نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۵ شمارهٔ۱، صفحهٔ۴۴-۳۳، نیمهٔ اول۱۳۹۳

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 5, No. 1, 2014, p. 33-44

بررسی مزیّت نسبی طرح آلفا لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی در آزمایشات مقایسه عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)

همایون کانونی[1*] و محمد امتیاز[2]

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان کردستان

۲- محقق اصلاح نباتات و نماینده مرکز بین‌المللی سیمیت در پاکستان، اسلام‌آباد

(سِمَت قبلی: پژوهشگر اصلاح نخود، مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا)، حلب، سوریه)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۹

چکیده

ساختار طرح‌های آلفا لاتیس این امکان را فراهم می‌سازد که اثر بلوک ناقص از اثر باقی‌ماندهٔ کرت‌ها حذف شده و دقت مقایسات بین ژنوتیپ‌ها در یک بلوک ناقص به حداکثر برسد. در این تحقیق، به‌منظور ارزیابی ژرم‌پلاسم بین‌المللی نخود از لحاظ عملکرد دانه و سایر صفات زراعی و مقایسه طرح‌های آلفا لاتیس با طرح بلوک‌های کامل تصادفی از نقطه‌نظر توانایی شناسایی لاین‌های مطلوب، دو آزمایش خزانهٔ بین‌المللی لاین‌های برگزیدهٔ نخود (Chickpea International Elite Nursery) با عناوین CIEN-S-2010 و CIEN-LA-2010 در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در شرایط دیم ایستگاه سارال کردستان به مرحله اجرا درآمدند. این دو آزمایش هرکدام شامل ۴۵لاین آزمایشی نخود کابلی بودند که به‌صورت آلفا لاتیس ۵×۹ با دو تکرار، در نیمه دوم اسفند۱۳۸۹ کشت گردیدند. با توجه به ویژگی‌های آزمایشات، عملیات اجرایی و یادداشت‌برداری‌هایی مانند تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه در موعد مقرر انجام شدند. بر اساس تجزیه واریانس، در هر دو آزمایش، اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های تحت مطالعه وجود داشت. از خطای معیار میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها برای برآورد مزیت نسبی طرح آلفا لاتیس استفاده شد. نتایج نشان داد که تجزیه آلفا لاتیس، کارآیی بیشتری نسبت به بلوک‌های کامل تصادفی در هر دو آزمایش داشته و موجب تغییر در رتبهٔ عملکرد دانه در لاین‌های آزمایشی شد. در مجموع، لاین‌های FLIP 05-55C (با عملکرد ۹۹۲کیلوگرم در هکتار) و FLIP06-159C (با عملکرد ۷۷۳کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب در آزمایشات CIEN-LA-2010 و CIEN-S-2010 رتبه اول را به‌دست آوردند. از نتایج این تحقیق در مطالعات آتی می‌توان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آزمایشات مقایسه عملکرد، طرح آلفا لاتیس، عملکرد دانه، نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)

مقدمه

ایران با سطح زیرکشت حدود ۷۵۰هزارهکتار نخود در سال، رتبه چهارم جهان را پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه دارا است و بیش از ۹۵درصد کشت نخود در کشور به‌صورت دیم صورت می‌گیرد (Sabaghpour, 2006). در بین حبوبات کشور، از نظر میزان سطح زیرکشت مقام اول متعلق به نخود است و بیشترین سطح زیرکشت به‌ترتیب مربوط به استان‌های کرمانشاه، لرستان، آذربایجان‌غربی، کردستان و آذربایجان‌شرقی می‌باشد (Majnoun-Hosseini, 2014).

هدف اصلی و نهایی برنامه‌های اصلاحی، بهبود کیفیت محصول و افزایش عملکرد است. اما به‌دلیل این‌که عملکرد به‌عنوان یک صفت پیچیده اساساً دارای وراثت‌پذیری پایینی بوده و تحت‌تأثیر صفات دیگر نیز قرار می‌گیرد، گزینش تک‌بوته ممکن است مؤثر نباشد (Kanouni & Malhotra, 1993) و باید از روش‌هایی استفاده کرد که در آن‌ها نوعی آزمون نتاج وجود داشته باشد (Sandha & Chandra, 1967). آگاهی از حجم تنوع موجود در یک گونه برای مطالعات ژنتیکی و اصلاح نباتات اهمیت زیادی دارد، زیرا می‌تواند مبنایی برای گزینش مؤثر ژنوتیپ‌های مورد نظر باشد (Danehloueipour *et al*., 2007).

در برخی از آزمایش‌های کشاورزی، تعداد تیمار به‌قدری زیاد است که چنانچه همه آنها در یک بلوک قرار گیرند، شرط یکنواختی واحدهای آزمایشی در درون بلوک کامل از بین می‌رود و لازم است از بلوک‌های ناقص استفاده شود (Patterson & Williams, 1976). مورد دومی‌که استفاده از طرح بلوک‌های ناقص را ایجاب می‌کند، زمانی است که

* **نویسندهٔ مسئول:** سنندج، خیابان پاسداران، صندوق‌پستی: ۷۱۴، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی کردستان، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، تلفن: ۶۶۶۰۷۲۱-۰۸۷۱، همراه: ۰۹۱۸۳۷۱۴۳۱۵، hkanouni@yahoo.com

