

Investigating the morphological variation in cultivars and lines of lentil (*Lens sp. Medik*) based on the agronomic traits

Hajar Badri ¹, Zahra Tahmasebi ^{1*}, and Mahdi Geravandi ²

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

*Corresponding author E-Mail: z.tahmasebi@ilam.ac.ir

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

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 among 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, which affects yield, was positively correlated with the number of days to maturity, grain filling period, plant height and weight in the first year, and with the grain filling period in the second year. In two mentioned seasons, this trait was negatively correlated with other parameters. Dendrogram of clusters analysis from the lentil genotypes based on the morphological-agronomic traits are shown. In this dendrogram, a total of 2 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.

Conclusion: 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: Legumes, Augmented and Lattice designs, Agronomic characteristics, Dryland conditions.

دانشگاه

بررسی تنوع مورفولوژیک ارقام و لاین‌های عدس (*Lens sp. Medik.*) بر اساس

صفات زراعی

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

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

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

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

چکیده

عدس (*Lens culinaris* Medik.) گیاهی یک‌ساله و متعلق به خانواده‌ی 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 موسسه‌ی تحقیقات کشاورزی دیم، (سرارود کرمانشاه)، طی سال‌های ۱۴۰۱-۲۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳ اجراء شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، دوره‌ی پر 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-G17 و M2-M12)، تعداد روز تا رسیدگی (ژنوتیپ‌های M20 و M7-M12-M33-M24-G4)، تعداد غلاف در بوته (ژنوتیپ‌های G1 و G30)، دوره‌ی پر 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 بهتری نسبت به سایرین نشان دادند. بر اساس تجزیه‌ی خوشه‌ای، دو گروه متفاوت (۲۹ به ۴۴ و ۱۷ به ۵۶) در دو فصل تشکیل شد که با هم دارای تفاوت بودند. به طور کلی، ژنوتیپ‌های مدیترانه‌ای 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.

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

مقدمه

باقلائیان (Fabaceae) یک تیره‌ی مهم با ۶۵۰ جنس و ۱۲۰۰۰ گونه است که در سراسر عالم پراکنده شده‌اند. (Hasanuzzaman, Araújo, & Gill, 2020) عدس (*Lens culinaris* Medik.) یکی از حبوبات یک‌ساله‌ی متعلق به این خانواده است که به دلیل دانه‌ی عدسی شکل خود مشهور است. دانه‌های عدس بیشتر در صنایع غذایی استفاده می‌شوند و علوفه‌ی آن نیز برای تغذیه دام‌ها کاربرد دارد (Sadras & Calderini, 2020). عدس سومین حبوبات مهم فصل سرد در جهان است (Yadav, McNeil, & Stevenson, 2007; Badri & Simorgh, 2023). در سال ۲۰۲۰، تولید جهانی آن به ۵/۶ میلیون تن رسید که کانادا با ۴۵ درصد در رتبه‌ی اول و هند با ۱۸ درصد در رتبه‌ی دوم قرار داشتند (Bedasa, 2021). ایران در رتبه‌ی دوازدهم جهان قرار دارد، در حالی که سهم تولید این محصول در کشور ما کمتر از ۱/۲ درصد است (Zyaie, Nezami, 2014; Valizadeh, & Jafari, 2014).

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 صفات بسیار مهم هستند (Toklu, Biçer, & Karaköy, 2009). مطالعات مختلفی برای شناسایی ژرم‌پلاسِم عدس با خصوصیات ریشه‌ی بهتر، کارایی مصرف آب بالاتر، کاهش تعرق، راندمان مصرف مواد معدنی بهتر، خصوصیات زایشی مطلوب‌تر، کیفیت دانه و عملکرد بالا انجام شده است (Datta, Sarker, Uddin, & Technology, 2013). ویژگی‌های ریخت‌شناسی امکان شناسایی منابع ناشناخته‌ی 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 به تنهایی 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 مهارکننده‌ی عملکرد و تأثیر عوامل محیطی، وراثت‌پذیری آن پایین است. بنابراین، بهبود عملکرد در روش‌های اصلاحی بر اساس اجزا و صفات مرتبط اهمیت دارد (Parveen & Bhuiya, 2010; Barrero, Bellgard, Zhang, & genomics, 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., 2020). مطالعات محققان خارجی هم در این زمینه موجود است (Hosseini & Naghavi, 2017; Moradi et al., 2010; Saman et al., 2013; Nouri Goghari et al., 2014; Majnoon Barrero et al., 2011; Choudhary et al., 2017; Datta et al., 2013; Kayan & Olgun, 2012; Mekonnen et al., 2014; Mishra et al., 2022; Nabati, Nezami, Hasanfard, Zare al., 2013; Mehrijerdi, & Rastgoo, 2021; Preiti et al., 2024; Sadeghzadeh-Ahari & Farayedi, 2020). با توجه به اهمیت عدس مطالعات بیشتری مورد نیاز است و تحقیق حاضر به خاطر پرکردن این خلا 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 نحوی اجرا

