



دانشگاه گیلان  
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره پنجم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۴ (۱۷۵-۱۵۹)

## توزیع جغرافیایی ژن‌های بهاره‌سازی در ارقام و لاین‌های گندم ایران

سید حمیدرضا رمضانی<sup>۱</sup>، محسن ابراهیمی<sup>۲\*</sup>، حبیب‌اله قزوینی<sup>۳</sup>، محمدرضا جلال کمالی<sup>۴</sup>  
و علی ایزدی دربندی<sup>۲</sup>

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران،  
۳- دانشیار بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ۴- محقق ارشد برنامه جهانی اصلاح  
گندم و نماینده مرکز تحقیقات بین‌المللی ذرت و گندم (CIMMYT)

(تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۹ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۴)

### چکیده

توانایی ارقام گندم در واکنش به تنش سرما که به وسیله فرایند سازگاری به محیط مانند نیاز به بهاره‌سازی و واکنش به طول روز کنترل می‌شود، از عواملی است که می‌تواند موفقیت کشت گندم را در این مناطق تضمین نماید. از این رو، اطلاع از توزیع اکو-جغرافیایی ژن‌های دخیل در بهاره‌سازی از ضروریات یک برنامه اصلاحی مدرن است. در این تحقیق، ۱۰۴ لاین و رقم گندم نان ایران از نظر این ژن‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. از آغازگرهای اختصاصی مبتنی بر واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمرز (STS-PCR) برای شناسایی آلل‌های موثر در این صفت در مکان‌های ژنی *Vrn-D1*، *Vrn-B1*، *Vrn-A1* استفاده و برای هر منطقه، لایه‌های اطلاعاتی پراکندگی آلل‌ها با استفاده از نرم‌افزار GIS Map تهیه شد. نتایج نشان داد که تیپ بهاره، ۶۵/۵ درصد از کل ارقام را شامل می‌شود که این میزان بسته به میزان سرما در مناطق مختلف متغیر بود. تنوع تیپ رشدی این ارقام در بین اقلیم‌های مختلف ایران وابسته به سرمای زمستان بود. تیپ بهاره غالباً سازگار با اقلیم‌های گرم جنوب و معتدل بود، یعنی مناطقی که متوسط دمای دی‌ماه آنها بالای چهار درجه سلسیوس است. در مقابل، تیپ زمستانه سازگار با اقلیم سرد بود، یعنی مناطقی که متوسط دمای دی‌ماه آنها بین منهای هفت تا چهار درجه سلسیوس در نوسان است. با تعیین ژنوتیپ ارقام بر اساس این صفات مرتبط با سازگاری و اطلاع از توزیع جغرافیایی آنها، به‌نژادگران قادر خواهند بود تا نسل‌های در حال تفکیک را به سمت ژنوتیپ‌های با قابلیت سازگاری بهتر سوق دهند.

**واژه‌های کلیدی:** تیپ بهاره، تیپ زمستانه، سازگاری، سرما، نرم‌افزار GIS Map

\* نویسنده مسئول: [mebrahimi@ut.ac.ir](mailto:mebrahimi@ut.ac.ir)

## مقدمه

گندم به طور وسیعی در ایران کشت می‌شود و در ارتفاع کمتر از ۱۵۰ تا بیشتر از ۴۰۰۰ متری یافت می‌شود. در مناطق دارای متوسط بارندگی سالانه ۲۰ تا ۹۰۰ میلیمتر و میانگین دمای ۸ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد طی فصل رشد کشت می‌شود. مناطق کشت گندم آبی ایران از نظر آب و هوایی به‌ویژه درجه حرارت و تیپ رشد، به ۴ بزرگ اقلیم تقسیم بندی شده است: (۱) اقلیم گرم و مرطوب سواحل دریای خزر (Zone I)، (۲) اقلیم گرم و خشک جنوب (Zone II)، (۳) اقلیم معتدل (Zone III) و (۴) اقلیم سرد (Zone IV) (Jalal Kamali et al., 2012).

تنظیم مناسب فازهای رشدی و تکاملی گندم در محیط رشد، به نحوی که بتوانند از یک سو از حداکثر پتانسیل موجود در محیط استفاده نمایند و از سوی دیگر از گزند شرایط نامساعد محیطی، مانند سرما و دیررسی در امان بمانند، می‌تواند به عنوان یکی از راههای افزایش تولید در واحد سطح و کاهش خسارتهای ناشی از عدم هماهنگی فازهای رشدی و نموی یا شرایط محیطی در نظر گرفته شود (Richards, 1996). پیشرفت‌های علمی در خصوص صفات مرتبط با سازگاری ارقام، نوید بخش آن است که در آینده سازوکارهای موثر و تعیین کننده سازگاری خصوصی یک رقم به یک منطقه جغرافیایی خاص و یا سازگاری عمومی نسبت به مناطق وسیع قابل تشخیص باشند و به‌زادگران هنگام معرفی یک رقم جدید صرفاً به تعیین سازگاری عمومی و خصوصی آن اکتفا نکنند، بلکه خصوصیات فیزیولوژیک مرتبط با سازگاری آن را دخیل نمایند. ایران در بین تولیدکنندگان مناطق خشک و نیمه خشک خاور میانه و شمال آفریقا بزرگترین تولید کننده گندم است. ژرم پلاسما گندم ایران از آزمایش‌های ملی و معرفی ارقام حاصل از برنامه‌های اصلاحی جهانی CYMMYT و ICARDA می‌باشند. برای دهه‌های متعدد، برنامه اصلاحی ایران بر تولید ارقام جدید که قادر به رشد در شرایط اقلیمی ویژه مانند رطوبت در مرحله زایشی، دمای بالا طی دوره زایشی (تنش آخر فصل)، دمای متوسط طی فصل رشد و قابلیت مقاومت به یخبندان در مراحل ابتدایی رشد بوده‌اند، متمرکز بوده است. اطلاع از نحوه رشد ارقام در ایران در

حال حاضر محدود به گلدهی در کشت بهاره است (Mohammadi et al., 2012).

ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2008) توزیع آلی را در واریته‌های بهاره و زمستانه اصلاح شده چین بررسی نمودند. سان و همکاران (Sun et al., 2009) فراوانی و توزیع جغرافیایی ژن‌های مربوط به بهاره سازی را در ۵۵۱ رقم گندم نان چینی بررسی و اثر آنها را روی رفتار رشدی ارقام مطالعه کردند. آنها مشاهده نمودند که ۷ ترکیب آلی سه ژن *Vrn-1* برای رفتار بهاره، سه ترکیب برای رفتار بینابین و یک ترکیب برای رفتار زمستانه ارقام تاثیرگذار بودند. ایواکی و همکاران (Iwaki et al., 2000) تنوع جغرافیایی ژنوتیپ‌های *Vrn* و عادات رشدی توده‌های بومی گندم شرق آسیا (چین، کره و ژاپن) را مورد مطالعه قرار دادند. آنها مشاهده نمودند که تیپ بهاره ۴۳/۶ درصد از کل ارقام را تشکیل داد که بسته به میزان سرما در مناطق مختلف این میزان متغیر بود. تیپ بهاره عمدتاً سازگار با مناطقی بود که گندم، جهت جلوگیری از سرمازدگی در بهار کشت می‌شد و یا دمای زمستان آنقدر پایین نبود که جهت بهاره سازی گندم‌های زمستانه کافی باشد. ژنوتیپ‌های حامل ژن *Vrn-A1* به همراه ژن‌های غالب دیگر، سازگار با کشت بهاره بودند که گندم‌های شمال چین را از خطر سرمای زمستان حفظ می‌کردند، در حالی که ژنوتیپ‌های حامل فقط ژن *Vrn-D1* سازگار با مناطق جنوب چین و جنوب غربی ژاپن بودند و سازگار با زمستان بودند. استلماخ (Stelmakh, 1998) توزیع جغرافیایی ژن‌های *Vrn* را در واریته‌های اصلاحی و توده‌های محلی گندم دنیا بررسی و مشاهده کرد که ژن *Vrn-D1* که در حال حاضر در ارقام جدید گندم وجود دارد، مربوط به قسمت‌هایی از استوا است. مسیر اصلی جابجایی این ژن از یک توده بومی ژاپنی (Akakomugi) به واریته‌های ایتالیایی و سپس به واریته‌های پاکوتاه مکزیک بوده و توزیع جهانی یافته است. ایواکی و همکاران (Iwaki et al., 2000) با بررسی توزیع جغرافیایی ۷۴۹ توده بومی از سراسر دنیا، مشاهده کردند که ۴۹/۹ درصد از توده‌ها دارای تیپ بهاره بودند. تیپ بهاره در مناطقی که دارای دمای ژانویه زیر ۷- یا بالای ۴ درجه سانتی‌گراد بودند، مشاهده شد، اما تیپ زمستانه در مناطقی که دارای دمای ۷- تا ۴ درجه سلسیوس بودند، وجود داشت. این نتایج نشانگر آن است که تنوع

جغرافیایی عادات رشدی مستقیماً وابسته به میزان سرمای زمستان است.

