# بررسی پایداری عملکرد دانه لاین ها و ارقام جو در مناطق سرد و سرد معتدل دیم

فرهاد آهک پز[1×]، کوروش نادر محمودی[2]، علی حسامی[3]، کاظم سلیمانی[4]، الیاس نیستانی[5]، غلامرضا عابدی اصل[6]، هوشنگ پاشاپور[7]، فرزاد آهک پز[8]، محمود تیموریان[9] و رقیه دست بری[9]

۱- مربی پژوهش موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور
۲- مربی پژوهش معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور- کرمانشاه
۳- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان
۴- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان
۵- مربی پژوهش موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور- خراسان شمالی
۶- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل
۷- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی
۸- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب
۹- محقق موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور

## چکیده

این تحقیق به منظور بررسی پایداری عملکرد دانه و تعیین ژنوتیپ های پرمحصول و سازگار در قالب آزمایش های یکنواخت ناحیه ای جو در ایستگاه های تحقیقاتی مناطق سردسیر و معتدل دیم شامل مراغه، سرارود، اردبیل، ارومیه، کردستان(قاملو) و زنجان انجام گرفت. در این بررسی تعداد ۱۰ رقم و لاین جو به همراه دو رقم شاهد (محلی وآبیدر) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در سه سال زراعی(۸۸-۱۳۸۵) مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه مرکب(۳ سال و ۶ مکان) نشان دادکه اثرات ساده سال، مکان و ژنوتیپ، اثر متقابل مکان × ژنوتیپ و اثر سه جانبهٔ سال × مکان × ژنوتیپ بر عملکرد دانه از نظر آماری معنی‌دار هستند. بیشترین وکمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ایستگاه سرارود (۲۵۴۹ کیلوگرم در هکتار) و ایستگاه زنجان (۱۵۷۸کیلوگرم در هکتار) بوده و لاین شماره ۹ با متوسط عملکرد دانه۲۰۶۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ های آزمایشی داشت. بر اساس روش های ابرهارت و راسل، پارامتر تیپ چهار لین و بینز، ضریب تغییرات محیطی، واریانس محیطی، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا و روش های غیرپارامتری رتبه بندی و نسبت شاخص عملکرد، لاین های ۲، ۵ و ۹ پایدارتر و پر محصول تر از بقیه ژنوتیپ ها بوده و لذا برای کشت در مناطق سردسیر دیم مناسب تشخیص داده شدند.

**واژه‌های کلیدی:** جو دیم، عملکرد دانه، تجزیه مرکب، تجزیه پایداری

---

× نویسنده مسئول: *ahakpaz_frd@yahoo.com* تاریخ دریافت : ۱۳۹۱/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۲

**مقدمه**

عکس العمل متفاوت ارقام در مواجهه با تغییرات محیطی موضوع مهمی درانتخاب واریته های اصلاحی می باشد. تمام متغیرهایی که در تولید گیاه زراعی دخالت دارند (بجز ژنوتیپ)، مجموعاً به عنوان شرایط محیطی خوانده می‌شوند. هر عاملی که جزئی از شرایط محیطی گیاه محسوب شود، توانایی ایجاد تغییر در عملکرد را دارا است و با اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط ارتباط دارد (اهدایی،۱۳۷۳). به تغییری که در عملکرد نسبی ژنوتیپها در محیط های مختلف پدید می آید، اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط گویندکه دلیل عمده تفاوت سازگاری ژنوتیپ ها در محیط های مختلف می باشد (Peterson *et al.*, 1997; Clevland, 2001) و ممکن است باعث کاهش همبستگی بین ژنوتیپ و فنوتیپ شده و کارایی انتخاب را کاهش دهد (Brandle and Mcverty, 1994).

تجزیه واریانس مرکب برای نشان دادن وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به کار می رود. ژنوتیپ هایی که این اثر در آنها معنی دار است، از ثبات عملکرد دانهٔ کمتری برخوردار می‌باشند. در مورد این ارقام عملکرد دانه در سالهای مختلف از روند ثابت و قابل اعتمادی تبعیت نمی کند. صفات مختلف از نظر تاثیر شرایط محیطی واکنش های متفاوتی را نشان می دهند. به طور کلی اکثر صفات اقتصادی که اهمیت زیادی دارند، از قبیل عملکرد دانه، از لحاظ ژنتیکی بصورت چند ژنی(کمی) کنترل شده و با تاثیر پذیری شدید از محیط، از پایداری پایینی برخوردار می باشند (آقایی،۱۳۷۲). از آنجائی که عملکرد ارقام از محیطی به محیط دیگر در حال تغییر است، انتخاب یک رقم برای چند محیط به منظور افزایش عملکرد در واحد سطح درست نیست و در اغلب موارد می توان با محاسبه سازگاری خصوصی، لاین را برای منطقه مورد نظر معرفی کرد (Bhutta, 2007). یکی از روشهای کاهش اثرات محیط، انتخاب ژنوتیپ های پایدار می باشد. این ژنوتیپ ها دارای اثر متقابل کمتری با محیطی هستندکه درآن رشد می کنند. وجود این اثر متقابل ایجاب می کندکه علاوه بر میزان عملکرد، معیار پایداری ارقام نیز در معرفی آنها مورد بررسی قرار گیرد (فرشادفر، ۱۳۷۷). رفیع و همکاران (۲۰۰۴) بیان نمودند هنگامی که اثر متقابل برای محقق اهمیت دارد، پارامترهای پایداری و سازگاری در تعیین ارقام برترکمک می نمایند، زیرا اصلاح برای افزایش عملکرد تا حد زیادی بر انتخاب ژنوتیپ های مناسب برای محیط های مورد نظر استوار است. پایداری عملکرد به توانایی ژنوتیپ گیاهی در بروز ظرفیت عملکرد در دامنه وسیعی از محیط ها اطلاق می شود (Clevland, 2001). به لحاظ اصلاحی، وقتی رقمی پایدار تعریف می شود که در محیط های مختلف عملکرد نسبتاً یکسانی داشته باشد (دهقانی،۱۳۷۳). ارقامی که پایداری عملکرد داشته باشند،کمتر تحت تاثیر تنش های محیطی قرار می گیرند و در سال هایی که شرایط اقلیمی نیز نامساعد است، عملکرد قابل قبولی خواهند داشت. چون تهیه رقم اصلاح شده، سازگار و با عملکرد بالا برای هر محیط به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد، لذا بایستی واریته هایی را تهیه کرد که در بیشتر از یک منطقه و یا برای چند ناحیه قابل توصیه باشند. یعنی ارقامی که در کلیهٔ مناطق اقلیمی مشابه و یا حداقل دراغلب مناطق

عملکرد خوبی داشته و بهترین سازگاری را با محیط های مختلف داشته باشند (صادق زاده اهری و همکاران، ۱۳۸۴). لذا به منظور انتخاب نهایی و سنجش درجه سازگاری و میزان ثبات و پایداری عملکرد، ارزیابی آنها در شرایط مختلف محیطی در سال های مختلف اجتناب ناپذیر است. چکارللی و همکاران (۲۰۰۶) بررسی عملکرد دانه را در مکانهای مختلف در ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و بهبود واریته های زراعی بسیار موثر می دانند. یزدی صمدی و همکاران (۱۳۷۷) نیز در ارتباط با محلها و سال های مورد آزمایش در طرح های تجزیه مرکب، بیان داشتند که در این آزمایش ها محل های موردآزمایش بایستی تا حد امکان نماینده منطقه ای باشندکه نتایج آزمایش قرار است در آنها مورد استفاده قرارگیرد و سالهای مورد آزمایش نیز باید نماینده تغییرات فصلی در هر محل باشند. آنان همچنین اظهار داشتند تعداد محل ها و سال های موردآزمایش بستگی به تغییرات موجود در منطقه و تغییرات فصلی دارد. هرچه تغییرات منطقه و تغییرات فصلی بیشتر باشد، تعداد محل ها وسال های بیشتری را باید برای آزمایش بکار برد. زمانی که تغییرات محیطی قابل پیش بینی باشد، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می تواند با اختصاص ژنوتیپ های مختلف به محیط های مختلف کاهش یابد (Francis and Kanenberg, 1987). اما زمانی که تغییرات غیر قابل پیش بینی حاصل از تغییرات سال به سال اغلب موجب معنی دار شدن اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط می گردد، باید ژنوتیپ های پایدار با عکس العمل کم به محیط (تغییرات کم در محیط های مختلف) انتخاب شوند (Eberhart and Russel, 1966).

روشهای مختلفی برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و برآورد پایداری پیشنهاد شده است. ریک (۱۹۶۲) پیشنهاد کردکه از اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط برای هر ژنوتیپ بعنوان پارامتر پایداری استفاده شود. به طوری که این اثر برای هر ژنوتیپ مجذور شده ودر همه محیط ها جمع شود. این پارامتر پایداری با نام اکووالانس ریک ($W_i$)، مستقیماً به اثر متقابل ژنوتیپ و محیط مربوط شده و به منظور تعیین سهم هر ژنوتیپ در مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ در محیط محاسبه می گردد.

