Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 48, Winter 2024 p: 213-223

"Research Paper"

# Study Lentil (*Lens culinaris* L.) Landraces for cold tolerance under Field and Controlled Conditions

**Mojhgan Tabrizivand Taheri[1], Hamid Reza Pouralibaba[2] and Saba Kokab[3]**

1- Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran, (Corresponding Author: tabrizivand@gmail.com)
2- Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran
3- Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran
Received: 6 May, 2023 Accepted: 4 October, 2023

## Extended Abstract

**Introduction and Objective:** Lentil (*Lens culinaris* Medik.) is one of the main food legume crops in Iran, where it is grown as a Rainfed crop in the spring season in cold regions. One of the obstacles of autumn cultivation in cold regions is the negative effects of cold and frost. So, in order to expend autumn cultivation, introducing cold varieties are needed. But until now, a cold tolerant lentil variety has not been introduced. Assessment of cold tolerance, introducing autumn cultivated cultivars and production stability are important goals of crop breeding programs in cold regions.

**Material and Methods:** This study was carried out during the (2021-2022) growing season at the Dryland Agricultural Research Center. Plant materials consisted of 13 Lentil landraces that were collected from Iran and a check variety Sana. Experiments were conducted at rainfed conditions using a complete block design with two replications. Plants were evaluated for cold tolerance screening in the field under natural conditions with a cold tolerance rating (CTR: cold tolerance score) scale. observations of five randomly selected plants from each plot were recorded for plant height and seed number per plant. Green seeker calculated the normalized difference in the vegetative index using red and near infra-red light. Cold tolerance of landraces was also evaluated under controlled conditions (cold room).

**Results:** According to the field trial results, none of the landraces had cold damage effects. Considering yield, NDVI index, plant height, biomass and seed number per plant, landraces 4 (Ardebil- Nir- Dash Boulagh) and 1 (Ardebil- Nir- chehre bargh) were the best. These landraces had 41% and 31% higher yields than the Sana check variety. Controlled condition results showed that landraces 2 (Ardebil- Namin- Nane Karan), 3 (Ardebil- Namin- Dodran), 9 (Varzegan- Orangh) and 11 (Varzegan- Somedel) had 91-100 survival percentage and selected as highly tolerant. Also, landraces 1 and 5 had 81.5- 82.5 survival percentages and were considered as tolerant.

**Conclusion:** Totally, results showed highly significant differences between landraces. some landraces such as number 1(Ardebil- Nir- chehre bargh) and 4 (Ardebil- Nir- Dash Boulagh), had suitable agronomic attributes and could be used in lentil breeding programs. Comparing field and controlled condition results showed accuracy of evaluating cold tolerance under controlled condition.

**Keywords:** Autumn cultivation, Dryland condition, Seedling, Seed yield, Selectivity

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

# بررسی توده‌های بومی عدس (*Lens culinaris* Medik.) از نظر تحمل به سرما در شرایط کنترل شده و شرایط مزرعه

مژگان تبریزی‌وند طاهری[۱]، حمیدرضا پورعلی بابا[۲] و صبا کوکب[۳]

۱- استادیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، (نویسنده مسوول: tabrizivand@gmail.com)
۲- استادیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه
۳- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۲
صفحه: ۲۱۳ تا ۲۲۳

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** عدس (*Lens culinaris* Medik.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده حبوبات در ایران است که در مناطق سردسیر به‌صورت دیم و بهاره کشت می‌شود. اما یکی از عوامل بازدارنده کشت پاییزه عدس در مناطق سردسیر صدمات ناشی از سرما و یخبندان است. بنابراین جهت توسعه کشت پاییزه نیاز به ارقام متحمل به تنش سرما است، اما تاکنون رقم مناسب و متحمل به تنش سرما در عدس معرفی نشده است. بنابراین در حال حاضر ارزیابی تحمل به سرما، معرفی ارقام پاییزه و در نتیجه پایداری تولید از اهداف مهم برنامه‌های اصلاح گیاهان زراعی در مناطق سردسیر می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در موسسه تحقیقات دیم کشور- شهر مراغه انجام شد. مواد گیاهی شامل ۱۳ توده بومی عدس و رقم شاهد سنا بود. آزمایش در قالب طرح بلوک تصادفی با دو تکرار در شرایط دیم اجرا شد. ارزیابی تحمل به سرما در مزرعه با استفاده از امتیازدهی تحمل به سرما با پارامتر (CTR) انجام شد. جهت بررسی صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته از پنج بوته تصادفی یادداشت‌برداری شد. شاخص نرمال شده پوشش گیاهی نیز محاسبه شد. ارزیابی تحمل به سرما در شرایط کنترل شده با استفاده از امتیازدهی بر اساس میزان خسارت سرما با پارامتر (CTR) انجام گرفت.

**یافته‌ها:** در آزمایش مزرعه، در توده‌های بومی و همچنین رقم سنا هیچ اثری از خسارت سرما مشاهده نشد. با در نظر گرفتن عملکرد، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، ارتفاع بوته، بیوماس و تعداد دانه در بوته، توده‌های ۴ (اردبیل- نیر- داش بلاغ) و ۱ (اردبیل- نیر- چهره برق) برتر بودند. این توده‌ها به ترتیب ۴۱ درصد و ۳۱ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد سنا داشتند. در حالی‌که نتایج شرایط کنترل شده نشان داد که توده‌های ۲ (اردبیل- نه کران)، ۳ (اردبیل- دودران)، ۹ (ورزقان- اورنگ) و ۱۱ (ورزقان- صومعه دل) دارای ۹۱ الی ۱۰۰درصد بقا بودند و به عنوان بسیار متحمل شناسایی شدند. همچنین، توده‌های ۱ (اردبیل- چهره برق) و ۵ (مغان- جعفرآباد) دارای درصد بقای ۸۱/۵ الی ۸۲/۵ بودند و به عنوان متحمل شناسایی شدند.

**نتیجه‌گیری:** در حالت کلی، تنوع بالایی بین توده‌ها مشاهده شد. برخی توده‌ها از جمله ۴ (اردبیل- نیر- داش بلاغ) و ۱ (اردبیل- نیر- چهره برق) دارای صفات مطلوب زراعی بودند و می‌توان در برنامه‌های اصلاحی از آن‌ها بهره برد. مقایسه شرایط مزرعه و کنترل شده نشان داد که دقت نتایج حاصل از انجام آزمایش در شرایط کنترل شده بالاتر می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** به‌گزینی، شرایط دیم، عملکرد دانه، کشت پاییزه، گیاهچه

## مقدمه

عدس گیاهی دیپلوئید (2n=2x=14) و خودگشن از خانواده حبوبات است که دارای ۳۵-۲۲ درصد پروتئین بوده و به‌عنوان پروتئین فقرا شناخته می‌شود. باکتری‌های تثبیت کننده موجود در ریشه این گیاه باعث تثبیت زیستی نیتروژن می‌شوند (Kumar, 2015). عدس یکی از محصولات مهم در نظام‌های زراعی مناطق خشک و دیم‌زارهای کشور است که به واسطه کوتاهی دوره رشد، توانایی رشد و نمو در شرایط نامناسب محیطی را دارد (Amiri et al., 2021).