آمار بلند مدت نشان می‌دهد که کاهش ناگهانی دمای هوا به ویژه در اواخر زمستان و یا اوایل بهار باعث خسارت به زراعت گندم و جو در اکثر مناطق سرد و حتی سرد معتدل کشور می‌شود (Mahfoozi and Sasani, 2008). در سال‌های اخیر در گزارش‌های زیادی به موشکافی بیشتر وضعیت ژنوتیپ‌های مورد بررسی پرداخته و تلاش شده است تا علت شکل‌گیری نوعی از سازگاری با مراجعه به خصوصیات زراعی و یا فیزیولوژیک ژرم پلاسما مشخص شود. عکس‌العمل نسبت به طول روز (فتوپریود)، نیاز بهاره‌سازی (نیاز سرمایی) و مقاومت به سرما و زودرسی از جمله این صفات هستند و به نظر می‌رسد عوامل اصلی تعیین کننده سازگاری‌های عمومی و خصوصی ارقام زراعی باشند (Najafian and Jalal Kamali, 2012). طول روز در اثر متقابل با دما به عنوان تنظیم کننده اصلی محیطی صفات تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی محسوب می‌شود و از طرف گیاه ژن‌های زودرسی ذاتی (Earliness per se) به این مجموعه اضافه می‌شود. نیاز به بهاره‌سازی از عوامل ژنتیکی در گیاه است که پاسخگوی دمای محیط می‌باشد و توسط مجموعه ژنی جداگانه‌ای کنترل می‌شود.

توزیع مکانی این ژن‌های سازگاری در نقاط مختلف براساس نرم افزارهای مختلف قابل بررسی و نمایش می‌باشد. یکی از این نرم‌افزارها، سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS (Geographic Information System) است. GIS ابزاری است که قادر به گردآوری داده‌های فضایی در مقیاس‌های مختلف و بازه‌های زمانی متفاوت با شکل‌های گوناگون است (Pierce and Clay, 2007). بر اساس داده‌های مکانی حاصل از GIS در یک منطقه کشاورزی، ممکن است یک لایه نشان دهنده مرزهای یک قطعه زمین، لایه دوم نوع خاک، لایه دیگر عملکرد محصول، لایه بعدی آبیاری و لایه بعدی ژن‌های سازگاری ارقام باشد. این نرم‌افزار می‌تواند نشان دهد که چگونه روابط بین نوع خاک، کود و آب بر بازده محصول در هر هکتار مربع از زمین تاثیر می‌گذارد. نقشه‌ای که چگونگی تاثیر تنوع خاک را بر بازده محصول به تصویر می‌کشد، راه حل‌های دقیقی را برای مدیریت خاک نشان خواهد داد (Star and Estes, 1996).

مطالعه حاضر درصدد است تنوع ژنتیکی و آلی موجود در هر یک از مناطق کشور را برای صفت بهاره‌سازی بررسی و مشخص کند. شناخت خصوصیات ژنتیکی و تعیین ترکیب‌های آلی مکان‌های ژنی دخیل در نیاز سرمایی می‌تواند پاسخگوی اختلاف عملکردی و تفاوت در سازگاری ارقام مختلف کشت شده در یک منطقه باشد. تعیین ژنوتیپ ارقام بر اساس صفات مرتبط با سازگاری و اطلاع از توزیع جغرافیایی آنها، به‌نژادگران را قادر می‌سازد تا نسل‌های در حال تفکیک را به سمت ژنوتیپ‌های با قابلیت سازگاری بهتر سوق دهند. بنابراین، هدف از این تحقیق، مطالعه تنوع آلی و جغرافیایی ژن‌های بهاره‌سازی (*Vrn*) (شامل آلل‌های *Vrn-A1a*, *Vrn-A1b* و *Vrn-A1c*) از مکان ژنی *Vrn-A1*, *Vrn-B1* و *Vrn-D1* در ارقام و لاین‌های اصلاح شده گندم ایران با استفاده از توزیع پراکندگی کشت ارقام غالب هر منطقه بود.

### مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق ۱۰۴ رقم و لاین امیدبخش گندم‌های اصلاح شده ایران حاصل از آزمایش‌های ملی و برنامه‌های اصلاح جهانی CIMMYT است. تنوع آلی مکان‌های ژنی مربوط به بهاره‌سازی (*Vrn*) در تمامی این ارقام و لاین‌ها مورد بررسی قرار گرفت. جهت اعمال تیمار بهاره‌سازی، ابتدا بذرها توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت چهار دقیقه سترون و سپس توسط آب مقطر سترون شسته شدند و روی کاغذ صافی در پتری‌دیش‌های ۱۰ سانتی‌متری قرار گرفتند. هفته‌ای دو بار آب‌پاشی با آب سترون توسط اسپری انجام شد تا رطوبت بذرها در حد ۵۰ درصد وزن خشک حفظ شود. جهت اعمال بهاره‌سازی، پتری‌دیش‌ها به مدت ۶۰ روز در دمای ۴-۲ درجه سلسیوس و در شرایط تاریکی در یخچال نگهداری شدند (Streck et al., 2003). بعد از بهاره‌سازی، گیاهچه‌های دارای رشد طولی یکسان به مزرعه منتقل شدند (Van Beem et al., 2005).

کشت در مزرعه به صورت کشت هیرم سطحی روی پشته‌های ۱۵-۱۸ سانتی‌متری انجام شد و بلافاصله آبیاری جهت جلوگیری از تبخیر و خشک‌شدن گیاهچه‌ها انجام گرفت. تاریخ کاشت بر اساس روش ارزیابی مزرعه‌ای هرندل و همکاران (Herndl et al., 2008) در ۱۶ فروردین و ۱۶ اردیبهشت بود. بنابراین انتظار بر این بود

آل‌های *Vrn-A1c*، *Vrn-B1* و *Vrn-D1* تعیین شد (Fu *et al.*, 2005). قسمتی از کار آزمایشگاهی در مرکز تحقیقات بین‌المللی گندم و ذرت (CIMMYT) انجام گرفت. نشانگرهای مورد استفاده بر اساس بررسی منابع به شرح جدول ۱ بود (Beales *et al.*, 2007; Fu *et al.*, 2005).

برای مطالعه تنوع و توزیع اکولوژیکی این ژن‌ها در سطح ایران، بر اساس آخرین جدول‌های کشت این ارقام مربوط به سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸) و تعیین ارقام غالب هر منطقه، لایه‌های اطلاعاتی پراکندگی آل‌ها با استفاده از نرم افزار GIS Map تهیه شد (جدول ۲). لایه اطلاعاتی شامل جدول داده‌های جغرافیایی، فایل‌های تصویری و غیره می‌باشد که بر اساس آن داده‌ها روی یک نقشه نمایش داده می‌شوند. برای این کار، ابتدا اطلاعات مربوط به ارقام و آل‌ها در فایل Excel تهیه شد. سپس فایل اطلاعات مکانی مربوط به آخرین نقشه تقسیمی استان‌های کشور تهیه شد. سپس در فایل اکسل، یک ستون مشترک با فایل مکانی ایجاد شد. آنگاه از طریق دستور Join جدول اطلاعات توصیفی آل‌ها به جدول اطلاعات مکانی متصل شد، یعنی اطلاعات توصیفی به لایه نقشه متصل شد. در این مرحله اشکالات موجود در انتقال بین دو صفحه به صورت دستی مورد تصحیح قرار گرفت. پس از انتخاب رنگ، عنوان، راهنما و مقیاس، خروجی نقشه‌ها ذخیره شد.

که تاریخ کشت اول برای اعمال تیمار طول روز و تاریخ کشت دوم کمترین اثر را در طول روز داشته باشد. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. تاریخ کشت به عنوان کرت اصلی، بهاره‌سازی به عنوان کرت فرعی و ارقام در کرت‌های فرعی کشت شدند. بذرها در یک ردیف یک و نیم متری با ۵۰ بوته کشت و شرایط مطلوب در تمامی مراحل کاشت، داشت و برداشت ایجاد شد. به منظور تعیین کمیت واکنش گیاهان به بهاره‌سازی و طول روز، صفات تعداد روز تا پایان ظهور سنبله، تعداد نهایی برگ در ساقه اصلی (FLN)، طول سنبله و تیپ گیاه در مرحله دانه‌الی (از ۱ یعنی خوابیده کامل تا ۵ عمود کامل) ثبت شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS تجزیه شدند و مقایسه میانگین با آزمون چند متغیره دانکن انجام شد.