شوکلا (۱۹۷۲)، برآورد واریانس ژنوتیپ iام در محیط های مختلف را بر اساس باقیمانده حاصل ازطبقه بندی دوطرفه ژنوتیپ و محیط پیشنهاد نمود. وی این پارامتر را واریانس پایداری شوکلا ($\sigma_i^2$) نامگذاری کرد. نتایج این روش شباهت زیادی به روش ریک دارد. کریمی زاده و همکاران ( ۱۳۸۸) در بررسی پایداری ۱۸ ژنوتیپ جو در ۴ منطقه از ایران طی ۳ سال گزارش نمودند که آماره های واریانس شوکلا و اکووالانس ریک همبستگی مثبت و بسیار معنی داری با هم دارند.

ابرهارت و راسل (۱۹۶۶)، میانگین عملکرد، ضریب رگرسیون فنیلی و ویلکینسون (bi) ومیانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ($Sd^2i$) را برای تشخیص ارقام پایدار به کار بردند. به نظرآنها ژنوتیپی پایدار بودکه اولاً میانگین مربعات انحراف ازخط رگرسیون آن کوچک بوده و ثانیاً ضریب خط رگرسیونی آن معادل یک باشد. باتوجه به اینکه انحراف ازخط رگرسیون مربوط به بخش غیر قابل پیش بینی تنوع مربوط به هر ژنوتیپ بوده وضریب رگرسیون نیز پاسخ ویژه ژنوتیپ ها به اثرات محیطی

را نشان میدهد، بنابراین به ترتیب به عنوان پارامترهای پایداری و پاسخ در نظر گرفته می شوند. بهرامی و همکاران (۲۰۰۸) پایداری و سازگاری ۲۰ ژنوتیپ جو را در شش منطقه طی دو سال مورد ارزیابی قرار دادند و از تمام پارامترهای پایداری در شناسایی ارقام پایدار استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که ضریب رگرسیون ابزار مناسبی برای گزینش واریته های پایدار با عملکرد بالا است. آن ها گزارش کردند که ضریب رگرسیون مفیدترین شاخص پایداری است که می تواند برای گزینش ژنوتیپ های جو سازگار با دامنه وسیعی از محیط ها یا سازگار برای نواحی خاص مورد استفاده قرار گیرد. سوقی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی پایداری عملکرد دانه لاینهای گندم در شمال ایران، از روشهای ابرهارت و راسل، ریک و شوکلا به منظور تعیین ارقام پایدار استفاده نمودند.

بنابر اعتقاد لین وبینز (۱۹۸۸،۱۹۹۱)، مکان عاملی نیست که قابل کنترل نباشد و نیازی نیست که یک واریته برای چندین منطقه توصیه شود. بنابراین آن را به عنوان یک عامل ثابت در نظرگرفتند وعامل سال را به دلیل غیر قابل کنترل و پیش بینی بودن عامل تصادفی شمرده و اظهار داشتند واریته ای پایدار است که درطول سال های موردآزمایش نوسان کمتری داشته باشد و به همین خاطر میانگین واریانس بین سال های درون مکان ها را به عنوان پارامتر پایداری (پارامتر تیپ چهار لین و بینز) پیشنهاد دادند. برای محاسبه پارامتر تیپ چهار که به روش محاسبه واریانس درون مکانی (MSY/L) نیز معروف است، واریانس عملکرد بین سال‌های درون هر مکان برای هر ژنوتیپ محاسبه شده و پس از محاسبه این واریانس ها در کلیه مناطق برای هر ژنوتیپ، میانگین آن ها به عنوان واریانس درون مکانی محاسبه می گردد. به نظرآنها واریته ای که واریانس درون مکانی کمتری داشته باشد، پایدارتر خواهد بود. واعظی و احمدی (۱۳۸۹)، با مطالعه ۱۸ لاین پیشرفته جو در شرایط دیم چهار منطقه گرمسیر و نیمه گرمسیر کشور طی سه سال زراعی نتیجه گرفتند که روش های مختلف پایداری نتایج کم و بیش مشابهی را نشان می دهند. بنابراین روش ابرهارت و راسل با در نظر گرفتن چند آماره برای انتخاب بهترین ژنوتیپ و نیز روش لین و بینز به دلیل وراثت پذیر بودن می توانند روش های کارآمدتری برای تجزیه پایداری محسوب شوند.

فرانسیس وکاننبرگ (۱۹۸۷) برای رفع مشکل همبستگی بین شاخص های پایداری و عملکرد کم، شاخص ضریب تغییرات (CV%) را بعنوان معیار پایداری معرفی کردند که حاصل قسمت واریانس محیطی هر لاین ($Si^2$) بر میانگین عملکرد همان لاین در کلیه محیط هاست. پایین بودن مقدار CV% محیطی نشان دهنده نوسانات کمتر عملکرد آن رقم در طی سال‌ها و مکان‌های مختلف و نهایتاً پایداری آن رقم می‌باشد. واریانس محیطی رومر (۱۹۱۷) ($Si^2$) نیز یک روش تخمین پایداری است و کم بودن مقدار آن نشان دهنده پایداری لاین می باشد.

روش های غیر پارامتری از قبیل روش رتبه بندی (Rank) و نسبت شاخص عملکرد (Y.I.R) نیز توسط محققین برای تعیین پایداری ارقام به طور وسیعی در مراکز و موسسات تحقیقات استفاده شده اند. ژنوتیپ هایی که دارای کمترین میانگین رتبه

($\overline{R}$) بوده و رتبه بندی آنها در مکان‌های مختلف کمترین انحراف معیار (SDR) را داشته باشد، به عنوان ژنوتیپ های پایدار شناسایی می شوند. نزدیک بودن میانگین رتبه یک لاین به عدد یک، نشان دهنده پرمحصول بودن لاین و پایین بودن SDR مؤید پایداری لاین مورد نظر می باشد. نسبت شاخص عملکرد نیز حاصل قسمت میانگین عملکرد لاین بر میانگین کل است (۱۳۸۵، وهابزاده و همکاران، Sabaghnia *et al.*, 2006).

با توجه به سطح زیرکشت جو دیم که نزدیک به ۱/۷ میلیون هکتار در سطح کشور می‌باشد (Anonymous, 2008) و مقرون به صرفه بودن کشت و کار محصولات غله ای مانند جو با توقعات آبی و خاکی نسبتاً کم در اراضی دیم، اهمیت و ضرورت تهیه ارقام جدید دیم که پرمحصول و مقاوم به تنش های محیطی و غیر محیطی باشند، به روشنی مشخص می شود. از طرف دیگر با در نظر گرفتن وسعت و تنوع شرایط اقلیمی ـ زراعی مناطق مورد کشت جو، و اینکه ارقام مختلف عکس العمل های متفاوتی را در شرایط محیطی مختلف از خود نشان می دهند، معرفی ارقام پرمحصولی که سازگاری وسیع با شرایط زراعی متفاوت داشته باشند، دارای اهمیت خاصی است. هدف از این پژوهش مطالعه پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های پیشرفته جو در مناطق سردسیر دیم و در نهایت شناسایی و معرفی لاین‌های برتر برای مناطق هدف است.

## مواد و روش ها

در این بررسی تعداد ۱۰ لاین پیشرفته و امید بخش جو به همراه دو شاهد محلی و آبیدر (جدول ۲) در چهار تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در شرایط دیم در ایستگاه های تحقیقاتی مناطق سردسیر و معتدل دیم مراغه، سرارود، اردبیل، ارومیه، کردستان (قاملو)، و زنجان (قیدار) مورد بررسی قرار گرفتند. کرت ها درتمام مناطق شامل ۶ خط ۶ متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی متر (۷/۲=۱/۲×۶ مترمربع) و مساحت برداشت ۶ متر مربع بود. میزان کود مصرفی بر اساس توصیه های کودی منـاطق مورد اجرا بوده و میزان بذر هر رقم براساس ۴۰۰ بوته در متر مربع و با توجه به وزن هزار دانه ژنوتیپ ها منظور گردید. جهت کنترل علف های هرز پهن برگ از سموم علف کش استفاده گردید. در طول دوره رشد و در هر سال مهمترین صفات و خصوصیات زراعی بخصوص عملکرد دانه مورد یادداشت برداری قرار گرفتند.

محاسبات و تجزیه های آماری به شرح زیر انجام گرفت:

الف) تجزیه واریانس ساده بر روی نتایج عملکرد دانه ارقام و لاین‌ها در هر منطقه و در هر سال.

ب) تجـــزیه واریانس مرکب سه ساله برروی نتایج آزمـــایشات هر منطقه به منظور بررسی اثرات اصلی و متقابل رقم و منطقه و نیز و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون کمترین اختلاف معنی دار (LSD)

ج) انجام آزمون یکنواختی واریانس ها (آزمون Fmax هارتلی) بین مناطق مختلف.

