نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۵۸-۴۹، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 49-58

ارزیابی امکان کاشت پاییزه ژنوتیپ‌های عدس متحمل به سرما در شرایط آبیاری تکمیلی

احمد نظامی[1*]، عبدالرضا باقری[1]، حسن پُرسا[2]، محسن زعفرانیه[3] و نرگس خمدی[3]

۱- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی و اعضای پیوسته گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- کارشناس ارشد پژوهشی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجویان سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۶/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ۱۷ ژنوتیپ متحمل به سرمای عدس به همراه یک توده محلی رایج (رباط) در کاشت پاییزه (۲۱ مهرماه) تحت شرایط آبیاری تکمیلی، آزمایشی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آبیاری در طی فصل رشد در سه نوبت شامل بلافاصله پس از کاشت، ۲۰ روز بعد از آبیاری اول و نیز در آغاز گلدهی انجام شد. بر اساس نتایج، تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). محدوده رشد رویشی (سبزشدن تا گلدهی) در بین بوته‌ها از حداقل ۱۰۲ تا ۱۵۰ روز و تعداد شاخه در بوته از حداقل ۵ تا حداکثر ۲۴ شاخه در بوته متغیر بود ضمن این‌که گستره‌ی عملکرد دانه از حداقل ۷۶ گرم درمترمربع در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۳۷۹ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC20 مشاهده شد. همبستگی بین عملکرد دانه با طول دوره رشد رویشی ($r=$۰/۷۹**)، دوره رشد زایشی ($r=$۰/۸۳**)، ارتفاع بوته ($r=$۰/۶۲**)، تعداد شاخه در بوته ($r=$۰/۶۸**)، مجموع طول شاخه دربوته ($r=$۰/۵۶**) و تعداد غلاف در بوته ($r=$۰/۸۰**)، مثبت و معنی‌دار بود. با توجه به پایین بودن میانگین عملکرد دانه عدس در کشت رایج در ایران و نیز با توجه به افزایش حدود چهار برابری میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، انتظار می‌رود در صورت استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم به سرما در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی، عملکرد عدس افزایش چشمگیری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: رشد رویشی، شاخه، عملکرد، فنولوژی، متحمل به سرما

مقدمه

حبوبات به علت دارا بودن برخی ویژگی‌های غذایی و زراعی قابل ملاحظه، اهمیت ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی کشورهای در حال توسعه دارند. در بین حبوبات، عدس علاوه بر دارا بودن مقدار زیاد پروتئین (حدود ۲۸ درصد) با کیفیت مناسب و مکمل برای پروتئین غلات، به‌دلیل همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن هوا و حاصل‌خیز نمودن خاک‌ها، ضمن داشتن تناوب با غلات، عامل مهمی در ثبات تولید این محصولات در مناطق خشک و دیم‌زارهای کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Saxena, 1993). از مهم‌ترین مسایل موجود در رابطه با حبوبات از جمله عدس، تولید پایین و نوسان در عملکرد می‌باشد. از مجموع حدود ۲۲۵ هزار هکتار سطح زیرکشت عدس در ایران، تنها ۱۱۵ هزار تُن محصول دانه به‌دست می‌آید که به این ترتیب میانگین عملکرد دانه عدس در ایران، تنها ۵۱۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2006). از جمله مهم‌ترین دلایل پایین بودن عملکرد عدس در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران، می‌توان به عملکرد پایین ارقام رایج، به‌کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روش‌های نامناسب تولید و وقوع تنش‌های زیستی و غیرزیستی در طی فصل رشد این محصولات، اشاره کرد (Singh & Saxena, 1993) . مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا از جمله نواحی اگرواکولوژی عمده برای تولید عدس می‌باشند. این مناطق دارای اقلیمی با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های خشک و داغ هستند. در این نواحی عدس به‌طور سنتی در بهار کشت شده و غالباً با استفاده از رطوبت ذخیره شده در خاک رشد می‌کند و به‌صورت تدریجی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. در اواخر بهار و اوایل تابستان، تنش‌های خشکی و گرما هم‌زمان با هم در مراحل رویشی و زایشی گیاه حادث شده و رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Silim *et al*., 1993) . در مقابل، در کاشت زمستانه،

* **نویسنده مسئول:** گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، پُست الکترونیک: nezami@um.ac.ir

طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی و افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، افزایش بیوماس گیاه را سبب می‌شود (Singh *et al*., 1997). نتایج آزمایشی در ترکیه نشان داده است که کشت پاییزه عدس می‌تواند عملکردی ۵۰ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از کاشت سنتی بهاره داشته باشد (Sakar *et al*., 1988). موفقیت کشت پاییزه عدس در مناطق مرتفع نیازمند استقرار مناسب ارقام متحمل به سرما در زمستان می‌باشد. طی دهه‌های گذشته تحقیقات وسیعی در رابطه با کاشت پاییزه عدس انجام شده است (Sarker *et al*., 2002; Kusmenoglu, & Aydin, 1995)، به عنوان مثال در آمریکا از بین ارقام عدس یونانی، یک لاین مقاوم به سرما (WH-2040) انتخاب شد (Wilson, & Hudson, 1978). این لاین در مرحله گیاهچه‌ای بدون پوشش برف، سرمای شدید تا ۲۳- درجه سانتی‌گراد را تحمل نمود و پوشش سبز مناسبی تولید کرد. این ژنوتیپ که عملکرد خوبی نیز داشت در سال ۱۹۷۹ به عنوان رقم تجارتی مقاوم به سرما، تکثیر و توزیع گردید. در مطالعه‌ای که با همکاری مرکز بین‌المللی ایکاردا در ایستگاه تحقیقاتی منا (ترکیه) صورت گرفت، ۳۵۹۲ نمونه عدس با دو شاهد محلی برای بِه‌گزینی جهت تحمل به سرما در یک طرح بدون تکرار در ردیف‌هایی به طول دو متر، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. تمامی نمونه‌ها قبل از فرا رسیدن سرما، سبز شدند. این نمونه‌ها ۴۷ روز پوشش برف زمستانه و سرمای شدید (که گاهی کمتر از ۲۶/۸- درجه سانتی‌گراد بود) را سپری کرده و پس از ذوب شدن برف، مورد ارزیابی قرار گرفتند. از بین آنها، تعداد ۲۳۸ نمونه که خسارتی ندیده بودند انتخاب شدند. منشأ این نمونه‌ها کشورهای شیلی، یونان، ایران، سوریه و ترکیه بود(Erskine *et al*., 1981). در تحقیقی که از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۴ با همکاری دانشگاه پروجا در ایتالیا انجام شد، ۴۶ لاین مقاوم به سرمای عدس مورد مطالعه قرار گرفت که از بین آنها پنج لاین مقاوم‌تر شامل ILL39، ILL45، ILL669، ILL1827 و ILL1878 انتخاب شدند. سپس از بین لاین‌های مذکور که مجدداً طی زمستان‌های ۱۹۸۴ و ۱۹۸۵ کشت گردیدند، ILL669 به‌عنوان مقاوم‌ترین لاین مورد تأیید قرار گرفت. حداقل دما درطی سال‌های مورد آزمایش، ۹- درجه سانتی‌گراد گزارش گردید (Erskine & Witcombe, 1984). هر چند برخی شواهد بیانگر این است که گیاهچه‌های عدس می‌توانند یخبندان ۳- تا ۴- درجه سانتی‌گراد را تحمل نمایند، ولی یخبندان شدیدتر ممکن است به قسمت‌های هوایی عدس آسیب برساند و آنها را از بین ببرد (Srivastava *et al*., 1988). در یک مطالعه‌ی سه‌ساله به‌منظور ارزیابی تحمل به سرمای عدس، ۷۶۰ نمونه در دانشکده کشاورزی کرج و تاکستان مورد بررسی قرار گرفت و دو رقم بسیار مقاوم (۱۰۰-۸۱ درصد مقاومت) و چهار رقم مقاوم (۸۰-۶۱ درصد مقاومت) شناسایی شدند. گیاهچه‌های جوان عدس در این آزمایش‌ها حدود ۳۰ تا ۴۰ روز زیر پوشش برف بودند در حالی‌که حداقل دما بین ۸/۴- تا ۱۴- درجه سانتی‌گراد بود (Panahpoor, 1990). در یک مطالعه دیگر مقاومت به سرمای ۳۹ لاین عدس طی دو سال زراعی که پایین‌ترین دمای مطلق طی ماه‌های سرد این دو سال به‌ترتیب ۱۰- و ۹/۸- درجه سانتی‌گراد بود مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین صفت مقاومت یا تحمل به سرما در بین ۳۹ ژنوتیپ مورد بررسی از روش مقیاس‌بندی بر اساس درصد بوته‌های باقی‌مانده پس از رفع یخبندان زمستانه و بهاره استفاده گردید. ژنوتیپ‌هایی که درصد مقاومت به سرمای ۹۶ تا ۱۰۰ درصد و ۹۱ تا ۹۵ درصد را نشان دادند به‌ترتیب، خیلی‌مقاوم و مقاوم و آنهایی که درصد مقاومت به سرمای ۷۱ تا ۹۰ درصد را داشتند، متحمل ارزیابی شدند. بر این اساس، ژنوتیپ‌های خیلی‌مقاوم، صفر درصد، مقاوم، ۴ درصد و ژنوتیپ‌های متحمل، ۲۸ درصد فراوانی را به‌خود اختصاص دادند (Yazdisamadi *et al*., 2004). بررسی تحمل به سرمای ۲۲۰ ژنوتیپ عدس مشهد طی دو سال زراعی در کاشت پاییزه در مشهد نشان داد که بین ژنوتیپ‌های عدس مورد بررسی از نظر درصد بقاء، تنوع قابل‌ملاحظه‌ای وجود داشت به‌گونه‌ای که بر اساس مجموع داده‌های سه تاریخ کاشت پاییزه در سال اول مطالعه، ۲۲ درصد نمونه‌ها بسیار متحمل، ۶۱ درصد متحمل، ۱۶ درصد نسبتاً متحمل، ۱ درصد، نسبتاً حساس و صفر درصد، حساس بودند و در سال دوم مطالعه، درصد نمونه‌های بسیار متحمل، متحمل، نسبتاً متحمل، نسبتاً حساس و حساس، به‌ترتیب ۲۳، ۵۷، ۲۰، ۱ و صفر درصد بود (Bagher *et al*., 2004). نتایج این آزمایش منجر به شناسایی ۱۸ ژنوتیپ عدس شد که تحمل به سرمای نسبتاً خوبی را در کاشت پاییزه نشان دادند و در آزمایش حاضر، ۱۷ ژنوتیپ از آنها مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفتند. لذا این آزمایش با هدف ارزیابی تحمل به سرمای تعدادی از لاین‌های عدس مقاوم به سرما موجود در بانک بذر حبوبات دانشگاه فردوسی مشهد تحت شرایط آبیاری تکمیلی در مزرعه، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