در این تحقیق، ۷۰ ژنوتیپ بین‌المللی (۳۵ ژنوتیپ جهانی و ۳۵ ژنوتیپ مدیترانه‌ای) و بذر ۳ رقم شاهد (بیل‌سوار، کیمیا و محلی) از موسسه‌ی تحقیقات کشاورزی دیم^۱، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سرارود (۳۴/۳۳) درجه‌ی شمالی و ۴۷/۳۳ درجه‌ی شرقی)، کرمانشاه، ایران، طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳ در شرایط کشت پاییزه ارزیابی شدند. کد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. این لاین‌ها متعلق به ایکاردا هستند و در قالب برنامه‌های مشترک به نژادی (آزمایش‌های بین‌المللی) وارد شده اند. نصف آن‌ها برای شرایط مدیترانه‌ای و نصف دیگر در مقیاس جهانی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. آزمایش سال اول به علت کمبود بذر به صورت 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 کرت (یک در چهار متر) با فاصله‌ی خطوط کاشت (۲۵ سانتی‌متر) و تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع بود. بر اساس تجزیه‌ی خاک که در جدول ۲ ذکر شده است مقادیر توصیه شده‌ی کود به خاک اضافه گردید. بر این اساس، ۴۰ کیلوگرم اوره به همراه ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به طور یکنواخت در طرح آزمایشی توزیع شد. کاشت بذور به صورت ماشینی و مهار علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد.

جدول ۱- کد ژنوتیپ‌های بررسی شده

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 موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود)

Table 1- Soil test results of the research farm of dryland agricultural research institute (Sararood)

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

صفات مورد مطالعه

صفات مورد بررسی در شرایط مزرعه شامل موارد زیر بود: ارتفاع بوته: PH، تعداد روز تا گلدهی: DF، تعداد روز تا رسیدگی: DM، تعداد غلاف در بوته: NPP، دوره‌ی پر شدن دانه: SFP، وزن دانه: SW و عملکرد دانه: YLD.

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

جدول ۳- اطلاعات هواشناسی ایستگاه سرارود در دو سال زارعی ۱۴۰۱-۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳

Table 2- Meteorological information of Sararoud station during 2022-23 and 2023-24

سال زارعی ۱۴۰۱-۰۲ Season 2022-23								
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 (%) Aver. of Relative humidity (%)	متوسط دمای حداقل Min. of Mean temperature °C	متوسط دمای حداکثر Max. of Mean temperature °C
مهر	9.3	4.7	34.7	19.2	0	37.6	10.6	27.8
آبان	38.8	1.9	25.7	13.1	0	60.0	5.6	20.6
آذر	18.1	-3.4	18.8	8.0	18	62.8	0.4	15.6
دی	21.1	-5.7	16.8	6.2	15	74.1	0.6	11.8
بهمن	103.3	-5.9	16.4	5.5	16	74.4	-0.4	11.5
اسفند	76.4	-7.3	20.8	7.0	14	63.0	0.8	13.3
فروردین	66.3	-0.7	25.3	11.8	2	59.3	3.9	19.7
اردیبهشت	111.8	3.4	28.5	15.4	0	61.0	8.2	23.3
خرداد	5.4	6.2	38.4	23.1	0	33.7	13.0	33.4
تیر	0	12.6	41.7	27.2	0	22.2	16.0	38.3
مرداد	0	14.6	41.8	28.3	0	22.4	17.1	39.5
جمع	450.5							
سال زارعی ۱۴۰۲-۰۳ Season 2023-24								
مهر	9.8	2.8	28.8	16.6	0	43.6	8.0	25.3
آبان	43.3	-2.1	23.9	11.3	5	67.0	4.4	18.2
آذر	29.0	-3.1	18.8	7.4	17	69.6	0.9	13.8
دی	33.0	-5.6	16.8	6.0	17	69.0	-0.2	12.2
بهمن	78.3	-5.9	16.4	5.0	16	73.8	-0.5	10.6
اسفند	102.4	-7.3	22.1	8.8	10	62.4	1.8	15.7
فروردین	56.2	1.0	28.8	14.2	0	54.8	6.3	22.7
اردیبهشت	94.3	3.4	36.8	16.9	0	57.2	8.5	25.4
خرداد	4.2	6.9	39.2	25.5	0	25.7	15.3	35.7
تیر	0	13.0	41.7	27.7	0	23.2	16.5	39.0
مرداد	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع	450.5							

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه‌ی چند متغیره، داده‌ها با استفاده از GEA-R مورد تجزیه قرار گرفتند (Pacheco et al., 2016; Yan & Rajcan, 2002). تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به روش وارد^۱ با معیار فاصله‌ی اقلیدسی توسط تابع hclust در نرم‌افزار R انجام شد. در مورد تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی با دوره‌ی پر شدن دانه، مقادیر پایین‌تر معیار انتخاب ژنوتیپ بودند. برای سایر صفات، مقادیر

بالا مطلوب بودند. شدت انتخاب برای همه صفات¹ ۱۵ درصد در نظر گرفته شد (Olivoto, Lúcio, & Evolution, 2020). مقایسه‌ی میانگین‌ها نیز با آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس (ANOVA) داده‌ها طی دو سال زراعی در جدول ۴ ارائه گردیده که روش تجزیه‌ی آن‌ها متفاوت بوده است. بر این اساس، در سال اول و دوم برای همه صفات بجز PH، DM و NPP، تفاوت‌ها در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار تعیین شدند.

