



 <https://doi.org/10.22067/ijpr.2025.94275.1113>

Investigating the Morphological Variation in Cultivars and Lines of Lentil (*Lens* sp. Medik.) Based on the Agronomic Traits

Hajar Badri¹, Zahra Tahmasebi^{1*}, Mahdi Geravandi²

Received: 08 July 2025

Revised: 26 August 2025

Accepted: 16 September 2025

Available Online: 16 September 2025

Cite this article:

Badri, H., Tahmasebi, Z., & Geravandi, M. (2025). Investigating the morphological variation in cultivars and lines of lentil (*Lens* sp. Medik) based on the agronomic traits. *Iranian Journal of Pulses Research*, 16(2), 297-314. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/ijpr.2025.94275.1113>

Introduction

Lentil, known as *Lens culinaris* Medik., is an annual legume belonging to the family Fabaceae. In 2020, lentil global production reached to 5.6 million tons when Canada located in first place with 45%, followed by India with 18%. Iran ranks 12th in the world while has less than 1.2% share in production of this important crop. There is a high diversity of agronomic traits in lentil, the study of which is of great importance. Determining the characteristics of germplasm in terms of desired traits facilitates the creation of breeding populations designed to achieve specific goals.

Materials and Methods

In this study, 70 international genotypes and three control varieties (Bile-Sawar, Kimia, and Mahali) were cultivated in the first year in an augmented design with three replications for controls and in the second year in an alpha-lattice design with replication. The experiment was conducted under autumn cultivation conditions at the Dryland Agriculture Research Institute (DARI), Sararood, Kermanshah, during the crop seasons of 2022-23 and 2023-24. The traits studied under field conditions included plant height, number of days to flowering and maturity, number of pods per plant, grain filling period, grain weight, and yield. The data were used for multivariate analysis by using GEA-R. Cluster analysis was done by Ward's method with the Euclidean distance criterion by hclust function in R software. Regarding the day to flowering and maturity with the grain filling period, lower values were the selection criteria. For the other characteristics, high values were desirable. Selection intensity was considered 15% for all MGIDI traits. For indexing estimation, the R item in the metan software package was used.

Results and Discussion

The results of analysis of variance (ANOVA) showed the difference between the genotypes and controls. For investigation significant difference among the other genotypes with the controls, the value of LSD should be the given. Based on this, for all of traits except PH, DM, and NPP, the differences were significant at the level of 1% and 5%. According to the results, there was significant variation in yield-related traits among the studied genotypes. About the plant height (genotypes G21 and G8), number of days to flowering “genotypes G13, G17 and M2, M12”, number of days to maturity “genotypes M20 and M7, M12, M33, M24, G4”, number of pods per plant “genotypes G30 and G1”, grain filling period “genotypes G32 and G4, M29”, grain weight “genotypes M24 and M31”, and yield “genotypes M22 and M26” showed a favorable situation compared to the others in the two seasons, respectively. Based on cluster analysis, two different groups (29 to 44 and 17 to 56) were formed in the two seasons, respectively, which were different from each other. In general, the Mediterranean genotypes showed better position than the globals and controls in terms of studied traits. In addition, there was a significant variation in terms of grain yield-related traits in the studied genotypes, which allows the selection of superior genotypes from among them. Results of correlation coefficient of the studied traits are also given. Yield in the first year was positively correlated with the number of days to maturity and grain weight and in the second year with plant height and number of pods per plant, and negatively correlated with other traits. The number of pods per plant, a key determinant of yield, was positively correlated with days to maturity, grain filling period, plant height, and plant weight in the first year, and with the grain filling period in the second year. Across both seasons, this trait showed negative correlations with other measured parameters. A dendrogram of cluster analysis based on the morphological and agronomic traits of the lentil genotypes is also presented. In this dendrogram, a total of

1- Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

2- Sararood Branch, Dryland Agriculture Research Institute (DARI), AREEO, Kermanshah, Iran

* Corresponding Author: z.tahmasebi@ilam.ac.ir



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

two groups were made and different genotypes were placed inside them. The number of genotypes in each group differs each season (44 to 29 and 56 to 17 in two seasons), which are shown with different colors. In this case, genotypes that were closest in terms of height, flowering and maturity period, number of pods per plant, weight, and yield were placed in one cluster, and those that were more different were placed in the opposite cluster.

Conclusions

According to the results of this study, the trait of pod number per plant plays an important role in lentil grain yield under autumn cultivation conditions.

Keywords: Agronomic characteristics, Augmented and Lattice designs, Dryland conditions, Legumes



بررسی تنوع مورفولوژیک ارقام و لاین‌های عدس (*Lens sp. Medik.*) براساس صفات زراعی

هاجر بدری^۱، زهرا طهماسبی^{۱*}، مهدی گراوندی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۵

چکیده

عدس (*Lens culinaris Medik.*) گیاهی یک‌ساله و متعلق به خانواده بقولات است که پیدا کردن روابط بین صفات در افزایش عملکرد آن از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق، ۷۰ ژنوتیپ بین‌المللی و سه رقم شاهد (بیل‌سوار، کیمیا و محلی) در سال اول در قالب طرح آگمنت با سه تکرار برای شاهد‌ها و در سال دوم در قالب طرح آلفا-لاتیس کشت شدند. آزمایش در شرایط کشت پاییزه در معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود کرمانشاه) طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۴۰۲ و ۱۴۰۲-۱۴۰۳ اجرا شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، دوره پُر شدن دانه، وزن و عملکرد دانه بودند. تنوع معنی‌داری در صفات مرتبط با عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود داشت. در مورد ارتفاع بوته "ژنوتیپ‌های G21 و G8"، تعداد روز تا گل‌دهی "ژنوتیپ‌های G13 و G17، M2 و M12"، تعداد روز تا رسیدگی "ژنوتیپ‌های M20 و M7، M12، M24، M33، G4"، تعداد غلاف در بوته "ژنوتیپ‌های G30 و G1"، دوره‌ی پُر شدن دانه "ژنوتیپ‌های G4، G32، M29"، وزن دانه "ژنوتیپ‌های M24 و M31" و عملکرد "ژنوتیپ‌های M22 و M26" به ترتیب در دو فصل، وضعیت بهتری نسبت به سایرین نشان دادند. براساس تجزیه خوشه‌ای، دو گروه متفاوت "۲۹ به ۴۴ و ۱۷ به ۵۶" در دو فصل تشکیل شد که نسبت به هم تفاوت داشتند. به‌طور کلی، ژنوتیپ‌های مدیرانه‌ای از نظر صفات مورد مطالعه وضعیت بهتری نسبت به ژنوتیپ‌های جهانی و ارقام شاهد نشان دادند. بر این اساس، صفت تعداد غلاف در بوته نقش مهمی در عملکرد دانه در شرایط کشت پاییزه داشت.

واژه‌های کلیدی: حبوبات، شرایط دیم، طرح‌های آگمنت و لاتیس، ویژگی‌های زراعی

مقدمه

در مورد عدس، ویژگی‌های زراعی-ریخت‌شناسی مانند ارتفاع بوته، تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی، تعداد و وزن غلاف در بوته، وزن و عملکرد دانه از جمله صفات بسیار مهم محسوب می‌شوند (Toklu et al., 2009). مطالعات مختلفی برای شناسایی ژرم‌پلاسم عدس با خصوصیات ریشه بهتر، کارایی مصرف آب بالاتر، کاهش تعرق، راندمان مصرف مواد معدنی بهتر، خصوصیات زایشی مطلوب‌تر، کیفیت دانه و عملکرد بالا انجام شده است (Datta et al., 2013). ویژگی‌های ریخت‌شناسی امکان شناسایی منابع ناشناخته تنوع ژنتیکی را فراهم می‌کنند که اغلب آن‌ها برای سازگاری گیاه با تنش‌های زیستی و غیرزیستی مهم هستند. برای این منظور، بررسی دقیق این صفات ضروری است. طبیعتاً مطالعات ریخت‌شناسی با وجود ارزش بسیار زیاد به‌تنهایی کافی نیستند و بررسی‌های تکمیلی مانند مرور جنبه‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی نیز حائز اهمیت می‌باشد. عملکرد دانه، صفت تا حدی پیچیده است که تا حد زیادی تحت تأثیر ژنوتیپ، حاصلخیزی خاک، نور، دما و بسیاری از عوامل محیطی قرار دارد. با توجه به تعداد زیاد ژن‌های مهارکننده عملکرد و تأثیر عوامل محیطی، وراثت‌پذیری آن پایین است. بنابراین، بهبود عملکرد در روش‌های اصلاحی براساس اجزاء و صفات مرتبط اهمیت دارد

بقولات (Fabaceae) یک تیره مهم با ۶۵۰ جنس و ۱۲۰۰۰ گونه است که در سراسر عالم پراکنده شده‌اند (Hasanuzzaman et al., 2020). عدس (*Lens culinaris Medik.*) یکی از حبوبات یک‌ساله متعلق به این خانواده است که به دلیل دانه عدسی‌شکل خود مشهور است. دانه‌های عدس بیشتر در صنایع غذایی استفاده می‌شوند و علوفه آن نیز برای تغذیه دام‌ها کاربرد دارد (Sadras & Calderini, 2020). عدس سومین حبوبات مهم فصل سرد در جهان محسوب می‌شود (Yadav et al., 2007; Badri & Simorgh, 2023). در سال ۲۰۲۰، تولید جهانی آن به ۵/۶ میلیون تن رسید که کانادا با ۴۵ درصد در رتبه اول و هند با ۱۸ درصد در رتبه دوم قرار داشتند (Bedasa, 2021). ایران در رتبه دوازدهم جهان قرار دارد، درحالی‌که سهم تولید این محصول در کشور ما کمتر از ۱/۲ درصد است (Zyaie et al., 2014).

