



تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و ارتباط آن با الگوی الکتروفورزی پروتئین بذر در برخی ژنوتیپ‌های عدس (*Lens culinaris Medik.*)

مهدی کاکایی

عضو هیئت‌علمی دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۴

چکیده

تنش‌های محیطی از قبیل تنش کم‌آبی یکی از موانع اساسی در تولید محصولات زراعی در بسیاری از نقاط جهان خصوصاً مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران محسوب می‌شوند. در بین گیاهان زراعی متنوع، حبوبات اهمیت بسیار مهمی در تأمین غذای بشر دارد. این گروه از گیاهان دارای ارزش غذایی زیادی بوده و از مهم‌ترین منابع غذایی سرشار از پروتئین می‌باشند. در این مطالعه شش رقم عدس (سبز فزوبین، توده محلی اسدآباد، توده محلی کرمانشاه، کیمیا، بیله‌سوار و گچساران) در مزرعه آموزشی-تحقیقاتی دانشگاه پیام‌نور اسدآباد، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ با آرایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردید. تنش خشکی در چهار سطح نرمال، تنش خشکی بعد از گلدهی، تنش خشکی بعد از نیام‌دهی و شرایط کاملاً خشک به‌عنوان عامل اصلی و شش رقم عدس به‌عنوان سطوح عامل فرعی در نظر گرفته شدند. عملیات برداشت پس از رسیدگی با حذف اثر حاشیه صورت گرفت. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، ارتفاع گیاه در مرحله نیام‌دهی، ارتفاع در مرحله برداشت، طول نیام، عرض نیام، طول برگچه، تعداد دانه در نیام، وزن خشک تک بوته، محتوای آب برگ، محتوای کلروفیل گیاه در طی مراحل رشدی، صفات فنولوژیک روز از سبز شدن تا گلدهی و روز از سبز شدن تا نیام‌دهی بودند که از روش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری آن‌ها استفاده شد. در بخش دوم برای مطالعه تنوع مولکولی به کمک پروتئین‌های دانه عدس، پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه ارقام مذکور با بافر استخراج، استخراج شدند. سپس الکتروفورز با استفاده از روش SDS-PAGE انجام پذیرفت. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوی پروتئینی دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و اختصاص داده‌های صفر (عدم حضور باند پروتئینی) و ۱ (حضور باند پروتئینی) با کمک نرم‌افزار NTSYS نگارش 2.02 e توسط روش UPGMA انجام گردید. جهت مطالعه همسویی و مقایسه نتایج داده‌های مورفولوژیکی (زراعی) و داده‌های مولکولی از آزمون مانتل-هانزل (Mantel-Haenszel) توسط نرم‌افزار XLSTAT, 2017 استفاده شد که همبستگی معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین صفات زراعی در شرایط طبیعی با داده‌های مولکولی مشاهده گردید. همبستگی معنی‌دار بین صفات زراعی در شرایط تنش خشکی و داده‌های مولکولی مشاهده نگردید. بر اساس آزمون مقایسه میانگین، ژنوتیپ‌های گچساران و کیمیا به ترتیب دارای عملکرد مطلوب‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند.

واژه‌های کلیدی: آزمون مانتل، اسپلیت پلات، الکتروفورز پروتئین، تنوع ژنتیکی، ضرب تشابه جاکارد.

مقدمه

شیمیایی کاسته می‌شود. عدس، همچنین به شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک سازگاری مناسبی دارد (Karim Mojeni et al., 2005). ۹۲٪ سطح زیر کشت عدس در ایران تحت شرایط دیم کشت می‌شود و نسبت به میانگین جهانی دارای میانگین عملکرد کمتری است (Parsa and Bagheri, 2008).

عدس (*Lens culinaris Medikus*) از جمله گیاهان اصلی متعلق به تیره حبوبات است. این گیاه خودگشن و دیپلوئید (۲n=۱۴) است. در بین حبوبات، گیاه عدس از نظر مواد پروتئینی گیاهی با ارزش است و با توجه به همزیستی که با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هوا دارد نقش ویژه‌ای در حاصلخیزی خاک دارد. در نتیجه از میزان استفاده کودهای

رشدی و همکاران (Rashidi et al., 2011)، در مطالعه برخی از توده‌های عدس در دو سطح طبیعی و تنش خشکی در مرحله زایشی بیان نمودند که صفات عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته بیشترین تأثیرپذیری از شرایط خشکی را از خود نشان دادند. عزیزی‌چاخرچمن و همکاران (Azizi et al., 2009) در بررسی تحمل به خشکی ارقام و لاین‌های امیدبخش عدس با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی ابراز نمودند که برای بازدهی بیشتر در به‌نژادی بایستی ارقام برتر در شرایط خشک و نیمه‌خشک شناسایی گردد و در این مطالعه مطلوب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی را مشخص نمودند. کاکایی، (Kakaei et al., 2010) در تحقیقی با عنوان مقایسه فاصله ژنتیکی و مورفوفیزیولوژیکی برخی از ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس نشانگر SDS-PAGE، همبستگی بین صفات زراعی و مولکولی را با استفاده از آزمون مانتل-هانزل (Mantel-Hansel) بررسی کرد و بیان نمود که همبستگی بین صفات زراعی با داده‌های مولکولی قابل مشاهده است.

با عنایت به مطالب ذکر شده و شرایط نیمه‌خشک و خشک که در کشور وجود دارد تحقیق و مطالعه در خصوص گیاه ارزشمند عدس در نقاط مساعد کشت و در شرایط رطوبتی متفاوت ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، تحقیق حاضر با هدف مقایسه راندمان عملکرد در شرایط تنش خشکی بعد از گلدهی، تنش خشکی بعد از نیام‌دهی، شرایط طبیعی و شرایط کاملاً خشک انجام‌پذیر هست. همچنین ارزیابی روابط بین صفات و اثرپذیری آن‌ها از شرایط متفاوت رطوبتی و ارتباط بین الگوی بانندی پروتئین دانه ارقام عدس با صفات زراعی مورد مطالعه نیز هدف فرعی مطالعه پیش‌رو را تشکیل داد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق شش رقم عدس (سبز قزوین (۱)، توده محلی اسداباد (۲)، توده محلی کرمانشاه (۳)، کیمیا (۴)، بیل‌سوار (۵) و گچساران (۶)) در مزرعه آموزشی-تحقیقاتی دانشگاه پیام‌نور مرکز اسداباد، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ با آرایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تنش خشکی در چهار سطح شرایط طبیعی، تنش خشکی بعد از گلدهی و تنش بعد از نیام‌دهی و شرایط کاملاً خشک به‌عنوان عامل اصلی و شش رقم عدس مذکور به‌عنوان سطوح عامل فرعی در نظر گرفته شدند. هر

تنش خشکی در مرحله گلدهی سبب کاهش طول دوره گلدهی، کاهش تعداد گل و کاهش عملکرد دانه در بوته می‌شود؛ چراکه در این زمان، گیاه از رشد رویشی مناسبی برخوردار بوده و تنش در این دوره از فعالیت گیاه می‌تواند رشد را کند کرده و مراحل بعدی رشد را نیز متأثر نموده و گیاه قادر به جبران این نقصان در مراحل پیشرفت نخواهد بود (Gangali and Nezami, 2008). از آنجایی که عدس دارای تیپ رشد نامحدود است، در صورت تأمین رطوبت قابل‌دسترسی می‌تواند رشد رویشی و زایشی خود را به مدت طولانی ادامه دهد (Nouri et al., 2016). از مهم‌ترین عوامل جهت مقابله با تنش خشکی، بهبود روش‌های زراعی و دستیابی به ارقام متحمل برای کشت است، بنابراین بررسی اثرات تنش خشکی و شناسایی ارقام متحمل و حساس به تنش خشکی در گیاه زراعی عدس از اهمیت بسیاری برخوردار است (Kafi et al., 2005). نوری‌گوغری و همکاران (Nouri et al., 2014) در تحقیقی با عنوان مطالعه تنوع ژنتیکی در خزانه ژنی عدس، با کمک صفات مورفولوژیک و فنولوژیک بین ارقام مورد مطالعه با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره تنوع مطلوبی را مشاهده نمودند. پوراسماعیل و همکاران (Pouresmail et al., 2012)، در مطالعه تنوع بین گونه‌های عدس وحشی، تنوع درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای قابل‌ملاحظه‌ای را در نمونه‌ها گزارش کردند. محققین بسیاری از گیاه عدس به کمک صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و فیزیولوژیکی جهت بررسی تنوع ژنتیکی استفاده نموده‌اند (Narouie rad et al., 2008; Saman et al., 2012; Darabi et al., 2015; Hashemzadeh and Monierifar, 2016).

نصری و همکاران (Nasri et al., 2012)، اثر عملکرد و اجزا عملکرد را با اعمال آبیاری تکمیلی در گیاه نخود بررسی نمودند و ابراز کردند که صفات شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته مؤثر بوده است. رمرودی و همکاران (Remrodi et al., 2008) در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برخی از ژنوتیپ‌های عدس در تاریخ‌های مختلف کاشت ابراز نمودند که در کلیه تاریخ‌های کاشت به دلیل تولید بیشترین تعداد دانه در بوته، حداکثر عملکرد دانه در هکتار را تولید کردند. مطالعه تنوع ژنتیکی واریته‌های گیاهی به کمک الکتروفورز پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر ابزاری مفید جهت ارزیابی تنوع و قرابت ارقام است.