د) تجزیه واریانس مرکب سه ساله برای‌کلیه مناطق و سال ها برای بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط (با درنظر گرفتن سال و منطقه بعنوان عوامل تصادفی و ژنوتیپ به عنوان عامل ثابت).

هـ) انجام تجزیه پایداری با استفاده از روش ابرهارت و راسل (شامل پارامترهای ضریب رگرسیون ومیانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون)، پارامتر تیپ چهار (واریانس درون مکانی لین و بینز)، ضریب تغییرات محیطی، واریانس محیطی، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا و استفاده از روش های غیر پارامتری رتبه بندی و نسبت شاخص عملکرد برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها.

برای انجام تجزیه واریانس مرکب و مقایسات میانگین از نرم افزار MSTATC و برای تجزیه پایداری از نرم افزار Genstat استفاده شد.

## نتایج و بحث

### نتایج تجزیه واریانس مرکب چندساله عملکرد دانه در هر مکان

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه در هر مکان (جدول۳) نشان داد که طی سال های بررسی، عامل سال بر عملکرد دانه در تمامی مناطق تاثیر معنی‌داری داشته است. تفاوت در مقدار بارندگی بین سال‌های اجرای آزمایش می‌تواند یکی از دلایل بوجود آورنده اختلاف بین سال‌های آزمایشی باشد (جدول۱). نتایج مندرج در جدول۳ نشان داد که اثر عامل ژنوتیپ بر عملکرد دانه غیر از قاملو در تمام ایستگاه ها معنی‌دار است. این امر نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی در مکان‌های فوق‌الذکر است. اثر متقابل ژنوتیپ× سال در ایستگاه های سرارود و ارومیه معنی دار بود. یعنی در این ایستگاه ها ژنوتیپ ها در سال های مختلف عکس العمل های مختلفی از خود نشان دادند. غیر معنی دار بودن این اثر در سایر ایستگاه ها حاکی از عکس العمل مشابه ژنوتیپ ها به شرایط آب و هوایی سال های مختلف در هر یک از این ایستگاه ها بود.

### نتایج حاصل از تجزیه مرکب در محیط های مختلف (۳ سال در ٦ مکان)

بر اساس نتایج جدول ۳، بزرگترین و کوچکترین واریانس اشتباه آزمایشی به ترتیب متعلق به ایستگاه های قاملو (۲۰۹۰۴۷) و ارومیه (۶۵۱۷۷) بود. طبق روش Fmax هارتلی، اشتباهات آزمایشی یکنواخت بوده و می توان تجزیه مرکب را انجام داد.

نتایج حاصل از تجزیه مرکب در ۱۸ محیط (سه سال در شش منطقه) (جدول ۴) نشان داد که اثرات ساده سال، مکان و ژنوتیپ بر عملکرد دانه از نظر آماری بسیار معنی‌دار بوده است. معنی دار 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 ... یکسان نبوده است.

معنی‌دار بودن اثر مکان بر عملکرد دانه نشان داد که عواملی چون خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و ... موجب ایجاد اختلاف بین مکان‌ها گردیده اند. مقایسه میانگین عملکرد دانه در مکان‌های مختلف در سه سال نشان داد که ایستگاه سرارود با متوسط عملکرد دانه ۲۵۴۹ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد را نسبت به سایر مکان ها داشته و در رتبه اول قرار می گیرد. ایستگاه های تحقیقات کشاورزی دیم مراغه، قاملو، ارومیه، اردبیل

و زنجان به ترتیب با متوسط عملکرد دانهٔ ۲۲۷۷ ، ۱۸۷۸، ۱۸۶۸، ۱۶۲۳ و ۱۵۷۸ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

عامل ژنوتیپ بر عملکرد دانه از نظر آماری تاثیر بسیار معنی‌داری داشته است. یعنی از نظر عملکرد دانه بین ژنوتیپ ها اختلافات ژنتیکی موجود بود. مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ های آزمایشی در سه سال و ۶ مکان نشان داد که لاین ۴ در کلاس E ، لاین های ۷ و ۱۰ در کلاس D و بقیه در کلاس شاهد قرار دارند. لاین شمارهٔ ۹ با متوسط عملکرد ۲۰۶۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشت. پس از آن لاین های ۱۲ و۵ به ترتیب با عملکرد دانه ۲۰۵۰ و ۲۰۲۴ کیلوگرم در هکتار قرار داشتند.کمترین عملکرد دانه با ۱۸۲۷ کیلوگرم در هکتار متعلق به ژنوتیپ ۴ بود (جدول ۵). اثر متقابل سال × مکان بر عملکرد دانه نیز از نظر آماری بسیار معنی‌دار بود که نشانگر این است که اثر سال‌ها روی مکان‌ها از سالی به سال دیگر متفاوت بوده است.

جدول ۴ نشان داد که اثر متقابل سال × ژنوتیپ بر عملکرد دانه ازنظر آماری معنی‌دار نیست. به عبارت دیگر ژنوتیپ های مختلف از سالی به سال دیگر عملکرد متفاوتی نداشته و دارای پایداری عملکرد بودند.

نتایج مندرج در جدول ۳ نشان داد که اثر مکان × ژنوتیپ بر عملکرد دانه از نظر آماری بسیار معنی‌دار است. معنی‌دار بودن این اثر نشان دهنده این است که واکنش ژنوتیپ ها در مکان‌های مختلف یکسان نبوده است. به عبارت دیگر ژنوتیپ ها دارای سازگاری خصوصی بوده و در هر مکان ژنوتیپ خاصی پتانسیل عملکرد بیشتری دارد. اثر سال × مکان × ژنوتیپ نیز از نظر آماری بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. یعنی نوساناتی در ترتیب ژنوتیپ ها در هر یک از ترکیبات مکان و سال وجود داشته و وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به طور کلی اجتناب ناپذیر می باشد. این مسئله در جوگزارش شده است (Chand *et al.*, 2008 ؛ آقایی و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین نتیجه گیری و انتخاب ژنوتیپ های برتر بر اساس نتایج تجزیه مرکب و مقایسه میانگین عملکرد دانه کافی نبوده و باید برای تعیین درجه پایداری عملکرد ژنوتیپ ها از روش های مختلف تجزیه پایداری استفاده کرد.

جدول ۱- آمار بارندگی( به میلی متر) طی سه سال بررسی (۸۸-۱۳۸۵) در ایستگاه های تحقیقات کشاورزی دیم

| ایستگاه | مـــــراغه | | | قاملو | | | سراورود | | | زنجان | | | اردبیل | | | ارومیه | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ماه سال | اول | دوم | سوم | اول | دوم | سوم | اول | دوم | سوم | اول | دوم | سوم | اول | دوم | سوم | اول | دوم | سوم |
| مهر | ۲۱/۲ | ۲/۷ | ۳۴/۱ | ۳۵/۲ | ۰ | ۰ | ۱۱/۷ | ۱/۲ | ۰ | ۲۳/۲ | ۶/۱ | ۳/۶ | ۳۲/۷ | ۲/۳ | ۳۸/۳ | ۱۶/۷ | ۰ | ۶/۷ |
| آبان | ۱۴۴ | ۱۳/۲ | ۷۲/۱ | ۱۰۶/۳ | ۳/۲ | ۸۹/۴ | ۱۴۶/۳ | ۵/۲ | ۸۴/۱ | ۸۸/۱ | ۱۷/۷ | ۵۲/۴ | ۲۱ | ۳/۶ | ۵۰/۲ | ۱۵۷/۹ | ۵/۳ | ۱۲۰/۱ |
| آذر | ۰/۷ | ۳۱/۹ | ۱/۸ | ۹ | ۵۲/۴ | ۲۱/۷ | ۲۰/۲ | ۳۴/۳ | ۴۸/۴ | ۱۲/۳ | ۱۰۲/۶ | ۲/۵ | ۵/۸ | ۶۱/۴ | ۶/۴ | ۵ | ۳۹/۷ | ۳ |
| دی | ۱۳/۴ | ۲/۷ | ۷/۷ | ۲۱/۱ | ۸/۷ | ۴۳/۳ | ۳۶/۶ | ۲۲/۷ | ۳۳/۳ | ۲۲ | ۲۵/۶ | ۳۹/۲ | ۱۹/۳ | ۶/۲ | ۳/۸ | ۱۶/۸ | ۱۳/۲ | ۲۴/۵ |
| بهمن | ۴۱/۵ | ۳۲/۶ | ۳۳/۳ | ۲۷/۸ | ۲۵/۴ | ۴۴/۴ | ۷۸/۲ | ۳۶/۲ | ۵۲/۷ | ۴۲/۲ | ۲۸/۹ | ۴۶/۷ | ۲۷/۵ | ۲۹/۸ | ۱۲/۲ | ۵۵/۳ | ۵۱/۴ | ۷/۸ |
| اسفند | ۴۱/۸ | ۴۰/۷ | ۴۶/۱ | ۲۶ | ۴۸/۱ | ۲۴/۱ | ۵۲/۴ | ۳۵/۸ | ۱۸/۳ | ۳۳/۳ | ۲۶/۲ | ۲۸/۸ | ۶۲/۴ | ۲۴/۶ | ۸/۱ | ۴۰/۹ | ۳۶/۸ | ۸۳/۶ |
| فروردین | ۹۲/۳ | ۵/۹ | ۴۶/۸ | ۱۱۱/۲ | ۳۱ | ۸۱/۳ | ۱۳۰/۶ | ۴/۸ | ۳۶/۱ | ۱۲۱/۸ | ۵/۶ | ۴۵/۱ | ۷۸/۲ | ۱۴/۶ | ۳۹/۳ | ۶۷/۴ | ۲/۲ | ۵۴/۱ |
| اردیبهشت | ۵۳/۴ | ۶/۶ | ۳۴/۲ | ۱۱۴ | ۵/۶ | ۴۴ | ۷۴ | ۱۸/۵ | ۱۵/۲ | ۸۲/۱ | ۴/۴ | ۶۴/۴ | ۲۶/۶ | ۳۲/۳ | ۲۷/۷ | ۵۸/۹ | ۱۱/۷ | ۸/۸ |
| خرداد | ۹/۶ | ۱/۳ | ۲۱ | ۱ | ۰ | ۵/۵ | ۱/۸ | ۰/۴ | ۰/۲ | ۲۲/۶ | ۰/۲ | ۲۶/۱ | ۲۵/۶ | ۴/۶ | ۳۲/۶ | ۴۵/۳ | ۰ | ۶/۳ |
| مجموع | ۴۱۷/۹ | ۱۳۷/۶ | ۲۹۷/۱ | ۴۵۱/۶ | ۱۷۴/۴ | ۳۵۳/۷ | ۵۵۱/۸ | ۱۵۹/۱ | ۲۸۸/۳ | ۴۴۷/۶ | ۲۱۷/۳ | ۳۰۸/۸ | ۲۹۹/۱ | ۱۷۹/۴ | ۲۱۸/۶ | ۴۶۴/۲ | ۱۶۰/۳ | ۳۱۴/۹ |