عدس در سال زراعی ۹۹- ۹۸ دارای سطح ۶۰۳۹۵ هکتار با عملکرد ۴۸۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط دیم بود (Ahmadi, 2022). از جمله عوامل متعددی که در پایین بودن عملکرد عدس در ایران دخیل است می‌توان به انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی در طول فصل رشد اشاره کرد. از سایر مشکلات موجود در رابطه با تولید پایین و نوسان در عملکرد عدس، مواجهه با تنش خشکی آخر فصل می‌باشد (Parsa and Bagheri, 2008). بیشترین سطح زیر کشت گیاه عدس در مناطق سردسیر به‌صورت بهاره است. اما به‌دلیل رطوبت زیاد مزرعه در اسفند ماه و عدم امکان ورود ماشین آلات به مزرعه جهت آماده‌سازی زمین در اغلب سال‌ها، کشت عدس در مناطق سردسیر تا فروردین ماه به تاخیر می‌افتد (Sedaghatkhani et al., 2011). در مناطق دیم کشور گل‌دهی از ۱۵ اردیبهشت شروع می‌شود. بیشترین نیاز آبی گیاه عدس در مرحله گل‌دهی و غلاف‌بندی است. در مناطق سردسیر اغلب سال‌ها در نیمه دوم اردیبهشت ریزش باران‌های موثر اتفاق نمی‌افتد. عدم ریزش بارندگی در نیمه دوم اردیبهشت و خرداد که مصادف با مرحله گل‌دهی و غلاف‌دهی گیاه عدس است، موجب وارد شدن تنش خشکی به گیاه شده و با افزایش گرمای آخر فصل، اثرات تنش خشکی مضاعف می‌گردد (Tabrizivand Taheri, 2022). تغییر تاریخ کاشت از بهار به پاییز باعث طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی و افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، افزایش زیست‌توده گیاه، استقرار مناسب گیاه و در نتیجه افزایش قابل‌توجه عملکرد می‌شود (Mikic et al., 2011). جهت ارزیابی تحمل به سرما در عدس عمدتاً از آزمون‌های مزرعه‌ای استفاده شده است (Gonzalez, 2019; Khamdi et al., 2011; Najib Niya et al., 2008; Nezami et al., 2011; Ziaei et al., 2014). اما به‌دلیل عدم اطمینان از فراهم شدن شرایط ارزیابی تحمل به سرما در مزرعه و سال اجرای آزمایش، بررسی تحمل به سرما در شرایط کنترل شده می‌تواند مناسب‌تر باشد (Stoddard et al., 2006).

علاوه بر این وجود پوشش برف در مزرعه و ایفای نقش عایق برای سرما، لزوم آزمایش در شرایط کنترل شده با بررسی

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]

تحت شرایط یکنواخت‌تر و دقیق‌تر را توجیه می‌کند. در این راستا برخی محققین تحمل به سرمای عدس را در شرایط کنترل شده مطالعه کردند. تا اواسط دهه ۹۰ میلادی مطالعات اندکی در زمینه تحمل به سرما و انجماد در عدس انجام گرفت، اما پس از آن در مراکز تحقیقاتی بین‌المللی و در راستای برنامه اصلاحی عدس مطالعات مزرعه‌ای آغاز شد اما طولی نکشید که مطالعات در شرایط کنترل شده و مزایای آن مطرح گردید (Maqbool et al., 2010). از جمله اولین غربال‌گری لاین‌های عدس برای تحمل به سرما در شرایط کنترل شده در دانشگاه کولورادو آمریکا انجام گرفت و کارایی این روش در مقایسه با آزمایشات مزرعه‌ای به اثبات رسید (Ali et al., 1999). نباتی و همکاران (Nabati et al., 2020a) به‌گزینی تحمل به یخ‌زدگی را در ۴۰ ژنوتیپ عدس، در شرایط کنترل شده و تحت دماهای ۱۳–، ۱۵– و ۱۸– با استفاده از شاخص نشت الکترولیتی و درصد بقا انجام دادند و ۳۷ ژنوتیپ با تحمل مناسبی برای مواجهه با تنش یخ زدگی را معرفی کردند. نظامی و همکاران (Nezami et al., 2011) نیز تحمل به انجماد ژنوتیپ‌های عدس را در شرایط کنترل شده و در نظر گرفتن درصد بقا و صفاتی از قبیل وزن خشک ساقه، شاخه و وزن خشک کل، تحت ۹ تیمار دمایی بررسی و ژنوتیپ MLC-60 را به‌عنوان ژنوتیپ متحمل به تنش انجماد معرفی کردند.

از آنجا که ایران یکی از مراکز تنوع عدس در جهان بوده، پیش‌بینی می‌شود که تنوع بالایی در بین تودهای بومی این گیاه یافت شود (Pezeshkpour and Afkar, 2019). بنابراین، هدف از اجرای این آزمایش غربال‌گری توده‌های بومی از نظر تحمل به سرما و به‌گزینی جهت انجام مطالعات تکمیلی و سپس کاربرد آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی عدس به‌منظور معرفی رقم مناسب برای کشت پاییزه در مناطق سردسیر دیم کشور می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی

محل جمع‌آوری توده‌های بومی در جدول ۱ ارائه شده است. در این آزمایش ۱۳ توده بومی عدس از مناطق غرب ایران جمع‌آوری و به‌منظور بررسی تحمل به سرما در شرایط مزرعه و کنترل شده به‌همراه رقم سنا مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به این‌که تاکنون رقم مناسب کشت پاییزه و متحمل به سرما در عدس معرفی نشده است، بنابراین آخرین رقم معرفی شده عدس یعنی رقم سنا در آزمایش به‌عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت. قابل ذکر است که توده‌های بومی اردبیل از مناطق مختلف این استان و با فواصل حداقل ۲۰ کیلومتر جمع‌آوری شده است.

جدول ۱- مشخصات توده‌های بومی عدس استفاده شده در آزمایش

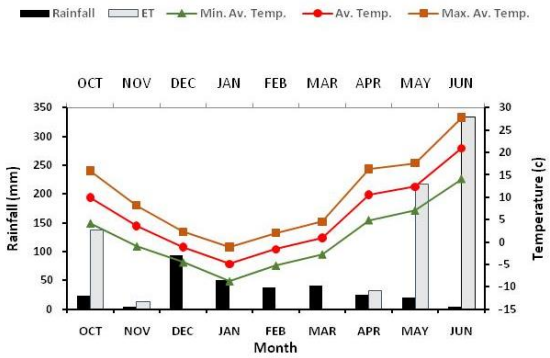
Table 1. Lentil Landraces used in this research

| No شماره | Origin محل جمع‌آوری | Logitude طول جغرافیایی | Latitude عرض جغرافیایی | Altitude (m) ارتفاع از سطح دریا |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ardebil- Nir- chehre bargh | 48° -2' -33" | 37°-58' -35" | 1724 |
| 2 | Ardebil- Namin- Nane Karan | 48° -31' -17" | 38° -22' -15" | 1336 |
| 3 | Ardebil- Namin- Dodran | 48° -49'-16" | 38° -41' -5" | 1425 |
| 4 | Ardebil- Nir- Dash Boulagh | 48° -32' -58" | 37° -58' -6" | 2492 |
| 5 | Moghan- Jafar Abad | 48° -5' -40" | 39° -26' -17" | 186 |
| 6 | Naghadeh- Balighchi | 45° -22' -4" | 36° -55' -44" | 1328 |
| 7 | Naghadeh- piranshahr | 45°-14' -13" | 36° -54' -15" | 1582 |
| 8 | Hashtroud | 47°-2' -59" | 36° -54' -15" | 1582 |
| 9 | Varzegan- Orangh | 46°-51' -43" | 37°-28' -33" | 1632 |
| 10 | Varzegan- Selbasan | 46° -43' -23" | 38°-31' -8" | 1688 |
| 11 | Varzegan- Somedel | 48° -43' -16" | 38° -31' -6" | 1644 |
| 12 | Boukan- Darbesar | 46° -5' -20" | 36° -32' -13" | 1543 |
| 13 | Naghadeh- Mohammadyar | 45° -30' -58" | 36° -58' -58" | 1292 |
| 14 | Sana | - | - | - |