تعداد واحدهای آزمایشی در هر بلوک، از تعداد تیمارها کمتر است (Yazdi-samadi *et al*., 2002). مهم‌ترین مزیت طرح‌های بلوک ناقص این است که در آن‌ها می‌توان تعداد زیادی تیمار (۲۰۰ یا بیشتر) را مورد مطالعه قرار داد، درحالی‌که در طرح بلوک‌های کامل تصادفی محدودیت در تعداد تیمار وجود دارد. این مزیت به‌ویژه برای آزمایش‌های فاکتوریل که در آن‌ها تعداد تیمار زیاد است، حایز اهمیت می‌باشد و می‌توان این آزمایش‌ها را به‌صورت طرح بلوک‌های ناقص پیاده کرد (Patterson *et al*., 1978). مزیت دیگر طرح‌های بلوک ناقص، بالارفتن دقت در مقایسه با طرح‌های بلوک‌های کامل می‌باشد. در این‌جا، با زیادشدن تعداد تیمار، اندازه تکرار بزرگ نمی‌شود و می‌توان با استفاده از بلوک‌های کوچک در هر تکرار، میزان دقت آزمایش را افزایش داد. چنانچه مادهٔ آزمایشی دارای تغییرات زیادی بوده و بتوان آن‌را به گروه‌های مناسبی تقسیم نمود، استفاده از طرح‌های بلوک‌های ناقص حتی برای تعداد کم تیمار نیز ممکن است منجر به افزایش دقت گردد (Lamo *et al*., 2007). یکی دیگر از مزایای طرح‌های بلوک ناقص این است که بسیاری از آن‌ها را در صورت لزوم می‌توان به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه آماری قرار داد (Yau, 1997). از معایب طرح‌های بلوک‌های ناقص، دو مورد را می‌توان ذکر کرد. اول این‌که چون همه تیمارها در هر بلوک قرار ندارند، اثرات تیمار و بلوک تا حدودی اختلاط می‌یابند. به این علت، داده‌های حاصل از این طرح‌ها باید به طرز خاصی مورد تجزیه آماری قرار گیرند. عیب دوم این طرح‌ها پیچیده و طولانی‌بودن تجزیه آماری است (Yazdi-Samadi *et al*., 2002).

طرح‌های آلفا لاتیس طرح‌های تکرارداری هستند که در آن‌ها تکرارها به بلوک‌های ناقص که حاوی بخشی از لاین‌های تحت بررسی می‌باشند، تقسیم می‌گردد. در این طرح، ژنوتیپ‌ها در داخل بلوک‌ها طوری توزیع می‌شوند که هر جفت از آن‌ها در یک بلوک ناقص مشابه، با فراوانی تقریباً مساوی در کنار هم قرار می‌گیرند. لذا ساختار طرح، این امکان را فراهم می‌سازد که اثر بلوک ناقص از باقی‌ماندهٔ کرت‌ها حذف شده و استفاده از مقایسات بین ژنوتیپ‌ها در یک بلوک ناقص به حداکثر برسد (Kashif *et al*., 2011b).

سؤال اصلی این است که طرح‌های آلفا لاتیس چقدر در افزایش دقت اندازه‌گیری میانگین ژنوتیپ‌ها در آزمایشات مقایسه عملکرد در شرایط دیم مؤثر هستند. راه‌های مختلفی برای پاسخ به این سؤال وجود دارد. یکی از آن‌ها مقایسه‌کردن خطای معیار میانگین[1] یا یک آمارهٔ مرتبط، مانند حداقل تفاوت معنی‌دار[2] برای آزمایشات اجراشده به‌صورت آلفالاتیس و تجزیه‌شده به دو صورت آلفا لاتیس و بلوک‌های کامل تصادفی است (Chaudhary & Ahn, 1997; Patterson & Williams, 1976). بر اساس نتایج حاصل از چنین مقایساتی در مؤسسهٔ بین‌المللی تحقیقات برنج[3]، در آزمایشات واجد تعداد کمی لاین در پلات‌های بزرگ، بین آزمایشات آلفا لاتیس و بلوک‌های کامل، تفاوت چندانی نبود و سودمندی آلفا لاتیس زیاد نبود؛ ولی در آزمایشاتی که به‌صورت کرت‌های تک‌ردیفه و با تعداد ژنوتیپ زیاد اجرا شدند، خطای معیار در آزمایشات آلفا لاتیس نسبت به بلوک کامل بسیار کاهش یافت (Kashif *et al*., 2011a). به‌طور کلی، طرح‌های آلفا لاتیس، یک روش خالی از ریسک برای افزایش دقت آزمایشات مزرعه‌ای هستند. ضمناً اجرای طرح‌های بلوک ناقص، هزینه بیشتری نسبت به بلوک کامل دربر ندارند (Yau, 1997).

این تحقیق، به‌منظور بررسی ژرم‌پلاسم بین‌المللی نخود از لحاظ عملکرد دانه و سایر صفات زراعی و ارزیابی کارآیی نسبی طرح‌های آلفا لاتیس بر طرح بلوک‌های کامل تصادفی از نقطه‌نظر توانایی شناسایی لاین‌های پُرمحصول و واجد صفات مطلوب انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور شناسایی لاین‌های نخود تیپ کابلی با عملکرد دانهٔ بالاتر از رقم یا ارقام شاهد و دارای صفات زراعی مطلوبی مانند ارتفاع بوته زیاد و وزن۱۰۰دانهٔ بالا، دو آزمایش بین‌المللی با عناوین CIEN-S-2010 و CIEN-LA-2010 تحت شرایط کشت بهارهٔ دیم در ایستگاه سارال کردستان اجرا شدند. این ایستگاه در ارتفاع ۲۱۲۰متری از سطح دریا با طول جغرافیایی۴۰درجه و۷دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵درجه و۴۰دقیقهٔ شمالی، جزو مناطق استپی سرد محسوب شده و دارای رژیم رطوبتی خشک[4] و رژیم حرارتی میانی[5] است. از نقطه‌نظر فیزیوگرافی، این منطقه در زمرهٔ فلات‌های مسطح مرتفع[6] دسته‌بندی می‌شود. محل اجرای این آزمایشات، دارای خاک خیلی‌عمیق به رنگ قهوه‌ای روشن (7.5 YR 6.4)، بافت متوسط و ساختمان دانه‌ای و کلوخه‌ای بود که بر روی طبقاتی به رنگ روشن تا صورتی (7.5 YR 6.5/4) با بافت سنگین و ساختمان توده‌ای حاوی مقادیر زیادی آهک بی‌شکل[7] قرارگرفته بود (Ammari,

[1] Standard Error of the Mean (SEM): $S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{MS_e}{r}}$

[2] Least Significant Difference (LSD): $t_{\alpha,df}(S_{\bar{d}})$

[3] International Rice Research Institute (IRRI)