جدول ۲- شجره ارقام و لاین ها

| شماره لاین | شجره |
|---|---|
| ۱ | Yesevi-93/Sahand OMR-0MR-OMA-OMR-OMR |
| ۲ | Rhn-03/Lignee 640//ICB-102411/4/Arr/Esp//Alger/Ceres 362-1-1/3/ICB-100175 ICBH96-0577-OAP-OMR-0MR-OMA-OMR-OMR |
| ۳ | Mahali Shehr Kurd/Tokak ICBH97-0011-OMR-OMR |
| ۴ | Roho//Alger/Ceres362-1-1/3/Alpha/Durra/4/ICB-107766/3/Yea560.2//Luther/BK259 ICB01-1724 |
| ۵ | PAMIR-158/ZDM1454 ICBH95-0211-0AP-0Shi-0Shi-0Shi-5Shi |
| ۶ | TARM-92 |
| ۷ | ALPHA/QUINN//PAMIR68 |
| ۸ | YESEVI93//TIRCHMIR-43 |
| ۹ | TOKAK//STEPTO/ANTARES |
| ۱۰ | MAHALI SHEHR KURD/3/CWB117-77-9-7//… |
| ۱۱ | Local check |
| ۱۲ | Abidar(Check) |

جدول۳- نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب (میانگین مربعات) سه ساله عملکرد دانهٔ ژنوتیپ های تحت بررسی جودر مناطق مختلف

| منابع تغییرات | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات (MS) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مراغه | قاملو | سرارود | زنجان | اردبیل | ارومیه |
| سال | ۲ | ۴۰۳۷۳۴۹$^{*}$ | ۲۲۸۶۶۱۰۳$^{**}$ | ۱۱۷۰۱۰۳۶۹$^{**}$ | ۶۵۱۹۴۷۰۹$^{**}$ | ۶۵۰۲۷۷۲$^{**}$ | ۶۶۲۲۵۸۹۱$^{**}$ |
| اشتباه ۱ | ۹ | ۹۳۵۶۳۴ | ۷۶۱۵۳۰ | ۴۶۷۳۴۴ | ۱۴۰۵۴۵ | ۱۵۵۱۹۳ | ۷۱۷۴۰۸ |
| ژنوتیپ | ۱۱ | ۳۰۸۸۶۳$^{**}$ | ۲۴۰۲۲۳$^{ns}$ | ۴۹۰۶۶۸$^{**}$ | ۱۸۳۶۲۰$^{*}$ | ۴۱۲۳۴۴$^{**}$ | ۱۵۲۱۴۰$^{*}$ |
| سال×ژنوتیپ | ۲۲ | ۱۱۶۹۳۴$^{ns}$ | ۵۲۰۷۶$^{ns}$ | ۵۸۷۰۹۹$^{**}$ | ۱۰۸۲۳۷$^{ns}$ | ۹۱۴۳۶$^{ns}$ | ۱۳۴۵۷۰$^{**}$ |
| اشتباه ۲ | ۹۹ | ۱۲۹۲۸۲ | ۲۰۹۰۴۷ | ۱۸۰۶۹۵ | ۹۷۸۹۱ | ۱۶۰۱۰۴ | ۶۵۱۷۷ |
| %CV | - | ۱۵/۸ | ۲۴/۳ | ۱۶/۷ | ۱۹/۸ | ۲۴/۷ | ۱۳/۷ |

$^{**}$، $^{*}$ و ns بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

جدول۴- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) عملکرد دانه ژنوتیپ های جو طی سه سال بررسی در شش مکان

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| سال | ۲ | ۱۴۹۵۵۰۰۷۵ ** |
| مکان | ۵ | ۲۰۷۸۵۹۷۸ ** |
| مکان ×سال | ۱۰ | ۲۶۴۵۷۴۲۴ ** |
| اشتباه ۱ | ۵۴ | ۵۲۹۶۰۹ |
| ژنوتیپ | ۱۱ | ۳۳۸۱۹۳ ** |
| سال × ژنوتیپ | ۲۲ | ۲۱۰۴۱۶ ns |
| مکان × ژنوتیپ | ۵۵ | ۲۸۹۹۳۳ ** |
| سال × مکان × ژنوتیپ | ۱۱۰ | ۱۷۵۹۸۷ * |
| اشتباه ۲ | ۵۹۴ | ۱۴۰۳۶۶ |

**و * بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و ns غیرمعنی‌دار CV%: ۱۹/۱

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین عملکرد دانهٔ ژنوتیپ های آزمایشی در سالها و مکانها و تک تک مکانها در سه سال

| شماره ژنوتیپ | عملکرد دانـــــه (کیلوگرم در هکتار) متوسط عملکرد در سالها و مکانها | مراغه | قاملو | سرارود | زنجان | اردبیل | ارومیه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۹۶۹C | ۲۴۷۱C | ۱۶۹۳C | ۲۳۲۴E | ۱۵۸۳C | ۱۸۵۰B | ۱۸۹۲C |
| ۲ | ۱۹۸۷C | ۲۲۲۳C | ۲۰۲۰C | ۲۷۱۶C | ۱۵۶۷C | ۱۵۷۶C | ۱۸۲۳C |
| ۳ | ۲۰۰۰C | ۲۲۹۲C | ۲۱۰۱C | ۲۷۰۲C | ۱۵۷۳C | ۱۳۴۸C | ۱۹۸۲C |
| ۴ | ۱۸۲۷E | ۱۹۴۱D | ۱۸۲۰C | ۲۸۱۳C | ۱۳۳۷C | ۱۳۵۱C | ۱۷۰۱D |
| ۵ | ۲۰۲۴C | ۲۵۳۱C | ۲۰۰۳C | ۲۳۵۹E | ۱۶۷۵C | ۱۶۰۸C | ۱۹۶۹C |
| ۶ | ۱۹۵۸C | ۲۳۳۹C | ۱۸۹۴C | ۲۳۰۲E | ۱۵۷۷C | ۱۸۲۵B | ۱۸۱۱C |
| ۷ | ۱۸۹۰D | ۲۰۷۴C | ۱۷۴۳C | ۲۶۱۱C | ۱۳۹۸8C | ۱۶۶۰C | ۱۸۵۵C |
| ۸ | ۱۹۳۰C | ۲۳۰۰C | ۱۶۲۷D | ۲۳۹۶E | ۱۷۰۵C | ۱۶۸۹C | ۱۸۶۵C |
| ۹ | ۲۰۶۱C | ۲۳۸۷C | ۱۸۱۵C | ۲۵۰۸D | ۱۷۵۶C | ۱۹۳۴A | ۱۹۶۴C |
| ۱۰ | ۱۹۰۳D | ۲۲۷۰C | ۱۹۳۳C | ۲۳۶۷E | ۱۴۷۵C | ۱۵۰۶C | ۱۸۶۵C |
| ۱۱ | ۱۹۴۵C | ۲۱۹۷C | ۱۹۲۷C | ۲۵۹۳C | ۱۶۶۶C | ۱۶۳۱C | ۱۶۵۳D |
| ۱۲ | ۲۰۵۰C | ۲۲۹۷C | ۱۹۵۹C | ۲۸۹۲C | ۱۶۲۸C | ۱۴۹۲C | ۲۰۳۲C |
| LSD5% | ۱۲۲/۶ | | | | | | |
| LSD1% | ۱۶۱/۴ | | | | | | |
| LSD5% | | | | ۳۰۰/۴ | | | |
| LSD1% | | | | ۳۹۵/۲ | | | |

