

سازگاری و پایداری عملکرد لاین‌های پیشرفته عدس در شرایط دیم مناطق سردسیر ایران

Adaptation and Seed Yield Stability of Advanced Lentil Lines Under Cold Dryland Conditions of Iran

سیده سودابه شبیری^۱، حسین مصطفائی^۲، محمدرضا شهاب^۳ و مسعود کامل^۴

۱ و ۴- به ترتیب محقق و مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان

۲- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل

۳- مربی، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۸

چکیده

شبیری، س. س.، مصطفائی، ح.، شهاب، م. ر. و کامل، م. ۱۳۹۴. سازگاری و پایداری عملکرد لاین‌های پیشرفته عدس در شرایط دیم مناطق سردسیر ایران. *مجله به‌نژادی نهال و بذر* ۱-۳۱: ۵۰۸-۴۹۱.

به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و تعیین سازگاری و پایداری عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های عدس دیم، این مطالعه طی سه سال زراعی (۱۳۹۲-۱۳۹۰) در سه ایستگاه مناطق سردسیر دیم کشور (قیدار زنجان، مراغه و اردبیل) اجرا شد. آزمایش شامل دوازده لاین پیشرفته عدس به همراه یک رقم شاهد محلی بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در پایان سال سوم تجزیه واریانس مرکب برای داده‌های سه سال و سه مکان انجام شد. برای تعیین لاین‌های با عملکرد بالا و پایدار از نظر عملکرد دانه از روش لین و بینز، ضریب تغییرات عملکرد و روش رتبه‌بندی استفاده شد. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال، مکان و ژنوتیپ و اثر متقابل سال × مکان، مکان × ژنوتیپ، سال × ژنوتیپ و اثر سه جانبه سال × مکان × ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ایستگاه اردبیل (۷۱۴/۳) کیلوگرم در هکتار) و ایستگاه زنجان (۲۹۸/۷) کیلوگرم در هکتار) بود. ژنوتیپ‌های شماره ۱ (Flip96-59L)، ۳ (Flip05-58L) و ۶ (Flip04-31L) با عملکرد دانه به ترتیب ۵۲۰/۸، ۵۰۵/۹، ۵۰۴/۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد و سایر ژنوتیپ‌های آزمایش برتری داشتند. با توجه به عملکرد دانه و سایر خصوصیات زراعی، ژنوتیپ شماره ۱ (Flip96-59L) دارای میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه کمتر و عملکرد دانه بالاتر و پایدارتر بود و در مرتبه بعدی ژنوتیپ شماره ۶ (Flip04-31L) با برخورداری از CV، واریانس محیطی و میانگین رتبه کمتر و ژنوتیپ شماره ۳ (Flip05-58L) با انحراف معیار رتبه کمتر پایداری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: عدس، دیم، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، پایداری عملکرد.

مقدمه

عدس یک لگوم خوراکی خودگشن دیپلوئید ($2n = 2x = 14$) است. این گیاه عمدتاً در شبه قاره هند، منطقه مدیترانه و آمریکای شمالی کشت و زرع می‌شود. به علت وجود باکتری‌های تثبیت کننده در ریشه، این گیاه موجب تثبیت بیولوژیکی نیتروژن شده و علاوه بر تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، سالانه مقداری نیتروژن خالص نیز با توجه به شرایط آب و هوایی و وضعیت خاک و نوع رقم به خاک می‌افزاید، بنابراین موجب حاصلخیزی خاک مخصوصاً در مناطق دیم می‌شود و از این حیث یک محصول تناوبی مناسب برای غلات دیم محسوب به حساب می‌آید (Kocheiki and Banayan Aval, 1993). عوامل مختلفی در پایین بودن عملکرد گیاه عدس موثر است که پتانسیل پائین عملکرد ارقام محلی یکی از عوامل مهم است (Sabaghpour et al., 2004). ارقام جدید گیاهان زراعی علاوه بر این که باید کارایی بالایی برای عملکرد و سایر صفات از خود نشان دهند برتری آن‌ها بایستی در دامنه وسیعی از شرایط محیطی محرز شود (Lin and Binns, 1991). اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط معنی دار ناشی از تغییر در میزان اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های متفاوت و یا تغییر در رتبه‌بندی نسبی ژنوتیپ‌ها است. تغییرات کم در ژنوتیپ‌ها در مکان‌ها و سال‌های مختلف به عنوان پایداری تفسیر می‌شود (Fernandez, 1991). آزمایش‌های ناحیه‌ای به

عنوان بخش پایانی برنامه اصلاح ارقام زراعی نقش مهمی در تعیین و گزینش رقم یا ارقام برتر در مکان‌ها و سال‌های مختلف، قبل از آزادسازی و معرفی یک رقم دارد (Zobel et al., 1988). محققان معیارهای متفاوتی را برای تشخیص پایداری ارقام و معرفی آن‌ها به کار برده‌اند. کلیه روش‌هایی که در تجزیه پایداری به کار می‌روند، از نظر کارایی تشخیص ارقام پایدار توسط محققان مختلف مورد مقایسه و مطالعه قرار گرفته‌اند، به طوری که هر گروه از محققان نسبت به برخی روش‌ها ایرادهایی وارد و برخی دیگر را مورد تأیید قرار داده‌اند ولی در هر حال روش کاملاً قابل قبول و قطعی وجود ندارد. روش‌های آماری متعددی برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و رابطه آن با پایداری وجود دارد. ریک (Wricke, 1962) روش اکووالانس را معرفی کرد که در واقع جمع مربعات اثر متقابل محیط برای هر ژنوتیپ بود که در این پارامتر اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط برای هر ژنوتیپ به عنوان پارامتر پایداری (Wi) استفاده می‌شود و هر چه قدر میزان پارامتر Wi برای یک ژنوتیپ کم باشد، نشان‌دهنده پایداری بالای ژنوتیپ است. اسپراگ و فدرر (نقل از لین و بینز، ۱۹۹۱) پیشنهاد کردند که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به عنوان معیار جهت سازگاری ارقام استفاده شود. پلیستد و پترسون (Plaisted and Peterson, 1959) استفاده از میانگین جزء واریانس برای اثر متقابل