P_2O_5 بر مبنای هکتار استفاده گردید. عملیات برداشت پس از رسیدگی با حذف اثر حاشیه صورت گرفت. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، ارتفاع گیاه در مرحله نیام‌دهی، ارتفاع در مرحله برداشت، طول نیام، عرض نیام، طول برگچه، تعداد دانه در نیام، وزن خشک تک بوته، محتوای آب برگ، محتوای کلروفیل گیاه با استفاده از دستگاه (SPAD-502) مینولتای ژاپن در طی مراحل رشدی، صفات فنولوژیک روز تا گلدهی و روز تا نیام‌دهی بودند که از روش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری آن‌ها استفاده شد. نهایتاً از نرم‌افزارهای 2010 Excel و SPSS 16 برای انجام تجزیه‌های آماری استفاده گردید.

کرت آزمایش شامل شش خط به طول دو متر، فاصله‌ی بین ردیف‌ها ۲۰ سانتیمتر و فاصله بوته روی ردیف پنج سانتیمتر در نظر گرفته شد. کاشت در اواخر اسفندماه ۱۳۹۵ انجام گردید که اطلاعات مربوط به میزان بارندگی در سال زراعی مورد نظر (۹۶-۱۳۹۵) در جدول ۱ ارائه گردیده است. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت صورت پذیرفت. عملیات داشت و نگهداری به‌طور یکسان برای کل آزمایش انجام شد. بعد از آبیاری اول که پس از کاشت و برای همه‌ی تیمارها، مشابه صورت گرفت نهایتاً چهار تیمار آبیاری شامل آبیاری طبیعی، قطع آبیاری در مرحله بعد از گلدهی، قطع آبیاری بعد از نیام‌دهی و شرایط کاملاً خشک بکار گرفته شد. کود ازت قبل از کاشت به‌طور محدود ۳۰ کیلوگرم در هکتار و ۴۰ کیلوگرم

جدول ۱. مجموع میزان بارش ماهانه (بارش بر حسب میلی‌متر)

Table 1. Total monthly precipitation (mm)

تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سال زراعی
July	June	May	April	March	February	January	December	November	October	Crop year
0	0	23.7	90.7	82.4	78.1	88.3	19.6	2.8	0	1395-96

گردید. پس از ایجاد الگوی پروتئینی دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، به عدم حضور باند پروتئینی عدد صفر و به حضور باند پروتئینی عدد ۱ تعلق گرفت سپس با کمک نرم‌افزار NTSYS نگارش 2.02 e توسط روش UPGMA تجزیه خوشه‌ای انجام گردید. جهت مطالعه همسویی و مقایسه نتایج داده‌های مورفولوژیکی و داده‌های مولکولی از آزمون مانتل توسط نرم‌افزار XLSTAT, 2017 استفاده شد.

نتایج و بحث

در سال اجرای آزمایش، مجموع بارش در جدول ۱ بر حسب میلی‌متر نمایش داده شده است. همان‌طوری که از جدول مشخص است در اسفندماه که کشت صورت گرفت در مجموع میزان ۸۲/۴ میلی‌متر بارندگی اتفاق افتاده است. در فروردین‌ماه میزان بارش افزایش یافته و نسبت به اسفندماه ۸/۳ میلی‌متر افزایش بارش گزارش شده است و در اردیبهشت نیز میزان بارش ۲۳/۷ میلی‌متر گزارش شده است که با توجه به نیاز رشد رویشی گیاه عدس اردیبهشت‌ماه این میزان بارش جهت عدس مفید بوده است؛ که بعد از قطع شدن بارندگی و فرارسیدن زمان اعمال تیمارهای آبیاری، آبیاری در زمان

مطالعات مربوط به الکتروفورز پروتئین

برای این منظور پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه شش رقم عدس (سبز قزوین، توده محلی اسداباد، توده محلی کرمانشاه، کیمیا، بیل‌سوار و گچساران) با بافر استخراج حاوی (بافر تریس ۵۰ میلی‌مولار با $pH = 8.2$ ، حاوی EDTA ۱ میلی‌مولار، PMSF (Phenylmethylsulfonyl fluoride)، ۱ میلی‌مولار، NP-40 ۰/۲ درصد، $MgCl_2$ ۲۰ میلی‌مولار، ۲٪ 2-Mercaptoethanol) استخراج و سپس الکتروفورز با استفاده از روش SDS-PAGE انجام پذیرفت. تفکیک پروتئین‌ها در SDS-PAGE در ژل جداکننده ۱۲/۵ درصد و ژل متراکم‌کننده ۵ درصد انجام گرفت. میزان ۱۵ میکرولیتر از محلول پروتئین درون هر چاهک ژل، مختص به هر نمونه قرار گرفت. پس از الکتروفورز، با کوماسی بلو R-250 کار رنگ‌آمیزی ژل صورت پذیرفت و پس از رنگ‌بری و اسکن ژل الگوی باندهای پروتئین‌های دانه مورد تجزیه قرار گرفتند. از پروتئین‌های استاندارد اوترانسفرین (۷۸ کیلو دالتون)، آل‌بومین گاوی (۶۶ کیلو دالتون)، اوآلبومین (۴۵ کیلو دالتون)، اکتینیدین (۲۹ کیلو دالتون)، بتا-لاکتوگلوبولین (۱۸ کیلو دالتون) و لیزوزیم (۱۴ کیلو دالتون) در ژل استفاده

سطوح تنش خشکی در خصوص صفات، نشان‌دهنده این است که سطوح خشکی توانسته است در کلیه سطوح خود تغییر ایجاد کند و در همه‌ی سطوح خشکی این اختلاف نمایان است این تنوع می‌تواند متخصصین اصلاح نباتات را جهت اصلاح صفات در جهت تحمل به خشکی مدد نماید؛ که مطالعه و اهمیت این صفات در پژوهش ضابط و حسین‌زاده (Zabet and Hosseinzadeh, 2011) مورد بررسی قرار گرفته و ابراز نموده‌اند که در تعیین صفات مؤثر بر عملکرد ماش در محیط بدون تنش خشکی و تنش خشکی صفات تعداد نیام در بوته، طول نیام، ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد گره در ساقه‌ی اصلی و تعداد روز تا ۹۰ درصد رسیدگی مهم‌تر از بقیه صفات می‌باشند.

تعیین‌شده (که در مواد و روش‌ها نیز ذکر شده است)، انجام گرفت. به نظر می‌رسد با توجه به پراکنش بارش در زمان انجام تحقیق، سبب ایجاد نتایج مناسب گردیده است چراکه در اوایل کشت به علت توزیع بارندگی، همه‌ی تیمارها از وضعیت یکسانی برخوردار بوده‌اند که بتوانند در زمان اعمال تیمار پاسخ مناسبی به اعمال تیمار ایجاد نمایند.

جدول ۲ تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه عدس را نشان می‌دهد. در خصوص سطوح خشکی صفات طول نیام، عرض نیام، ارتفاع در مرحله برداشت، محتوای کلروفیل در مرحله نیام‌دهی، طول برگچه، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و روز از سبز شدن تا گلدهی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند و سایر صفات از نظر سطوح خشکی غیرمعنی‌دار بودند. معنی‌دار بودن

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد بررسی عدس

Table 2. Analysis of variance for different traits of lentil genotypes

Sources of variations	df	Mean of squares		میانگین مربعات				
		طول نیام (سانتیمتر)	عرض نیام (سانتی‌متر)	ارتفاع در مرحله نیام‌دهی (سانتی‌متر)	ارتفاع در مرحله برداشت (سانتی‌متر)	محتوای کلروفیل در مرحله نیام‌دهی (SPAD at pod stage)	محتوای کلروفیل در مرحله گلدهی (SPAD at flowering stage)	طول برگچه (سانتی‌متر)
	درجه آزادی	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Height at podding stage (cm)	Height at harvesting stage (cm)	نیام‌دهی SPAD at pod stage	مرحله گلدهی SPAD at flowering stage	Leaflet length (cm)
Block	2	0.031 ^{ns}	0.024 [*]	1.791 ^{ns}	1.379 ^{ns}	5.571 ^{ns}	11.867 ^{ns}	0.033 ^{ns}
Drought stress levels	3	0.148 ^{**}	0.057 ^{**}	13.055 ^{ns}	38.528 ^{**}	66.264 ^{**}	4.627 ^{ns}	0.313 ^{**}
Error 1 (original error)	6	0.013	0.004	6.847	8.816	10.121	21.109	0.027
Genotype	5	0.224 ^{**}	0.099 ^{**}	78.100 ^{**}	53.567 ^{**}	59.109 ^{**}	115.304 ^{**}	0.143 [*]
Drought stress levels × Genotype	15	0.076 ^{**}	0.031 ^{**}	18.744 ^{**}	37.642 ^{**}	27821 [*]	54.965 ^{**}	0.069 ^{ns}
Error 2 (Sub-error)	40	0.014	0.007	6.600	8.637	14.053	11.758	0.041
Coefficient of variation (%) (CV)		10.468	13.491	11.049	11.163	7.591	9.666	15.94

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی df	Mean of squares				میانگین مربعات		
		تعداد دانه در نیام Number of seeds per pod	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	وزن صد دانه (گرم) Weight of 100-seed (gr)	وزن خشک تک بوته (گرم) Single plant dry weight (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم) grain performance (Kg)	روز تا گلدهی Days to flowering	محتوای آب برگ Relative water content (RWC)
بلوک Block	2	0.430 ^{ns}	16.166 ^{ns}	0.004 ^{ns}	33.99 ^{**}	1073.37 ^{**}	0.031 ^{ns}	0.54 ^{ns}
سطوح تنش خشکی Drought stress levels	3	0.050 ^{ns}	87.592 ^{**}	1.318 ^{**}	3.47 ^{ns}	696059.25 ^{**}	33.12 ^{**}	17.55 ^{**}
خطای ۱ (خطای اصلی) Error 1 (original error)	6	0.134	26.981	0.004	1.45	212.24	0.18	3.91
ژنوتیپ Genotype	5	0.313 ^{ns}	146.933 ^{**}	15.336 ^{**}	9.53 ^{**}	34815.25 ^{**}	2.70 ^{**}	32.21 ^{**}
سطوح تنش خشکی × Drought stress levels × Genotype	15	0.328 ^{ns}	55.725 ^{**}	4.664 ^{**}	1.57 ^{**}	2462.82 ^{**}	9.28 ^{**}	23.75 ^{**}
خطای ۲ (خطای فرعی) Error 2 (Sub-error)	40	0.191	19.061	0.004	1.35	119.74	0.75	1.76
ضریب تغییرات (%). Coefficient of variation (%) (CV)		25.21	21.829	1.403	13.40	2.28	1.41	14.42

*، ** و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیرمعنی دار.