### آزمایش در شرایط مزرعه

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱–۱۴۰۰ در موسسه تحقیقات دیم کشور– شهر مراغه با طول جغرافیایی ۴۶/۱۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷/۱۵ درجه شمالی و در ارتفاع ۱۷۲۰ متری از سطح دریا که از اقلیم نیمه‌خشک سرد هم‌مرز با فراسرد برخوردار است، انجام شد. در اوایل پاییز عملیات آماده‌سازی و تهیه زمین شامل شخم پاییزه با گاوآهن قلمی و تسطیح انجام گرفت. همچنین به‌منظور تغذیه گیاهان و همزمان با عملیات آماده‌سازی زمین از فرمول کودی $N_{20}P_{30}$ (۲۰ کیلوگرم ازت و۳۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار) استفاده شد. بدین‌منظور قبل از مصرف کودهای مورد اشاره، نمونه خاک از مزرعه برداشت و توسط کارشناسان بخش مدیریت منابع مورد تجزیه قرار گرفت. عملیات ایجاد شیار جهت تسهیل درکشت آزمایش، با استفاده از دستگاه کشت گستر و به فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متر و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در پاییز انجام و سپس عملیات کشت در ۱۸ مهر ۱۴۰۰ و به‌صورت دستی در داخل شیارهای ایجاد شده و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو تکرار انجام گرفت. به‌دلیل محدودیت در تعداد بذر، ابعاد کرت‌ها ۰/۵ متر در ۳ متر در نظر گرفته شد اما محاسبه عملکرد پس از حذف بالا و پایین کرت‌ها از سطح یک متر مربع انجام گرفت. آزمایش در شرایط دیم و بدون آبیاری اجرا شد. اولین بارندگی ۱۰ روز پس از کاشت و به میزان سه میلی‌متر بود. شرایط اقلیمی در سال اجرای آزمایش در شکل ۱ قابل مشاهده است. حداقل دما در طول فصل زراعی و اجرای آزمایش مزرعه‌ای ۲۱– درجه سلسیوس بود. مجموع میزان بارندگی ۳۰۲/۴ میلی‌متر بود. توزیع بارش با ۳۹/۳۵ درصد در پاییز، ۴۱/۴۷ درصد در زمستان و ۱۹/۱۷ درصد در بهار بوقوع پیوست. داده‌های درجه حرارت نشان می‌دهندکه متوسط دمای سال زراعی اخیر ۵/۳ درجه سانتی‌گراد بود. مجموع روزهای زیر صفر در پاییز زمستان ۱۲۷ روز و تعداد روز زیر صفر در بهار ۱۰ روز بود.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]




شکل ۱- بارندگی، تبخیر- تعرق، متوسط دما، متوسط دمای حداقل و حداکثر مطلق در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مراغه
Figure 1. Rainfall, evapotranspiration, average of temperature, average of minimum temperature, average of maximum temperature in 2021-2022 at Maragheh

هدف یادداشت‌برداری تعداد بوته قبل و بعد از وقوع سرما و سپس محاسبه درصد بقا بود اما با توجه به این‌که ایستگاه تحقیقاتی در منطقه فراسرد آغچه کهل قرار گرفته است و در عمل امکان محاسبه تعداد بوته قبل از سرما به‌دلیل بارش برف میسر نشد. بنابراین، صرفاً از تعداد بوته باقی‌مانده پس از سپری شدن سرمای زمستان ($P_2$) در اردیبهشت ماه و در مرحله رشد رویشی و همچنین میزان تحمل لاین‌ها نسبت به سرما (CTR)[1] با ثبت نمره از ۱ تا ۹ به شرح زیر یادداشت‌برداری به‌عمل آمد: ۱- مصون[2]: هیچ علامتی از خسارت مشاهده نمی‌شود. ۳- متحمل: میزان خسارت ساقه و برگ جزئی می‌باشد (۲۰-۱۱ درصد از برگچه‌ها علائم رنگ پریدگی و تا ۲۰٪ از شاخه‌ها علائم رنگ پریدگی و خشک شدن را نشان می‌دهند) و هیچ بوته‌ای از بین نمی‌رود. ۵- متوسط: خسارت بر روی بعضی از ساقه و برگ‌ها مشاهده می‌شود، ۶۰-۴۱ درصد از برگچه‌ها و ۴۰-۲۱ درصد شاخه‌ها علائم رنگ پریدگی وخشکی را نشان می‌دهند) و تا ۵ درصد بوته‌ها از بین می‌روند. ۷- حساس: خسارت ساقه و برگ‌ها شدید می‌باشد (۹۹-۸۱ درصد ازبرگچه‌ها و۸۰-۶۱ درصد شاخه‌ها علائم رنگ پریدگی و خشکی را نشان می‌دهند) و۵۰-۲۶ درصد بوته‌ها از بین می‌روند. ۹- بسیارحساس: ۱۰۰ درصد بوته‌ها از بین می‌روند (Singh et al., 1989). همچنین در طول دوره رشد، ضمن انجام مراقبت‌های معمول زراعی از جمله وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌های احتمالی، یادداشت‌برداری صفات تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی، زمان رسیدگی انجام گرفت. برداشت در نیمه اول تیر ماه انجام گرفت. برای صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته، پنج بوته تصادفی از هر کرت انتخاب شد. شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) نیز با استفاده از دستگاه Green Seeker (Trimbel, USA) در مرحله پس از گلدهی در اواخر اردیبشهت ماه و پس از پایان بارش‌های بهاره به‌منظور تعیین سبزینگی توده‌ها در شرایط دیم اندازه‌گیری شد. اعداد ارائه شده توسط این دستگاه، طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود (Rouse *et al*، 1973):

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}}$$

$R_{NIR}$: بازتاب در باند نزدیک مادون قرمز و $R_{Red}$: بازتاب در باندقرمز

در نهایت تجزیه واریانس صفات پس از آزمون مفروضات تجزیه واریانس توسط نرم‌افزار GenStat محاسبه گردید و کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) جهت مقایسه میانگین محاسبه شد. به منظور تعیین فواصل ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای صفات مورد بررسی، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش UPGMA و فاصله اقلیدوسی انجام شد (شکل ۲).

**آزمایش در شرایط کنترل شده (اتاقک سرما)**

**تیمار دمایی ۳-:** پنج بذر ضدعفونی شده از هر توده داخل سینی‌های کشت ۳۵ تایی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو تکرار کشت و در اتاقک سرما (دستگاه دو سنسوره شرکت طراحی مهندسی گروک) نگه‌داری شدند. گیاهچه‌ها به‌منظور خوسرمایی به‌مدت سه هفته در دمای چهار درجه سلسیوس نگه‌داری شدند (در پایان این دوره بوته‌ها در مرحله سه برگی بودند). سپس دما به‌تدریج و با شیب دو درجه در هر ساعت کاهش یافت و به ۳- درجه سلسیوس رسید. به‌مدت ۱۵ ساعت بوته‌ها در این دما نگه‌داری شدند. سپس افزایش دما با شیب دو درجه سلسیوس در هر ساعت تا رسیدن به دمای نهایی ۴ درجه ادامه یافت. در روزهای بعدی افزایش دما به‌منظور رسیدن به دمای نهایی ۲۱ درجه سلسیوس در روز و ۱۷ درجه در شب ادامه یافت و چهار هفته در این شرایط به‌منظور احیا نگه‌داری شدند (Barrios et al., 2017).

**تیمار دمایی ٦-:** همانند آزمایش ۱، گیاهان به‌مدت ۱۵ ساعت در معرض دمای ۳- درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس کاهش دما تا رسیدن به ۶- درجه سلسیوس، با شیب دو درجه در هر ساعت ادامه یافت. مراحل افزایش دما نیز طبق شرایط ذکر شده و تا رسیدن به ۲۱روز/ ۱۷ شب ادامه یافت.

**تیمار دمایی ۱۰-:** در این آزمایش کاهش دما تا ۱۰- درجه سلسیوس ادامه داشت.

**تیمار دمایی ۱۳-:** در این آزمایش کاهش دما تا ۱۳- درجه سلسیوس ادامه داشت. در تمام مراحل آزمایش شرایط کنترل‌شده، تعداد بوته قبل از اعمال سرما و پس از اتمام دوره احیا، تعداد بوته بعد از سرما یادداشت‌برداری و درصد بقا از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Najib Niya et al., 2008):

تعداد بوته قبل از سرما/ تعداد بوته بعد از سرما =درصد بقا

در نهایت تجزیه واریانس صفات پس از آزمون مفروضات تجزیه واریانس توسط نرم‌افزار GenStat محاسبه گردید و

1-Cold Tolerance Rate 2- Free

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]

مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### آزمایش مزرعه

بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تمام صفات به‌جز CTR (میزان مقاومت به سرما) اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات برای توده‌های مورد بررسی در جدول ۳ ارائه شده است. بیشترین عملکرد در توده‌های ۴ (اردبیل- داش‌بلاغ)، ۱ (اردبیل- چهره برق)، ۱۲ (بوکان- داربسر)، ۱۳ (نقده- محمدیار) و ۳ (اردبیل- دودران) به‌ترتیب با مقادیر ۵۳۸، ۴۹۷، ۴۳۲، ۴۱۵ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. در حالی‌که عملکرد رقم شاهد (سنا) برابر با ۳۷۹ کیلوگرم در هکتار بود و توده‌های نامبرده از نظر عملکرد به‌ترتیب ۴۱، ۳۱، ۱۳، ۹ و ۵ درصد برتر از شاهد بودند. توده‌های بومی اردبیل رتبه‌های اول را از نظر عملکرد به‌خود اختصاص دادند. می‌توان نتیجه گرفت که توده‌های جمع‌آوری شده از مناطقی که دارای ارتفاع بالا از سطح دریا هستند عملکرد بیشتری دارند. با توجه به جدول ۴، عملکرد دانه با بیوماس، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی و تعداد بوته بعد از سرما همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱٪ داشت. یزدی صمدی و همکاران (Yazdi Samadi et al., 2004) با بررسی مقاومت به سرما در ۳۹ ژنوتیپ عدس در شرایط آب و هوایی کرج، رابطه مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد و درصد مقاومت به سرما مشاهده کردند. از آنجاکه این مقاومت از تفاضل تعداد بوته باقی‌مانده بعد و قبل از سرما محاسبه شد در نتیجه می‌توان بیان کرد که نتایج آن همسو با پروژه حاضر است که همبستگی بین عملکرد و تعداد بوته بعد از سرما وجود دارد. همانطور که در جدول ۳ نیز مشاهده می‌شود، وزن صد دانه تمام توده‌ها بیشتر از رقم سنا بوده و درشت‌ترین بذرها به توده بومی ۱۳ (نقده- محمدیار)، ۶ (نقده- بالیقچی)، ۷ (نقده-پیرانشهر) و ۱۰ (ورزقان- سیل باسان) به‌ترتیب با مقادیر ۶/۸، ۶/۶، ۶/۱۵ و ۶ گرم مربوط بود. عموماً بذرهای جمع‌آوری شده از نقده از این نظر برتر بودند. با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که محل جمع‌آوری این توده‌ها از نظر طول جغرافیایی نزدیک است. غلامی رضوانی و همکاران (Gholami Rezvani et al., 2019) ژنوتیپ‌های عدس را در کشت پاییزه و در منطقه سرد معتدل ارزیابی کردند. بیشترین وزن صد دانه با میانگین ۴/۷۲ گرم در ژنوتیپ‌های MCL212 و MCL420 مشاهده شد. در حالی‌که کمترین وزن صد دانه با میانگین ۱/۶۶ گرم در ژنوتیپ‌های MCL8، MCL163، MCL175، MCL169 و MCL83 مشاهده شد. با مقایسه نتایج این مطالعه، برتری توده‌های بومی پروژه حاضر از نظر صفت مهم دانه درشتی که در بازارپسندی عدس بسیار موثر است مشاهده می‌شود. توده‌های ۴ (اردبیل- داش بلاغ)، ۵ (مغان- جعفرآباد)، ۱۱ (ورزقان- صومعه دل) و ۶ (نقده- بالیقچی) به‌ترتیب با تعداد ۲۱، ۱۶، ۱۴ و ۱۳ دانه در بوته برتر بودند، که این به‌دلیل تعداد بیشتر شاخه جانبی در این توده‌ها می‌باشد. خمدی و همکاران (Khamdi et al., 2011) عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های متحمل به سرمای عدس را در کشت پاییزه و شرایط آبیاری تکمیلی بررسی کردند. تعداد دانه در بوته بین ۹ الی ۱۳۹ دانه متغیر بود. بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به لاین MLC-29 و توده بومی رباط بود. اختلاف بالای این نتایج با آزمایش حاضر به‌دلیل تاثیر آبیاری تکمیلی می‌باشد. از نظر ارتفاع بوته پا بلندترین بوته مربوط به توده ۱ با ۲۴ سانتی‌متر ارتفاع بود. توده‌های ۴ (اردبیل- نیر- داش بلاغ)، ۶ (نقده- بالیقچی)، ۲ (اردبیل- نمین- ننه کران)، ۱۳(نقده- محمدیار) نیز با ارتفاع ۲۳/۵، ۲۱/۵، ۲۱/۵ و ۲۱/۵ سانتی‌متر پابلندترین بوته‌ها بودند. توده‌های ۱۰ (ورزقان- سیل باسان) و ۸ (هشترود) به‌ترتیب با ۱۸ سانتی‌متر و ۱۸/۵ سانتی‌متر کوتاه‌ترین بوته‌ها بودند. اختلاف بین کمترین و بیشترین ارتفاع بوته شش سانتی‌متر بود. در مورد گیاه عدس که در مناطق سردسیر ارتفاع بوته کمی دارد و از طرفی تنوع ژنتیکی صفات این گیاه بسیار محدود است، این میزان تفاوت قابل ملاحظه است و می‌توان از این توده‌ها جهت توسعه تنوع ژنتیکی در برنامه‌های دورگ‌گیری این گیاه استفاده شود. ارتفاع بوته با بیوماس و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی نیز همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ۱٪ نشان داد (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های بومی عدس تحت آزمایش مزرعه‌ای

Table 2. Analysis of variance in lentil landraces under field trial

| S.O.V منابع تغییر | df درجه آزادی | MS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DF روز تا گلدهی | DM روز تا رسیدگی | $P_2$ تعداد بوته باقی مانده بعد از سرما | 100SW (gr) وزن صد دانه (گرم) | PH (cm) ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | NDVI شاخص نرمال شده پوشش گیاهی | Seed/Plant تعداد دانه در بوته | Biomass (gr) بیوماس (گرم) | Yield (kg/ha) عملکرد (کیلوگرم در هکتار) |
| Replication تکرار | 1 | $0.57^{ns}$ | $11.57^{*}$ | $32.14^{ns}$ | $0.08^{**}$ | $5.14^{**}$ | $0.01^{**}$ | $5.14^{ns}$ | $84.70^{**}$ | $1222.3^{**}$ |
| Landrace توده بومی | 13 | $9.8^{**}$ | $10.68^{*}$ | $1257.42^{**}$ | $0.86^{**}$ | $5.67^{**}$ | $0.008^{**}$ | $25.57^{**}$ | $2256.2^{**}$ | $18852.3^{**}$ |
| Error خطا | 13 | 0.57 | 1.80 | 70.60 | 0.004 | 0.52 | 0.0001 | 1.27 | 3.45 | 47.55 |
| (CV%) ضریب تغییرات | | 0.4 | 0.6 | 5.1 | 1.3 | 3.5 | 2.7 | 9.2 | 1.6 | 1.9 |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

* and ** significant at 5% and 1% probability levels

DF: Days to Flowering, DM: Days to Maturity, 100SW: 100 Seed Weight, PH: Plant Height, NDVI: Normalized Difference in Vegetative Index, Seed / Plant: Seeds number per Plant

در مطالعه‌ای که توسط نباتی و همکاران (Nabati et al., 2020a) بر روی ژنوتیپ‌های منتخب عدس در کشت پاییزه انجام شد، بین بیشترین و کمترین ارتفاع بوته ۳۲ سانتی‌متر اختلاف بوده است. دلیل کمتر بودن ارتفاع بوته در پروژه حاضر، قرار گرفتن مراغه در منطقه فرا سرد است. به‌طوری که حداقل دمای این منطقه ۲۱- درجه سلسیوس می‌باشد. در حالی‌که در

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]

مطالعه انجام گرفته در مشهد حداقل دما ۱۲- درجه سلسیوس می‌باشد. حمدی و همکاران (Hamdi et al., 1996) گونه زراعی و وحشی عدس را در کشت پاییزه و دو مکان (سوریه و ترکیه) بررسی کردند. نتایج نشان دهنده این بود که ژنوتیپ‌های مربوط به گونه زراعی حساس به سرما در هر دو منطقه بودند. گونه *Lens orientalis* مقاوم به تنش سرما بود در حالی‌که گونه‌های *Lens nigricans* و *Lens erovides* حساس بودند. از نظر زمان رسیدگی تنوع مطلوبی بین توده‌ها مشاهده شد.

