تعیین مناسب‌ترین اندازه کرت آزمایشی برای آزمایش های بهنژادی چغندرقند

Determination of optimum plot size for sugar beet breeding experiments

حسن ابراهیمی کولائی[1] و محمد رضا میرزائی[2]

چکیده

در برنامه‌های اصلاحی و ارزیابی چغندرقند اندازه‌های مختلف کرت توسط محققین استفاده می‌شود که به نظر می‌رسد اغلب آنها بر اساس تجربه بوده و معیار علمی لحاظ نمی گردد. در تعیین اندازه مناسب کرت دو محدودیت افزایش هزینه وکاهش دقت آزمایش وجود دارد. در این تحقیق سعی گردید بر اساس معیار ضریب تغییرات، اندازه کرتی انتخاب گردد که ضمن کاهش هزینه اجرای آزمایش، دقت قابل اعتمادی نیز داشته باشد. این بررسی به صورت کرت های یک بار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با استفاده از یک رقم بذر چغندرقند به مدت دو سال(۷۵-۱۳۷۴) در همدان به اجراء در آمد که در آن طول خط در چهار سطح بعنوان عامل اصلی و عرض کرت در چهار سطح بعنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. پس از اینکه نتایج تجزیه واریانس برای صفات محصول ریشه، محصول قند، محصول قند سفید، درصد قندو درصد قند سفید نشان داد که اثرات اصلی و اثرات متقابل (در واحد سطح) معنی دار نشد، اندازه‌های مختلف کرت بر مبنای ضریب تغییرات این صفات با یکدیگر مقایسه شدند. بر اساس این مقایسه ها، کرت به طول هشت متر و عرض دو خط (۹/۶ متر مربع) حداقل ضریب تغییرات را داشته و مناسب ترین اندازه کرت برای آزمایش های به نژادی چغندر قند در مناطق مشابه همدان پیشنهاد گردید.

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی همدان E-mail:H-koulai@areeo.or.ir (OR koulii@yahoo.com)

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی همدان E-mail: m_r_mir @yahoo.com

واژه های کلیدی : چغندرقند، اندازه کرت و ضریب تغییرات

مقدمه

در برنامه‌های اصلاحی و ارزیابی ارقام و لاین های چغندرقند بر اساس تجربیات، اندازه‌های مختلف کرت توسط محققین استفاده می‌شود. بهینه سازی اندازه کرت بر اساس معیار علمی و قابل قبول، ضروری است. در ایران تحقیق کافی در زمینه تعیین اندازه مناسب کرت انجام نشده است. نتایج تحقیقات انجام شده در کشورهای دیگر نیز چون متأثر از نوع محصول و شرایط اقلیمی است، پایه علمی برای استفاده در کشور ندارند. سوابقی از تحقیق دیگران در زمینه محصولاتی چون نخود (Pahuja et al. 1981)، چاودار(Briseno et al. 1980)، ارزن (Kaushik et al. 1983)، پنبه (Lucas 1981)، سویا (Khurana et al. 1992) و سیب زمینی (Egger et al. 1980) بدست آمده است که نشان می دهد در آنها روش تحقیق نسبتا دقیقی در تعیین اندازه کرت های آزمایشی به کار گرفته شده و در همه این بررسی ها از ضریب تغییرات بعنوان معیاری جهت تشخیص دقت در تعیین اندازه کرت استفاده شده است.

دو محدودیت مشخص در انتخاب اندازه مناسب کرت وجود دارد که افزایش هزینه آزمایش در صورت انتخاب کرت بزرگتر و کاهش دقت آزمایش در صورت انتخاب کرت کوچکتر می باشد. هر چند کاهش اندازه کرت موجب کاهش هزینه اجرای آزمایش خواهد شد اما این کاهش هزینه نباید منجر به افزایش غیر قابل پذیرش اشتباه آزمایشی گردد. هدف از این تحقیق، یافتن طول و عرض مناسبی ازکرت است که بر اساس آن ضمن کاهش هزینه اجرای آزمایش در ارقام چغندرقند، اشتباه آزمایشی نیزکاهش یابد.

