نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۲۹ - شماره ٤ - پیاپند ۱۱۳ زمستان ۹۵

ارزیابی مزرعه ای رفتار رشدی در ژنوتیپ های گندم

Field-Based Evaluation of Growth Habits in Wheat Genotypes

سید حمید رضا رمضانی[۱*]، حبیب اله قزوینی[۲] ، محمد رضا جلال کمالی[۳]

۱. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بیرجند، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳. محقق ارشد برنامه اصلاح گندم، مرکز تحقیقات بین المللی سیمیت (CIMMYT)، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۰۵/۰۵

چکیده

رمضانی، س. ح. ر.، قزوینی، ح.، جلال کمالی، م. ر.، ارزیابی مزرعه ای رفتار رشدی در ژنوتیپ های گندم
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره۲۹ - شماره ٤ - پیاپند ۱۱۳ زمستان ۹۵: ۵۹-۴۳

نیاز به بهاره سازی و پاسخ به فتوپریود در گندم بیشتر در محیط های کنترل شده تعیین می گردد. به طور کلی نتایج حاصل از تحقیقات غیر مزرعه ای کارایی زیادی در شرایط مزرعه ندارد. به همین منظور ۱۰٤ ژنوتیپ گندم نان در دو شرایط طول روز طبیعی (حاصل از تغییر تاریخ کاشت) و پیش تیمار بهاره سازی به صورت مشاهده ای در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی در بهار ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفتند. پیش تیمار بهاره سازی شامل قرارگیری بذور جوانه زده در دمای ٤-۲ درجه سانتی گراد به مدت ٦۰ روز بود. صفات مورد مطالعه شامل تعداد برگ نهایی، تعداد روز تا ظهور سنبله، طول سنبله و تیپ رشدگیاه در مرحله گیاهچه ای بود. نتایج نشان داد که تیمار بهاره سازی اثر بسیار معنی داری در سطح یک درصد بر کلیه صفات داشت. درحالی که اثر تاریخ کاشت فقط بر تعداد روز تا گلدهی در سطح یک درصد بسیار معنی دار بود. گروه بندی ژنوتیپ های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه کلاستر نشان داد که ژنوتیپ های گاسپارد، باران، C-5-86، زارع، رصد، سبلان، سرداری، میهن، سویسون، گاسکوژن، هما، سوین ۲۲۰، امید، کریم، پیشگام، MV-17 وC-85-3 در گروه زمستانه، ژنوتیپ های بزوستایا، اوحدی، کرج ۳، طبسی، نوید، ماهوتی، شهریار، اروم، C-6-86، زرین، توس، الوند، روشن، D8-85-C و C-6-85 در گروه بینابین و بقیه ژنوتیپ ها در گروه بهاره قرار گرفتند. با توجه به این تقسیم بندی، ارقام زمستانه شامل ۱۷ ژنوتیپ (حدود ۱٦/۵ درصد)، ارقام بینابین شامل ۱۵ ژنوتیپ (حدود ۱٤/۵ درصد) و گروه بهاره (۷۲ ژنوتیپ) حدود ٦۹ درصد پوشش دادند. بر اساس این تقسیم بندی، ارقام اصلاح شده ی گندم ایران، به طور معمول از نوع تیپ رشد بهاره می باشند و نیاز بهاره سازی آن ها حداقل است.

واژه های کلیدی: تجزیه خوشه ای، تعداد برگ نهایی، تعداد روز تا ظهور سنبله، عادت رشدی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول:hrramazani@birjand.ac.ir

مقدمه

گندم برای گذار از مرحله رویشی به زایشی نیازمند تجربه یک دوره سرما است که از آن به عنوان نیاز بهاره سازی یاد می شود. فرایند بهاره سازی در جوانه ها صورت می گیرد و از این رو بذرهای خیس شده، گیاهچه های جوان، بذور در حال تشکیل و نابالغ در روی گیاه مادری و حتی کالوس های حاصل از کشت بافت جنین، به بهاره سازی واکنش نشان می دهند (Gardner & Barnett, 1990; Cao & Moss, 1991). ارقام گندم نان به طور قابل ملاحظه ای در مراحل نموی گندم و گلدهی متنوع هستند. این تنوع به میزان زیادی به وسیله گروهی از ژن ها تحت تأثیر قرار می گیرد که شامل نیاز به بهاره سازی، حساسیت به طول روز و زودرسی ذاتی می باشند. پاسخ به بهاره سازی به وسیله ژن های همولوگ روی کروموزوم های۵A، ۵B و۵D به نام های *Vrn-A1*، *Vrn-B1* و *Vrn-D1* کنترل می شود (Worland *et al.*,1987). ژن های اصلی کنترل کننده حساسیت به فتوپریود شامل *Ppd-A1*، *Ppd-B1* و *Ppd-D1* روی کرموزوم گروه ۲، A، B و D قرار دارد (Law *et al.*, 1978). سومین عامل ژنتیکی تأثیر گذار در میزان نمو، زودرسی ذاتی می باشد. وراثت این صفت کمتر شناخته شده است، اما یک مکان ژنی شناخته شده *Eps-2B* روی کروموزوم ۲B می باشد (Scarth & Law, 1983). مکان های ژنی دیگر روی کروموزوم های ۳A، ۴A، ۴B و ۶B می باشد (Hoogendoorn, 1985; Miura & Worland, 1994). اثر مکان های ژنی حساسیت به بهاره سازی و پاسخ به طول روز ممکن است در مراحل مختلف نموی گیاه متنوع باشد (Slafer & Rawson, 1994; Slafer & Whitechurch, 2001) و امکان دارد ژن های اضافی پاسخ دمایی مرحله نمو را تغییر دهند (Van Beem *et al.*, 2005). ترکیبات آللی این ژن ها می تواند به صورت مستقیم یا غیر مستقیم سبب تغییر در افزایش عملکرد گردند. مثلاً وجود آلل *Vrn-D1* در ارقام بهاره کانادا، عملکرد بالا را ایجاد نمود (Kamran *et al.*, 2013) یا وجود این آلل به همراه *Vrn-A1* موجب افزایش تعداد سنبلچه در سنبله شد (Whitechuch & Snape, 2003). آلل های غیر حساسیت به بهاره سازی رشد رویشی را افزایش داده و سبب کاهش تعداد برگ نهایی می شوند (Wang *et al.*, 1995).

گزارش های متعددی اندازه گیری صفات نیاز بهاره سازی، پاسخ به طول روز و زودرسی ذاتی را در ارقام گندم بطور نیمه کمی مطرح نموده اند (Midmore, 1976; Davidson *et al.*, 1985; Hoogendoorn, 1985; Miura & Worland, 1994; Ortiz-Ferrara *et al.*, 1998). در اغلب موارد مدت زمان (حاصله از روزهای تقویمی یا زمان های دمایی) از ظهور جوانه یا واکشت تا ظهور سنبله جهت تیمارهای مختلف بهاره سازی یا طول روز مورد مقایسه قرار می گیرند. در بعضی مواقع تعداد پریموردیا که بعدها تشکیل برگ ها را می دهند، استفاده می گردد (Hay & Kirby, 1991; Rawson *et al.*,1998). عوامل موثر بر فرآیند بهاره سازی شامل سن گیاه، شدت (درجه حرارت) و مدت سرما، روش سرمادهی، ژنوتیپ، مرحله نمو و هورمون های رشد می باشند (Rawson *et al.*,

1998; Ortiz-Ferrara *et al.*, 1998). گروه بندی ارقام بهاره و زمستانه بر اساس واکنش به بهاره سازی از گذشته مرسوم بوده و هنوز هم برای گندم، جو و چاودار، طبقه بندی معتبرتر از زمستانه، بینابین و بهاره ارایه نشده است. گاردنر و بارنت (۱۹۹۰) با مطالعه نیاز واکنش به بهاره سازی ارقام گندم، آن ها را به سه دسته با نیاز بهاره سازی کیفی (۶ تا ۸ هفته در دمای ۶ درجه سانتی گراد)، کمّی (۲ تا ۴ هفته در دمای ۲ درجه سانتی گراد) و بدون نیاز به بهاره سازی تقسیم کردند، که این دسته بندی بر نتایج حاصل از تحقیقات Rawson *et al.* (1998) نیز منطبق است. بر اساس نظر Wang *et al.* (1995) از بین روش های تعیین مراحل بیولوژیکی و فنولوژیکی غلات، تنها تعداد برگ نهایی می تواند تغییرات اساسی بیولوژیکی را به وضوح نشان دهد. همچنین روش مناسبی است که به طور مستقیم تغییرات فنولوژیکی نظیر انتقال از مرحله رویشی به زایشی را منعکس می کند و نیز شاخص مناسب مورفولوژیکی برای تعیین نقطه تکمیل بهاره سازی می باشد (Fowler *et al.*,1996). داده هایی که عموماً با استفاده از محیط های کنترل شده بدست می آیند، قابلیت اتکا و کارایی آنها را جهت پیش بینی مراحل فنولوژیک در شرایط مزرعه کاهش می دهد. علاوه بر این استفاده از محیط های کنترل شده یا شرایط گلخانه می تواند هزینه ارزیابی ها را افزایش دهند (Herndl *et al.*, 2008).