[4] Xeric

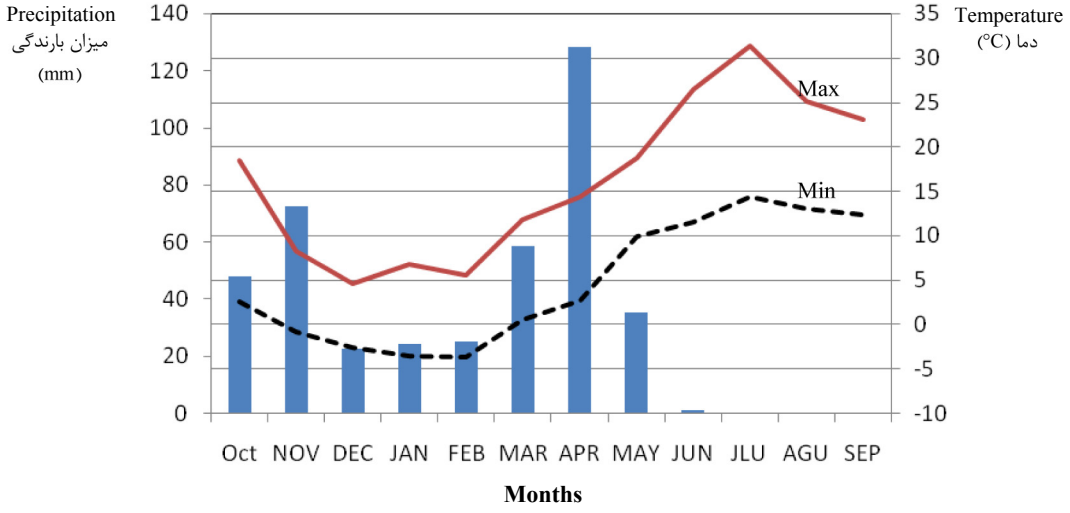
[5] Mesic

[6] Plateaux

[7] Amorphous lime

1991). در شکل ۱، میزان بارندگی و دمای ماهیانه ایستگاه اقلیم‌شناسی سارال کردستان در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ نشان داده شده است.

آزمایشات در ۲۷ اسفند۱۳۸۹ در زمین زراعی تحت آیش که عملیات خاک‌ورزی آن به‌موقع انجام شده بود، کشت شدند. بذور در مبدأ (مرکز بین‌المللی ایکاردا) با قارچ‌کش ویتاواکس ۲۰۰ ضدعفونی شده بودند و قبل از کاشت، ۳۰کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مصرف شد. آزمایش CIEN-S-2010 به‌صورت طرح آلفا ۵×۹ (۴۰ لاین آزمایشی به‌اضافهٔ چهار شاهد بین‌المللی با اسامی FLIP 85-85C، FLIP 82-150C، FLIP 93-93C و ILC 482 به همراه شاهد محلی جم) با دو تکرار، و آزمایش CIEN-LA-2010 نیز به‌صورت طرح آلفا ۵×۹ (۴۰ لاین آزمایشی به‌اضافهٔ چهار شاهد بین‌المللی با اسامی FLIP88-85C، FLIP 85-5C، FLIP 93-93C و ILC 464 به‌علاوهٔ شاهد محلی جم) در دو تکرار کشت شدند. واحدهای آزمایشی شامل دو خط چهارمتری به فواصل ۳۰سانتی‌متر از یکدیگر بودند و بذور به فواصل ۱۰سانتی‌متری هم روی خطوط قرار گرفتند.



شکل ۱ - نمودار دما و بارندگی محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

Fig. 1. Monthly rainfall and maximum and minimum temperatures during cropping season of 2009-10

در طول دورهٔ داشت، از صفاتی مانند درصد سبز محصول، تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی و ارتفاع بوته یادداشت‌برداری شد و پس از برداشت، وزن ۱۰۰دانه و عملکرد دانهٔ هر واحد آزمایشی تعیین و ثبت گردید. اثر طرح آلفا لاتیس از طریق محاسبه مزیت آن نسبت به طرح RCB ارزیابی شد. این کارآیی بر اساس خطای معیار میانگین (SEM) عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌ها برآورد گردید. هر آزمایش یک‌بار بر اساس طرح RCB و یک بار بر اساس طرح α-lattice تجزیه شد و مزیت نسبی[1] به کمک رابطه زیر به‌دست آمد (Kashif *et al.*, 2011b):

$$RE=[⟦SE⟧_RCB/⟦SE⟧_lattice\ ]\times 100$$

تجزیه واریانس صفات و سایر محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Genstat نسخهٔ ۹/۱ (Genstat 9.1, 2006) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش CIEN-LA-2010

این آزمایش که با ۴۵لاین نخود سفید در قالب طرح آلفا ۵×۹ کشت و اجرا شد، ابتدا به‌صورت طرح بلوک کامل تجزیه واریانس شد (جدول ۱). بر اساس این تجزیه، تفاوت بین لاین‌ها از لحاظ تعداد روز از کاشت تا گلدهی، ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰دانه در سطح احتمال ۱درصد و از لحاظ عملکرد دانه در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر درصد استقرار بوته تفاوتی با یکدیگر نداشتند. بیشترین و کمترین ضریب تغییرات به‌ترتیب مربوط به درصد استقرار و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی بود.

جدول ۲، میانگین عملکرد دانه و سایر صفات یادداشت‌برداری‌شده در طرح بلوک کامل تصادفی را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که ملاحظه می‌شود، لاین‌هایی مانند FLIP 05-55C و FLIP 88-85C به‌طور معنی‌داری بالاتر از

[1] Relative efficiency (RE)

شاهد (رقم جم) بوده و عملکرد دانه خوبی را در شرایط دیم تولید کرده‌اند. در شرایط اجرای آزمایش CIEN-LA-2010، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به لاین‌های FLIP 05-55C (۹۹۲کیلوگرم در هکتار) و FLIP 06-94C (۴۱۴کیلوگرم در هکتار) بود.