در بررسی های مختلف، اندازه‌های متفاوتی از اندازه کرت گزارش شده است. ایگر و همکاران(Egger et al. 1980) اندازه مناسب کرت آزمایش های سیب‌زمینی را سه ردیف به طول ده متر گزارش نمودند، در تحقیق و شرایط دیگر کردیرو و همکاران (Cordeiro et al. 1982) اندازه مناسب کرت آزمایش های

سیب‌زمینی را ۱۶ ردیف با فاصله ۸۰ سانتیمتر بین ردیف‌ها و فاصله ۳۰ سانتیمتر بین بوته‌ها پیشنهاد کردند. همچنین زیمرمن(Zimmermann 1982) با توجه به همبستگی بین ضریب تغییرات و تعداد کرت (تعداد واحدها)، اندازه مناسب کرت در آزمایش های مخلوط لوبیا قرمز و ذرت را سه در شش متر پیشنهاد کرده است.

سرینی واسان و همکاران (Srinivasan et al. 1982) گزارش نمودند که با افزایش اندازه کرت ضریب تغییرات کاهش یافته و کرت‌های مستطیلی نسبت به کرت‌های مربعی ضریب تغییرات کمتری دارند، بر این اساس اندازه مناسب کرت را متناسب با نسبت هزینه از پنج تا ۳۰ متر مربع توصیه کردند.

خیورانا و همکاران (Khurana et al. 1992) جهت تعیین اندازه و شکل مناسب کرت، یک رقم سویا را در زمینی به ابعاد ۴۵ ×۳۵ متر کشت و آن را به واحدهای پایه به ابعاد سه ردیف به طول ۱/۵ متر و فاصله ۴۵ سانتیمتر بین ردیف ها تقسیم و هر یک از این واحدها را با واحدهای همسایه در دو جهت شمال-جنوب و شرق-غرب ترکیب نمودند. آنها نتیجه گرفتند که با افزایش اندازه کرت ضریب تغییرات کاهش می یابد اما وقتی تغییرات خاک زیاد می شود، با افزایش اندازه کرت کارآئی نسبی کاهش می یابد.

لوکاس (Lucas 1981) اندازه مناسب کرت را برای تعداد غوزه پنبه در کرت های با حاشیه و بدون حاشیه به ترتیب ۳ /۲۲ و ۳۹/۲ متر مربع و برای محصول بذر پنبه ۳۷/۹ و ۱۸/۸ متر مربع برآورد نمود.

سینگ (Singh 1989) جهت تعیین اندازه مناسب کرت، در یک زمین یکنواخت یک رقم کلم را در ۳۰ ردیف و در هر ردیف ۲۴ بوته (۱۰/۸×۱۳/۵متر) مورد مطالعه قرار داد. وی هر بوته را جداگانه برداشت و محصول بوته های همسایه را با هم ترکیب نمود تا اندازه و شکل های مختلف کرت بدست آید. نهایتا اندازه مناسب کرت را پنج تا ۶/۵ متر مربع برآورد نمود.

ایگو و همکاران (Igue et al. 1991) یک قطعه در مزرعه آزمایشی نیشکر را به کرت های دو در یک و نیم متر تقسیم و جهت تعیین اندازه مناسب کرت، ۵۵ اندازه

مختلف کرت را شبیه سازی نموده و نتیجه گرفتند که تنها کرت های کوچکتر از ٥٤ متر مربع و دارای خاک همگن قابل استفاده در محاسبه هستند و از بین آنها کرت های شش تا دوازده متر مربع بیشترین کاهش را در ضریب تغییرات دارند و کرت های بزرگتر از ٥٤ متر مربع به خاطر ناهمگنی خاک ها قابل استفاده نیستند. همچنین تغییرات در طول کرت نسبت به تغییرات در عرض کرت اثر بیشتری در کاهش ضریب تغییرات دارد.

مارو و همکاران (Marrero et al. 1991) جهت تعیین اندازه مناسب کرت یک رقم باقلا را در قطعه زمین آزمایشی کشت و ضریب تغییرات اندازه های مختلف کرت را به عنوان مقیاس تغییرات آزمایش در نظر گرفتند. داده های بدست آمده را با مدلهای توان دوم، ریشه دوم و سطح میچرلیخ که ضریب تغییرات تابعی از طول و عرض کرت بود، تجزیه آماری نمودند و اندازه مناسب کرت را دو خط به طول چهار متر و مساحت ۷/۲۰ متر مربع برآورد کردند.

