مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۹، شماره ۴، سال ۱۳۹۲

تهیه هیبریدهای چغندرقند حامل ژن مقاومت به بیماری ریزومانیا و مقایسه عملکرد و کیفیت آن‌ها

Development of Sugar Beet Hybrids Carrying Rhizomania Resistance Gene and Comparison of their Performance and Quality

محمدرضا فتحی[۱]، سعید واحدی[۱]، محسن بذرافشان[۱]، حسنعلی شهبازی[۱]
و محمد عبداللهیان نوقابی[۲]

۱- مربی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، کرج
۲- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۲**

چکیده

فتحی، م. ر.، واحدی، س.، بذرافشان، م.، شهبازی، ح. و عبداللهیان نوقابی، م. ۱۳۹۲. تهیه هیبریدهای چغندرقند حامل ژن مقاومت به بیماری ریزومانیا و مقایسه عملکرد و کیفیت آن‌ها. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۹:** ۷۸۹ - ۷۷۷.

در این تحقیق با استفاده از گرده‌افشان‌ها و سینگل کراس‌های حامل ژن *Rz1*، تعداد ۴۴ هیبرید چغندرقند تهیه شد و در دو مزرعه با آلودگی طبیعی به بیماری ریزومانیا در فارس و خراسان مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این کار ابتدا بذر شش گرده‌افشان دیپلوئید به همراه هفت سینگل کراس برای تهیه استکلینگ (Stekling) در مزرعه کشت شد. بعد از زمستان‌گذرانی ریشه‌چه‌ها در قطعات ایزوله، والدین پدری و مادری تلاقی شدند و بذر هیبرید از پایه مادری برداشت شد. در سال‌های ۱۳۸۷و ۱۳۸۸ هیبریدهای حاصل به همراه ارقام شاهد مقاوم و حساس در قالب یک آزمایش ۴۹ رقمی در دو مزرعه آلوده به ریزومانیا در استان‌های فارس و خراسان از نظر عملکرد و بیماری مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج تجزیه خوشه‌ای حاصل از ارزیابی دو ساله در دو منطقه بر مبنای عملکرد و کیفیت محصول و همچنین شدت آلودگی به بیماری ریزومانیا نشان داد که هیبریدهای 26388*(7112*SB36)، 26388*(231*SB36)، 26388*(436*SB36)، 27645*(419*SB36)، 27645*(231*SB36)، و 26388*(419*SB36) **با شاهد های برتر آزمایش (لاتیتیا و فلورس) در یک گروه دسته‌بندی شدند. با توجه به عملکرد و شدت آلودگی به بیماری، گرده‌افشان‌های** 26388 و 27645 **برای تهیه هیبریدهای برتر انتخاب شدند.**

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، ریزومانیا، ژن *Rz1*، گرده‌افشان.

نویسنده مسئول: sbsi_fathi47@yahoo.com تلفـــــن: ۰۲۶۳۲۷۰۲۶۱۳

مقدمه

بیماری ریزومانیا (ریشه گنایی) یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های چغندرقند محسوب می‌شود (Draycott, 2006). این بیماری اولین بار در سال ۱۹۵۹ از ایتالیا (Canova, 1959) و سپس در بسیاری از نقاط دنیا از جمله فرانسه (۱۹۷۲)، ژاپن (۱۹۷۳)، آمریکا (۱۹۸۳) و دیگر کشورها گزارش شد (Johanson, 1992). عامل بیماری ویروسی به نام (*Beet necrotic yellow vein virus*, BNYVV) است (Tamada and Baba, 1973) وجود آن در اکثر کشورهای دنیا مشخص شده است (Draycott, 2006). بیماری ریزومانیا در حال حاضر در دنیا از تمامی بیماری‌های چغندرقند مهم‌تر است و از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارد چرا که موجب کاهش شدید عملکرد قند در هکتار می‌شود (Putz *et al*., 1990). خسارت آن در ارقام حساس معمولاً بیش از ۸۰ درصد است و در مواردی به صددرصد نیز می‌رسد (Asher, 1993؛ Asher and Kerr, 1996).

در ایران این بیماری اولین بار در سال ۱۳۷۵ (Izadpanah *et al*., 1996) از استان فارس گزارش و بعد از آن در اکثر نقاط چغندرکاری کشور ردیابی شد (Jafarpour and Mahdikhani, 1996؛ Darabi, 1998؛ Toudehfallah, 2000). با توجه به این که کاربرد برخی از روش‌های زراعی از جمله تاریخ کاشت، روش آبیاری و تناوب زراعی، روش‌های شیمیایی و روش‌های بیولوژیکی در مبارزه با بیماری چندان سودمند نیستند، لذا استفاده از ارقام مقاوم به عنوان بهترین و تنها راه مبارزه موثر با بیماری توصیه شده است (Wisler *et al*., 1999؛ Harveson and Rush, 2002؛ Biancardi *et al*., 2002) به همین دلیل تاکنون تحقیقات وسیعی برای دستیابی به ارقام مقاوم علیه بیماری انجام شده است. اولین منابع ژنتیکی چغندرقند متحمل به بیماری ریزومانیا از منابعی که برای مقاومت بیماری به لکه برگی ناشی از *Cercospora beticola* Sacc. در زمین‌های آلوده به ریزومانیا در ایتالیا کشت شده بودند، به دست آمد و اولین رقم دیپلوئید منوژرم هیبرید نسبتاً مقاوم به نام Rizor تهیه شد. با کشت این هیبرید عملکرد چغندرقند در زمین‌های آلوده، به میزان قابل توجهی افزایش یافت (Richard-Molard, 1985)، بعد از آن منابع مقاومت در ژرم‌پلاسم دیگری توسط شرکت Holly پیدا شد. مقاومت موجود در این ژرم‌پلاسم توسط یک ژن غالب کنترل می‌شود (Lewellen *et al*., 1987). این ژن که مقاومت بالایی در مقابل بیماری ایجاد می‌کند، به ژن *Rz*1 و یا ژن Holly شهرت یافت (Scholten, 1999). با این وجود مقاومت ایجاد شده توسط این ژن در ژنوتیپ‌های مختلف یکسان نیست و عوامل متعددی بیان این ژن را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Shahbazi *et al*., 2010). به طور مثال

