

# عملکرد هیبریدهای چغندر قند در سطوح مختلف آلودگی به بیماری ریزومانیا

رحیم محمدیان<sup>۱\*</sup>، سید باقر محمودی<sup>۲</sup>، حسنعلی شهبازی<sup>۳</sup>، سعید دارابی<sup>۴</sup> و عادل پدرام<sup>۵</sup>

\*۱- نویسنده مسئول: دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج (R\_Mohammadian@hotmail.com)

۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

۳- مربی، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد

۴- مربی، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان شیراز

۵- مربی، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۸

## چکیده

حدود نیمی از اراضی تحت کشت چغندر قند در ایران آلوده به بیماری ریزومانیا می‌باشد که شدت آلودگی در مزارع با یکدیگر متفاوت است. لذا انتخاب ارقامی که بتوانند در شرایط مختلف آلودگی عملکرد قابل قبولی داشته باشند مهم می‌باشد. این پژوهش با هدف مقایسه هیبریدهای امیدبخش مقاوم به بیماری ریزومانیا در شرایط دارای سطوح مختلف آلودگی در چهار منطقه اجرا شد. در این پژوهش نوزده هیبرید دیپلوئید منوزرم مقاوم به ریزومانیا به همراه شاهد های حساس و مقاوم در قالب یک آزمایش بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار با یکدیگر مقایسه شدند. در منطقه غیر آلوده درصد بوته سبز شده نسبت به میانگین شاهد مقاوم، میانگین تعداد برگ، وضعیت قرار گرفتن برگ، سبزی برگ و یکنواختی بوته‌ها در اوایل فصل رشد تعیین شد. در زمان برداشت در مناطق آلوده، شدت آلودگی به بیماری ریزومانیا برای هر ژنوتیپ برآورد شد. در کلیه مناطق در زمان برداشت علاوه بر تعداد بوته در هر کرت، صفات کمی و کیفی ریشه هر تیمار اندازه‌گیری شد. به‌طور کلی با افزایش شدت علائم آلودگی به بیماری، عملکرد ریشه، تعداد ریشه، عملکرد قند، درصد قند و مقدار نیتروژن ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش و در مقابل مقدار ناخالصی‌های سدیم و پتاسیم ریشه افزایش یافت. معادله‌ای جهت پیش‌بینی عملکرد نهائی قند با استفاده از شاخص شدت علائم آلودگی به بیماری ریزومانیا ارائه شد. در مجموع با توجه به نتایج حاصل هیبرید SB26 به دلیل صفات کمی و کیفی مطلوب و هم‌چنین علائم کم آلودگی به بیماری به‌عنوان هیبرید برتر انتخاب شد. این ژنوتیپ هم‌چنین در شرایط غیر آلوده نیز از نظر صفات کمی و کیفی ذکر شده و هم‌چنین تعدادی از صفات ظاهری مورد بررسی در محدوده ژنوتیپ‌های ایده‌آل قرار داشت.

کلید واژه‌ها: ژنوتیپ، شاخص آلودگی، عملکرد قند، مورفولوژی، یکنواختی بوته.

## مقدمه

کاهش و در نتیجه منجر به کاهش مقدار رشد و تولید ماده خشک گیاه می‌گردد (Rezaei et al., 2014a). این بیماری می‌تواند باعث کاهش بیش از ۵۰ و حتی تا ۱۰۰ درصد محصول گردد (Salarian et al., 2014). اولین گزارش بیماری در دنیا از شمال

ریزومانیا مهم‌ترین بیماری چغندر قند (Beta vulgaris L.) است که می‌تواند باعث کاهش شدید عملکرد و کیفیت آن گردد (McGrann et al., 2009). ریزومانیا سطح سبز و توانائی فتوسنتزی را

آلوده به بیماری ریزومانیا است (اطلاعات منتشر نشده بخش گیاه پزشکی موسسه تحقیقات چغندر قند) و شدت آلودگی در مناطق مختلف تفاوت دارد. لذا انتخاب ارقام مناسب که به توانند در شرایط متفاوت آلودگی به بیماری از عملکرد بالایی برخوردار باشند از اهمیت خاصی برخوردار است. این پژوهش به منظور شناسایی هیبریدهایی که در شرایط مختلف آلودگی عملکرد مناسبی داشته باشند طراحی و اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف مقایسه برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای امیدبخش مقاوم به بیماری ریزومانیا با ارقام تجارتهای ایرانی و خارجی و معرفی هیبرید یا هیبریدهای برتر طی سال زراعی ۹۰ در چهار منطقه شامل کرج (استان البرز)، مشهد (استان خراسان رضوی)، میاندوآب (استان آذربایجان غربی) و زرگان شیراز (استان فارس)، که منطقه اول بدون آلودگی و سه منطقه دیگر دارای سابقه آلودگی به بیماری ریزومانیا بودند، اجرا شد. در این تحقیق از هیبریدهای که از تلاقی فامیل‌های تمام خواهری (Full-sib) مقاوم به ریزومانیا با یک سینگل کراس حامل ژن مقاومت به بیماری ریزومانیا بدست آمده‌اند، به همراه ارقام تجارتهای ایرانی و خارجی مقاوم به ریزومانیا و هم‌چنین یک رقم حساس به ریزومانیا که اسامی آن‌ها در جدول (۱) نشان داده شده، استفاده شد. آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. کشت در اولین فرصت در بهار انجام گرفت. هر کرت شامل سه خط به طول ۸ متر و فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها پس از تنک کردن حدود ۱۸ سانتی‌متر بود. در پاییز، ریشه‌های هر کرت به طور جداگانه برداشت، سرزنی و توزین شده و پس از تهیه خمیر، خصوصیات کیفی آن شامل درصد قند و مقادیر پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. عملکرد قند با استفاده از حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند محاسبه شد.