*، **، and ^{ns} represent significant at of 5% and 1% probability level and not significant, respectively.

اندازه گیری شده با توجه به ماهیتشان دارای ضریب تغییرات مناسبی می باشند که نشانه‌ی صحت و تأیید روش‌های اندازه گیری است. خمدی و همکاران (Khamdi et al., 2009) همچنین در مطالعه خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک، ژنوتیپ‌های عدس، صفات مورد مطالعه را در سطح احتمال ۵٪ معنی دار گزارش نمودند.

جدول ۳، مقایسه میانگین صفات معنی دار در اثرات متقابل ژنوتیپ در سطوح خشکی را به روش دانکن نشان می دهد. در جدول ۳ در خصوص اثرات متقابل ردیف ۱ تا ۶ مربوط به شرایط طبیعی است و ردیف ۷ تا ۱۲ مربوط به قطع آبیاری بعد از مرحله‌ی نیام دهی و ردیف‌های ۱۳ تا ۱۸ مربوط به مرحله‌ی قطع آبیاری بعد از مرحله‌ی گلدهی و ردیف‌های ۱۹ تا ۲۴ نیز مربوط به مرحله‌ی خشکی و بدون شرایط رطوبتی است. در مورد صفت طول نیام در کلیه حالات رطوبتی ارقام شماره ۶ (رقم گچساران) و ۴ (رقم کیمیا) از میزان و مقدار عددی بیشتری برخوردار هستند این ارقام دارای عملکرد بیشتری نیز هستند احتمالاً افزایش طول نیام سبب جای دادن تعداد دانه بیشتر در نیام می شود و این سبب

بر اساس جدول ۲ صفات طول نیام، عرض نیام، ارتفاع در مرحله نیام دهی، ارتفاع در مرحله برداشت، محتوای کلروفیل گیاه در مرحله نیام دهی، محتوای کلروفیل گیاه در مرحله گلدهی، طول برگچه، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، وزن خشک تک بوته و عملکرد دانه در سطوح ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی دار هستند این نتیجه نشان از این است که هر ژنوتیپ در تقابل با هر صفت معنی دار، اختلاف معنی دار از خود نشان داده است و همان طوری که بیان شد تنوع مناسب جهت اصلاح توسط اصلاح گر در جهت اصلاح تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌ها نشان می دهد. تنها صفات تعداد دانه در نیام و محتوای آب برگ مشترکاً در سطوح مختلف خشکی و ژنوتیپ غیرمعنی دار بودند که احتمالاً سطوح مختلف این دو فاکتور تأثیری در تعداد دانه در نیام نداشته است و از طرفی توانسته در وزن دانه تأثیرگذار باشد چراکه وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد برای هر دو عامل معنی دار است. صفت محتوای آب برگ نیز نتوانسته است تفاوت معنی دار در سطوح ژنوتیپ و سطوح خشکی از خود نشان دهد که شاید این با ویژگی‌های درونی گیاه عدس قابل توجیه باشد. صفات

صفت به رقم شماره ۶ (گچساران) اختصاص دارد. از نظر میزان تعداد دانه در بوته رقم شماره ۵ (بیله‌سوار) دارای بیشترین مقدار بود. در خصوص این صفت در سایر تیمارها (در شرایط طبیعی و قطع آبیاری در مرحله بعد از نیام‌دهی و قطع آبیاری در مرحله‌ی بعد از گلدهی) بیشترین میزان مربوط به رقم شماره ۶ (گچساران) بود. دو رقم گچساران و بیله‌سوار از جمله ارقام با عملکرد بالا در این تحقیق شناسایی شده‌اند که صفت تعداد دانه در بوته نیز سهم خود را در این افزایش عملکرد با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها ایفا نموده است. در شرایط تنش برگ‌ها اغلب کوچک‌تر و کانوپی عمودی‌تر ایجاد می‌شود. به علاوه ممکن است با کاهش سطح برگ و در نتیجه تسریع پیری برگ‌ها و کاهش دوام سطح سبز، توانایی گیاه برای انجام فتوسنتز کاهش یابد (Araus et al., 2008). افزایش عملکرد همراه با افزایش ماده خشک کل و تجمع کل نیتروژن در برگ‌ها است. انتقال نیتروژن از برگ و ساقه تحت شرایط محدودیت منبع افزایش می‌یابد و در شرایطی که تعداد دانه کاهش یابد، نیتروژن کم‌تری انتقال می‌یابد (Echarte et al., 2008; Pour Ahmadi et al., 2014).

در شرایط طبیعی رقم شماره ۵ (بیله‌سوار) و ۶ (گچساران) دارای بیشترین مقدار صفت وزن صد دانه بودند و در سایر شرایط تیماری آزمایش، رقم ۴ (کیمیا) توانست میزان بیشتری از این صفت را به خود اختصاص دهد. وزن صد دانه در شرایط طبیعی بیشتر بود چراکه تحت شرایط رطوبتی جابجایی مواد حاصل از فتوسنتز به ریشه و گره‌ها و دانه‌ها افزایش یافته که نهایتاً وزن صد دانه را افزایش داده است؛ که این ارقام شماره ۴ (کیمیا)، ۵ (بیله‌سوار) و ۶ (گچساران) دارای بیشترین میزان وزن صد دانه بودند که نهایتاً عملکرد دانه بالاتری را به خود اختصاص دادند. این نتیجه با نتایج امیری ده‌احمدی (Amiri Dehahmadi et al., 2010) که ابراز نمودند وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه داشته است و همچنین با نتایج (Pandey et al., 1981) منطبق است. در مورد صفت وزن خشک تک بوته به ترتیب ارقام شماره ۴ (کیمیا)، ۳ (توده محلی کرمانشاه) و ۶ (گچساران) در شرایط طبیعی، قطع آبیاری در مرحله نیام‌دهی، قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی و شرایط خشکی بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد.

افزایش عملکرد اقتصادی می‌گردد و حجم بیشتری از دانه را در پی داشته است و از این طریق با صفت عملکرد مرتبط است. در خصوص صفت عرض نیام نیز وضعیت داده‌ها نظیر صفت طول نیام است. بر اساس مقایسه میانگین صفت ارتفاع در مرحله‌ی نیام‌دهی در شرایط طبیعی ارقام شماره ۵ (بیله‌سوار) و شماره ۶ (گچساران) دارای بیشترین مقدار هستند و رقم شماره ۵ (بیله‌سوار) دارای ارتفاع بالایی در بین ارقام در تیمار قطع آبیاری بعد از نیام‌دهی و قطع آبیاری بعد از گلدهی و همچنین شرایط تنش خشکی است. در خصوص صفت ارتفاع در مرحله‌ی برداشت بایستی خاطر نشان نمود که رقم شماره ۵ (بیله‌سوار) در شرایط طبیعی و شرایط قطع آبیاری بعد از نیام‌دهی دارای بیشترین مقدار و در شرایط خشکی رقم شماره ۴ (کیمیا) و در شرایط قطع آبیاری بعد از مرحله‌ی گلدهی ارقام شماره ۴ (کیمیا) و ۶ (گچساران) بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. البته این ارقام دارای عملکرد دانه بالایی نیز بودند پس احتمالاً رشد رویشی زیاد مسبب افزایش ارتفاع شده است که متعاقباً تعداد نیام را افزایش داده و نهایتاً عملکرد افزایش یافته است. امیری ده‌احمدی و همکاران (Amiri Dehahmadi et al., 2010) در مطالعه ارقام نخود تحت تنش خشکی ابراز نمودند که تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع نهایی بوته‌های نخود داشته است که با نتایج این مطالعه همسو است.