مقاومت ایجاد شده توسط ژن مذکور در هیبریدهای دیپلوئید موثرتر از هیبریدهای تریپلوئید بود (Wisler *et al.*, 1999). در گیاهان دگرگشن از جمله چغندرقند تهیه ارقام هیبرید (F1) از اولویت و اهمیت خاصی برخوردار است. بسیاری از هیبریدهایی که پس از تلاقی رگه‌های خالص غیرخویشاوند به وجود می‌آیند، هیبریدهای F1 مطلوب هستند (Allarad, 1999).

نتایج پژوهش‌ها نشان داده که ارزیابی مقاومت تعداد زیادی لاین در شرایط گلخانه و توسط آزمون‌های استاندارد به راحتی امکان‌پذیر نیست (Amiri and Mesbah, 2002؛ Pferdmenges *et al.*, 2009). نتایج مطالعات گلخانه‌ای اخیر در آلمان نشانگر همبستگی مثبت بین علائم ظاهری بیماری روی ریشه و وزن تر ریشه با غلظت ویروس و سطح مقاومت ارقام بود. همچنین در ارقام مقاوم غلظت ویروس از هفته چهارم تا دوازدهم به تدریج کاهش یافت (Pferdmenges *et al.*, 2009). محمودی و همکاران (Mahmoudi *et al.*, 2012) در دو سال آزمایش در منطقه آلوده به بیماری ریزومانیا نشان دادند، با توجه به روند تغییرات مقادیر جذب الایزا گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در سال اول در نمونه‌برداری دوم و در سال دوم اجرای آزمایش در نمونه‌برداری سوم عکس‌العمل منطقی آن‌ها را به بیماری ریزومانیا نشان داد. به این ترتیب می‌توان واکنش ژنوتیپ‌های چغندرقند را نسبت به بیماری ۳ تا ۴ ماه پس از کاشت مشخص کرد. همچنین شناسایی مزارع آلوده در این زمان نتیجه قابل اعتمادی خواهد داشت.

در تهیه رقم هیبرید، اصلاح والد پدری سریع‌تر و راحت‌تر از اصلاح و توسعه والد مادری است. در اصلاح والد گرده‌افشان معمولا با توجه به وراثت صفت مورد نظر، فامیل‌های تمام خواهری یا نیمه خواهری تهیه و نسبت به صفت مورد نظر ارزیابی می‌شوند. فامیل‌های خالص معمولاً مشکل سازگاری دارند اما فامیل‌های خالص مطلوب را نباید به خاطر ناسازگاری کنار گذاشت بلکه باید ترکیب‌پذیری آن‌ها را با فامیل‌های مختلف سنجید و در صورت امکان به بهترین ترکیب جهت تهیه رقم هیبرید دست یافت (Fathi *et al.*, 2006). هدف از تحقیق حاضر استفاده از پایه‌های پدری حامل ژن *Rz*1 و همچنین سینگل‌کراس‌های حامل این ژن تهیه و ارزیابی هیبریدهای جدید در شرایط مزرعه با آلودگی طبیعی بود تا در صورت دستیابی به هیبرید برتر و قابل رقابت با ارقام مقاوم، از آن به عنوان یک هیبرید جدید استفاده شود. همچنین با شناسایی والدهای گرده‌افشان مقاوم با پتانسیل عملکرد خوب در شرایط آلوده و با گزینش مجدد در آن‌ها بتوان چرخه‌های بعدی والدین مقاوم و مطلوب را توصیه کرد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق بذر شش گرده‌افشان دیپلوئید مقاوم به ریزومانیا با شماره‌های 1-27979، 2-28978، 3-26388، 4-27645، 5-27055 و 6-27056 به همراه هفت سینگل کراس منوژرم (428*SB36)، (436*SB36)، (419*SB36)، (261*SB36)، (231*SB36)، (7112*SB36) و (SB17*SB36) و یک پایه مادری 276-3,27 در سال ۱۳۸۶ درقطعات ایزوله تلاقی شدند. در سال ۱۳۸۷ هیبریدهای به دست آمده به همراه دو شاهد مقاوم خارجی (لاتیتیا و فلورس) ویک شاهد حساس (IC) در یک آزمایش ۴۹ رقمی در قالب طرح بلوک‌های ناقص با سه تکرار در دو منطقه در شرایط مزرعه با آلوده گی طبیعی در فارس (زرقان) و خراسان(تربت جام) ارزیابی شدند. هر کرت آزمایشی شامل سه خط به طول هشت متر بود. علائم بیماری در مزرعه آلوده بر اساس مقیاس ۹-۱ (Luterbacher *et al.*, 2005) یادداشت‌برداری شد، به طوری که نمره ۱ برای تیماری که از نظر آلودگی علایمی در آن مشاهده نمی‌شد و نمره ۹ برای تیماری که بیشترین علایم آلودگی را از خود نشان می‌داد اختصاص یافت. از نظر شاخص آلودگی در زمان برداشت تمامی تیمارها یادداشت‌برداری شدند. تعداد و وزن ریشه کلیه کرت‌ها نیز در فرم های مربوطه ثبت شد. از ریشه‌های هر کرت خمیر تهیه و برای کنترل کیفی و تعیین خصوصیات تکنولوژی به آزمایشگاه تکنولوژی قند ارسال شد. در سال ۱۳۸۸ آزمایش‌ها در دو منطقه شیراز و خراسان کشت و تمامی مراحل همانند سال ۱۳۸۷ تکرار شد.