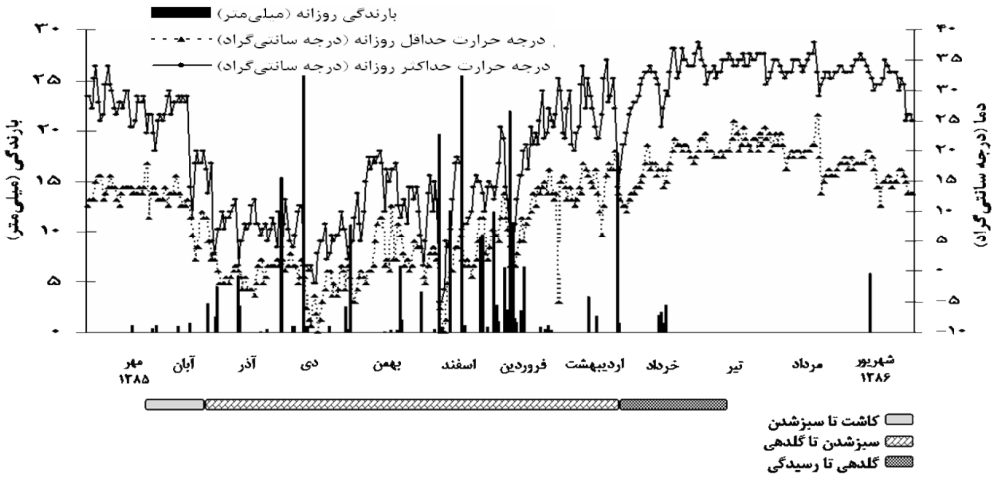
این آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. بر اساس آمار درازمدت هواشناسی، متوسط بارندگی سالانه مشهد ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه آن

به‌ترتیب ۴۳ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد است. ارتفاع مشهد از سطح دریا ۹۸۵ متر و اقلیم آن بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک است.

در این آزمایش، ۱۷ ژنوتیپ عدس متحمل به سرما حاصل بِه‌گزینی از آزمایشات گذشته (Bagher *et al*., 2004) به‌همراه توده محلی رباط در کاشت پاییزه و در شرایط آبیاری تکمیلی مورد بررسی قرار گرفتند. این لاین‌ها از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی و دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شده و در تاریخ ۲۱ مهر سال ۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۱/۵ متر شامل سه ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متری از یکدیگر کشت شدند. تراکم کاشت، ۲۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. قبل از کاشت از هر یک از کودهای اوره و سوپرفسفات آمونیوم، به‌ترتیب معادل ۱۰۰ و۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. آبیاری در سه مرحله شامل بلافاصله پس از کاشت، ۲۰ روز پس از آبیاری اول و نیز در زمان گلدهی انجام شد. مبارزه با علف‌های‌هرز در دو نوبت، ۲۰ روز پس از دومین آبیاری و بعد از سرمای زمستان (۲۵ فروردین) انجام شد. مراحل فنولوژیک گیاه بر اساس زمان وقوع ۵۰ درصد از هر یک از مراحل سبز شدن، گلدهی و رسیدگی، ثبت شدند (IBPGR, 1985). در پایان فصل رشد، بوته‌های موجود در هر کرت به‌منظور تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، برداشت شد. همزمان، تعداد چهار بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، خصوصیات مورفولوژیک گیاه شامل ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌ها در بوته و اجزای عملکرد دانه شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه، اندازه‌گیری شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارآماری MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های هواشناسی، گیاهان در فاصله کاشت تا سبزشدن در معرض دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد قرار نگرفتند. پایین‌ترین میزان دما در طی این دوره، ۲ درجه سانتی‌گراد بود (شکل۱). در طی دوره رشد رویشی (سبز شدن تا گلدهی) در مجموع، ۶۴ شب با دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد و نیز ۱۳ روز با پوشش برف اتفاق افتاد که پایین‌ترین درجه‌حرارت (حداقل روزانه) در طول این مدت، ۱۰- درجه سانتی‌گراد بود که در تاریخ‌های ۱۴ دی و ۸ و ۹ اسفندماه به‌وقوع پیوست. همچنین سرمای دیررس بهاره (۵- درجه سانتی‌گراد در۳۰ فروردین ماه) در اواخر رشد رویشی و همزمان با آغاز گلدهی، به‌وقوع پیوست.