لاین‌های آزمایشات بین‌المللی با عبارت اختصاری LA (آمریکای لاتین) غالباً دارای وزن ۱۰۰دانهٔ بالا هستند (ICARDA, 2004)، ولی عملکرد دانه چنین ژنوتیپ‌هایی در شرایط اقلیمی غرب و شمال‌غرب کشور معمولاً کم است (Sabaghpour, 2006). در این آزمایشات، تلاش بر این است تا لاین‌های دارای عملکرد و وزن ۱۰۰دانهٔ بالا گزینش شوند. به وجود رابطه مثبت بین این دو صفت، در برخی از منابع اشاره شده است (Toker, 2008). در این تحقیق، همبستگی بین عملکرد و وزن ۱۰۰دانه مثبت و معنی‌دار بود (r= 0.36**) و لاین دارای بیشترین میزان عملکرد دانه (ژنوتیپ شمارهٔ ۶) از وزن ۱۰۰دانهٔ بالایی (۴۳ گرم) برخوردار بود. لذا این لاین در آزمایشات بعدی بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

جدول۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه و سایر صفات در آزمایش CIEN-LA-2010

Table 1. Analysis of variance for seed yield and other characteristics in CIEN-LA-2010

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares					
		DF	DM	PHT	ST	100SW	YLD
(تکرار)Rep.	1	65.88	19.60	3.21	0.28	25.07	2595.7
(ژنوتیپ)Genotype	44	9.17**	4.81ns	16.17**	1.14ns	21.34**	31175*
(خطای آزمایشی)Error	44	2.28	4.42	0.23	1.07	6.65	18894
درصد ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		2.15	1.73	1.75	40.02	6.91	20.66

اختصارات: DF: تعداد روز از کاشت تا گلدهی، DM: تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، PHT: ارتفاع بوته، ST: نمرهٔ استقرار بوته، 100SW: وزن ۱۰۰دانه، YLD: عملکرد دانه

Abbreviations: DF: Days to flowering, DM: days to maturity, PHT: Plant height, ST: Stand, 100SW: 100 seeds weight, YLD: Seed yield

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد؛ * and ** : Significant at 5 and 1 percent levels, respectively.

ns: غیر معنی‌دار ns: Non- significant

تجزیه واریانس عملکرد دانهٔ این آزمایش به‌صورت طرح آلفا نشان داد که اثر بلوک، غیرمعنی‌دار و اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار بود (جدول۳). همچنین خطای معیار میانگین و ضریب تغییرات به‌ترتیب برابر با ۹۴/۴۳ و ۱۹/۰۶ بود که در مقایسه با این مقادیر در تجزیه طرح بلوک کامل، کوچک‌تر بودند. از آنجا که CV به‌عنوان معیاری برای میزان اعتبار و دقت آزمایشات به‌کار برده می‌شود. این افزایش دقت در طرح آلفا لاتیس می‌تواند به نحو بهتری تفاوت‌های معنی‌دار بین لاین‌ها را نسبت به طرح RCBD مشخص نماید (Lafitte *et al.*, 2006).

میانگین معمولی ژنوتیپ‌ها در طرح بلوک‌های کامل تصادفی و میانگین حداقل مربعات[1] آن‌ها در طرح آلفا-لاتیس محاسبه و به‌همراه رتبه لاین‌ها در جدول۴ درج شدند. مزیت نسبی طرح آلفا نسبت به بلوک، معادل ۲/۳۱۹ برآورد شد. به‌طوری‌که ملاحظه می‌گردد، لاین شمارهٔ۶ (FLIP05-55C) در هر دو حالت، رتبه اول را در این بررسی به‌دست آورده است.

ترتیب رتبه میانگین‌ها در طرح آلفا (میانگین حداقل مربعات) و طرح بلوک (میانگین‌های معمولی) قدری با یکدیگر متفاوت بود (جدول۴). رتبهٔ میانگین برای لاین‌هایی مانند۴ و ۶ و ۱۵ تفاوتی در دو حالت ندارد. در حالی که رقم شمارهٔ۵ که در RCBD در رتبه پنجم قرار داشت، با کاهش عملکرد معادل ۴۴کیلوگرم در هکتار به رتبه هشتم در آلفا لاتیس نزول کرد. از طرف دیگر، واریته شمارهٔ۴۳، از رتبه سوم در RCBD به رتبه دوم در آلفا لاتیس صعود کرد.

نتایج آزمایش CIEN-S-2010

آزمایش CIEN-S-2010 نیز با ۴۵لاین نخود تیپ کابلی در طرح آلفا لاتیس ۹×۵ اجرا شد. تجزیه واریانس این آزمایش به‌صورت طرح بلوک کامل انجام و نتایج آن در جدول۵ نشان داده شده است. چنانچه مشاهده می‌گردد، تفاوت بین لاین‌ها از لحاظ درصد استقرار بوته در سطح احتمال ۵درصد و از نظر

[1] Least Square Means

تعداد روز از کاشت تـا گلـدهی، ارتفـاع بوتـه، وزن۱۰۰دانـه و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین ضریب تغییرات به‌ترتیب مربوط به درصد استقرار بوته و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی بود.

جدول۲- میانگین عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در آزمایش CIEN-LA-2010