DNA با روش CTAB (Doyle and Doyle, 1987) از گیاهچه‌های جوان در مرحله ۳ تا ۴ برگ‌ی استخراج شد. سپس توسط آغازگرهای اختصاصی مبتنی بر واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (STS-PCR) تکثیر شد. الکتروفورز محصول PCR از طریق ژل آگارز انجام شده و باندهای مربوطه توسط اتیدیوم بروماید آشکار و سپس براساس حضور و عدم حضور باند ارزش‌گذاری شدند. در مرحله اول بر اساس تحلیل محل قرارگیری پروموتور ژن *Vrn-A1*، آل‌های *Vrn-A1a*، *Vrn-A1b* و *Vrn-A1* شناسایی شد (Yan *et al.*, 2004). در مرحله بعد،

جدول ۱- نشانگرهای مورد استفاده برای ژن‌های مرتبط با بهاره‌سازی بر اساس منابع موجود

Table 1. Studied markers linked to vernalization genes based on references

| ژن<br>Gene    | نشانگر<br>Marker            | آل<br>Allel                       | منبع<br>Reference           |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| <i>Vrn-A1</i> | Vrn-A1-9k001+Vrn5A prom k38 | Vrn-A1a (spring), vrn-A1 (winter) | Yan <i>et al.</i> , 2004    |
| <i>Vrn-A1</i> | Vrn A1b Marq                | Vrn-A1b (spring), vrn-A1 (winter) | Yan <i>et al.</i> , 2004    |
| <i>Vrn-A1</i> | Intr1/A/F2_Intr1/A/R3       | Vrn-A1c (spring), vrn-A1 (winter) | Fu <i>et al.</i> , 2005     |
| <i>Vrn-A1</i> | Vrn-A1v/w                   | Vrn-A1v, Vrn-A1w                  | Eagles <i>et al.</i> , 2011 |
| <i>Vrn-B1</i> | Intro B1                    | Vrn-B1a = 709bp, vrn-B1 = 1149bp  | Santra <i>et al.</i> , 2009 |
| <i>Vrn-D1</i> | Intro D1                    | Vrn-D1 = 1671bp, vrn-D1 = 997bp   | Fu <i>et al.</i> , 2005     |

جدول ۲- اطلاعات جغرافیایی پراکندگی آللی ژن‌های بهاره‌سازی و صفات مرتبط با آن بر اساس رقم غالب هر استان در سال ۱۳۸۸-۸۹  
Table 2. GIS layer of allelic distribution for vernilazation genes and associated traits based on dominant variety in each province of Iran during 2009-2010

| Province           | استان          | Cultivar              | رقم             | FLN*  | DHE* | Vrn.A1<br>a/b/v/w** | Vrn.B1<br>a/b/w | Vrn.D1<br>a/w | Ppd.D1<br>a/b/w | Ppd.B1<br>a/b | Ppd.A1<br>a/b/w |
|--------------------|----------------|-----------------------|-----------------|-------|------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Markazi            | مرکزی          | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Markazi            | مرکزی          | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Markazi            | مرکزی          | Rooshan<br>Back Cross | بک کراس<br>روشن | 7.00  | 57.0 | w                   | w               | .             | w               | a             | .               |
| Markazi            | مرکزی          | Navid                 | نوید            | 7.67  | 67.3 | a                   | w               | w             | b               | b             | w               |
| Markazi            | مرکزی          | Pishtaz               | پیش‌تاز         | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Gilan              | گیلان          | Koohdasht             | کوه‌دشت         | 6.33  | 52.7 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Gilan              | گیلان          | Zarin                 | زرین            | 8.33  | 59.3 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Mazandaran         | مازندران       | Falat                 | فلات            | 8.00  | 57.3 | w                   | a               | a             | a               | b             | b               |
| Mazandaran         | مازندران       | Golestan              | گلستان          | 7.00  | 57.7 | w                   | b               | a             | .               | a             | .               |
| Mazandaran         | مازندران       | Tajan                 | تجن             | 8.33  | 56.3 | v                   | .               | a             | a               | a             | w               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Zarin                 | زرین            | 8.33  | 59.3 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Azar 2                | آذر ۲           | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Sabalan               | سبلان           | 10.00 | W    | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Chamran               | چمران           | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Atila                 | آتیلان          | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Azarbaijan-sharghi | آذربایجان شرقی | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Azarbaijan-gharbi  | آذربایجان غربی | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Azarbaijan-gharbi  | آذربایجان غربی | Zarin                 | زرین            | 8.33  | 59.3 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Azarbaijan-gharbi  | آذربایجان غربی | Azar 2                | آذر ۲           | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Azarbaijan-gharbi  | آذربایجان غربی | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Azarbaijan-gharbi  | آذربایجان غربی | Bezostaia             | بزوستایا        | 8.33  | 74.7 | w                   | .               | w             | a               | b             | w               |
| Azarbaijan-gharbi  | آذربایجان غربی | Sabalan               | سبلان           | 10.00 | W    | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Khozestan          | خوزستان        | Star                  | استار           | 7.33  | 54.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Khozestan          | خوزستان        | Yavares               | یلاواروس        | 6.00  | 55.7 | v                   | w               | .             | .               | b             | a               |
| Khozestan          | خوزستان        | Kavir                 | کویر            | 6.67  | 50.7 | a                   | a               | w             | w               | a             | w               |
| Khozestan          | خوزستان        | Vee/nak               | ویناک           | 6.67  | 56.0 | a                   | w               | a             | a               | a             | w               |
| Khozestan          | خوزستان        | Chamran               | چمران           | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Khozestan          | خوزستان        | Atila                 | آتیلان          | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |
| Khozestan          | خوزستان        | Chenab                | چناب            | 6.67  | 56.0 | a                   | a               | a             | a               | a             | w               |
| Fars               | فارس           | Azar 2                | آذر ۲           | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Fars               | فارس           | Koohdasht             | کوه‌دشت         | 6.33  | 52.7 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Fars               | فارس           | Yavares               | یلاواروس        | 6.00  | 55.7 | v                   | w               | .             | .               | b             | a               |
| Fars               | فارس           | Zarin                 | زرین            | 8.33  | 59.3 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Fars               | فارس           | Marvdasht             | مرودشت          | 8.00  | 60.3 | a                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Fars               | فارس           | Shiroodi              | شیروودی         | 7.00  | 59.0 | w                   | .               | .             | a               | a             | b               |
| Fars               | فارس           | Falat                 | فلات            | 8.00  | 57.3 | w                   | a               | a             | a               | b             | b               |
| Fars               | فارس           | Shiraz                | شیراز           | 6.33  | 57.0 | a                   | w               | w             | a               | a             | b               |
| Fars               | فارس           | Pishtaz               | پیش‌تاز         | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Fars               | فارس           | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Fars               | فارس           | Niknejad              | نیک نژاد        | 6.33  | 59.0 | a                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Fars               | فارس           | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |

Continued Table 2

ادامه جدول ۲

| Province  | استان    | Cultivar              | رقم             | FLN*  | DHE* | Vrn.A1<br>a/b/v/w** | Vrn.B1<br>a/b/w | Vrn.D1<br>a/w | Ppd.D1<br>a/b/w | Ppd.B1<br>a/b | Ppd.A1<br>a/b/w |
|-----------|----------|-----------------------|-----------------|-------|------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Fars      | فارس     | Atila                 | آتिला           | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |
| Fars      | فارس     | Chamran               | چمران           | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Fars      | فارس     | Star                  | استار           | 7.33  | 54.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Kerman    | کرمان    | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Kerman    | کرمان    | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Kerman    | کرمان    | Pishtaz               | پیشتاز          | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Kerman    | کرمان    | Yavares               | یواوروس         | 6.00  | 55.7 | v                   | w               | .             | .               | b             | a               |
| Kerman    | کرمان    | Atila                 | آتिला           | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |
| Esfahan   | اصفهان   | Rooshan<br>Back Cross | بک‌کراس<br>روشن | 7.00  | 57.0 | w                   | w               | .             | w               | a             | .               |
| Esfahan   | اصفهان   | Pishtaz               | پیشتاز          | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Esfahan   | اصفهان   | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Esfahan   | اصفهان   | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Esfahan   | اصفهان   | Ghods                 | قدس             | 7.00  | 57.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Esfahan   | اصفهان   | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Sistan    | سیستان   | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Sistan    | سیستان   | Hamoon                | هامون           | 8.00  | 58.3 | w                   | a               | w             | w               | a             | b               |
| Sistan    | سیستان   | Kavir                 | کویر            | 6.67  | 50.7 | a                   | a               | w             | w               | a             | w               |
| Sistan    | سیستان   | Ghods                 | قدس             | 7.00  | 57.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Sistan    | سیستان   | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Kordestan | کردستان  | Azar 2                | آذر ۲           | 7.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Kordestan | کردستان  | Marvdasht             | مرودشت          | 8.00  | 60.3 | a                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Kordestan | کردستان  | Zarin                 | زرین            | 8.33  | 59.3 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Kordestan | کردستان  | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Kordestan | کردستان  | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Kordestan | کردستان  | Gaskogen              | گاسکوژن         | 9.67  | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Hamadan   | همدان    | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Hamadan   | همدان    | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Hamadan   | همدان    | Navid                 | نوید            | 7.67  | 67.3 | a                   | w               | w             | b               | b             | w               |
| Hamadan   | همدان    | Rooshan<br>Back Cross | بک‌کراس<br>روشن | 10.67 | W    | w                   | w               | .             | w               | a             | .               |
| Hamadan   | همدان    | Falat                 | فلات            | 8.00  | 57.3 | w                   | a               | a             | a               | b             | b               |
| Hamadan   | همدان    | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Hamadan   | همدان    | Azar 2                | آذر ۲           | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Hamadan   | همدان    | Zarin                 | زرین            | 8.33  | 59.3 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Charmahal | چهارمحال | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Charmahal | چهارمحال | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Charmahal | چهارمحال | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Charmahal | چهارمحال | Ghods                 | قدس             | 7.00  | 57.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Charmahal | چهارمحال | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Lorestan  | لرستان   | Chenab                | چناب            | 6.67  | 56.0 | a                   | a               | a             | a               | a             | w               |
| Lorestan  | لرستان   | Pishtaz               | پیشتاز          | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Lorestan  | لرستان   | Marvdasht             | مرودشت          | 8.00  | 60.3 | a                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Lorestan  | لرستان   | Rooshan<br>Back Cross | بک‌کراس<br>روشن | 7.00  | 57.0 | w                   | w               | .             | w               | a             | .               |
| Lorestan  | لرستان   | Koohdasht             | کوه‌دشت         | 6.33  | 52.7 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Lorestan  | لرستان   | Azar 2                | آذر ۲           | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |

Continued Table 2

ادامه جدول ۲

| Province  | استان    | Cultivar  | رقم      | FLN*  | DHE* | Vrn.A1<br>a/b/v/w** | Vrn.B1<br>a/b/w | Vrn.D1<br>a/w | Ppd.D1<br>a/b/w | Ppd.B1<br>a/b | Ppd.A1<br>a/b/w |
|-----------|----------|-----------|----------|-------|------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Lorestan  | لرستان   | Zagros    | زاگرس    | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Lorestan  | لرستان   | Chamran   | چمران    | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Lorestan  | لرستان   | Alvand    | الوند    | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Lorestan  | لرستان   | Sardari   | سرداری   | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Ilam      | ایلام    | Chamran   | چمران    | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Ilam      | ایلام    | Yavares   | یاواروس  | 6.00  | 55.7 | v                   | w               | .             | .               | b             | a               |
| Ilam      | ایلام    | Zagros    | زاگرس    | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Ilam      | ایلام    | Sardari   | سرداری   | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Ilam      | ایلام    | Chenab    | چناب     | 6.67  | 56.0 | a                   | a               | a             | a               | a             | w               |
| Ilam      | ایلام    | Atila     | آتिला    | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Simare    | سیمره    | 8.67  | 53.0 | v                   | a               | .             | .               | b             | w               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Zagros    | زاگرس    | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Koohdasht | کوهدهشت  | 6.33  | 52.7 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Navid     | نوید     | 7.67  | 67.3 | a                   | w               | w             | b               | b             | w               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Omid      | امید     | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Chamran   | چمران    | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Alamot    | الموت    | 8.00  | 56.7 | w                   | .               | w             | a               | b             | w               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Alvand    | الوند    | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Kohkiloe  | کهگیلویه | Sardari   | سرداری   | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Boshehr   | بوشهر    | Yavares   | یاواروس  | 6.00  | 55.7 | v                   | w               | .             | .               | b             | a               |
| Boshehr   | بوشهر    | Koohdasht | کوهدهشت  | 6.33  | 52.7 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Boshehr   | بوشهر    | Niknejad  | نیک‌نژاد | 6.33  | 59.0 | a                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Boshehr   | بوشهر    | Chamran   | چمران    | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Boshehr   | بوشهر    | Zagros    | زاگرس    | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Zanjan    | زنجان    | Pishtaz   | پیش‌تاز  | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Zanjan    | زنجان    | Azar 2    | آذر ۲    | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Zanjan    | زنجان    | Alvand    | الوند    | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Zanjan    | زنجان    | Sardari   | سرداری   | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Semnan    | سمنان    | Ghods     | قدس      | 7.00  | 57.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Yazd      | یزد      | Pishtaz   | پیش‌تاز  | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Yazd      | یزد      | Kavir     | کوبر     | 6.67  | 50.7 | a                   | a               | w             | w               | a             | w               |
| Yazd      | یزد      | Rooshan   | روشن     | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Hormozgan | هرمزگان  | Atila     | آتिला    | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |
| Hormozgan | هرمزگان  | Chamran   | چمران    | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Tehran    | تهران    | Shiraz    | شیراز    | 6.33  | 57.0 | a                   | w               | w             | a               | a             | b               |
| Tehran    | تهران    | Pishtaz   | پیش‌تاز  | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Tehran    | تهران    | Alvand    | الوند    | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Golestan  | گلستان   | Pastor    | پاستور   | 7.67  | 58.7 | .                   | a               | a             | a               | b             | b               |
| Golestan  | گلستان   | Zagros    | زاگرس    | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Golestan  | گلستان   | Koohdasht | کوهدهشت  | 6.33  | 52.7 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Ghazvin   | قزوین    | Azar 2    | آذر ۲    | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Ghazvin   | قزوین    | Omid      | امید     | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| Ghazvin   | قزوین    | Shiraz    | شیراز    | 6.33  | 57.0 | a                   | w               | w             | a               | a             | b               |
| Ghazvin   | قزوین    | Pishtaz   | پیش‌تاز  | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |

Continued Table 2

ادامه جدول ۲

| Province         | استان        | Cultivar              | رقم             | FLN*  | DHE* | Vrn.A1<br>a/b/v/w** | Vrn.B1<br>a/b/w | Vrn.D1<br>a/w | Ppd.D1<br>a/b/w | Ppd.B1<br>a/b | Ppd.A1<br>a/b/w |
|------------------|--------------|-----------------------|-----------------|-------|------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Ghazvin          | قزوین        | Kavir                 | کوبر            | 6.67  | 50.7 | a                   | a               | w             | w               | a             | w               |
| Ghazvin          | قزوین        | Zarin                 | زرین            | 8.33  | 59.3 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Ghazvin          | قزوین        | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Ghazvin          | قزوین        | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Ghazvin          | قزوین        | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| South- Khorasan  | جنوب کرمان   | Chamran               | چمران           | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| South- Khorasan  | جنوب کرمان   | Yavares               | یاواروس         | 6.00  | 55.7 | v                   | w               | .             | .               | b             | a               |
| Ardebil          | اردبیل       | Azar 2                | آذر ۲           | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Ardebil          | اردبیل       | Zagros                | زاگرس           | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Ardebil          | اردبیل       | Shiroodi              | شیروودی         | 7.00  | 59.0 | w                   | .               | .             | a               | a             | b               |
| Ardebil          | اردبیل       | Gaspard               | گاسپارد         | 9.33  | W    | w                   | w               | a             | b               | b             | w               |
| Ardebil          | اردبیل       | Chamran               | چمران           | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Ardebil          | اردبیل       | Atila                 | آتیلا           | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |
| Ardebil          | اردبیل       | Tajan                 | تجن             | 8.33  | 56.3 | v                   | .               | a             | a               | a             | w               |
| Ardebil          | اردبیل       | Gaskogen              | گاسکوژن         | 9.67  | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Ardebil          | اردبیل       | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Ardebil          | اردبیل       | Bezostaia             | بزوستانیا       | 8.33  | 74.7 | w                   | .               | w             | a               | b             | w               |
| Ardebil          | اردبیل       | Sabalan               | سیلان           | 10.00 | W    | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Ghom             | قم           | Pishtaz               | پیش‌تاز         | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Ghom             | قم           | Shiraz                | شیراز           | 6.33  | 57.0 | a                   | w               | w             | a               | a             | b               |
| Ghom             | قم           | Falat                 | فلات            | 8.00  | 57.3 | w                   | a               | a             | a               | b             | b               |
| Ghom             | قم           | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Ghom             | قم           | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان جنوبی | Ghods                 | قدس             | 7.00  | 57.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان جنوبی | Rooshan<br>Back Cross | بک‌کراس<br>روشن | 7.00  | 57.0 | w                   | w               | .             | w               | a             | .               |
| South- Khorasan  | خراسان جنوبی | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Shiraz                | شیراز           | 6.33  | 57.0 | a                   | w               | w             | a               | a             | b               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Sabalan               | سیلان           | 10.00 | W    | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Zagros                | زاگرس           | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Azar 2                | آذر ۲           | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Marvdasht             | مرودشت          | 8.00  | 60.3 | a                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Mahdavi               | مهدوی           | 7.67  | 59.0 | .                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Pishtaz               | پیش‌تاز         | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Omid                  | امید            | 10.67 | W    | w                   | w               | a             | w               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Gaskogen              | گاسکوژن         | 9.67  | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Rooshan<br>Back Cross | بک‌کراس<br>روشن | 7.00  | 57.0 | w                   | w               | .             | w               | a             | .               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Ghods                 | قدس             | 7.00  | 57.0 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| South- Khorasan  | خراسان رضوی  | Sardari               | سرداری          | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Razavi Khorasan  | خراسان رضوی  | Chamran               | چمران           | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Razavi Khorasan  | خراسان رضوی  | Rooshan               | روشن            | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Razavi Khorasan  | خراسان رضوی  | Alvand                | الوند           | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Koohdasht             | کوه‌دشت         | 6.33  | 52.7 | a                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Pishtaz               | پیش‌تاز         | 6.67  | 59.0 | w                   | b               | a             | a               | a             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Pastor                | پاستور          | 7.67  | 58.7 | .                   | a               | a             | a               | b             | b               |

Continued Table 2

ادامه جدول ۲

| Province         | استان        | Variety  | رقم     | FLN*  | DHE* | Vrn.A1<br>a/b/v/w** | Vrn.B1<br>a/b/w | Vrn.D1<br>a/w | Ppd.D1<br>a/b/w | Ppd.B1<br>a/b | Ppd.A1<br>a/b/w |
|------------------|--------------|----------|---------|-------|------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Azar 2   | آذر ۲   | 9.67  | W    | w                   | .               | a             | a               | b             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Gaskogen | گاسکوژن | 9.67  | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Sardari  | سرداری  | 10.00 | W    | w                   | w               | w             | .               | b             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Rooshan  | روشن    | 8.33  | 62.7 | w                   | .               | a             | w               | a             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Zagros   | زاگرس   | 7.67  | 58.0 | w                   | a               | a             | a               | b             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Falat    | فلات    | 8.00  | 57.3 | w                   | a               | a             | a               | b             | b               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Alvand   | الوند   | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Tajan    | تجن     | 8.33  | 56.3 | v                   | .               | a             | a               | a             | w               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Chamran  | چمران   | 6.00  | 49.7 | w                   | w               | a             | a               | a             | b               |
| Nourth- Khorasan | خراسان شمالی | Sabalan  | سبلان   | 10.00 | W    | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Kermanshah       | کرمانشاه     | Alvand   | الوند   | 8.00  | 62.0 | w                   | a               | w             | a               | b             | w               |
| Kermanshah       | کرمانشاه     | Atila    | آتلا    | 8.33  | 58.7 | v                   | b               | .             | a               | b             | b               |

\* FLN و DHE به ترتیب بیانگر تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی و تعداد روز از جوانه‌زنی تا گلدهی هستند.