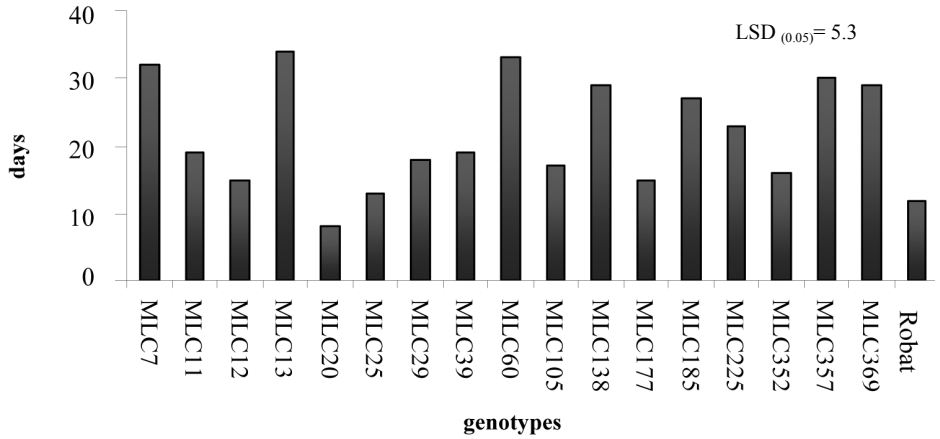


شکل۱- دماهای حداقل و حداکثر روزانه و بارندگی روزانه طی دوره کاشت تا رسیدگی ژنوتیپ‌های عدس در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 1. Daily minimum and maximum temperature and rainfall from sowing to harvest of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

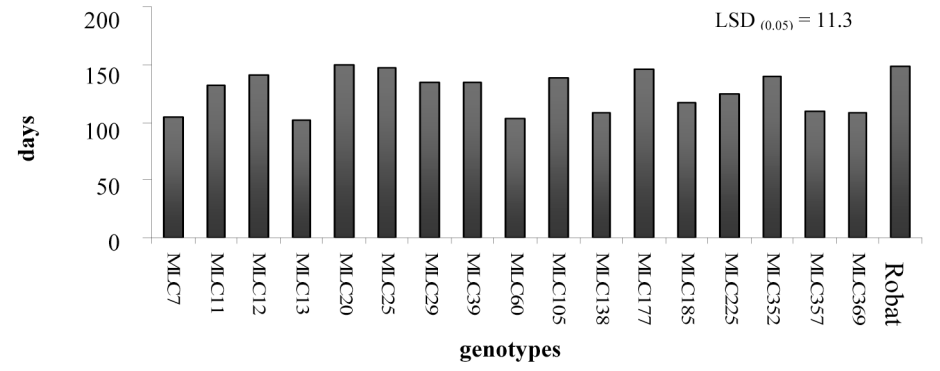
مجموع میزان بارندگی در طی دوره کاشت تا برداشت، ۲۶۷ میلی‌متر بود که در طی ۵۸ مورد بارندگی رُخ داد (شکل۱). تعداد بارندگی‌های بیش از ۱۰ میلی‌متر، ۱۱ مورد بود که در طی ماه‌های دی تا خرداد اتفاق افتاد.

مراحل فنولوژیک: واکنش ژنوتیپ‌های عدس پاییزه در شرایط آب و هوایی مشهد در مورد تمام ویژگی های مورد بررسی، معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) بود. بر اساس نتایج، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن، معنی‌دار بود و دامنه آن از حداقل ۸ روز در MLC20[2] تا حداکثر ۳۴ روز در ژنوتیپ MLC13 متغیر بود (شکل ۲). از نظر تعداد روزهای سبزشدن تا گلدهی، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود و گستره آن از حداقل ۱۰۲ روز در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۱۵۰ روز در توده محلی رباط متغیر بود (شکل ۳). نتایج آزمایشات Eshel (1967) بر روی نخود و Dahiya *et al.* (1989) در مورد عدس نشان داده است که در کشت زمستانه، رشد رویشی گیاهان با رژیم‌های رطوبتی و حرارتی مناسب‌تری روبه‌رو شده و در نتیجه رشد زایشی بهبود یافته و زمینه جذب تشعشع فعال فتوسنتزی بیشتری نسبت به کشت بهاره نیز فراهم می‌شود که این عمل منجر به افزایش عملکرد شد.



شکل۲- تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن در ژنوتیپ‌های عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 2. Days from sowing to emergence of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

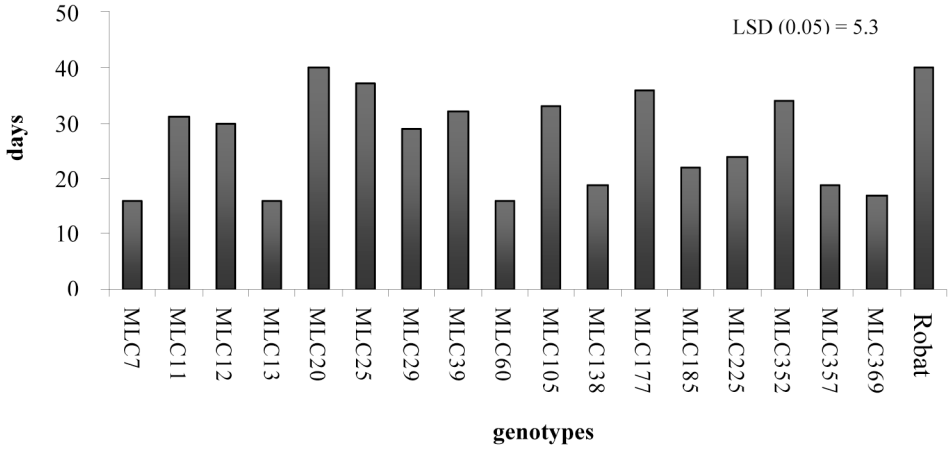


شکل۳- تعداد روزهای سبزشدن تا گلدهی در ژرم‌پلاسم عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 3. Days from emergence to flowering of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی نیز معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های MLC20 و توده رباط با ۴۰ روز بیشترین و ژنوتیپ‌های MLC7، MLC13 و MLC60 با ۱۶ روز کمترین دوره رشد زایشی را دارا بودند (شکل ۴). همبستگی بین دوره رشد زایشی با دوره رشد رویشی، مثبت و معنی‌دار (r=۰/۹۴**) بود.