ژنوتیپ × محیط را پیشنهاد کردند. رومر (Romer, 1917) واریانس محیطی (Si^2) را پیشنهاد کرد که با این روش واریانس یک ژنوتیپ در محیط‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود. فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963) از روش تجزیه رگرسیون استفاده کردند و بیان داشتند ژنوتیپی که دارای شیب خط رگرسیون $bi = 1$ باشد بیشترین پایداری را دارد. ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) عملکرد، ضریب رگرسیون و انحرافات از خط رگرسیون را برای تشخیص ارقام پایدار به کار بردند که بر اساس روش آن‌ها، رقمی مطلوب‌تر است که دارای میانگین عملکرد بالا، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از خط رگرسیون نزدیک به صفر باشد. یکی از اشکالات اساسی که به این روش وارد می‌شود این است که معیار پایداری به وارسته ارقام موجود در آزمایش بستگی داشته و از نظر تئوریک وراثت‌پذیر نیست. در ثانی معنی‌دار بودن انحراف از خط رگرسیون ممکن است ناشی از رابطه غیر خطی محیط و عملکرد باشد و یا به عبارتی بزرگی MS انحراف از خط رگرسیون ممکن است ناشی از ناپایداری رقم نباشد و وجود رابطه غیر خطی محیط با عملکرد رقم سبب بزرگی MS انحراف از خط رگرسیون شود. کانگ (Kang, 1993) روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری را بر اساس واریانس پایداری شوکلا ارایه و مورد

استفاده قرار داد. بر اساس واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) ژنوتیپی پایدار است که مقدار واریانس پایداری در آن حداقل باشد. کانگ (Kang, 1993) با ادغام دو روش ناپارامتری (روش رتبه‌ای) و روش پارامتری (واریانس پایداری)، روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری معرفی کرد. ارشد و همکاران (Arshad *et al.*, 2003) به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در ارقام نخود از ضریب خط رگرسیون فینلی و ویلکینسون استفاده و ژنوتیپ‌های 93009، NCS950183 و C44 را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی کردند. بنایی (Banaei, 1997) در بررسی دوازده رقم نخود سفید گزارش کرد اثر سال × رقم و سال × منطقه معنی‌دار بوده و ارقام مورد مطالعه در سه گروه با سازگاری عمومی خیلی خوب، متوسط در تمام مناطق و سازگاری عمومی خوب در محیط‌های نامساعد قرار گرفتند. کانونی (Kanouni, 2001) در بررسی سازگاری و پایداری ارقام نخود سفید دیم در کردستان اعلام کرد که اثر سال، ژنوتیپ و اثر متقابل سال، رقم برای عملکرد دانه معنی‌دار بوده و ژنوتیپ‌های 53-61-5 و ILC482 از ثبات عملکرد و سازگاری متوسط برخوردار بودند. بخش و همکاران (Bakhsh *et al.*, 1991) با ارزیابی ده رقم عدس در شش منطقه مختلف در پاکستان گزارش کردند که ارقام ناپایدار به تغییرات محیطی بسیار حساس بودند و با تغییر کمی در

نظر عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های زراعی در شرایط آب و هوایی مختلف مناطق زنجان، مراغه و اردبیل به مدت سه سال انجام شد. آزمایش شامل لاین‌های پیشرفته عدس (۱۲ لاین انتخابی) که از بین لاین‌های پیشرفته سال قبل در استان زنجان انتخاب شده بودند و یک رقم شاهد محلی در سه منطقه مذکور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. هر کرت شامل چهار خط ۴ متری به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از یک‌دیگر بود. پس از شخم و آماده‌سازی زمین که شامل دیسک و لولر و ایجاد شیار در پائیز بود، با مساعد شدن شرایط اقلیمی منطقه، کشت آزمایش‌ها از اواخر اسفند ماه ۱۳۸۹ و در بهار، نهایتاً در اوایل فروردین ۱۳۹۰ انجام شد. مقدار کود لازم پس از آزمایش خاک مطابق توصیه‌های بخش خاک و آب مورد استفاده قرار گرفت. در طول فصل رشد علاوه بر مراقبت‌های معمول زراعی نظیر وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات، از صفات و خصوصیات مورد نظر مانند درصد سبز محصول، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، ارتفاع بوته و تعداد روز تا رسیدگی یادداشت‌برداری به عمل آمد. پس از رسیدگی و برداشت آزمایش، وزن صد دانه و عملکرد هر کرت اندازه‌گیری شد و تجزیه مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و میانگین صفات تیمارها به روش LSD مورد مقایسه قرار گرفت. برای تعیین پایداری عملکرد لاین‌های آزمایش از پارامتر تیپ یک و چهار

شرایط آب و هوایی محیط‌ها، عملکرد دانه ارقام بسیار تغییر کرد. صباغ‌نیا و همکاران (Sabaghnia *et al.*, 2008) برای بررسی پایداری عملکرد در ژنوتیپ‌های عدس از روش تجزیه اثر اصلی افزایشی و اثر متقابل ضرب پذیر استفاده کردند و دریافتند لاین FLIP92-12L پایدارترین ژنوتیپ بود. صباغ‌پور (Sabbaghpour, 2006) بررسی بر روی یازده لاین عدس در پنج مکان (ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی دیم کرمانشاه، لرستان، شیروان، گنبد و ایلام) با استفاده از روش‌های ضریب رگرسیون فیلی و ویلکینسون، ضریب تغییرات محیطی، اکووالانس ریک، واریانس پایداری، مجموع رتبه، ضریب تبیین، روش غیر پارامتری رتبه، گزینش توأم برای عملکرد، در نهایت ژنوتیپ‌های FLIP 82-1L و FLIP 92-12L به عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی کرد. از بین روش‌های پایداری مورد مطالعه روی عملکرد، روش پایداری گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری (Kang, 1993) که آمیخته‌ای از دو روش آمار پارامتری (Shukla, 1972) و غیر پارامتری (رتبه‌ای) است و بهترین ژنوتیپ را هم از نظر پایداری و هم عملکرد به طور یک جا معرفی می‌کند در بررسی حاضر برای ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌های پیشرفته عدس استفاده شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی سازگاری و انتخاب لاین‌های جدید و پر محصول عدس از

در این حالت رابطه بین میانگین و واریانس قطع می‌شود. لین و بینز (۱۹۹۱) این دو پارامتر پایداری یعنی واریانس و CV محیطی را پارامترهای پایداری تیپ ۱ نامیدند.

بر اساس نظر و بررسی‌های لین و بینز (Lin and Binns, 1988) پارامترهای پایدار تیپ I و IV به وسیله ژن‌های افزایشی کنترل می‌شوند و وراثت‌پذیر هستند، بنابراین اگر در تیپ I یک رقم پر محصول و پایدار پیدا شود مسئله حل است و گرنه باید از روش تیپ چهار IV استفاده شود.