\*\* a, b, v و w آل‌های مختلف هر ژن هستند که موجب حساسیت یا عدم حساسیت به طول روز یا بهاره‌سازی می‌شوند.

\* FLN and DHE are final leaf number and days from germination to heading, respectively.

\*\* a, b, v and w are different alleles that caused sensitivity and non-sensitivity to vernalization and photoperiod.

## نتایج و بحث

دادند. بر طبق تحقیق ویلسی (Wilsie, 1962)، گندم زمستانه نمی‌تواند در مناطقی که میانگین کمینه دما در ماه‌های دی و بهمن پایین‌تر از ۱۲/۲- باشد، رشد کند و بایستی جهت جلوگیری از خسارت سرما در این مناطق، ارقام بهاره کشت کرد. به دلیل تفاوت‌های جغرافیایی، ارقامی که حامل ژن *Vrn-A1* هستند، به عنوان ارقام بهاره در مناطقی کشت می‌شوند که دارای سرمای شدید با میانگین دمای زیر ۷- درجه سلسیوس در دی‌ماه هستند. در مقابل، فصل زمستان در مناطقی با دمای بالای ۱۰ درجه سلسیوس به مقدار کافی سرد نیست تا گندم‌ها را بهاره نماید و گلدهی زودهنگام در اواخر بهار تا ابتدای زمستان، جهت اجتناب از تنش گرما و خشکی در این شرایط مفید خواهد بود. تجزیه لاین‌های ایزوژن نزدیک (Near-isogenic lines) که از نظر ژنوتیپ *Vrn* مختلف هستند، نشان داد که ارقام دارای ژن *Vrn-A1* تحت شرایط گرمایی و بدون تیمار بهاره‌سازی، سریع‌تر وارد مرحله گلدهی می‌شوند (Berry et al., 1986). به این دلیل است که ارقام دارای این ژن غالباً در مناطق گرم کشت می‌شوند. این نتایج به طور واضح نشان می‌دهند که آل غالب *Vrn-A1* باعث حساسیت به بهاره‌سازی می‌شود که این خود سبب سازگاری به تنش سرما در هر دو منطقه گرم و سرد می‌شود.

نتایج نشان داد که تیپ بهاره ۶۵/۵ درصد از ارقام اصلاح شده را شامل می‌شوند. تنوع تیپ رشدی این ارقام در بین اقلیم‌های مختلف ایران وابسته به سرمای زمستان بود. تیپ بهاره غالباً سازگار با اقلیم‌های گرم جنوب و معتدل بود، یعنی مناطقی که متوسط دمای دی ماه آنها بالای ۴ درجه سلسیوس بود، در حالی که تیپ زمستانه سازگار با مناطقی بود که متوسط دمای دی ماه آنها بین ۷- تا ۴ درجه سلسیوس در نوسان بود (جدول ۴ و شکل ۱). تنوع آلی در مکان ژنی *VRN* در بین ارقام و لاین‌های مطالعه شده به صورتی بود که ۲۷ رقم گندم واجد آل *Vrn-A1a*، یک رقم واجد آل *Vrn-A1b*، ۲۱ رقم واجد آل *Vrn-A1v* و ۶۲ رقم واجد آل *Vrn-A1w* بودند. از نظر مکان ژنی *Vrn-B1*، ۴۶ رقم واجد آل غالب (*Vrn-B1*) و ۳۷ رقم دارای آل مغلوب (*vrn-B1*) بودند. از نظر مکان ژنی *Vrn-D1* نیز ۶۴ رقم واجد آل غالب (*Vrn-D1*) و ۳۴ رقم دارای آل مغلوب (*vrn-D1*) بودند.

توزیع جغرافیایی عادات رشدی و ژنوتیپ *Vrn* جهت مطالعه ارقام گندم از مناطق مختلف جهان مورد بررسی قرار گرفته است. الگوی توزیعی اغلب آنها وابسته به سرمای زمستان بوده است. ایواکی و همکاران (Iwaki et al., 2000) این الگو را برای ارقام گندم شرق آسیا رایج

*Vrn-A1* هست، موجب می‌شود که آغازش پریموردیوم سنبله قبل از شروع زمستان انجام شود که غالباً با خسارت سرما همراه خواهد بود. به این دلایل گندم‌های تیپ بهاره با ژن *Vrn-A1* که نیاز سرمایی جزئی از خود بروز می‌دهند، سازگار با مناطق با زمستان‌های معتدل هستند. از آنجایی که تاریخ گلدهی گندم‌های زمستانه مستقل از نیاز سرمایی در مناطق با ارتفاع متوسط می‌باشد (Fujita *et al.*, 1992)، نیاز سرمایی جزئی، مناسب برای تحمل به سرما بدون تأخیر در گلدهی است.

ارقام دارای تیپ زمستانه نسبت به تیپ بهاره گندم، معمولاً تحمل بیشتری به سرما دارند (Fujita *et al.*, 1992) و بنابراین بهتر می‌توانند به مناطق سرد با میانگین دمای ژانویه ۷- تا ۴ درجه سلسیوس سازگار باشند. به هر حال، نیاز سرمایی زیاد تاریخ گلدهی را در مناطق دارای زمستان ملایم به عقب می‌اندازد. تاریخ گلدهی دیر هنگام در این مناطق، یا به گرما و خشکی اوایل تابستان برخورد می‌کند (Fischer, 1973) یا ظهور سنبله آنها مصادف با بارندگی‌های موسمی خواهد شد (Hoshino *et al.*, 1989). در مقابل، کشت تیپ بهاره گندم که دارای ژن

جدول ۳- توزیع اقلیمی ژن‌های موثر در حساسیت به بهاره‌سازی در ارقام و لاین‌های اصلاح شده گندم ایران

Table 3. Climatic distribution of vernalization genes in Iranian wheat varieties and lines

| Climate                     | نوع آب و هوا             | <i>Vrn-A1</i> |   |    |    | <i>Vrn-B1</i> |   |    | <i>Vrn-D1</i> |    |
|-----------------------------|--------------------------|---------------|---|----|----|---------------|---|----|---------------|----|
|                             |                          | a             | b | v  | w  | a             | b | w  | a             | w  |
| Temperate                   | معتدل                    | 8             | 0 | 4  | 7  | 10            | 4 | 5  | 13            | 5  |
| Cold                        | سرد                      | 5             | 0 | 3  | 18 | 6             | 0 | 15 | 10            | 15 |
| South- warm                 | گرم جنوب                 | 8             | 1 | 7  | 7  | 12            | 4 | 7  | 18            | 5  |
| North- warm                 | گرم شمال                 | 3             | 0 | 1  | 6  | 5             | 1 | 5  | 14            | 1  |
| Temperate- salt resistant   | معتدل - مقاوم به شوری    | 2             | 0 | 0  | 10 | 7             | 0 | 3  | 6             | 4  |
| South- warm- salt resistant | گرم جنوب - مقاوم به شوری | 0             | 0 | 0  | 1  | 1             | 0 | 0  | 0             | 0  |
| Rainfed- temperate and cold | دیم - معتدل و سرد        | 1             | 0 | 4  | 1  | 1             | 0 | 3  | 1             | 3  |
| Rainfed- temperate and warm | دیم - معتدل و گرم        | 1             | 0 | 3  | 2  | 4             | 0 | 0  | 2             | 1  |
| Total                       | کل                       | 28            | 1 | 22 | 52 | 46            | 9 | 38 | 64            | 34 |

با دمای زمستان مشابه بیشتر است. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که ارقام دارای ژن *Vrn-A1* حدود ۳۶ درصد از ارقام اصلاح شده ایران را تشکیل می‌دهند، اگرچه گندم عموماً به صورت زمستانه در اکثر مناطق ایران کشت می‌شود. ممکن است تنوع ژنتیکی در سه صفت مرتبط با گلدهی (یعنی پاسخ به فتوپریود، نیاز سرمایی و زودرسی ذاتی) در مناطق مورد مطالعه زیاد باشد و ارقام گندم مورد بررسی بتوانند با ترکیبات مختلفی از تنوع این صفت با این مناطق سازگار شوند. اگرچه ارقام حامل ژن *Vrn-A1* می‌توانند به شرایط سرد زمستان در ترکیب با عادات رشدی تحت شرایط دمایی پایین، دیررسی یا پاسخ به فتوپریود سازگار شوند، ولی به دلیل مسیرهای سازگاری متنوع، سازش به زمستان سرد به سادگی توسط اختلاف در نیاز سرمایی قابل توجیه نیست (Iwaki *et al.*, 2000).