Table 2. Mean of seed yield and other agronomic traits for CIEN-LA-2010

ردیف No.	نام لاین Entry name	مبداء Origin	ST	DF	DM	PHT (cm)	100SW (g)	YLD (kg/ha)	%Check
1	FLIP97-706C	ICARDA	3	65	121	29.5	37.5	620.8	87
2	FLIP01-29C	ICARDA	1	72	121	28.0	41.0	689.6	96
3	FLIP03-22C	ICARDA	2	71	123	27.0	42.0	689.6	96
4	FLIP03-27C	ICARDA	2	68	122	28.0	39.0	710.4	99
5	FLIP03-100C	ICARDA	1	71	122	26.0	38.5	791.7	110
6	FLIP05-55C	ICARDA	1	71	123	27.5	43.5	922.9	129
7	FLIP05-60C	ICARDA	3	67	121	23.0	39.5	625.0	87
8	FLIP05-157C	ICARDA	2	68	121	34.5	41.5	681.3	95
9	FLIP06-13C	ICARDA	2	72	116	25.5	37.0	614.6	86
10	FLIP06-15C	ICARDA	3	69	121	27.0	35.0	454.2	63
11	FLIP06-33C	ICARDA	3	66	120	25.5	36.5	621.9	87
12	FLIP06-34C	ICARDA	2	73	124	27.0	36.0	604.2	84
13	FLIP06-39C	ICARDA	3	70	122	32.5	37.5	554.2	77
14	FLIP06-51C	ICARDA	3	71	121	26.0	37.0	575.0	80
15	FLIP06-52C	ICARDA	2	71	121	30.5	36.0	618.8	86
16	FLIP06-59C	ICARDA	3	66	124	27.0	40.0	629.2	88
17	FLIP06-64C	ICARDA	3	71	122	26.0	38.0	585.4	82
18	FLIP06-65C	ICARDA	2	66	123	30.0	37.5	618.8	86
19	FLIP06-69C	ICARDA	3	68	120	30.5	38.5	556.3	77
20	FLIP06-75C	ICARDA	2	66	120	26.5	34.0	564.6	79
21	FLIP06-80C	ICARDA	3	70	121	32.5	36.5	602.1	84
22	FLIP06-86C	ICARDA	2	66	120	25.0	35.0	497.9	69
23	FLIP06-87C	ICARDA	2	68	119	32.0	38.5	593.8	83
24	FLIP06-88C	ICARDA	3	67	122	30.5	34.5	620.8	87
25	FLIP06-90C	ICARDA	2	69	122	31.0	37.5	654.2	91
26	FLIP06-92C	ICARDA	3	68	124	30.5	39.0	597.9	83
27	FLIP06-93C	ICARDA	3	68	125	23.0	35.0	462.5	64
28	FLIP06-94C	ICARDA	3	72	120	25.0	38.0	414.6	58
29	FLIP06-96C	ICARDA	3	67	121	30.0	37.5	720.8	101
30	FLIP06-97C	ICARDA	2	69	121	25.5	38.0	677.1	94
31	FLIP06-102C	ICARDA	2	69	120	27.5	34.5	556.3	77
32	FLIP06-105C	ICARDA	2	72	121	33.0	39.5	612.5	85
33	FLIP06-109C	ICARDA	2	66	123	26.5	33.5	533.3	74
34	FLIP06-110C	ICARDA	3	68	120	30.0	38.5	458.3	64
35	FLIP06-121C	ICARDA	4	65	121	28.5	34.0	495.8	69
36	FLIP06-128C	ICARDA	3	71	121	22.0	32.5	437.5	61
37	FLIP06-133C	ICARDA	3	69	121	25.0	38.0	629.2	88
38	FLIP06-155C	ICARDA	3	69	123	23.5	38.0	658.3	92
39	FLIP06-159C	ICARDA	2	68	122	25.5	40.0	791.7	110
40	FLIP06-160C	ICARDA	1	67	119	27.0	41.0	812.5	113
41	FLIP88-85C	ICARDA	2	69	121	24.0	31.8	845.8	118
42	FLIP93-93C	ICARDA	1	71	122	26.0	31.5	600.0	84
43	FLIP 85-5C	ICARDA	2	71	120	26.5	35.5	835.4	117
44	ILC 464	ICARDA	1	69	121	27.0	46.5	766.7	107
45	Jam(check)	Iran	2	69	123	26.0	28.5	713.5	100
	LSD 5%	-	-	-	-	-	-	262.3	-

See table 1 for abbreviations. برای اختصارات به جدول۱ مراجعه شود.

جدول۳- تجزیه واریانس عملکرد دانه لاین‌های نخود در دو آزمایش حالت طرح آلفا لاتیس

Table 3. Analysis of variance for seed yield of two experiments in alpha-lattice

SOV	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
		df	CIEN-LA-2010	CIEN-S-2010
Rep	تکرار	1	33213.12	10135.03
Block(adj.)	بلوک (تصحیح شده)	8	11171.53^{ns}	8163.22^{ns}
Genotype	ژنوتیپ	44	4066.23	2943.92
Genotype(adj.)	ژنوتیپ(تصحیح شده)	44	21587.05*	15535.17*
Error	خطا	36	11993.17	8624.28
CV%	درصد ضریب تغییرات	-	19.06	14.11
SEM	خطای معیار میانگین	-	94.43	59.66

جدول۴- مقایسه میانگین عملکرد لاین‌های آزمایشی در تجزیه آزمایش CIEN-LA-2010 به‌صورت آلفا لاتیس و بلوک کامل

Table 4. Ranks and mean yield values in RCBD and alpha lattice designs for CIEN-LA-2010

ردیف No.	میانگین عملکرد Mean yield (RCBD)	رتبه Rank	میانگین عملکرد Mean yield (α–Lattice)	رتبه Rank
1	620.8	21	640.1	20
2	689.6	12	674.9	13
3	689.6	11	671.4	14
4	710.4	10	709.3	10
5	791.7	5	748.0	8
6	922.9	1	886.5	1
7	625.0	19	645.3	18
8	681.3	13	647.3	17
9	614.6	25	590.7	31
10	454.2	43	467.6	43
11	621.9	20	621.6	22
12	604.2	27	558.1	34
13	554.2	37	546.6	35
14	575.0	33	594.8	29
15	618.8	23	613.0	23
16	629.2	17	592.0	30
17	585.4	32	586.7	32
18	618.8	24	645.0	19
19	556.3	35	534.4	38
20	564.6	34	540.2	36
21	602.1	28	607.9	25
22	497.9	39	502.7	40
23	593.8	31	651.5	15
24	620.8	22	606.7	26
25	654.2	16	647.5	16
26	597.9	30	601.0	28
27	462.5	41	470.8	42
28	414.6	45	438.0	45
29	720.8	8	717.1	9
30	677.1	14	675.6	12
31	556.3	36	584.3	33
32	612.5	26	604.6	27
33	533.3	38	538.7	37
34	458.3	42	527.1	39
35	495.8	40	502.2	41
36	437.5	44	459.7	44
37	629.2	18	608.1	24
38	658.3	15	681.3	11
39	791.7	6	778.1	5
40	812.5	4	785.9	4
41	845.8	2	812.4	3
42	600.0	29	632.3	21
43	835.4	3	855.1	2
44	766.7	7	758.6	6
45	713.5	9	755.6	7

برای اختصارات به جدول۱ مراجعه شود See Table 1 for abbreviations.

