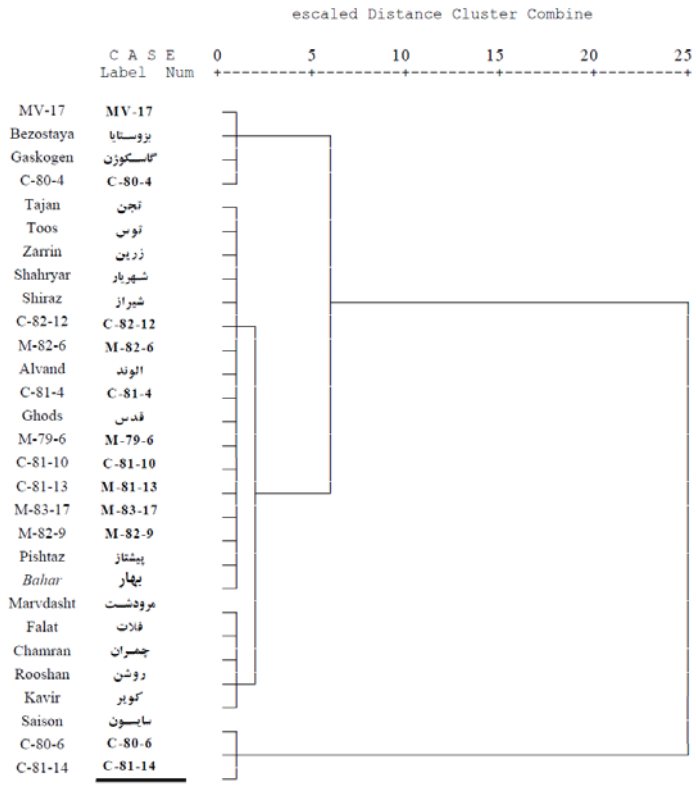
Genotype	ژنوتیپ	α	β	R^2
Kavir	کویر	7.38	0.01	0.13
Pishtaz	پیشتاز	9.42	0.06	0.79
Marvdasht	مرودشت	9.02	0.04	0.78
Chamran	چمران	8.90	0.05	0.87
Tajan	تجن	10.23	0.07	0.72
Falat	فلات	8.97	0.04	0.77
Toos	توس	10.28	0.05	0.77
Shiraz	شیراز	9.95	0.07	0.94
Zarrin	زرین	10.48	0.06	0.83
Alvand	الوند	10.07	0.06	0.77
Ghods	قدس	9.68	0.06	0.81
Roshan	روشن	9.21	0.04	0.77
Shahryar	شهریار	10.76	0.08	0.91
Gascogne	گاسکوژن	12.20	0.09	0.9
Soissons	سایسون	16.74	0.19	0.75
MV-17	ام وی ۱۷	12.90	0.10	0.92
Bezostaya	بزوستایا	12.90	0.10	0.82
Bahar	بهار	9.47	0.05	0.66
C-81-10		9.75	0.05	0.66
M-83-17		9.57	0.05	0.91
C-81-14		17.89	0.20	0.71
C-81-4		10.02	0.06	0.89
C-80-6		15.61	0.17	0.76
C-80-4		12.18	0.10	0.95
C-82-12		9.93	0.06	0.84
M-81-13		9.76	0.07	0.83
M-79-6		9.69	0.06	0.88
M-82-9		9.60	0.06	0.86
M-82-6		9.90	0.07	0.91

نظر به آنکه در ارقام بهاره، تکمیل بهاره‌سازی اثر معنی‌داری بر کاهش تعداد برگ‌ها ندارد، بنابراین چنین استنباط می‌شود که ضریب تبیین پایین رقم کویر ناشی از بهاره محض (True spring) بودن این رقم می‌باشد. سایر ارقام مانند پیشتاز، مرودشت، چمران واکنش مختصری به بهاره‌سازی نشان دادند. همانطور که پیش از این گفته شد β معادل ضریب تبادل بین روزهای بهاره‌سازی و تعداد برگ بوده و مبین شدت حساسیت به بهاره‌سازی است. نتایج حاصل از گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها (شکل ۱) بر مبنای این ضریب نشان داد که ژنوتیپ‌های سایسون، C-81-14 و C-80-6 بیشترین میزان حساسیت به بهاره‌سازی را داشتند و تفاوت قابل توجهی با سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند. در این ژنوتیپ‌ها به ازای هر روز کاهش در تکمیل نیاز بهاره‌سازی ۰/۲-۰/۱۷برگ از مجموع برگ‌های ساقه اصلی کاسته شد. ژنوتیپ‌های بزوستایا، C-80-4، MV-17 شهریار، گاسکوژن حساسیتی حد واسط نسبت به بهاره‌سازی داشتند و سایر ژنوتیپ‌ها نیز در گروه جداگانه‌ای جای گرفتند. نتایج حاصل از گروه‌بندی ارقام و لاین‌های مورد بررسی بر مبنای ضریب α که نشانگر تعداد بالقوه برگ در شروع عدم حساسیت به بهاره‌سازی می‌باشد، نیز تقریباً نتایجی مشابه داشت (شکل ۲) .