آزمایش مزرعه ای یک روش جایگزین و توصیه شده جهت برآورد نیاز بهاره سازی و پاسخ به طول روز می باشد. اختلاف ارقام به وسیله فراهم سازی پیش تیمارهای مختلف بهاره سازی و سپس آزمون مواد آزمایشی تحت دو یا چند تاریخ کاشت یا چند مکان که از نظر طول روز اختلاف دارند، می تواند بدست آید. محفوظی و ساسانی (Mahfoozi & Sasani, 2008) با بررسی نیاز بهاره سازی هشت رقم گندم در شرایط مزرعه و کنترل شده با استفاده از روش شمارش تعداد برگ نهایی، مشخص نمودند که نیاز بهاره سازی ارقام نورستار، آذر ۲ و سرداری در سال ۱۳۸۱ به ترتیب حدود ۱۱، ۸ و ۸ هفته و در سال ۱۳۸۲ به ترتیب ۱۲، ۸ و ۷ هفته در شرایط دمایی مزرعه بود.

Sharifi *et al.* (2011) ۲۹ رقم و لاین گندم را در نه سطح بهاره سازی در اتاقک رشد بر اساس شاخص روز تا ظهور سنبله بررسی نمودند. آن ها نیاز به بهاره سازی را در ارقام شهریار، گاسکوژن، C-80-4، C-80-6، سویسون، MV-17 وC-81-14 به ترتیب ۲، ۳، ۳، ۳، ۴، ۴ و ۴ هفته اقامت در درجه حرارت ۳ درجه سانتی گراد برآورد نمودند.

Ramazani *et al.* (2015 a) ۴۰ رقم و لاین گندم را در پنج سطح بهاره سازی در شرایط گلخانه بر اساس شاخص تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی و تعداد روز تا ظهور سنبله مورد بررسی قرار دادند. سویسون، زارع، C-86-5، آذر ۲، گاسپارد و گاسکوژن با بیشترین تعداد برگ نهایی در گروه مجزایی قرار گرفتند. ارقام روشن، پیشگام، میهن، طبسی، الوند، دنا، بزوستایا و کرج ۳ در گروه بینابین و مابقی در گروه جداگانه ای قرار گرفتند. همچنین در بررسی دیگری توزیع آگرو- جغرافیایی آلل

های بهاره سازی در نقاط مختلف ایران بررسی شد (Ramazani *et al.*, 2015 b).

هدف از این تحقیق تعیین ترکیب رژیم های مختلف بهاره سازی و تاریخ کاشت و تأثیر آن بر تعداد نهایی برگ و روز تا ظهور سنبله گندم در پاسخ به بهاره سازی و از طرف دیگر بررسی حساسیت به طول روز در میان ارقام گندم ایران جهت کاربرد در برنامه های به نژادی گندم و عادت رشدی ارقام اصلاح شده گندم ایران از نظر نیاز بهاره سازی می باشد.

مواد و روش ها

مواد گیاهی

مواد گیاهی مورد استفاده شامل ۱۰۴ رقم و لاین گندم امید بخش و اصلاح شده کشور می باشد که از تحقیقات به نژادی دو موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و موسسه تحقیقات دیم بدست آمد.

اعمال تیمار بهاره سازی

تیمار بهاره سازی بر اساس روش محدودیت آب پیشنهاد شده توسط پورویس و گرگوری (Purvis & Gregory, 1952) اعمال گردید. در ابتدا، بذور توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۴ دقیقه سترون شدند و سپس توسط آب مقطر سترون شسته شدند و بر روی کاغذ صافی در پتری دیش های ۱۰ سانتی متری قرار گرفتند. هفته ای دو بار میزان آب توسط اسپری آب استریل اضافه می گردید تا رطوبت بذور تا میزان ۵۰ درصد وزن خشک حفظ گردید. پتری دیش ها در دمای ۴-۲ درجه سانتی گراد و در شرایط تاریکی در یخچال جهت اعمال ۶۰ روز بهاره سازی نگهداری گردیدند (Streck *et al.*,2003). بعد از بهاره سازی، گیاهچه های دارای رشد طولی یکسان به مزرعه منتقل گردیدند (Van Beem *et al.*, 2005). در بهار در مزرعه کشت به صورت سطحی بر روی پشته های ۱۸-۱۵ سانتیمتری به صورت کشت هیرم انجام گردید و بلافاصله جهت جلوگیری از تبخیر و خشک شدن گیاهچه آبیاری انجام گرفت (شکل ۱).

کشت در مزرعه

۱۰۴ رقم و لاین امید بخش گندم مورد بررسی را تحت دو تیمار طول روز و رژیم دمایی در دو تاریخ کاشته شدند. در بهار سال ۱۳۹۳، پس از رفع خطر سرمای بهاره، بذور در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی با مشخصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۱۲۸۰ متر از سطح دریا کشت گردید. تاریخ کاشت ها براساس روش ارزیابی مزرعه ای هرندل و همکاران (Herndl *et al.*, 2008) در ۱۴ فروردین و ۱۶ اردیبهشت بر طبق نمودار روند تغییرات طول روز و دما براساس تغییر تاریخ کاشت (شکل ۲) بود. جهت جلوگیری از اختلاط اثر دماهای پایین، همواره دما از ۱۴ درجه سانتی گراد بیشتر بود. بنابراین انتظار بر این بود که تاریخ کشت اول برای اعمال تیمار طول روز و تاریخ کشت دوم کمترین اثر را در طول روز داشته باشد. جهت یکسان شدن مرحله رشدی بوته ها، تاریخ کاشت بذور بهاره سازی نشده، سه روز زودتر از بذور بهاره سازی شده در نظر گرفته شد. آزمایش به صورت مشاهده

ای با سه تکرار کشت گردید. تیمارها شامل تاریخ کشت (در دو سطح)، بهاره سازی (در دو سطح بهاره سازی کامل و بدون بهاره سازی) و ارقام (شامل ۱۰۴ رقم و لاین) کشت گردیدند. بذور در یک ردیف یک و نیم متری با ۵۰ بوته کشت گردیدند. عملیات متداول داشت مزرعه از قبیل وجین علف های هرز، مبارزه با آفات و آبیاری در سطح مزرعه ی آزمایشی انجام شد. برای تعیین کمیت واکنش به بهاره سازی و طول روز، دو صفت ثبت گردید: تاریخ پایان ظهور سنبله و تعداد نهایی برگ در ساقه اصلی. همچنین صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، طول سنبله در زمان رسیدگی و تیپ رشد گیاه در مرحله گیاهچه ای (خوابیده (۱)، نیمه خوابیده (۲)، متوسط (۳)، نیمه ایستاده (۴) و ایستاده (۵)) یادداشت برداری گردید.

نتایج توسط نرم افزار SAS-9.0 تجزیه گردید (SAS Institute, 2002). گروه بندی ژنوتیپ های مورد مطالعه، براساس صفات مختلف و همچنین براساس اختلاف در تعداد برگ نهایی در تیمار بهاره سازی و عدم بهاره سازی (با استفاده از تجزیه خوشه ای بر اساس ضریب همبستگی بین گروهی و روش اندازه گیری مربع فاصله اقلیدسی با نرم افزار SPSS- 16.0 (SPSS Inc., 2007) انجام شد.