بیشترین مقدار صفت محتوای کلروفیل در مرحله‌ی نیام‌دهی در شرایط طبیعی و شرایط قطع آبیاری بعد از نیام‌دهی مربوط به ژنوتیپ شماره ۴ (کیمیا) بود؛ که بر اساس مقایسه میانگین‌ها در هر دو شرایط (طبیعی و قطع آبیاری بعد از نیام‌دهی) در یک گروه آماری قرار گرفتند. احتمالاً میزان محتوای کلروفیل بالا، نشانه فتوسنتز بالایی نیز بوده است و این موضوع شرایط متابولیسمی گیاه را در جهت افزایش عملکرد دانه تقویت می‌کند. در شرایط خشکی نیز ارقام شماره ۶ (گچساران) و ۵ (بیله‌سوار) محتوای کلروفیل بالایی داشته و در شرایط قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی نیز بیشترین مقدار را توده محلی اسداباد به خود اختصاص داد. البته سایر ارقام با عملکرد بالا نیز توانستند میزان بالایی از این صفت را به خود اختصاص دهند و در یک گروه آماری نیز قرار گرفتند. در خصوص صفت محتوای کلروفیل در مرحله‌ی گلدهی نیز تقریباً در کلیه تیمارهای آزمایش میزان بالای این

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات معنی‌دار در اثرات متقابل ژنوتیپ × سطوح تنش خشکی.

Table 3. Mean comparisons of significant traits in genotype interaction and drought stress levels.

Genotypes	اسامی ژنوتیپ	سطوح تنش خشکی		ارتفاع در مرحله		محتوای کلروفیل SPAD at the pod stage	
		Drought stress levels	طول نیام (سانتیمتر) Pod length (cm)	عرض نیام (سانتیمتر) Pod width (cm)	ارتفاع در مرحله نیام‌دهی (سانتیمتر) Height at podding stage (cm)		برداشت (سانتی‌متر) Height at harvesting stage (cm)
Sabze Qazvin	سبز قزوین	a1	1.23 ^c	0.70 ^{bc}	24.66 ^{ab}	28 ^b	53.2 ^a
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد	a1	1.23 ^c	0.56 ^d	24 ^{ab}	28.16 ^b	54.66 ^a
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه	a1	1.36 ^{ab}	0.73 ^{bc}	22.66 ^b	25.33 ^{bc}	53.63 ^a
Kimia	کیمیا	a1	1.46 ^a	0.80 ^{ab}	25 ^{ab}	34 ^a	54.70 ^a
Bileh Savar	بیله‌سوار	a1	1.30 ^b	0.80 ^{ab}	30.33 ^a	33.33 ^a	51 ^b
Gachsaran	گچساران	a1	1.43 ^a	0.76 ^b	29 ^a	31.33 ^{ab}	54.6 ^a
Sabze Qazvin	سبز قزوین	a2	1.20 ^{cd}	0.70 ^{bc}	23 ^b	28 ^b	52.66 ^{ab}
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد	a2	1.06 ^{de}	0.56 ^d	22 ^b	23.83 ^c	53.96 ^a
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه	a2	1.13 ^d	0.70 ^{bc}	20.66 ^{bc}	23.70 ^c	52.7 ^{ab}
Kimia	کیمیا	a2	1.33 ^{ab}	0.76 ^b	22.33 ^b	26.66 ^{bc}	52.5 ^{ab}
Bileh Savar	بیله‌سوار	a2	1.33 ^{ab}	0.83 ^a	28.66 ^a	30.33 ^{ab}	49.96 ^{bc}
Gachsaran	گچساران	a2	1.26 ^b	0.76 ^b	23.33 ^{ab}	29 ^{ab}	48.3 ^{bc}
Sabze Qazvin	سبز قزوین	a3	1.16 ^d	0.56 ^d	23.33 ^{ab}	25.66 ^{bc}	9.36 ^{bc}
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد	a3	0.83 ^e	0.53 ^d	22 ^b	22.66 ^c	51.31 ^b
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه	a3	1.03 ^{de}	0.60 ^{cd}	21 ^b	24 ^c	47.4 ^c
Kimia	کیمیا	a3	1.16 ^d	0.66 ^c	20.66 ^{bc}	28.66 ^b	47 ^c
Bileh Savar	بیله‌سوار	a3	1.20 ^{cd}	0.66 ^c	26.66 ^{ab}	21.33 ^d	46.73 ^{cd}
Gachsaran	گچساران	a3	1.33 ^{ab}	0.70 ^{bc}	25.33 ^{ab}	29.33 ^{ab}	47.20 ^c
Sabze Qazvin	سبز قزوین	a4	1 ^e	0.46 ^d	22.66 ^b	23 ^c	47.5 ^c
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد	a4	0.56 ^f	0.43 ^e	19 ^c	21.66 ^d	43 ^e
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه	a4	0.96 ^e	0.30 ^f	16.66 ^d	22 ^d	43.71 ^e
Kimia	کیمیا	a4	1.06 ^{de}	0.66 ^c	19 ^c	26.33 ^{bc}	44.05 ^d
Bileh Savar	بیله‌سوار	a4	1.20 ^{cd}	0.66 ^c	23 ^b	22 ^d	47.03 ^c
Gachsaran	گچساران	a4	1.2 ^{cd}	0.66 ^c	23 ^b	23.50 ^c	49.06 ^{bc}

a1: شرایط طبیعی، a2: شرایط قطع آبیاری در مرحله بعد از گلدهی، a3: قطع آبیاری در مرحله بعد از نیام‌دهی و a4: شرایط کاملاً خشک

a1: Natural Conditions, a2: Condition of irrigation interruption in the post flowering stage, a3: Irrigation cut in the stage after the pod, a4: Conditions of dry completely.

Table 3. Continued

جدول ۳. ادامه

اسامی ژنوتیپ Genotypes	سطوح تنش خشکی Drought stress levels	محتوای کلروفیل SPAD at flowering stage	طول برگچه (سانتیمتر) Leaflet length (cm)	تعداد دانه در نیام Number of seeds per pod	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	وزن صد دانه (گرم) Weight of 100- seed (gr)
Sabze Qazvin	سبز قزوین a1	37.50 ^b	1.66	2	27 ^a	8
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد a1	44.86 ^a	1.23	2.33	23 ^b	3.19 ^c
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه a1	35.76 ^{bc}	1.50	2	21.33 ^{bc}	4.50 ^{bc}
Kimia	کیمیا a1	35.30 ^{bc}	1.56	2	16 ^d	5.88 ^b
Bileh Savar	بيله سوار a1	43.73 ^a	1.53	1.66	29 ^a	7.24 ^a
Gachsaran	گچساران a1	39.53 ^{ab}	1.63	2	26.33 ^a	7.14 ^a
Sabze Qazvin	سبز قزوین a2	36.63 ^b	1.40	2	25 ^{ab}	4.21 ^{bc}
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد a2	43.93 ^a	1.16	2	21 ^{bc}	3.10 ^c
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه a2	31.86 ^{cd}	1.30	2	19 ^c	3.84 ^c
Kimia	کیمیا a2	35 ^{bc}	1.40	1	15 ^d	5.75 ^b
Bileh Savar	بيله سوار a2	33.80 ^c	1.50	1.66	27 ^a	4.98 ^b
Gachsaran	گچساران a2	37.80 ^b	1.33	1.66	25.66 ^{ab}	4.74 ^{bc}
Sabze Qazvin	سبز قزوین a3	32.90 ^c	1.13	1.66	20 ^c	3.95 ^c
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد a3	40.46 ^{ab}	1	2	20.66 ^c	3.03 ^c
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه a3	30.20 ^{cd}	1.30	1.66	20.33 ^c	3.13 ^c
Kimia	کیمیا a3	34.56 ^{bc}	1.33	1.66	14 ^d	5.64 ^b
Bileh Savar	بيله سوار a3	31.18 ^{cd}	1.23	1.66	14.33 ^d	4.62 ^{bc}
Gachsaran	گچساران a3	36.63 ^b	1.23	1.66	23 ^b	4.67 ^{bc}
Sabze Qazvin	سبز قزوین a4	30.43 ^{cd}	1.23	1.66	17 ^{cd}	3.91 ^c
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد a4	23.56 ^c	0.96	1.33	16.33 ^d	2.62 ^d
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه a4	28.63 ^d	0.90	1.66	16 ^d	2.16 ^d
Kimia	کیمیا a4	33.26 ^c	1.20	1.66	10 ^e	5.38 ^b
Bileh Savar	بيله سوار a4	29.26 ^d	1.03	1	12 ^e	4.6 ^{bc}
Gachsaran	گچساران a4	34.50 ^{bc}	1.20	1.66	21 ^{bc}	4.62 ^{bc}

a1: شرایط طبیعی، a2: شرایط قطع آبیاری در مرحله بعد از گلدهی، a3: قطع آبیاری در مرحله بعد از نیام‌دهی و a4: شرایط کاملاً خشک
 a1: Natural Conditions, a2: Condition of irrigation interruption in the post flowering stage, a3: Irrigation cut in the stage after the pod, a4: Conditions of dry completely.