B:عملکرد بالاتر از شاهد در سطح احتمال ۵٪ A: عملکرد بالاتر از شاهد در سطح احتمال ۱٪ ، D: عملکرد کمتر از شاهد در سطح احتمال ۵٪ ، E: عملکرد کمتر از شاهد در سطح احتمال ۱٪ و C: عملکرد در سطح شاهد (بدون اختلاف معنی‌دار)

## نتایج حاصل از بررسی سازگاری و پایداری عملکرد دانهٔ ژنوتیپ های آزمایشی

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه ژنوتیپ ها بر مبنای روش ابرهارت و راسل (۱۹۶۶) در جدول ۶ نشان داده شده است. اثرات ژنوتیپ ها معنی دار نشده بود، یعنی بین ژنوتیپ ها اختلاف معنی داری وجود ندارد. ولی اثرات محیط معنی دار شده بود که نشان از تفاوت بسیار معنی دار بین محیط ها دارد. معنی داری واریانس محیط (خطی) حاکی از این بود که تغییرات عملکرد محیط ها ( شاخص محیطی ) از روند خطی قابل توجهی برخوردار است. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (خطی) نیز معنی دار گردید که نشان دهنده تفاوت معنی دار ژنوتیپ ها از لحاظ شیب خطی رگرسیون است. بعبارت دیگر ضریب رگرسیونی برخی ژنوتیپ ها با عدد یک اختلاف معنی دار داشته است. می توان نتیجه گرفت که ارقام و لاین ها عکس العمل متفاوتی به شرایط محیطی نشان داده اند. میانگین مربعات انحراف از رگرسیون

برای رقم ۴ معنی دار شد که نشان دهنده پراکندگی عملکرد آن در اطراف خط رگرسیون است ( جدول ۶ ).

به منظور مطالعه واکنش ژنوتیپ ها در محیط های مختلف، نمودار سازگاری آن ها ( پراکنش ژنوتیپ ها بر حسب میانگین عملکرد دانه و ضریب رگرسیون خطی) ترسیم گردید ( شکل ۱). با توجه به اینکه ژنوتیپ هایی که روی خط b= 1 قرار گرفته اند، بالاترین سازگاری عمومی را دارند، طبق شکل ۱ ملاحظه می شود که لاین های ۳ و ۶ نزدیک خط b= 1 می باشند و چنین به نظر می رسد که این لاین ها دارای سازگاری عمومی هستند و چون میانگین عملکرد خوبی دارند، می توان گفت که سازگاری عمومی مطلوبی را دارا می باشند. در برخی تحقیقات، از آماره های شیب خط رگرسیون و متوسط عملکرد هر رقم برای تعیین پایداری استفاده شده است (Harsh *et al.*,2000). نتایج بررسی پایداری ژنوتیپ ها با استفاده از پارامترهای پایداری ابرهارت و راسل به همراه میانگین هر رقم در جدول ۷ آورده شده است. واریانس انحراف از رگرسیون که پارامتر دیگر پایداری ابرهارت و راسل می باشد، برای لاین های ۳ ، ۶ و ۹ در بین ژنوتیپ های مورد بررسی پایین بود. لاین های شماره ۱، ۵ و ۹ با این که دارای عملکرد بالایی بودند، ولی ضریب رگرسیون آن ها کوچک تر از یک بود و لذا این ژنوتیپ ها دارای سازگاری خصوصی خوب در مناطق با شرایط نامساعد بودند. رقم آبیدر (شماره ۱۲) با عملکرد بالاتر از میانگین کل دارای بیشترین ضریب رگرسیونی معنی دار و بزرگ تر از یک بود که حاکی از بالا بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای این رقم می باشد و دلیلی بر سازگاری خصوصی آن با محیط های مساعد است که می تواند با بهتر شدن شرایط عملکرد بالایی نشان دهد. همچنین لاین شماره ۴ با داشتن پایین ترین میانگین عملکرد و ضریب رگرسیونی بالای معنی دار، ژنوتیپی مناسب برای محیط های ضعیف بود ( جدول ۷ ). این لاین بالاترین انحراف از خط رگرسیون را داشت که حاکی از ناپایدار بودن عملکرد آن در بین ژنوتیپ های مورد ارزیابی است. آقایی و همکاران ( ۱۳۸۹) در تجزیه پایداری به روش ابرهارت و راسل ۲۰ لاین پیشرفته جو و دو رقم شاهد در سه شرایط دیم طی سه سال زراعی در ایستگاه تحقیقاتی سرارود کرمانشاه گزارش نمودند که ۶ ژنوتیپ از لحاظ عملکرد دانه برتر از بقیه ژنوتیپ‌ها هستند. اختلاف ضریب رگرسیون اغلب آنها با عدد یک معنی دار نبود و این موضوع نشان دهنده واکنش مشابه آنها به تغییرات محیط های مورد آزمون بود، اما از لحاظ معیار سوم این روش پایداری ( واریانس انحراف از خطی )، سه تا از آنها دارای واریانس معنی دار و در نتیجه نوسان عملکرد بودند. بنابر این، طبق این روش، سه ژنوتیپ باقی مانده انتخاب شدند. در آزمایشی دیگر ۳۰ لاین جو به همراه شش رقم شاهد در سه محیط از نظر پایداری عملکرد مورد مطالعه قرار گرفتند. براساس نتایج به دست آمده، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی دار گردید و چهار ژنوتیپ با عملکرد بالا، ۱= bi و $S^2d$ پایین به عنوان پایدارترین ژنوتیپ ها برای تمام محیط ها شناسایی شدند ( Chand *et al.*, 2008).

براساس نتایج حاصل از آماره ضریب تغییرات عملکرد دانه (CV%) در ۱۸ محیط (شش مکان در سه سال)، کمترین ضریب تغییرات مربوط به لاین شماره ۹ (۳۹/۷٪) بود. بر این اساس، لاین های ۹، ۵، ۱۰ و ۱ با کمترین مقدار CV جزو لاین های پایدار معرفی می شوند ( جدول ۸). در این روش ممکن است ژنوتیپ هایی به عنوان پایدار انتخاب شوند که عملکرد کمتری دارند و لذا استفاده از این معیار به تنهایی می تواند اشتباه آمیز باشد. البته در این تحقیق ژنوتیپ های ۹، ۵ و ۱ دارای میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل بودند و می توانند از نظر این معیار به عنوان پایدار با عملکرد بالا تلقی شوند. بر اساس پارامتر واریانس محیطی رومر (۱۹۱۷)، پایدارترین لاین ها به ترتیب ۱۰، ۹، ۱ و ۵ با کمترین واریانس محیطی بودند که مشابه نتایج حاصل از پارامتر ضریب تغییرات است ( جدول ۸). آکورا و همکاران (۲۰۰۶) نیز از روش های واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی به منظور دستیابی به ارقام پایدار استفاده کردند. روش ضریب تغییرات محیطی به علت معرفی ارقامی که علاوه بر عملکرد بالا دارای پایداری بیولوژیک هستند، یک برتری نسبی در مقایسه با دیگر روش ها دارد ( Rao and Prabhakaran, 2000). هر چند که پارامترهای نوع یک (واریانس محیطی و ضریب تغییرات) وراثت پذیر هستند و می توانند معیار مناسبی برای گزینش ارقام به شمار آیند، ولی همیشه نمی توان از این طریق به پایدارترین و در عین حال پرمحصول ترین رقم دست یافت (Lin and Binns, 1991). بنابراین استفاده از روش های دیگر در کنار این روش ها برای رسیدن به رقم پایدار و پر محصول ضروری است. با استفاده از شاخص های واریانس پایداری شوکلا و ریک، لاین های ۲، ۸، ۱۰ و ۳ جزو پایدارها محسوب می شوند. از بین آنها ژنوتیپ های ۲ و ۳ با میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل به عنوان پایدارترین لاین ها با عملکرد بالا انتخاب شدند که می توان گفت نسبت به محیطهای مختلف سازگاری عمومی دارند و برای اکثر مناطق توصیه می شوند ( جدول ۸). در مطالعه معتمدی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی ۲۰ لاین و رقم گندم نان، بر اساس روش ابرهارت و راسل، سه لاین با ضریب رگرسیون نزدیک یک و عملکردی بالاتر از میانگین دارای سازگاری عمومی شناخته شدند. بر مبنای روش های ریک و شوکلا نیز ۴ لاین به عنوان لاین های پایدارتر معرفی شدند. زای (۱۹۹۶) بیان کرد به دلیل اینکه واریانس محیطی با اثر سال و مکان اختلاط می یابد، می تواند دارای اریبی باشد. نتایج حاصل از این آزمایش در توافق با نظر زای است. به دلیل اینکه ژنوتیپ ۹ که بر اساس واریانس پایداری شوکلا (۵۳۵۴۷/۴۹) دارای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بالاتری بوده و در رتبه هشتم از نظر این شاخص بود، با واریانس محیطی کمتر در رتبه دوم قرار داشت (جدول ۸). نتایج حاصل از تخمین پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ های آزمایشی به روش پارامتر تیپ چهار لین و بینز (۱۹۹۱) نشان داد که کمترین واریانس درون مکانی در بین ژنوتیپ های مورد بررسی مربوط به ژنوتیپ‌شماره ۹ ( ۱۰۵۹۹) می باشد (جدول ۸). نتایج مربوط به این پارامتر پایداری نیز حاکی از آن بود که پایدارترین ژنوتیپ ها به ترتیب ۹، ۱۲، ۲ و ۵ با کمترین میانگین مربعات درون مکانی هستند که همگی جزو لاین های با عملکرد بالاتر از میانگین کل بوده و توجیه لازم برای انتخاب شدن را دارا می باشند. در این