نتایج و بحث

۱- بهاره سازی

۱-۱- تعداد برگ نهایی

مقایسه میانگین تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی بین تیمارهای بهاره سازی نشان داد که تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی تفاوت معنی داری بین دو تیمار بهاره سازی و عدم بهاره سازی در ژنوتیپ های زمستانه داشت (شکل های ۳ و ۴). همچنین بیشتر ژنوتیپ های زمستانه در تیمار عدم بهاره سازی از تعداد برگ بیشتری نسبت به تیمار بهاره سازی برخوردار هستند (شکل های ۳ و ۴). این موضوع حاکی از این است که با بر طرف شدن نیاز بهاره سازی ارقام تعداد برگ نهایی آن ها در نتیجه پاسخ به طول روز بلند و ظهور سنبله کاهش می یابد (Van Beem *et al.*, 2005). لذا تأیید می شود که نیاز بهاره سازی از جمله سازوکارهای سازگاری گیاهان به محیط است که باعث می شود گیاهان دوره رشد و نمو خود را متناسب با شرایط فصلی تنظیم کنند (Mahfoozi & Sasani, 2008). در تیمار عدم بهاره سازی، به دلیل عدم برطرف شدن نیاز بهاره سازی، برخی ارقام وارد مرحله زایشی نشدند که تولید تعداد برگ نهایی بالایی داشتند. این ارقام شامل زارع، میهن، گاسپارد، گاسکوژن، سویسون، C-86-5، پیشگام، C-85-3، C-86-3، آذر ۲، MV-17، بک کراس روشن زمستانه، امید، سوین ۲۲۰، سرداری، هما، رصد، کریم، سبلان و باران بودند. بدیهی است در صورت مهیا بودن شرایط تغذیه ای و رطوبتی این گیاهان، تعداد برگ نهایی آنها در ساقه اصلی همچنان اضافه می گردد و بیشترین تعداد برگ ثبت شده در این تحقیق تا عدد ۱۱ هم ثبت گردید. ارقام چمران، پارسی و یاواروس با تولید تنها شش برگ در شرایط عدم بهاره سازی کمترین تعداد برگ نهایی را داشتند.

در مجموع می توان اظهار داشت که صفت تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی برای مطالعه

پاسخ ژنوتیپ ها به بهاره سازی مناسب است، چرا که این صفت توانسته است تفکیکی بین ژنوتیپ های پاییزه و بهاره در اثر دریافت و یا عدم دریافت نیاز بهاره سازی به طور مثال بک کراس های زمستانه و بهاره روشن قائل شود.

صفت اختلاف تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی در دو تیمار بهاره سازی شده و عدم بهاره سازی تقسیم بندی مطلوبی را بر اساس واقعیت ارقام مشخص نمود. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می گردد، ارقام زمستانه اختلاف تعداد برگ آنها از سایر ارقام کاملاً مشخص می باشد. ارقامی مثل بک کراس روشن زمستانه، امید، کریم، سبلان، میهن، گاسپارد، زارع، رصد، MV-17 و غیره اختلاف تعداد برگی بسیار زیادی نسبت به ارقام بم، سیستان، کویر، شیراز، سیوند، سیروان، بهار، رسول، چمران و غیره داشتند. در این بین ژنوتیپ هایی که تفاوت نامحسوسی بین تعداد برگ آنها در دو تیمار بهاره سازی و عدم بهاره سازی وجود داشت، به عنوان شاخص بارزی برای بهاره بودن آنها است و لذا این ژنوتیپ ها نیازی به بهاره سازی جهت ظهور سنبله ندارند.

۱-۲-تیپ رشدی در مرحله دانهالی

بین تیپ رشدی ارقام در کلیه تیمارها اختلاف محسوسی مشاهده نشد (جدول ۱). یعنی تغییرات تیپ رشدی در مرحله دانهالی در تیمار بهاره سازی و بدون بهاره سازی یکسان بوده است. لذا به نظر می رسد این صفت تابعی از ژنوتیپ گیاه است و تحت تاثیر دریافت و یا عدم دریافت نیاز بهاره سازی قرار نمی گیرد. با این حال همان گونه که در شکل ۵ مشاهده می شود عموماً ژنوتیپ های گندم زمستانه تیپ رشدی خوابیده تری نسبت به ژنوتیپ های گندم بهاره داشتند. تیپ رشدی یکی از سازوکارهای سازگاری غلات زمستانه به شرایط محیطی است که باعث می شود گیاهان رشد خود را متناسب با تغییرات فصل کنترل کنند و با قرار گرفتن در شرایط رشد رویشی روزت خوابیده در طول زمستان از سرما مصون مانده و با تأمین نیاز بهاره سازی در بهار رشد زایشی و ظهور ساقه گل دهنده رخ دهد (Zhang *et al.*, 2008). در بسیاری از موارد، محققین تیپ رشدی را با

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مختلف در آزمایش بررسی مزرعه‌ای تیپ رشدی ارقام مختلف گندم

Table 1- Mean comparisons of different traits in field-based evaluation of growth habits in wheat genotypes

Traits صفات		Treatment تیمار			
		Planting Date	تاریخ کشت	Vernalization	بهاره‌سازی
		۱۴ فروردین 2 April	۱۶ اردیبهشت 5 May	بهاره‌سازی کامل Full Vernalization	عدم بهاره‌سازی No-Vernalization
Germination	درصد جوانه زنی	84.07 a	66.55 a	74.36 a	76.41 a
Final leaf number	تعداد برگ نهایی	7.25 a	7.251 a	6.91 b	7.64 a
Growth type	تیپ رشدی در مرحله دانهالی	3.31 a	3.37 a	3.25 a	3.44 a
Spike length	طول سنبله	2.77 a	2.77 a	2.60 b	2.97 a
Days to heading	تعداد روز تا ظهور سنبله	52.11 a	43.67 b	54.54 b	58.51 a

میانگین هایی در هر ردیف که دارای حداقل یک حرف مشابه می باشند، براساس آزمون t در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means with the same letter in rows, are not significantly difference in t test at 5% levels.

عادت رشدی یکسان فرض می نمایند (Miura & Worland, 1994; Ortiz-Ferrara *et al.*, 1998)، در حالی که در این بررسی مشاهده می گردد تیپ رشدی الزاماً بیانگر عادت رشدی گیاه نمی باشد. یعنی گیاهی که دارای تیپ رشدی افقی (یا همان یک) می باشد، الزاماً یک گیاه زمستانه نخواهد بود. گرچه غالباً گیاهان زمستانه به دلیل افزایش رشد رویشی و تولید تعداد برگ بیشتر، دارای تیپ رشدی افقی و گیاهان بهاره، به دلیل مرتفع شدن سریع نیاز سرمایی و عدم تولید برگ اضافی و ورود به مرحله زایشی، غالباً دارای تیپ رشدی عمودی بودند.

به نظر می رسد با توجه به همبستگی بالای تیپ رشدی با زمستانه یا بهاره بودن ژنوتیپ گندم، این صفت می تواند معیاری برای تفکیک ژنوتیپ ها باشد که البته به تنهایی نمی تواند در شناسایی دقیق عادت رشدی گیاه مفید باشد. قابل ذکر است که بهترین زمان برآورد این صفت قبل از ورود گیاه به مرحله رشد زایشی است. ارقام اترک، ویناک و لاین S-84-14 دارای کمترین تیپ رشدی در مرحله دانهالی (یعنی خوابیده) بودند.

۱-۳-طول سنبله

طول سنبله در تیمار عدم بهاره سازی اختلاف معنی داری با تیمار بهاره سازی کامل نداشت (جدول ۱). با این حال عدم ظهور سنبله در ژنوتیپ های زمستانه تحت شرایط عدم دریافت بهاره سازی کامل به نظر می رسد که یکی از معیارهای اصلی شناسایی آنها می باشد. در این تحقیق ژنوتیپ های روشن به همراه لاین A و کرخه در تیمار بهاره سازی به صورت مشترک به ترتیب با ۵/۸۳ و یک سانتی متر بیشترین و کمترین طول سنبله را داشتند. ژنوتیپ های زارع، میهن، گاسپارد، گاسکوژن، سویسون، پیشگام، C-86-5، آذر ۲، MV-17، C-86-3، C-85-3، بک کراس زمستانه روشن، امید، سوین ۲۲۰، سرداری، هما، رصد، کریم، سبلان و باران تحت شرایط عدم بهاره سازی، سنبله ای تولید نکرده اند (شکل ۷). در مجموع می،توان اظهار داشت که ظهور یا عدم ظهور سنبله می تواند معیار خوبی برای مطالعات مربوط به پاسخ به بهاره سازی باشد ولی تفاوت در طول سنبله ایجاد شده به نظر می رسد که به فاکتورهای ژنوتیپی دیگری مربوط باشد که پس از دریافت محرک محیطی رفع نیاز بهاره سازی در ژنوتیپ های زمستانه فعال می شوند. لذا صفت طول سنبله همانند نتایج سایر تحقیقات (Miura & Worland, 1994; Ortiz-Ferrara *et al.*, 1998) با توجه به عدم اختلاف معنی داری آماری بین شرایط دریافت و عدم دریافت نیاز بهاره سازی (جدول ۱) برای برخی ژنوتیپ های بهاره و بینابین نمی تواند برای مطالعات پاسخ به بهاره سازی مطلوب باشد.