ایتالیا (Canova, 1966) و در ایران از فارس (Izadpanah *et al.*, 1996) ارائه شده است. مهم‌ترین علائم بیماری ریزومانیا ریشه‌ای شدن ریشه، توقف رشد، زردی برگ‌ها و نکروزه شدن آن‌ها است (Radivojevic *et al.*, 2008). ریزومانیا به دلیل ایجاد تغییرات مخرب بر ریشه ذخیره‌ای، باعث کاهش توانایی جذب توسط ریشه شده و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال دارد (Rezaei *et al.*, 2014b). ریزومانیا به وسیله ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر قند که به وسیله قارچ خاکزی و پارازیت اجباری *Polymyxa betae* منتقل می‌شوند ایجاد می‌شود (McGrann *et al.*, 2009). با توجه به گسترش سریع بیماری ریزومانیا در مزارع چغندر قند تولید موفق بدون استفاده از ارقام با تحمل بالا به ریزومانیا امکان‌پذیر نمی‌باشد (Radivojevic *et al.*, 2008). استفاده از ارقام مقاوم نه تنها به دلیل کاهش خسارت بیماری (Biancardi *et al.*, 2002) بلکه به عنوان ساده‌ترین روش برای امکان ادامه تولید چغندر قند توصیه شده است (Draycott, 2006). کاربرد ارقام مقاوم در جلوگیری از گسترش بیماری نیز مؤثر است (Scholten and Lang, 2000). نتیجه یک تحقیق نشان داد که درحالی‌که در خاک غیر آلوده اختلافی بین ماده خشک و شاخص‌های رشد ارقام مقاوم با حساس نبود، اما در شرایط آلوده ماده خشک ریشه، شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی (CGR) و مقدار اسیمیلسیون خالص (NAR) ارقام حساس نسبت به ارقام مقاوم کمتر بود (Rezaei *et al.*, 2014a). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که ارقام حساس در خاک‌های آلوده در مقایسه با ارقام مقاوم جذب دی‌اکسید کربن و تعرق کمتر و درجه حرارت بیشتری دارند (Keller *et al.*, 1989). امروزه اصلاح‌گران نباتات درصدد هستند تا از طریق مهندسی ژنتیک امکان مقاومت ترکیبی گیاه به ویروس و قارچ ناقل آن را امکان‌پذیر کنند (McGrann *et al.*, 2009). در ایران حدود ۵۰ درصد از مزارع چغندر قند

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص آلودگی ریشه‌ها در ژنوتیپ‌های مورد بررسی - ۱۳۹۰<sup>α</sup>Table 2. Mean comparison of disease severity index to rhizomania in used genotypes - 2011<sup>α</sup>