پارامتر تیپ چهار

لین و بینز (۱۹۹۸) پارامتر تیپ چهار را معرفی کردند. پارامتر پایداری تیپ چهار وراثت‌پذیر است. بر اساس پارامتر پایداری تیپ چهار برای هر ژنوتیپ واریانس مربوط به سال‌های داخل هر منطقه محاسبه و پس از محاسبه میانگین این واریانس‌ها (در کلیه مناطق) برای هر ژنوتیپ میانگین واریانس درون مکانی محاسبه شده و ژنوتیپی که واریانس درون مکانی کمتری داشته باشد به عنوان رقم پایدار انتخاب می‌شود. پارامتر تیپ چهار در واقع عبارتست از میانگین مربعات بین سال‌های درون هر مکان برای هر رقم، مثلاً برای رقم A در مکان ۱ واریانس بین سال‌ها گرفته می‌شود و به همین ترتیب در مکان‌های ۲ و ۳ و ... هم انجام می‌شود. بعد بین مکان‌ها جمع‌بندی انجام داده در نتیجه میانگین مربعات بین سال‌های درون

(روش لین و بینز) و روش رتبه‌بندی (Rank) استفاده شد و در نهایت لاین یا لاین‌های پایدار و سازگار شناسایی شدند.

پارامتر تیپ یک

واریانس محیطی

برای اولین بار رومر (Romer, 1917) از واریانس به عنوان پارامتر پایداری استفاده کرد. در این روش واریانس محیط‌های مربوط به هر رقم از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$Si^2 = \sum (X_{ij} - X_{i0})^2 / n - 1$$

که در آن:

Si^2 : واریانس رقم I در محیط j

X_{ij} : عملکرد هر رقم در محیط j

X_{i0} : میانگین عملکرد هر رقم در کل محیط هستند

اگر واریانس محیطی رقمی کمتر باشد این رقم پایداری بیشتری دارد.

روش CV محیطی

اشکالی که به روش واریانس گرفته می‌شود این است که گاهی توزیع واقعاً نرمال نیست و با افزایش میانگین رقم واریانس آن تغییر می‌کند (بین میانگین و واریانس رابطه‌ای وجود داشته باشد) بنابراین بهتر است به جای واریانس از CV محیطی با استفاده از رابطه زیر استفاده شود:

$$CV = \sqrt{Si^2 / X_{i0}}$$

که در آن:

Si^2 : واریانس محیطی رقم i

X_{i0} : میانگین رقم i هستند.

کرد. در این روش رقم‌ها به تفکیک در کلیه محیط‌ها بر حسب عملکرد دانه رتبه‌بندی شده و سپس میانگین عملکرد و انحراف معیار هر ژنوتیپ با توجه به عملکرد آن محاسبه می‌شود. در این رتبه‌بندی به بالاترین میزان عملکرد دانه عدد یک داده می‌شود و هرچه قدر میانگین رتبه یک ژنوتیپ (R) در کلیه محیط‌ها به عدد یک نزدیک بوده و انحراف معیار (SDR) آن کمترین مقدار باشد آن رقم دارای پایداری عملکرد بیشتری است (Ketata, 1988).

مکانی رقم A به دست می‌آید. به عقیده این محققان مکان عاملی نیست که قابل کنترل نباشد و می‌توان برای مکان‌های مختلف رقم‌های مختلفی معرفی کرد، در نتیجه مکان یک عامل ثابت بوده و اثر سال که قابل پیش‌بینی نیست و غیر قابل کنترل است به عنوان عامل تصادفی در نظر گرفته می‌شود. حسن این روش این است که در به دست آوردن معیار یک رقم، رقم‌های دیگر نقشی ندارند یعنی با تغییر سایر رقم‌ها معیار هر رقم تغییر نمی‌یابد.

نتایج و بحث

مشخصات لاین‌های عدس مورد بررسی در جدول ۱، میزان بارندگی در سال‌های آزمایش در مناطق اجرا در جدول ۲ و مشخصات اقلیمی مناطق در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

روش رتبه‌بندی (Ranking)

روش دیگری به نام روش رتبه‌بندی نیز برای تعیین پایداری عملکرد دانه وجود دارد که محاسبه آن بسیار ساده ولی این روش قادر به گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها نیست، اما به کمک آن، به سادگی می‌توان ژنوتیپ‌های پایدار را تعیین

جدول ۱- شجره و منشا ژنوتیپ‌های عدس استفاده شده در آزمایش
Table 1. Pedigree and origin of lentil genotypes used in experiment

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ژنوتیپ‌های عدس Lentil Genotypes	منشا Origin	شجره Pedigree
1	Flip96-59L	ICARDA	ILL6212×ILL298
2	Flip05-33L	ICARDA	ILL7530×ILL305
3	Flip05-58L	ICARDA	ILL5372×ILL3956
4	Flip02-4L	ICARDA	ILL2126×ILL6972
5	Flip02-1L	ICARDA	ILL7005×ILL1939
6	Flip04-31L	ICARDA	ILL5883×ILL6475
7	Flip02-48L	ICARDA	ILL7201×ILL5728
8	Flip02-55L	ICARDA	ILL7005×ILL1939
9	Flip02-57L	ICARDA	ILL7005×ILL1939
10	KIMIA	ICARDA	ILL558×ILL707
11	ILL4400	SYRIA	SYRIA Local Large
12	ILL590	TURKEY	TURKEY Local
13	Local check	IRAN	-

جدول ۲- میزان بارندگی مکان‌های اجرای آزمایش در سه سال زراعی

Table 2. Amount of precipitations at experimental locations in three years

Month	ماه	۱۳۸۹-۹۰			۱۳۹۰-۹۱			۱۳۹۱-۹۲		
		2010-2011			2011-2012			2012-2013		
		زنجان	مراغه	اردبیل	زنجان	مراغه	اردبیل	زنجان	مراغه	اردبیل
Oct.	مهر	2.2	4.0	1.3	0.0	28.8	16.3	0.0	8.5	8.3
Nov.	آبان	19.4	4.7	8.0	91.3	50.5	70.8	66.5	84.0	25.6
Dec.	آذر	39.5	7.9	0.1	5.2	5.9	9.5	38.7	51.9	26.7
Jan.	دی	59.7	20.8	19.4	20.5	29.8	21.8	20.4	27.0	11.0
Feb.	بهمن	22.1	25.7	31.7	26.6	21.1	8.4	25.5	44.2	28.5
Mar.	اسفند	23.4	95.2	28.3	8.3	23.2	33.6	40.2	46.3	24.1
Apr.	فروردین	20.3	69.5	20.0	70.0	36.2	34.6	18.1	33.2	10.7
May	اردیبهشت	84.6	120.6	52.7	31.9	49.7	38.4	43.1	47.7	48.1
Jun.	خرداد	0.0	3.0	15.5	18.5	21.0	46.5	36.0	9.0	57.3
July	تیر	4.2	0.0	-	39.4	8.8		0.0	0.3	-