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مربوط به عملکرد، کیفیت و شاخص آلودگی (Mohammadi, 2006) با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

صفات کمی و کیفی مورد بررسی پس از تائید مفروضات آماری مورد نیاز، تجزیه واریانس مرکب شدند که در جدول ۱ خلاصه شده است.

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال نشان داد که اثر رقم در دو سال برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر سفید، عیار قند و راندمان استحصال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که بیانگر اختلاف پتانسیل ژنتیکی ارقام و هیبریدهای مورد مقایسه در آزمایش بود و نشان داد که هیبریدهای آزمایش از نظر توان تولید محصول در شرایط آلوده با یک دیگر اختلاف دارند. مقایسه میانگین این صفات نشان داد که مقدار عملکرد ریشه از ۵۵/۸۴ تن در هکتار در رقم مقاوم ۲۰۴۴۸ تا ۱۴/۱۸ تن در هکتار در رقم حساس IC متفاوت بود (جدول ۲).

از نظر عملکرد ریشه در هکتار تیمار شماره ۱۱ با ۴۴/۶۲ تن درهکتار با میانگین رقم شاهد

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) برای صفات کمی و کیفی هیبریدهای چغندرقند در دومنطقه خراسان و فارس در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

Table 1. Combined analysis of variance for quantitative and qualitative traits of sugar beet hybrids in two locations of Khorasan and Fars and two years (2008 and 2009)

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	عملکرد ریشه RY	عملکرد شکر سفید WSY	درصد قند SC	راندمان استحصال PUR
Year (Y)	سال	1	945.86 ^{ns}	68.06 ^{ns}	781.45 ^{ns}	2439.56^{ns}
Location (L)	مکان	1	59147.31 ^{ns}	622.20 ^{ns}	115.78**	5955.69 ^{ns}
Y × L	سال × مکان	1	17319.09**	561.81**	1.80**	357.47**
Replication (Y × L)	تکرار (سال × مکان)	8	183.23**	6.02**	5.01**	33.65**
Genotype (G)	رقم	48	439.31**	9.85**	3.16*	63.38**
L × G	مکان × رقم	48	145.63 ^{ns}	4.57^{ns}	1.70**	46.73**
Y × G	سال × رقم	48	105.39**	1.66**	1.49**	23.03**
Y × L × G	سال × مکان × رقم	48	123.91**	3.10**	0.58^{ns}	18.14 **
Error	خطا	384	23.81	0.56	343.62	5.41

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

RY: Root Yield; WSY: White Sugar Yield; SC: Sugar Content; PUR: Purity.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی هیبریدهای چغندرقند در دومنطقه خراسان و فارس در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

Table 2. Mean comparison of quantitative and qualitative traits of sugar beet hybrids in two locations of Khorasan and Fars and two years (2008 and 2009)