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم نان بر اساس ضریب β

Fig 1. Clustering of bread wheat genotypes using β coefficient



شکل ۲- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم نان بر اساس ضریب α

Fig. 2. Clustering of bread wheat genotypes using coefficient

بر این اساس ژنوتیپ‌های سایسون، C-80-6 و C-81-14 با تولید بیش از ۱۵ برگ در شرایط عدم تامین نیاز بهاره‌سازی بیشترین تعداد برگ را تولید کردند و از این نظر در گروهی کاملاً جداگانه جای گرفتند. در این مورد نیز ارقام و لاین‌های بزوستایا، گاسکوژن، C-80-4 و MV-17 در یک گروه و مرودشت، چمران، فلات، روشن و کویر در پایین‌ترین گروه جای گرفتند.

References

Botella, M. A., Cerda, A. C., and Lips, S. H. 1993. Dry matter production, yield , and allocation of carbon-14 assimilates by wheat as affected by nitrogen source and salinity. Agronomy Journal 85: 1044-1049.

Cao, W., and Moss, D. N. 1991. Vernalization and phyllochorn in winter wheat. Agronomy Journal 83: 178-179.

Fowler, D. B., Limin, A. E., Wang, S. Y., and Ward, R. W. 1996. Relationship

between low-temperature tolerance and vernalization response in wheat and rye. Candian Journal of Plant Science 76: 37-42.

Gardner, F. P., and Barnett, R. D. 1990. Vernalization of wheat cultivars and titicale. Crop Science 30: 166-169.

Levy, J., and Peterson, M. L. 1972. Response of spring wheats to vernalization and photoperiod. Crop Science 12: 487-490.

Mahfoozi, S., and Sasani, S. 2008. Vernalization requirement of some wheat and barley genotypes and its relationship with expression of cold tolerance under field and controlled conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 31 (9): 113-126. (In Persian).

Kirby, E. J. M. and Appleyard, M. 1987. Cereal development guide. Stoneleigh, Kenilworth, UK, NAC Cereal Unit. 85 pp.

Ortiz-Ferrara, G., Mosaad, M. G., Mahalakshmi, V., and Rajaram, S. 1998. Photoperiod and vernalization response of Mediterranean Wheats, and implications for Adaptation. Euphytica 100: 377-384.

Porter, J. R., and Gawith, M. 1999. Temperature and the growth and development of wheat: A review. European Journal of Agronomy 10: 23-36.

Rawson, H. M., Zajac, M., and Penros, L. D. J. 1998. Effects of seedling temperature and its duration on development of wheat cultivars differing in vernalization response. Field Crops Research 57: 289-300.

Rosenzweig, C., and Tubiello, F. N. 1996. Effects of changes in minimum and maximum temperature on wheat yield in the central U.S.A simulation study. Agricultural and Forest Meteorology 80: 215-230.

Sharifi, H. R., and Rahimian, H. 2005. Determination of vernalization requirement in Sardary and Sabalan dryland wheat. Agriculture and Natural Resources Sciences of Gorgan 1 (11): 35-43.(in Persian)

Slafer, G. A., and Whitechurch, E. M. 2001. Manipulating wheat development to improve adaptation. In: Reynolds M. P., J. I. Ortiz-Monasterio and A. McNab (Eds.). Application of physiology in wheat breeding. Mexico, D. F.: CIMMYT.

Stapper, M. 1984. SIMTAG: A simulation model of wheat genotypes. Model Documentation. (ICARDA, Aleppo, Syria, and The University of New England, Armidale, Australia). 108 pp.

Trione, E. J., and Metzger, R. J. 1970. Wheat and barley vernalization in a precise temperature gradian. Crop Science 10: 390-392.

Wang, S. Y., Richard, W. W., Ritchie, J. T., Fischer, R.A., and Schulthess, U. 1995. Vernalization in Wheat. II. Genetic variability for the interchangeability of plant age and vernalization duration. Field Crops Research 44: 67-72.

Whelan, E. D. P, and Schaalje, G. B. 1992. Vernalization of embryogenic callus from immature embryos of winter wheat. Crop Science 32: 78-80.