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	df	PH	DF	DM	NPP	SFP	SW	YLD
Source of Variation								
ژنوتیپ	2	0.67	42.46**	2.86	419.58	34.40**	7.82**	363833.75**
Genotype								
تکرار	4	3.28*	4.76	1.76	192.06	3.90	0.66	28436.45*
Replication								
ضریب تغییرات	--	2.37	0.87	0.64	21.18	2.57	20.23	5.50
CV								
سال زراعی ۱۴۰۲/۰۳ در قالب طرح لاتیس								
Season 2023-24 based on Lattice design								
منابع تغییرات	df	PH	DF	DM	NPP	SFP	SW	YLD
Source of variation								
ژنوتیپ	68	8.60	22.99**	9.92	196.72	25.88**	1.19**	1201393**
Genotype								
تکرار	4	4.28	0.49	0.97	767.69	0.08	0.02	72539.45
Replication								
تکرار در بلوک	8	9.44	20.44*	19.29*	291.60	6.82*	0.92	46572.79
Replication:Blocks								
ضریب تغییرات	--	8.60	2.03	1.31	22.78	2.95	17.48	15.62
CV								

یک ستاره نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح ۵ درصد و دو ستاره نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح ۱ درصد است.

A single star indicates significance at 5% and two stars in 1%.

حداقل و حداکثر مقادیر به‌دست‌آمده برای صفات مورد مطالعه، میانگین آن‌ها، به همراه دامنه و ضریب آن‌ها نیز در جدول ۵ آمده است. بر این اساس، در مورد عملکرد و روزهای گلدهی به ترتیب بیشترین و کمترین ضریبی تغییرات مشاهده شد.

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)	PH	DF	DM	NPP	SFP	SW	YLD
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 (CV)	1.39	0.71	5.33	5.50	16.32	26.50	37.62

سال زراعی ۱۴۰۲ / ۰۳

Season 2022-23

صفت (Trait)	PH	DF	DM	NPP	SFP	SW	YLD
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 (CV)	5.86	2.26	1.04	20.75	6.22	18.32	46.64

مقادیر به دست آمده برای صفات در جدول ۶ آمده است. در مورد ارتفاع بوته (ژنوتیپ‌های G21 و G8)، تعداد روز تا گلدهی (ژنوتیپ‌های G13-G17 و M2-M12)، تعداد روز تا رسیدگی (ژنوتیپ‌های M20 و M7-M12-M33-M24-G4)، تعداد غلاف در بوته (ژنوتیپ‌های G1 و G30)، دوره‌ی پر 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.

جدول ۶- مقادیر صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف

Table 5- Values of studied traits in different genotypes

ژنوتیپ	PH		DF		DM		NPP		SEF		SW		YLD	
Genotype	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	143	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
M35	31.67	39.83	135	146	178	205	79.00	49.61	43	59	4.94	4.40	1262.50	2641.25
G1	32.33	41.50	136	144	181	205	84.00	74.06	45	61	3.87	4.60	577.50	1566.25
G2	33.00	38.50	137	145	181	204	72.00	36.22	44	59	3.58	4.00	880.00	2005.00
G3	33.33	38.83	139	153	178	205	54.33	48.33	39	52	3.36	3.60	1582.50	2118.75
G4	33.00	41.33	135	152	180	202	53.33	68.39	45	50	3.45	3.10	505.00	1621.25
G5	32.00	39.33	135	146	182	209	55.67	62.39	47	63	4.42	4.10	1335.00	1525.00
G6	31.67	42.00	135	144	178	208	60.00	71.28	43	64	4.29	4.20	1082.50	1388.75
G7	32.67	33.33	135	145	181	205	57.67	64.61	46	60	4.36	4.70	1255.00	1386.25
G8	31.00	44.33	135	145	182	206	50.00	38.28	47	61	4.02	4.10	1290.00	1763.75
G9	32.67	37.00	135	145	181	207	129.33	55.72	46	62	3.32	3.30	950.00	1158.75
G10	32.67	39.32	135	148	180	207	61.67	39.28	45	59	3.28	3.20	977.50	2046.25
G11	32.33	42.17	134	145	180	207	87.33	49.83	46	62	3.54	4.30	902.50	1673.75
G12	31.33	40.00	135	146	181	202	52.67	31.44	46	56	4.02	4.50	692.50	2781.25
G13	36.33	40.50	133	145	182	209	92.33	68.89	49	64	2.96	3.00	312.50	155.00
G14	32.33	39.83	135	147	182	206	71.67	58.44	47	59	3.33	3.00	185.00	71.25
G15	34.00	39.00	135	148	179	206	64.33	41.17	44	58	3.30	3.10	350.00	837.50
G16	33.67	42.33	137	147	180	205	79.33	60.00	43	58	3.45	3.70	1257.50	1540.00
G17	29.00	39.32	133	153	181	206	56.33	41.56	48	53	3.24	3.20	210.00	651.25
G18	31.67	38.33	137	155	180	207	73.67	65.67	43	52	3.28	3.50	412.50	743.75
G19	30.00	38.67	135	153	180	208	88.67	58.56	45	55	3.73	3.80	1097.50	2965.00
G20	33.33	41.00	139	153	180	208	66.33	65.11	41	55	4.06	3.50	647.50	461.25
G21	37.67	33.32	135	148	181	209	87.00	41.22	46	61	3.43	3.60	855.00	605.00
G22	32.33	40.00	136	145	181	208	60.00	54.44	45	63	3.94	3.60	1010.00	1952.50
G23	30.33	38.33	136	151	181	208	56.33	39.06	45	57	3.74	3.70	917.50	1562.50
G24	31.33	40.32	138	146	182	205	96.00	33.37	44	59	4.07	4.20	1237.50	2660.00