شماره ژنوتیپ	هیبریدها	عملکرد ریشه	عملکرد شکرسفید	درصد قند	راندمان استحصال	شاخص آلودگی
Genotype No.	Hybrids	RY (tha^{-1})	WSY (tha^{-1})	SC (%)	PUR (%)	DS (1-9)
1	(428 * SB36) * 26388	35.93b-h	5.51b-j	17.93abc	86.65abc	2.83abc
2	(436 * SB36)* 26388	43.59bc	6.34abc	17.37b-g	84.62a-l	2.58a
3	(419 * SB36)* 26388	42.75bcd	6.34abc	17.63a-f	85.31a-h	3.21a-e
4	(231 * SB36)* 26388	41.49b-e	5.61a-l	16.81b-k	82.61c-k	3.29a-e
5	(261 * SB36)* 26388	39.89b-e	5.73a-h	17.44b-h	84.75a-l	3.50b-f
6	(7112 * SB36)* 26388	41.04b-e	5.95a-g	17.35b-j	84.37a-l	2.88abc
7	(SB 17 * SB36)* 26388	38.12b-g	5.57a-j	17.40b-h	84.99a-l	2.88abc
8	(428 * SB36) * 27645	24.95j	3.73nop	17.67b-e	84.86a-l	2.71a
9	(436 * SB36)* 27645	32.92d-j	4.67g-o	17.33b-l	84.69a-l	2.67a
10	(419 * SB36)* 27645	41.03b-e	6.13a-d	17.66a-e	85.80a-f	2.92abcd
11	(231 * SB36)* 27645	44.62ab	5.76a-h	16.60d-k	80.57i-l	2.92abcd
12	(261 * SB36)* 27645	25.09i-j	3.09p	16.31f-k	80.66g-k	4.08efgh
13	(7112 * SB36)* 27645	26.93hij	3.47op	16.86b-k	80.95f-k	3.17a-e
14	(SB 17 * SB36)* 27645	35.05b-j	5.11c-m	17.38b-h	85.27a-h	3.17a-e
15	(438 * SB36) * 27979	28.16g-j	3.92nop	16.90b-k	84.05a-l	3.71c-g
16	(436 * SB36)* 27979	33.16d-j	4.40j-o	16.76c-k	81.96c-k	2.75ab
17	(7112 * SB36)* 27979	36.63b-h	5.12c-m	16.94b-k	83.75a-k	3.46b-f
18	(428 * SB36) * 27978	36.82b-h	5.53b-j	17.93abc	85.86a-e	3.50b-f
19	(436 * SB36)* 27978	34.45b-j	4.90e-n	17.47b-h	83.90a-k	3.58b-g
20	(419 * SB36)* 27978	33.76c-j	4.68g-o	16.96b-k	83.76a-k	3.25a-e
21	(231 * SB36)* 27978	36.07b-h	4.79f-n	16.76c-k	81.65d-k	2.88abc
22	(261 * SB36)* 27978	35.86b-h	5.10c-m	17.27b-l	84.54c-l	3.50b-f
23	(7112 * SB36)* 27978	38.31b-g	5.59a-l	17.59a-g	85.48a-g	4.25f-j
24	(SB 17 * SB36)* 27978	32.15c-j	4.65g-o	17.58a-g	85.23a-g	4.46g-l
25	(428 * SB36) * 27055	37.97b-g	5.05d-m	16.38e-k	83.02b-k	3.21a-e
26	(436 * SB36)* 27055	33.77c-j	4.58j-h	16.72c-k	83.71a-k	3.38bcde
27	(419 * SB36)* 27055	35.04b-j	4.78f-n	16.79c-k	84.22a-l	3.58b-f
28	(231 * SB36)* 27055	37.24b-h	5.00en	16.70c-k	82.55b-k	3.96defg
29	(261 * SB36)* 27055	35.87b-h	4.34j-o	15.71k	79.15kl	3.50b-f
30	(7112 * SB36)* 27055	32.02e-j	4.02l-p	16.21h-k	81.48e-k	3.25a-e
31	(SB 17 * SB36)* 27055	32.51d-j	4.38j-o	16.59d-k	83.99a-j	4.58h-l
32	(428 * SB36) * 27056	34.10c-j	4.90e-n	17.38b-h	84.40a-l	3.42bcde
33	(436 * SB36)* 27056	38.66b-f	5.34d-k	17.20b-l	83.75a-k	3.46b-f
34	(419 * SB36)* 27056	36.60b-h	5.23c-l	17.14b-j	85.13a-h	3.21a-e
35	(231 * SB36)* 27056	36.03b-h	4.90e-n	17.07b-j	82.09c-k	3.92defg
36	(261 * SB36)* 27056	39.17b-e	5.01e-n	16.38e-k	80.59h-l	3.96defg
37	(7112 * SB36)* 27056	35.12b-j	4.81f-n	17.07b-j	82.96b-k	3.63b-g
38	(SB 17 * SB36)* 27056	34.20c-j	4.96e-n	17.39b-h	85.69a-f	4.46g-l
39	276- 3 .27 * 26388	38.29b-g	5.99a-f	18.12abc	88.03a	5.13kl
40	276- 3 .27 * BULK RR	34.45b-j	5.35d-k	18.00abc	87.10abc	4.33f-j
41	(SB 17 * SB36)* DORO..	35.30b-l	5.17e-m	17.38b-g	85.95a-e	4.71ijkl
42	SB36 * 26388-P.2	38.09b-g	5.31e-k	17.23b-l	84.15a-j	3.58b-g
43	SB36 * W1005	33.77c-j	4.15k-p	15.88jk	80.72g-l	4.29f-j
44	SB36 * 231- No6-79	37.89b-g	4.67g-o	16.03ijk	80.33i-l	4.83ijkl
45	MU RH	28.46f-j	4.28j-p	17.64a-e	86.38a-d	5.13kl
46	ZARGHAN	34.11c-j	5.18c-m	17.84a-d	86.08a-e	5.00jk
47	20951	41.99b-e	6.72ab	18.84a	85.87a-e	2.75ab
48	20448	55.84a	6.80a	16.30g-k	77.10l	2.58a
49	IC	14.18k	1.78q	15.83j-k	79.37jkl	6.04l

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different.
RY: Root Yield; WSY: White Sugar Yield; SC: Sugar Content; PUR: Purity; DS: Disease Severity.