Table 3. Continued

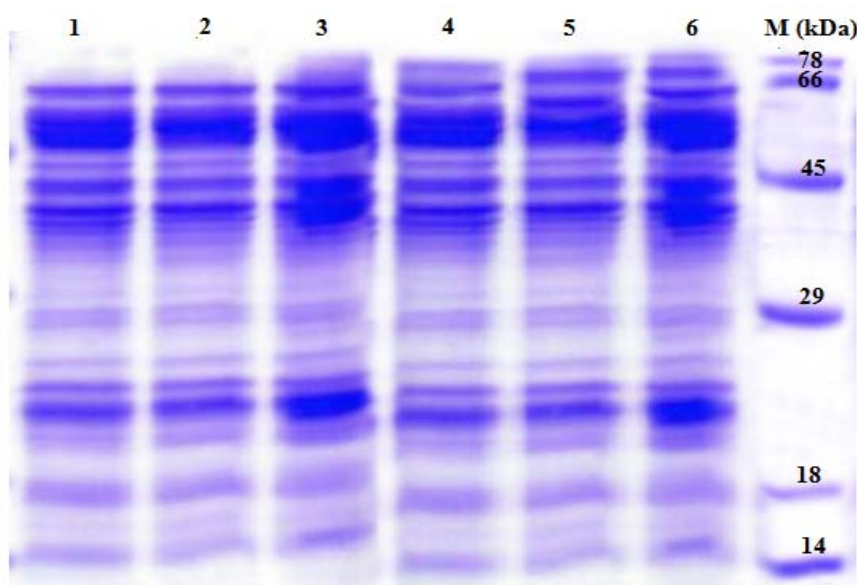
جدول ۳. ادامه

اسامی ژنوتیپ Genotypes	سطوح تنش خشکی Drought stress levels	وزن خشک تک بوته (گرم) Single plant dry weight (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم) grain performance (kg)	روز تا گلدهی Day to flowering	محتوای آب برگ Relative Water Content
Sabze Qazvin	a1	9.45 ^{ab}	671.66 ^b	62 ^b	8.02
Asadabad local variety	a1	9.04 ^{ab}	658.66 ^b	61.33 ^{bc}	8.02
Kermanshah local variety	a1	9.84 ^a	663.66 ^b	61.66 ^{bc}	11.8
Kimia	a1	10.03 ^a	795.66 ^a	66 ^a	9.76
Bileh Savar	a1	9.08 ^{ab}	740.33 ^{ab}	63.33 ^b	10.74
Gachsaran	a1	9.92 ^a	854 ^a	67 ^a	8.37
Sabze Qazvin	a2	8.75 ^b	469.33 ^{cd}	61.33 ^{bc}	6.64
Asadabad local variety	a2	6.71 ^d	462.66 ^{cd}	60.66 ^c	3.68
Kermanshah local variety	a2	9.60 ^a	457.66 ^{cd}	61.33 ^{bc}	14.21
Kimia	a2	9.58 ^a	479.66 ^c	61.33 ^{bc}	9.02
Bileh Savar	a2	8.51 ^b	492.33 ^c	61.66 ^{bc}	9.68
Gachsaran	a2	9.43 ^{ab}	617.66 ^b	61.33 ^{bc}	8.28
Sabze Qazvin	a3	8.45 ^b	404 ^d	61 ^{bc}	11.54
Asadabad local variety	a3	6.55 ^d	400.33 ^d	6.66 ^c	11.71
Kermanshah local variety	a3	9.50 ^a	425.33 ^d	60.66 ^c	7.99
Kimia	a3	8.93 ^b	461 ^{cd}	60.33 ^c	15.47
Bileh Savar	a3	8.37 ^b	437.66 ^d	60.33 ^c	12.77
Gachsaran	a3	9.06 ^{ab}	506.33 ^c	60.33 ^c	3.45
Sabze Qazvin	a4	8.28 ^b	268.66 ^f	59 ^d	7.32
Asadabad local variety	a4	5.82 ^e	207.66 ^f	60 ^c	6.91
Kermanshah local variety	a4	8.75 ^b	204.66 ^f	60.66 ^c	10.26
Kimia	a4	8.04 ^b	263.66 ^f	58.66 ^d	6.85
Bileh Savar	a4	7.60 ^c	437.66 ^d	60.33 ^c	9.22
Gachsaran	a4	8.81 ^b	327.66 ^e	59 ^d	9.19

a1: شرایط طبیعی، a2: شرایط قطع آبیاری در مرحله بعد از گلدهی، a3: قطع آبیاری در مرحله بعد از نیامدهی و a4: شرایط کاملاً خشک
a1: Natural Conditions, a2: Condition of irrigation interruption in the post flowering stage, a3: Irrigation cut in the stage after the pod, a4: Conditions of dry completely.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارقام گچساران و کیمیا (که رقم بوده و کار اصلاحی روی آن‌ها انجام شده است) دارای بیشترین عملکرد بودند. این نکته که ارقام بومی با شرایط بومی منطقه سازگار شده‌اند، صحیح است ولی این سازگاری در شرایط نامساعد محیطی نظیر اپیدمی بیماری و غیره که سایر ارقام اصلاح‌شده توان تحمل را ندارند توده محلی با حفظ حداقل عملکرد اجازه کاهش شدید عملکرد را نمی‌دهد و گرنه ارقام اصلاح‌شده قطعاً عملکرد بالاتری نسبت به توده‌های بومی دارند که در این تحقیق نیز کاملاً این نتیجه مشهود است. به‌طور کلی اثر خشکی روی ژنوتیپ‌ها در خصوص صفات مختلف معنی‌دار بوده و سبب نقصان عملکرد شده است که قوام‌پور و موسوی (Ghavam pour and Mossavi, 2017) نیز در مطالعه تأثیر سطوح آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد منداب گزارش نمودند که تنش خشکی در مرحله‌ی زایشی نسبت به تیمار آبیاری مطلوب، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۲۳/۶، ۶۸/۵ و ۶۲/۷ درصد کاهش یافته است؛ که نتیجه کلی مشابهی را با نتایج این آزمایش گزارش کرده‌اند. شکل ۱ تصویر موقعیت باندهای پروتئینی و حرکت نسبی آن‌ها، (۱) رقم گچساران، (۲) کیمیا، (۳) توده محلی کرمانشاه، (۴) سبز قزوین، (۵) توده محلی اسدآباد و (۶) بیله‌سوار را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این

در خصوص عملکرد دانه نیز در شرایط تنش خشکی قطع آبیاری بعد از مرحله‌ی نیام‌دهی، قطع آبیاری بعد از گلدهی و شرایط طبیعی بیشترین مقدار مربوط به رقم گچساران بود و در شرایط تنش خشکی بیشترین مقدار مربوط به رقم بیله‌سوار و گچساران بود. در مورد صفت روز از سبز شدن تا گلدهی نیز بیشترین مقدار مربوط به رقم گچساران بود فقط در شرایط خشکی رقم بیله‌سوار و توده محلی کرمانشاه مقدار بیشتری را به خود اختصاص دادند؛ که در نتایج خمدی و همکاران (Khamdi et al., 2009) نیز یکی از توده‌های محلی مورد مطالعه بیشترین تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی را دارا بودند. هر چه قدر طول دوره روز تا گلدهی طولانی‌تر باشد یعنی گیاه فرصت داشته است رشد رویشی را گسترش داده و شاخه‌های بیشتری را جهت گلدهی ایجاد نماید و نهایتاً فتوسنتز بیشتری انجام دهد و در نتیجه متعاقب آن عملکرد افزایش می‌یابد. خمدی و همکاران (Khamdi et al., 2009) نیز در بررسی صفت دوره رشد رویشی ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری را از نظر این صفت بین ژنوتیپ‌ها مشاهده و گزارش نمودند. پژوهشگران (Pezeshkpour et al., 2002; Taleaei and Sayyadian, 2000) همچنین در تحقیقات خود ابراز نمودند که وجود یک مرحله آبیاری در مرحله‌ی نیام‌دهی در گیاه نخود قادر به افزایش عملکرد دانه بوده است.



شکل ۱. تصویر موقعیت باندهای پروتئینی و حرکت نسبی آن‌ها، (۱) رقم گچساران، (۲) کیمیا، (۳) توده محلی کرمانشاه، (۴) سبز قزوین، (۵) توده محلی اسدآباد و (۶) بیله‌سوار. وزن مولکولی مارکرها از بالا به پایین به ترتیب (۷۸، ۶۶، ۴۵، ۲۹، ۱۸ و ۱۴ کیلو دالتون).

Fig. 1. The position of the protein bands and their relative motion, (1) Gachsaran variety, (2) Kimia, (3) Kermanshah local variety, (4) Sabze Qazvin, (5) Asadabad local variety and (6) the Bile Savar. The molecular weight of the markers was up-down (78, 66, 45, 29, 18, and 14 kDa).

گروه اول آماری و ژنوتیپ‌های ۲ (توده محلی اسداباد) و ۴ (کیمیا) در گروه دوم آماری و ژنوتیپ‌های ۳ (توده محلی کرمانشاه) و ۶ (گچساران) در گروه سوم آماری قرار گرفته‌اند که نتایج این دندروگرام نیز با نتایج مقایسه میانگین صفات منطبق است.

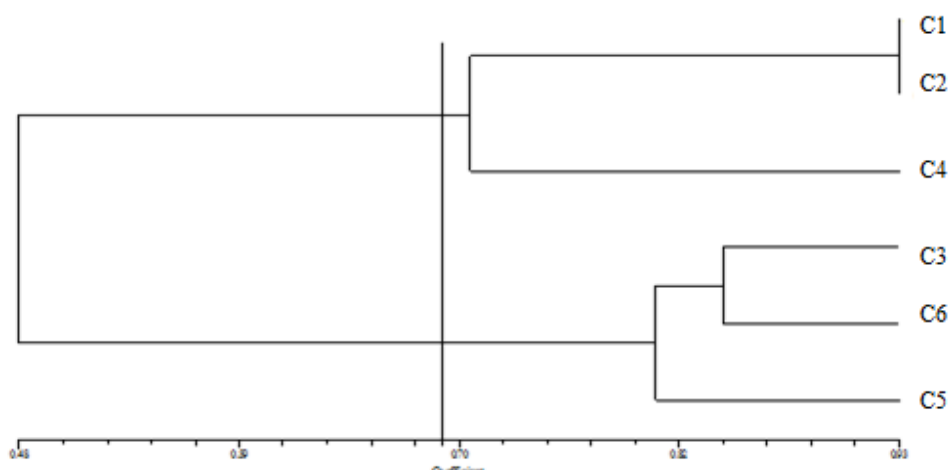
شکل ۴ دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های عدس بر اساس داده‌های مزرعه‌ای در شرایط طبیعی، به روش UPGMA را نشان می‌دهد بر این اساس نیز ژنوتیپ‌های شماره ۱ (سبز قزوین) و ۲ (توده محلی اسداباد) در گروه اول، ژنوتیپ‌های ۳ (توده محلی کرمانشاه) و ۵ (بیل‌سوار) در گروه دوم و ژنوتیپ‌های ۴ (کیمیا) و ۶ (گچساران) در گروه سوم جای گرفتند که نتایج مورد انتظار را ایجاد کردید.