۱-٤- تعداد روز از جوانه زنی تا ظهور سنبله

تعداد روز از جوانه زنی تا ظهور سنبله در تیمار عدم بهاره سازی به طور معنی داری متفاوت از تیمار بهاره سازی کامل بود (جدول ۱). این موضوع حاکی از این است که با بر طرف شدن نیاز بهاره سازی طول دوره رشد رویشی ارقام در نتیجه پاسخ به طول روز بلند کاهش می یابد (Van Beem *et al.*, 2005). بر همین اساس نیاز بهاره سازی از جمله ساز و کارهای سازگاری

گیاهان به محیط است که باعث می شود گیاهان دوره رشد و نمو خود را متناسب با شرایط فصلی تنظیم کنند و پس از دریافت بهاره سازی دوره رشد زایشی خود را سریع تر جهت عدم برخورد با شرایط نامساعد گرما و خشکی آخر فصل بویژه در شرایط اقلیم مدیترانه ای تکمیل کنند (Mahfoozi *et al.*, 2006). لذا زمستانه بودن ارقام دیم گندم مثل سرداری و آذر ۲ از همین دیدگاه تبعیت می کند.

در کل تعداد روز از جوانه زنی تا گلدهی نسبت به تیمار بهاره سازی بین ژنوتیپ های مختلف متغیر بود و تحت تأثیر بهاره سازی بوده است. یعنی در تیمار عدم بهاره سازی (۵۸/۵ روز) نسبت به تیمار بهاره سازی کامل (۵۴/۵ روز) دیررسی مشاهده گردید (جدول ۱) که مفهوم آن این است که با تأمین نیاز سرمایی و بهاره سازی ژنوتیپ های گندم، پس از قرار گرفتن آن ها در شرایط روز بلند انگیزش سنبله سریع تر صورت می گیرد و لذا طول دوره رشد آن ها کوتاه تر می گردد. لذا در مجموع می توان اظهار داشت که صفت تعداد روز از جوانه زنی تا گل دهی پاسخ محسوسی به تیمار بهاره سازی مطابق با سایر تحقیقات انجام شده (Miura & Worland, 1994; Ortiz-Ferrara *et al.*, 1998) داشته است.

در تیمار بهاره سازی کامل، اختلاف در تعداد روز تا ظهور سنبله مبین زودرسی ذاتی رقم می باشد. مشاهده می شود که ارقام رصد و پارسی به ترتیب با ۷۰/۶۷ و ۴۷/۶۷ روز بیشترین و کمترین تعداد روز تا ظهور سنبله را داشتند (شکل ۸). به این ترتیب در شرایط تکمیل نیاز بهاره سازی اختلاف بین کمترین و بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله ارقام مختلف ۲۳ روز می باشد که این میزان اختلاف ذاتی روز تا ظهور سنبله با عدم تامین نیاز بهاره سازی می تواند تا ۲۷ روز در ارقام دارای نیاز سرمایی سبب تأخیر در نمو گیاه گردد.

۲- تاریخ کاشت (طول روز)

میانگین های درصد جوانه زنی و تعداد روز از جوانه زنی تا ظهور سنبله در دو تاریخ متفاوت کاشت تفاوت معنی دار آماری در سطح ۵٪ داشتند ولی برای بقیه خصوصیات مورفولوژیک مطالعه شده تفاوت میانگین دو تاریخ کشت معنی دار نبود (جدول ۱). لذا می توان اظهار داشت که تغییرات طول روز و دماهای بالاتر از ۳ درجه سانتی گراد ناشی از تغییر تاریخ کاشت از نیمه فروردین به نیمه اردیبهشت بر درصد جوانه زنی و تعداد روز از جوانه زنی تا ظهور سنبله ژنوتیپ های مختلف از جهت دریافت درجه روز رشد بیشتر در تعداد روز مساوی در کشت اردیبهشت نسبت به کشت فروردین بوده است تا اینکه ناشی از انگیزش سریع تر جوانه گل باشد. اثر تغییر تاریخ کاشت و به دنبال آن طول روز و درجه حرارت محیط بر سایر خصوصیات موفولوژیک به ویژه تعداد برگ نهایی به جهت آن که این صفت بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است، تأثیر چشمگیری نداشت. روز بلند بودن ژنوتیپ های گندم نان ایران باعث شده است که همه آن ها پاسخ مشابه به تیمار تاریخ کاشت یا به عبارت دیگر طول روزهای مختلف داشته باشند. این امر به علت ورود ژن های غیرحساسیت به طول روز در اکثر ارقام جدید

می باشد. در نتایج تحقیقاتی راجرام (Rajaram, 2000) نیز ورود این ژن های غیرحساسیت به ژرم پلاسم گندم سیمیت و تاثیر آن بر سازگاری وسیع مورد تأکید قرار گرفته است. در مقایسه صفات در دو تاریخ کشت با توجه به جدول ۱ مشاهده می شود که درصد جوانه زنی در تاریخ کشت فروردین ماه به مقدار قابل توجهی بالاتر از تاریخ کاشت در نیمه اردیبهشت ماه است. چنان که ملاحظه می شود در کاشت فروردین ماه میانگین درصد جوانه زنی ۸۴/۰۷ می باشد در حالی که در تاریخ کشت اردیبهشت ماه مقدار میانگین ۶۶/۵۵ به دست آمده است. علت این امر مساعد بودن شرایط آب و هوایی بخصوص برای گیاهان بهاره سازی شده در شرایط فروردین ماه از لحاظ میزان بارندگی و دمای متعادل تر محیط بود. چرا که گیاهان بهاره سازی شده که مدت ۶۰ روز را در دمای یخچال نگهداری شده بودند و جوانه آنها به علت تغییر شرایط، برخورد ناگهانی با شرایط دمای بالا و رطوبت هوای کم اردیبهشت ماه برای سبز شدن دچار مشکل شده و افت سبز شدن را به دنبال داشتند.

تغییرات تیپ رشدی در مرحله دانهالی در تیمار تاریخ کاشت یکسان بوده است. در حالی که تعداد روز از جوانه زنی تا گلدهی نسبت به تیمار تاریخ کاشت (طول روز) متغیر بود. یعنی در تاریخ کاشت اول (۵۲/۱ روز) نسبت به دوم (۴۳/۷ روز) دیررسی مشاهده گردید که مفهوم آن این است که با کشت دیرهنگام، ارقام سریع تر نیاز حرارتی خود را بدست آوردند و زودرس تر شدند. همچنین در صورت تأمین نیاز سرمایی گیاهان زودرس تر شدند.

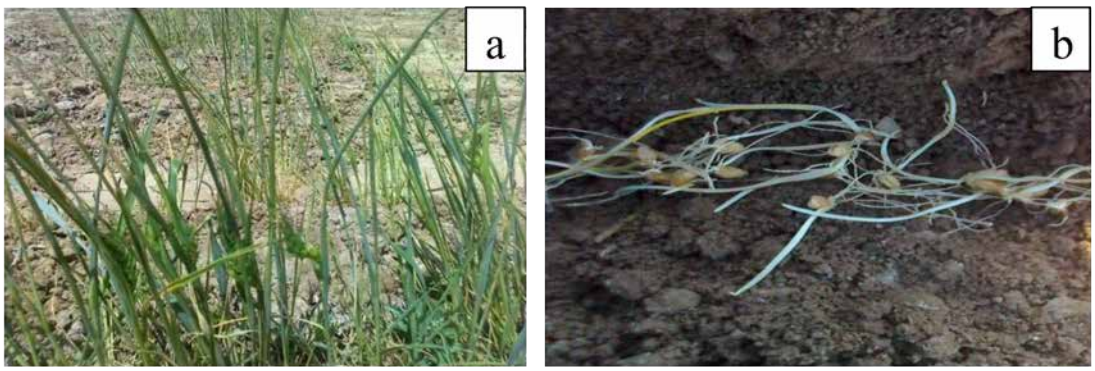
۳- ژنوتیپ

وجود اختلاف معنی دار آماری برای میانگین صفات مورد مطالعه در حداقل دو ژنوتیپ از مجموع ژنوتیپ های مورد مطالعه به راحتی قابل شناسایی است (شکل های ۸ و ۹). این موضوع حاکی از تنوع ژنتیکی بالای ژنوتیپ های انتخاب شده برای صفات مورد مطالعه است که پاسخ های متفاوتی به تیمار بهاره سازی داده اند. طبق صفات ارزیابی شده ثابت می شود که ژنوتیپ های گندم دوروم شامل یاواروس، کرخه و آریا زمستانه نیستند، چرا که اولاً ظهور سنبله در آن ها رخ داده است و از طرفی تعداد روز از جوانه زنی تا ظهور سنبله (شکل های ۸ و ۹) و تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی (شکل ۳ و ۴) بین دو شرایط بهاره سازی و عدم بهاره سازی تفاوت معنی داری نداشت.