داد که سال اول آزمایش نسبت به سال دوم و سوم عملکرد بیشتری داشت. داده‌های هواشناسی سه سال اجرای پروژه نشان داد مقدار بارندگی در بهار در سال اول آزمایش و در سه منطقه زنجان، مراغه و اردبیل به ترتیب ۱۰۴/۹، ۱۹۳/۱، ۸۸/۲ میلی‌متر، در سال دوم آزمایش ۱۲۰/۴، ۱۰۶/۹ و ۱۱۹/۵ میلی‌متر و در سال سوم آزمایش ۹۷/۲، ۸۹/۹ و ۱۱۶/۱ میلی‌متر بود. بیشترین مقدار بارندگی در سال اول آزمایش (۱۳۹۰) در منطقه مراغه در ماه‌های فروردین و اردیبهشت با ۶۹/۵ و ۱۲۰/۶ میلی‌متر بود (جدول ۲) و به نظر می‌رسد، این موضوع سبب افزایش عملکرد در سال مذکور شد. تعداد روزهای بادهای زیر صفر درجه در سال اول آزمایش در فروردین ماه در زنجان، مراغه و اردبیل به ترتیب ۵، ۱۲ و ۱۱ روز، در سال دوم آزمایش ۱۰، ۱۱ و ۱۰ روز و در سال سوم آزمایش در زنجان در فروردین و اردیبهشت ماه

تجزیه واریانس ساده داده‌ها برای هر کدام از محیط‌ها به طور جداگانه انجام شد. نتایج نشان داد که غیر از آزمایش محیط E1 (زنجان سال اول) و E8 (مراغه سال سوم) در بقیه موارد بین لاین‌های آزمایشی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). آزمون یکنواختی واریانس‌ها (آزمون بارتلت) طی سال‌های آزمایش در هر منطقه نشان داد که بین واریانس خطاهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و انجام تجزیه واریانس مرکب در هر منطقه میسر بود. نتایج تجزیه مرکب سه سال عملکرد دانه در هر منطقه (جدول ۵) نشان داد که در کلیه مناطق اثر سال بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین عملکرد دانه در زنجان نشان داد که سال سوم آزمایش نسبت به سال اول و دوم عملکرد بیشتری داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین عملکرد دانه در مراغه و اردبیل نیز نشان

جدول ۳- مشخصات اقلیمی مناطق مورد آزمایش

Table 3. Geographic characteristics of the experimental locations

Locations	مناطق	میانگین بلندمدت بارندگی Mean long term rainfall (mm)	میانگین بلند مدت دما Mean long term temperature			ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	بافت خاک Soil texture
			حداقل Min.	حداکثر Max.	میانگین Mean				
Zanjan	زنجان	320.0	2.67	12.00	9.10	1875	36 °,9'N	48° ,49'E	Clay loam
Maragheh	مراغه	336.5	4.50	14.50	9.40	1720	37 °,15'N	46° ,15'E	Clay loam
Ardebil	اردبیل	309.0	-4.82	23.79	9.48	1350	37 °,15'N	48° ,2'E	Loam clay

جدول ۴- تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه ژنوتیپ‌های عدس در محیط‌های مختلف

Table 4. Analysis of variance for seed yield of lentil genotypes in different environments

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	میانگین مربعات MS								
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Replication	تکرار	3	7219.55	26824.53	22506.48	54.32	19403.31	73280.28	8545.54	50063.63	5126.92
Genotype	ژنوتیپ	12	3972.60 ^{ns}	75921.60 ^{**}	18022.50 [*]	4488.20 ^{**}	18623.70 ^{**}	59621.10 ^{**}	31855.30 ^{**}	6232.20 ^{ns}	75178.60 ^{**}
Error	خطا	36	5972.94	16224.53	7828.92	420.78	3698.02	14161.49	7101.18	3175.68	3748.29
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		25.40	21.26	9.35	19.05	14.26	12.98	17.39	32.35	21.77
LSD1%			148.62	244.94	170.15	39.45	116.94	228.84	162.05	108.37	117.73
LSD5%			110.83	182.67	126.89	29.42	87.21	170.66	120.85	80.82	87.80

***, ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار.

***, * and ns: Significant at 1%, 5% probability levels and not-significant, respectively.

E1 (Zanjan in year1); E2 (Maragheh in year1); E3 (Ardebil in year1); E4 (Zanjan in year2); E5 (Maragheh in year2); E6 (Ardebil in year2); E7 (Zanjan in year3); E8 (Maragheh in year3); E9 (Ardebil in year3).

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب سه ساله عملکرد دانه ژنوتیپ‌های عدس در مکان‌های مختلف

Table 5. Combined analysis of variance for seed yield of lentil genotypes in three years and different locations

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS		
			زنجان Zanjan	مراغه Maragheh	اردبیل Ardebil
Year (Y)	سال	2	1847256.84**	2374261.23**	7393424.31**
Rep. (year)	تکرار (سال)	9	5273.14	32091.05	33567.27
Genotype (G)	ژنوتیپ	12	20800.28 ^{ns}	56851.353*	59299.14 ^{ns}
Y × G	سال × ژنوتیپ	24	9757.98**	21970.65**	46750.98**
Error	خطا	108	4498.29	7699.15	8579.17
C.V. (%)	ضریب تغییرات		22.45	21.94	12.96

**،* و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار.

**،* and ns: Significant at 1%, 5% probability levels and not-significant, respectively.

۴۷۰/۸۳ کیلوگرم در هکتار قرار داشتند (جدول ۷). کمترین عملکرد دانه در ایستگاه مراغه متعلق به لاین شماره ۱۲ با عملکرد ۲۹۰/۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در منطقه زنجان نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱ برتر از شاهد بودند و ژنوتیپ شماره ۴ با ۲۳۵/۸۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۷). در سه سال بررسی در مناطق زنجان، مراغه و اردبیل اثر متقابل سال و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵)، یعنی ژنوتیپ‌ها در سال‌های مختلف واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند. مقایسه میانگین اثر متقابل مذکور نشان داد که بیشترین عملکرد در زنجان مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۶ و ۱۰ به ترتیب با عملکرد ۵۶۱/۳۷، ۵۶۱/۳۷ و ۶۳۳/۳۷ کیلوگرم در هکتار در سال سوم و کمترین عملکرد دانه

۲ و ۲ روز و در مراغه ۸ و ۴ روز و در اردبیل ۸ و ۱ روز بود. میزان تبخیر در اردیبهشت و خرداد در زنجان در هر سه سال آزمایش نسبت به دو منطقه دیگر بیشتر و در زنجان هم در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول و سوم بیشتر بود. با ادامه رشد رویشی ارقام و لاین‌های آزمایش، همزمان با افزایش درجه حرارت و تبخیر، تنش خشکی مواد مورد ارزیابی را به شدت تحت تأثیر قرار داد که این امر به خصوص در مرحله گلدهی باعث کاهش عملکرد شد. در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه، اثر ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ایستگاه مراغه نشان داد که ژنوتیپ شماره ۱۱ با میانگین سه ساله عملکرد دانه برابر با ۵۲۹/۹۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید و پس از آن شاهد محلی و ژنوتیپ شماره ۱ با میانگین عملکرد دانه ۴۹۱/۹۸ و