G25	30.33	37.33	136	148	181	207	50.00	58.11	45	59	4.10	4.00	810.00	2156.25
G26	32.00	35.67	138	146	181	203	97.33	62.94	43	57	3.92	4.20	907.50	2457.50
G28	35.00	40.17	136	153	182	209	86.67	42.33	46	56	3.46	3.80	812.50	1426.25
G29	33.00	37.17	140	147	180	204	106.33	56.67	40	57	3.97	3.80	1370.00	2581.25
G30	33.67	38.50	136	148	180	206	149.67	42.33	44	58	3.91	4.40	1515.00	2432.50
G31	33.67	34.17	140	147	180	204	66.67	35.11	40	57	4.03	4.00	1187.50	2233.75
G32	31.67	36.17	140	148	178	203	92.33	65.83	38	55	3.54	4.10	1257.50	2867.50
G33	34.00	40.00	138	148	180	205	91.33	68.28	42	57	3.49	3.50	1352.50	2123.75
G34	31.33	42.00	135	153	180	207	60.33	54.67	45	54	3.85	3.80	1247.50	2590.00
Bile-Sawar	32.67	39.00	140	152	181	210	78.00	55.61	41.2	58	5.31	6.10	1458.50	330.00
Kimia	32.33	38.67	135	147	179.6	207	62.13	59.28	44.4	60	4.20	4.30	1323.00	2030.00
Mahali	31.93	39.83	141	152	179.8	207	62.13	53.06	39.2	55	2.81	3.00	938.50	1735.00
LSD	27.00	39.50	138	148	179	204	52.67	72.78	41	56	5.09	5.30	1312.50	1271.25

نتایج ضریب همبستگی صفات مورد مطالعه در جدول ۷ آمده 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 دارای همبستگی منفی بوده است. تعداد غلاف در بوته نیز که بر عملکرد تاثیرگذار است در سال اول با تعداد روز تا رسیدگی، دوره‌ی پر شدن دانه، ارتفاع و وزن دانه و در سال دوم با دوره‌ی پر شدن دانه همبستگی مثبت نشان داده است. در دو سال ذکر شده این صفت با سایر پارامترها همبستگی منفی نشان داده است.

پیش از انتشار

جدول ۷- نتایج همبستگی صفات مطالعه شده در دو فصل زراعی

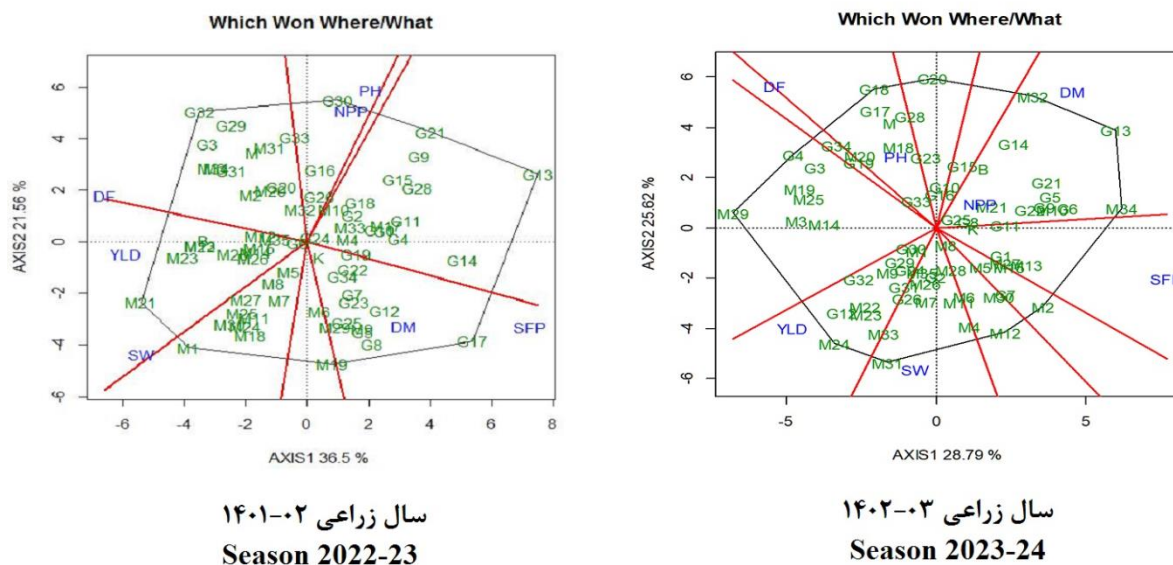
Table 6- Results of correlation of studied traits in two cropping seasons

	DF		DM		SFP		PH		SW		NPP	
-	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
DM	0.000	0.192										
	0.998	0.114										
SFP	-0.831*	-0.813*	0.556*	0.416*								
	0.000	0.000	0.000	0.000								
PH	0.019	0.161	0.063	0.079	0.019	-0.102						
	0.876	0.187	0.606	0.518	0.875	0.404						
SW	0.392*	-0.046	0.083	-0.001	-0.270	0.042	-0.371	0.052				
	0.001	0.710	0.495	0.994	0.024	0.734	0.002	0.671				
NPP	-0.021	-0.244	0.013	-0.341*	0.027	0.024	0.307*	-0.157	0.216	-0.024		
	0.863	0.043	0.913	0.004	0.828	0.846	0.010	0.197	0.072	0.843		
YLD	0.373*	-0.004	-0.200	-0.482*	-0.417*	-0.283	-0.090	0.058	0.535*	-0.209	-0.009	0.183
	0.001	0.973	0.098	0.000	0.000	0.019	0.459	0.639	0.000	0.085	0.943	0.133

عدد بالا ضریب و عدد پایین سطح معنی داری را نشان می دهد. علامت * نیز بیانگر معنی داری در سطح ۱ درصد است.