٤- تقسیم بندی رفتار رشدی

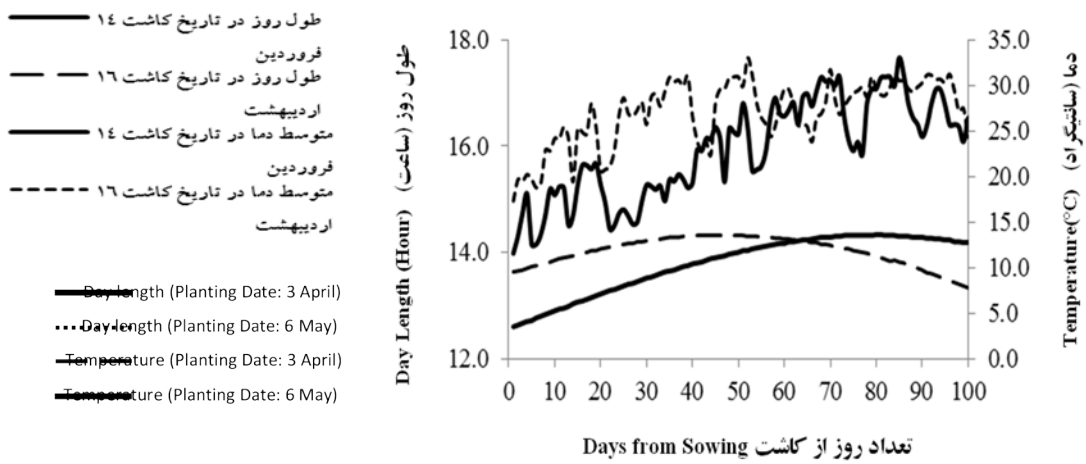
برای تعیین تیپ رفتاری گیاه از نظر زمستانه، بینابین و بهاره بودن، از روش های گروه بندی مختلف ارقام استفاده شد. در نتیجه گروه بندی ارقام بر اساس تمامی صفات، تقسیم بندی شکل ۱۰ حاصل گردید. بر این اساس، ارقام با توجه به صفات مختلف اعم از طول سنبله، تیپ رشدی در مرحله دانهالی، تعداد روز تا گلدهی و تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی در تیمار عدم بهاره سازی و ضریب همبستگی بین گروهی و روش اندازه گیری مربع فاصله اقلیدسی در سطح اختلاف ۳ درصد به ۳ گروه تقسیم شدند. ارقام و لاین های گاسپارد، باران، C-86-5، زارع، رصد، سبلان، سرداری، میهن، سویسون، گاسکوژن،

هما، سوین ۲۲۰، امید، کریم، پیشگام، MV-17 و C-85-3 در گروه زمستانه قرار گرفتند. همچنین ارقام و لاین های بزوستایا، اوحدی، کرج ۳، طبسی، نوید، ماهوتی، شهریار، اروم، C-86-6، زرین، توس، الوند، روشن،CD-85-8 و C-85-6 در گروه بینابین تقسیم بندی شدند. مابقی ارقام در گروه بهاره قرار گرفتند. بنابراین تقسیم بندی ارقام زمستانه شامل ۱۷ رقم و لاین (حدود ۱۶/۵ درصد)، ارقام بینابین شامل ۱۵ رقم و لاین (حدود ۱۴/۵ درصد) و مابقی (۷۲ رقم و لاین) شامل ارقام بهاره (حدود ۶۹ درصد) گردیدند. بنابراین براساس این تقسیم بندی، ارقام اصلاح



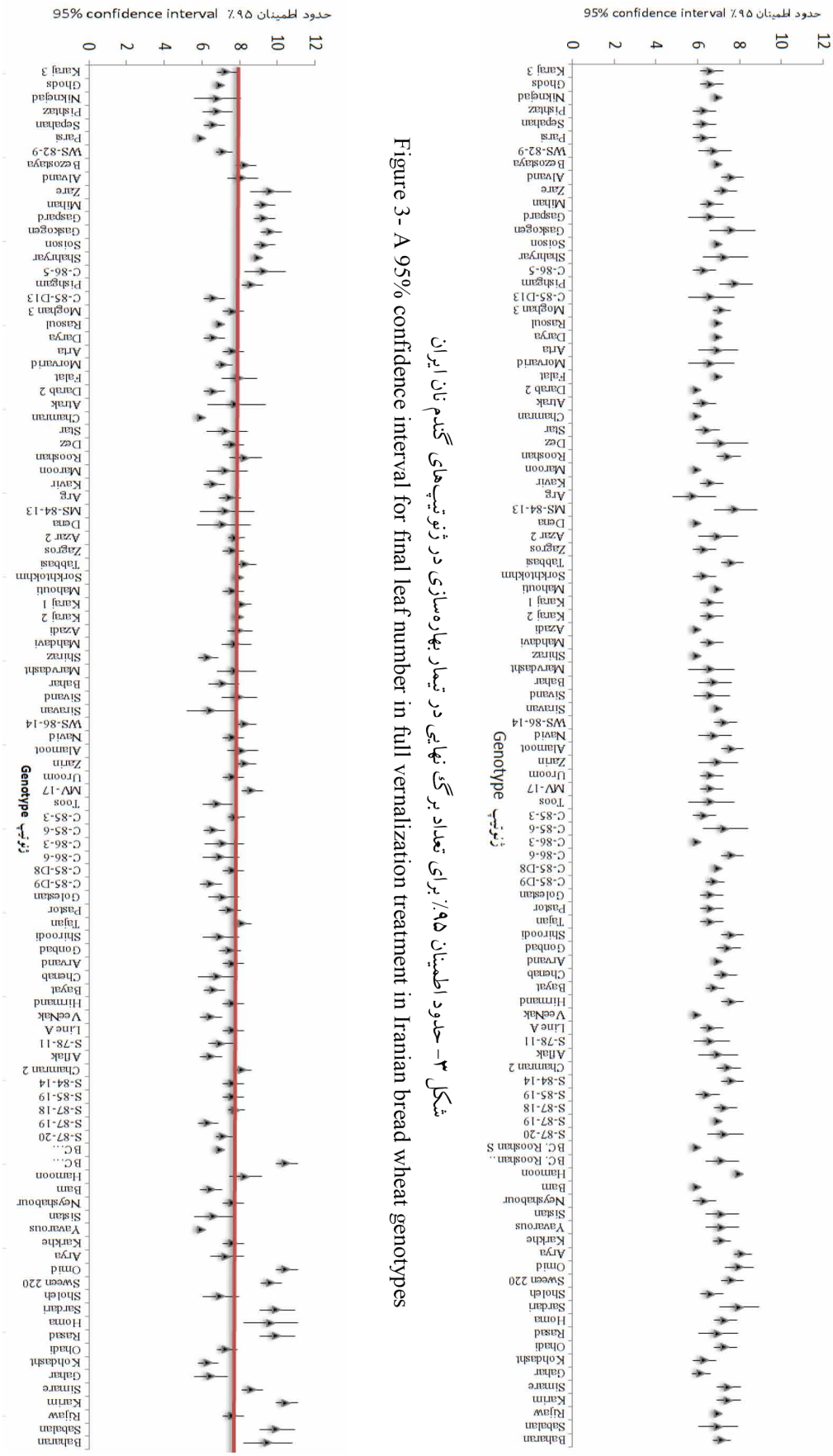
شکل ۱- a: انتقال بذور بهاره‌سازی شده به مزرعه در کشت هیرم و b: بوته‌های بهاره‌سازی شده

Figure 1- a: Transfer of vernalized seeds into field in wet planting culture and b: Vernalized plants



شکل ۲- روند تغییرات طول روز و دما بر اساس تغییر تاریخ کشت در بیرجند در سال آزمایش (اداره کل هواشناسی خراسان‌جنوبی).