جدول ۳- میانگین صفات مورد بررسی در توده‌های بومی عدس تحت آزمایش مزرعه‌ای
Table 3. Average of traits in lentil landraces under field trial

| Yield (Kg/ha) عملکرد | Biomass (gr) بیوماس | Seed/Plant تعداد دانه در بوته | NDVI شاخص نرمال شده پوشش گیاهی | PH ارتفاع بوته | 100SW وزن صد دانه | $P_2$ تعداد بوته باقی مانده بعد از سرما | DM روز تا رسیدگی | CTR تحمل به سرما | DF روز تا گلدهی | No شماره |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 497[b] | 166.5 | 10 | 0.56 | 24 | 5.30 | 185 | 235 | 1 | 178 | 1 |
| 258[j] | 166.8 | 12.5 | 0.44 | 21.5 | 5 | 130 | 237 | 1 | 180 | 2 |
| 400.5[de] | 130.1 | 10 | 0.44 | 19.5 | 5.05 | 175 | 237 | 1 | 180 | 3 |
| 538[a] | 157.8 | 21.5 | 0.52 | 23.5 | 5.7 | 180 | 230 | 1 | 178 | 4 |
| 390[ef] | 109.1 | 16 | 0.49 | 21 | 5.05 | 175 | 235 | 1 | 180 | 5 |
| 360[g] | 118.6 | 13 | 0.49 | 21.5 | 6.6 | 150 | 237 | 1 | 182 | 6 |
| 334[h] | 104.7 | 9.7 | 0.42 | 19.5 | 6.15 | 180 | 234 | 1 | 178 | 7 |
| 353[g] | 137.4 | 15 | 0.47 | 18.5 | 5.2 | 190 | 235 | 1 | 180 | 8 |
| 360[g] | 111.2 | 8.7 | 0.47 | 20.5 | 5.6 | 165 | 231 | 1 | 175 | 9 |
| 143.5[k] | 40.4 | 12.5 | 0.29 | 18 | 6 | 115 | 231 | 1 | 177 | 10 |
| 297.5[i] | 70.3 | 14.5 | 0.39 | 20 | 5.6 | 125 | 234 | 1 | 179 | 11 |
| 432.5[c] | 144 | 8.5 | 0.48 | 21 | 5.6 | 175 | 231 | 1 | 177 | 12 |
| 415[d] | 148.3 | 10.5 | 0.49 | 21.5 | 6.8 | 190 | 233 | 1 | 181 | 13 |
| 379[f] | 112.3 | 9.5 | 0.42 | 20 | 4.4 | 180 | 232 | 1 | 175 | 14 |
| 368.5 | 119.1 | 12.2 | 0.45 | 20.7 | 5.59 | 165 | 234 | 1 | 179 | Total Mean میانگین کل |
| 14.90 | 4.01 | 2.44 | 0.02 | 1.56 | 0.152 | 18.15 | 2.90 | | 1.633 | LSD حداقل اختلاف معنی‌دار |

DF: Days to Flowering, CTR: Cold Tolerance Rate, DM: Days to Maturity, 100SW: 100 Seed Weight, PH: Plant Height, NDVI: Normalized Difference in Vegetative Index, Seed / Plant: Seeds number per Plant

به این‌صورت که توده شماره ۴ (اردبیل- نیر- داش بلاغ) زودرس‌ترین توده (۲۳۰ روز) و توده‌های ۲ (اردبیل- نمین- ننه کران)، ۳ (اردبیل- نمین- دودران) و ۶ (نقده- بالیقچی) دیررس‌ترین (۲۳۷ روز) بودند. با بررسی جدول ۱ مشاهده می‌شود که زودرس ترین توده مربوط به منطقه اردبیل- نیر- داش بلاغ بود که از نظر ارتفاع از سطح دریا مرتفع‌ترین (۲۴۹۲ متر) می‌باشد. در حالی‌که غلامی رضوانی و همکاران (Gholami Rezvani et al., 2019) با ارزیابی ژنوتیپ‌های عدس در کشت پاییزه منطقه سرد معتدل با ارتفاع ۱۰۳۰ متر از سطح دریا گزارش کردند که زمان رسیدگی ژنوتیپ‌های عدس در کشت پاییزه بین ۱۵۷ تا ۱۸۶ روز متغیر بود. شاخص نرمال شده پوشش گیاهی بین ۰/۲۹ و ۰/۵۶ بود. بیشترین سطح پوشش مربوط به شماره ۱ و کمترین به شماره ۱۰ اختصاص یافت (جدول ۳). بین تعداد بوته باقی مانده بعد سرما و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی ارتباط مثبت و معنی‌داری نیز وجود دارد (جدول ۴). همانطور که نتایج نیز نشان می‌دهد توده‌های ۱ (اردبیل- چهره برق) و ۴ (اردبیل- داش بلاغ) دارای سبزینگی بالا و در نتیجه عملکرد بالا می‌باشند. از آنجاکه سبزینگی می‌تواند معیار مناسبی برای تشخیص شادابی، میزان تنش گیاهی ناشی از کم‌آبی و کیفیت محصول باشد.

جهت بررسی دقیق‌تر این توده‌ها، می‌توان در مطالعات تکمیلی که با در نظر گرفتن سطوح مختلف تنش و محاسبه شاخص‌های تحمل به تنش انجام می‌شود، از میزان تحمل آن‌ها اطمینان حاصل کرد و در برنامه‌های اصلاح عدس برای تنش خشکی از این منابع ژنتیکی بهره جست. با توجه به این‌که امروزه هدف افزایش عملکرد عدس با استفاده از کشت پاییزه است، علاوه بر این‌که در این نوع کشت گیاه در معرض تنش سرمای زمستانه قرار می‌گیرد و شناسایی منابع مقاومت به سرما ضروری است، از طرفی با توجه به این‌که عدس عمدتا به صورت دیم کشت می‌شود، حتی در این نوع کشت نیز گیاه ممکن است در معرض تنش خشکی قرار گیرد، بنابراین همانطور که بیان شد، تائید میزان تحمل به خشکی در این توده‌ها در آزمایشات تکمیلی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بیشترین و کمترین مقادیر بیوماس به‌ترتیب با ۱۶۶/۵ گرم در متر مربع و ۴۰/۴ گرم در متر مربع به توده‌های ۲ (اردبیل- ننه کران) و ۱۰ (ورزقان- سیل باسان) اختصاص یافت. بیوماس نیز با صفات تعداد بوته باقی‌مانده بعد از سرما و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی همبستگی معنی‌دار و مثبت در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۴).

**تجزیه خوشه‌ای:** تجزیه خوشه‌ای، توده‌های بومی عدس را

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]

به چهار گروه تقسیم کرد. جهت تعیین صحت محل برش دندروگرام از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. در مطالعات دیگر نیز این روش به‌کار رفته است (Kupe et al., 2021).

با توجه به سطوح معنی‌داری، کمترین مقدار مربوط به گروه‌بندی در چهار کلاستر می‌باشد. بنابراین، محل برش طوری انتخاب شده که چهار گروه به‌دست آید. انحراف میانگین هر گروه از میانگین کل نیز در شکل ۳ آمده است. در گروه سه، میانگین خوشه بیشتر از میانگین کل برای صفات عملکرد، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، ارتفاع بوته، بیوماس، تعداد دانه در بوته و تعداد بوته باقی مانده پس از سرما می‌باشد. بنابراین، توده‌های ۱ (اردبیل- نیر- چهره برق) و ۴ (اردبیل- نیر- داش بلاغ) از نظر این صفات برتر هستند. از طرفی این توده‌ها از مناطقی جمع‌آوری شده‌اند که بالاترین ارتفاع را از سطح دریا دارد (به‌ترتیب ۱۷۲۴ و ۲۴۹۳ متر). مشاهده می‌شود که در این گروه از نظر مهم‌ترین صفات درگیر در افزایش عملکرد محصول در کشت پاییزه برتری وجود دارد و تمام این صفات در نتیجه استقرار بهتر بوته و افزایش کارایی مصرف آب در بوته بهبود یافته‌اند. بنابراین دو توده امید بخش برای مطالعات تکمیلی آینده، توده‌های ۱ و ۴ می‌باشند. در گروه چهار وزن صد دانه بیشتر از میانگین کل است و از طرفی از نظر زمان رسیدگی و زمان گلدهی این گروه مطلوب می‌باشد. این گروه نیز مربوط به توده جمع آوری شده از منطقه‌ای با ارتفاع بالا از سطح دریا است (ورزقان- سیل باسان). بنابراین در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که مناطقی که ارتفاع از سطح دریای بالایی دارند دارای توده‌های بومی مطلوبی از نظر صفات ذکر شده هستند. اما در گروه یک، هشت توده بومی به‌همراه رقم سنا قرار گرفت. در این گروه نیز عموماً توده‌هایی قرار داشتند که از نظر صفات مهم و تاثیر گذار در بازار پسندی دانه ارجحیت داشتند. به‌عنوان مثال توده ۵ (مغان- جعفرآباد) و ۶ (نقده- بالیقچی) از نظر تعداد دانه در بوته برتر بودند. از نظر وزن صد دانه نیز، اغلب توده‌های برتر از نظر وزن صد دانه در این گروه قرار داشتند و همانطور که در متن نیز ذکر شده است، عمدتاً شامل توده‌های بومی جمع‌آوری شده از روستاهای مختلف شهرستان نقده می‌باشد. در گروه ۲، توده‌های بومی ۲ (اردبیل- نمین- ننه کران) و ۱۱ (ورزقان- صومعه دل) قرار گرفتند که در شرایط کنترل شده دارای ۹۱ الی ۱۰۰ درصد بقا بودند و به‌عنوان بسیار متحمل به سرما شناسایی شدند. بنابراین، از این دو توده می‌توان در برنامه‌های اصلاح عدس پاییزه بهره جست.