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سرارود، کرمانشاه، ایران

*- نویسنده مسئول: z.tahmasebi@ilam.ac.ir

کرت (یک در چهار متر) با فاصله خطوط کاشت (۲۵ سانتی‌متر) و تراکم ۲۰۰ بذر در مترمربع بود. براساس تجزیه خاک که در جدول ۲ ذکر شده است، مقادیر توصیه‌شده کود به خاک اضافه گردید. بر این اساس، ۴۰ کیلوگرم اوره به همراه ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به‌طور یکنواخت در طرح آزمایشی توزیع شد. کاشت بذور به‌صورت ماشینی و مهار علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی انجام گردید.

صفات مورد مطالعه

صفات مورد بررسی در شرایط مزرعه شامل موارد زیر بود: ارتفاع بوته، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، دوره پُر شدن دانه، وزن دانه و عملکرد دانه.

این صفات از پنج بوته که به‌طور تصادفی در داخل هر کرت انتخاب شده بودند، بررسی گردید. اطلاعات هواشناسی ایستگاه سرارود طی دو سال زراعی در جدول ۳ ارائه شده است. در هر دو سال، مجموع بارندگی ایستگاه ۴۵۰/۵ به دست آمده است که برای شرایط استان کرمانشاه نسبتاً مطلوب می‌باشد.

جدول ۱- کد ژنوتیپ‌های بررسی‌شده

Table 1- Characteristics of the genotypes studied

اختصار ژنوتیپ Abbreviations	نوع ژنوتیپ Type
MED35 تا MED1	سازگار با شرایط مدیترانه‌ای Compatible with the Mediterranean conditions
GLO35 تا GLO1	ژنوتیپ جهانی Compatible with the global conditions
بیله سوار (B)	رقم سازگار با شرایط ایران Compatible with Iran conditions
کیمیا (K)	رقم سازگار با شرایط ایران Compatible with Iran conditions
محلی (M)	رقم سازگار با شرایط ایران Compatible with Iran conditions

MED: مدیترانه‌ای و GLO: جهانی

MED: Mediterranean and GLO: Global

جدول ۲- نتایج آزمون خاک مزرعه تحقیقاتی معاونت مؤسسه

تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود)

Table 2- Soil test results of the research farm of dryland agricultural research institute (Sararood)

مس Cu (ppm)	روی Zn (ppm)	پتاسیم K (ppm)	کربن آلی Organic C (%)	آهن Fe (ppm)	منگنز Mn (ppm)	فسفر P (ppm)
0.42	1.54	540	1.12	5.20	12.60	11.6

(Parveen & Bhuiya, 2010; Barrero et al., 2011; Kayan & Olgun, 2012; Datta et al., 2013).

مطالعات مختلفی در ایران و سایر کشورها برای گزینش ژنوتیپ‌های مناسب عدس انجام شده است (Azizi Chakhrachman et al., 2010; Saman et al., 2013; Nouri Goghari et al., 2014; Majnoun Hosseini & Naghavi, 2017; Moradi et al., 2020). مطالعات محققان خارجی نیز در این زمینه موجود است (Barrero et al., 2011; Choudhary et al., 2017; Datta et al., 2013; Kayan & Olgun, 2012; Mekonnen et al., 2014; Mishra et al., 2022; Nabati et al., 2021; Preiti et al., 2024; Sadeghzadeh-Ahari & Farayedi, 2020). با توجه به اهمیت عدس، مطالعات بیشتری مورد نیاز است و تحقیق حاضر به‌خاطر پر کردن این خلأ و بررسی ژنوتیپ‌های بیشتری از این محصول ارزشمند طراحی گردید. ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زراعی در ژنوتیپ‌های بین‌المللی عدس که تحت سامانه‌های کشاورزی کشت می‌شوند یا در بانک‌های ژن ذخیره می‌شوند، امکان شناسایی منابع ناشناخته‌ی تنوع را فراهم می‌کند. بنابراین، بررسی دقیق این ویژگی‌ها ضروری است. هدف اصلی این تحقیق، مقایسه ژنوتیپ‌های جدید عدس از نظر صفات ریخت‌شناسی بود. نتایج این تحقیق می‌تواند در تعیین ژنوتیپ‌های برتر برای تحقیقات بیشتر در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

طرح آزمایش و نحوه اجرا

در این تحقیق، ۷۰ ژنوتیپ بین‌المللی (۳۵ ژنوتیپ جهانی و ۳۵ ژنوتیپ مدیترانه‌ای) و بذر سه رقم شاهد (بیله‌سوار، کیمیا و محلی) از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم^۱، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سرارود (۳۴/۳۳ درجه شمالی و ۴۷/۳۳ درجه شرقی)، کرمانشاه، ایران، طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳ در شرایط کشت پاییزه ارزیابی شدند. کد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. این لاین‌ها متعلق به یک‌کاردا هستند و در قالب برنامه‌های مشترک به‌نژادی (آزمایش‌های بین‌المللی) وارد شده‌اند. نصف آن‌ها برای شرایط مدیترانه‌ای و نصف دیگر در مقیاس جهانی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. آزمایش سال اول به علت کمبود بذر به‌صورت آگمنت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بدون تکرار با پنج بلوک و سه شاهد اجرا شد. در سال دوم برای افزایش دقت مقایسه‌ها از طرح تکراردار آلفا-لاتیس در دو تکرار و پنج بلوک استفاده گردید. روش‌های کاشت، داشت و برداشت طبق دستورالعمل‌های DARI انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل یک

جدول ۳- اطلاعات هواشناسی ایستگاه سرارود در دو سال زارعی ۱۴۰۱-۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳
Table 3- Meteorological information of Sararood station during 2022-23 and 2023-24

ماه Month	بارندگی Final fall (mm)	حداقل دمای مطلق Min absolute temperature (°C)	حداکثر دمای مطلق Max. absolute temperature (°C)	متوسط دما Aver. temperature (°C)	تعداد روز زیر صفر No. of days below 0 °C	رطوبت نسبی (درصد) Aver. of relative humidity (%)	متوسط دمای حداقل Min. of mean temperature (°C)	متوسط دمای حداکثر Max. of mean temperature (°C)	سال زارعی ۱۴۰۱-۰۲ Season 2022-23
مهر October	9.3	4.7	34.7	19.2	0	37.6	10.6	27.8	
آبان November	38.8	1.9	25.7	13.1	0	60.0	5.6	20.6	
آذر December	18.1	-3.4	18.8	8.0	18	62.8	0.4	15.6	
دی January	21.1	-5.7	16.8	6.2	15	74.1	0.6	11.8	
بهمن February	103.3	-5.9	16.4	5.5	16	74.4	-0.4	11.5	
اسفند March	76.4	-7.3	20.8	7.0	14	63.0	0.8	13.3	
فروردین April	66.3	-0.7	25.3	11.8	2	59.3	3.9	19.7	
اردیبهشت May	111.8	3.4	28.5	15.4	0	61.0	8.2	23.3	
خرداد June	5.4	6.2	38.4	23.1	0	33.7	13.0	33.4	
تیر July	0	12.6	41.7	27.2	0	22.2	16.0	38.3	
مرداد August	0	14.6	41.8	28.3	0	22.4	17.1	39.5	
جمع Total	450.5								

ادامه جدول ۳- اطلاعات هواشناسی ایستگاه سرارود در دو سال زارعی ۱۴۰۱-۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳
Table 3- Meteorological information of Sararood station during 2022-23 and 2023-24, continued

ماه Month	بارندگی Final fall (mm)	حداقل دمای مطلق Min absolute temperature (°C)	حداکثر دمای مطلق Max. absolute temperature (°C)	متوسط دما Aver. temperature (°C)	تعداد روز زیر صفر No. of days below 0 °C	رطوبت نسبی (درصد) Aver. of relative humidity (%)	متوسط دمای حداقل (درجه سانتی گراد) Min. of mean temperature (°C)	متوسط دمای حداکثر (درجه سانتی گراد) Max. of mean temperature (°C)
مهر October	9.8	2.8	28.8	16.6	0	43.6	8.0	25.3
آبان November	43.3	-2.1	23.9	11.3	5	67.0	4.4	18.2
آذر December	29.0	-3.1	18.8	7.4	17	69.6	0.9	13.8
دی January	33.0	-5.6	16.8	6.0	17	69.0	-0.2	12.2
بهمن February	78.3	-5.9	16.4	5.0	16	73.8	-0.5	10.6
اسفند March	102.4	-7.3	22.1	8.8	10	62.4	1.8	15.7
فروردین April	56.2	1.0	28.8	14.2	0	54.8	6.3	22.7
اردیبهشت May	94.3	3.4	36.8	16.9	0	57.2	8.5	25.4
مرداد June	4.2	6.9	39.2	25.5	0	25.7	15.3	35.7
مهر July	0	13.0	41.7	27.7	0	23.2	16.5	39.0
آبان August	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع Total	450.5							