مکان			ژنوتیپ Genotype	شماره No.
میان‌دوآب Maindoab	شیراز Shiraz	مشهد Mashhad		
2 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	5 <sup>cd</sup>	(7112×SB36) × 88022	1
4.75 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	(419×SB36) × 88022	2
4.33 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>cd</sup>	(7112×SB36) × 88125	3
2.25 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	5.75 <sup>cd</sup>	(419×SB36) × 88125	4
4 <sup>ab</sup>	6.25 <sup>ab</sup>	5 <sup>cd</sup>	(7112×SB36) × 88239	5
3 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	5.75 <sup>cd</sup>	(419×SB36) × 88239	6
2 <sup>ab</sup>	7.75 <sup>a</sup>	6 <sup>abc</sup>	(7112×SB36) × B8662	7
4 <sup>ab</sup>	7.25 <sup>a</sup>	5.75 <sup>bcd</sup>	(419×SB36) × B8662	8
4.25 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	6 <sup>abc</sup>	(7112×SB36) × FC703	9
3.50 <sup>ab</sup>	6.50 <sup>ab</sup>	6 <sup>abc</sup>	(419×SB36) × FC703	10
2.75 <sup>ab</sup>	7 <sup>ab</sup>	6.25 <sup>abc</sup>	(7112×SB36) × FC709	11
3.25 <sup>ab</sup>	7.75 <sup>a</sup>	7 <sup>ab</sup>	(419×SB36) × FC709	12
4.75 <sup>a</sup>	5.75 <sup>b</sup>	3.75 <sup>d</sup>	(7112×SB36) × B8627	13
2 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	4.50 <sup>cd</sup>	(7112×SB36) × B8652	14
2.50 <sup>ab</sup>	5.75 <sup>b</sup>	4 <sup>cd</sup>	(7112×SB36) × SB26	15
3.75 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>b</sup>	5.25 <sup>cd</sup>	(7112×SB36) × SB28	16
2.75 <sup>ab</sup>	7.25 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>bcd</sup>	(7112×SB36) × SB29	17
4 <sup>a</sup>	6.75 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>bcd</sup>	(7112×SB36) × SB30	18
3.25 <sup>ab</sup>	6.25 <sup>ab</sup>	4.50 <sup>cd</sup>	(7112×SB36) × SB34	19
2 <sup>ab</sup>	7.25 <sup>ab</sup>	6.50 <sup>abc</sup>	SBSI004	20
2.50 <sup>ab</sup>	7 <sup>ab</sup>	4.62 <sup>cd</sup>	Pars	21
2.75 <sup>ab</sup>	7.25 <sup>a</sup>	5.50 <sup>bcd</sup>	Torbat	22
4.75 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	8.50 <sup>a</sup>	Jolgh-86	23
1.75 <sup>b</sup>	6.50 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>cd</sup>	Isella	24
2.50 <sup>ab</sup>	7.25 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>bcd</sup>	Dorotea	25

α: مقایسه میانگین‌ها با توجه به معنی‌دار شدن  $k_{max}$  هارتلی در سطح احتمال پنج درصد آماری، به صورت مجزا برای هر منطقه انجام شده است. میانگین‌های هر ستون دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.

β: هیبریدهای ۱ الی ۶، ۷ الی ۱۴ و ۱۵ الی ۱۹ به ترتیب مقاوم به ریزومانیا، ریزوکتونیا، ریزوکتونیا، ریشه و طوقه و مقاوم به ریزومانیا و نماتد مولد غده در ریشه هستند. SBSI004، پارس و ترب ارقام تجاری ایرانی مقاوم به ریزومانیا، جلگه رقم حساس به ریزومانیا و ایزلا و دوروتی، ارقام تجاری خارجی مقاوم به ریزومانیا و متحمل به ریزوکتونیا هستند.

α: According to significant Hartle's  $F_{max}$  test ( $P=0.05$ ), means comparison is done separately for each location. Means in column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test ( $P>0.05$ ).

β: Hybrids number 1-6, 7-14 and 15-19 are resistant to rhizomania, rhizomania & rhizoctonia and rhizomania & cyst nematode, respectively. Commercial varieties include, four Iranian ones (SBSI004, Pars and Torbat with tolerance to rhizomania and Jolgh with susceptibility to rhizomania) and two foreign ones (Isella and Dorotea with resistance to rhizomania and rhizoctonia).

ترتیب شرایط آلوده و غیرآلوده به بیماری می‌باشد. مقادیر شدت آلودگی می‌تواند بین صفر تا یک تغییر نماید. با افزایش آلودگی در یک مزرعه مقدار عملکرد ارقام مورد بررسی نسبت به ارقام مقاوم کاهش بیشتری در مقایسه با مزرعه غیرآلوده خواهد داشت و در نتیجه مقدار شدت آلودگی به عدد یک نزدیک‌تر خواهد شد. در کرج در هر کرت، درصد بوته سبز شده نسبت به میانگین دو شاهد خارجی بعد از آبیاری‌های اولیه، و هم‌چنین تعداد برگ (در پنج بوته)، وضعیت قرار گرفتن

شدت آلودگی به بیماری ریزومانیا در مناطق اجرای

آزمایش با استفاده از معادله ذیل محاسبه شد:

$$i = \left( \frac{SY_{without\ control}}{SY_{control}} \right)_{ni} - \left( \frac{SY_{without\ control}}{SY_{control}} \right)_i$$

که در آن  $SY_{without\ control}$  و  $SY_{control}$

به ترتیب میانگین عملکرد قند کلیه هیبریدهای مورد بررسی در هر منطقه بدون ارقام شاهد مقاوم خارجی و میانگین عملکرد قند ارقام مقاوم خارجی؛  $i$  و  $ni$  به

استفاده از میانگین آن صفات در مکان‌های مجاز انجام شد. هم‌چنین در مواردی که اثرات متقابل مکان × ژنوتیپ معنی‌دار بود، مقایسات مقادیر میانگین آن صفت برای هر ژنوتیپ در هر مکان به‌طور جداگانه انجام شد. با توجه به حجم بالای مطالب، جدول‌های تجزیه واریانس ارائه نشده است.