جدول ۴- همبستگی صفات مورد بررسی در توده‌های بومی عدس تحت آزمایش مزرعه‌ای

Table 4. Correlation of traits in lentil landraces under field trial

| | DF روز تا گلدهی | DM روز تا رسیدگی | PH ارتفاع بوته | NDVI شاخص نرمال شده پوشش گیاهی | 100SW وزن صد دانه | Biomass بیوماس | Seed/Plant تعداد دانه در بوته | Yield عملکرد | $P_2$ تعداد بوته باقی مانده بعد از سرما |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DF | 1 | | | | | | | | |
| DM | 0.70** | 1 | | | | | | | |
| PH | 0.07 | -0.01 | 1 | | | | | | |
| NDVI | 0.21 | 0.12 | 0.78** | 1 | | | | | |
| 100SW | 0.33 | -0.07 | 0.06 | -0.01 | 1 | | | | |
| Biomass | 0.17 | 0.07 | 0.64** | 0.86** | -0.03 | 1 | | | |
| Seed/Plant | 0.27 | -0.03 | 0.25 | 0.14 | 0.002 | 0.10 | 1 | | |
| Yield | 0.03 | -0.07 | 0.69** | 0.85** | -0.05 | 0.88** | 0.17 | 1 | |
| $P_2$ | 0.001 | -0.05 | 0.25 | 0.64** | -0.08 | 0.76** | -0.08 | 0.75** | 1 |

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

* and ** significant at 5% and 1% probability levels

DF: Days to Flowering, DM: Days to Maturity, PH: Plant Height, NDVI: Normalized Difference in Vegetative Index, 100SW: 100 Seed Weight, Seed / Plant: Seeds number per Plant.

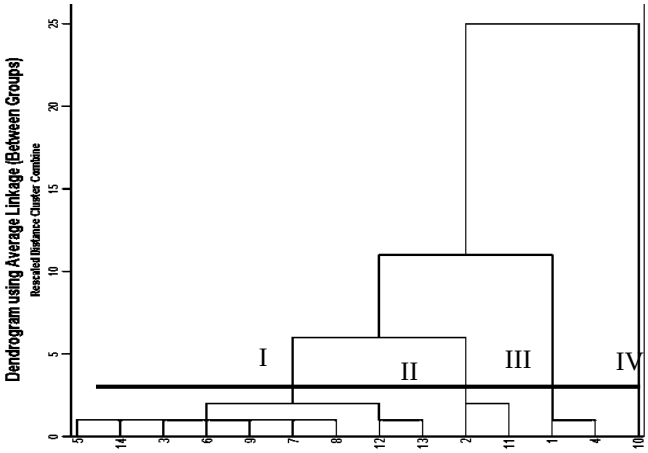
جدول ۵- تابع تشخیص برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای

Table 5. Discriminant analysis for determine cut point of dendrogram

| No تعداد | Significance level سطح معنی داری | | |
|---|---|---|---|
| | Function1 تابع اول | Function2 تابع دوم | Function3 تابع سوم |
| 2 | 0.50 | | |
| 3 | 0.10 | 0.78 | |
| 4 | 0.00 | 0.70 | 0.90 |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]




شکل ۲- تجزیه کلاستر توده‌های بومی عدس در آزمایش مزرعه‌ای
Figure 2. Cluster grouping Lentil landraces in field trial