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار) دانه ژنوتیپ‌های عدس در محیط‌های مختلف
Table 6. Mean comparison of seed yield (kg ha^{-1}) of lentil genotypes in different environments

Genotype No.	Genotype	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1	Flip96-59L	356.25c	718.75c	1017.25a	121.93e	495.00c	932.55c	561.38c	198.75c	286.00a
2	Flip05-33L	331.25c	537.50c	897.50c	110.27e	484.63c	943.75c	500.31c	127.56e	198.00c
3	Flip05-58L	293.75c	700.00c	1006.50a	102.69e	414.94c	1039.00c	510.94c	189.63c	295.75a
4	Flip02-4L	276.88c	406.25e	852.50c	80.96e	460.94c	905.43c	349.69d	143.88e	371.25a
5	Flip02-1L	287.50c	487.50d	879.75c	138.95e	440.00c	1071.28c	483.25c	153.19d	514.75a
6	Flip04-31L	340.63c	637.50c	966.25b	121.64e	418.50c	726.98d	633.38c	209.81c	483.00a
7	Flip02-48L	291.25c	625.00c	972.75b	86.43e	421.88c	1021.28c	421.88c	119.56e	464.00a
8	Flip02-55L	281.25c	506.25d	981.50a	75.71e	366.00e	902.73c	486.13c	166.06d	264.50b
9	Flip02-57L	300.00c	525.00d	972.25b	82.08e	345.00e	967.40c	522.94c	141.69e	192.25c
10	KIMIA	337.50c	612.50c	1029.25a	83.93e	392.94d	997.95c	562.31c	211.94c	158.25c
11	ILL4400	306.25c	893.75c	963.75b	101.12e	523.31c	720.35d	301.25e	172.63d	124.25c
12	ILL590	240.00c	419.38e	945.75b	94.13e	283.25e	714.35d	441.63c	169.13d	151.50c
13	Local check	312.50c	718.75c	806.25c	199.46c	496.44c	972.43c	523.13c	260.75c	151.50c

در هر ستون a نشان دهنده عملکرد بیشتر از شاهد در سطح ۱٪ LSD؛ b نشان دهنده عملکرد بیشتر از شاهد در سطح ۵٪ LSD؛ c نشان دهنده عملکرد کمتر از شاهد در سطح ۵٪ LSD؛ e نشان دهنده عملکرد کمتر از شاهد در سطح ۱٪ LSD؛ c به معنی عملکرد در سطح شاهد (بدون اختلاف معنی‌دار) است.

In each column, a: yield higher than the check at $\text{LSD}=0.01$; b: yield higher than the check at $\text{LSD}=0.05$; d: yield less than the check at $\text{LSD}=0.05$; e: Yield less than the check at $\text{LSD}=0.01$; c: not- significant difference with check.

E1 (Zanjan in year1); E2 (Maragheh in year1); E3 (Ardebil in year1); E4 (Zanjan in year2); E5 (Maragheh in year2); E6 (Ardebil in year2);
E7 (Zanjan in year3); E8 (Maragheh in year3); E9 (Ardebil in year3).

جدول ۷- مقایسه میانگین سه ساله عملکرد ژنوتیپ‌های عدس در مکان‌های مختلف

Table 7. Mean comparison of see yield of lentil genotypes in three years and different locations

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ژنوتیپ Genotype	عملکرد Yield (kg ha ⁻¹)		
		زنجان Zanjan	مراغه Maragheh	اردبیل Ardebil
1	Flip96-59L	346.52c	470.83c	745.27a
2	Flip05-33L	313.94c	383.23e	679.75c
3	Flip05-58L	302.46c	434.85c	780.42a
4	Flip02-4L	235.84e	337.02e	709.73c
5	Flip02-1L	303.23c	360.23e	821.93a
6	Flip04-31L	365.21c	421.94c	725.41b
7	Flip02-48L	266.52e	388.81e	819.34a
8	Flip02-55L	281.03e	346.10e	716.24c
9	Flip02-57L	301.67c	337.23e	710.63c
10	KIMIA	327.91c	405.79d	728.48b
11	ILL4400	236.21e	529.90c	602.18c
12	ILL590	258.58e	290.58e	603.87c
13	Local check	345.03c	491.98c	643.39c

در هر ستون a نشان دهنده عملکرد بیشتر از شاهد در سطح ۱٪ LSD؛ b نشان دهنده عملکرد بیشتر از شاهد در سطح ۵٪ LSD؛ d نشان دهنده عملکرد کمتر از شاهد در سطح ۵٪ LSD؛ e نشان دهنده عملکرد کمتر از شاهد در سطح ۱٪ LSD؛ c به معنی عملکرد در سطح شاهد (بدون اختلاف معنی دار) است.

In each column, a: yield higher than the check at LSD=0.01; b: yield higher than the check at LSD=0.05; d: yield less than the check at LSD=0.05; e: Yield less than the check at LSD=0.01; c: not- significant difference with check.

کمترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ شماره ۱۱ در سال سوم و برابر با ۱۲۴/۲۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). پس از تجزیه واریانس مرکب سال، برای تمام مناطق به طور مستقل از آزمون یکنواختی واریانس اشتباه‌های آزمایشی مطابق روش Fmax هارتلی انجام شد (Hartley, 1950). بر مبنای آزمون Fmax هارتلی در حالی که اختلاف واریانس اشتباهات آزمایشی (MSe) بین دو مکان مختلف از پنج برابر بیشتر نباشد، دو مکان دارای یکنواختی در اشتباهات آزمایشی بوده و بنابراین انجام تجزیه واریانس مرکب امکان پذیر است. نتایج حاصل

متعلق به ژنوتیپ شماره ۸ در سال دوم و برابر با ۷۵/۷۰ کیلوگرم در هکتار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل در مراغه نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳، ۱۱ و ۱۳ به ترتیب با عملکرد ۷۱۸/۷۵، ۷۰۰، ۸۹۳/۷۵ و ۷۱۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار در سال اول و کمترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ شماره ۷ در سال سوم و برابر با ۱۱۹/۵۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل در اردبیل نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۳ در سال دوم با ۱۰۷۱/۲۷ و ۱۰۳۹ کیلوگرم در هکتار و

طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و غیره موجب ایجاد اختلاف بین مکان‌ها شده‌اند. مقایسه میانگین عملکرد دانه در مناطق مختلف نشان داد که منطقه اردبیل با میانگین عملکرد دانه ۷۱۴/۳۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را نسبت به سایر مکان‌ها داشته و در رتبه اول قرار گرفت. مناطق مراغه و زنجان به ترتیب با ۳۹۹/۸۸ و ۲۹۸/۷۸ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. اثر ژنوتیپ بر تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه معنی‌داری بود (جدول ۸)، یعنی از نظر عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌ها اختلافات ژنتیکی موجود بود. مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آزمایشی نشان داد که لاین‌های شماره ۱، ۳ و ۶ به ترتیب با متوسط عملکرد ۵۲۰/۸۷، ۵۰۵/۹۱ و ۵۰۴/۱۹ کیلوگرم در هکتار برتر از شاهد بودند. کمترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۲ به ترتیب برابر ۴۲۷/۵۳ و ۳۸۴/۳۴ کیلوگرم در هکتار بود. لاین شماره ۱۲ علاوه بر عملکرد پایین دارای ارتفاع و وزن دانه کمتری بود و روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی کوتاه‌تری داشت. لاین‌های شماره ۱۱ و ۴ روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی طولانی‌تر و وزن صد دانه بالا به ترتیب ۶/۱۳ و ۶/۰۲ گرم داشتند (جدول ۹). ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۶ به ترتیب با وزن صد دانه ۵/۸۴ گرم و ۵/۹۷ گرم برتر از شاهد بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳ و ۶ دارای ارتفاع بوته بالا نسبت به

از تجزیه واریانس مرکب سه ساله عملکرد دانه در هر مکان (جدول ۵) نشان داد که بین واریانس اشتباهات آزمایشی در مکان‌های مختلف اختلافات زیادی موجود نبود و بنابراین تجزیه واریانس مرکب (سه سال و سه مکان) انجام شد نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب در ۹ محیط (سه سال و سه منطقه) نشان داد که اثر سال، مکان و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۸). معنی‌دار بودن اثر سال نشان داد که در سال‌های مختلف عوامل جوی مانند نزولات آسمانی، حداقل و حداکثر درجه حرارت هوا و خاک، مقدار پوشش برفی در مناطق و غیره یکسان نبود. با توجه به آمار هواشناسی و با در نظر گرفتن میزان بارندگی و درجه حرارت در سال‌های اجرای طرح معنی‌دار شدن اثر سال و مکان قابل توجه است، چون شرایط آب و هوایی در مناطق اجرای طرح از نظر نزولات جوی و دما حداقل در بعضی از مناطق اجرا یا بعضی از سال‌ها متفاوت بود. این شرایط آب و هوایی مجموعه عواملی را به وجود آورد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی اثر متفاوتی در سال‌ها و مکان‌ها نشان دهند. مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۶۱۶/۲۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سال اول (۱۳۹۰) بوده و سال‌های دوم و سوم به ترتیب با ۴۸۳/۵۳ و ۳۱۳/۲۸ کیلوگرم در هکتار مراتب بعدی قرار داشتند. معنی‌دار بودن اثر مکان بر عملکرد دانه نشان داد که عواملی چون خواص فیزیکی و شیمیایی خاک،

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب صفات زراعی ژنوتیپ‌های عدس در سه سال بررسی در سه مکان
Table 8. Combined analysis of variance for agronomic traits of lentil genotypes in three years and three locations

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	میانگین مربعات MS				عملکرد دانه Seed yield
			درجه آزادی	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height	
Year (Y)	سال	2	4728.82**	1246.16**	486.51**	5.63 ^{ns}	3597557.47**
Location (L)	مکان	2	7386.87**	7649.03**	217.60**	25.81**	7327205.99**
Y × L	سال × مکان	4	1558.94**	2135.77**	1234.02**	4.38 ^{ns}	3976797.47**
Rep (LY)	تکرار در سال و مکان	27	7.47	1.98	8.95	3.13	23643.82
Genotype (G)	ژنوتیپ	12	101.63**	178.42**	43.67**	19.74**	52012.98**
Y × G	سال × ژنوتیپ	24	27.50**	28.07**	6.69**	7.23**	42468.89**
L × G	مکان × ژنوتیپ	24	21.71**	22.80**	3.57*	2.96 ^{ns}	36058.54**
Y × L × G	سال × مکان × ژنوتیپ	48	23.63**	17.84**	3.75**	2.60 ^{ns}	21210.53**
Error	خطا	324	5.74	2.83	2.14	3.49	6925.54
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		3.59	1.78	7.45	37.38	17.67

**،* و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار.

**،* and ns: Significant at 1%, 5% probability levels and not-significant, respectively.

بود (جدول ۸) معنی‌دار بودن این اثر بر عملکرد دانه نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها در مکان‌های مختلف یکسان نبود مقایسه میانگین اثر متقابل مکان و ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۷ و ۳ در منطقه اردبیل به ترتیب با عملکرد دانه ۸۲۱/۹۲، ۸۱۹/۳۴ و ۷۸۰/۴۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۱، ۱۲ در منطقه زنجان با ۲۳۵/۸۴، ۲۳۶/۲۱ و ۲۵۸/۵۸ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. اثر دو جانبه سال و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۸). معنی‌دار بودن این اثر بر عملکرد دانه نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها در سال‌های مختلف یکسان نبود و این انتخاب ژنوتیپ مطلوب را مشکل می‌سازد و معرفی هر ژنوتیپ برای یک سال مقدور نیست

شاهد و ژنوتیپ شماره ۱ و ۳ تعداد روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی کوتاه‌تری نسبت به شاهد داشتند. زودرسی از جمله مکانیزم‌های فرار از خشکی است که عملکرد برتر این لاین‌ها نسبت به رقم محلی، ممکن است به مربوط به زودرسی آن‌ها باشد (جدول ۹). اثر دو جانبه سال و مکان، بر عملکرد دانه معنی‌دار بود که نشان می‌دهد اثر سال‌ها روی مکان‌ها از سالی به سال دیگر متفاوت بود (جدول ۸). گروه‌بندی مکان‌ها در سال‌های مختلف نشان داد که منطقه اردبیل در سال اول با متوسط عملکرد ۹۴۵/۳۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ایستگاه زنجان در سال دوم با متوسط عملکرد دانه ۱۰۷/۶۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. اثر دو جانبه مکان و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار

جدول ۹- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های عدس در سه سال بررسی در سه مکان

Table 9. Mean comparison of agronomic characteristics of lentil genotypes in three years and three locations

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ژنوتیپ Genotype	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	وزن صد دانه 100 Seed Weight (g)	عملکرد دانه Seed Yield (kg ha ⁻¹)	درصد نسبت به شاهد % Check
1	Flip96-59L	66	94	20.48	5.84	520.87 ^c	105.55
2	Flip05-33L	67	95	19.37	4.46	458.97 ^c	93.01
3	Flip05-58L	66	94	21.26	4.67	505.91 ^c	102.52
4	Flip02-4L	69	97	19.22	6.02	427.53 ^e	86.64
5	Flip02-1L	66	94	18.49	4.18	495.13 ^c	100.34
6	Flip04-31L	67	95	20.40	5.97	504.19 ^c	102.17
7	Flip02-48L	65	94	21.33	4.77	491.56 ^c	99.61
8	Flip02-55L	66	94	18.13	4.22	447.79 ^d	90.74
9	Flip02-57L	66	94	20.20	4.60	449.85 ^d	91.16
10	KIMIA	66	92	19.22	4.86	487.40 ^c	98.77
11	ILL4400	71	100	20.42	6.13	456.09 ^c	92.43
12	ILL590	64	90	18.11	4.17	384.34 ^e	77.89
13	Local check	67	96	18.93	5.10	493.47 ^c	100.00

در هر ستون a نشان دهنده عملکرد بیشتر از شاهد در سطح ۱٪ LSD؛ b نشان دهنده عملکرد بیشتر از شاهد در سطح ۵٪ LSD؛ d نشان دهنده عملکرد کمتر از شاهد در سطح ۵٪ LSD؛ e نشان دهنده عملکرد کمتر از شاهد در سطح ۱٪ LSD؛ c به معنی عملکرد در سطح شاهد (بدون اختلاف معنی‌دار) است.