Figure 2. Changes in the day time and temperature based on the change of planting date in Birjand in experiment year (Khorasan-South Meteorological Administration).

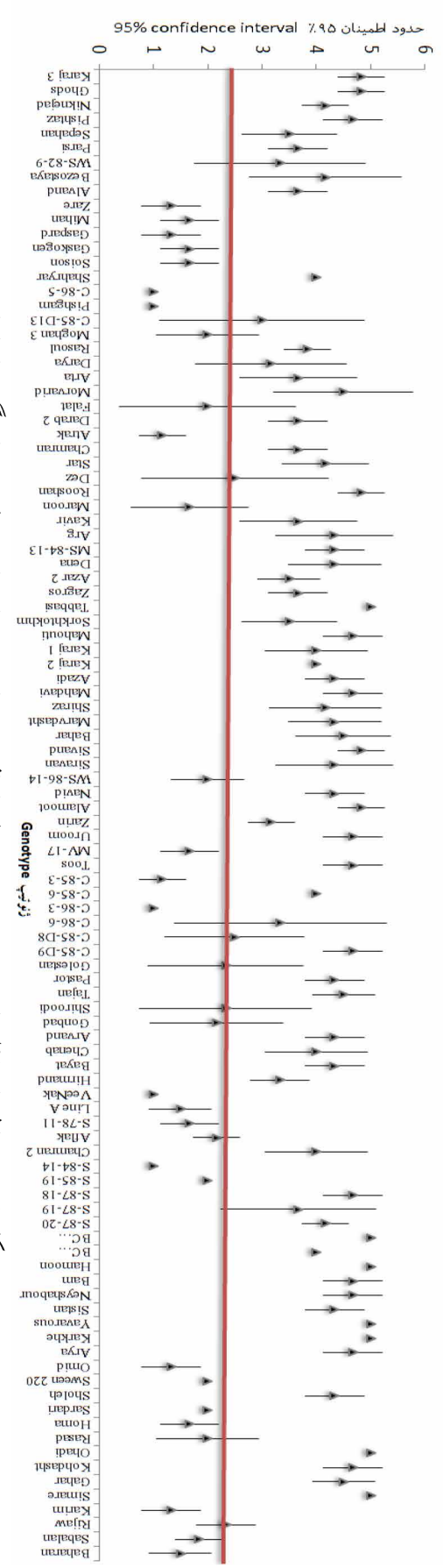


شکل ۳- حدود اطمینان ۹۵٪ برای تعداد برگ نهایی در تیمار بهاره‌سازی در ژنوتیپ‌های گندم نان ایران

Figure 3- A 95% confidence interval for final leaf number in full vernalization treatment in Iranian bread wheat genotypes

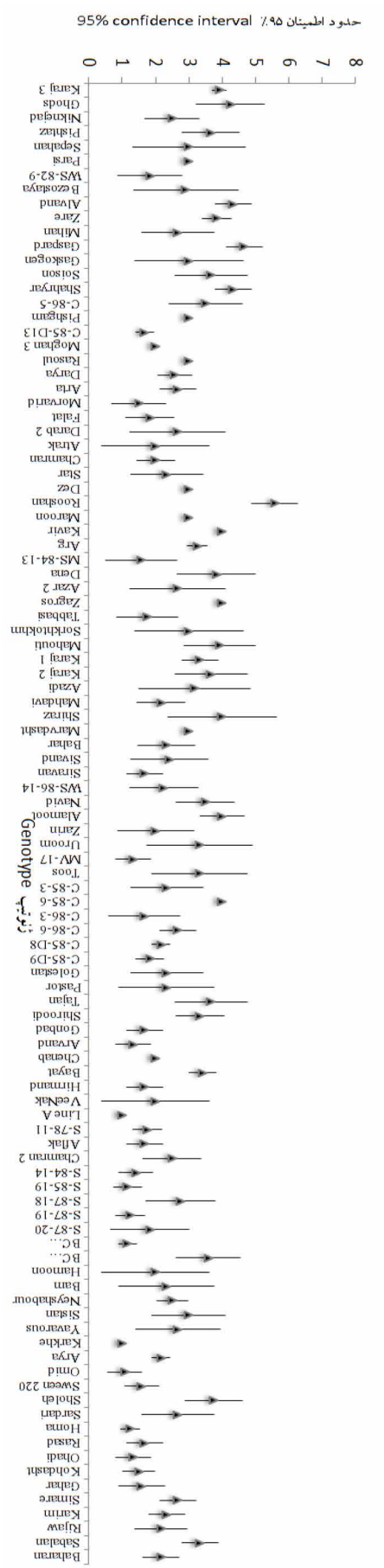
شکل ۴- حدود اطمینان ۹۵٪ برای تعداد برگ نهایی در تیمار بدون بهاره‌سازی در ژنوتیپ‌های گندم نان ایران

Figure 4- A 95% confidence interval for final leaf number in non-vernalization treatment in Iranian bread wheat genotypes



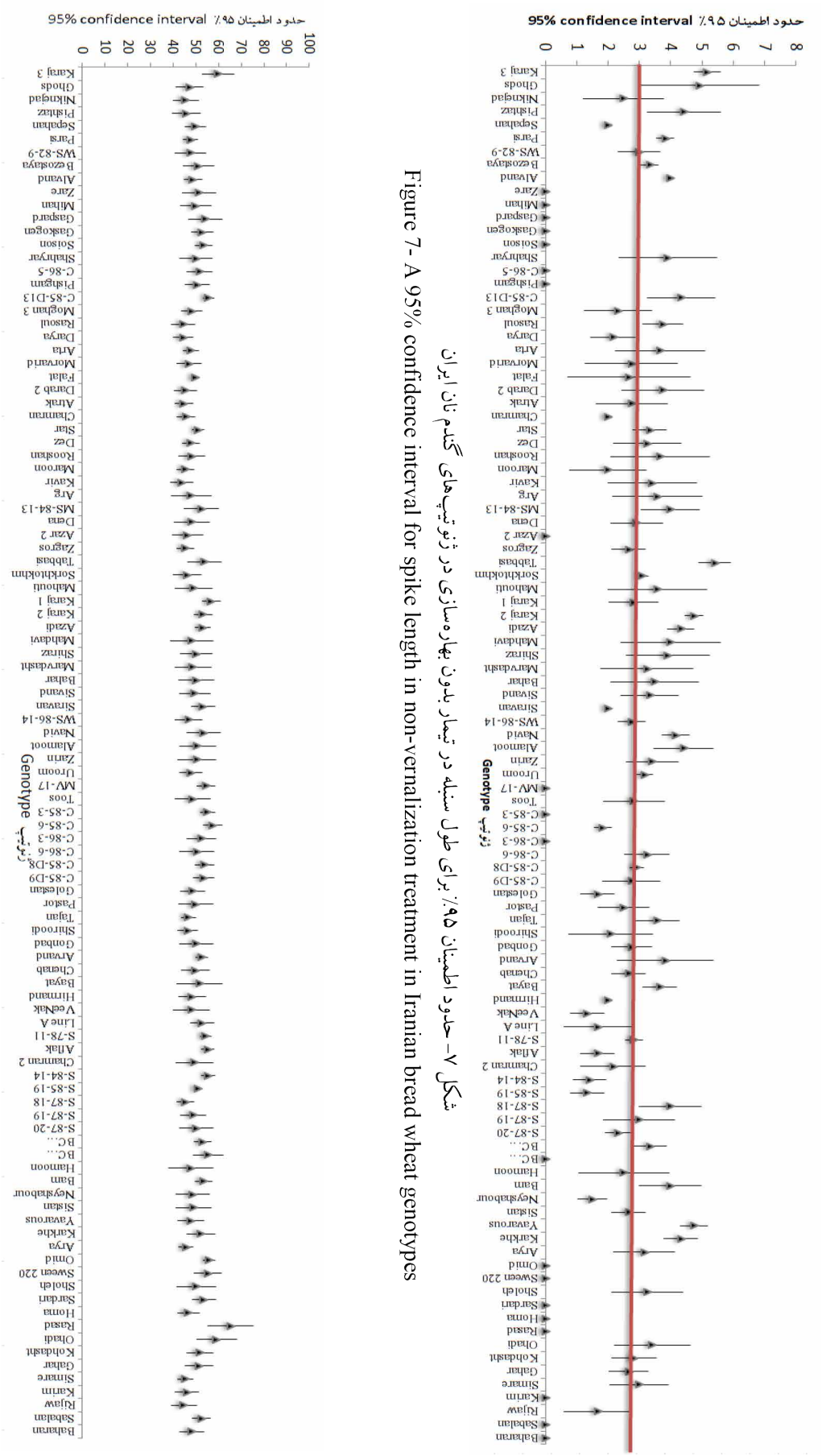
شکل ۵- حدود اطمینان ۹۵٪ برای تیپ رشدی در مرحله دانهالی در تیمار بدون بهارهسازی درژنوتیپ‌های گندم نان ایران