سال زارعی ۱۴۰۲-۰۳

Season 2023-24

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه چندمتغیره، داده‌ها با استفاده از GEA-R مورد تجزیه قرار گرفتند (Pacheco et al., 2016; Yan & Rajcan, 2002). تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به‌روش وارد^۱ با معیار فاصله اقلیدسی توسط تابع hclust در نرم‌افزار R انجام شد. در مورد تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی با دوره پُر شدن دانه، مقادیر پایین‌تر معیار انتخاب ژنوتیپ بودند. برای سایر صفات، مقادیر بالا مطلوب بودند. شدت انتخاب برای همه صفات^۲ ۱۵ درصد در نظر گرفته شد (Olivoto et al., 2020). مقایسه میانگین‌ها نیز به‌وسیله آزمون LSD انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) داده‌های دو سال زراعی در **جدول ۴** ارائه شده که روش تجزیه آن‌ها متفاوت بوده است. بر این اساس، در سال اول و دوم برای همه صفات به‌جز ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی و تعداد غلاف در بوته، تفاوت‌ها در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار تعیین شدند.

حداقل و حداکثر مقادیر به دست‌آمده برای صفات مورد مطالعه، میانگین آن‌ها، به همراه دامنه و ضریب آن‌ها نیز در **جدول ۵** ارائه شده است. بر این اساس، در مورد عملکرد و روزهای گل‌دهی به‌ترتیب بیشترین و کمترین ضریب تغییرات مشاهده شد.

مقادیر به‌دست‌آمده برای صفات در **جدول ۶** ارائه شده است. در مورد ارتفاع بوته "ژنوتیپ‌های G21 و G8" تعداد روز تا گل‌دهی "ژنوتیپ‌های G17، G13 و M12"، تعداد روز تا رسیدگی "M20 و M7، M12، M33، M24، G4"، تعداد غلاف در بوته "ژنوتیپ‌های G30 و G1"، دوره‌ی پُر شدن دانه "ژنوتیپ‌های G32 و G4، M29"، وزن دانه "ژنوتیپ‌های M24 و M31" و عملکرد "ژنوتیپ‌های M22 و M26" به ترتیب در دو فصل، وضعیت مناسبی نسبت به سایرین داشتند. مقادیر LSD برای هر صفت نیز ذکر شده است.

نتایج ضریب همبستگی صفات مورد مطالعه در **جدول ۷** ارائه شده است. عملکرد دانه در سال اول با تعداد روز تا رسیدگی و وزن دانه و در سال دوم با ارتفاع و تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و با سایر صفات همبستگی منفی داشت. تعداد غلاف در بوته نیز که بر عملکرد تأثیرگذار است در سال اول با تعداد روز تا رسیدگی، دوره پُر شدن دانه، ارتفاع و وزن دانه و در سال دوم با دوره پُر شدن دانه

همبستگی مثبت نشان داد. در دو سال ذکرشده، این صفت با سایر پارامترها همبستگی منفی نشان داد.

نمایش چندضلعی ژنوتیپ × صفت برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در **شکل ۱** ارائه شده است که نتایج فوق را تأیید می‌کند. در این شکل، صفات ذکرشده که با همدیگر دارای زاویه حاده هستند همبستگی مثبت و صفات با زاویه بیشتر دارای عدم همبستگی یا همبستگی منفی هستند. در این شکل، ارتفاع و تعداد غلاف در بوته در موقعیت مشابهی قرار گرفتند. در سال اول تعداد روز تا گل‌دهی، وزن دانه و عملکرد وضعیت مشابهی را نشان دادند که نشان‌دهنده نقش مهم این دو صفت در بهبود عملکرد عدس است. در نهایت، روز تا رسیدگی و دوره پُر شدن دانه ارتباط نزدیکی با هم داشتند که نشان‌دهنده رابطه نزدیک آن‌ها است. در سال دوم نیز تعداد روز تا گل‌دهی با ارتفاع و صفات عملکرد با وزن دانه دارای همبستگی مثبت بودند و در مورد سایر صفات این همبستگی کمتر یا منفی بود. دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های عدس براساس صفات ریخت‌شناسی-زراعی در **شکل ۲** نشان داده شده است. در هر دندروگرام، در مجموع دو گروه تشکیل شد و ژنوتیپ‌های مختلف در داخل آن‌ها قرار گرفتند. تعداد ژنوتیپ‌ها در هر گروه در هر سال متفاوت است (۲۹ در برابر ۴۴ و ۱۷ در برابر ۵۶ به‌ترتیب در دو فصل) که با رنگ‌های مختلف نشان داده شده‌اند. در این مورد، ژنوتیپ‌هایی که از نظر ارتفاع، طول دوره گل‌دهی و رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، وزن و عملکرد به هم نزدیک‌تر بودند درون یک خوشه و آن‌هایی که اختلاف بیشتری داشتند در خوشه مقابل قرار گرفتند.

برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، از فاصله وارد برای تجزیه و تحلیل خوشه‌ها با استفاده از روش حداقل واریانس اقلیدسی استفاده شد. نتایج تجزیه خوشه‌ای نیز در **شکل ۳** آمده است. در این شکل، ژنوتیپ‌های مختلف در دو گروه قرار گرفتند که با رنگ‌های جداگانه نشان داده شده‌اند. خوشه‌بندی براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام گردید. در مجموع، در سال زراعی ۲۰۰۲-۱۴۰۱، ژنوتیپ‌های بیشتری در خوشه ۱ نسبت به خوشه ۲ وجود داشت (۴۴ ژنوتیپ در مقابل ۲۹ ژنوتیپ). ژنوتیپ‌های بیل‌سوار و محلی در خوشه ۱ و کیمیا در خوشه ۲ قرار گرفتند. در خوشه ۱، ژنوتیپ‌های مدیترانه‌ای بیشتری مشاهده شد، درحالی‌که در خوشه ۲، ژنوتیپ‌های جهانی غالبیت نشان دادند. در سال زراعی ۲۰۰۳-۱۴۰۲، توزیع ژنوتیپ‌ها ناهموارتر بود (۱۷ در مقابل ۵۶ ژنوتیپ) که ژنوتیپ محلی در خوشه ۱ و بیل‌سوار و کیمیا در خوشه ۲ قرار گرفتند.

1- Ward
2- Multi-trait Genotype-Ideotype Distance Index (MGIDI)

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Table 3- Results of analysis of variance (ANOVA) of different traits in the studied genotypes

سال زراعی ۱۴۰۱/۰۲ در قالب طرح آگمنت Season 2022-23 based on Augment design								
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته PH	تعداد روز تا گل‌دهی DF	تعداد روز تا رسیدگی DM	تعداد غلاف در بوته NPP	دوره پُر شدن دانه SFP	وزن دانه SW	عملکرد YLD
ژنوتیپ Genotype	2	0.67	42.46**	2.86	419.58	34.40**	7.82**	363833.75**
تکرار Replication	4	3.28*	4.76	1.76	192.06	3.90	0.66	28436.45*
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	--	2.37	0.87	0.64	21.18	2.57	20.23	5.50
سال زراعی ۱۴۰۲ - ۰۳ در قالب طرح لاتیس Season 2023-24 based on Lattice design								
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته PH	تعداد روز تا گل‌دهی DF	تعداد روز تا رسیدگی DM	تعداد غلاف در بوته NPP	دوره پُر شدن دانه SFP	وزن دانه SW	عملکرد YLD
ژنوتیپ Genotype	68	8.60	22.99**	9.92	196.72	25.88**	1.19**	1201393**
تکرار Replication	4	4.28	0.49	0.97	767.69	0.08	0.02	72539.45
تکرار در بلوک Replication:Blocks	8	9.44	20.44*	19.29*	291.60	6.82*	0.92	46572.79
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	--	8.60	2.03	1.31	22.78	2.95	17.48	15.62

PH: ارتفاع بوته، DF: تعداد روز تا گل‌دهی، DM: تعداد روز تا رسیدگی، NPP: تعداد غلاف در بوته، SFP: دوره پُر شدن دانه، SW: وزن دانه و YLD: عملکرد دانه.
PH: plant height, DF: days to flowering, DM: days to maturity, NPP: number of pod per plant, SFP: seed filling period, SW: seed weight and YLD: yield.

*: نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح پنج درصد و **: نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد است.

*: indicates significance at 5% and **: in 1%.