In each column, a: yield higher than the check at LSD=0.01; b: yield higher than the check at LSD=0.05; d: yield less than the check at LSD=0.05; e: Yield less than the check at LSD=0.01; c: not- significant difference with check.

تفاوت ژنوتیپ‌ها از محیطی به محیط دیگر بود. با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل سه جانبه سال و مکان و ژنوتیپ (جدول ۸) استفاده از تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس خطای محاسبه شده کافی نبود، بنابراین برای تعیین درجه سازگاری و گروه‌بندی ارقام تجزیه پایداری با استفاده از سه پارامتر انجام شد. نتایج حاصل از تخمین پایداری عملکرد دانه به روش پارامتر نوع یک (روش لین و بینز) نشان داد، کمترین واریانس محیطی مربوط به لاین‌های شماره ۶، ۴ و ۱۲ به ترتیب ۲۶۵/۷۹، ۲۸۳/۵۱ و ۲۸۳/۸۱ بود. بر اساس روش واریانس محیطی، ژنوتیپی که واریانس کمتری در

(Acikgoz *et al.*, 2009). مقایسه میانگین اثر متقابل سال و ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۱ و ۳ در سال اول به ترتیب با عملکرد دانه ۷۲۰/۶۴، ۶۹۷/۴۱ و ۶۶۶/۷۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ شماره ۱۱ در سال سوم با ۱۹۹/۳۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آزمایشی نشان داد که اثر سه جانبه سال و مکان و ژنوتیپ از نظر آماری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۸). این موضوع نشانگر آن است که نوساناتی در ترتیب ژنوتیپ‌ها در هر یک از ترکیبات مکان و سال وجود داشت و نشان‌دهنده

برابر ۲۰۰/۹۳، ۲۱۲/۱۰، ۲۳۶/۰۹ و ۲۳۷/۴۱ بود (جدول ۱۰). برای معیار پایداری ناپارامتریک، همه ارقام رتبه‌بندی می‌شوند و ژنوتیپ‌های پایدار محسوب می‌شود که در همه محیط‌ها رتبه تقریباً مشابه داشته باشد، بنابراین ژنوتیپ‌هایی که رتبه کمتری در سال‌های مختلف داشته باشند، میانگین عملکرد بالاتری خواهند داشت و هر چه واریانس رتبه یک رقم کمتر باشد، آن رقم پایدارتر است (Sabaghnia *et al.*, 2008). براساس نتایج حاصل از تجزیه پایداری به روش غیر پارامتری رتبه‌بندی در ۹ محیط در بین لاین‌های آزمایشی کمترین میانگین رتبه متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۶ با میانگین رتبه ۳/۵۶، ۴/۷۸ بود. کمتر بودن میانگین رتبه در این روش نشانگر پر محصول بودن ژنوتیپ است. همچنین نتایج حاصل از بررسی انحراف معیار رتبه (SDR) نشان داد که کمترین انحراف معیار رتبه به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۳ بود (جدول ۱۰). تعیین پایداری یازده ژنوتیپ عدس در بیست محیط با استفاده از ده روش پایداری نشان داد که روش میانگین رتبه روش مناسبی برای انتخاب ارقام پایدار با عملکرد بالا است (Sabaghnia *et al.*, 2008). سقرلو و همکاران (Segherloo *et al.*, 2008) با استفاده از روش غیر پارامتری روی هفده ژنوتیپ نخود گزارش کردند که لاین FLIP94-123 پایدارترین ژنوتیپ بود. کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2005) با استفاده روش‌های مختلف پایداری در ۴۴ ژنوتیپ عدس گزارش

محیط‌های مختلف داشته باشد، پایدارتر است و اگر عملکرد بالا داشته باشد انتخاب می‌شود. اگر توزیع داده‌های عملکرد ژنوتیپ‌ها، نرمال نباشد ارقام با میانگین بزرگ‌تر ممکن است واریانس بزرگ‌تری داشته باشند. به عنوان مثال در توزیع پواسن با افزایش میانگین، واریانس افزایش پیدا می‌کند به همین دلیل، ضریب تغییرات پیشنهاد شد. فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1978)، ضریب تغییرات (CVi) هر ژنوتیپ در محیط‌ها را برای تعیین میزان پایداری ارقام معرفی کردند. و ژنوتیپ‌های با عملکرد بیشتر از میانگین و ضریب تغییرات کمتر را به عنوان رقم با عملکرد پایدار تشخیص دادند. در ضریب تغییرات، واریانس محیطی به میانگین همان ژنوتیپ تقسیم شده و به صورت درصد بیان می‌شود. در واقع CV رابطه واریانس و میانگین را قطع می‌کند. اگر Si بزرگ‌تر باشد، بزرگ بودن Xi را خنثی می‌کند. در این روش هر رقمی که CV کمتری داشته باشد، پایدارتر است (Lin *et al.*, 1986). کمترین CV محیطی مربوط به ژنوتیپ‌های ۶، ۱۳ و ۱ به ترتیب ۵۲/۷۲، ۵۸/۶۱ و ۶۰/۸۱ بود (جدول ۱۰). نتایج حاصل از تخمین پایداری عملکرد دانه به روش پارامتر نوع چهار (روش لین و بینز (Lin and Binns, 1991)) نشان داد که کمترین واریانس درون مکانی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۱۲ و ۶ و به ترتیب

جدول ۱۰- مقایسه میانگین و تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های عدس در سه سال بررسی در سه مکان

Table 10. Mean comparison and stability analysis of lentil genotypes seed yield in three years and three locations