[1] Mashhad Lentil Collection



شکل۴- تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی در ژرم‌پلاسم عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه مشهد در شرایط آبیاری تکمیلی طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 3. Days from flowering to maturity of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

صفات مورفولوژیک: بر اساس نتایج، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر ارتفاع بوته معنی‌دار بود و گستره‌ی آن از حداقل ۱۴ در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۵۶ سانتی‌متر در توده محلی رایج متغیر بود (جدول ۱). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته با دوره سبزشدن تا گلدهی (r=۰/۷۵**) و نیز گلدهی تا رسیدگی (r=۰/۸۲**) مشاهده شد.

از نظر تعداد شاخه در بوته، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود و گستره آن از حداقل ۵ در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۲۴ شاخه در بوته در توده محلی رباط متغیر بود. همبستگی تعداد شاخه در بوته با تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی (r=۰/۶۶**) و تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی (r=۰/۶۶**)، مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز از کاشت تا سبزشدن (r= -۰/۷۱**)، منفی و معنی‌دار بود. گزارش‌های متعدد نشان می‌دهد که تعداد شاخه در گیاهان کشت پاییزه نسبت به بهاره به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است که علت آن رشد بیشتر در اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت در طی دوره رشد رویشی بوده است (Nezami, 2002; Auld *et al.*, 1988). تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر مجموع طول شاخه در بوته معنی‌دار بود و دامنه آن از حداقل ۱۳۲ سانتی‌متر در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۷۵۷ سانتی‌متر در توده محلی رباط متغیر بود. همبستگی بین مجموع طول شاخه در بوته با دوره رشد رویشی (r=۰/۵۲**)، دوره رشد زایشی (r=۰/۵۲**)، تعداد شاخه در بوته (r=۰/۸۹**) و ارتفاع بوته (r=۰/۹۰**) مثبت و معنی‌دار بود. تاریخ کاشت بر مجموع طول شاخه در گیاه اثر معنی‌دار دارد به‌طوری‌که مجموع طول شاخه در بوته در کاشت‌های پاییزه و زمستانه نسبت به کشت بهاره بیشتر می‌باشد. انطباق رشد رویشی با رژیم‌های حرارتی مناسب‌تر باعث می‌شود تا رشد رویشی گیاه افزایش یافته و در نتیجه مجموع طول شاخه‌ها نیز افزایش یابد (Singh *et al.*, 1994).

اجزای عملکرد و عملکرد دانه: براساس نتایج، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. در این میان، ژنوتیپ‌های MLC20 و توده رباط به‌ترتیب با ۳۱۵ و ۳۱۳ غلاف، بیشترین و ژنوتیپ MLC13 با ۸۵ غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند. همبستگی میان تعداد غلاف در بوته با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۶۴**)، دوره رشد زایشی (r=۰/۶۸**)، مجموع طول شاخه‌ها در بوته (r=۰/۵۱**) و ارتفاع بوته (r=۰/۵۷**)، مثبت و معنی‌دار و با طول دوره کاشت تا سبزشدن (r= -۰/۷۴*)، منفی و معنی‌دار بود. نتایج بررسی Eshel (1967) نشان داده است که در کاشت زمستانه، درجه‌حرارت‌های پایین‌تر همراه با طول روز کوتاه‌تر، مرحله رشد رویشی گیاه نخود را طولانی کرده و به گیاه اجازه می‌دهد تا چارچوب رویشی خود را گسترش دهد. بدین ترتیب ضمن فراهم شدن زمینه جذب بیشتر تشعشع فعال فتوسنتزی، در اوایل فصل رشد، تعداد گره بیشتری نیز تولید می‌شود که با مناسب شدن شرایط فتوپریودی وارد رشد زایشی می‌شوند ضمن این‌که مراحل رشد زایشی گیاه نیز با شرایط حرارتی ملایم‌تر و رطوبتی مطلوب‌تری همزمان می‌شود.

گزارش‌های متعددی (Bagheri *et al*., 2004; Arvadia & Patel 1988; Saxina, 1980) در مورد افزایش تعداد غلاف در بوته در کاشت‌های زمستانه نخود و عدس نسبت به کشت بهاره ارائه شده است. در بررسی Kumar *et al*. (1983) در گیاه عدس نیز مشاهده شد که انشعابات جانبی نقش مهمی را در تولید غلاف در بوته ایفا می‌کنند.