جدول ۵- حداقل، حداکثر، دامنه، میانگین و ضریب تغییرات صفات مورد مطالعه

Table 4- Minimum, maximum, range, mean and coefficient of variation of the studied traits

سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲ Season 2022-23							
صفت Trait	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) PH (cm)	تعداد روز تا گل‌دهی (روز) DF (day)	تعداد روز تا رسیدگی (روز) DM (day)	تعداد غلاف در بوته NPP	دوره پر شدن دانه (روز) SFP (day)	وزن دانه (گرم) SW (g)	عملکرد (کیلوگرم) YLD (Kg)
حداقل Min.	27.00	133.00	177.00	49.67	38.00	2.81	185.00
حداکثر Max.	37.67	140.60	183.00	149.67	49.00	5.92	2255.00
دامنه Range	10.67	7.00	6.00	100.00	11.00	3.11	2070.00
میانگین Average	31.99	136.90	180.29	70.68	43.38	4.14	1092.4
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	1.39	0.71	5.33	5.50	16.32	26.50	37.62
سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳ Season 2022-23							
صفت Trait	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) PH (cm)	تعداد روز تا گل‌دهی (روز) DF (day)	تعداد روز تا رسیدگی (روز) DM (day)	تعداد غلاف در بوته NPP	دوره پر شدن دانه (روز) SFP (day)	وزن دانه (گرم) SW (g)	عملکرد (کیلوگرم) YLD (kg)
حداقل Min.	33.31	143.00	202.00	31.44	50.00	3.00	71.30
حداکثر Max.	44.33	155.00	212.00	74.06	65.00	6.40	3001.3
دامنه Range	11.01	12.00	10.00	11.01	15.00	3.40	2930.0
میانگین Average	38.78	147.77	205.62	52.77	57.85	4.31	1695.3
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	5.86	2.26	1.04	20.75	6.22	18.32	46.64

PH: ارتفاع بوته، DF: تعداد روز تا گل‌دهی، DM: تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، SFP: دوره پر شدن دانه، SW: وزن دانه و YLD: عملکرد دانه.
PH: plant height, DF: days to flowering, DM: days to maturity, NPP: number of pod per plant, SFP: seed filling period, SW: seed weight and YLD: yield.

جدول ۶- مقادیر صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف

Table 5- Values of studied traits in different genotypes

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته (سانتی متر) PH (cm)		تعداد روز تا کل دهی (روز) DF (day)		تعداد روز تا رسیدگی (روز) DM (day)		تعداد غلاف در بوته NPP		دوره پر شدن دانه (روز) SFP (day)		وزن دانه (گرم) SW (g)		عملکرد (کیلوگرم) YLD (kg)	
	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۲-۰۳	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۲-۰۳	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۲-۰۳	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۲-۰۳	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۲-۰۳	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۲-۰۳	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۲-۰۳
	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24
M1	27.00	39.50	138	148	179	204	52.67	72.78	41	56	5.09	5.30	1312.50	1271.25
M2	32.67	36.17	138	138	179	206	70.33	54.44	41	63	4.27	5.00	1150.00	1493.75
M3	35.00	39.00	139	153	180	205	76.67	45.11	41	52	4.59	5.00	1805.00	2423.75
M4	33.67	36.00	135	144	180	204	65.33	34.50	45	60	4.21	5.10	1155.00	1491.25
M5	31.00	37.00	137	146	180	205	60.33	51.33	43	59	4.33	5.00	1057.50	897.50
M6	30.33	38.00	136	145	181	204	79.33	63.11	45	59	4.96	5.20	1027.50	1491.25
M7	29.33	38.33	137	145	180	202	61.00	56.28	43	57	4.30	5.00	1120.00	1185.00
M8	31.67	43.17	138	145	181	204	57.67	60.83	43	59	4.61	4.40	1170.00	1662.50
M9	30.00	39.00	135	148	181	204	68.33	50.06	46	56	4.51	5.20	835.00	1818.75
M10	31.00	38.33	136	145	179	207	84.00	55.06	43	62	3.78	4.00	690.00	603.75
M11	30.00	36.17	139	145	182	203	66.33	69.61	43	58	4.86	5.00	1205.00	1310.00
M12	32.67	34.83	136	143	178	204	56.00	54.44	42	61	4.79	5.00	1112.50	1493.75
M13	31.00	39.83	139	144	179	206	55.00	49.94	40	62	4.61	5.00	1225.00	975.00
M14	32.33	39.67	139	151	181	204	57.67	44.72	42	53	4.40	4.60	1210.00	2000.00
M15	30.67	40.50	139	144	181	205	78.33	65.89	42	61	4.28	5.00	1160.00	1146.25
M17	32.00	-	135	-	180	-	78.00	-	45	-	3.54	-	722.50	-
M18	29.67	35.67	137	153	180	206	51.33	56.67	43	53	5.11	4.00	1182.50	441.25
M19	29.00	41.17	136	153	182	204	59.00	59.17	46	51	4.32	4.80	1295.00	1728.75
M20	31.33	40.17	136	153	177	207	53.00	44.78	41	54	3.22	4.30	1285.00	1698.75
M21	30.00	38.83	139	146	179	206	56.67	48.61	40	60	5.78	3.50	1622.50	1226.25
M22	32.00	37.50	138	149	180	204	68.00	49.78	42	55	4.56	6.20	2255.00	1962.50
M23	30.67	38.00	139	146	180	203	89.67	34.61	41	57	5.58	4.40	1572.50	2957.50
M24	32.00	40.67	139	147	183	202	76.33	54.11	44	55	5.92	6.30	1400.00	2561.25
M25	31.67	38.33	139	153	182	205	49.67	69.00	43	52	4.86	4.30	1490.00	2711.25
M26	30.00	40.67	136	145	179	205	86.33	46.67	43	60	4.64	4.30	1660.00	3001.25
M27	30.00	38.67	138	145	180	208	54.00	52.78	42	63	4.71	4.40	1057.50	2747.50
M28	32.67	38.33	137	147	180	206	62.33	47.50	43	59	4.56	5.30	2110.00	1703.75
M29	30.00	41.68	135	153	180	203	52.67	36.94	45	50	4.40	4.30	920.00	2798.75
M30	32.67	34.17	140	145	183	206	49.67	57.94	43	61	5.46	4.60	1397.50	2078.75
M31	32.67	38.17	139	146	179	204	93.33	39.67	40	58	4.34	6.40	415.00	2703.75
M32	32.67	38.33	136	152	179	212	71.33	43.28	43	60	4.01	4.30	1262.50	162.50
M33	33.67	35.50	140	146	183	202	59.67	54.00	43	56	3.74	5.00	217.50	2255.00
M34	35.00	37.67	139	144	179	209	56.00	46.39	40	65	4.42	4.30	1405.00	130.00