مقاوم در یک گروه دسته‌بندی و اختلاف آماری بین آن‌ها مشاهده نشد. هیبریدهای شماره ۲ و ۳ نیز در ردیف‌های بعدی قرار گرفتند. از نظر عملکرد شکر سفید در هکتار بیشترین مقدار به رقم شاهد مقاوم (شماره ۴۸ با ۶/۸۰ تن در هکتار) اختصاص و هیبریدهای شماره ۲ و ۳ با عملکرد شکر ۶/۳۴ تن در هکتار در ردیف‌های بعدی قرار گرفتند. از نظر آماری هیبریدهای مذکور با شاهدهای مقاوم اختلاف آماری نداشته و در یک گروه دسته‌بندی شدند (جدول ۲).

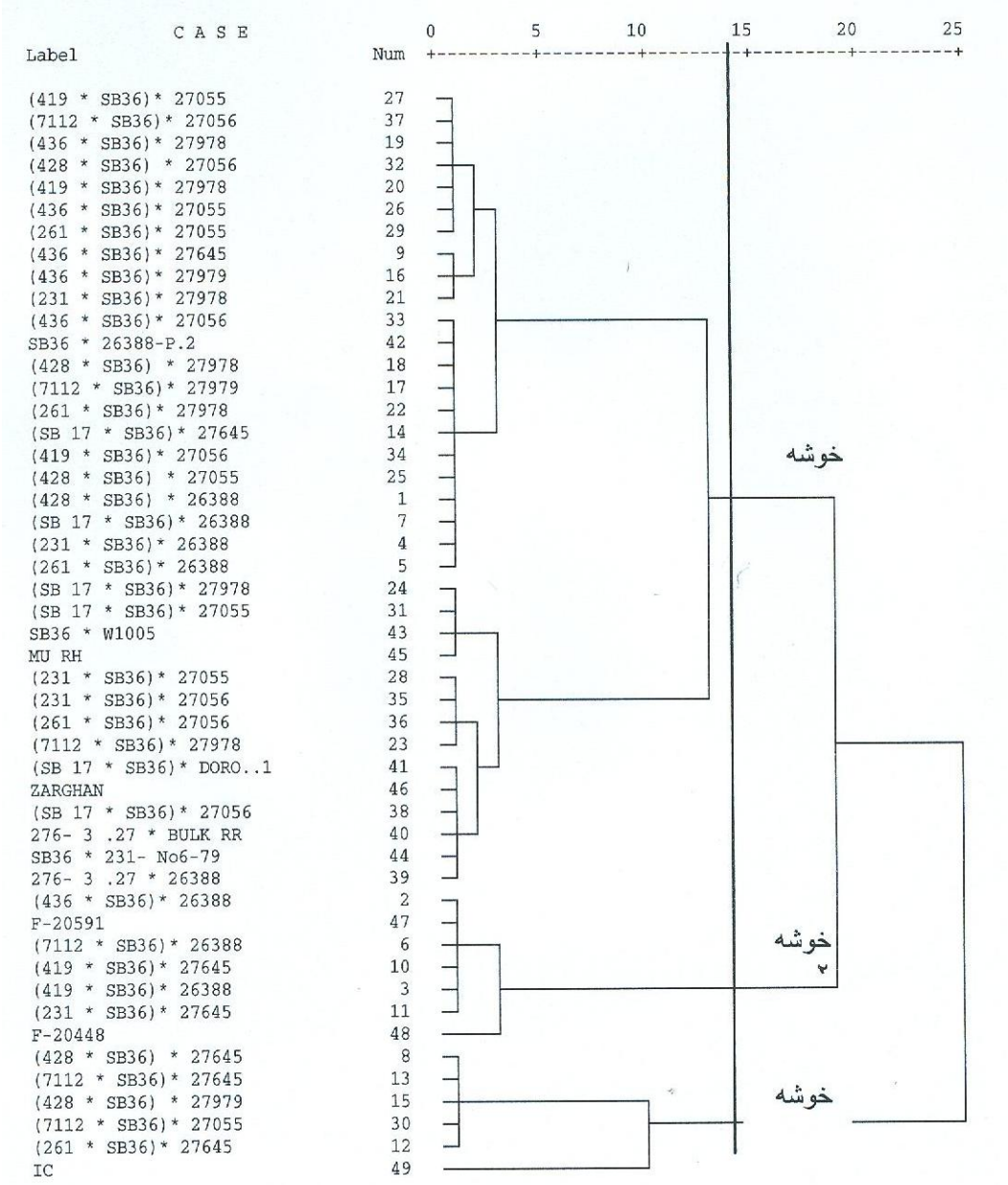
اثر سال و مکان برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر سفید و عیار قند معنی‌دارنشد و این بیانگر این است که سال‌ها و مکان‌ها از نظر آماری با هم تفاوت نداشته‌اند.

اثر مکان در رقم نیز برای صفات عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید معنی‌دار نبود. برتری تعدادی از هیبریدها نسبت به ارقام شاهد در دو منطقه طی دو سال یک برتری پایدار و قابل اطمینان و ناشی از مقاومت بهتر و پتانسیل ژنتیکی عملکرد ریشه بیشتر این هیبریدها بود.

اثر سال در رقم و اثر سال در رقم در مکان برای تمامی صفات مورد نظر معنی‌دار شد. بنابراین برای گروه‌بندی هیبریدها از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد.