شکل ۵ هیستوگرام آزمون مانتل نشانگر پروتئینی با داده‌های مزرعه‌ای در شرایط طبیعی را نشان می‌دهد. این شکل توزیع p-value دو دامنه را نیز بیان می‌کنند. هیستوگرام در حقیقت نمودار تصویری میزان همبستگی بین دو سری داده را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که در سطح احتمال ۵ درصد داده‌های زراعی در شرایط طبیعی و داده‌های مولکولی همسو و صفات زراعی در شرایط طبیعی با داده‌های مولکولی منطبق است.

تجزیه، می‌توان برخی از باندهای پروتئین را منتسب به رقم خاصی دانسته و همچنین دو نتیجه از این آزمون گرفت؛ اول اینکه می‌توان باند اختصاصی را به‌عنوان نشانگر آن رقم در نظر گرفت، ثانیاً از نتایج این ارقام می‌توان جهت تعیین فاصله‌ی ژنتیکی استفاده نمود که کاربردهای وسیعی در به‌نژادی گیاهی دارد. البته جهت نیل به اهداف وسیع‌تر (و نیز اهداف ذکر شده) بایستی هم‌زمان ارقام بیشتری را مطالعه نمود؛ که در این باره با توجه به نتایج ضرایب تشابه جاکارد هیستوگرام آزمون مانتل ترسیم گردید.

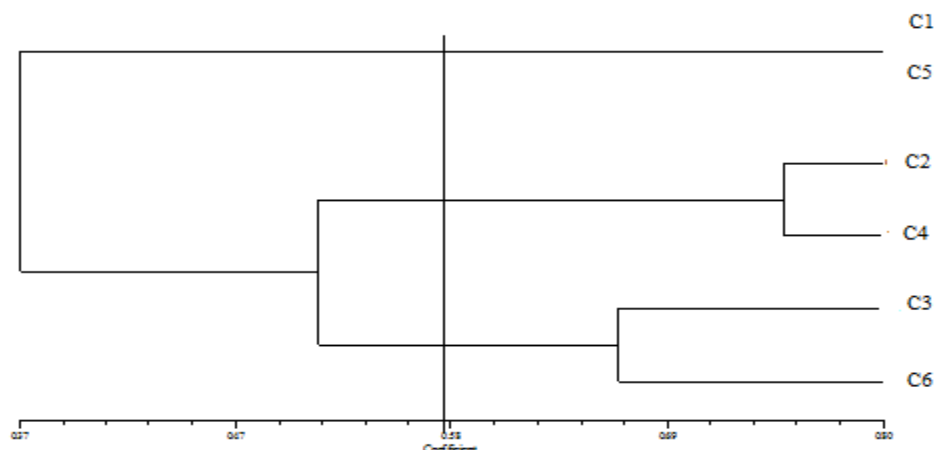
شکل ۲ دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های عدس بر اساس نشانگر پروتئینی (SDS-PAGE) را نشان می‌دهد بر اساس این دندروگرام دو گروه آماری قابل مشاهده است ژنوتیپ‌های شماره ۱ (سبز قزوین)، ۲ (توده محلی اسداباد) و ۴ (کیمیا) در گروه اول و ژنوتیپ‌های شماره ۳ (توده محلی کرمانشاه)، ۶ (گچساران) و ۵ (بیل‌سوار) در گروه آماری دوم قرار دارد که این نتایج منطبق با داده‌های مقایسه میانگین است.

شکل شماره ۳ دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های عدس بر اساس داده‌های مزرعه‌ای در شرایط طبیعی، به روش UPGMA را نشان می‌دهد که بر اساس این دندروگرام ژنوتیپ‌های ۱ (سبز قزوین) و ۵ (بیل‌سوار) در



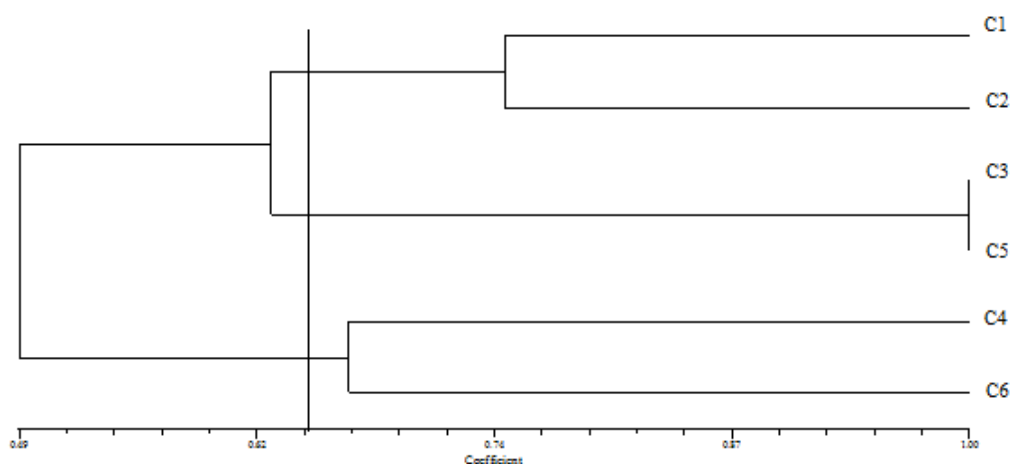
شکل ۲. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های عدس بر اساس نشانگر SDS-PAGE، به روش UPGMA. (اسامی ژنوتیپ‌ها: (۱) سبز قزوین، (۲) توده محلی اسداباد، (۳) توده محلی کرمانشاه، (۴) کیمیا، (۵) بیل‌سوار و (۶) گچساران.

Fig. 2. Dendrogram for lentil genotypes based on SDS-PAGE markers via UPGMA method. (Genotypes names: (1) Sabze Gazvin, (2) Asadabad local variety, (3) Kermanshah local variety, (4) Kimia, (5) Bileh Savar and (6) Gachsaran.



شکل ۳. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های عدس بر اساس داده‌های مزرعه‌ای در شرایط طبیعی، به روش UPGMA. (اسامی ژنوتیپ‌ها: (۱) سبز قزوین، (۲) توده محلی اسدآباد، (۳) توده محلی کرمانشاه، (۴) کیمیا، (۵) بيله سوار و (۶) گچساران).

Fig. 3. Dendrogram for lentil genotypes based on farm data under natural conditions via UPGMA method. (Genotypes names: (1) Sabze Gazvin, (2) Asadabad local variety, (3) Kermanshah local variety, (4) Kimia, (5) Bileh Savar and (6) Gachsaran).



شکل ۴. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های عدس بر اساس داده‌های مزرعه‌ای در شرایط تنش خشکی، به روش UPGMA. (اسامی ژنوتیپ‌ها: (۱) سبز قزوین، (۲) توده محلی اسدآباد، (۳) توده محلی کرمانشاه، (۴) کیمیا، (۵) بيله سوار و (۶) گچساران).

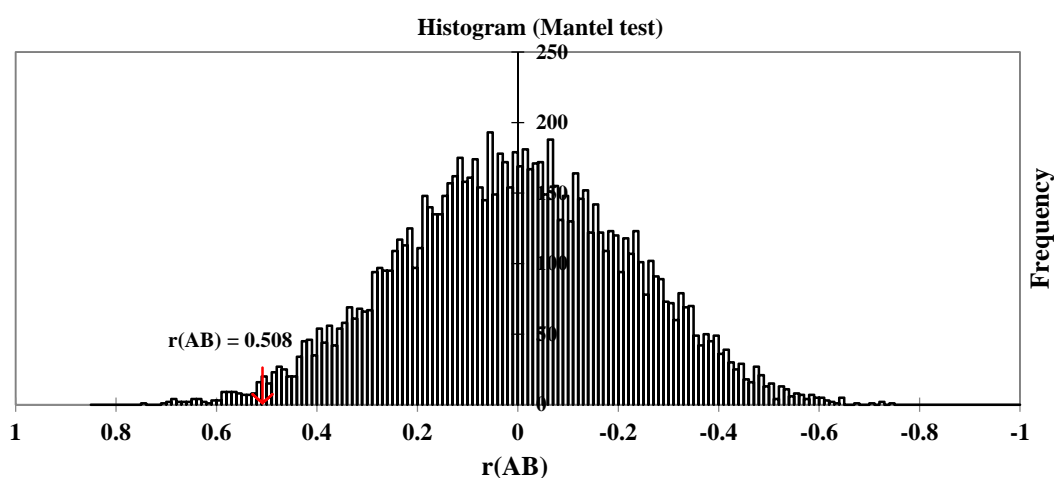
Fig. 4. Dendrogram for lentil genotypes based on farm data under drought stress conditions via UPGMA method. (Genotypes names: (1) Sabze Gazvin, (2) Asadabad local variety, (3) Kermanshah local variety, (4) Kimia, (5) Bileh Savar and (6) Gachsaran).