ادامه جدول ۶- مقادیر صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف

Table 5- Values of studied traits in different genotypes, continued

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) PH (cm)				تعداد روز تا گل‌دهی (روز) DF (day)				تعداد روز تا رسیدگی (روز) DM (day)				تعداد غلاف در بوته NPP				دوره پر شدن دانه (روز) SFP (day)				وزن دانه (گرم) SW (g)				عملکرد (کیلوگرم) YLD (kg)			
	۱۴۰۱-۰۲		۱۴۰۲-۰۳		۲۰۲۲-۲۳		۲۰۲۳-۲۴		۱۴۰۱-۰۲		۱۴۰۲-۰۳		۲۰۲۲-۲۳		۲۰۲۳-۲۴		۱۴۰۱-۰۲		۱۴۰۲-۰۳		۲۰۲۲-۲۳		۲۰۲۳-۲۴		۱۴۰۱-۰۲		۱۴۰۲-۰۳	
	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24	2022-23	2023-24
M35	31.67	39.83	135	146	178	181	205	205	79.00	49.61	43	59	4.94	1262.50	2641.25													
G1	32.33	41.50	136	144	181	181	205	84.00	74.06	45	61	3.87	577.50	1566.25														
G2	33.00	38.50	137	145	181	181	204	72.00	36.22	44	59	3.58	880.00	2005.00														
G3	33.33	38.83	139	153	178	178	205	54.33	48.33	39	52	3.36	1582.50	2118.75														
G4	33.00	41.33	135	152	180	180	202	53.33	68.39	45	50	3.45	505.00	1621.25														
G5	32.00	39.33	135	146	182	182	209	55.67	62.39	47	63	4.42	1335.00	1525.00														
G6	31.67	42.00	135	144	178	178	208	60.00	71.28	43	64	4.29	1082.50	1388.75														
G7	32.67	33.33	135	145	181	181	205	57.67	64.61	46	60	4.36	1255.00	1386.25														
G8	31.00	44.33	135	145	182	182	206	50.00	38.28	47	61	4.02	1290.00	1763.75														
G9	32.67	37.00	135	145	181	181	207	129.33	55.72	46	62	3.32	950.00	1158.75														
G10	32.67	39.32	135	148	180	180	207	61.67	39.28	45	59	3.28	977.50	2046.25														
G11	32.33	42.17	134	145	180	180	207	87.33	49.83	46	62	3.54	902.50	1673.75														
G12	31.33	40.00	135	146	181	181	202	52.67	31.44	46	56	4.02	692.50	2781.25														
G13	36.33	40.50	133	145	182	182	209	92.33	68.89	49	64	2.96	312.50	155.00														
G14	32.33	39.83	135	147	182	182	206	71.67	58.44	47	59	3.33	185.00	71.25														
G15	34.00	39.00	135	148	179	179	206	64.33	41.17	44	58	3.30	350.00	837.50														
G16	33.67	42.33	137	147	180	180	205	79.33	60.00	43	58	3.45	1257.50	1540.00														
G17	29.00	39.32	133	153	181	181	206	56.33	41.56	48	53	3.24	210.00	651.25														
G18	31.67	38.33	137	155	180	180	207	73.67	65.67	43	52	3.28	412.50	743.75														
G19	30.00	38.67	135	153	180	180	208	88.67	58.56	45	55	3.73	1097.50	2965.00														
G20	33.33	41.00	139	153	180	180	208	66.33	65.11	41	55	4.06	647.50	461.25														
G21	37.67	33.32	135	148	181	181	209	87.00	41.22	46	61	3.43	855.00	605.00														
G22	32.33	40.00	136	145	181	181	208	60.00	54.44	45	63	3.94	1010.00	1952.50														
G23	30.33	38.33	136	151	181	181	208	56.33	39.06	45	57	3.74	917.50	1562.50														
G24	31.33	40.32	138	146	182	182	205	96.00	33.37	44	59	4.07	1237.50	2660.00														
G25	30.33	37.33	136	148	181	181	207	50.00	58.11	45	59	4.10	810.00	2156.25														
G26	32.00	35.67	138	146	181	181	203	97.33	62.94	43	57	3.92	907.50	2457.50														
G28	35.00	40.17	136	153	182	182	209	86.67	42.33	46	56	3.46	812.50	1426.25														
G29	33.00	37.17	140	147	180	180	204	106.33	56.67	40	57	3.97	1370.00	2581.25														
G30	33.67	38.50	136	148	180	180	206	149.67	42.33	44	58	3.91	1515.00	2432.50														
G31	33.67	34.17	140	147	180	180	204	66.67	35.11	40	57	4.03	1187.50	2233.75														
G32	31.67	36.17	140	148	178	178	203	92.33	65.83	38	55	3.54	1257.50	2867.50														
G33	34.00	40.00	138	148	180	180	205	91.33	68.28	42	57	3.49	1352.50	2123.75														
G34	31.33	42.00	135	153	180	180	207	60.33	54.67	45	54	3.85	1247.50	2590.00														
Bile-Sawar	32.67	39.00	140	152	181	181	210	78.00	55.61	41.2	58	5.31	1458.50	330.00														
Kimia	32.33	38.67	135	147	179.6	179.6	207	62.13	59.28	44.4	60	4.20	1323.00	2030.00														
Mahali	31.93	39.83	141	152	179.8	179.8	207	62.13	53.06	39.2	55	2.81	938.50	1735.00														
حداقل تفاوت معنی‌داری	27.00	39.50	138	148	179	179	204	52.67	72.78	41	56	5.09	1312.50	1271.25														
LSD																												

PH: ارتفاع بوته، DM: تعداد روز تا رسیدگی، NPP: تعداد غلاف در بوته، SFP: دوره پر شدن دانه، SW: وزن دانه و YLD: عملکرد دانه

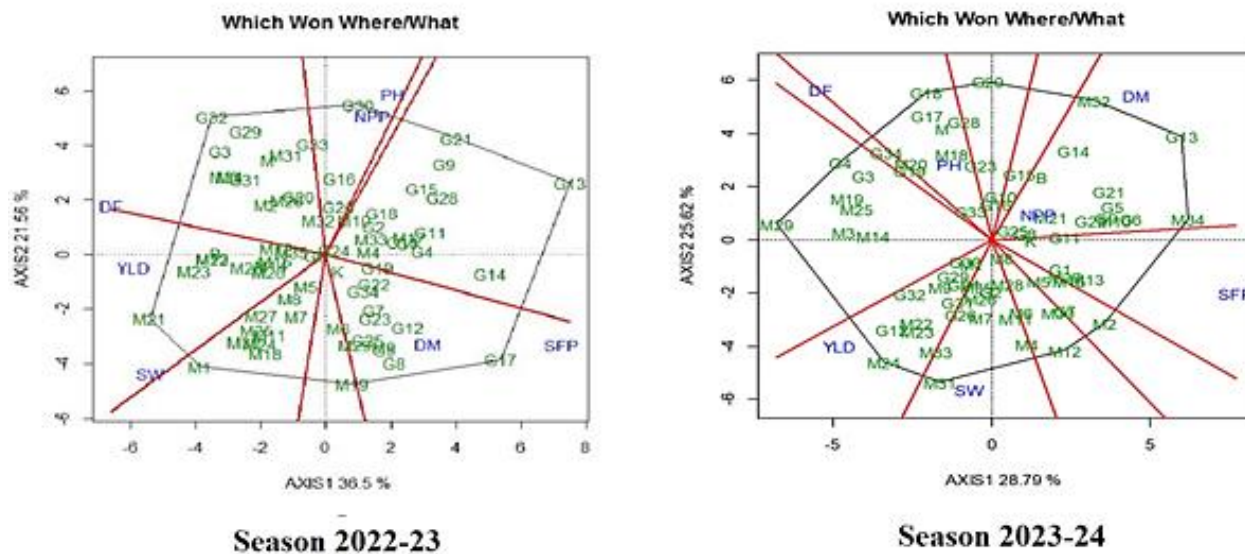
PH: plant height, DM: days to maturity, NPP: number of pod per plant, SFP: seed filling period, SW: seed weight and YLD: yield.

جدول ۷- نتایج همبستگی صفات مطالعه‌شده در دو فصل زراعی
Table 6- Results of correlation of studied traits in two cropping seasons

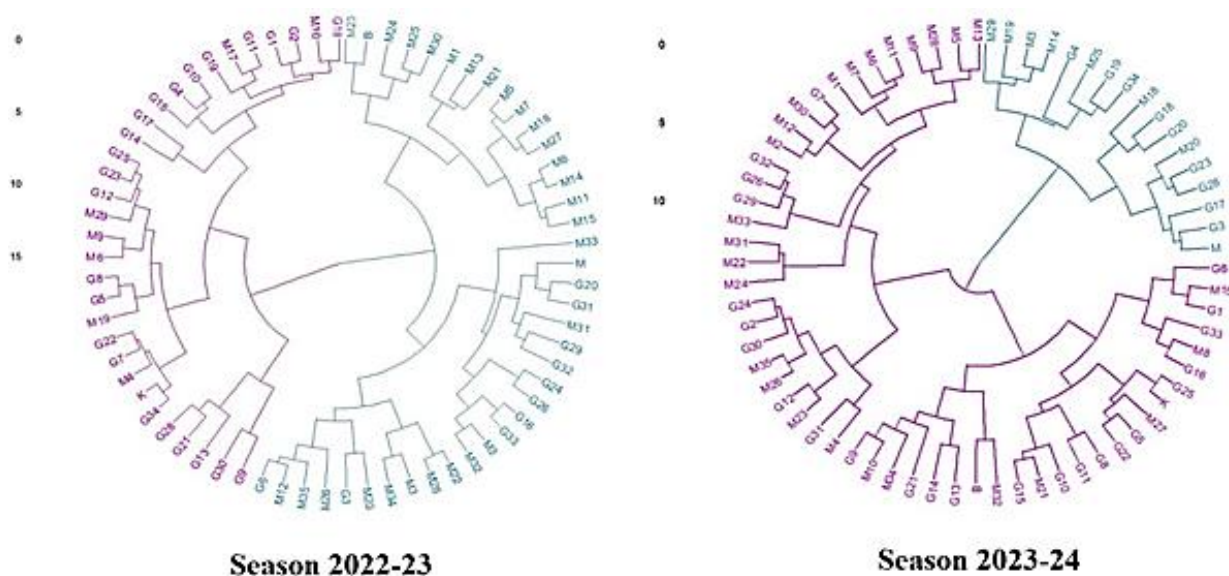
	روز تا گلدهی DF (day)	روز تا رسیدگی DM (day)	دوره پر شدن دانه SFP (day)	ارتفاع بوته PH (cm)	وزن دانه SW (g)	تعداد غلاف در بوته NPP
-	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۱-۰۲	۱۴۰۱-۰۲
	2022-23	2023-24	2022-23	2022-23	2022-23	2022-23
روز تا رسیدگی	0.000	0.192				
DM	0.998	0.114				
دوره پر شدن دانه	-0.831*	-0.813*	0.556*			
SFP	0.000	0.000	0.000			
ارتفاع بوته	0.019	0.161	0.063	0.079		
PH	0.876	0.187	0.606	0.518		
وزن دانه	0.392*	-0.046	0.083	-0.001	0.052	
SW	0.001	0.710	0.495	0.002	0.671	
تعداد غلاف در بوته	-0.021	-0.244	0.013	-0.341*	-0.157	0.216
NPP	0.863	0.043	0.913	0.828	0.197	0.843
عملکرد	0.373*	-0.004	-0.200	-0.417*	0.535*	-0.009
YLD	0.001	0.973	0.098	0.019	0.639	0.943
					0.000	0.085
						0.183
						0.133

PH: plant height, DF: days to flowering, DM: days to maturity, NPP: number of pod per plant, SFP: seed filling period, SW: seed weight and YLD: yield.
عدد بالا ضریب و عدد پایین معنی داری را نشان می‌دهد. * بیانگر معنی داری در سطح یک درصد است.