پاهوجا و همکاران (Pahuja et al. 1981) نه واریته نخود را در کرت هایی با ۱۲ خط به طول۱۲متر به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی کشت نمودند. هنگام برداشت واحدهای دو خطی به طول یک متر را جداگانه برداشت و ضریب تغییرات اندازه های مختلف کرت را که از ترکیب تعداد مختلف واحدها به وجود آمده بودند، محاسبه و نتیجه گرفت کرت های شش خطی با ابعاد پنج در یک و هشت دهم متر بیشترین دقت را دارند.

مواد و روش ها

این بررسی در سال های ١٣٧٤ و ١٣٧٥ در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی همدان به صورت آزمایش کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از بذر پلی‌ژرم چغندرقند رقم IC در چهار تکرار اجراء گردید. در این آزمایش طول و عرض‌های مختلف کرت مورد بررسی قرار گرفت، عامل اصلی (A) طول کرت در چهار سطح (a_4,a_3,a_2,a_1) به ترتیب چهار، شش،

هشت و ۱۰ متر و عامل فرعی (B) عرض کرت در چهار سطح (b_4, b_3, b_2, b_1) به ترتیب یک، دو، سه و چهار خط کشت با فاصله ثابت بین خطوط (۶۰cm) بودند. در طول دوره رشد عملیات لازم از قبیل کوددهی، سمپاشی، مبارزه با علف‌های هرز، آبیاری و سایر مراقبت ها به طور یکسان در سطح کل آزمایش (قطعه زمین ۵۰×۵۰ متر مربع) انجام و بوته‌ها به فاصله ۱۸ - ۱۵ سانتیمتر در روی خطوط تنک شدند.

درپایان فصل رشد، طبق نقشه پیش‌بینی شده در طرح، محدوده کرت های آزمایشی مشخص شد. کرت‌ها بر اساس نتایج تحقیقات قبلی که در آن برتری کرت‌های مستطیلی شکل نسبت به کرت‌های مربعی اعلام شده است (Srinivasan 1982)، به صورت مستطیلی انتخاب گردید و معیار سنجش در این تحقیق ضریب تغییرات (CV) در نظر گرفته شد (Cordeiro et al. 1982, Egger et al. 1980, Igue et al. 1991, Khurana et al. 1992, Lucas 1981, Marrero et al. 1991, Singh 1989, Srinivasan 1982). پس از سرزنی، ریشه های هر کرت جداگانه برداشت، شستشو و توزین گردیده و نمونه ای از آن جهت تعیین درصد قند، سدیم، پتاسیم و ازت مضره به آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه تحقیقات چغندر قند ارسال گردید. سطح برداشت برای تیمارهای a3b4, a4b3,a4b2, a4b1, a3b3,a3b2,a3b1,a2b4,a2b3,a2b2, a2b1,a1b4, a1b3,a1b2, a1b1 و a4b4 به ترتیب ۲/۴، ۴/۸، ۷/۲، ۹/۶، ۳/۶، ۷/۲، ۱۰/۸، ۱۴/۴، ۴/۸، ۹/۶، ۱۴/۴، ۱۹/۶، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ متر مربع بود. وزن ریشه از واحد کیلوگرم در کرت به تن در هکتار (محصول ریشه= RY) تبدیل و به ترتیب در درصد قند (SC) درصد قند سفید (WSC) ضرب شد تا محصول قند ناخالص (SY) و محصول قند خالص (WSY) در هکتار به دست آید. آزمون نرمال بودن توزیع داده های پنج صفت ذکر شده در نرم افزار STATGRAF به روش Q-Q-plot انجام شد که داده ها دارای توزیع نرمال بودند. همچنین تجزیه واریانس این داده ها نشان داد که اختلاف عملکرد تیمار ها معنی‌دار نبود.