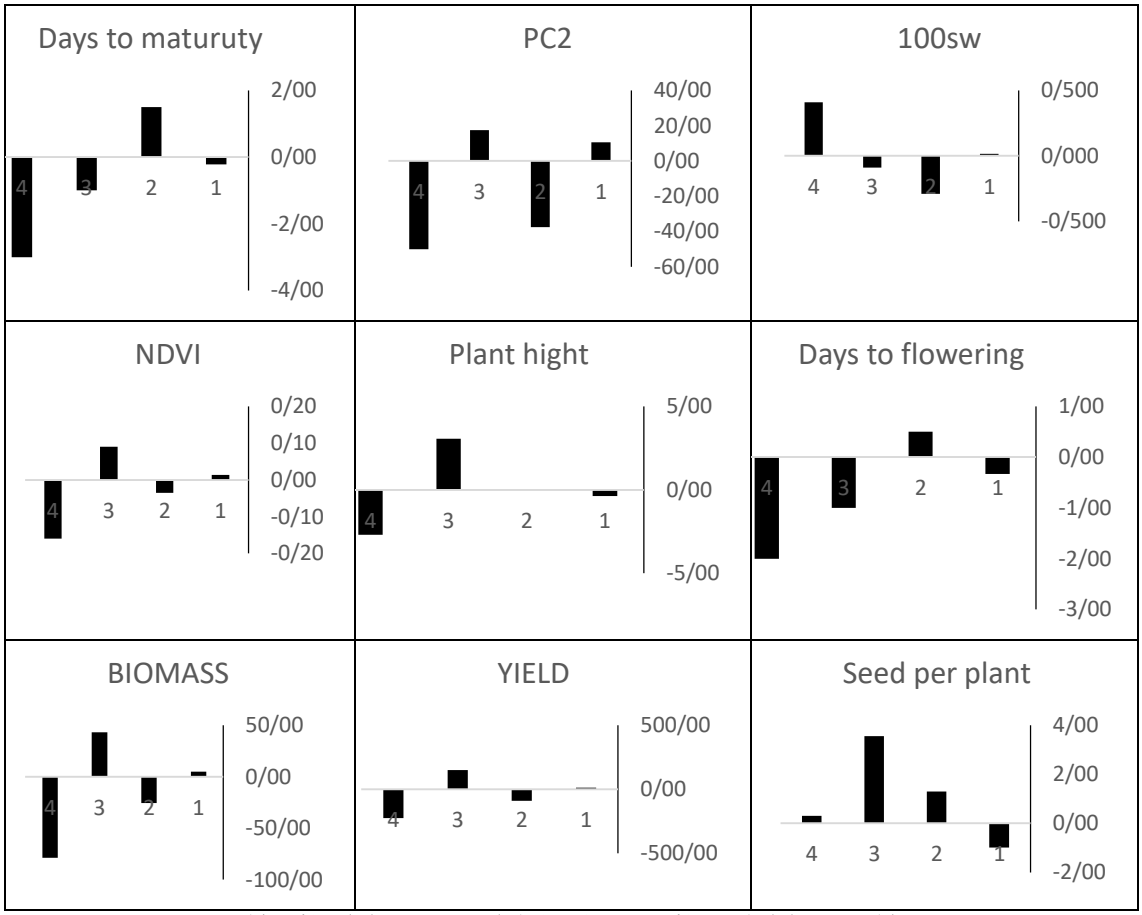
**آزمایش در شرایط کنترل شده**

در مطالعه حاضر بذور در مرحله ۳ برگی تحت تیمارهایی دمایی ۳-، ۶-، ۱۰- و ۱۳- درجه سلسیوس قرار گرفتند. زیرا در مناطق سردسیر کشور زمان کشت پاییزه اواخر مهر ماه است و با توجه به میانگین دمای سالیانه در این مناطق، بین زمان کشت و شروع افت دما فاصله زمانی اندکی وجود دارد و گیاهان نهایتا تا مرحله سه‌برگی رشد می‌کنند که در اغلب سال‌ها این امکان هم فراهم نمی‌شود. پس از افت دما نیز تا اواخر اسفند ماه مزرعه زیر پوشش برف است. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، بین ژنوتیپ‌ها از نظر پاسخ به یخزدگی در دماهای ۳، ۶- و ۱۰- اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۶). در دمای ۳- درجه سلسیوس، هفت توده دارای درصد بقای بین ۱۰۰-۹۱ درصد بود که به‌ترتیب (۱. اردبیل- چهره برق، ۲. اردبیل- ننه کران، ۳. اردبیل- دودران، ۵. مغان- جعفرآباد، ۸. هشترود، ۹. ورزقان- اورنگ و ۱۱. ورزقان- صومعه دل) می‌باشند. چائی چی و ملکی فراهانی (Chaichi and Maleki Frahani, 2008) تحمل به سرما را در اکوتیپ‌های نخود دسی تحت شرایط کنترل شده و با در نظر گرفتن تعداد بوته قبل و بعد از تنش سرما مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اکوتیپ‌های ۴۳۲۲ و ۴۷۱۵ بیشترین مقاومت به سرما را در مرحله چهار برگی داشتند. که این نتایج از نظر مرحله رشدی بررسی تحمل به سرما با پروژه حاضر مطابقت دارد. نخود و عدس از جمله گیاهانی هستند که در مراحل اولیه رشدی حساسیت بیشتری به سرما دارند. بنابراین شناسایی و به‌گزینی منابع مقاومت/تحمل در این مرحله اهمیت به‌سزایی دارد.

در دمای ۶- درجه سانتی گراد، چهار توده (۲. اردبیل- ننه کران، ۳. اردبیل- دودران، ۹. ورزقان- اورنگ و ۱۱. ورزقان- صومعه دل) دارای درصد بقای بین ۱۰۰-۹۱ بودند. در حالی‌که توده‌های ۱. اردبیل- چره برق، ۵. مغان- جعفرآباد و ۸. هشترود درصد بقای ۹۰-۸۱ درصد داشتند. که طبق جدول ۳ مشاهده می‌شود که این سه توده از نظر طول جغرافیایی نزدیک به‌هم هستند. در دمای ۱۰- درجه سلسیوس توده‌های ۱ (اردبیل- چهره برق) و ۵ (مغان- جعفرآباد) به‌ترتیب با درصد بقای ۸۱/۵ و ۸۲/۵ درصد به عنوان متحمل و توده‌های ۲ (اردبیل- ننه کران)، ۳ (اردبیل- دودران)، ۹ (ورزقان- اورنگ) و ۱۱ (ورزقان- صومعه دل) با درصد بقای بین ۹۱ تا ۱۰۰ درصد به‌عنوان بسیار متحمل شناسایی شدند. با در نظر گرفتن محل جمع‌آوری توده‌های ۲، ۳، ۹ و ۱۱ مشاهده می‌شود که این مناطق عمده‌ترین محل کشت عدس در استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل می‌باشد و از طرفی از نظر ارتفاع از سطح دریا نیز مناطق مرتفعی هستند. به‌گزینی این توده‌ها از نظر تحمل به سرما امیدبخش است. پس از انجام مطالعات تکمیلی و خالص‌سازی این توده‌ها می‌توان گام مهمی را در برنامه‌های تغییر تاریخ کاشت از بهار به پاییز و در نتیجه افزایش عملکرد و تولید و همچنین سود کشاورزان عدس کار این منطقه برداشت. زیرا این مناطق نیز مشابه با منطقه اجرای این آزمایش زمستان سخت و پر برفی را تجربه می‌کنند و گیاهان نهایتاً تا مراحل سه برگی در معرض مستقیم سرما قرار می‌گیرند و مابقی سال تا فرا رسیدن بهار زیر پوشش برف هستند.

با توجه به نتایج آزمایش در دمای ۱۳- درجه، طبق جدول ۷ مشاهده می‌شود که تمام توده‌ها از بین رفتند و بسیار حساس به این دما بودند. نظامی و همکاران (Nezami et al., 2013) تحمل به انجماد را در ژنوتیپ‌های عدس در شرایط کنترل شده و مرحله ۴ الی ۶ برگی مطالعه کردند. در این مطالعه تیمارهای دمایی ۳-، ۶-، ۹-، ۱۲، ۱۵-، ۱۸-، ۲۱- و ۲۴- درجه سلسیوس بود. نتایج نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌ها تا دمای ۱۲- قادر به بقا بودند و در دماهای پایین‌تر از بین رفتند. با توجه به نتایج از بین هفت نمونه عدس، ژنوتیپ MLC- 60 بیشترین تحمل را به تنش انجماد داشت. در پژوهش حاضر همانطور که بیان شد مرحله سه برگی در نظر گرفته شده است که در مقابل سرما حساس‌تر از مرحله ۶ برگی می‌باشد، بنابراین تحمل به سرما تا ۱۰- و حساسیت به ۱۳- درجه با توجه به یافته‌های مطالعه ذکر شده قابل انتظار است.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]




شکل ۳- نمودار اختلاف میانگین گروه‌های حاصل از برش دندروگرام از میانگین کل
Figure 3. mean differences of groups from total mean

جدول ۶- تجزیه واریانس صفت درصد بقا در شرایط کنترل شده
Table 6. Analysis of variance for survival percentage under controlled conditions.

| -10 | | -6 | | -3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Survival percentage درصد بقا | df درجه آزادی | Survival percentage درصد بقا | df درجه آزادی | Survival percentage درصد بقا | df درجه آزادی | S.O.V منابع تغییر |
| 1.79 | 1 | 808.7 | 1 | 32.14 | 1 | تکرار(Replication) |
| 1162.7** | 6 | 1728.3** | 12 | 1317.03** | 13 | تیمار(Treatment) |
| 14.45 | 6 | 188.5 | 12 | 45.6 | 13 | خطا(Error) |
| 4.6 | | 19.9 | | 9 | | ضریب تغییرات(CV) |

سعید و همکاران (Saeed et al., 2010) تحمل به سرما را در ۲۲۵ ژنوتیپ نخود دسی در شرایط کنترل شده و در مراحل اولیه رشد گیاهچه (۵ برگی) با به‌کارگیری پارامترهای CTR و FRR[1] مطالعه و هفت ژنوتیپ متحمل را معرفی کردند. نباتی و همکاران (Nabati et al., 2020b) تحمل به یخزدگی را در ۴۰ ژنوتیپ عدس تحت شرایط کنترل شده و دماهای ۱۳-، ۱۵- و ۱۸- با در نظر گرفتن درصد بقای ژنوتیپ‌ها مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دهنده این بود که ۳۷ ژنوتیپ می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی عدس برای مناطقی با دمای حداقل ۱۵- درجه سلسیوس مورد استفاده قرار بگیرند.

## نتیجه گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که بین توده‌های بومی هم از نظر صفات زراعی در مزرعه و هم از نظر درصد بقا در شرایط کنترل شده، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. این اختلاف برای گیاه عدس که پایه ژنتیکی باریکی دارد بسیار حائز اهمیت است. در شرایط مزرعه، توده‌های ۱ (اردبیل- نیر- چهره برق) و ۴ (اردبیل- نیر- داش بلاغ) از نظر صفات عملکرد، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، ارتفاع بوته، بیوماس، تعداد دانه در بوته و تعداد بوته باقی‌مانده پس از سرما مطلوب‌ترین توده بودند. بنابراین می‌توانند پس از خالص‌سازی در برنامه‌های به‌نژادی و آزادسازی رقم مورد استفاده قرار گیرند. مقایسه دو روش ارزیابی برای میزان تحمل به سرما در شرایط مزرعه و اتاقک سرما نشان داد که در مناطق سردسیر با توجه به این‌که اغلب سال‌ها در زمستان شرایط لازم برای ارزیابی تحمل به سرما فراهم نمی‌شود، بنابراین آزمایشات کنترل شده می‌تواند مناسب باشد. همانطور که در نتایج این پژوهش نیز مشخص شد امکان تصمیم‌گیری صحیح و دقیق در مورد تحمل به سرمای توده‌ها

1- Frost Resistance Ratio

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]

در شرایط مزرعه وجود ندارد. زیرا، به‌دلیل عدم امکان یادداشت‌برداری از تعداد بوته‌ها قبل از بروز سرما امکان محاسبه درصد بقا فراهم نمی‌شود. در نتایج نیز مشاهده شد که در هیچ کدام از توده‌ها در شرایط مزرعه علایمی از خسارت سرما وجود ندشت. اما طبق نتایج آزمایش شرایط کنترل شده مشاهده می‌شود که توده‌های ۲ (اردبیل- ننه کران)، ۳ (اردبیل- دودران)، ۹ (ورزقان- اورنگ) و ۱۱ (ورزقان- صومعه دل) با درصد بقای بین ۹۱ تا ۱۰۰ به‌عنوان بسیار متحمل به دمای ۱۰- و توده‌های ۱ (اردبیل- چهره برق) و ۵ (مغان- جعفرآباد) به ترتیب با درصد بقای ۸۱/۵ و ۸۲/۵ به‌عنوان متحمل به دمای ۱۰- درجه سلسیوس شناسایی شدند.