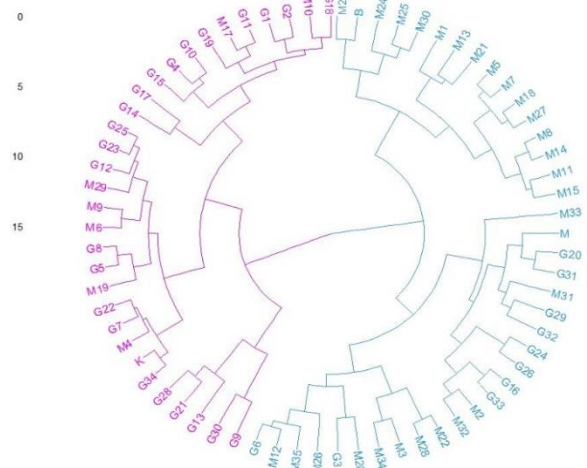
The upper number indicates the coefficient and the lower shows significance. The symbol * indicate the significance at 1% level

نمایش چندضلعی ژنوتیپ×صفت برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شکل ۱ ارائه شده است که نتایج فوق را تأیید می‌کند. در این شکل، صفات ذکر شده که دارای زاویه‌ی حاده با همدیگر هستند همبستگی مثبت و صفات با زاویه بیشتر دارای عدم همبستگی یا همبستگی منفی هستند. در این شکل، PH و NPP در موقعیت مشابهی قرار گرفتند. در سال اول DF، SW و YLD وضعیت مشابهی را نشان دادند که نشان دهنده‌ی نقش مهم این دو صفت در بهبود عملکرد عدس است. در نهایت، DM و SFP ارتباط نزدیکی با هم داشتند که نشان دهنده‌ی رابطه نزدیک آن‌ها است. در سال دوم نیز DF با PH و صفات YLD با SW دارای همبستگی مثبت بودند و در مورد سایر صفات این همبستگی کمتر یا منفی بود.

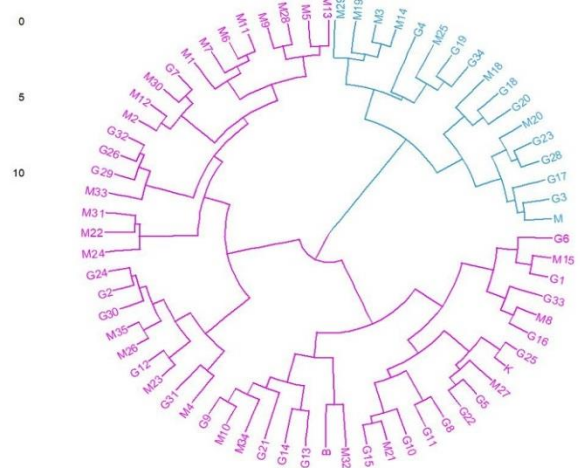


شکل ۱- نمودار چندضلعی ژنوتیپ×صفت در دو سال زراعی
Figure 1- Polygonal diagram of genotype × trait in two crop years

دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های عدس بر اساس صفات ریخت‌شناسی-زراعی در شکل ۲ نشان داده شده است. در هر دندروگرام، در مجموع ۲ 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 به ترتیب در دو فصل) که با رنگ‌های مختلف نشان داده شده‌اند. در این مورد ژنوتیپ‌هایی که از نظر ارتفاع، طول دوره‌ی گلدهی و رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، وزن و عملکرد به هم نزدیک‌تر بودند درون یک خوشه و آن‌هایی که اختلاف بیشتری داشتند در خوشه‌ی مقابل قرار گرفتند.



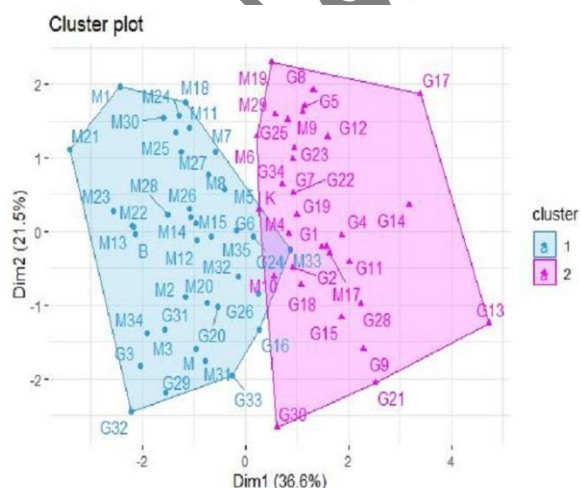
سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲
Season 2022-23