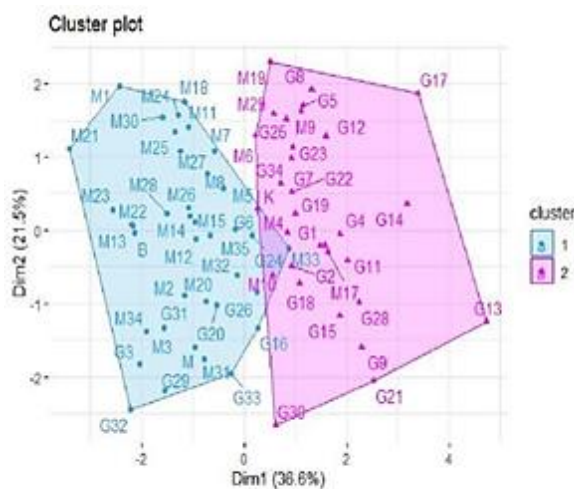
The upper number indicates the coefficient and the lower shows significance. *: indicate the significance at 1% level



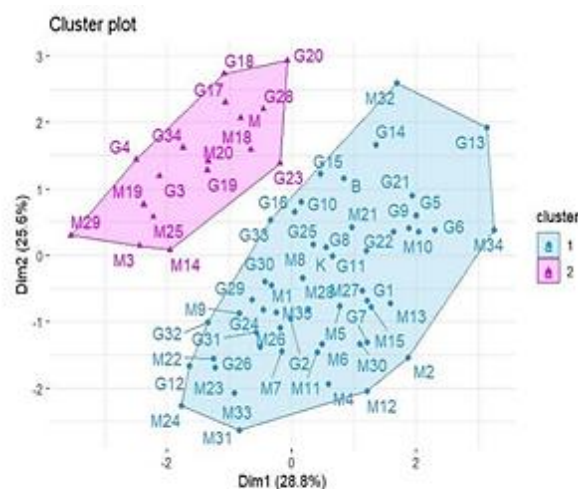
شکل ۱- نمودار چندضلعی ژنوتیپ × صفت در دو سال زراعی
Figure 1- Polygonal diagram of genotype × trait in two crop years



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای برای ژنوتیپ‌های عدس طی دو سال زراعی
Figure 2- Cluster analysis dendrogram for lentil genotypes over two crop years



Season 2022-23



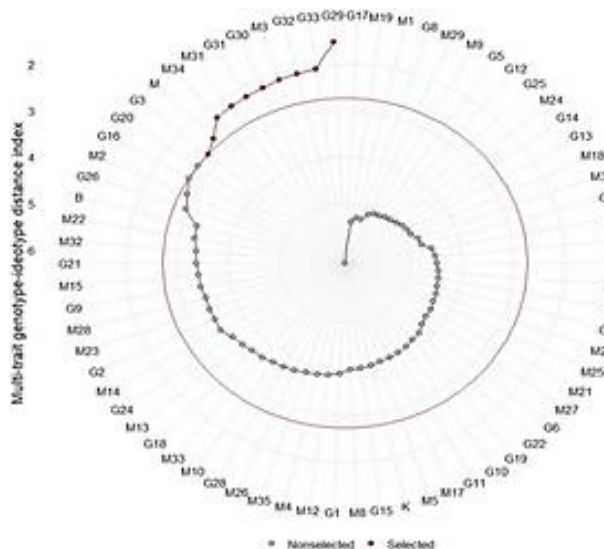
Season 2023-24

شکل ۳- نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های عدس براساس مؤلفه‌های اصلی طی دو سال زراعی

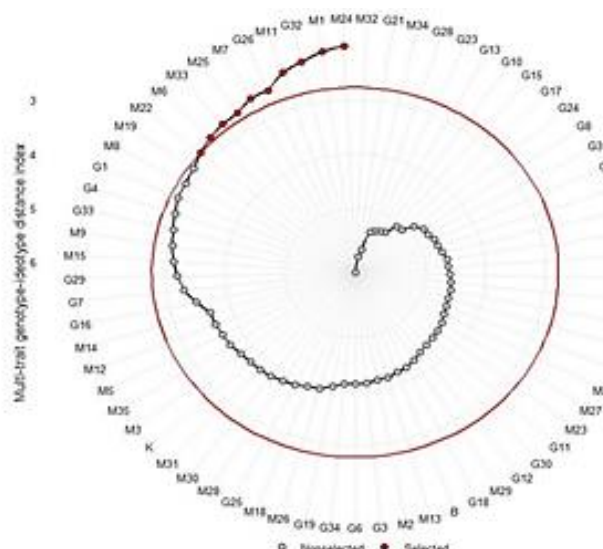
Figure 3- Results of cluster analysis of lentil genotypes based on principal components during two crop years

۴ نشان داده شده است. براساس ویژگی‌های زراعی شامل مراحل رشد رویشی و زایشی به همراه عملکرد، ژنوتیپ‌هایی که در مرتبه بالاتر قرار گرفته وضعیت بهتری نسبت به بقیه داشته و انتخاب‌های مطلوبی هستند و آن‌هایی که در رتبه‌های پایین‌تر قرار گرفتند مطوبیت کمتری داشتند. طبق نتایج این شاخص، در سال اول ژنوتیپ G29 و در سال دوم ژنوتیپ M24 منتخب بودند.

اجرای آزمون شاخص برای انتخاب ژنوتیپ‌ها، تمام صفات اندازه‌گیری شده را به‌طور همزمان در نظر گرفته و براساس مقادیر عددی، بهترین ژنوتیپ‌ها را معرفی می‌کند. در واقع، ارزش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد، وزن دانه و ارتفاع با تعداد دانه بیشتر در بوته، گل‌دهی و رسیدگی زودرس و دوره پُر شدن کوتاه دانه تعیین می‌شود. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های عدس با استفاده از شاخص MGIDI در شکل



Season 2022-23



Season 2023-24

شکل ۴- رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های عدس با استفاده از شاخص MGIDI در دو سال زراعی

Figure 4- Ranking of lentil genotypes using the MGIDI index in two crop years

توان خصوصیات ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط تنش خشکی که ایران نیز در سال‌های اخیر به شدت با آن مواجه است را بررسی کرد. این خصوصیت مهم به دلیل محدودیت‌های زمانی و مالی بر روی ۷۰ ژنوتیپ مورد مطالعه در تحقیق حاضر انجام نشد، اما امیدواریم در آینده نزدیک مطالعات بیشتری در این زمینه انجام شود و اثرات تنش و پارامترهای مختلف آن روی ۷۰ ژنوتیپ تهیه شده بررسی گردد. صفات ریخت‌شناسی و زراعی ژرمپلاسِم عدس بومی استان زنجان برای انتخاب ژرمپلاسِم برتر در شرایط خشک توسط مرادی و همکاران (Moradi et al., 2020) بررسی شد. آن‌ها گزارش دادند که تنوع بالایی بین ژنوتیپ‌ها براساس تعداد غلاف و وزن دانه وجود دارد. تغییرات زیادی از نظر ارتفاع اولین شاخه، تعداد غلاف با تعداد و وزن دانه مشاهده شد. بنابراین، انتخاب این صفات در ژنوتیپ‌های ارزیابی شده مؤثر به نظر می‌رسد. در نهایت، ۴۹۲ ژنوتیپ برتر برای بررسی در شرایط خشک در طرح آزمایشی براساس صفات عملکردی و صفات مؤثر در برداشت مکانیزه انتخاب شدند. در تحقیق حاضر، ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط مدیریت‌های نسبتاً بهتر از ژنوتیپ‌های بومی ایران بودند. بر این اساس، نتایج این مطالعه با تحقیق حاضر در مورد سازگاری ژنوتیپ‌ها تا حدودی متناقض است.

در پژوهش حاضر، تفاوت در عملکرد ۷۰ ژنوتیپ و ۳ رقم قابل توجه بود و ژنوتیپ‌های سازگار با مناطق مدیریت‌های وضعیت بهتری را نسبت به سایرین نشان دادند. ژنوتیپ‌های عدس با ارزیابی فنولوژیکی، ریخت‌شناسی، عملکرد و اجزای آن توسط نباتی و همکاران (Nabati et al., 2021) مورد بررسی قرار گرفتند و آن‌ها اظهار داشتند که MLC454 و MLC47 عملکرد خوبی دارند و می‌توانند در تحقیقات آینده برای انتخاب ژنوتیپ برتر مورد استفاده قرار گیرند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو مطالعه با هم تفاوت داشتند، اما صفات کلیدی مانند عملکرد و شاخص برداشت می‌توانند به عنوان مبنایی برای ارزیابی آن‌ها استفاده شوند. علاوه بر این، صادق زاده اهری و فرایندی (Sadeghzadeh-Ahari & Farayedi, 2020) برخی از صفات زراعی و عملکرد دانه ۱۲۰ ژنوتیپ عدس از منطقه کوهین قزوین را بررسی کردند و دریافتند که بین ژنوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد مطالعه به جز زیست‌توده عملکرد و شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در تحقیق حاضر، عملکرد دانه در بین صفات مورد مطالعه در دو سال، بیشترین تنوع را نشان داد که با نتایج آن‌ها مطابقت دارد. به طور کلی، عملکرد صفت مهمی است که می‌تواند در اکثر مطالعات به عنوان معیاری برای ارزیابی ژنوتیپ‌های منتخب در هر منطقه استفاده می‌شود.