جدول ۷- درصد بقای توده‌های عدس مورد بررسی در شرایط کنترل شده

Table 7. Survival percentage of lentil landraces under controlled condition

| -13 | -10 | -6 | -3 | |
|---|---|---|---|---|
| Survival percentage<br>درصد بقا | Survival percentage<br>درصد بقا | Survival percentage<br>درصد بقا | Survival percentage<br>درصد بقا | No<br>شماره |
| 0 | 81.5 | 83.3 | 95 | 1 |
| 0 | 97.5 | 100 | 100 | 2 |
| 0 | 92.5 | 100 | 100 | 3 |
| – | – | 20 | 62.5 | 4 |
| 0 | 82.50 | 83.3 | 100 | 5 |
| – | – | 50 | 55 | 6 |
| – | – | – | 32.5 | 7 |
| 0 | 30 | 87.5 | 100 | 8 |
| 0 | 92.50 | 100 | 100 | 9 |
| – | – | 50 | 50 | 10 |
| 0 | 100 | 100 | 100 | 11 |
| – | – | 50 | 55 | 12 |
| – | – | 42.5 | 50 | 13 |
| – | – | 29.2 | 55 | 14 |
| – | 82.4 | 68.9 | 75.4 | Total Mean<br>میانگین کل |
| – | 9.30 | 29.92 | 14.59 | LSD5%<br>حداقل اختلاف معنی‌دار |

## منابع

Ahmadi, K., Ebad Zadeh, H. R., Hatami, F., Abd Shah, H., & Kazemian, A. (2022). Agricultural Statistics 2020-2021, Volume 1, Ministry of Agriculture, Planning and Economic assistance, Information and Communication Technology Center, 1, 19. (In Persian).

Ali, A., Johnsin, D., & Stushnoff, C. (1999). Screening lentil (*Lens culinaris* L.) for cold hardiness under controlled conditions. *Journal of Agricultural Science*, 133, 313-319.

Amiri, R., Pezeahkpour, P., & Karami, I. (2021). Identification of lentil desirable genotypes using multivariate statistical methods and selection index of ideal genotype under Rainfed conditions. *Journal of Crop Breeding*, 13, 140-151.

Barrios, A., Caminero, C., Garcia, P., Krezdorn, N., Hoffmeier, K., Winter, P., & De la vega, P. (2017). Deep super-sage transcriptomic analysis of cold acclimation in lentil (*Lens culinaris* medik). *BMC Plant Biology*, 17, 1-15.

Chaichi, M. R & S. Maleki Frahani. (2008). Cold stress effect on different phonological stage in desi type chickpea. *Agricultural Journal*, 30, 13-24. (In Persian).

Gholami Rezvani, N., Nezami, A., Kaafi, M., & Nabati, J. (2019). Evaluation lentil genotypes for autumn cultivation in cold- moderate condition in field. *Crop Production*, 11, 142-147. (In Persian).

Gonzalez, H. B. (2019). Rotation option to winter wheat in the southern plains. International Annual Meetings. San Antonio, Texas https://scisoc.confex.com/scisoc/2019am/meetingapp.cgi/Paper/119313.

Hamdi, A., Kusmenoglu, I., & Erskin, W. (1996). Sources of winter hardiness in wild Lentil. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43, 63-67.

Khamdi, N., Nezami, A., & Bagheri, A. R. (2011). Analysis yield and yield attributes in cold tolerant lentil genotypes in autumn cultivation in Mashhad. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9, 557- 565.

Kumar, S. H. (2015). Current knowledge in lentil genomics and its application for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1-13.

Kupe, M., Bahadir, S., Demir, B., Ercisli, S., Alp Aslan, K., Gundesli, M. A., & Baron, M. (2021). Multivariate analysis approaches for dimension and shape discrimination of *Vitis vinifera* varieties. *Plants*, 10, 1-16.

Maqbool, A., Shafiq, S. H., & Lake, L. (2010). Radiant frost tolerance in pulse- a review. *Euphytica*, 172, 1-12.

Mikic, A., Mihailovic, V., Cupina, B., Dordevic, V., Milic, D., Duc, G., Stoddard, F. L., Henaut, I. L., Marget, P., & Hanocq, M. (2011). Achievements in breeding autumn-sown annual legumes for temperate regions with emphasis on the continental Balkans. *Euphytica*, 180, 57–67.

Najib Niya, S., Nezami, A., Bagheri, A., & Porsa. M. (2008). Study of phonological and morphological characteristics of chickpea (*cicer arietinum* L.) cold tolerant genotypes in fall planting. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 6 (1), 183-192. (In Persian).

Nezami, A., Bagheri, A., Porsa, H., Zafranieh, M., & Khamadi, N. (2011). Evaluation of cold tolerant lentil genotypes in fall planting under supplementary irrigation. *Iranian Journal of Pulses Research*, 1, 49- 58. (In Persian).

Nezami, A., Khazaei, H. R., Hossen Panahi, F., & Fazeli Kakheki, S. F. (2013). Assessment of cold tolerance in lentil genotypes using electrolytes leakage index. *Iranian Journal of Filed Crops Research*. 11, 23-30. (In Persian).

Nabati, J., Nezami, A., Mirmiran, S. M., Hasanfard, A. R., Hojjat, S. S., & Bagheri. A. R. (2020a). Freezing tolerance in some lentil genotypes under controlled conditions. *Seed and Plant*, 36, 183-205. (In Persian).

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]

Nabati, J., Nezami, A., Mirmiran, S. M., & Hojjat, S. S. (2020b). Evaluation of freezing tolerance of selected lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes in field conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 5, 89-101 (In Persian).

Parsa, M. & A. R. Bagheri. (2008). Legumes. JDMP. Press. Iran (In Persian).

Pezeshkpour, P. & S. Afkar. (2019). Assessment of variability of lentil genotypes for agronomic traits using multivariate analysis. *Journal of Crop Breeding*, 11, 142-151. (In Persian).

Rouse, J. W., Hass, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ESTS- Third ERTS Symposium, NASA SP- 351, 1, 309-317.

Saeed, A., Darvishzadeh, R., Hovsepyan, H., & Asatryan, A. (2010). Tolerance to freezing stress in *Cicer* accessions under controlled and field conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9, 2618-2626.

Sedaghatkhahi, H., Parsa, M., Nezami, A., Porsa, H., & Bagheri, A. R. (2011). Study yield and yield attributes in cold tolerant chickpea genotypes in winter sowing conditions at Mashhad. *Iranian Journal of Pulses Research*, 9, 322-330 (In Persian).

Singh, K. B., Malhotra, K. S., & Saxena, M. C. (1989). Chickpea evaluation for cold tolerance under field conditions. *Crop Science*, 29, 282–285

Stoddard, F., Balko, L., Erskine, C., Khan, W., Link, H. R., & Sarker, A. (2006). Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool-season food legumes. *Euphytica*, 147,167–186.

Tabrizivand Taheri, M. (2022). Identification of cold tolerant lentil lines in cold region under dryland conditions. 17 National and 3rd international Iranian Crop Science Congress, Kerman University, Iran (In Persian).

Yazdi Samadi, B., Majnoon Hosseini, N., & Peghambari, S. A. (2004). Evaluation of cold hardiness in lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik). *Seed and Plant*, 20, 23-37 (In Persian).

Ziaei, S. M., Nezami, A., Valizadeh, J., & Jafari, J. (2014). Evaluation of possible autumn planting of lentil in Saravan condition. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 104, 55-62 (In Persian).

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.213 ]