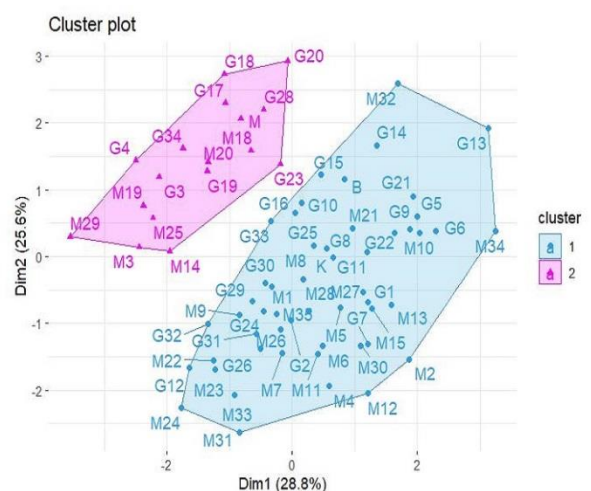
سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳
Season 2023-24

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

برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، از فاصله‌ی 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 بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شده است. در مجموع، در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲، ژنوتیپ‌های بیشتری در خوشه‌ی ۱ نسبت به خوشه‌ی ۲ وجود داشت (۴۴ ژنوتیپ در مقابل ۲۹ ژنوتیپ). ژنوتیپ‌های بیل‌سوار و محلی در خوشه‌ی ۱ و کیمیا در خوشه ۲ قرار گرفتند. در خوشه‌ی ۱، ژنوتیپ‌های مدیریت‌شده‌ای بیشتری مشاهده شد، در حالی که در خوشه ۲، ژنوتیپ‌های جهانی غالبیت نشان دادند. در سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳، توزیع ژنوتیپ‌ها ناهموارتر بود (۱۷ در مقابل ۵۶ ژنوتیپ) که ژنوتیپ محلی در خوشه ۱ و بیل‌سوار و کیمیا در خوشه‌ی ۲ قرار گرفتند.



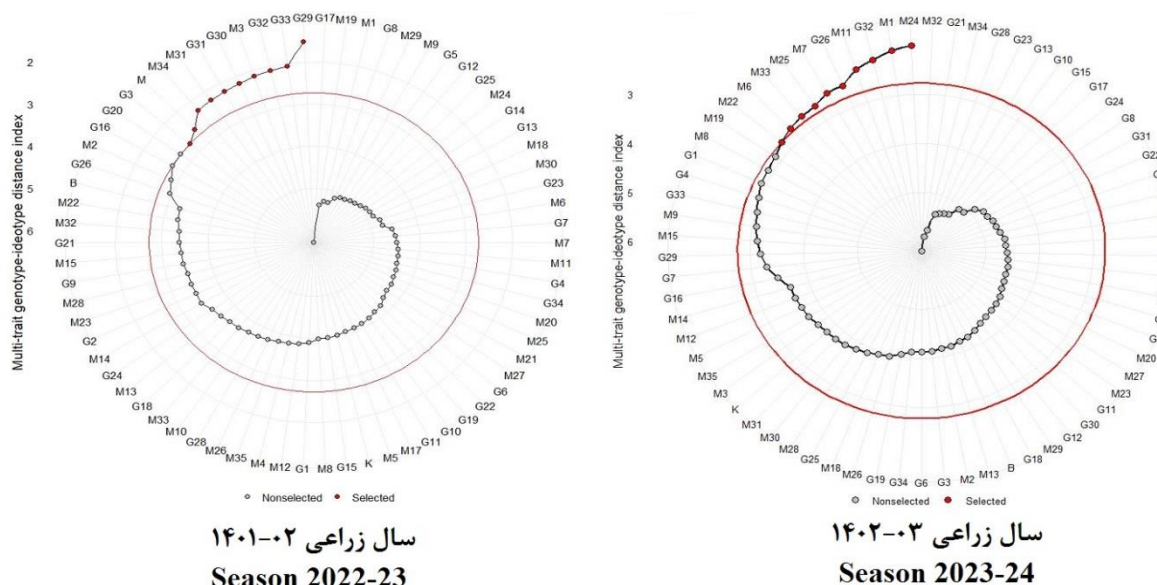
سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲
Season 2022-23



سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳
Season 2023-24

شکل ۳- نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های عدس بر اساس مؤلفه‌های اصلی طی دو سال زراعی
Figure 3 - Results of cluster analysis of lentil genotypes based on principal components during two crop years

اجرای آزمون شاخص برای انتخاب ژنوتیپ‌ها، تمام صفات اندازه‌گیری شده را به طور همزمان در نظر گرفته و بر اساس مقادیر عددی، بهترین ژنوتیپ‌ها را معرفی می‌کند. در واقع، ارزش ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد، وزن دانه و ارتفاع با تعداد دانه بیشتر در بوته، گلدهی و رسیدگی زودرس و دوره‌ی پر شدن دانه کوتاه تعیین می‌شود. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های عدس با استفاده از شاخص MGIDI در شکل ۴ نشان داده شده است. بر اساس ویژگی‌های زراعی شامل مراحل رشد رویشی و زایشی به همراه عملکرد، ژنوتیپ‌هایی که در مرتبه‌ی بالاتر قرار گرفته وضعیت بهتری نسبت به بقیه داشته و انتخاب‌های مطلوبی هستند و آن‌هایی که در رتبه‌های پایین‌تر قرار گرفته مطلوبیت کمتری داشتند. طبق نتایج این شاخص، در سال اول ژنوتیپ G29 و در سال دوم ژنوتیپ M24 منتخب بودند.