جهت بررسی ارتباط شاخص بیماری ریزومانیا با پارامترهای کمی و کیفی ریشه چغندر قند ژنوتیپ‌های مورد بررسی، مقادیر همبستگی محاسبه گردید و تجزیه رگرسیون بین عملکرد قند (به‌عنوان متغیر وابسته) با جذر شاخص بیماری (به‌عنوان متغیر مستقل) انجام شد. در این بررسی جهت افزایش تعداد داده‌ها از اطلاعات حاصل از ۲۵ ژنوتیپ مورد بررسی در سه منطقه آلوده استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

### نتایج و بحث

با محاسبه شدت آلودگی در مناطق مورد بررسی معلوم شد مقدار آن برای شیراز، میاندوآب و مشهد به‌ترتیب ۰/۳۱، ۰/۱۷ و ۰/۱۲ است. به عبارت دیگر نسبت به کرج (مکان غیرآلوده) شیراز دارای بیشترین آلودگی و میاندوآب و مشهد از آلودگی به بیماری متوسطی برخوردار بودند.

یکی از مشکلات زراعت چغندر قند در ایران کمبود تراکم بوته است (Taleghane *et al.*, 2010). از عوامل مهم تأثیرگذار بر استقرار بذر علاوه بر فرآوری بذر و عوامل به‌زراعی، عوامل ژنتیکی بذر می‌باشد (Taleghane *et al.*, 2010). همان‌گونه که در شکل (۱) مشاهده می‌شود ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۵، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ از سبز شدن نسبتاً مطلوبی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها در مزرعه برخوردار بودند و توانستند در حد میانگین سبز بذور ارقام شاهد خارجی و در مواردی حتی برتر از آن‌ها ظاهر شوند. از آنجاکه در این آزمایش عوامل به‌زراعی و فرآوری بذر در ارتباط با هیبریدهای ایرانی مورد بررسی تقریباً مشابه بود، لذا می‌توان استنتاج نمود که بذور ژنوتیپ‌های ذکر شده در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها از قدرت بالاتری برخوردار بودند. ثابت شده

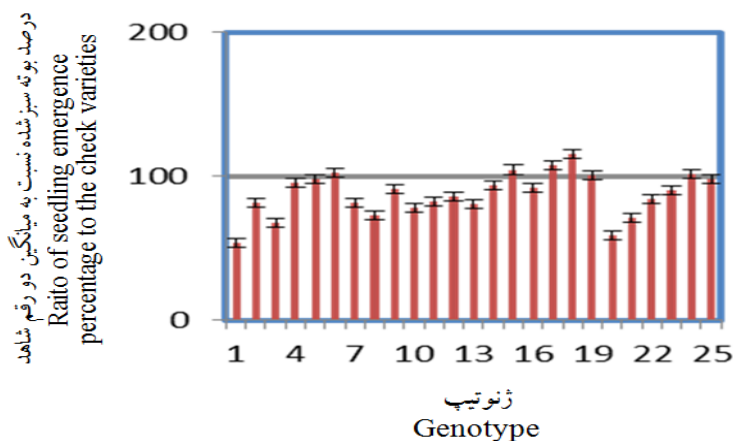
برگ، شدت سبزی برگ و یکنواختی بوته‌ها در تیرماه اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت در سه منطقه آلوده شاخص آلودگی به بیماری ریشه‌های هر کرت بر اساس مقیاس ۱ تا ۹ لوترباخر و همکاران نمره‌دهی شد (Luterbacher *et al.*, 2005). جهت ارزیابی خصوصیات ظاهری ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط بدون آلودگی، محدوده (Range) مقادیر صفات در هر ژنوتیپ تعیین و با استفاده از نرم‌افزار اکسل (Excel) مقادیر هر صفت برای هر ژنوتیپ در محدوده مشاهدات نشان داده شد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های بر اساس ثلث بالا، متوسط و پایین مشاهدات برای هر پارامتر بود.

جهت تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های شاخص علائم بیماری در ابتدا داده‌های حاصل از رتبه‌بندی تبدیل جذری شدند. آزمون  $K_{max}$  هارتلی (Anonymous, 2013) نشان داد که به علت عدم یکنواختی واریانس خطای آزمایشها، رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس شدت علائم بیماری بر روی ریشه امکان تجزیه مرکب برای سه منطقه مورد بررسی وجود ندارد. لذا تجزیه واریانس و گروه‌بندی ارقام بر اساس آزمون دانکن در هر منطقه به‌طور مستقل انجام شد.