از نظر وزن ۱۰۰دانه، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های MLC7 و MLC13 به‌ترتیب با ۵/۴ و ۵/۳ گرم، بیشترین و توده رباط با ۱/۵ گرم، کمترین وزن ۱۰۰ دانه را دارا بودند. همبستگی بین وزن ۱۰۰دانه با طول دوره رشد رویشی (r= -۰/۷۳**) و زایشی (r= -۰/۵۳**)، مجموع طول شاخه در بوته (r= -۰/۴۶**)، ارتفاع بوته (r= -۰/۵۴**) و تعداد غلاف در بوته (r= -۰/۴۴**)، منفی و معنی‌دار بود. در مورد تغییرات وزن ۱۰۰دانه نسبت به تاریخ کاشت، گزارش‌های متعددی وجود دارد. یک تحقیق نشان داد که با تأخیر در کاشت به دلیل افزایش درجه‌حرارت طی دوره پُرشدن دانه همچنین کاهش طول این دوره، وزن ۱۰۰دانه کاهش می‌یابد (Deore *et al*., 1989). در حالی‌که نتایج تحقیق دیگری مشخص کرده است که بین تاریخ‌های مختلف کاشت نخود از جمله کاشت‌های پاییزه- زمستانه با بهاره از نظر میزان وزن ۱۰۰دانه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (Khyrkhah *et al*., 2001). به نظر می‌رسد که کاهش وزن ۱۰۰دانه ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت بهاره به‌دلیل کمبود نزولات جوی در دوره رشد زایشی بوده است. بررسی دیگری برروی کشت پاییزه و بهاره نخود نیز بیانگر این است که وزن ۱۰۰دانه نخود تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفته است (Singh *et al*., 1993).

تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر میزان عملکرد دانه معنی‌دار بود و گستره آن از حداقل ۷۶/۴ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۳۷۹/۲ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC20 متفاوت بود. همبستگی بین عملکرد دانه با طول دوره کاشت تا سبزشدن (r= -۰/۸۶**)، منفی و معنی‌دار بود در حالی که با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۷۹**)، طول دوره رشد زایشی (r=۰/۸۳**)، ارتفاع بوته (r=۰/۶۲**)، تعداد شاخه (r=۰/۶۸**) و مجموع طول شاخه در بوته (r=۰/۵۶**) همچنین تعداد غلاف در بوته (r=۰/۸۰**)، مثبت و معنی‌دار بود.

Porsa *et al*. (2001) مشاهده کردند که در میان سطوح تاریخ کاشت نخود در مشهد، کمترین میزان عملکرد دانه در کاشت بهاره به‌دست آمد که نسبت به سطوح تاریخ کاشت پاییزه، به‌میزان معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) کمتر بود. آنها کاهش تعداد غلاف در بوته در کاشت بهاره را دلیل اصلی کاهش عملکرد دانه در این تاریخ کاشت نسبت به کاشت‌های دیگر ذکر کردند. Kanooni *et al*. (2004) طی بررسی ۴۰ لاین نخود طی دو سال زراعی در کاشت پاییزه در مناطق غرب ایران گزارش نمودند که در بین لاین‌های مورد آزمایش، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود داشت. در آزمایش فوق، بالاترین میزان عملکرد دانه ۳۰۰۰ و پایین‌ترین میزان، ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود در حالی که معمولاً بهترین لاین‌های نخود در آزمایش‌های بهاره در این مناطق، تنها عملکردی بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار تولید می‌کردند. از آنجا که متوسط عملکرد دانه برای کلیه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در این تحقیق دو ساله، حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود این محقق نتیجه گرفت که افزایش عملکرد نخود، به دلیل استفاده از رطوبت کافی و دوره رشد طولانی‌تر در کاشت پاییزه بوده است.

در مورد عملکرد بیولوژیک، تفاوت بین ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود و از حداقل ۶۳۶ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC357 تا حداکثر ۱۱۷۸ گرم در مترمربع در توده رباط متغیر بود. در این آزمایش، همبستگی بین عملکرد بیولوژیک با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۳۹**)، دوره رشد زایشی (r=۰/۳۵**)، تعداد غلاف در بوته (r=۰/۳۰**)، تعداد شاخه در بوته (r=۰/۳۴**)، ارتفاع بوته (r=۰/۳۴*)، مجموع طول شاخه در بوته (r=۰/۳۳**) و عمکرد دانه (r=۰/۳۸**)، مثبت و معنی‌دار بود. بر اساس اظهارات Singh *et al*. (1997) بهبود عملکرد دانه به علت افزایش رشد رویشی و تأمین مطلوب مخازن زایشی گیاه توسط اندام‌های رویشی رُخ می‌دهد. زیرا افزایش دوره رشد رویشی در گیاهانی که در پاییز کشت می‌شوند موجب بهبود رشد اندام‌های گیاهی و بیوماس شده و در نهایت موجب افزایش پتانسیل تولید در گیاه می‌شود.