تجزیه خوشه‌ای میانگین ژنوتیپ‌ها براساس صفات کمی وکیفی محصول و شاخص آلودگی (Mohammadi, 2006) در دو سال و دو منطقه (شکل ۱) نشان داد از نظر صفات کمی دامنه تغییرات صفاتی همچون عملکرد ریشه از ۵۶/۱۴ تن در هکتار برای رقم مقاوم خارجی (لاتیتیا) تا ۱۴/۳۷ تن در هکتار برای رقم حساس (IC) متغیر بود. این امر نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی در بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت بود. شاهد مقاوم خارجی (لاتیتیا) و شاهد حساس شماره ۴۹ (IC) هر کدام در یک شاخه جداگانه قرار گرفتند. در بین هیبریدهای جدید هیبریدهای شماره ۱۱، ۳، ۱۰، ۶ و ۲ از نظر صفات مذکور با ارقام مقاوم خارجی (لاتیتیا و فلورس) در یک خوشه (خوشه ۲) دسته‌بندی شدند. هیبریدهای دیگر که از درجه مقاومت کمتری برخوردار بودند و نیمه متحل محسوب می‌شوند درخوشه سوم دسته‌بندی شدند.

از نظر شاخص آلودگی هیبریدهای آزمایش بر اساس مقیاس ۹-۱ در دو سال و دومنطقه نیز هیبریدهای شماره ۲، ۱۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۷،۲۱، ۶، و۱ از مقاومت در خور توجهی به بیماری ریزومانیا برخوردار بودند. در بین آن‌ها هیبریدهای شماره ۱۱، ۳، ۱۰، ۶ و ۲ در تجزیه خوشه‌ای با رقم های برتر مقاوم خارجی (لاتیتیا و فلورس) در یک گروه دسته‌بندی شدند (خوشه ۲ در شکل ۱). شاهد حساس شماره ۴۹ (IC) به همراه تعدادی از هیبریدها در یک شاخه جداگانه قرار گرفت (خوشه ۱). این موضوع نشان می‌دهد مقاومت ایجاد شده در ژنوتیپ‌های مختلف یکسان نیست و عوامل متعددی بیان ژن مقاومت را تحت تاثیر قرار می‌دهند



شکل ۱- تجزیه خوشه ای چند متغیره بر اساس عملکرد، صفات کیفی محصول و شاخص آلودگی هیبریدهای چغندرقنددر شرایط زمین آلوده در دو سال و دو منطقه

Fig. 1. Claster analysis based on yield, qualitative traits and infection severity of sugar beet hybrids in infected condition in two years and two locations

(Shahbazi *et al.*, 2010). مقدار شاخص آلودگی از ۲/۵۸ برای ارقام شاهدهای مقاوم خارجی (لاتیتیا)و هیبرید شماره ۲ تا ۶/۰۴ برای رقم حساس (IC) متغیر بود. این تفاوت نشان دهنده آلودگی مزرعه و اعتماد به ارزیابی هیبریدها در یک مزرعه با آلودگی طبیعی است.

مقایسه میانگین عملکرد شکر سفید در هکتار در دومنطقه در دو سال آزمایش (جدول ۳)

جدول ۳- میانگین عملکرد شکر سفید (تن در هکتار) هیبریدهای چغندرقند در دومنطقه در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

Table 3. Mean white sugar yield (tha^{-1}) of sugar beet hybrids in two locations and two years (2008 and 2009)

سینگل کراس‌ها	Pollinators گرده‌افشان‌ها						میانگین
Single crosses	26388	27645	28979	28978	25055	25056	Mean
428 * SB36	5.51b-j	3.73nop	3.88nop	5.53b-j	5.05d-m	4.90e-n	4.76
436 * SB36	6.34abc	4.67g-o	4.37j-o	4.90e-n	4.58j-h	5.34d-k	5.02
419 * SB36	6.34abc	6.13a-d	-	4.68g-o	4.78f-n	5.23c-l	5.44
231 * SB36	5.61a-l	5.76a-h	-	4.79f-n	5.00en	4.90e-n	5.20
261 * SB36	5.73a-h	3.09p	-	5.10c-m	4.34j-o	5.01e-n	4.66
7112 * SB36	5.95a-g	3.47op	5.15c-m	5.59a-l	4.02l-p	4.81f-n	4.84
SB17 * SB36	5.57a-j	5.11c-m	-	4.65g-o	4.38j-o	4.96e-n	4.96
Mean	5.86	4.56	4.47	5.05	4.61	5.01	

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different.

نشان داد که پایه گرده‌افشان 26388 با میانگین عملکرد ۵/۸۶ تن در هکتار بهترین گرده‌افشان در تلاقی با سینگل کراس‌های مورد استفاده بوده است. همچنین نتایج بیانگر این بود که بیشترین مقدار عملکرد شکر سفید در بین هیبریدها به پایه مادری (419*KWS) با عملکرد ۵/۴۴ تن درهکتار اختصاص داشت و این سینگل کراس بهترین سینگل کراس در بین پایه‌های مادری تلاقی شده شناسایی شد.