شکل ۴- رتبه بندی 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

در مورد ارزیابی تنوع ژنوتیپ‌های عدس از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی -زراعی، مطالعات مختلفی در ایران و سایر کشورها انجام شده است. در تحقیق ما، صفات مختلفی بررسی شد و عملکرد که برآیند کلی آن‌هاست، به عنوان مبنا در نظر گرفته شد. در مورد عملکرد، تعداد غلاف‌در بوته و وزن دانه‌ها مهم‌ترین عوامل هستند. در همین زمینه عملکرد و اجزای عدس در شرایط خشک توسط (Azizi Chakhrachman et al., 2010) بررسی شد 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 کشورمان قرار دارد. اگرچه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو مطالعه متفاوت بودند اما ژنوتیپ‌های منتخب می‌توانند باید از نظر سازگاری در مناطق مختلف بررسی شوند تا کارایی آن‌ها برای استفاده در شرایط خشک و تنش‌هایی که به ویژه کشورمان سال‌هاست که با آن مواجه است مورد تایید قرار گیرد. در این تحقیق، شاخص برداشت اندازه‌گیری نشد، اما اجزای مرتبط با آن تا حدودی بررسی شدند. (نوری گوغری، دشتی، حسینی، شهاب، & ایران، ۲۰۱۴) تنوع ژنتیکی عدس در بردسیر استان کرمان را با استفاده از صفات ریخت‌شناسی بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که شاخص برداشت بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارد و بیشترین تأثیر مثبت بر آن مربوط به این پارامتر است. طبق تحقیقات، این پارامتر رابطه‌ی نزدیکی با عملکرد دارد و اثرات مستقیم آن‌ها نیز مشخص است. بر اساس نتایج ما، ژنوتیپ‌هایی

که دارای دارای خصوصیات رویشی بهتر و دوره‌ی 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 دوره‌ی گلدهی به مراحل رویشی، تعداد مطلوب غلاف در بوته و وزن بیشتر دانه است. در همین زمینه، (Majnoun Hosseini & Naghavi, 2017) عملکرد و زیست توده‌ی 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، رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری با عملکرد مشاهده شد که نشان دهنده‌ی عملکرد بالا در نمونه‌های دیرگل است. بنابراین، نتایج این مطالعه با تحقیق حاضر می‌تواند یکدیگر را نقض کنند. البته شرایط کشت، نوع خاک، ویژگی‌های آب و هوایی و سایر عوامل می‌توانند بر عملکرد تأثیر بگذارند و نقش آن‌ها را نباید نادیده گرفت. به عنوان یک پیشنهاد می‌توان 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 دهیم و اثرات تنش و پارامترهای مختلف آن را روی ۷۰ ژنوتیپ تهیه شده بررسی کنیم. صفات ریخت‌شناسی و زراعی ژرم‌پلاسما عدس بومی استان زنجان برای انتخاب ژرم‌پلاسما برتر در شرایط خشک توسط (Moradi et al., 2020) بررسی شد. آن‌ها گزارش دادند که تنوع بالایی بین ژنوتیپ‌ها بر اساس تعداد غلاف و وزن دانه وجود دارد. تغییرات زیادی برای 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 بر اساس صفات عملکردی و صفات مؤثر در برداشت مکانیزه انتخاب شدند. در تحقیق حاضر، ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط مدیترانه‌ای 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 مطالعه‌ی ما، تفاوت در عملکرد ۷۳ ژنوتیپ قابل توجه بود و ژنوتیپ‌های سازگار با مناطق مدیترانه‌ای وضعیت بهتری را نسبت به سایرین نشان دادند. ژنوتیپ‌های عدس با ارزیابی فنولوژیکی، ریخت‌شناسی، عملکرد و اجزای آن توسط (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، (Sadeghzadeh-Ahari & Farayed, 2020) برخی از صفات زراعی و عملکرد دانه در ۱۲۰ ژنوتیپ عدس از منطقه‌ی کوهین قزوین را بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که بین ژنوتیپ‌ها در تمام صفات مورد مطالعه به جز زیست توده‌ی عملکرد و شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. 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 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 به عنوان نتیجه کلی آن‌ها گزینه‌ی مطلوبی است. این ژنوتیپ‌ها با شرایط مدیترانه‌ای سازگار هستند و گزینه‌های مطلوب برای آن مناطق محسوب می‌شوند. در مطالعات مربوط به همین منطقه، منابع ژنتیکی عدس ایتالیایی توسط (Laghet, Piergiovanni, Sonnante, Lioi, &)

(Pignone, 2008) به عنوان ابزاری اساسی برای اصلاحگران مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس مطالعات آن‌ها، ایتالیا به دلیل قرار گرفتن در بین مناطق مدیترانه‌ای، منطقه‌ی خوبی برای نتیجه‌گیری مناسب در این محصول است. پس از بررسی‌های بیشتر، ژنوتیپ‌های هر منطقه را می‌توان در کشورهایی با شرایط آب و هوایی 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 به عنوان یک صفت اساسی برای آن ژنوتیپ‌ها پس از ارزیابی‌های متوالی قابل اعتماد باشد. در سایر مطالعات انجام شده در منطقه‌ی مدیترانه، (Toklu et al., 2009) ویژگی‌های زراعی-ریخت‌شناسی ژنوتیپ‌های عدس ترکیه را بررسی کردند که بر اساس 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.