میزان شاخص برداشت در بین ژنوتیپ‌ها از ۸ تا ۳۳ درصد متغیر بود به‌طوری‌که ژنوتیپ MLC20 با ۳۳ درصد بیشترین و ژنوتیپ MLC13 با ۸ درصد کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. در این آزمایش بین شاخص برداشت با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۲۸**)، رشد زایشی (r=۰/۳۴**)، ارتفاع بوته (r=۰/۱۸**)، تعداد شاخه (r=۰/۲۵**)، طول شاخه (r=۰/۱۷**)، عملکرد دانه (r=۰/۴۳**) و عملکرد بیولوژیک (r=۰/۰۲**)، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. Verghis *et al*. (1994) در زلاندنو مشاهده کردند که شاخص برداشت گیاهان عدس در کاشت زمستانه کمتر از کاشت بهاره بود. آنها اظهار داشتند که یکی از دلایل اصلی کاهش شاخص

برداشت در کاشت زودتر (زمستانه)، مرگ و میر زمستانه می‌باشد. در آزمایش آنها گیاهان پاییزه زودتر از گیاهان کاشت بهاره وارد مرحله گلدهی شدند، ولی بسیاری از گل‌ها احتمالاً به دلیل مصادف شدن دوره گلدهی با درجه حرارت‌های یخزدگی، ریزش کردند و بنابراین تعداد غلاف در واحد سطح شدیداً کاهش یافت.

جدول ۱- مقایسه خصوصیات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد ژرم‌پلاسم‌های عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه در مشهد در شرایط آبیاری تکمیلی طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مشهد

Table 1. Comparison of morphological traits, yield components and yield of cold tolerant lentil in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

شاخص برداشت (درصد) HI (%)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biomass ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Yield ($g.m^{-2}$)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	مجموع طول شاخه‌ها در بوته (سانتی متر) Branches length per plant (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	ژنوتیپ ها Genotypes
14.6	690	100.1	5.4	108	188	7	18	**MLC7**
28.2	730	200.6	2.2	203	409	14	41	**MLC11**
18.5	1112	200.6	2.2	205	465	15	46	**MLC12**
7.9	963	76.4	5.3	85	132	5	14	**MLC13**
32.7	1158	379.2	2.1	315	551	19	55	**MLC20**
25.5	1058	270.8	2.0	240	400	15	39	**MLC25**
18.0	1145	206.5	2.0	185	507	16	46	**MLC29**
23.6	1020	241.0	3.5	207	408	14	37	**MLC39**
14.0	647	90.9	4.1	141	262	9	24	**MLC60**
21.4	1118	239.5	4.0	206	445	17	38	**MLC105**
19.5	805	157.2	2.9	154	360	12	31	**MLC138**
26.0	1099	286.8	2.0	230	460	15	36	**MLC177**
15.7	943	148.7	3.1	134	353	12	31	**MLC185**
16.1	1055	170.9	4.1	151	403	14	33	**MLC225**
26.4	920	234.3	1.9	207	652	19	53	**MLC352**
18.7	636	119.5	4.4	99	267	10	19	**MLC357**
5.7	2368	136.4	5.2	160	365	12	32	**MLC369**
25.8	1178	304.4	1.5	313	757	24	56	**Robat**
6	**318**	**48.6**	**0.8**	**55**	**146**	**3**	**12**	**LSD(0.05)**

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری میان عملکرد دانه با صفاتی مانند طول دوره رشد رویشی، دوره رشد زایشی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، مجموع طول شاخه در بوته و تعداد غلاف در بوته، وجود دارد. با توجه به میانگین پایین عملکرد عدس در ایران (۵۱۱ کیلوگرم در هکتار)، افزایش حدود چهار برابری میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش نسبت به میانگین عملکرد عدس در کشور، حاکی از وجود چشم‌انداز روشن در راستای افزایش چشمگیر تولید عدس در کشور در صورت استفاده از ژنوتیپ‌های عدس مقاوم به سرما در کشت پاییزه و آبیاری تکمیلی، می باشد.

منابع

1. Arvadia, M.K., and Patel, Z.G. 1988. Influence of date of sowing on the growth and yield of gram (*Cicer arietinum* L.) under different fertility levels. In: Gujarat Agirc. Uni. Research J. 13: 65-66. Field Crop Abstract 43: 2631.
2. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence and seed yield of chickpea. Agron. J. 80: 909-914.
3. Bagheri, A., Nezami, A., and Hojjat, S. 2004. Evaluation of cold tolerance in lentil for fall planting in the highlands of Iran. Final report of research project, Ferdowsi University of Mashhad.
4. Dahiya, B.S., Grupta, K.R., and Waldia, M. 1983. Adaptation of Lentil varieties to late sowing. Indian J. Agric. Sci. 53: 673-676.
5. Deore, B.P., Bharud, R.W., and Khorde, V.N. 1989. Physiological basis for yield differences in chickpea under different seeding periods. In: Annuals of plant physiology 43: 432. Field Crop Abstract 43:1740.