جدول۵ - تجزیه واریانس عملکرد دانه و سایر صفات در آزمایش CIEN-S-2010

Table 5. Analysis of variance for seed yield and other characteristics in CIEN-S-2010

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares					
		DF	DM	PHT	ST	100SW	YLD
Rep. (تکرار)	1	0.91	0.18	4.91	4.90	10.68	413445
Genotype (ژنوتیپ)	44	17.01**	4.71**	16.11**	1.31*	23.81**	15539**
Error (خطای آزمایشی)	44	2.51	0.29	0.61	0.76	4.75	7104
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)		2.29	0.44	3.43	26.66	6.42	13.79

برای اختصارات به جدول۱ مراجعه شود.
*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد؛
ns: غیرمعنی‌دار

See Table 1 for abbreviations.
* and **: Significant at 5 and 1 percent levels, respectively.
ns: Non- significant

در جدول۶ میانگین عملکرد دانه و سایر صفات یادداشت‌برداری‌شده دراین آزمایش درج شده است. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به لاین‌های FLIP06-159C (۷۷۳کیلوگرم در هکتار) و FLIP06-15C (۴۶۴کیلوگرم در هکتار) بود.

تجزیه واریانس آزمایش CIEN-S-2010 به‌صورت طرح آلفا لاتیس انجام و در جدول۳ ارائه شده است. در این حالت نیز تفاوت بین لاین‌های آزمایشی در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار بود. در این تجزیه، خطای معیار میانگین و ضریب تغییرات به‌ترتیب برابر با ۵۹/۶۶ و ۱۴/۱۱ بود که تفاوت چندانی با این مقادیر در تجزیه طرح بلوک کامل نداشتند.

Paterson & Williams (1976) اظهار داشتند که چنانچه CV طرح آلفا لاتیس کمتر از طرح بلوک کامل به‌دست نیاید، احتمالاً به دلیل این است که کارآیی طرح آلفا، کمتر از طرح RCBD بوده است. در هر حال، نظر محققان بر این است که در شرایطی که تعداد ژنوتیپ‌های تحت بررسی زیاد است، استفاده از طرح آلفا لاتیس به جای طرح RCBD مناسب‌تر خواهد بود (Yau, 1997).

این به نوبه خود، سودمندی ناشی از بلوک‌های ناقص کوچک را به دنبال دارد که به مقایسه واریته‌ها تحت شرایط بسیار هموژن‌تر کمک می‌کند (Kashif *et al.*, 2011a).

در این آزمایش، مزیت نسبی آلفا لاتیس به بلوک کامل، برابر با ۱/۱۹ به‌دست آمد. در این‌جا نیز تفاوت‌های متعددی در رتبه‌بندی ارقام و لاین‌های آزمایشی ملاحظه می‌گردد (جدول۷).

رتبه‌بندی میانگین لاین‌های آزمایشی در دو طرح بلوک و آلفا، تا حدّی متفاوت بود. لاین شمارهٔ۳۹ رتبه خود را در هر دو حالت حفظ نمود. لاین شمارهٔ۶ که در RCBD در رتبه چهارم قرار داشت، با تصحیح (افزایش) عملکرد معادل ۱۴کیلوگرم در هکتار، به رتبه سوم در آلفا لاتیس صعود کرد، درحالی‌که ژنوتیپ شمارهٔ۵ با تصحیح (کاهش) عملکردی در حدود ۲۲کیلوگرم در هکتار، از رتبه پنجم در RCBD به رتبه ششم در آلفا لاتیس نزول کرد.

تناقض‌ها در رتبه‌بندی و کاهش میانگین مربعات خطا در طرح آلفا لاتیس حاکی از آن است که طرح آلفا لاتیس برای پیداکردن تفاوت‌های ژنوتیپی، از RCBD بهتر عمل کرده و لذا می‌توانند کارآیی آزمایشات مزرعه‌ای را بهبود بخشند (Kashif, 2001b).

از آنجا که طرح آلفا لاتیس کنترل مؤثرتری را در تغییرپذیری داخل تکرارها فراهم می‌کند، با توجه به نتایج، به‌نظر می‌رسد که استفاده از طرح آلفا لاتیس، شانس یافتن تفاوت بین واریته‌ها را تا حد زیادی تقویت می‌کند.

Yau (1996) در بررسی آزمایشات بین‌المللی جو و گندم اعلام کرد وقتی‌که متوسط واریانس به‌عنوان معیار مقایسه به کار رفت، طرح‌های آلفا لاتیس به‌طور متوسط ۱۸درصد کارآیی بیشتری نسبت به طرح‌های بلوک داشت.

جدول۶- میانگین عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در آزمایش CIEN-S-2010