(Kumari & Chandra, 2011) تأثیر اندازه‌ی بذر بر رشد غلاف در عدس را بررسی کردند و دریافتند که ژنوتیپ DPL62 اندازه‌ی بذر بالاتر و مدت زمان پر شدن دانه‌ی طولانی‌تری نسبت به IPL 211 با دانه‌های کوچک نشان می‌دهد که نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت اندازه‌ی بذر بر سرعت رشد دانه است. به طور کلی، اندازه‌ی غلاف بزرگ‌تر بر اندازه‌ی 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 همه‌ی آن‌ها مهم بودند. ژرم‌پلاسِم عدس اتیوپی توسط (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 مطالعه‌ی ما نیز بسیار مهم بودند و سهم بسیار زیادی در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر داشتند. بنابراین، نتایج آن‌ها یکدیگر را تأیید می‌کنند. اگرچه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه متفاوت بودند، اما ژنوتیپ‌های مدیترانه‌ای 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، (Choudhary et al., 2017) ویژگی‌های ریخت‌شناسی ۴۸ ژنوتیپ عدس را بر اساس شش صفت بررسی کردند. تقریباً همه‌ی آن‌ها لپه‌های نارنجی داشتند (به جز PL6 که زرد بود) و فقط IC201738 سیاه مشاهده شد. برای نوع گیاه، ژنوتیپ‌ها به دسته‌های مستقیم، نیمه پراکنده 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 بررسی شد که در نهایت عملکرد را تعیین می‌کند. در این تحقیق، طول دوره‌ی گلدهی رابطه‌ی مستقیمی با عملکرد نشان داد که با نتایج (Preiti et al., 2024) که عملکرد ژرم‌پلاسِم عدس را در یک محیط نیمه‌خشک مطالعه کردند، مطابقت داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند که گلدهی و وزن هزاردانه مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد هستند. به طور کلی، گلدهی زودهنگام به عنوان مکانیسمی برای غلبه بر تنش‌های غیرزیستی عمل می‌کند. اگر طول دوره‌ی گلدهی کوتاه‌تر باشد، گیاه زمان بیشتری برای پر شدن دانه خواهد داشت و بر همین اساس عملکرد هم افزایش می‌یابد. این وضعیت در مورد برخی از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ما مشاهده شد. از آنجایی که نوع

ژنوتیپ مورد بررسی متفاوت است و مطالعات ما در دو سال (۱۴۰۱-۰۲ و ۱۴۰۲-۰۳) در یک منطقه انجام شد، برای رسیدن به نتیجه‌ی قطعی، مطالعات تکمیلی لازم است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه هدف ما بررسی تنوع ژنوتیپ‌های عدس از نظر ویژگی‌های زراعی بود که M22 و M26 بر اساس عملکرد دانه مطلوب ارزیابی شدند و همبستگی عملکرد با سایر صفات بررسی شده نیز مشخص است. در مجموع ژنوتیپ‌های مدیترانه‌ای وضعیت بهتری نسبت به ژنوتیپ‌های جهانی و ارقام شاهد نشان دادند که برای دستیابی به نتایج نهایی، مطالعات تکمیلی روی ژنوتیپ‌ها لازم 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 به ویژه در شرایط تنش خشکی کشورمان انتخاب شوند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام و معاونت موسسه‌ی تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) که در حمایت مالی و معنوی از این تحقیق تمام تلاش خود را انجام داده‌اند نهایت قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

- Azizi Chakharchman, S., Mostafae, 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 (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
- Barrero, R. A., Bellgard, M., & Zhang, X. (2011). Diverse approaches to achieving grain yield in wheat. *Functional and Integrative Genomics*. 11, 37-48
- 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
- Dheer, M., Punia, S., Ram, B., Jain, N., Koli, N., & Bhatnagar, V. (2014). Morphological features of an open flower mutant plant and characterization of their progenies in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 61(5), 879-886
- Hasanuzzaman, M., Araújo, S., & Gill, S.S. (2020). *The plant family fabaceae*: Springer.
- 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*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 81(4), 380-82.
- Laghetti, G., Piergiovanni, A. R., Sonnante, G., Lioi, L., & Pignone, D. (2008). The Italian lentil genetic resources: a worthy basic tool for breeders. 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.
- 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, Aski, 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

- 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 (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
- 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(Persian with English Abstract)
- Olivoto, T., Lúcio, A. & Evolution. (2020). metan: An R package for multi-environment trial analysis. *Methods in Ecology and Evolution*. 11(6), 783-789
- Pacheco, A., Vargas, M., Alvarado, G., Rodríguez, F., López, M., Crossa, J., & Burgueño, J. (2016). GEA-R (Genotype x Environment Analysis whit 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
- 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
- Sadras, V. & Calderini, D. (2020). *Crop physiology case histories for major crops*: Academic press.
- Saman, S.M., Mozafari, J., Daezi, S., Abbasi Moghadam, A. & Mustafae, 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 (Persian with English Abstract)
- 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.
- Yan, W., & Rajcan, I. (2002). Biplot analysis and trait relations of soybean. *Crop Science*. 48(2), 417-423
- 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