به علت شدت بالای بیماری در منطقه شیراز برخی از ژنوتیپ‌ها طی فصل رشد تقریباً از بین رفته و در پایان فصل رشد امکان برداشت تنها از ۱۰ ژنوتیپ فراهم شد. لذا جهت بررسی صفات کمی و کیفی ریشه‌ها، امکان تجزیه مرکب برای کلیه ژنوتیپ‌های میسر نبود. لذا با استفاده از ۱۰ ژنوتیپ مشترک در چهار منطقه، در ابتدا، برای هر منطقه به‌طور مجزا تجزیه واریانس انجام شد. در ارتباط با صفاتی که در مناطق مختلف یکنواختی واریانس خطا در حد مجاز بود (بر اساس آزمون  $K_{max}$  هارتلی)، داده‌های مناطق، با یکدیگر کمباین و تجزیه مرکب انجام شد. در غیر این صورت آن صفت در آن منطقه به‌طور جداگانه در ژنوتیپ‌های ذکر شده مورد بررسی قرار گرفت. در خصوص صفاتی که تجزیه مرکب آن‌ها برای مکان‌های مختلف مورد بررسی امکان‌پذیر بود، مقایسات میانگین (آزمون دانکن). با

است که در مراحل اولیه رشد، سرعت رشد با مقدار جذب نور ارتباط مستقیم دارد (Gallagher and Monteith, 1977; Biscoe, 1978). سطح برگ جذب نور را کنترل می کند و لذا افزایش سطح برگ تا زمان رسیدن به پوشش کامل مهم است. از عوامل مهم تأثیرگذار بر سطح برگ، سرعت ظهور برگ می باشد (Milford et al., 1985). معلوم شده است که سرعت ظهور برگ تحت تأثیر شرایط اقلیمی، عوامل زراعی و رقم می باشد (Seyed Sharifi and Jafarimoghadam et al., 2012; Khavazi, 2012). در یک تاریخ کاشت و محیط یکسان، ژنوتیپی که تعداد برگ بیشتری در مقایسه با ژنوتیپ های دیگر در اوایل فصل رشد تولید کند، انتظار می رود از سرعت ظهور برگ بالاتری نیز برخوردار باشد. شمارش برگ بوته ها در اوایل تیرماه نشان داد که تعداد برگ ژنوتیپ های شماره ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۶ و ۱۹ به همراه رقم تجارتي تربت و رقم خارجی دوروتی نسبتاً بیش از دیگر ژنوتیپ ها بودند شکل (۲) و به نظر می رسد از سرعت ظهور برگ بالاتری در مقایسه با دیگر هیبریدها برخوردار هستند. فرآیند اصلی و اولیه فتوسنتز در کلروپلاست ها که بخش عمده آنها در سلول های مزوفیلی برگ قرار دارند، اتفاق می افتد (Lambers et al., 2008). در این فرآیند، جذب فوتون ها توسط رنگدانه های موجود در کلروپلاست و عمدتاً کلروفیل انجام می شود (Lambers et al., 2008). از آنجا که کلروفیل بخش قرمز و آبی طیف نور را بسیار کارآمدتر از بخش سبز آن جذب می نماید، لذا در نورسفید برگ ها سبز به نظر می رسند (Lambers et al., 2008). همان گونه که در شکل (۲) مشاهده می شود سبزی برگ اکثر ژنوتیپ های مورد بررسی در تیرماه در حد متوسط بود. با این وجود ژنوتیپ های شماره ۳، ۹، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۸ و ۱۹ به همراه ارقام تجارتي SBSI004 و تربت و رقم شاهد خارجی ایزلا از رنگ سبزی نسبت به سایر ژنوتیپ های مورد بررسی برخوردار بودند. از آنجا که سبزی برگ ها نشان دهنده مقدار کلروفیل برگ نیز می باشد، لذا می توان استنباط کرد که این ژنوتیپ ها ممکن است در مقایسه با ژنوتیپ های دیگر از فتوسنتز بیشتری در واحد سطح برگ برخوردار باشند. گزارش شده است که برگ های عمودی نسبت به برگ های افقی در افزایش عملکرد، کاراتر هستند. این امر ممکن است به دلیل توزیع بهتر نور در داخل کانوپی و افزایش سهم فتوسنتز نسبت به تنفس در شرایطی که چغندر قند دارای برگ های عمودی تر است باشد (Mohammadian et al., 2005).