در مطالعه شناسایی و تشخیص روش‌های ارزیابی تنوع استفاده نمودند. شکل ۶ هیستوگرام آزمون مانتل نشانگر پروتئینی با داده‌های مزرعه‌ای در شرایط تنش خشکی را نمایش می‌دهد. این شکل توزیع p -value دو دامنه را نشان داده که در سطح احتمال ۵ درصد داده‌های زراعی با داده‌های مولکولی همسو نیستند. گاهی اوقات نشانگرهای مورفولوژیکی

اجاقی و آخوندوا (Ojaghi and Akhundova, 2010) در مطالعه تنوع ژنتیکی لاین‌های مختلف گندم با استفاده از روش‌های صفات مورفولوژیکی، نشانگرهای پروتئینی و نشانگر RAPD ابراز نمودند که ضریب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و نشانگر پروتئینی (۰/۱۸۳) و بین صفات مورفولوژیکی و نشانگر RAPD (۰/۰۸۸) است و از این روش

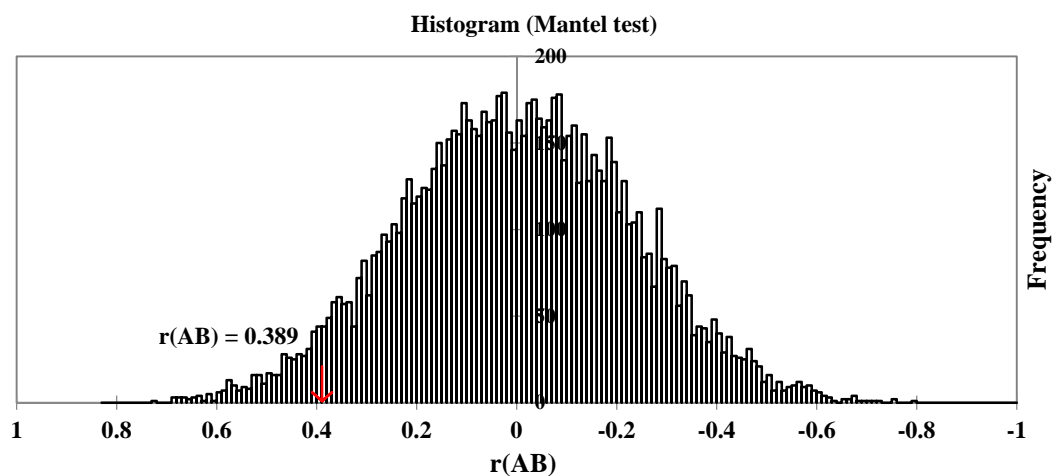
توده‌های بومی از میزان محتوایی پروتئین کمتری نسبت به ارقام برخوردار هستند. نخ‌زری مقدم و همکاران (Nakhzari Moghadam et al., 2017) در مطالعه آبیاری تکمیلی برخی ارقام نخود ابراز نمودند که عدم آبیاری، درصد پروتئین را افزایش داد اما آبیاری در مرحله گل‌دهی و نیام‌دهی سبب کاهش درصد پروتئین در دانه گردید. همچنین بیان کردند که با وجود بالا بودن درصد پروتئین در تیمار عدم آبیاری، عملکرد پروتئین در این تیمار به دلیل پایین بودن عملکرد دانه کم‌تر از دو تیمار دیگر بود.

(داده‌های زراعی) اجازه نمی‌دهند که افراد بر اساس محیط‌زیست و جغرافیایی خودشان مشخص شوند چراکه این صفات تحت تأثیر محیط دچار تغییر می‌شوند که این نتیجه با نتایج کاکایی و همکاران (Kakaei et al., 2013) همخوانی داشت. کاکایی و همکاران (Kakaei et al., 2013) علت عدم انطباق را این‌گونه بررسی نمودند که علت عدم انطباق نتایج حاصله از SDS-PAGE با صفات کمی به علت کنترل پلی‌ژنیکی داده‌های زراعی است. شکل ۷ نمودار پروتئین محلول ژنوتیپ‌های مورد مطالعه عدس را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار همان‌طوری که ملاحظه می‌گردد



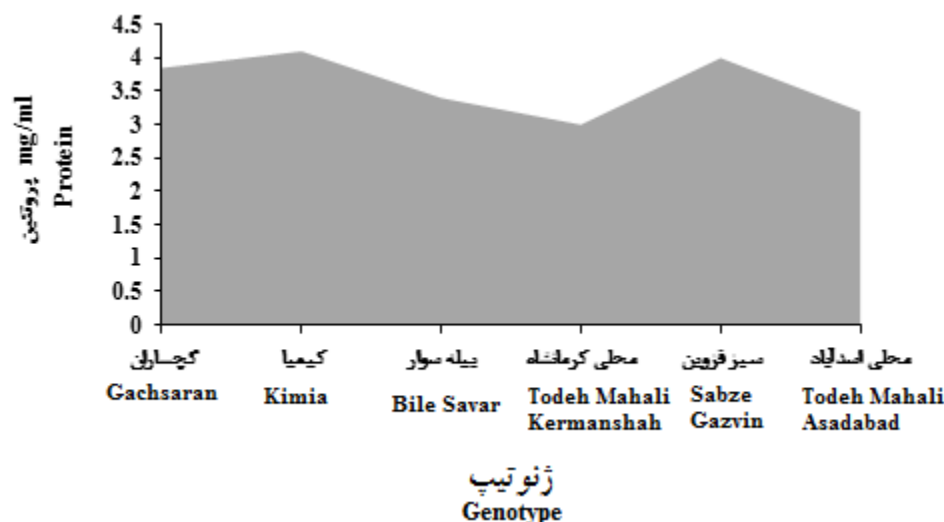
شکل ۵. هیستوگرام آزمون مانتل نشانگر پروتئینی با داده‌های مزرعه‌ای (در شرایط طبیعی). این شکل توزیع p -value دو دامنه را نشان می‌دهد.

Fig. 5. Histogram of Mantel's test for protein marker with field data (under normal Condition). This graph was shown two tailed distribution of P-value.



شکل ۶. هیستوگرام آزمون مانتل نشانگر پروتئینی با داده‌های مزرعه‌ای (در شرایط تنش خشکی). این شکل توزیع p -value دو دامنه را نشان می‌دهد.

Fig. 6. Histogram of Mantel's test for protein marker with field data (under drought stress conditions). This graph was shown two tailed distribution of P-value



شکل ۷. نمودار پروتئین محلول کل، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه عدس.

Fig. 7. Protein total solution pattern, lentil genotypes under study.

دارد که تجزیه خوشه‌ای شکل ۲ نیز مؤید این نتیجه‌گیری است.

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه صفات مورفولوژیکی و نشانگرهای مولکولی جهت تشخیص تنوع ژنتیکی گامی مؤثر در برنامه‌های به‌نژادی است. در مطالعه حاضر، نظر به اهمیت اطلاع از تنوع ژنتیکی که مبنای تمامی گزینش‌ها در برنامه‌های به‌نژادی است بر اساس صفات زراعی (در شرایط رطوبتی متفاوت) و نشانگر بیوشیمیایی (SDS-PAGE) و روابط بین این دو نشانگر

جدول ۴ و ۵ به ترتیب ماتریس تشابه جاکارد (میزان تشابه یا اختلاف و فاصله بین دو ژنوتیپ) بر مبنای داده‌های مزرعه‌ای ژنوتیپ‌های عدس زراعی در شرایط طبیعی و شرایط تنش خشکی را نشان می‌دهد. در جدول ۵ ژنوتیپ ۳ (توده محلی کرمانشاه) با ۴ (کیمیا) و ژنوتیپ ۴ (کیمیا) با ژنوتیپ ۵ (بیله‌سوار) دارای کمترین تشابه بوده یا به عبارتی بیشترین اختلاف بین این ژنوتیپ‌ها موجود است.

همچنین جدول ۶ ماتریس تشابه جاکارد بر مبنای نشانگر پروتئینی را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول بیشترین تشابه یا کمترین فاصله بین ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ وجود

جدول ۴. ماتریس تشابه جاکارد بر مبنای داده‌های مزرعه‌ای ژنوتیپ‌های عدس زراعی در شرایط طبیعی.

Table 4. Jaccard's similarity matrix based on lentil genotypes field data under natural conditions.

ژنوتیپ	سبز قزوین	توده محلی اسدآباد	توده محلی کرمانشاه	کیمیا	بیله سوار	گچساران
Genotype Name	Sabze Qazvin	Asadabad local variety	Kermanshah local variety	Kimia	Bile Savar	Gachsaran
Sabze Qazvin	1					
توده محلی اسدآباد	0.5	1				
Asadabad local variety			1			
توده محلی کرمانشاه	0.166	0.5	1			
Kermanshah local variety				1		
کیمیا	0.333	0.75	0.666	1		
بیله سوار	0.8	0.6	0.2	0.4	1	
گچساران	0.333	0.4	0.66	0.5	0.4	1

سپاسگزاری

از معاونت تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه جهت در اختیار قرار دادن برخی از مواد آزمایشی این تحقیق، دکتر محمد احمدی از مرکز هواشناسی جهت قرار دادن داده‌های هواشناسی منطقه تحقیق و همهی عزیزانی که در شکل‌گیری این تحقیق به نحوی، مؤثر بوده‌اند قدردانی می‌گردد.