در مورد ارزیابی تنوع ژنوتیپ‌های عدس از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی - زراعی، مطالعات مختلفی در ایران و سایر کشورها انجام شده است. در تحقیق حاضر، صفات مختلفی بررسی گردید و عملکرد که برآیند کلی آن‌ها است، به عنوان مبنای نظر گرفته شد. در مورد عملکرد، تعداد غلاف در بوته و وزن دانه‌ها مهم‌ترین عوامل هستند. در همین زمینه، عملکرد و اجزای عدس در شرایط خشک توسط عزیزچی چخراچمن و همکاران (Azizi Chakhrachman et al., 2010) بررسی گردید و گزارش شد که ژنوتیپ‌های ILL8095، ILL9893 و ILL6031 عملکرد بالاتری نسبت به سایرین داشتند. در شرایط خشک، استفاده از حداقل رطوبت و زودرسی محصول برای فرار از گرمای آخر فصل برای دستیابی به بهترین نتایج در اولویت است. نتایج این دو مطالعه می‌تواند با یکدیگر مطابقت داشته باشد، زیرا استان کرمانشاه نیز در شرایط نیمه خشک کشور قرار دارد. اگرچه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو مطالعه متفاوت بودند، اما ژنوتیپ‌های منتخب باید از نظر سازگاری در مناطق مختلف بررسی شوند تا کارایی آن‌ها برای استفاده در شرایط خشک و تنش‌هایی که به ویژه کشور سال‌هاست که با آن مواجه می‌باشد، مورد تأیید قرار گیرد. در این تحقیق، شاخص برداشت اندازه‌گیری نشد، اما اجزای مرتبط با آن تا حدودی بررسی شدند. نوری گوغری و همکاران (Nouri Goghari et al., 2014)، تنوع ژنتیکی عدس در بردسیر استان کرمان را با استفاده از صفات ریخت‌شناسی بررسی کردند و دریافتند که شاخص برداشت بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشت و بیشترین تأثیر مثبت بر آن مربوط به این پارامتر بود. طبق تحقیقات، این پارامتر رابطه نزدیکی با عملکرد دارد و اثرات مستقیم آن‌ها نیز مشخص است. براساس نتایج این تحقیق، ژنوتیپ‌هایی که دارای دارای خصوصیات رویشی بهتر و دوره گل‌دهی نسبتاً کوتاه‌تری بودند، عملکرد بهتری نسبت به سایرین نشان دادند و به همان نسبت می‌توانند شاخص برداشت بهتری را داشته باشند.

ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاهان اثرات مثبتی بر عملکرد دارند که مهم‌ترین آن‌ها متعادل بودن دوره گل‌دهی به مراحل رویشی، تعداد مطلوب غلاف در بوته و وزن بیشتر دانه است. در همین زمینه، مجنون حسینی و نقوی (Majnoun Hosseini & Naghavi, 2017) عملکرد و زیست‌توده عدس را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سه صفت بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارند. بین زمان کاشت و ۵۰ درصد گل‌دهی با ارتفاع متوسط گیاه، رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد مشاهده شد که نشان‌دهنده عملکرد بالا در نمونه‌های دیرگل است. بنابراین، نتایج این مطالعه با تحقیق حاضر می‌توانند یکدیگر را نقض کنند. البته شرایط کشت، نوع خاک، ویژگی‌های آب‌وهوایی و سایر عوامل می‌توانند بر عملکرد تأثیر بگذارند و نقش آن‌ها را نباید نادیده گرفت. به عنوان یک پیشنهاد می-

در این تحقیق، صفات مختلفی بررسی شدند و ژنوتیپ‌های M22 و M26 از نظر عملکرد شرایط بهتری را نسبت به سایرین نشان دادند. اگرچه نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه وجود دارد، اما عملکرد کلی به‌عنوان نتیجه کلی آن‌ها گزینه مطلوبی است. این ژنوتیپ‌ها با شرایط مدیریتانه‌ای سازگار هستند و گزینه‌های مطلوب برای آن مناطق محسوب می‌شوند. در مطالعات مربوط به همین منطقه، منابع ژنتیکی عدس ایتالیایی توسط لاقتی و همکاران (Laghetti et al., 2008) به‌عنوان ابزاری اساسی برای اصلاحگران مورد بررسی قرار گرفت. براساس مطالعات آن‌ها، ایتالیا به‌دلیل قرار گرفتن در بین مناطق مدیریتانه‌ای، منطقه خوبی برای نتیجه‌گیری مناسب در خصوص این محصول است. پس از بررسی‌های بیشتر، ژنوتیپ‌های هر منطقه را می‌توان در کشورهایی با شرایط آب‌وهوایی مشابه بررسی کرد. با توجه به وجود ژنوتیپ‌های مختلف تحت بررسی، تفاوت در نتایج تا حدودی طبیعی است، اما نتایج کلی زمانی مطلوب است که عملکرد آن به‌عنوان یک صفت اساسی برای آن ژنوتیپ‌ها پس از ارزیابی‌های متوالی قابل اعتماد باشد. در سایر مطالعات انجام‌شده در منطقه مدیریتانه، تکلو و همکاران (Toklu et al., 2009) ویژگی‌های زراعی-ریخت‌شناسی ژنوتیپ‌های عدس ترکیه را بررسی کردند که براساس آن، عملکرد بیولوژیکی با وزن و تعداد غلاف/دانه در هر بوته و همچنین تعداد و وزن دانه در هر بوته مرتبط بود. عملکرد یک صفت پیچیده است که می‌توان آن را به اجزای مختلف تقسیم کرد. بر این اساس، ژنوتیپ‌های مختلف را می‌توان به گروه‌های مختلف تقسیم کرد. نتایج دو مطالعه تا حد زیادی از نظر صفات مرتبط با عملکرد، یکدیگر را تأیید می‌کنند و ژنوتیپ‌های سازگار در هر دو منطقه را با توجه به شباهت‌های نسبی اقلیمی می‌توان برای مطالعات بیشتر مورد توجه قرار داد.

کوماری و چاندرا (Kumari & Chandra, 2011) تأثیر اندازه بذر بر رشد غلاف عدس را بررسی کردند و دریافتند که ژنوتیپ DPL62 اندازه بذر بزرگ‌تر و مدت زمان پُر شدن دانه طولانی‌تری نسبت به IPL 211 با دانه‌های کوچک نشان می‌دهد که نشان‌دهنده تأثیر مثبت اندازه بذر بر سرعت رشد دانه است. به‌طورکلی، اندازه غلاف بزرگ‌تر بر اندازه نهایی دانه تأثیر می‌گذارد و در غلاف‌های کوچک‌تر، دانه‌های کوچک‌تری تشکیل می‌شوند که در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود. نوع ژنوتیپ در این زمینه بسیار مهم است. برای دستیابی به عملکرد بهتر، شرایط تغذیه‌ای گیاه نیز باید بررسی شود تا به نتیجه دقیق‌تری دست یافت.

در این تحقیق، اگرچه تعداد هفت صفت بررسی شده محدود بود، اما همه آن‌ها مهم بودند. ژرم‌پلاسما عدس ایتالیایی توسط مکونن و همکاران (Mekonnen et al., 2014) مورد مطالعه قرار گرفت و