است که در مراحل اولیه رشد، سرعت رشد با مقدار جذب نور ارتباط مستقیم دارد (Gallagher and Monteith, 1977; Biscoe, 1978). سطح برگ جذب نور را کنترل می کند و لذا افزایش سطح برگ تا زمان رسیدن به پوشش کامل مهم است. از عوامل مهم تأثیرگذار بر سطح برگ، سرعت ظهور برگ می باشد (Milford et al., 1985). معلوم شده است که سرعت ظهور برگ تحت تأثیر شرایط اقلیمی، عوامل زراعی و رقم می باشد (Seyed Sharifi and Jafarimoghadam et al., 2012; Khavazi, 2012). در یک تاریخ کاشت و محیط یکسان، ژنوتیپی که تعداد برگ بیشتری در مقایسه با ژنوتیپ های دیگر در اوایل فصل رشد تولید کند، انتظار می رود از سرعت ظهور برگ بالاتری نیز برخوردار باشد. شمارش برگ بوته ها در اوایل تیرماه نشان داد که تعداد برگ ژنوتیپ های شماره ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۶ و ۱۹ به همراه رقم تجارتي تربت و رقم خارجی دوروتی نسبتاً بیش از دیگر ژنوتیپ ها بودند شکل (۲) و به نظر می رسد از سرعت ظهور برگ بالاتری در مقایسه با دیگر هیبریدها برخوردار هستند. فرآیند اصلی و اولیه فتوسنتز در کلروپلاست ها که بخش عمده آنها در سلول های مزوفیلی برگ قرار دارند، اتفاق می افتد (Lambers et al., 2008).

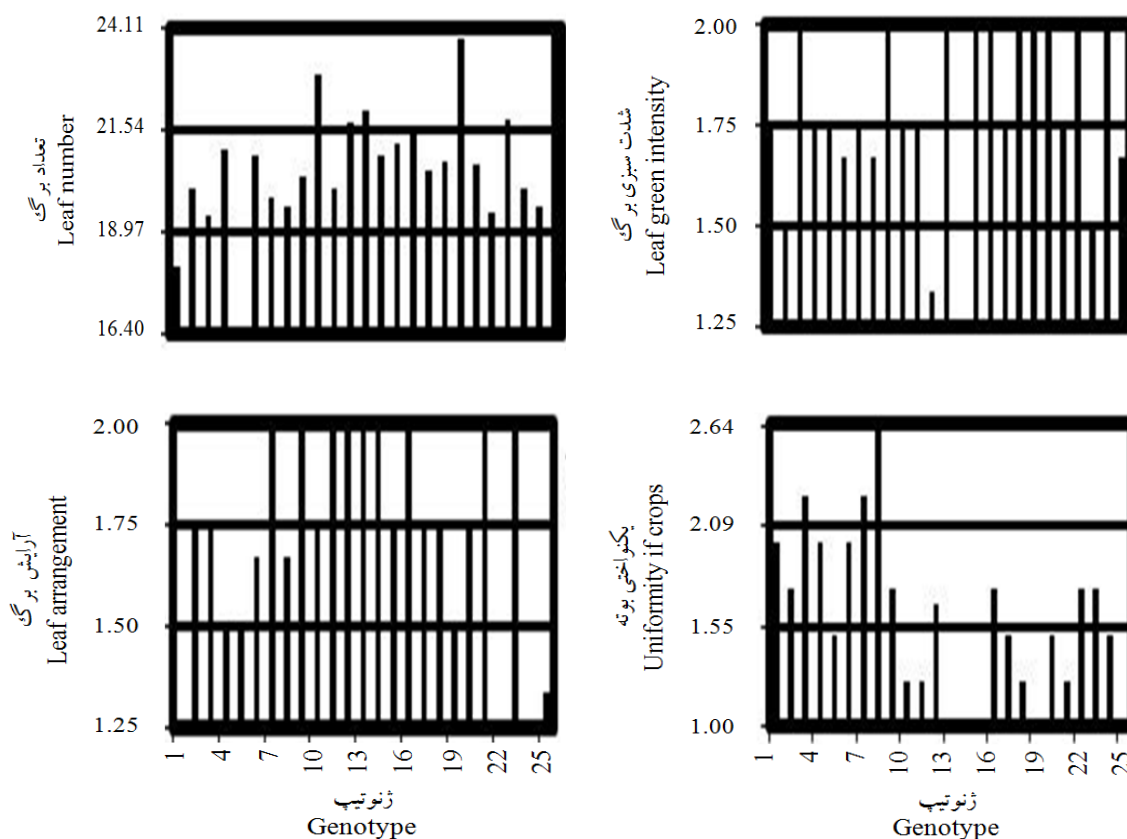


شکل ۱- درصد بوته های سبز شده نسبت به میانگین بوته های سبز شده دو ژنوتیپ تجارتي خارجی. رشد نشانه های میله ای هر ستون خطای استاندارد را مشخص می کند. اسامی ژنوتیپ ها بر اساس شماره آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

Fig. 1. The ratio of seedling emergence percentage of genotypes to the average of two foreign commercial genotypes. Bar line indicate standard error. The codes of the genotype are presented in Table 1.

و ارقام ۰۰۴ و پارس و دو شاهد خارجی از یکنواختی بهتری در مزرعه برخوردار بودند (شکل ۲). در مشهد هیبرید شماره ۱۳، در میاندوآب رقم خارجی ایزلا و در شیراز هیبرید شماره ۱۳، ۱۵ و ۱۶ کمترین نمره آلودگی را دریافت کردند. با این وجود مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۹، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۹ به همراه رقم پارس و هم‌چنین دو شاهد خارجی به‌طور مشترک در هر سه منطقه در محدود ژنوتیپ‌های با کمترین نمره آلودگی بودند (جدول ۱).