از آن جایی که وسعت آلودگی مزارع به ریزومانیا در مناطق چغندرکاری استان‌های فارس، خراسان، اصفهان وآذربایجان غربی رو به افزایش است، برای کنترل این بیماری استفاده از ارقام مقاوم توصیه می‌شود (Draycott, 2006) در این تحقیق همچنان که در نتایج مشهود بود شدت آلودگی رقم شاهد حساس IC برابر ۶/۰۴ بود و این شرایط آلودگی حاکم بر مزرعه را نشان می‌دهد. در این شرایط ارزیابی ارقام می‌تواند انعکاسی از پتانسیل ژنتیکی و مقاومت آن‌ها به بیماری باشد. هیبریدهای تهیه شده در یک مزرعه با سابقه آلودگی بالا به ریزومانیا در استان‌های فارس و خراسان ارزیابی شدند. آشر و همکاران (Asher *et al*., 2002) نیز ضمن ارزیابی ارقام در شرایط مزرعه با آلودگی طبیعی از آزمون الایزا بهره گرفتند و نتایج آن‌ها بیانگر ارتباط مستقیم بین آزمون الایزا و عملکرد در مزرعه بود. بررسی عملکرد هیبریدها در مزرعه اطلاعات زیادی در خصوص عکس‌العمل آن‌ها به بیماری‌های برگی و خصوصیات دیگر نظیر عملکرد و کیفیت در شرایط آلوده را فراهم کرد. سایر محققین نیز در تحقیقات خود از این روش بهره برده‌اند (Wisler *et al*., 1999). اخیرا نیز تحقیقات نشان داده است که نتایج

غربال مزرعه‌ای منابع مختلف مقاومت به ریزومانیا معتبرتر و بهتر از نتایج گلخانه است. دلیل این امر این است که در برخی منابع مقاومت علی‌رغم وجود غلظت بالای ویروس در ریشه، عملکرد رقم کمتر تحت تاثیر بیماری قرار گرفته است (Rush *et al.*, 2006). محمودی و همکاران (Mahmoudi *et al.*, 2012) با توجه به نتایج به دست آمده از دو سال آزمایش ارقام در منطقه آلوده به بیماری نشان دادند اگر هدف مقایسه مقاومت ارقام تجاری یا هیبریدهای چغندرقند باشد عملکرد ریشه و قند معیارهای مناسبی برای تمایز بین ارقام هستند، حتی نیازی به نگهداری مزرعه تا پایان فصل رشد نیست. در این رابطه به نتایج پژوهش و یافته‌های سایر محققین نیز می‌توان استناد کرد (Wisler *et al.*, 1999)، نتایج ارزیابی هیبریدهای به دست آمده طی دو سال متوالی در مناطق آلوده حاکی از پتانسیل ژنتیکی و امیدبخش بودن آن‌ها بود. با انجام برخی روش‌های به‌نژادی بر روی پایه‌های پدری و مادری هیبریدهای فوق می‌توان امیدوار به تهیه ارقام بهتر بود. هرچند که در حال حاضر نیز تعدادی از هیبریدها در مقام مقایسه با ارقام مقاوم خارجی از شرایط مطلوبی برخوردارند. با توجه به نتایج به دست آمده در دو سال آزمایش مشخص شد که از نظر عملکرد و صفات کیفی محصول هیبریدهای 26388*(7112*SB36)، 26388*(231*SB36)، 6388*(436*SB36)، 27645*(419*SB36)، 7645*(231*SB36) و 26388*(419*SB36) واکنش مشابه و نزدیکی با ارقام شاهد مقاوم خارجی (لاتیتیا و فلورس) داشتند، لذا می‌توان از این هیبریدها در فرایند تولید رقم تجاری استفاده کرد و یا از طریق انتخاب در داخل والد پدری به فامیل‌های اصلاحی یکنواخت و مقاوم‌تر دست یافت. از طرفی نتایج نشان داد (جدول ۳) گرده‌افشان شماره 26388 از عملکرد مطلوبی در بین گرده‌افشان‌های دیگر برخوردار بوده و از پتانسیل خوبی در تهیه هیبرید در این بررسی داشت. سینگل کراس (419*SB36) نیز به عنوان بهترین پایه مادری در بین پایه‌های مادری دیگر انتخاب شد.

سپاسگزاری

از کلیه همکارانی که در اجرا ی آزمایش‌های مزرعه‌ای و ثبت داده‌های اولیه در کرج و شهرستان‌ها نقش داشته‌اند، تشکر و قدر دانی می‌شود.

References

Allard, R. W. 1999. Principals of Plant Breeding. John Wiley and Sons, INC., New York, USA. 254 pp.

Amiri, R., and Mesbah, M. 2002. Genetic improvement in sugar beet breeding

for resistance to rhizomania in Iran. Proceedings of the 24th Sugar Factories Congress. Research and Education Center of Iranian Sugar Industries, Mashhad, Iran. pp. 272-283 (in Persian).

Asher, M. J.C. 1993. Rhizomania. pp. 311-346. In: Cook, D. A., and Scott, R. K. (eds.) The Sugar Beet Crop. Chapman and Hall, London, UK.

Asher, M. J. C., Chwarszczynska, D. M., and Leaman, M. 2002. The evaluation of rhizomania resistant sugar beet for the UK. Annals of Applied Biology 141: 101-109.