Table 6. Mean of seed yield and other agronomic traits for CIEN-S-2010

ردیف No.	نام لاین Entry name	مبداء Origin	ST	DF	DM	PHT (cm)	100SW (g)	YLD (kg/ha)	%Check
1	FLIP97-706C	ICARDA	3	70	121	23.5	38.5	622.9	86
2	FLIP98-117C	ICARDA	2	67	119	28.0	41.0	616.7	85
3	FLIP99-66C	ICARDA	3	71	121	23.0	32.0	631.3	87
4	FLIP03-23C	ICARDA	5	70	123	24.5	37.0	477.1	65
5	FLIP03-57C	ICARDA	4	67	122	18.0	32.0	550.0	76
6	FLIP03-98C	ICARDA	2	75	123	24.0	33.5	745.8	103
7	FLIP05-12C	ICARDA	5	67	121	26.0	31.0	487.5	67
8	FLIP05-28C	ICARDA	3	67	121	19.5	38.5	615.6	85
9	FLIP05-80C	ICARDA	2	67	119	25.5	41.5	689.6	95
10	FLIP05-99C	ICARDA	4	75	123	18.5	36.0	464.6	64
11	FLIP05-111C	ICARDA	4	68	121	26.5	32.0	581.3	80
12	FLIP05-145C	ICARDA	3	73	121	19.0	32.0	547.9	75
13	FLIP05-147C	ICARDA	2	69	123	22.5	37.5	670.8	92
14	FLIP05-154C	ICARDA	4	66	120	21.0	32.0	533.3	73
15	FLIP05-156C	ICARDA	4	70	123	22.0	37.0	567.7	78
16	FLIP05-162C	ICARDA	2	70	121	23.5	39.0	741.7	102
17	FLIP05-170C	ICARDA	4	70	121	24.5	32.0	505.2	69
18	FLIP06-3C	ICARDA	3	70	123	24.0	29.0	575.0	79
19	FLIP06-4C	ICARDA	3	68	119	23.5	35.5	482.3	66
20	FLIP06-17C	ICARDA	3	71	121	18.0	31.5	575.0	79
21	FLIP06-19C	ICARDA	3	65	121	25.0	33.0	697.9	96
22	FLIP06-27C	ICARDA	3	71	121	24.5	35.0	610.4	84
23	FLIP06-31C	ICARDA	2	67	119	21.5	35.0	760.4	105
24	FLIP06-42C	ICARDA	2	67	123	17.0	34.8	687.5	95
25	FLIP06-45C	ICARDA	4	70	121	21.5	34.0	508.3	70
26	FLIP06-49C	ICARDA	3	66	123	27.0	36.3	545.8	75
27	FLIP06-54C	ICARDA	4	75	121	24.5	33.0	514.6	71
28	FLIP06-55C	ICARDA	3	72	123	19.0	33.5	681.3	94
29	FLIP06-63C	ICARDA	3	65	121	24.0	33.5	647.9	89
30	FLIP06-72C	ICARDA	3	67	123	26.0	33.5	537.5	74
31	FLIP06-98C	ICARDA	3	70	119	23.0	35.5	633.3	87
32	FLIP06-104C	ICARDA	3	70	123	23.0	34.5	512.5	70
33	FLIP06-106C	ICARDA	3	75	123	24.0	32.0	588.5	81
34	FLIP06-107C	ICARDA	2	67	123	26.0	33.5	622.9	86
35	FLIP06-123C	ICARDA	3	65	121	21.5	32.5	585.4	80
36	FLIP06-125C	ICARDA	3	65	122	21.5	33.0	618.8	85
37	FLIP06-139C	ICARDA	4	67	119	21.5	33.5	471.9	65
38	FLIP06-143C	ICARDA	3	68	121	24.0	35.5	595.8	82
39	FLIP06-157C	ICARDA	2	75	121	20.5	36.0	770.8	106
40	FLIP06-158C	ICARDA	2	70	123	27.5	40.0	704.2	97
41	ILC482	ICARDA	2	70	125	18.0	28.0	664.6	91
42	FLIP 82-150C	ICARDA	3	70	121	20.0	23.5	631.3	87
43	FLIP88-85C	ICARDA	2	66	119	18.0	31.0	739.6	102
44	FLIP93-93C	ICARDA	2	71	119	22.0	31.0	770.8	106
45	Jam(check)	Iran	3	67	123	24.0	29.0	722.9	100
	LSD 5%	-	-	-	-	-	-	169	-

See Table 1 for abbreviations. برای اختصارات به جدول۱ مراجعه شود.

جدول۷ - مقایسه میانگین عملکرد لاین‌های آزمایشی در تجزیه آزمایش CIEN-S-2010 با طرح‌های آلفا لاتیس و بلوک کامل
Table 7. Ranks and mean yield values in RCBD and alpha lattice designs for CIEN-S-2010

ردیف No.	میانگین عملکرد Mean yield (RCBD)	رتبه Rank	میانگین عملکرد Mean yield (α–Lattice)	رتبه Rank
1	622.9	19	610.5	23
2	616.7	22	666.4	15
3	631.3	17	642.6	19
4	477.1	43	459.9	43
5	550.0	32	590.2	27
6	745.8	4	760.3	3
7	487.5	41	463.1	42
8	615.6	23	609.5	24
9	689.6	10	678.9	14
10	464.6	45	455.1	44
11	581.3	28	599.0	26
12	547.9	33	505.5	39
13	670.8	13	695.9	9
14	533.3	36	512.1	38
15	567.7	31	624.8	22
16	741.7	5	719.3	6
17	505.2	40	536.9	35
18	575.0	29	572.0	29
19	482.3	42	467.8	41
20	575.0	30	571.7	30
21	697.9	9	696.1	8
22	610.4	24	588.6	28
23	760.4	3	747.7	4
24	687.5	11	682.8	12
25	508.3	39	518.0	37
26	545.8	34	525.0	36
27	514.6	37	538.8	34
28	681.3	12	681.1	13
29	647.9	15	651.2	18
30	537.5	35	550.3	33
31	633.3	16	606.4	25
32	512.5	38	476.3	40
33	588.5	26	627.7	21
34	622.9	20	655.8	16
35	585.4	27	556.3	32
36	618.8	21	653.4	17
37	471.9	44	442.0	45
38	595.8	25	569.4	31
39	770.8	1	778.7	1
40	704.2	8	691.9	11
41	664.6	14	694.3	10
42	631.3	18	631.3	20
43	739.6	6	720.8	5
44	770.8	2	777.4	2
45	722.9	7	703.6	7

برای اختصارات به جدول۱ مراجعه شود. See Table 1 for abbreviations.

آلفا لاتیس عموماً زمانی که CV آزمایشات بالاست، کارآیی بیشتری دارد. همچنین در آزمایشات کم عملکرد قدری کارآیی بیشتری نسبت به آزمایشات با عملکرد بالا دارد.

این طرح‌ها در آزمایشات دیم بهتر از آزمایشات آبی عمل می‌کنند (Chaudhary & Ahn, 1997).

ازآنجاکه تبدیل و تجزیهٔ نهایی با آلفا لاتیس، نیازمند نهاده‌ای خاص یا تغییر در وضعیت اجرای آزمایش نیست، استفاده از طرح‌های آلفا لاتیس در آزمایشات بین‌المللی توصیه شده است (ICARDA, 2004).