Figure 5- A 95% confidence interval for growth type in non-vernalization treatment in Iranian bread wheat genotypes



شکل ۶- حدود اطمینان ۹۵٪ برای طول سنبله در تیمار بهارهسازی در ژنوتیپ‌های گندم نان ایران

Figure 6- A 95% confidence interval for spike length in full vernalization treatment in Iranian bread wheat genotypes

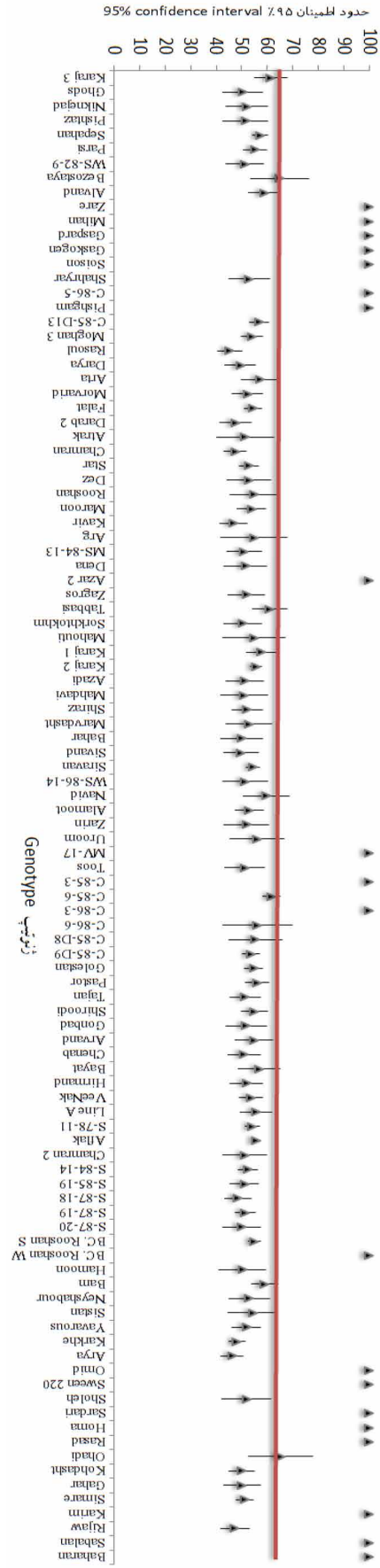


شکل ۷– حدود اطمینان ۹۵٪ برای طول سنبله در تیمار بدون بهاره‌سازی در ژنوتیپ‌های گندم نان ایران

Figure 7- A 95% confidence interval for spike length in non-vernalization treatment in Iranian bread wheat genotypes

شکل ۸– حدود اطمینان ۹۵٪ برای تعداد روز از سبز شدن تا ظهور سنبله در تیمار بهاره‌سازی در ژنوتیپ‌های گندم نان ایران

Figure 8- A 95% confidence interval for days to heading in full vernalization treatment in Iranian bread wheat genotypes



شکل ۹- حدود اطمینان ۹۵٪ برای تعداد روز از سبز شدن تا ظهور سنبله در تیمار بدون بهاره‌سازی در ژنوتیپ‌های گندم نان ایران

Figure 9- A 95% confidence interval for days to heading in non-vernalization treatment in Iranian bread wheat genotypes

شده گندم ایران، به طور معمول دارای عادت رشدی بهاره می باشند و بهاره بودن غالبیت داشته و روند تکاملی گندم به سمت عدم نیاز به بهاره سازی سوق داده شده است.

نتیجه گیری نهایی

براساس نتایج بدست آمده می توان آزمایش مزرعه ای را یک روش جایگزین جهت برآورد نیاز بهاره سازی و پاسخ به طول روز اعلام کرد. یعنی با ترکیب رژیم های مختلف بهاره سازی و تاریخ کاشت و مطالعه تأثیرات آن بر تعداد نهایی برگ و روز تا ظهور سنبله، ارقام گندم را از نظر نیاز بهاره سازی طبقه بندی نمود. بر اساس این پژوهش می توان گفت که ارقام اصلاح شده ی گندم ایران، به طور معمول از نوع تیپ رشد بهاره می باشند و نیاز بهاره سازی آن ها حداقل است. به طوری که، ارقام زمستانه شامل ۱۷ ژنوتیپ (حدود ۱۶/۵ درصد)، ارقام بینابین شامل ۱۵ ژنوتیپ (حدود ۱۴/۵ درصد) و گروه بهاره با ۷۲ ژنوتیپ، حدود ۶۹ درصد ژنوتیپ ها را پوشش دادند.

Reference

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

Davidson, J. L., Christian, K. R., Jones, D. B. and Bremner, P. M. 1985. Responses of wheat to vernalization and photoperiod. Australian Journal of *Agricultural Research*, 36:347–359.

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. *Canadian Journal of Plant Science*, 76:37-42.

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

Hay, R. K. M., and Kirby, E. J. M. 1991. Convergence and synchrony a review of the coordination of development in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42: 661–700.

Herndl, M., White, J. W., Hunt, L. A., Graeff, S., and Laupein, W. C. 2008. Field-based evaluation of vernalization requirement, photoperiod response and earliness *per se* in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research*, 105: 193–201.

Hoogendoorn, J. 1985. The physiology of variation in the time of ear emergence among wheat varieties from different regions of the world. *Euphytica*, 34: 559–571.

Kamran, A., Randhawa, H. S., Yang, R., and Spaner, D. 2014. The effect of *VRN1* genes on important agronomic traits in high-yielding Canadian soft white spring wheat. *Plant Breeding*, 133: 321-326.

Law, C. N., Sutka J., and Worland, A. J. 1978. A genetic study of day length response in wheat. *Heredity*, 41: 575–585.

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 with English Summary)

Mahfoozi, S., Limin, A. E., Ahakpaz F., and Fowler, D. B. 2006. Phenological development and expression of freezing resistance in spring and winter wheat under field conditions in North-West of Iran. *Field Crops Research*, 97: 182-187.

Miura, H., and Worland, A. J. 1994. Genetic control of vernalization, day-length response, and earliness *per se* by homoeologous group-3 chromosomes in wheat. *Plant Breeding*, 113: 160–169.

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

Purvis, O. N., and Gregory, F. G. 1952. Studies in vernalization of cereals. XII. The reversibility by high temperature of the vernalized condition in Petkus winter rye. *Annual of Botany*, 16: 1–21.

Rajaram, S. 2000. International wheat breeding: past and present achievements and future directions. In: Karow R, and B. Reed (Eds.) Warren E. Kronstad Honorary Symposium, June 2000, Corvallis, OR, Oregon State University Extension Service, Special Report 1017, pp 49-79.

Ramazani, S. H. R., Ebrahimi, M., Ghazvini, H., Jalal Kamali, M. R., and Izadi-Darbandi, A. 2015 a. Geographical distribution of vernalization genes in Iranian wheat varieties and lines. *Cereal Research*, 5(2): 159-175. (In Persian with English Summary)

Ramazani, S. H. R., Ebrahimi, M., Ghazvini, H., Jalal Kamali, M. R., and Izadi-Darbandi. A. 2015 b. Growth habit and vernalization requirement in some of Iranian bread wheat cultivars. *Biological Forum– An International Journal*, 7(1): 1360-1368

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.

SAS Institute. 2002. The SAS System for Windows. Release 9.0 SAS Inst., Cary, NC. USA.

Scarth, R. and Law, C. N. 1983. The location of the photoperiodic gene, *Ppd2* and an additional factor for ear-emergence time on chromosome 2B of wheat. *Heredity*, 51: 607–619.

Sharifi, H. R., Kiani, M. R., and Ghorbani, A. 2011. Reaction of some of bread wheat to vernalization. *Seed and Plants Improvement*, 27(2):129-145. (In Persian with English Summary)

Slafer, G. A., and Whitechurch, E. M. 2001. Manipulating wheat development to improve adaptation. In: Reynolds, M. P. Ortiz-Monasterio, J. I. and McNab, A. (eds.). Application of physiology in wheat breeding. 45-67 pp., CIMMYT press, Mexico.