مطالعه فاصله ژنتیکی صورت پذیرفت. بین سطوح تیمارهای رطوبتی ژنوتیپ‌ها تنوع مناسبی از نظر صفات زراعی و صفات کیفی حاصل از مطالعه (SDS-PAGE) مشاهده گردید. همبستگی معنی‌دار و مثبت بین صفات زراعی در شرایط طبیعی رشد با داده‌های مولکولی مشاهده گردید. بر اساس آزمون مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های گچساران و کیمیا به ترتیب در سایر شرایط تیمار رطوبتی دارای عملکرد مطلوب‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند.

جدول ۵. ماتریس تشابه جاکارد بر مبنای داده‌های مزرعه‌ای ژنوتیپ‌های عدس زراعی در شرایط تنش خشکی.

Table 5. Jaccard's similarity matrix based on lentil genotypes field data under drought stress conditions.

Genotype Name	نام ژنوتیپ	سبز قزوین Sabze Qazvin	توده محلی اسدآباد Asadabad local variety	توده محلی کرمانشاه Kermanshah local variety	کیمیا Kimia	بیله سوار Bile Savar	گچساران Gachsaran
Sabze Qazvin	سبز قزوین	1					
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد	0.75	1				
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه	0.75	0.5	1			
Kimia	کیمیا	0.5	0.66	0.25	1		
Bile Savar	بیله سوار	0.75	0.5	1	0.25	1	
Gachsaran	گچساران	0.75	0.5	0.5	0.66	0.5	1

جدول ۶. ماتریس تشابه جاکارد بر مبنای نشانگر پروتئینی.

Table 6. Jaccard's similarity matrix based on protein marker (molecular data).

Genotype Name	نام ژنوتیپ	سبز قزوین Sabze Qazvin	توده محلی اسدآباد Asadabad local variety	توده محلی کرمانشاه Kermanshah local variety	کیمیا Kimia	بیله سوار Bile Savar	گچساران Gachsaran
Sabze Qazvin	سبز قزوین	1					
Asadabad local variety	توده محلی اسدآباد	0.933	1				
Kermanshah local variety	توده محلی کرمانشاه	0.736	0.684	1			
Kimia	کیمیا	0.471	0.5	0.478	1		
Bile Savar	بیله سوار	0.428	0.45	0.781	0.823	1	
Gachsaran	گچساران	0.478	0.434	0.812	0.842	0.789	1

منابع

Araus, J.L., Slafer, G.A., Royo, C., Serret, M.D., 2008. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Journal of Critical Reviews in Plant Science*. 27, 377-412.

Azizi Chakherchaman, Sh., Kazemi Sarvateh, H., Yarnia, M., Mostafaei, H., 2009. Evaluation of drought tolerance in some improved lines varieties of lentil (*Lens culinaris* L.) using stress susceptibility and tolerance indices. *Crop*

- Production in Environmental Stress. 1, 7-17. [In Persian with English Summary].
- Amiri deahmadi, S.R., Parsa, M., Gangeali, A., 2010. The effects of drought stress at different phenological stages on morphological traits and yield components of a chickpea (*Cicer arietinum* L.) under greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research. 8, 157-166. [In Persian with English Summary].
- Darabi, F., Hatami, A., Zarea, M.J., Naseri, R., 2015. Effect of shading on some important physiological traits in lentil crop. Journal of Crop Ecophysiology. 9, 122-109. [In Persian with English Summary].
- Echarte, L., Rothstein, S., Tollenaar, M., 2008. The response of leaf photosynthesis and dry matter accumulation to nitrogen supply in an older and a newer maize hybrid. Crop Science. 48, 656- 665.
- Ganjeali, A., Nezami, A., 2008. Ecophysiology and Determinatives yield of pulses in pulses. JDM Press., Iran. [In Persian].
- Ghavam pour, M., Mossavi, S.Gh.R., 2017. Effect of irrigation, plant density and nitrogen levels on yield and yield components of *Eruca sativa*. Environmental Stresses in Crop Sciences. 10, 351-361. [In Persian with English Summary].
- Hashemzadeh, J., Monirifar, H., 2016. Agromorphological traits variation in some lentil landrace cultivars from northwest of Iran. Crop Breeding. 8, 102-111. [In Persian with English Summary].
- Kakaei, M., Zabarjadi, A., Mostafaie, A., 2010. Comparison of Genetic and Morphophysiological Distance via SDS-PAGE Marker in Some Rapeseed Genotypes. Journal of Agricultural Biotechnology. 1, 79-94. [In Persian with English Summary].
- Kakaei, M., Mazahery Laghab, H., Kahrizi, D., 2013. Study of Morphological and biochemical to determine the genetic diversity of cultivated Oat (*Avena sativa* L.). Journal of Agricultural Biotechnology. 5, 117-136. [In Persian with English Summary].
- Karim Mojeni, H., Alizadeh, H.M., Majnoon Hoseini, N., Payghambari, S.A., 2005. Effects of herbicides and handweeding in control of weed in winter and spring sown lentil (*Lens culinaris*). Iranian Journal of Agricultural Sciences. 1, 81-96. [In Persian with English Summary].
- Khamdi, N., Nezami, A., Bagheri, A.R., 2009. Effect of autumn planting on phenology and morphology of cold hardy lentils (*Lens culinaris* Medik.) in Mashhad conditions. Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 2, 39-51. [In Persian with English Summary].
- Kafi, M., Nezami, A., Hosseini, H., Masomi A., 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. Iranian Journal of Field Crops Research. 3, 69-80. [In Persian with English Summary].
- Pandey, R.L., Rai, S.H., Taiwari, A.S., Reddy, R.K., 1981. Notes on estimates of heterosis for grain yield and implication in chickpea breeding. Legume Research. 4, 109-111.
- Pour ahmadi, M., Honarneghad, R., Ovaiesi, M., 2014. Effect of defoliation and on morphophysiological characteristics under drought stress condition in Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Agronomic Research in semi desert regions. 11, 237-244. [In Persian with English Summary].
- Nasri, R., Haidarimghdam, A., Siadat, A., Paknejad, F., Sadegh Sayyah, M., 2012. Study of correlation of traits and causal analysis of supplementary irrigation on yield and yield components of rainfed chickpea in Ilam. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 8, 172-161. [In Persian with English Summary].
- Nouri goghari, M., Dashti, H., Madah Hosseini, Sh., Dehghan, E., 2014. Evaluation of genetic diversity of lentil germplasm using morphological traits in Bardsir. Journal of Iranian Crop Science. 45, 541-551. [In Persian with English Summary].
- Naroie rad, M.R., Aghaei, M.J., Fanayi, H.R., Mohammad Ghasemi, M., 2008. Study of Genetic diversity some morphological and phenological traits of lentil masses in warm and dry areas. Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture. 78, 181-173. [In Persian with English Summary].
- Nakhzari Moghadam, A., Parsa, N., Sabouri, H., Bakhtiari, S., 2017. Effect of humic acid, density and irrigation on quantitative and qualitative traits of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Neishabur. Environmental Stress in Crop Sciences. 10, 183-192. [In Persian with English Summary].

- Nouri, M.J., Mozafari, A., Mirza-Haydari, M., 2016. Evaluation of yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik.) effected by biofertilizer, nitrogen starter and supplemental irrigation in Kermanshah provin. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 12, 1-14. [In Persian with English Summary].
- Ojaghi, J., Akhundova, E., 2010. Genetic diversity in doubled haploids wheat based on morphological traits, gliadin protein patterns and RAPD markers. African Journal of Agriculture Research. 13, 1701-1712.
- Pezeshkpour, P., Rafei, M., Siadat, S.A., Shaykhosaini, M., 2002. Effect of the reduction of drought stress using supplementary Irrigation for chickpea (*Cicer arietinum* L.) in dry farming condition. 1th National Conference on Pulse in Iran. 53-55 pp. [In Persian].
- Parsa, M., Bagheri, A.R., 2008. Legumes. Publications University of Mashhad. (Compilation). [In Persian].
- Pouresmaeil, M., Ghanavati, F., beyazi, A., 2012. Morphological Traits variation in Lentils of *Lens nigricans*, *L. ervoides* and *L. odemensis*. Journal of Seed and Plant Seedlings. 1-28, 545-562. [In Persian]
- Rashidi, V., Chalabi Yani, S., Sharifi, M., Effatdust, N., 2011. Comparison and Classification of Lentil (*Lens culinaris*) Landraces under Drought Stress Conditions after Flowering. Journal of Crop Ecophysiology. 5, 81-96. [In Persian with English Summary].
- Remrodi, M., Golvi, M., Nakhsir Moghdam, A., 2008. Evaluation of yield and yield components of some lentil genotypes in different planting dates. Journal of Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture. 8, 77-69. [In Persian with English Summary].
- Saman, S.M., Mozafari, J., Vaezi, Sh., Abasimghdam, A., Mostafaei, H., 2012. Evaluation of genetic diversity of pod and seeds in lentil germplasm of Iran. Journal of Agricultural Sciences of Iran. 14, 182-171. [In Persian with English Summary].
- Taleaei, A.A., Sayyadian, K., 2000. Effect of supplementary irrigation and nutrition requirement of chickpea in rain fed condition. Iranian Journal of Crop Sciences. 2, 63-69. [In Persian with English Summary].
- Zabet, M., Hosseinzadeh, A.H., 2011. Determinatin of the most effective traits on yield in mung bean (*Vigna radiata* L. wilczek) by multivariate analysis in stress and non-stress conditions. Iranian Journal of Pulses Research. 2, 87-98. [In Persian with English Summary].