روش برخی از ژنوتیپ های با عملکرد بالا مانند لاین های ۱۲ و ۳ به دلیل نوسان عملکرد بالا به عنوان لاین پایدار انتخاب نشدند ( جدول ۸ ).

براساس نتایج حاصل از تجزیه پایداری به روش غیرپارامتری رتبه‌بندی در ۱۸ محیط، در بین ارقام و لاین‌های آزمایشی، کمترین میانگین رتبه ( $\overline{R}$ ) برابر با ۴/۱۶۷ متعلق به ژنوتیپ شمارهٔ ۹ بود. پس از لاین مذکور ژنوتیپ های شماره ۴ و ۱۲ با میانگین رتبه ۴/۵ قرار گرفتند. کمتر بودن میانگین رتبه در این روش نشانگر پرمحصول بودن ژنوتیپ است. همچنین نتایج حاصل از بررسی انحراف معیار رتبه (SDR) نشان داد که کمترین انحراف معیار رتبه متعلق به ژنوتیپ های شماره ۱۰ و ۴ به میزان ۱/۹۴ و۲/۸ می باشد (جدول ۹ ). مقادیر مربوط به نسبت شاخص عملکرد(Y.I.R) که بر پایه میانگین نتایج سه سال زراعی محاسبه می شود، معیار غیرپارامتری دیگری است که بر پایه آن ژنوتیپ شماره ۹ با اختصاص بالاترین عدد (۱۰۵/۰۷ درصد) در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه، بهترین ژنوتیپ بر پایه این معیار بود. ژنوتیپ های شماره۱۲، ۵، ۳ و ۲ پس از ژنوتیپ شماره ۹ در مکان بعدی از جنبه پایداری عملکرد قرار گرفتند و ژنوتیپ های شماره ۴، ۷ و ۱۰ که از نسبت شاخص عملکرد پائینی برخوردار بودند، ناپایدار تلقی شدند. این شاخص که ژنوتیپ ها را منحصراً بر پایه میانگین عملکرد گروه بندی می کند، می تواند مکمل دو معیار میانگین رتبه و انحراف معیار آن در گزینش ژنوتیپ های پایدار باشد. بر اساس سه معیار رتبه، ژنوتیپ های شماره ۹، ۱۲ و ۲ در گروه پایدار قرار گرفتند (جدول ۹). در روش های غیر پارامتری، ژنوتیپ ها قابل گروه بندی برای سازگاری عمومی و خصوصی نیستند و این موضوع مشکل اساسی این روش ها می باشد. ولی در آزمایش های ژنوتیپ × سال و یا ژنوتیپ × مکان می توان با استفاده از این روش ها گزینش مطلوبی را برای ژنوتیپ های پایدار انجام داد. بکر و لئون (۱۹۸۸) آزمون هایی را برای اثر متقابل رتبه ارایه و مشخص کردند که یک ژنوتیپ وقتی پایدار شناخته می شود که رتبه آن در محیط های مختلف ثابت باشد. روستایی و همکاران (۱۳۸۳) در بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام گندم مناطق نیمه گرمسیر و گرمسیر دیم اظهار داشتند که روش رتبه در شرایط دیم بهتر از سایر روش ها در گزینش ارقام پایدار و پرمحصول عمل می کند. واعظی و همکاران (۱۳۹۰ ) در ارزیابی میزان سازگاری و پایداری ارقام جو تحت شرایط گرمسیری و نیمه گرمسیری کشور لاین شماره ۱۳ را از نظر متوسط رتبه عملکرد بهترین لاین شناختند. این لاین با عنوان رقم جدید ماهور معرفی شده است.

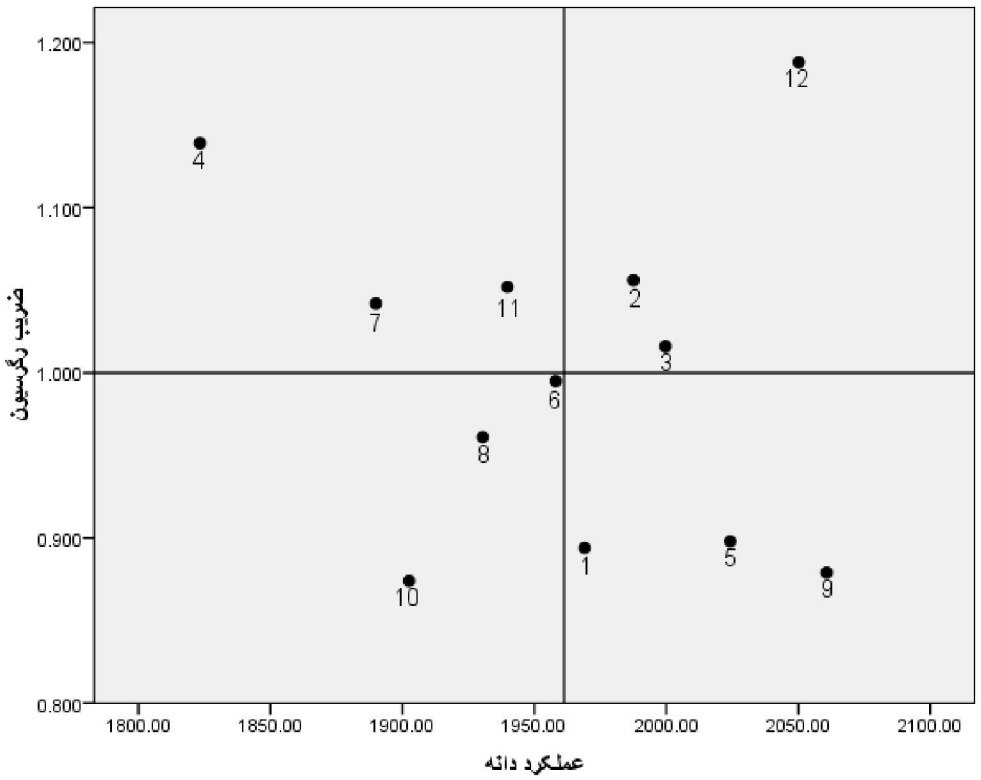
در نهایت از این تحقیق می توان نتیجه گرفت که روش های مختلف پایداری نتایج کم و بیش مشابهی را نشان می دهند. ولی روش ابرهارت و راسل با در نظر گرفتن چند آماره برای گزینش پایدارترین و روش لین و بینز به دلیل وراثت پذیر و ژنتیکی بودن می توانند روش بهتری برای تجزیه پایداری محسوب گردند. در این تحقیق علیرغم وجود تفاوت هایی که در نتایج روشهای مختلف پایداری وجود داشت، ژنوتیپ شماره ۹ با شجره (TOKAK//STEPTO/ANTARES) که یکی از کراس های رقم سهند می باشد، با بیشترین میانگین

عملکرد (۲۰۶۰/۷) و ژنوتیپ های ۲ و ۵ به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۹۸۷/۵ و ۲۰۲۴/۲ کیلوگرم در هکتار بر اساس اکثر آماره های پایداری استفاده شده، برتر و دارای سازگاری عمومی خوبی بودند و می توانند جهت بررسی های تکمیلی در شرایط زارعین مورد بررسی قرار گیرند.


## قدر دانی

این پژوهش با استفاده از امکانات موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور اجرا شد. لذا لازم می دانم از مسئولان موسسه و سایر همکاران خود در ایستگاه های مراغه، قاملو، زنجان، ارومیه، اردبیل و سرارود کرمانشاه به خاطر همکاری و مساعدت در اجرای این تحقیق سپاسگزاری نمایم


.