سپاسگزاری

این مقاله از نتایج پروژهٔ مصوب مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور به شمارهٔ ۸۸۰۹۹-۱۵-۱۵-۰ استخراج و تهیه شد. نگارندگان مقاله از مؤسسه مزبور و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان بخاطر حمایت‌های مالی و معنوی در اجرای پروژه فوق صمیمانه تشکر می‌نمایند. همچنین لازم است از آقای مهندس ارسلان بهزادی که اخیراً به افتخار بازنشستگی نایل آمدند، بخاطر همکاری در اجرای این آزمایشات و یادداشت‌برداری‌های دقیق آن‌ها قدردانی گردد.

منابع

1. Ammari, P. 1991. Detailed pedological studies of Saral agricultural research station. Soil and Water Research Institute (SWRI) No. 174.
2. Bagheri, A., Zand, E., and Parsa, M. 1997. Pulses, Constraints and Strategies. Jihad-e- Daneshgahi Publications of Mashhad, Iran. (In Persian).
3. Chaudhary, R.C., and Ahn, S.W. 1996. International network for genetic evaluation of rice (INGER) and its *Modus operandi* for multi-environment testing. In: M. Cooper and G.L. Hammer (Eds.). Plant Adaptation and Crop Improvement. CAB International Wallingford, UK, p. 139-164.
4. Danehloueipour, N., Yan, G., Clarke, H.J., and Siddique, K.H.M. 2007. Diallel analyses reveal the genetic control of resistance to Ascochyta blight in diverse chickpea and wild *Cicer* species. Euphytica 154: 195-205.
5. Genstat 9.1. 2006. Genstat Release 9.1 Reference Manual. VSN International, Wilkinson House, Oxford, UK.
6. ICARDA. 2004. New chickpea cultivars for CAC. p. 19-20. In: ICARDA Annual Report 2004. Aleppo, Syria.
7. Kanouni, H., and Malhotra, R.S. 1993. Genetic variation and relationships between agronomic traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines at dry conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 5(3): 185-194.
8. Kashif, M., Inayat Khan, M., Arif, M., Ahmad, M., Mahmood, K. 2011b. Experience in use alpha lattice design in Pakistan. International Journal of Intelligent Technologies and Applied Statistics, Taiwan 4(1): 133-146.
9. Kashif, M., Inayat Khan, M., Arif, M., Anwer, M., and Ijaz, M. 2011a. Efficiency of Alpha Lattice Design in Rice Field Trials in Pakistan. J. Sci. Res. 3(1): 91-95.
10. Lafitte, H.R., Li, Z.K., Vijayakumar, C.H.M., Gao, Y.M., Shi, Y., Xu, J.L., Fu, B.Y., Yu, S.B., Ali, A.J., Domingo, J., Maghirang, R., Torres, R., and Mackill, D. 2006. Improvement of rice drought tolerance through backcross breeding: Evaluation of donors and selection in drought nurseries. Field Crops Research 97: 77-86.
11. Lamo, J., Tongoona, P., Okori, P., Derera, D., Bigirwa, G., and Laing, M. 2007. Breeding for drought tolerance and grain threshability in upland rice in Uganda: selection of parents from interspecific and intraspecific lines. 8th African Crop Science Society Conference, El-Minia, Egypt, 27-31 October 2007, p. 1885-1891.
12. Majnoun-Hosseini. 2014. Status and role of pulse crops in agriculture of Iran. 5th Iranian Pulse Crops Conference, 26 Feb. 2014, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
13. Patterson, H.D., and Williams, E.R. 1976. A new class of resolvable incomplete block designs. Biometrika 63: 83-92.
14. Patterson, H.D., Williams, E.R., and Hunter, E.A. 1978. Block designs for variety trials. The Journal of Agricultural Science 90: 395-400.
15. Sababghpour, S.H. 2006. Challenges and solutions for production of pulse crops in Iran. Appendix No. 8, Iranian Journal of Crop Sciences. (In Persian).
16. Sandha, G.S., and Chandra, S. 1969. Heritability of some quantitative characters in tow crosses of Bengal gram. Indian J. Genetics 29: 216-219.
17. Toker, C. 2008. Evaluation of yield criteria with phenotypic correlations and factor analysis in chickpea. Soil Plant Sciences 54: 45-48.

18. Yau, S.K. 1997. Efficiency of alpha-lattice designs in international variety yield trials of barley and wheat. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, 128: 5-9.
19. Yazdi-Samadi, B., Rezaei, A., and Valyzadeh, M. 2002. Statistical designs in agricultural research. Tehran University Publications, No. 2346.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 5, No. 1, 2014, p. 33-44

Relative efficiency of alpha lattice design over randomized complete block design in yield trials of chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Kanouni[1*], H. & Imtiaz[2], M.

1. Member of Scientific Board, Food Legume Breeder, Research Center for Agriculture and Natural Resources of Kurdistan
2. Former: Chickpea breeder, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria; and Present: Plant Breeder, CIMMYT Country Representative for Pakistan, Islamabad, Pakistan

Received: 1 September 2012
Accepted: 9 June 2014

Abstract

Structure of alpha lattice designs makes removing the effects of incomplete blocks from residual effect of plots, and maximizes precision of comparison between genotypes at the same incomplete block. This investigation was conducted to study the international chickpea germplasm, for finding desirable lines regarding seed yield and other traits. Two trials including CIEN-LA-2010 and CIEN-S-2010 carried out at Saral station of Kurdistan province during 2009-2010 cropping season. CIEN-LA and CIEN-S were sown at normal time, early March and as 9×5 alpha lattice designs with two replications. Considering property of each trial, data recording was done and statistical analyses were performed. According to analysis of variance, there were significant differences between genotypes across two trials. The average standard error of difference between genotypes was used to calculate relative efficiency of alpha lattice design. These results revealed that, alpha lattice had more efficiency over traditional randomized complete block design in both experiments, and ranks of entries were changed in trials. In CIEN-LA and CIEN-S, lines FLIP 05-55C and FLIP 06-159C ranked first for seed yield, respectively. It is necessary to have a more precise look to the best entries of these trials at the next studies.

Key words: α-designs, Chickpea (*Cicer arietinum* L.), International yield trials, Seed yield

***Corresponding Author:** hkanouni@yahoo.com, Mobile: 09183714315, P.O. Box: 714, Pasdaran Blvd., Sanandaj, Iran