6. Erskine, W., and Witcombe, J.R. 1984. Lentil Germplasm Catalogue. ICARDA, Syria.
7. Erskine, W., Meyveci, K., and Izgin, N. 1981. Screening of world lentil collection for cold tolerance. Intl. Lens Newsl. 8: 5-9.
8. Eshel, Y. 1967. Effect of sowing date on growth and seed yield components of chickpea (*Cicer arietinum*). In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). The Chickpea. p. 215. C.A.B. International, UK.
9. FAO. 2006. FAOSTAT data. Accessed 16th April 2006. Last updated 3rd February 2006, http://faostat. Fao.org/faostat/collection?Version=ext& hasbulk=0 & subset=agriculture.
10. IBPGR, ICRISAT and ICARDA. 1985. Descriptors for lentil (*Lens culinaris* Medik.) ICRISAT, Patancheru, India.
11. Kanooni, H. 2004. Evaluation of cold tolerance in chickpea germplasm in fall planting nurseries. Seedling and Seed 20: 89-99. (In Persian with English abstract).
12. Khyrkhah, M., Bagheri, A., Nassiri, M., and Nezami, A. 2001. Selection in Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) for Entezari planting in Mashhad conditions. Iranian J. of A. Sci. and Ind. 16: 173-180. (In Persian with English abstract).
13. Kumar, B., Mehra, K.L., and Sapra, R.L. 1983. An investigation on correlation pattern among yield components in lentil. Lens Newsl. 10: 10-12.
14. Kusmenoglu, I., and Aydin, N. 1995. The current status of lentil germplasm exploitation for adaptation to winter sowing in the Anatolain highlands. p. 63-71. In: J.D.H. Keatinge and I. Kusmenoglu (Eds.). Autumn-Sowing of Lentil in the Highlands of West Asia and North Africa". Central Research Institute for Field Crops, Ankara, Tukey.
15. Nezami, A. 2002. Evaluation of cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) for fall planting in the highlands of Iran. PhD. Thesis. Ferdowsi University of Masshad.
16. Panahpoor, H. 1990. Evaluation of cold resistance in Lentil. MSc. Thesis. Tehran University, Iran.
17. Porsa, H., Bagheri, A., Nezami, A., Mohammadabadi, A.A., and Langari, M. 2001. Evaluation of fall-winter planting of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in dryland conditions of North Khorasan. Iranian J. of A. Sci. and Ind. 16: 143-152. (In Persian with English abstract).
18. Sakar, D., Durutan, N., and Meyveci, K. 1988. Factors which limit the productivity of cool season food legumes in Turkey. p. 37-146. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer, the Netherlands.
19. Sarker, A., Aydin, N., Aydogan, A., Sabaghpour, S.H., Ketata, H., Kusmenoglu, I., and Erskine, W. 2002. Winter lentils promise improved nutrition and income in West Asian highlands. ICARDA Caravan 16: 1-4.
20. Saxena, M.C. 1980. Recent advances in chickpea agronomy. In: Proc. of the First International Workshop on Chickpea Improvement" p. 89-96. 1979. ICRISAT, India. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. p. 125. 1984. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
21. Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. p. 3-14. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
22. Silim, S.N., Saxena, M.C., and Erskine, W. 1993. Adaptation of lentil to the Mediterranean environment. 1. Factors affecting yield under drought conditions. Exp. Agric. 29: 12-20.
23. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1993. Breeding for stress tolerance in cool season food legume. ICARDA. Syria.
24. Singh, K.B., Bejiga, G., and Malhotra, R.S. 1993. Genotype Environment interactions for protein content in Lentil. J. Sci. Food Agric. 63: 87-90.
25. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Halila, M.H., Knights, E.J., and Verma, M. 1994. Current status and future strategy in breeding Lentil for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-149.
26. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agron. J. 89: 112-118.
27. Srivastava, J.P., Saxena, M.C., Verma, S., and Taheir, M. 1988. Winter Cereals and Food Legumes in Mountainous Areas. ICARDA, Syria.
28. Verghis, T.I., Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 1994. Development of yield and variability in yield components of Lentil. Proceedings Agronomy Society of N.Z. 24: 109-116.

29. Wilson, V.E., and Hudson, L.W. 1978. Registration of WH-2040 lentil germplasm. Crop Sci. 18: 1097.
30. Yazdisamadi, B., Majnoonhosaini, N., and Paighabari, A. 2004. Evaluation of cold resistance in lentil (*Lens culinaris*) germplasm. Seedling and Seed 20: 23-37. (In Persian with English abstract).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 49-58

Evaluation of cold tolerant lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.) in fall planting under supplementary irrigation

Nezami[1*], A., Bagheri[1], A., Porsa[2], H., Zafranieh[3], M. & Khamadi[3], N.

1- Contributions from College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contribution from Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3- MSc. in Agronomy (former students), College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 8 January 2009
Accepted: 16 September 2009

Abstract

In order to evaluate phenological characteristics, yield and yield components of 18 cold tolerant lentil genotypes in fall planting under supplementary irrigation, an experiment was carried out based on randomized complete block design in 2006-2007 at Research farm of college of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad. Irrigation was performed three times: immediately after sowing, 20 days after that and at flowering stage. Based on results, the differences among genotypes for all traits were significant ($p \leq 0.05$). The range of vegetative period (emergence to flowering) among genotypes varied from 102 to 150 days. Numbers of branches per plant were different from 5 to 24. In addition, seed yield was observed to change from 76 $g.m^{-2}$ in MLC13 to 379 $g.m^{-2}$ in MLC20. Correlation between seed yield and vegetative growth period ($r=0.79^{**}$), reproductive growth period ($r=0.83^{**}$), plant height ($r=0.62^{**}$), number of branches per plant ($r=0.68^{**}$), length of branches per plant ($r=0.56^{**}$) and numbers of pod per plant ($r=0.80^{**}$) were positive and significant. Regarding to four times increase in seed yield in this experiment compared to average lentil seed yield in Iran, we predict an outstanding increase in producing of lentil in fall planting of cold tolerant lentil genotypes under supplementary irrigation.

Key words: Branch, Cold tolerant, Phenology, Vegetative, Yield

[*] **Corresponding Author:** E-mail: nezami@um.ac.ir