شکل ۱- پراکنش ژنوتیپ های جو بر حسب عملکرد دانه و ضریب رگرسیون

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس بر اساس روش ابرهارت- راسل در ژنوتیپ های جو

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| کل | ۲۱۵ | - |
| ژنوتیپ | ۱۱ | ۸۶۴۷۶/۱۳ ns |
| محیط | ۱۷ | ۹۸۲۳۱۳۸/۰۴ ** |
| ژنوتیپ × محیط | ۱۸۷ | ۶۴۰۳۶/۱۳ ** |
| (ژنوتیپ × محیط)+ محیط | ۲۰۴ | ۸۷۷۲۹۴/۶۲ |
| محیط (خطی) | ۱ | ۱۶۶۹۸۱۵۷۵/۹ ** |
| ژنوتیپ × محیط (خطی) | ۱۱ | ۱۴۷۴۰۱/۰۷ ** |
| انحراف از رگرسیون | ۱۹۲ | ۵۳۹۸۴/۹۷ ** |
| ژنوتیپ۱ | ۱۰ | ۴۸۳۰۵/۶۲ ns |
| ژنوتیپ۲ | ۱۰ | ۲۰۵۲۰/۴۷ ns |
| ژنوتیپ۳ | ۱۰ | ۳۸۸۵۲/۸۶ ns |
| ژنوتیپ۴ | ۱۰ | ۱۰۱۵۴۲/۸۱ ** |
| ژنوتیپ۵ | ۱۰ | ۵۶۴۰۲/۷ ns |
| ژنوتیپ۶ | ۱۰ | ۴۱۴۵۹/۷۸ ns |
| ژنوتیپ۷ | ۱۰ | ۴۲۷۶۴/۲۷ ns |
| ژنوتیپ۸ | ۱۰ | ۲۸۱۸۹/۱۲ ns |
| ژنوتیپ۹ | ۱۰ | ۳۹۲۴۶/۸ ns |
| ژنوتیپ۱۰ | ۱۰ | ۲۴۵۶۵/۶۲ ns |
| ژنوتیپ۱۱ | ۱۰ | ۴۲۶۸۱/۹۷ ns |
| ژنوتیپ۱۲ | ۱۰ | ۳۳۹۱۰/۶۶ ns |
| اشتباه مرکب | ۵۹۴ | ۳۵۰۹۱/۵ |

جدول ۷- پارامترهای پایداری ابرهارت و راسل در ژنوتیپ های جو

| ژنوتیپ | میانگین عملکرد (Kg/ha) | ضریب رگرسیون فنیلی و ویلکینسون(bi) | انحراف از خط رگرسیون ($S^2_{di}$) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۹۶۹/۰۳ | ۰/۸۹۴ ns | ۱۳۲۱۴/۱۲ |
| ۲ | ۱۹۸۷/۵۳ | ۱/۰۵۶ ns | -۱۴۵۷۱/۰۳ |
| ۳ | ۱۹۹۹/۶۸ | ۱/۰۱۶ ns | ۳۷۶۱/۳۶ |
| ۴ | ۱۸۲۳/۳۵ | ۱/۱۳۹* | ۶۶۴۵۱/۳۱ |
| ۵ | ۲۰۲۴/۱۵ | ۰/۸۹۸ ns | ۲۱۳۱۱/۲ |
| ۶ | ۱۹۵۸/۰۴ | ۰/۹۹۵ ns | ۶۳۶۸/۲۸ |
| ۷ | ۱۸۸۹/۹۹ | ۱/۰۴۲ ns | ۷۶۷۲/۷۷ |
| ۸ | ۱۹۳۰/۴۳ | ۰/۹۶۱ ns | -۶۹۰۲/۳۸ |
| ۹ | ۲۰۶۰/۷۲ | ۰/۸۷۹ ns | ۴۱۵۵/۳ |
| ۱۰ | ۱۹۰۲/۵۴ | ۰/۸۷۴ ns | -۱۰۵۲۵/۸۸ |
| ۱۱ | ۱۹۳۹/۷۹ | ۱/۰۵۲ ns | ۷۵۹۰/۴۷ |
| ۱۲ | ۲۰۵۰/۱۸ | ۱/۱۸۸* | -۱۱۸۰/۸۴ |

جدول ۸- پارامترهای مختلف پایداری در ۱۲ ژنوتیپ جو

| ژنوتیپ | میانگین عملکرد (Kg/ha) | واریانس محیطی ($S^2i$) | ضریب تغییرات محیطی (CV%) | واریانس شوکلا ($\sigma_i^2$) | اکووالانس ریک (Wi) | واریانس درون مکانی لین و بینز |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۹۶۹/۰۳ | ۷۰۰۴۲۳/۹۲ | ۴۲/۵ | ۶۰۵۱۳/۶۴ | ۹۲۶۹۲۱/۵۸ | ۲۲۸۵۸ |
| ۲ | ۱۹۸۷/۵۳ | ۹۳۳۰۲۵/۸۱ | ۴۸/۶ | ۲۱۱۱۱/۵ | ۳۷۱۹۶۱/۸ | ۱۴۱۶۳ |
| ۳ | ۱۹۹۹/۶۸ | ۸۸۱۶۹۶/۲۱ | ۴۷ | ۳۹۰۲۱/۷۱ | ۶۲۴۲۱۸/۳ | ۱۹۷۰۹ |
| ۴ | ۱۸۲۳/۳۵ | ۱۱۵۸۹۲۹/۶۸ | ۵۸/۶ | ۱۲۹۲۹۲/۷۲ | ۱۸۹۵۶۴۱ | ۴۴۰۷۹ |
| ۵ | ۲۰۲۴/۱۵ | ۷۱۳۶۴۰/۲۳ | ۴۱/۷ | ۶۸۹۱۷/۰۹ | ۱۰۴۵۲۸۰ | ۱۷۰۷۱ |
| ۶ | ۱۹۵۸/۰۴ | ۸۵۰۹۲۶/۸۵ | ۴۷/۱ | ۴۱۷۴۷/۳ | ۶۶۲۶۰۶/۹ | ۲۱۶۷۲ |
| ۷ | ۱۸۸۹/۹۹ | ۹۲۹۴۹۶/۸ | ۵۱ | ۴۴۹۸۳/۰۸ | ۷۰۸۱۸۱/۳ | ۲۷۱۲۷ |
| ۸ | ۱۹۳۰/۴۳ | ۷۸۳۳۸۷/۶۳ | ۴۵/۸ | ۲۸۱۱۴/۷ | ۴۷۰۵۹۸/۵ | ۲۵۵۹۴ |
| ۹ | ۲۰۶۰/۷۲ | ۶۷۰۱۶۷/۲۹ | ۳۹/۷ | ۵۳۵۴۷/۴۹ | ۸۲۸۸۰۶/۷ | ۱۰۵۹۹ |
| ۱۰ | ۱۹۰۲/۵۴ | ۶۴۸۴۶۰/۸۳ | ۴۲/۳ | ۳۸۲۱۳/۲۳ | ۶۱۲۸۳۱/۲ | ۲۷۵۷۷ |
| ۱۱ | ۱۹۳۹/۷۹ | ۹۴۷۰۱۷/۴۹ | ۵۰/۴ | ۴۵۹۸۰/۱۵ | ۷۲۲۲۲۴/۵ | ۱۹۷۶۴ |
| ۱۲ | ۲۰۵۰/۱۸ | ۱۱۸۸۷۲۶/۷۲ | ۵۳/۲ | ۶۸۳۷۰/۸۹ | ۱۰۳۷۵۸۷ | ۱۱۹۳۴ |

جدول ۹- مقادیر آماره های نا پارامتری برای ژنوتیپ های جو

| ژنوتیپ | میانگین عملکرد (Kg/ha) | میانگین رتبه ($\overline{R}$) | انحراف معیار رتبه (SDR) | نسبت شاخص عملکرد (Y.I.R.) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۹۶۹/۰۳ | ۶/۱۶۷ | ۴/۰۷ | ۱۰۰/۳۹ |
| ۲ | ۱۹۸۷/۵۳ | ۶/۶۶۷ | ۳/۲۶ | ۱۰۱/۳۴ |
| ۳ | ۱۹۹۹/۶۸ | ۵/۶۶۷ | ۴/۱۳ | ۱۰۱/۹۶ |
| ۴ | ۱۸۲۳/۳۵ | ۹/۳۳۳ | ۳/۸۸ | ۹۲/۹۷ |
| ۵ | ۲۰۲۴/۱۵ | ۴/۵ | ۳/۳۳ | ۱۰۳/۲ |
| ۶ | ۱۹۵۸/۰۴ | ۷/۱۶۷ | ۳/۴۳ | ۹۹/۸۳ |
| ۷ | ۱۸۸۹/۹۹ | ۸/۳۳۳ | ۲/۸ | ۹۶/۳۶ |
| ۸ | ۱۹۳۰/۴۳ | ۶/۳۳۳ | ۳/۵ | ۹۸/۴۳ |
| ۹ | ۲۰۶۰/۷۲ | ۴/۱۶۷ | ۳/۲۵ | ۱۰۵/۰۷ |
| ۱۰ | ۱۹۰۲/۵۴ | ۷/۸۳۳ | ۱/۹۴ | ۹۷ |
| ۱۱ | ۱۹۳۹/۷۹ | ۷/۳۳۳ | ۳/۰۱ | ۹۸/۹ |
| ۱۲ | ۲۰۵۰/۱۸ | ۴/۵ | ۳/۳۹ | ۱۰۴/۵۳ |

## منابع مورد استفاده :

**آقائی م.** ۱۳۷۲. مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × سال در تعدادی از واریته های جو در منطقه تبریز. دانش کشاورزی ۴ (۱-۲).