بنابراین چون توزیع داده ها نرمال، اختلاف عملکرد تیمار ها غیر معنـی دار و زمین آزمایش یکنواخت بود، ضریب تغییرات اثرات اصلی و اثر متقابل برای هر صفت به روش معمول و با استفاده از برنامه ای که به همین منظـور نوشـته شـد، محاسـبه گردید. و تیمارها بر اساس ضریب تغییرات صفات با یکدیگر مقایسه شـدند. در پایـان بر اساس نقطه تعادل حداقـل ضریـب تغیـیرات پنـج صفـت بـالا، انـدازه مناسـب کـرت توصیه شد.

نتیجه‌گیری و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح عامل اصلـی(طـول خـط) و سـطوح عامل فرعی (تعداد خط) و اثرات متقابل آنها از نظـر محصـول ریشـه، محصـول قنـد و محصول قند سفید در واحد سطح(تن در هکتار) و همچنین درصد قنـد و درصـد قنـد سفید تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند(جدول ۱).

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات مهم اندازه گیری شده- همدان ۱۳۷۵-۱۳۷٤

Table 1 Analysis of variance of important traits of sugar beet - Hamedan 1995-6

منابع (s.o.v)	df	میانگین مربعات MS				
		RY	SY	WSY	SC	WSC
طول کرت (length)	3	184.05^{ns}	4.81^{ns}	3.27^{ns}	0.21^{ns}	0.12^{ns}
عرض کرت (width)	3	54.81^{ns}	1.57^{ns}	1.19^{ns}	1.00^{ns}	1.76^{ns}
طول×عرض (L x W)	9	10.65^{ns}	0.22^{ns}	0.15^{ns}	1.02^{ns}	1.19^{ns}

غیر معنی دار= ns

بنابراین با توجه به نرمـال بـودن توزیـع داده هـا، عـدم وجـود اختـلاف بیـن میانگین تیمار ها و یکنواختی تقریبی زمین آزمایش، اندازه‌های مختلف کرت بر اسـاس ضریب تغییرات با یکدیگر مقایسه شدند.

هشت تیمار از شانزده تیمار مورد بررسی در این طرح دو به دو مساحت یکسانی داشتند. نتایج مقایسه این تیمارها نشان داد که افزایش طول کرت نسبت به عرض کرت تاثیر بیشتری در کاهش ضریب تغییرات داشت (جدول ۲) که هم راستا با نظر ایگو و همکاران (Igue et al. 1991) است. به عبارت دیگر باید کرت ها را مستطیل شکل انتخاب کرد(Srinivasan et al. 1982) به طوری که طول کرت هشت متر باشد (بدون حاشیه) و در صورت نیاز به کاهش اندازه کرت، باید تعداد خطوط کاشت یا عرض کرت را کاهش داد. چنانچه در جدول دو پیداست تیمار a3b1 با ٤/٨ متر مربع مساحت ضریب تغییرات کمتری (دقت بیشتر) نسبت به تیمار های a1b3 و a1b4 به ترتیب با ۷/۲ و ۹/٦ متر مربع مساحت، برای همه صفات (بجز محصول ریشه) دارد.

بر اساس محاسبات به عمل آمده برای عامل اصلی (طول کرت)، حداقل ضریب تغییرات را تیمار a3 برای صفات محصول ریشه (۱۸/۱۹)، محصول قند (۱۸/٤۲)، محصول قندسفید (۱۸/۸۳) (شکل۱ محور سمت چپ) و درصد قند سفید (۹/٤۲) و تیمار a4 برای صفت درصد قند (٦/۲۷) (شکل۱ محور سمت راست) داشتند.