شماره ژنوتیپ	عملکرد دانه	میانگین	انحراف معیار	واریانس درون مکانی	واریانس محیطی	درصد ضریب
Genotype No.	Seed yield (kg ha ⁻¹)	رتبه (R)	رتبه (SDR)	(پارامتر تیپ چهار)	Environmental variance	تغییرات عملکرد
		Mean of rank	Standard deviation of rank	Stability parameter with Lin and Binns method		Coefficient of variation (CV%)
1	520.87c	3.56	2.19	293.57	316.72	60.81
2	458.97c	7.22	2.68	278.81	306.53	66.79
3	505.91c	5.33	2.24	293.36	341.42	67.49
4	427.53e	9.89	3.30	200.93	283.51	66.31
5	495.13c	6.67	4.27	212.10	310.32	62.67
6	504.19c	4.78	3.31	237.41	265.79	52.72
7	491.56c	7.33	3.46	244.04	332.24	67.59
8	447.79d	9.11	2.67	256.46	312.76	69.84
9	449.85d	8.44	2.55	287.05	332.00	73.80
10	487.40c	5.44	3.81	311.34	345.31	70.85
11	456.09c	7.44	4.61	302.93	332.54	72.91
12	384.34e	10.67	2.29	236.09	283.81	73.84
13	493.47c	5.11	4.46	275.77	289.22	58.61

رتبه کمتر پایدار بودند. در نهایت هر کدام از ژنوتیپ‌های پایدار و امیدبخش این پروژه (۱، ۳ و ۶) پس از سپری کردن مراحل بررسی در شرایط زارعین برای کاشت در مناطق مورد آزمایش توصیه خواهند شد.

سپاسگزاری

این تحقیق حاصل اجرای پروژه تحقیقاتی به شماره ۹۰۰۲-۹۵-۴۷-۰ مصوب موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور است که بدینوسیله از محققان، کارشناسان و تکنسین‌های بخش حبوبات دیم در مناطق مختلف که این مقاله حاصل تلاش آنهاست قدردانی می‌شود.

کردند که ژنوتیپ‌های DPL-15، IPL-71 و DPL-55 از پایداری بالایی برخوردار بودند. لین و بینز (Lin and Binns, 1988) پارامترهای تیپ یک و چهار را وراثت پذیر گزارش کردند، بنابراین قابلیت اعتماد بیشتری دارند و پارامترهای تیپ ۲ و ۳ به علت توارث پذیری کمتر چندان قابل اعتماد نیستند. با توجه به عملکرد دانه و سایر خصوصیات زراعی، ژنوتیپ شماره ۱ دارای میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه کمتر و عملکرد دانه بیشتر (پایدارتر) بود و در درجه بعدی ژنوتیپ شماره ۶ با برخوردار از CV، واریانس محیطی و میانگین رتبه کمتر و ژنوتیپ شماره ۳ با انحراف معیار

References

Acikgoz, E., Ustun, A., Gul, I., Anlarsal, E., Tekeli, A. S., Nizam, I., Avcıoglu, R., Geren, H., Cakmakci, S., Aydinoglu, B., Yucel, C., Acar, M., Ayan, I., Uzum, A.,

- Bilgili, U., Sincik, M., and Yavuz, M. 2009.** Genotype \times environment interaction and stability analysis for dry matter and seed yield in field pea (*Pisum sativum* L.). Spanish Journal of Agricultural Research 7: 96-106.
- Arshad, M., Bakhsh, A., Haqqani, A. M., and Bashir, M. 2003.** Genotype-environment interaction for grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Botany 35 (2): 181-186.
- Bakhsh, A., Ghafoor, A., Zubair, M., and Iqbal, S. M. 1991.** Genotype environment interaction for grain yield in lentil. Pakistan Journal of Agricultural Research 12: 102-105.
- Banaei, T. 1997.** Evaluation of yield and adaptability of 12 chickpea cultivars. Seed and Plant 13:1-11 (in Persian).
- Eberhart, S. A., and Russell, W. A. 1966.** Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6: 36-40.
- Fernandez, G. C. J. 1991.** Analysis of genotype \times environment interaction by stability estimates. Horticultural Sciences 27: 947-950.
- Finlay, K. W., and Wilkinson, G. N. 1963.** The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research 14: 742-754.
- Francis, T. R., and Kannenberg, G. N. 1978.** Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science 58: 1029-1034.
- Hartley, H. O. 1950.** The use of range in analysis of variance. Biometrika 37: 271-280.
- Kang, M. S. 1993.** Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agronomy Journal 85: 754-757.
- Kanouni, H. 2001.** The yielding ability and adaptability of chickpea cultivars under rainfed conditions of Kurdistan. Seed and Plant 17 (1): 1-11 (in Persian).
- Ketata, H. 1988.** Genotype and environment interaction. Proceedings of the Biometrical Techniques for Cereal Breeders. ICARDA. Aleppo.Syria. pp. 16-32.
- Kochehi, A., and Banayan Aval, M. 1993.** Pulse Crops. Jihad of Mashhad University Press, Mashhad, Iran. 236 pp. (in Persian).
- Kumar, R., Sharma, S. K., Luthra, O.P., and Sharma, S. 2005.** Phenotypic stability of lentil genotypes under different environments. Annals of Biology 21 (2): 155-158.
- Lin, C. S., and Binns, M. R. 1988.** A method of analyzing cultivar \times location \times year experiment: A new stability parameter. Theoretical and Applied Genetics

76: 425-430.

- Lin, C. S., and Binns, M. R. 1991.** Genetic properties of four of stability parameters. *Theoretical and Applied Genetics* 82: 505-509.
- Lin, C. S., Binns, M. R., and Lefkovitch, L. P. 1986.** Stability analysis: where do we stand? *Crop Science* 26: 894-900.
- Plaisted, R. L., and Peterson, L. C. 1959.** A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations and seasons. *American Potato Journal* 36: 381-385.
- Romer, T. 1917.** Sind die Ertragreichen sorten Ertragsichere? *Mitteilungen der DLG* 32: 87-89.
- Sabaghnia, N., Sabaghpour, S. H., and Dehghani, H. 2008.** The use of an AMMI model and its parameters to analyze yield stability in multi-environment trials. *Journal of Agricultural Science* 146 (5): 571-581.
- Sabbaghpour, S. H. 2006.** Stability analysis of grain yield of promising lentil lines in autumn sowing under dryland conditions. *Journal of Crop Science* 4(8): 254-262 (in Persian).
- Sabbaghpour, S. H., Safihkni, M., and Sarker, A. 2004.** Present status and future prospects of lentil cultivation in Iran. *Proceedings of the Fifth European Conference on Grain Legume*, 7-11 June, Dijon, France.
- Segherloo, A. E., Sabaghpour, S. H., Dehghani, H., and Kamrani, M. 2008.** Non-parametric measures of phenotypic stability in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica* 162: 2. 221-229.
- Shukla, G. K. 1972.** Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* 29: 237-245.
- Wricke, G. 1962.** Über eine Methode zur Erfassung der Okologischen streubreite in Feldresuchen. *Zeitschrift für Pflanzensucht* 47: 92-96.
- Zobel, R. W., Wright, M. S., and Gauch, H. G. 1988.** Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal* 80: 388-393.