**آقایی سربرزه م، رجبی ر، انصاری ی.** ۱۳۸۹. ارزیابی پایداری عملکرد دانه و گزینش دو مرحله ای ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی جو. مجله علوم زراعی ایران ۱۲ (۳).

**اهدایی ب.** ۱۳۷۳. اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۶۲۲ ص.

**دهقانی ح.** ۱۳۷۳. تجزیهٔ پایداری عملکرد ارقام متوسط رس و دیررس ذرت. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ علوم کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

**روستایی م.، حسینی ک، حسین پور ط، کلاته م، خلیل زا ده غ.**۱۳۸۳. مطالعه سازگاری و پایداری عملکرد دانه در ژنوتیپ های پیشرفته گندم نان در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر دیم. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۵ (۲).

**سوقی ح، کلاته عربی م، آبرودی س ع م.** ۱۳۸۵. تجزیه پایداری عملکرد دانه و بررسی روابط صفات در لاین های امیدبخش گندم نان در گرگان. پژوهش و سازندگی ۷۰:۵۶-۶۲.

**صادق زادهٔ اهری د، حسینی س ک، حسین پور ط، آلت جعفر بای ج، خلیل زاده** غ، **علیزاده دیزج خ.** ۱۳۸۴. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام گندم دوروم در آزمایشات یکنواخت سراسری مناطق دیم گرمسیری و نیمه گرمسیری. نهال و بذر ۲۱(۴): ۵۶۱-۵۷۶.

**فرشادفر ع.** ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک بیومتری در اصلاح نباتات. ویرایش دوم. انتشارات دانشگاه رازی. کرمانشاه. ایران.

**کریمی زاده ر، واعظی ب، حسین پور ط، مهربان ا، قوجق ح.** ۱۳۸۸. بررسی همبستگی و تکرارپذیری آماره های پارامتری و چندمتغیره پایداری عملکرد دانه در جو دیم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۸ (۲).

**معتمدی م، مرادی م، آهک پز ف.** ۱۳۹۰. ارزیابی سازگاری و تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپهای گندم. مجله علوم به زراعی گیاهی ۶ (۴ ).

**واعظی ب، احمدی ج.** ۱۳۸۹. ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری عملکرد لاین های پیشرفته جو در شرایط دیم. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۴۱ (۲ ).

**واعظی ب، باوی و، قنواتی م، ابراهیم پور ف، قاسمی م.**۱۳۹۰. شناسایی ارقام پایدار جو در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری با استفاده از پارامترهای پایداری. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی) ۹۳ (۴).

**وهابزاده م، امینی م، قاسمی م، ناظری م، کوهکن س.** ۱۳۸۵. مطالعه پایداری و سازگاری عملکرد دانه لاین های امیدبخش تریتیکاله. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۸: ۶۹-۸۳.

**یزدی صمدی ب، رضایی ع، ولیزاده م.**۱۳۷۷.طرح های آزمایشی در پژوهش های کشاورزی. ویرایش دوم. انتشارات دانشگاه تهران.

**Akcura M, Kaya Y, Taner S, Ayranci R**. 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. Plant Soil Environment 52: 254-261.

**Anonymous**. 2008. Agricultural stats. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Iran.

**Bahrami Sh, Bihamta MR, Salari M**. 2008. Yield stability analysis in hulless barley. Asian Journal of Plant Science 7:(6). 589-593.

**Becher HC, Leon J**.1988. Stability analysis in plant. Plant Breeding 101:1-23.

**Bhutta WM**.2007. The effect of cultivar on the variation spring wheat grain quality under drought condition. Cereal Res.Commun.35:1609-1619.

**Brandle JE, Mcverty PBE**.1994. Genotype × environment interaction and stability of seed yield of oil rapeseed corn-in Manit, B. A. Canadian Journal of Plant Science 21:233-240.

**Ceccarelli S, Grando S, Booth RH**. 2006. International Breeding programme and resource-poor farmers: Crop improvement in difficult environments. Available online at www. Icarda.cgigr.org.

**Chand N, Vishvakarma SR, Verma OP, Kumar M**. 2008. Phenotypic stability of elite barley lines over hetrogeneous environments. Barley Genetics Newsletter 38: 14-17.

**Clevland DA**. 2001. The case of yield stability. Agriculture and Human Values 18: 251-270.

**Eberhart SA, Russell WA**.1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6:36-40.

**Francis TR, Kanenberg LW**.1987. Yield stability studies in short- season maize (I). A discriptive method for genotypes. Canadian Journal of Plant Science 58:429-434.

**Harsh M, Sawhney RN, Singh S, Chaudhary S, Sarmara DN, Sharma JB**. 2000. Stability analysis of high yielding wheat at varying fertility levels . Indian Journal of Genetic 60: 471 – 476.

**Lin CS, Binns MR**. 1988. A method of analyzing cultivar × location × year experiments: A new stability parameter. Theoretical and Applied Genetics 76: 425-430.

**Lin CS, Binns MR**.1991. Genetic properties of four type of stability parameter. Theoretical and Applied Genetics 82:505-509.

**Peterson CJ, Moffatt JM, Erickson JR**. 1997. Yield stability of hybrid vs. pure line hard winter wheats in regional performance trials. Crop Science 37:116-120.

**Raffi SA, Newaz MA, Khan N**. 2004. Stability analysis for pod and seed production in dry bean. Asian Journal of Plant Science 3:239-242.

**Rao AR, Prabhakaran VT**. 2000. On some useful interrelationship among common stability parameters. Indian Journal of Genetics 60:25-36.

**Roemer T. 1917.** Sind die Ertragsreichen Sorten Erteragssichers? Mitt.DLG 32: 87-89.

**Sabaghnia N, Dehghani H, Sabaghpour SH**.2006. Nonparametric methods for interpreting genotype × environment interaction of lentil genotypes. Crop Science 46:1100-1106.

**Shukla GK**. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity 29:383-390.

**Wricks G. 1962**. Ube Eien method Zut Erfussung Der Okologischen streubreite in feldversuchen. Z.

Pflanzenzuecht 47: 92-96.

**Xie M**. 1996. Selection of stable cultivars using phenotypic variances. Crop Science.36: 572-576.

# Study on grain yield stability of barley varieties/lines in cold and semi-cold dryland areas

Farhad Ahakpaz[1], Koorosh Nadermahmoodi[2], Ali Hesami[3], Kazem Soleimani[4], Elyas Neyestani[5], Gholam Reza Abediasl[6], Hooshang Pashapoor[7], Farzad Ahakpaz [8], Mamood Teymourian[9] and Rogayyeh Dastbary [9]

*1-Assistant researcher of Dryland Agricultural Research Institute*
*2-Assistant researcher of Deputy Dryland Agricultural Research Institute – Kermanshah*
*3- Assistant researcher of Agricultural research and natural resources center of Kordestan*
*4- Researcher of Agricultural research and natural resources center of Zanjan*
*5- Assistant researcher of Dryland Agricultural Research Institute – North Khorasan*
*6- Researcher of Agricultural research and natural resources center of Ardabil*
*7- Researcher of Agricultural research and natural resources center of West Azarbayjan*
*8- Scientific member of Islamic Azad Univ. Myandoab*
*9- Researcher of Dryland Agricultural Research Institute*

## Abstract

This study was conducted to determine grain yield stability of rainfed promising barley genotypes across six rainfed research stations (Maragheh, Sararood, Uromieh, Qamloo, Zanjan and Ardabil) under cold and semi-cold conditions during three cropping seasons (2006-2009) in Iran. The studied genotypes were 10 promising barley lines along with two checks (one local and one newly released variety, (Abidar). In each environment, the experiment was arranged in randomised complete block design (RCBD) with four replications. Results of combined ANOVA showed that location, year, genotype and interactions of location×genotype and year×location×genotype had significant effect on grain yield. The genotypes had the highest and the lowest grain yield in Sararood (2549 Kg/ha) and Zanjan (1578 Kg/ha) stations, respectively. Line No. 9 with 2061 Kg/ha had the highest grain yield among the tested genotypes. Results of stability parameters (i.e., Eberhart and Russell's regression method, Lin and Binn's method, environmental coefficient of variation, environment variance, Wricke's ecovalance, Shukla's stability variance and ranking methods) showed that line No. 2, 5 and 9 had higher and stable yield in different environments. Hence, these genotypes could be recommended for cultivation under cold and semi-cold rainfed conditions of Iran.

**Keywords:** Cold rainfed, grain yield, combined ANOVA, stability analysis, barley