آن‌ها گزارش دادند که تنوع قابل توجهی بین ژنوتیپ‌ها، خاستگاه‌ها و جمعیت‌ها از نظر عملکرد وجود دارد که برنامه‌های اصلاحی را تضمین می‌کند. مهم‌ترین صفات در مطالعات آن‌ها عملکرد دانه، تعداد دانه در هر بوته، تعداد روز تا رسیدگی و تعداد غلاف در هر بوته بود که در مطالعه حاضر نیز بسیار مهم بودند و سهم بسیار زیادی در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر داشتند. بنابراین، نتایج آن‌ها یکدیگر را تأیید می‌کند. اگرچه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه متفاوت بودند، اما ژنوتیپ‌های مدیریتانه‌ای در مقایسه با سایرین، وضعیت خوبی را برای اکثر صفات نشان دادند. در این تحقیق، ویژگی‌های دانه مورد مطالعه قرار نگرفت و وزن و تعداد آن در غلاف بررسی شد. تمام ویژگی‌های زراعی عدس ارزشمند هستند و هر یک از آن‌ها را می‌توان در جای خود بررسی کرد. در این راستا، چودھاری و همکاران (Choudhary et al., 2017) ویژگی‌های ریخت‌شناسی ۴۸ ژنوتیپ عدس را براساس شش صفت بررسی کردند. تقریباً همه آن‌ها لپه‌های نارنجی داشتند (به‌جز PL6 که زرد بود) و فقط IC201738 سیاه مشاهده شد. برای نوع گیاه، ژنوتیپ‌ها به دسته‌های مستقیم، نیمه‌پراکنده و پراکنده طبقه‌بندی شدند و سه گروه مختلف سبز روشن، سبز متوسط و سبز تیره نیز تشکیل شدند. در تحقیق حاضر، ویژگی‌های رنگ بذر بررسی نشد و مطالعه بر روی تعداد آن در غلاف و وزن انجام شد که در نهایت عملکرد کلی را تعیین می‌کنند. در این تحقیق، طول دوره گل‌دهی رابطه مستقیمی با عملکرد نشان داد که با نتایج پریتی و همکاران (Preiti et al., 2024) که عملکرد ژرم‌پلاسما عدس را در یک محیط نیمه‌خشک مطالعه کردند، مطابقت داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند که گل‌دهی و وزن هزاردانه مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد هستند. به‌طورکلی، گل‌دهی زودهنگام به‌عنوان سازوکاری برای غلبه بر تنش‌های غیرزیستی عمل می‌کند. اگر طول دوره گل‌دهی کوتاه‌تر باشد، گیاه زمان بیشتری برای پُر کردن دانه خواهد داشت و بر همین اساس عملکرد نیز افزایش می‌یابد. این وضعیت در مورد برخی از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر مشاهده شد. از آنجایی که نوع ژنوتیپ مورد بررسی متفاوت است و مطالعات این تحقیق طی دو سال (۱۴۰۱-۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳) در یک منطقه انجام شد، برای رسیدن به نتیجه قطعی، مطالعات تکمیلی لازم است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، هدف بررسی تنوع ژنوتیپ‌های عدس از نظر ویژگی‌های زراعی بود که M22 و M26 براساس عملکرد دانه مطلوب ارزیابی شدند و همبستگی عملکرد با سایر صفات بررسی شده نیز مشخص است. در مجموع، ژنوتیپ‌های مدیریتانه‌ای وضعیت بهتری نسبت به ژنوتیپ‌های جهانی و ارقام شاهد نشان دادند که برای دستیابی به نتایج نهایی، مطالعات تکمیلی روی ژنوتیپ‌ها لازم

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام و معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) که در حمایت مالی و معنوی از این تحقیق تمام تلاش خود را انجام داده‌اند، نهایت قدرانی به عمل می‌آید.

است. برای این کار، ژنوتیپ‌ها باید در چندین سال با تکرارهای بیشتر بررسی شوند. نویسندگان مقاله به سایر محققان توصیه می‌کنند که مطالعات بیشتری روی ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه ارزشمند انجام دهند تا ژنوتیپ‌های مناسب با عملکرد بهینه به‌ویژه در شرایط تنش خشکی کشور انتخاب شوند.

References

- Azizi Chakharchman, S., Mostafaei, H., Hasanpanah, D., Kazemi-Arbat, H., & Yarnia, M. (2010). Experiment on yield causality and seed yield components of promising lentil genotypes under dry conditions. *Ecology of Agricultural Plants*, 5(4), 45-56. (In Persian with English Abstract)
- Badri, H., & Simorgh, S. (2023). Review on resistance of lentil varieties to the blight disease caused by *Ascochyta lentis*, with emphasis on genetic aspects. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 18(1), 1-14. <https://doi.org/10.52543/tjpp.18.1.1>
- Barrero, R. A., Bellgard, M., & Zhang, X. (2011). Diverse approaches to achieving grain yield in wheat. *Functional and Integrative Genomics*, 11, 37-48. <https://doi.org/10.1007/s10142-010-0208-x>
- Bedasa, T. (2021). Identification of lentil genotypes for resistance to ascochyta blight (*Ascochyta lentis*). *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 12(10), 1-5.
- Choudhary, R., Verma, S., Panwar, R., Chourasiya, V., & Pandey, D. (2017). Morphological characterization of lentil (*Lens culinaris* Medikus.) varieties based on six qualitative traits. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 6(5), 1611-1615.
- Datta, S., Sarker, M., & Uddin, F. (2013). Effect of variety and level of phosphorus on the yield and yield components of lentil. *Crop Science*, 51(6), 2412-2422.
- Hasanuzzaman, M., Araújo, S., & Gill, S.S. (2020). The Plant Family Fabaceae, Springer, Singapore, 250 pp.
- Kayan, N., & Olgun, M. (2012). Evaluation of yield and some yield components in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *International Journal of Agriculture, Research and Review*, 2(6), 834-843.
- Kumari, J., & Chandra, S. (2011). Influence of seed size on pod development in lentil (*Lens culinaris*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(4), 380-82.
- Laghetta, G., Piergiovanni, A. R., Sonnante, G., Lioi, L., & Pignone, D. (2008). The Italian lentil genetic resources: A worthy basic tool for breeders. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2, 48-59.
- Majnoun Hosseini, N., & Naghavi, M. (2017). Genetic variation for seed yield and biomass in some lentil genotypes (*Lens culinaris*). *Iranian Journal of Agricultural Plant Sciences*, 48(3), 665-671. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22059/IJFCS.2017.208181.654121>
- Mekonnen, F., Mekbib, F., Kumar, S., Ahmed, S., & Sharma, T. (2014). Phenotypic variability and characteristics of lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasm of Ethiopia by multivariate analysis. *Journal of Agricultural and Crop Research*, 2(6), 104-116.
- Mishra, G. P., Ankita, Ask, M. S., Tontang, M. T., Choudhary, P., Tripathi, K., & Stobdan, T. J. P. (2022). Morphological, molecular, and biochemical characterization of a unique lentil (*Lens culinaris* medik.) genotype showing seed-coat color anomalies due to altered anthocyanin pathway. *Plants*, 11(14), 1815. <https://doi.org/10.3390/plants11141815>
- Moradi, S., Saba, J. Tavakoli, A., & Afsahi, K. (2020). Investigating the diversity of agromorphological traits in native lentil populations of Zanjan province and selecting superior genotypes for rainfed conditions. *Journal of Crop Production*, 12(4), 171-186. (In Persian with English Abstract)
- Nabati, J., Nezami, A., Hasanfard, A., Zare Mehrjerdi, M., & Rastgoo, M. (2021). Selection of lentil (*Lens culinaris* medik.) genotypes by assessing phenological, morphological, yield and yield attributes. *Iran Agricultural Research*, 40(1), 51-60. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22099/IAR.2021.39466.1427>
- Nouri Goghari, M., Dashti, H., Madah Hosseini, S., & Dehghan, A. (2014). Investigating the genetic diversity in the lentil gene pool using morphological traits in Bradsir. *Sciences of Agricultural Plants in Iran*, 45(4), 555-541. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22059/IJFCS.2014.53564>
- Olivoto, T., Lúcio, A., & Evolution. (2020). Metan: An R package for multi-environment trial analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(6), 783-789. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13384>

- Pacheco, A., Vargas, M., Alvarado, G., Rodríguez, F., López, M., Crossa, J., & Burgueño, J. (2016). GEA-R (Genotype x Environment Analysis with R for Windows.) Version 4.0. International Maize and Wheat Improvement Center.
- Parveen, K., & Bhuiya, M. (2010). Effect of method of sowing and seed rate on the yield and yield components of lentil. *Journal of Agroforestry Environment*, 4(1), 155-157.
- Preiti, G., Calvi, A., Badagliacca, G., Lo Presti, E., Monti, M., & Bacchi, M. (2024). Agronomic performances and seed yield components of lentil (*Lens culinaris* Medikus) germplasm in a semi-arid environment. *Agronomy*, 14(2), 303. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020303>
- Sadeghzadeh-Ahari, D., & Farayedi, Y. (2020). Study on variation of some agronomic traits and seed yield of a lentil landrace from Kouhin region in Ghazvin. *Iranian Journal Pulses Research*, 11(1), 152-162. <https://doi.org/10.22067/IJPR.V11I1.74888>
- Sadras, V., & Calderini, D. (2020). *Crop physiology Case Histories for Major Crops*: Academic Press, Elsevier.
- Saman, S. M., Mozafari, J., Daezi, S., Abbasi Moghadam, A., & Mustafaei, H. (2013). Evaluation of genetic diversity of seed and seed characteristics in Iranian lentil germplasm. *Journal of Agricultural Sciences of Iran*, 14(2), 182-171. (In Persian with English Abstract). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.15625540.1391.14.2.6.9>
- Toklu, F., Biçer, B., & Karaköy, T. (2009). Agro-morphological characterization of the Turkish lentil landraces. *African Journal of Biotechnology*, 8(17), 4121-4127.
- Yadav, S. S., McNeil, D., & Stevenson, P. C. (2007). *Lentil: An Ancient Crop for Modern Times*. Springer Science & Business Media, Dordrecht, The Netherlands, 472 pp.
- Yan, W., & Rajcan, I. (2002). Biplot analysis and trait relations of soybean. *Crop Science*, 48(2), 417-423. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1100>
- Zyaie, S., Nezami, A., Valizadeh, J., & Jafari, M. (2014). Evaluation of possible autumn planting of lentil in Saravan condition. *Applied Field Crops Research*, 27, 55-62.