در این تحقیق از نظر فرم قرار گرفتن برگ‌ها اختلاف زیادی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده نشد (شکل ۲). با این وجود برگ‌های ژنوتیپ‌های اصلاحی شماره ۱، ۴، ۵ و ۱۹ به همراه رقم ایرانی تربت و دو رقم شاهد خارجی دوروتی و ایزلا به حالت عمودی نزدیک‌تر بودند. از نکات مهم در انتخاب ارقام در گیاهان دگرگشن مانند چغندر قند، داشتن یکنواختی بوته‌ها می‌باشد. انتظار می‌رود بوته یکنواخت‌تر بتوانند ریشه‌های یکنواخت‌تری نیز تولید نمایند. در این آزمایش هیبریدهای شماره ۵، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۸ و ۱۹



شکل ۲- تعداد برگ، شدت سبزی برگ‌ها (۱=سبز روشن، ۲=سبز و ۳=سبز تیره)، آرایش برگ‌ها (۱=عمودی و ۲=نیمه عمودی) و وضعیت یکنواختی (۱=تفاوت کم، ۲=تفاوت حد وسط و ۳=تفاوت زیاد) ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تیرماه. اسامی ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. محور Y، بر اساس حداکثر و حداقل مشاهدات به سه گروه تقسیم‌بندی شده است.

Fig. 2. The number of leaves, intensity of green leaves (1=light green, 2=green, 3=dark green), leaves arrangement (1=vertical, 2=half vertical), uniformity of crop (1=little difference, 2=mean difference, 3=great difference), of genotypes in July. The codes of the genotype are presented in Table 1. Y axes, based on the maximum and minimum observations divided into three groups.

در مقایسه با میان‌دوآب (آلودگی متوسط) داشتند. اما از نظر درصد قند بیشترین و کمترین آن، به ترتیب در میان‌دوآب و مشهد حاصل شد. با مقایسه ناخالصی‌های مهم ریشه در سه منطقه مشهد، شیراز و کرج نیز معلوم شد که کمترین مقدار سدیم در شیراز و کرج (به ترتیب با آلودگی‌های شدید و بدون آلودگی)، کمترین مقدار نیتروژن مضره در شیراز و مشهد (به ترتیب با آلودگی‌های شدید و متوسط) و بیشترین مقدار نیتروژن مضره در کرج (شرایط غیرآلوده) حاصل شد (جدول ۲).

شاهد حساس در هر سه منطقه بیشترین نمره آلودگی را دریافت کرد. در چهار منطقه اجرای آزمایش کمترین تعداد ریشه و عملکرد قند در منطقه شیراز (با آلودگی شدید به ریزومانی) به دست آمد. از نظر تعداد ریشه، سه منطقه دیگر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اما بیشترین عملکرد قند در شرایط غیرآلوده (کرج) به دست آمد. میان‌دوآب و مشهد (آلودگی متوسط) از نظر عملکرد قند به ترتیب در رتبه‌های بعد از کرج قرار گرفتند. از نظر عملکرد ریشه دو منطقه کرج (بدون آلودگی) و مشهد (آلودگی متوسط)، بیشترین مقدار را

جدول ۲- مقایسه میانگین مناطق اجرای آزمایش برای صفات کمی و کیفی چغندر قند-۱۳۹۰<sup>a</sup>

Table 3. Mean comparison of experimental location for quantitative and qualitative characteristics of sugar beet- 2011<sup>a</sup>

مکان Location					
کرج Karaj	میان‌دوآب Maindoab	شیراز Shiraz	مشهد Mashhad		
بدون آلودگی Non infection	متوسط Moderate	شدید Sever	متوسط Moderate	شدت آلودگی Infection intensity	
89.1 <sup>a</sup>	96.4 <sup>a</sup>	45.0 <sup>b</sup>	86.2 <sup>a</sup>	تعداد ریشه × ۱۰۰۰ Root number × 1000 (per ha.)	
78.4 <sup>a</sup>	54.1 <sup>b</sup>	14.7 <sup>γ</sup>	75.7 <sup>a</sup>	عملکرد ریشه Root yield (t.ha <sup>-1</sup> )	
12.4 <sup>b</sup>	18.2 <sup>a</sup>	17.7 <sup>γ</sup>	11.0 <sup>c</sup>	درصد قند β Sugar content (%)	
4.3 <sup>b</sup>	1.2 <sup>γ</sup>	5 <sup>b</sup>	7.5 <sup>a</sup>	سدیم Na (m mol per 100 g sugar beet pulp)	
4.4 <sup>a</sup>	3.5 <sup>γ</sup>	4.3 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	پتاسیم K (m mol per 100 g sugar beet pulp)	
1.9 <sup>a</sup>	2.2 <sup>γ</sup>	1.0 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	نیتروژن مضره N (m mol per 100 g sugar beet pulp)	
10.5 <sup>a</sup>	9.8 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>c</sup>	8.3 <sup>b</sup>	عملکرد قند Sugar yield (t.ha <sup>-1</sup> )	