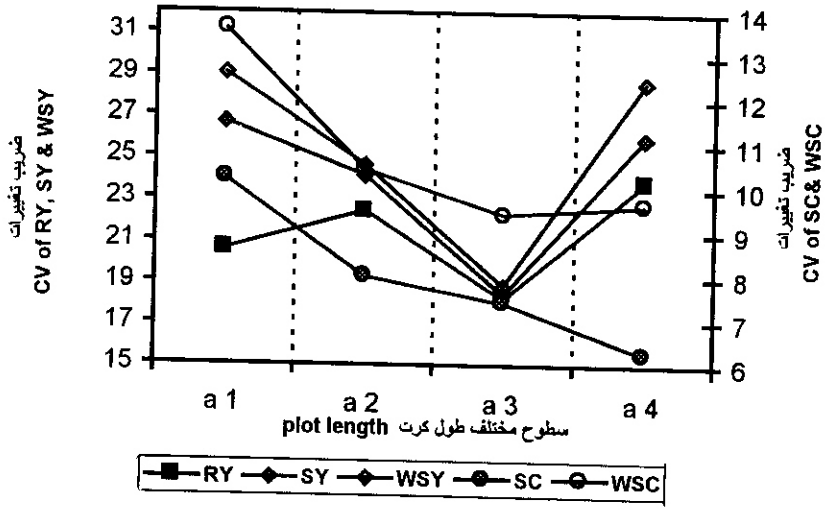
جدول ۲- ضریب تغییرات صفات اندازه گیری شده چغندر قند در کرت های مساوی

همدان ۱۳۷۵-۱۳۷٤

Table 2 Coefficient of variation of important traits of sugar beet in equal size plots

Hamedan 1995-6

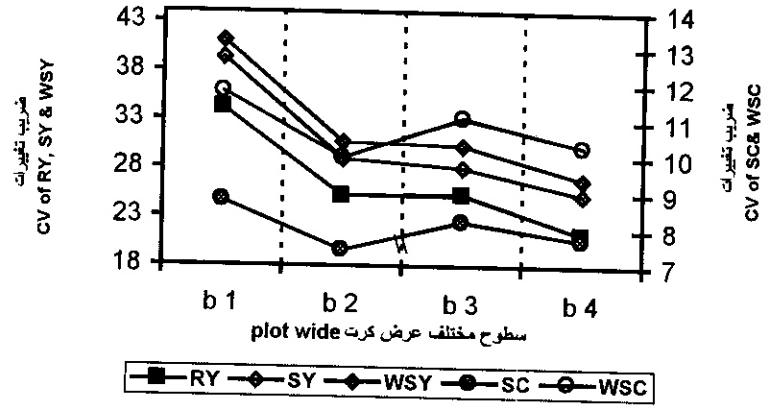
مساحت کرت (plot size) / صفات(trait)	4.8 m^2		7.2 m^2		9.6 m^2		14.4 m^2	
	a_1b_2	a_3b_1	a_1b_3	a_2b_2	a_1b_4	a_3b_2	a_2b_4	a_3b_3
RY	25.23	17.36	15.89	16.78	12.25	12.21	19.4	11.47
SY	31.56	15.99	23.99	20.41	20.36	10.93	20.4	11.97
WSY	3.28	15.58	27.55	22.12	23.85	11.35	19.91	11.53
SC	9.23	4.01	12.05	10.52	9.8	3.13	6.03	8.73
WSC	11.73	5.62	16.41	13.75	13.29	4.89	7.75	9.2



شکل ۱- مقادیر ضریب تغییرات در سطوح مختلف طول کرت

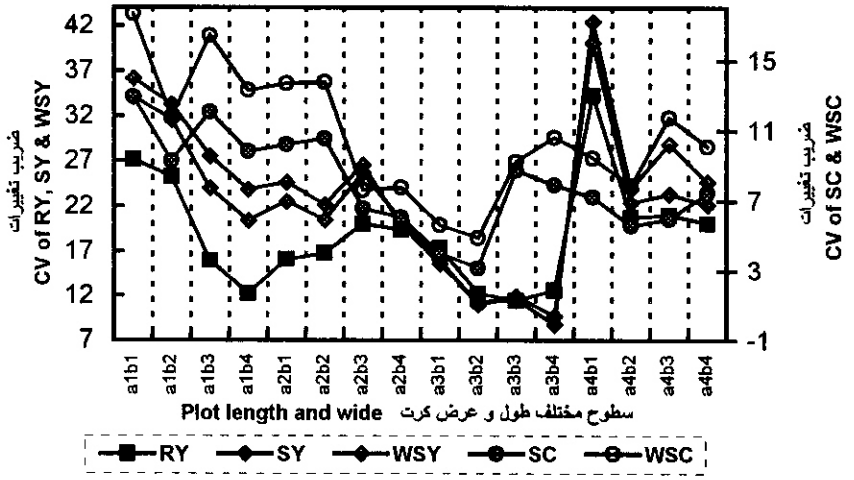
Fig.1 Coefficient of variation value for plot length