توزیع عادات رشدی و ژنوتیپ *Vrn* در بعضی از مناطق، به سادگی بر اساس دمای زمستان قابل توجیه نیست. تنوع ژنتیکی در صفات مرتبط با سازگاری بایستی توسط هتروژنی ارقام در شرایط ریز اقلیم حفظ شود. ایران به عنوان مرکز اولیه تنوع ژنتیکی گندم (Feldman *et al.*, 1995) به چهار منطقه با شرایط محیطی مختلف (شکل ۱) تقسیم شده است (Jalal Kamali *et al.*, 2012). رابطه میانگین بلند مدت دی ماه در اقلیم‌های مختلف به صورت:  $IV < III < I < II$  بود. بر اساس نتایج این تحقیق، ارقام دارای ژن *Vrn-A1* در مناطق شمال غربی و شمالی مشاهده شدند، در حالی که در مناطق مرکزی و جنوبی این ژن غالب بود و اکثر ارقام بهاره بودند. بنابراین، توزیع ژن *Vrn-A1* در این مناطق با سازگاری ارقام مشخص می‌شود و ممکن است انعکاسی از توزیع شرایط محیطی باشد. به هر حال فراوانی تیپ زمستانه در قسمت‌های شمال غربی و شمالی ایران نسبت به مناطقی

جدول ۴- درصد توزیع جغرافیایی ارقام بهاره گندم اصلاح شده در اقلیم‌های چهارگانه ایران

Table 4. Geographical distribution percentage of spring wheat varieties in four different climates of Iran

| Climate          | نوع آب و هوا  | تعداد ارقام<br>No. of varieties | درصد بهاره<br>Spring percentage | میانگین بلند مدت دمای دی‌ماه<br>(درجه سلسیوس)<br>Long term average temperature from 21 Dec. to 20 Jan. (°C) | میانگین بلند مدت دمای دی ماه در برخی از شهرها (درجه سلسیوس)*<br>Long-term average temperature of some cities from 21 Dec. to 20 Jan. (°C)*                                                               |
|------------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| North- warm (I)  | گرم شمال (I)  | 16                              | 87.5                            | 7.02                                                                                                        | Rasht (6.67), Sari (7.39), Gorgan (7.04)                                                                                                                                                                 |
| South- warm (II) | گرم جنوب (II) | 25                              | 100                             | 12.52                                                                                                       | Ahwaz (12.37), Bushehr (15.22), Bandar Abbas (17.37) Zahedan (7.12), Jiroft and Kahnooj (10.5)                                                                                                           |
| Temperate (III)  | معتدل (III)   | 19                              | 79                              | 3.07                                                                                                        | Shiraz (6.08), Kerman (4.54), Esfahan (3.22), Sanandaj (0.22), Shahrekord (-2.16), Ilam (4.0), Yasooj (2.52), Tehran (4.3), Yazd (5.88), Semnan (3.71), Kermanshah (2.03), Birjand (3.5), Mashhad (2.07) |
| Cold (IV)        | سرد (IV)      | 22                              | 55                              | -1.75                                                                                                       | Tabriz (-1.57), Urmia (-2.28), Hamadan (-2.62), Zanjan (-2.67), Ardebil (-3.28), Qazvin (-0.4), Bojnourd (0.54)                                                                                          |

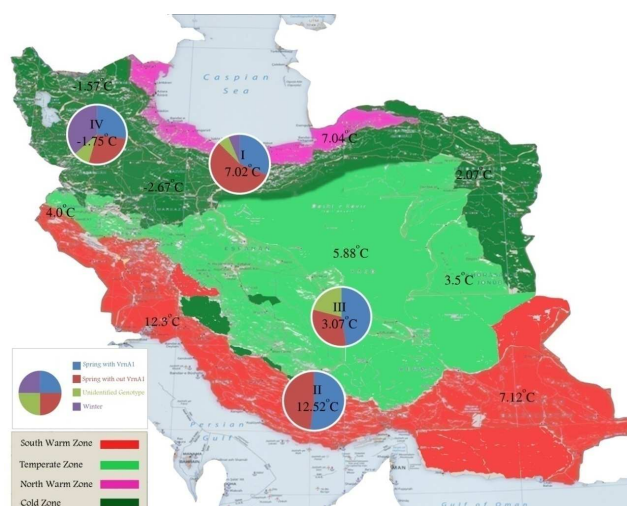
\* آمار درجه حرارت مستخرج از اداره آمار سازمان هواشناسی کشور منتهی به سال ۲۰۱۴ میلادی است.

\* Temperatures are extracted from Meteorological Organization of Iran leading to 2014.

دانه‌هایی مرتبط است. این صفات برای هر آل بیان متفاوتی را داشتند. از نظر تیپ رشدی، بین تیمار بهاره‌سازی و حالات غالب و یا مغلوبی ژن‌های *Vrn-A1*، *Vrn-B1* و *Vrn-D1* اثر متقابل وجود داشت، به طوری که تیپ رشدی ارقام در حالت بدون بهاره‌سازی، همراه با حالت غالب این ژن‌ها سبب افزایش این صفت (عمودی‌تر شدن گیاه) شد. تیمار بهاره‌سازی به همراه آل غالب سبب کمترین تیپ رشدی (خوابیدگی بیشتر گیاه) شد. در صفت تعداد برگ نهایی روی ساقه اصلی، بین حالت غالب و مغلوب این ژن‌ها در تیمار بهاره‌سازی تفاوتی مشاهده نشد، ولی در تیمار بدون بهاره‌سازی، تعداد برگ نهایی در حالت غالبیت کاهش معنی‌داری را نشان داد. از نظر صفت تاریخ گلدهی، ارقام دارای تیمار بهاره‌سازی زودرس‌تر بودند و این اختلاف در تاریخ رسیدگی در هر دو آل غالب و مغلوب وجود داشت. یعنی آثار متقابلی بین این آل‌ها و تیمار بهاره‌سازی وجود نداشت. در حالت غالب، تاریخ گلدهی به طور متوسط بین ۳-۶ روز زودتر اتفاق افتاد. ارقام در تیمار بهاره‌سازی نسبت به تیمار بدون بهاره‌سازی، از طول سنبله بیشتری برخوردار بودند، ولی اختلافی بین حالت‌های مختلف آلی مشاهده نشد.

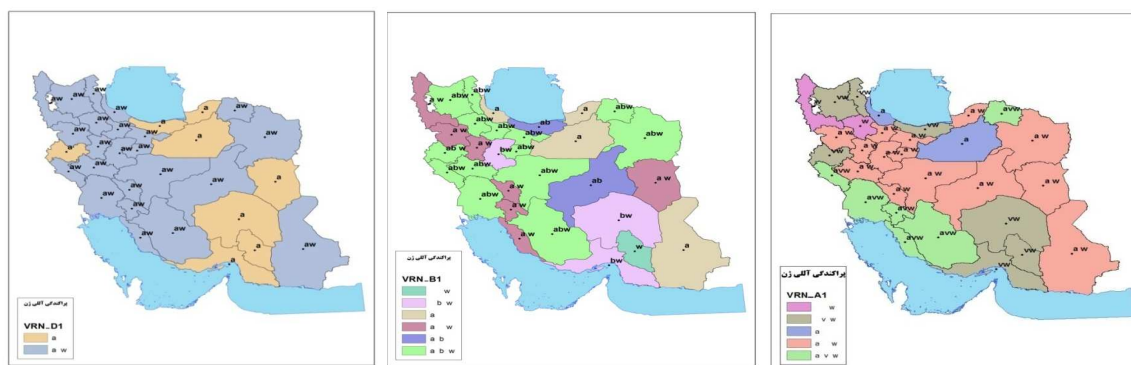
با اینکه گندم بهاره حامل ژن *Vrn-A1* با زمستان‌های معتدل با دمای ۴ تا ۱۰ درجه سلسیوس سازگار است، اما توزیع ژنوتیپ *Vrn* در بین مناطق مختلف متفاوت بود. ژن *Vrn-B1* نیز غالباً در مناطق غربی مرکز تکامل گندم مشاهده شد، در حالی که ژن *Vrn-D1* در قسمت‌هایی از مناطق جنوبی و شمالی به صورت غالب وجود داشت، ولی در اکثر مناطق ایران به صورت هتروژن با آل مغلوب شناسایی شد (شکل ۲). این نتایج مشخصاً بیانگر توزیع متفاوت ژن‌های *Vrn* است. از آنجایی که آثار این ژن‌ها روی نیاز بهاره‌سازی مشابه است، از این‌رو تنوع جغرافیایی به وسیله تفاوت در سازگاری آنها قابل توضیح نیست. به هر حال، چون اطلاعات کمی در باره آثار متقابل بین این ژن‌ها و محیط وجود دارد، بنابراین نیاز است که آثار این ژن‌ها روی آغازش پریموردیوم سنبله و صفات مرتبط با عملکرد تحت شرایط مختلف محیطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

ارتباط بین ژن‌های *Vrn* و صفات فنوتیپی در دو تیمار بهاره‌سازی و عدم بهاره‌سازی در شکل ۳ ارایه شده است. پاسخ به بهاره‌سازی با اختلاف در تعداد روز تا گلدهی، تعداد برگ نهایی، طول سنبله و تیپ گیاهی در مرحله



شکل ۱- نقشه تنوع اکو-جغرافیایی تیپ‌های رشدی ارقام اصلاح شده گندم در اقلیم‌های چهارگانه ایران. در نمودار قطاعی قسمت‌های آبی، قرمز، سبز و بنفش به ترتیب بیانگر درصد ارقام بهاره دارای ژن *Vrn-A1*، درصد ارقام بهاره بدون ژن *Vrn-A1*، درصد ارقام نامشخص و درصد ارقام زمستانه است. در این تصویر، میانگین بلند مدت دمای دی‌ماه بر حسب درجه سلسیوس ارایه شده است. (آمار دما مستخرج از اداره آمار سازمان هواشناسی کشور منتهی به سال ۲۰۱۴ میلادی است. مرجع اقلیم‌بندی نیز بخش تحقیقات غلات موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج است).