Asher, M. J. C., and Kerr, S. 1996. Rhizomania: Progress with resistance varieties. British Sugar Beet Review 64: 19-22.

Biancardi, E., Lewellen, R. T., DeBiaggi, M., Erichsen, A. W., and Stevanato, P. 2002. The origin of rhizomania resistance in sugar beet. Euphytica 127: 383-397.

Canova, A. 1959. Appunti di patologica della barbabietola. Inf. Fitopatol. 9: 390-369.

Darabi, S. 1998. Identification, purification and situation of viral agent of rhizomania disease in Fars and some other provinces. MSc. Thesis, College of Agriculture, Shiraz University. Shiraz, Iran. 109 pp. (in Persian).

Draycott, A. P. 2006. Sugar Beet. Backwell Scientific Publishing Co. Ltd., London, UK.

Fathi, M. R. 2008. Study on the combinability diploid and tetraploid pollinators in sugar beet. Journal of Sugar Sugar Beet 23: 152-160 (in Persian).

Harveson, R., and Rush, C. M. 2002. The influence of irrigation frequency and cultivar blends on the severity of multiple root disease in sugar beets. Plant Disease 86: 901-908.

Izadpanah, K., Hashemi, P., Kamran, R., Pakniat, M., Sahandpor, A., and Masoumi, M. 1996. Rhizomania in Fars. Iranian Journal of Plant Pathology. 32: 200-206 (in Persian).

Jafarpour, B., and Mahdikhani, A. 1996. Introduction to Plant Nematology. Ferdowsi University of Mashad Publications, Mashhad, Iran (in Persian).

Johanson, B. K. 1992. Methods for measurement of crop losses coused by soil-borne fungal pathogens. pp. 325-333. In: Singleton, L. L., Mihail, J. D., and

Rush, C. M. (eds.) Methods for Research on Soil-borne Phytopathogenic Fungi. American Plytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Lewellen, R. T., Skoyen, I. O., and Erichsen, A. W. 1987. Breeding sugar beet for resistance to rhizomania: evaluation of host-plant reaction and selection for inheritance of resistance. Proceedings of the 50th IIRB Congress, Brussels, Belgium. pp. 139-156.

Luterbacher, M., Asher, M. J. C., Beyer, W., Mandolino, G., Scholten, O. E., Frese, L., Biancardi, E., Stevanato, P., Mechelke, W., and Slyvchenko, O. 2005. Sources of resistance to diseases of sugar beet in related beta germplasm: Soil borne diseases. Euphytica 141: 49-63.

Mahmoudi, S. B., Ghanbari, M., Amiri, R., Darabi, S., Kakoeenezhad, M., Aghaeizadeh, M., and Hasani, M. 2012. Relative levels of *Beet necrotic yellow vein virus* in susceptible to resistant genotypes of sugar beets during seasonal growth. Journal of Sugar Beet 28: 1-12 (in Persian).

Mohammadi, S. A. 2006. Analysis of molecular data in terms of genetic variation. Proceedings of the 9th Agronomy and Plant Breeding Congress, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. pp. 96-117 (in Persian).

Pferdmenges, F., Korf, H., and Varrelmann, M. 2009. Identification of rhizomania-infected soil in Europe able to overcome *Rz*1 resistance in sugar beet and comparison with other resistance-breaking soils from different geographic origins. European Journal of Plant Pathology 124: 31-43.

Putz, C., Merdinoglu, D., Lemaire, O., Stocky, G., Valentin, P., and Wiedemann, S. 1990. *Beet necrotic yellow veine virus*, causal agent of sugar beet rhizomania. Disease profile. Review of Plant Pathology 69: 247-253.

Richard-Molard, M. S. 1985. Rhizomania : a world-wide danger to sugar beet. Span 28: 92-94.

Rush, C. M., Liu, H.Y., Lewellen, R.T., and Acosta-Leal, R. 2006. The continuing saga of rhizomania of sugar beets in the United State. Plant Disease 90: 4-15.

Scholten, O. E., De Bock, T. S. M., Kleinlankhorst, R. M., and Lange, W. 1999. Inheritance of resistance to *Beet necrotic yellow vein virus* in *Beta*

vulgaris conferred by a second gene for resistance. Theoretical and Applied Genetics 99: 740-746.

Shahbazi, H. A., Sadeghyan, S. Y., Ahmadi, M., and Soltani, J. 2010. The possibility of transferring of rhizomania resistance genes from genetically broad based populations and varieties into sugar beet lines. Journal of Sugar Beet 26: 15-30 (in Persian).

Tamada, T., and Baba, T. 1973. *Beet necrotic yellow vein virus* from rhizomania-affected sugar beet in Japan. Annals of Phytopathological Society of Japan 39: 325-332.

Toudehfallah, M., Arjmand, N., and Mahmoudi, S. B. 2000. Evaluation of infection and rhizomania situation in Iran. Proceedings of the 14th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. Page 72 (in Persian).

Wisler, G. C., Lewellen, R. T., Sears, J. L., Liu, H. Y., and Duffus, J. E. 1999. Specificity of TAS-ELISA for *Beet necrotic yellow vein virus* and its application for determining rhizomania resistance in field grown sugar beets. Plant Disease 83: 864-870.