برای عامل فرعی (عرض کرت)، حداقل ضریب تغییرات را تیمار b4 برای صفات محصول ریشه (۲۱/۲۲)، محصول قند (۲۵/۳۰) و محصول قندسفید (۲۶/۸۹) (شکل۲ محور سمت چپ) تیمار b2 برای صفات درصد قند (۷/۴۳) و درصد قندسفید (۹/۹۸) (شکل۲ محور سمت راست) داشتند.



شکل ۲- مقادیر ضریب تغییرات در سطوح مختلف عرض کرت

Fig.2 Coefficient of variation value for plot wide



شکل ۳- مقادیر ضریب تغییرات در سطوح مختلف طول و عرض کرت

Fig.3 Coefficient of variation value for plot length and wide

همچنین بر اساس محاسبات انجام شده برای اثر متقابل مساحت کرت(طول کرت در عرض کرت)، حداقل ضریب تغییرات را تیمار a3b2 برای صفات درصد قند (۳/۱۳) و درصد قندسفید (٤/۸۹) (شکل۳ محور سمت راست) و تیمار a3b3 برای صفت محصول ریشه (۱۱/٤۷) و تیمار a3b4 برای صفات محصول قند (۹/۷۰) و محصول قندسفید (۸/۷٦) (شکل ۳ محور سمت چپ) داشتند.

نتایج بالا نشان داد که تیمار a3b2 یعنی اندازه کرت با دو خط کاشت به طول هشت متر و مساحت ۹/٦ متر مربع حداقل ضریب تغییرات را برای درصد قند و درصد قندسفید داشته و اختلاف بسیار کمی را با تیمارهای دارای حداقل ضریب تغییرات از نظر صفات محصول ریشه(۰/۷٤درصد)، محصول قند(۱/۲۳درصد) و محصول قند سفید (۲/۵۹درصد) داشته است. این در حالی است که انتخاب تیمار a3b2 در مقایسه با تیمارهای فوق کاهش قابل توجه اندازه کرت برای صفات محصول ریشه(٦۷درصد) محصول قند(۱۳٦درصد) و محصول قندسفید (۱۳٦درصد)، در نتیجه کاهش هزینه اجرای آزمایش را همراه خواهد داشت.

سرینی واسان و همکاران (Srinivasan et al. 1982) اعلام نمودند که با افزایش اندازه کرت ضریب تغییرات کاهش یافته است. هر چند در این آزمایش برای محصول چغندرقند ضریب تغییرات با افزایش اندازه کرت از ۲/٤ تا ۹/٦ متر مربع کاهش یافته است اما با افزایش اندازه کرت از ۹/٦ تا ۲٤ متر مربع ضریب تغییرات آزمایش نه تنها کاهش نیافته(به جز چند مورد و به مقدار کم) بلکه افزایش نیز یافته است. و این روند مؤید گزارش خیورانا و همکاران (Khurana et al. 1992) است که اظهار داشتند "با افزایش اندازه کرت ضریب تغییرات کاهش یافت اما وقتی تغییرات خاک افزایش یافت، با افزایش اندازه کرت کارآئی نسبی کاهش یافت." همچنین موافق با گزارش ایگو و همکاران (Igue et al. 1991) است که اعلام نمودند "تنها کرت های کوچکتر از ٥٤ متر مربع و دارای خاک همگن قابل استفاده در محاسبه بودند و از بین آنها کرت های شش تا ۱۲ متر مربع بیشترین کاهش را در ضریب تغییرات داشتند."