Figure 1. Ecogeographical diversity plan of growth habit of improved wheat varieties in four different climates of Iran. The radial parts of the graph, blue, red, green, and purple indicate spring varieties with gene *Vrn-A1*, percentage of spring varieties without gene *Vrn-A1*, percentage of anonymous cultivars and winter cultivars percentage, respectively. In this figure, long-term average temperature of January is displayed. (Data of temperatures are extracted from the Meteorological Organization of Iran leading to 2014. Cereal Department Research of Seed and Plant Improvement Institute is the reference of climatic classification).

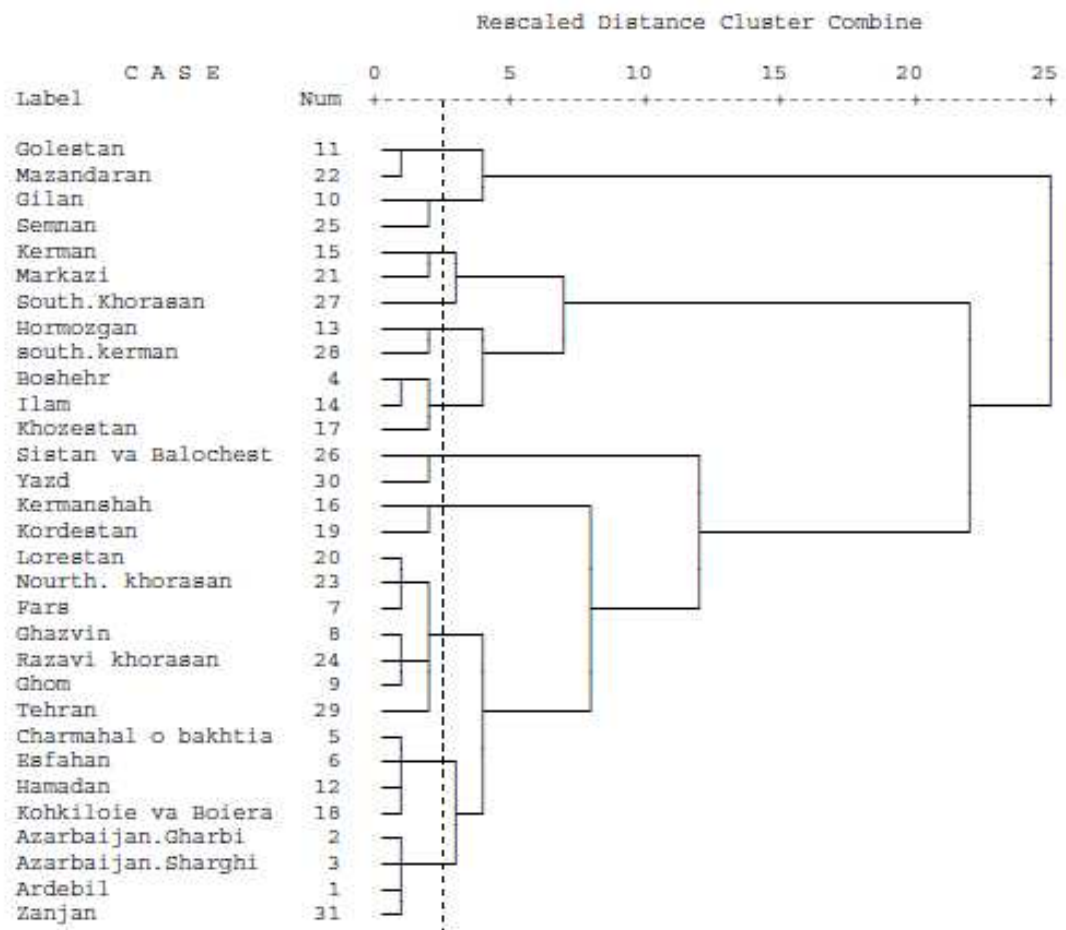


شکل ۲- نقشه‌های پراکندگی آلی ژن‌های موثر در حساسیت به بهاره‌سازی (*VRN*) در استان‌های مختلف کشور بر اساس رقم یا ارقام غالب هر استان.

Figure 2. Allelic distribution plans of vernalization sensitivity genes (*VRN*) in different provinces of Iran based on dominant varieties of each province.

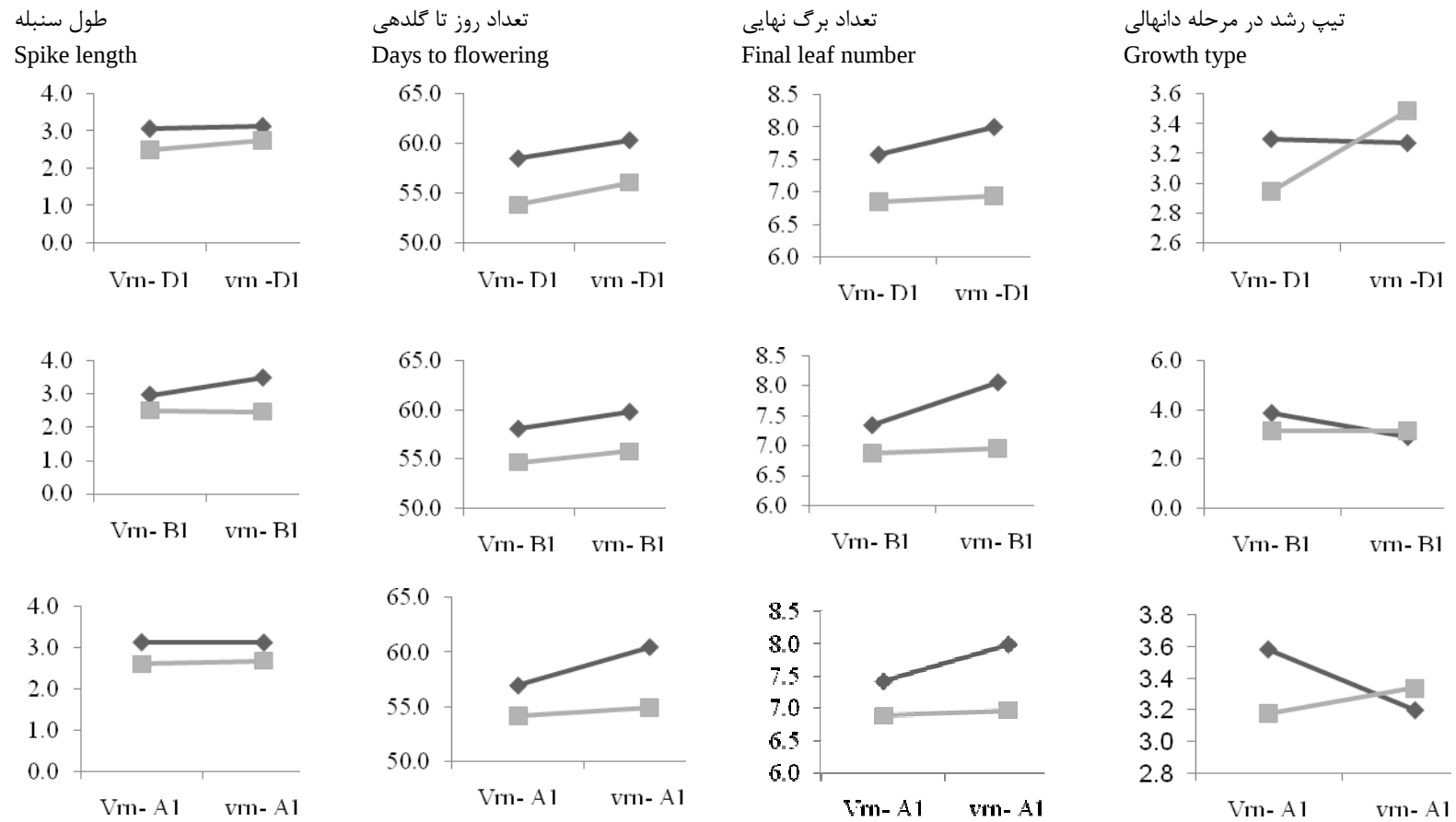
جنوب طبقه‌بندی می‌شوند، در گروه جداگانه‌ای قرار گرفتند. به طور کلی، با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که توزیع آل‌های بهاره‌سازی و عادات رشدی در بین مناطق اقلیمی مختلف در ایران متفاوت است. علاوه بر آن، با توجه به اقلیم‌های متنوع در بسیاری از استان‌های کشور، پیشنهاد می‌شود بررسی توزیع آلی در ایران از حوزه استانی فراتر رود و در سطح شهرستان انجام شود.