Slafer, G. A., and Rawson, H. M. 1994. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modelers. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21: 393–426.

SPSS Inc., 2007. SPSS for windows. Release 16, Standard.

Streck, A. N., Weiss A., and Baenziger, P. S. 2003. A generalized vernalization response functions for winter wheat. *Agronmy Journal*, 95: 155–159.

Van Beem, J., Mohler, V., Lukman, R., Ginkel, M., Van William, M. C. J., and Worland, A. J. 2005. Analysis of genetic factors influencing the developmental rate of globally important CIMMYT wheat cultivars. *Crop Science*, 45: 2113–2119.

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.

Whitechurch, E. M., and Snape, J. W. 2003. Developmental responses to vernalization in wheat deletion lines for chromosomes 5A and 5D. *Plant Breeding*, 122: 35-39.

Worland, A. J., Petrovic, S., and Law, C. N. 1988. Genetic analysis of chromosome 2D of wheat. II. The importance of this chromosome to Yugoslavian varieties. *Plant Breeding*, 100: 247–259.

Zhang, X. K., Xiao, Y. G., Zhang, Y., Xia, X. C., Dubcovsky, J. and He, Z. H. 2008. Allelic variation at genes *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* and *Vrn-B3* in Chinese wheat cultivars and their association with growth habit. *Crop Science*, 48:458-470.

Zikhali, M., Leverington-Waite, M., Fish, L., Simmonds, J., Orford, S., Wingen, L. U., Goram, R., Gosman, N. Bentley A., and Griffiths, S. 2014. Validation of a 1DL earliness *per se* (*Eps*) flowering QTL in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Molecular Breeding, 34:1023–2033.

Field-Based Evaluation of Growth Habits in Wheat Genotypes

S. H. R. Ramazani*[1], H. Gahazvini[2], M. R. Jalal-Kamali[3]

1. Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Faculty of agriculture, University of Birjand, IRAN
2. Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Principal Scientist-Wheat Breeder, Global Wheat Program of International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Karaj, IRAN.

Received: August 2016 Accepted: July 2017

Extended Abstract

Ramazani, S. S., Gahazvini, H., Jalal-Kamali, M. R., Field-Based Evaluation of Growth Habits in Wheat Genotypes
Applied Field Crops Research Vol 29, No. 4, 2016 P: 11-14: 43-59 (in Persian)

Introduction: In order for wheat to transit from vegetative to reproductive stage, it requires experiencing a cold period. This phenomenon is known as vernalization. Buds are the sites where vernalizaton takes place. Therefore, wet seeds, young seedlings, developing and immature seeds on maternal plant and even callus from embryonic tissue culture are capable of responding to vernalization (Cao and Moss, 1991). Bread wheat cultivars are considerably varied depending on the developmental or flowering stages. This variability is mostly influenced by a group of genes that include vernalization requirements, photoperiod sensitivity and intrinsic early maturity. The factors that influence vernalization include plant age, intensity of temperature, cold duration, genotype, developmental stage and growth hormones (Rawson et al., 1998). Classifying cultivars as spring and winter based on their response has been prevalent from the past and no classification more reliable than winter, facultative, and spring was provided yet for wheat, barley and rye. According to Wang et al. (1995) among the methods employed to determine biological and phenological stages of cereals, only the final leaf number can clearly exhibit essential biological changes. Vernalization requirement and photoperiod response of bread wheat cultivars are often determined under controlled environments. However, the use of controlled conditions may reduce the applicability

Email address of the corresponding author: hrramazani@birjand.ac.ir

of results for predicting field performance and also can lead to increased cost of conducting evaluations. This study was aimed at determining a combination of different vernalization regimes and planting date for 104 bread wheat cultivars in the field trials. This was followed by evaluating the effects of the combination on the final number of leaves and days till ear emergence of the wheat cultivars in response to vernalizaton and photoperiod sensitivity. Also, the research provided the opportunity to survey some of the improved bread wheat cultivars of Iran in terms of growth habits and vernalization requirements.

Materials and Methods: The study was conducted at the farm of Agriculturral and Natural Resources Research and Training Center of South Khorasan in the spring of the year 2014. The seeds of wheat genotypes obtained from breeding programs were first disinfected for 2 min with 1 % sodium hypochlorite and then were rinsed with distilled water. Next, the seeds were placed in 10-cm petri dishes where they were watered with sterile water twice a week to allow them to maintain 50 % of their moisture content (dry weight basis). The pre-treatment procedure included the placement of the germinated seeds in a refrigerator at 2-4°C for 60 days under dark conditions. Following vernalization, seedlings that were similar in length growth were transferred to the field. Lines and cultivars were subjected to two photoperiod and temperature regimes through the use of two planting dates in the field. Planting dates were on April 3 and May 6, which were selected according to the field based evaluation method proposed by Herndl et al. (2008). This was in relation to photoperiod and temperature variations resulting from the two planting dates (Table 2). To remove the cofounding effects of low temperatures, temperatures throughout the growing season were constantly above 14 °C, therefore, it was expected that the first planting date could be used for applying photoperiod treatments and the second planting date had the least effect on the photoperiod. The experiment consisted of planting dates (at two levels), vernalization (at two levels of fully vernalized and non-vernalized) and 104 lines and cultivars of bread wheat. To quantify the response to vernalization and photoperiod, two traits were measured: date of end of ear emergence and final number of leaves on the main stem. Also the traits days till ear emergence, ear length during maturity and plant growth habit at seedling stage (Prostrate(1), semi-prostrate(2), average(3), semi-erect(4), erect(5)) were recorded. SAS software package was used to analyze data and classify the genotypes. The genotypes were classified based on the measured traits and the difference in final leaf number under vernalized and non-vernalized treatments using cluster analysis.

Results and Discussion: There were statistically significant differences among the winter and spring genotypes in the final number of leaves on the main stem un-

der vernalization and non vernzlization treatments (Figs 3 and 4). Non-vernalized winter genotypes produced more leaves than the vernalized ones, indicating that when vernalization requirement of the genotypes is fulfilled, their final leaf number decreases as a result of response to long photoperiod and ear emergence. Some genotypes subjected to non-vernalization treatment, which could not fulfill their vernalization requirements, did not enter the reproductive stage and consequently generated more leaves. Growth habit at seedling stage was not markedly affected by the treatments (Table 1). This shows that the changes in seedling growth habit were similar for the vernalized and non-vernzlized genotypes, indicating that this trait is influenced by the plant genes rather than the environmental cues. As shown in Figure 5, winter wheat genotypes exhibited more prostrate growth habit as compared to spring genotypes. Days till ear emergence under non-vernalization treatment was significantly different from those under vernalization treatment (Table 1). This indicates that when vernalization requirements of the genotypes are met, their growth period declines in respone to long photoperiods (Van Beem et al., 2005). Vernalization requirement is one of the adaptation mechanisms of plants by which they can adjust their growth and reproductive periods to growing season conditions. This enables the fully vernalized plants to accelerate their reproductive phase, particularly in the Mediterranean climate, to avoid late season unfavorable conditions such as heat and drought. Planting date had no significant effect on the meatured traits except for days till ear emergence. Based on cluster analysis, the genotypes such as Gaspard, Baran, C-86-5, Zare, Rasad, Sabalan, Sardari, Mihan, Soisons, Gaskogen, Homa, Sween 220, Omid, Karim, Pishgam, MV-17 and C-85-3 belonged to winter group. The genotypes like Bezostaya, Ohadi, Karaj3, Tabasi, Navid, Mahooti, Shahriar, Orom, C-86-6, Zarin, Toos, Alvand, Rooshan, C-85-D8 and C-85-6 were classified as facultative group. The others were spring. According to these findings, majority of the Iranian bread wheat cultivars belonged to class of spring habit (69%) with minimal vernalization requirement. Almost 16.5% were winter types and about 14.5% were facultative.

References:

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

Herndl, M., White, J. W., Hunt, L. A., Graeff, S. and Laupein, W. C. 2008. Field-based evaluation of vernalization requirement, photoperiod response and earliness per se in bread wheat (Triticum aestivum L.). Field Crops Research, Vol. 105, pp: 193–201.

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, Vol. 57, pp: 289-300.

Van Beem, J., Mohler, V., Lukman, R., Ginkel, M., Van William, M. C. J. and Worland, A. J. 2005. Analysis of genetic factors influencing the developmental rate of globally important CIMMYT wheat cultivars. Crop Science, Vol. 45, pp: 2113–2119.

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, Vol. 44, pp: 67-72.