بنابراین با استفاده از مساحت کرت ۹/٦ متر مربع (۲ /۱×۸) در آزمایش های به نژادی چغندرقند ضمن بهینه کردن دقت آزمایش، هزینه اجرا نیز در حد متوسط خواهد بود. با توجه به اینکه با افزایش بیشتر اندازه کرت هزینه اجرا افزوده شده و دقت آزمایش نیز بالا نمی رود، نیازی به استفاده از اندازه کرت بزرگتر نیست. اندازه کرت پیشنهادی با توجه به شرایط محیطی استان همدان توصیه شده است. البته امکان دارد با تغییرات شرایط فیزیکی خاک، اقلیم محل آزمایش و امکانات موجود، اندازه کرت دیگری مناسب باشد (Sevilla 1980). همچنین در صورت وجود محدودیت های بیشتر پیشنهاد می شود آزمایش ها در کرت های به طول هشت متر و عرض ۰/٦ متر(یک خط کشت) اجرا گردد. در این حالت ضریب تغییرات برای صفات محصول ریشه، محصول قند، محصول قند سفید، درصد قند و درصد قند سفید به ترتیب ۱۷/۳٦، ۱٥/۹۹، ۱٥/٥۸، ٤/۰۱ و ٥/٦۲ بوده که به تناسب هزینه نسبت به بقیه تیمارها بجز تیمار توصیه شده دقت بیشتری دارد.

توصیه می‌شود در بررسی های بعدی، قطعه زمین یکنواخت مورد نیاز آزمایش به واحدهای پایه (مثلا یک متر مربعی) تقسیم و از ترکیب های مختلف آنها

اندازه های مختلف کرت شبیه سازی گردد تا ضمن صرفه جوئی در هزینه اجرای آزمایش، اطلاعات وسیع تری نیز بدست آید.

References منابع مورد استفاده

Amador M, Canet R (1979) Optimum sample size for evaluating yield and its factors in the cultivation of rice. Institute of Agricultural Science pp10-14

Briseno HV, Pablos H, Castillo J, Morales A (1980) Determination of the Optimum trial plot size for rye (secale cereale). Chapingo 23-24:97-102

Cordeiro C, Miranda J, Compose J (1982) Plot size and number of replications in potato trials. Pesquisa Agropecuaria Brasileria 17:1341-1348

Egger R, Egger P, Moreira A (1980) Criteria for planning exprimental trials. Ia-production de semilia de papa informe del primer curso National de production de semilia de papa Enero pp42-47

Gargiuio C (1981) Estimation of the best size and shape of yield trial plots for soyabean. Revista Industrial Agricola Tucuman 58:15-26

Igue T, Espironelo A, Cantarella H, Nelli E (1991) Size and shape of experimental plots for sugarcan. Bragantia 50:163-180

Katyal V, Sasmal B (1982) Influence of size and shape of plot and block on exprimental error in field expriments conducted with jute (JRC – 212). Indian Agriculturist 26:43-49

Kaushik L, Gupta S, Kapoor R (1983) A uniformity trial in pearl millet. International Journal of Tropical Agricultur 1:41-49

Khurana A, Rai L, Gupta S (1992) A uniformity trial on soybeen. Haryana Agricaltural University Journal of Research 22:225-228

Lucas LG (1981) Field plot techniques for cotton experiments. College, Laguna (Philippines)

Marrero V, Rodringuez S, Guzman J, Urbano G (1991) Required plot size for nutritional studies of Phaseolus vulgaris. Agrotecnia de Cuba 23:19-27

Pahuja AN, Mehra R B (1981) Plot size for co – ordinated varietal trials in chickpea. Indian Journal of Agricultural Sciences 51:80-82

Sevilla R (1980) Design of on farm expriments. Centro internati-onal de la papa: Report of the planning confrence on optimizing potato productivity in developing countries pp91-108

Singh R (1989) Size and shape of plots and blocks for field trials on cabbage. Indian Journal of Horticulture 46:255-260

Srinivasan V, Biswas S, Ramachander P, Reddy B, Prakash G, Dass H (1982) Estimation of optimum size and shape plots and blocks for pineapple yield trials. Singapore Journal of Primary Industries 10:107-115

Torres V (1981) The estimation of optimum plot size in pasture expriments. Cuban Journal of Agricultural Science 15:222-235

Zimmermann F (1982) Size and shape for exprimental units of beans in association with maize. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 17:741-743