تجزیه خوشه‌ای استان‌های کشور بر اساس ژن‌های حساسیت به بهاره‌سازی و پاسخ به طول روز با استفاده از روش حداقل واریانس "وارد" انجام و در شکل ۴ ارائه شد. تطابق این تقسیم‌بندی با توزیع اقلیمی مناطق مختلف، شباهت زیادی را به نمایش گذاشت. استان‌هایی مانند گلستان، مازندران، گیلان و سمنان که از نظر اقلیمی جزو اقلیم گرم شمال (I) هستند، در این تقسیم‌بندی در یک گروه قرار گرفتند. استان‌هایی مثل زنجان، اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی (اقلیم II) نیز که در اقلیم گرم



شکل ۴- گروه‌بندی استان‌های کشور بر اساس ژن‌های حساسیت به بهاره‌سازی و پاسخ به طول روز با استفاده از حداقل واریانس وارد. خط نقطه چین سطح فاصله سه واحدی استان‌ها را نشان می‌دهد.

Figure 4. Clustering the Iran's provinces based on response to photoperiod and vernalization requirement genes using Ward's minimum variance. Midline incision shows the distance level of three scale of the provinces.



شکل ۳- ارتباط بین ژنوتیپ *Vrn* و میانگین برخی صفات فنوتیپی در تیمارهای بهاره‌سازی کامل و بدون بهاره‌سازی. خطوط روشن و تیره به ترتیب تیمار بهاره‌سازی و بدون بهاره‌سازی را نشان می‌دهند.

Figure 3. Association between *Vrn* genotype and averages of some phenotypic traits in full vernalization and no-vernalization treatments. Vernalization and no-vernalization treatments were shown as bright and dark lines, respectively.

## References

- Beales, J., Turner, A., Griffiths, S., Snape, J. W. and Laurie, D. A. 2007. A pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Theoretical and Applied Genetic** 115: 721-733.
- Berry, G. J., Salisbury, P. A. and Halloran, G. M. 1986. Expression of vernalization genes in near-isogenic wheat lines: Effects of night temperature. **Annals of Botany** 58: 523-529.
- Doyle, J. J. and Doyle, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin** 19: 11-15.
- Eagles, H. A., Cane, K. and Trevaskis, B. 2011. Very wheats carry an allele of *Vrn-A1* that has implications for freezing tolerance in winter wheats. **Plant Breeding** 130: 413-418.
- Feldman, M., Lupton, F. G. H. and Miller, T. E. 1995. Wheats. In: Smartt, J. and Simmonds, N. W. (Eds.). *Evolution of Crop Plants*. pp: 184-192.
- Fischer, R. A. 1973. The effect of water stress at various stages of development on yield process in wheat. In: Slatyer, R. O. (Ed.). *Plant Response to Climatic factors*. UNESCO, Paris. 233-241.
- Fu, D., Szucs, P., Yan, L., Helguera, M., Skinner, J., Hayes P. and Dubcovsky, J. 2005. Large deletions in the first intron of the *VRN-1* vernalization gene are associated with spring growth habit in barley and polyploid wheat. **Molecular Genetics and Genomics** 273: 54-65.
- Fujita, M., Kawada, N. and Tahir, M. 1992. Relationship between cold resistance, heading traits and ear primordia development of wheat cultivars. **Euphytica** 64: 123-130.
- Herndl, M., White, J. W., Graeff, S. and Claupein, W. 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.
- Hoshino, T., Tomooka, T., Fukunaga, K. and Seko, H. 1989. Testing methods of pre-harvest sprouting and genealogical pedigree of pre harvest sprouting resistant cultivars in wheat. **Japanese Journal of Breeding** 39: 365-372.
- Iran Meteorological Organization. 2014. Statistics. Retrieved January 26, 2014. From <http://www.irimo.ir>.
- Iwaki, K., Nakagawa, K., Kuno, H. and Kato, K. 2000. Adaptation and ecological differentiation in wheat with special reference to geographical variation of growth habit and *Vrn* genotype. **Plant Breeding** 120: 107-114.
- Jalal Kamali, M. R., Najafi Mirak, T. and Asadi, H. 2012. Wheat: Research and management strategies in Iran. Agricultural Training Press. (In Persian).
- Jihad Agriculture Organization. 2010. Statistics. Retrieved January 5, 2014. From <http://www.maj.ir/portal/File/ShowFile.aspx>.
- Mahfoozi, S. and Sasani, S. 2008. Vernalization requirement in some of wheat and barley genotypes and its communication with cold resistance in controlled and field conditions. **Iranian Journal of Field Crop Science** 39: 113-126. (In Persian).
- Mohammadi, M., Torkamaneh, D. and Mehrazar, E. 2012. Molecular examination and genotype diversity of vernalization sensitivity and photoperiod response in old and modern bread wheat cultivars grown in Iran. **Journal of Crop Science and Biotechnology** 15: 259-265. (In Persian).
- Najafian, G. and Jalal Kamali, M. R. 2012. Public and private adaptation, broad concepts in plant breeding and explainable by agronomic and physiological traits (a review of the literature). **Iranian Journal of Crop Sciences** 12: 109-138. (In Persian).
- Pierce, F. J. and Clay, D. 2007. GIS applications in agriculture. Taylor and Francis Group Press.
- Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. **Plant Growth Regulation** 20: 157-166.
- Santra, D. K., Santra, M., Allan, R. E., Campbell, K. G. and Kidwell, K. K. 2009. Genetic and molecular characterization of vernalization genes *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, and *Vrn-D1* in spring wheat germplasm from the Pacific Northwest region of the USA. **Plant Breeding** 128: 576-584.
- Star, J. and Estes, J. 1996. An introduction to geographic information systems. Translatn: Sanaeenejad, S. H. Mashhad Jihad-University Press. (In Persian).
- Stelmakh, A. F. 1998. Genetic systems regulating flowering response in heat. **Euphytica** 100: 359-369.
- Streck, A. N., Weiss, A. and Baenziger, P. S. 2003. A generalized vernalization response function for winter wheat. **Agronomy Journal** 95: 155-159.

- Sun, Q. M., Zhou, R. H., Gao, L. F. and Jia, Z. 2009.** The characterization and geographical distribution of the genes responsible for vernalization requirement in Chinese bread wheat. **Journal of Integrative Plant Biology** 51: 423-432.
- 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.
- Wilsie, C. P. 1962.** Crop adaptation and distribution. Freeman and Company. San Francisco and London.
- Yan, L., Helguera, M., Kato, K., Fukuyama, S., Sherman, J. and Dubcovsky, J. 2004.** Allelic variation at the *Vrn-1* Promoter region in polyploidy wheat. **Theoretical and Applied Genetic** 109: 1677-1686.
- 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.

## Geographical distribution of vernalization genes in Iranian wheat varieties and lines

Seyyed Hamid Reza Ramazani<sup>1</sup>, Mohsen Ebrahimi<sup>2\*</sup>, Habibollah Ghazvini<sup>3</sup>, Mohammad Reza Jalal Kamali<sup>4</sup> and Ali Izadi Darbandi<sup>2</sup>

1 and 2. Ph. D. Student and Assoc. Prof., respectively, Dept. of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Faculty of Aburaihan, University of Tehran, Iran, 3. Assoc. Prof., Dept. of Cereal Research, Seed and Plant Improvement Institute, Iran, 4. Master Researcher of Global Wheat Breeding Program and Representative of the International Maize and Wheat Improvement Center, CIMMYT

(Received: October 1, 2014- Accepted: May 25, 2015)

### Abstract

The cold resistance in wheat varieties that been controlled with compatibility procedure to environment such as vernalization requirement and photoperiod reaction, has been factors for success in cold regions. Thus, knowledge of the eco-geographical distribution of influencing vernalization requirement and photoperiod reaction genes is essential for modern breeding program. To do so, 119 lines and cultivars of Iranian wheat were studied. Specific primers based on the polymerase chain reaction (STS-PCR) to identify alleles affecting the sensitivity to vernalization were used in *Vrn-A1*, *Vrn-B1* and *Vrn-D1* loci. For agro-ecological study of the diversity and distribution of these genes in Iran, data layers were prepared using GIS Map software and the latest set of tables with predominant cultivars that were cultured in each region. Results showed that spring type was 65.5% of whole and their diversity depending on the coldness of winter. Spring type cultivars mainly adapted to south warm and moderate climates where average January temperature was above 4 °C. On the contrary, winter type adapted to areas of average January temperature from -7 °C to 4 °C. With determining genotypes based on of these traits, breeders will enable to lead segregation generations to better compatibility.

**Keywords:** Cold, Compatibility, GIS Map software, Spring type, Winter type

---

\*Corresponding author: [mebrahimi@ut.ac.ir](mailto:mebrahimi@ut.ac.ir)