α: مقایسه میانگین‌ها برای هر صفت پس از انجام تجزیه مرکب، در مناطقی که امکان انجام آن بر اساس آزمون  $k_{max}$  هارتلی تأیید و هم‌چنین اثرات متقابل مکان × ژنوتیپ نیز برای آن صفت در سطح احتمال پنج درصد آماری معنی‌دار نشد، انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.

β: به دلیل عدم امکان تجزیه مرکب در ارتباط با برخی صفات در برخی مناطق، اطلاعات مربوطه بدون حرف یا حروف نشان‌دهنده مقایسه میانگین، نشان داده شده است.

α: Means comparison was carried out for each characteristic after combined analysis, in locations where it was possible based on Hartle's  $F_{max}$  test ( $P=0.05$ ) and effects of location × genotype for that characteristic was not statistically significant ( $P>0.05$ ). Means in column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P>0.05$ ).

β: Based on Hartle's  $F_{max}$  test ( $P=0.05$ ), if combined analysis was impossible in connection with some characters in some locations, the relevant data are shown without the letter/s.

ژنوتیپ‌هایی که در هر چهار منطقه مورد بررسی به صورت مشترک در محدوده ارقام برتر از نظر عملکرد ریشه قرار داشتند، شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ و ۱۶ و هم‌چنین رقم شاهد ایزلا بودند. از نظر درصد قند در میان‌دوآب اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). اگرچه که اختلاف حداقل و حداکثر درصد قند بین ارقام در میان‌دوآب حدود ۰/۵ واحد یا ۳/۵ درصد بود. در سایر مناطق، آزمون دانکن اختلافات معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی نشان داد ( $P < 0.05$ ). اختلاف بیشترین درصد قند ارقام در کرج، مشهد و شیراز به ترتیب حدود ۲/۵ و ۳/۵ و ۱۵/۷، ۲۱/۷ و ۱۸/۹ درصد بود. گزارش شده است که درصد قند چغندر قند اولین پارامتری است که تحت تأثیر بیماری ریزومانیا قرار می‌گیرد (Asher, 1993). در مجموع ژنوتیپ‌های که در هر چهار منطقه به طور مشترک در گروه با درصد قند بالا بودند شامل ژنوتیپ‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ به همراه دو رقم ایزلا و دوروتی می‌باشند (جدول ۳).

هم‌چنین در سه منطقه ذکر شده تفاوت معنی‌داری از نظر ناخالصی پتاسیم ریشه مشاهده نشد. در شرایط بدون آلودگی (کرج)، آلودگی متوسط (مشهد و میان‌دوآب) و آلودگی شدید (شیراز) اختلاف حداقل با حداکثر عملکرد ریشه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب حدود ۲۵، ۳۳ (میانگین دو منطقه مشهد و میان‌دوآب) و ۱۵ تن در هکتار و یا ۲۷، ۴۱ و ۶۴ درصد حداکثر عملکرد بود. با توجه به این داده‌ها می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در شرایط آلودگی شدید در مقایسه با دو شرایط دیگر (بدون آلودگی و آلودگی متوسط) اگرچه اختلاف عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی با یکدیگر زیاد نبود اما درصد کاهش عملکرد بسیار بیشتر است. تفاوت در اختلاف و درصد کاهش عملکرد ارقام دارای تحمل‌های متفاوت به ریزومانیا با شاهد غیرمتحمل در دیگر تحقیقات انجام شده نیز مشاهده شده است (Nenadic et al., 2003؛ Fathi et al., 2013؛ Dosenovic et al., 2006). در این آزمایش اختلاف، برترین هیبرید از نظر عملکرد ریشه با شاهد حساس، ۲۹/۴۱ تن در هکتار یا ۶۷/۴۷ درصد بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد ریشه (تن در هکتار) و درصد قند ۱۰ ژنوتیپ چغندر قند در چهار منطقه مورد بررسی - ۱۳۹۰<sup>a</sup>  
Table 4. Mean comparison of root yield (t.ha-1) and sugar percent of 10 genotypes at four locations - 2011<sup>a</sup>

ژنوتیپ Genotype	عملکرد ریشه Root yield (t.ha-1)				درصد قند Sugar content (%)			
	کرج Karaj	مشهد Mashhad	میان‌دوآب Maindoab	شیراز Shiraz	کرج Karaj	مشهد Mashhad	میان‌دوآب Maindoab	شیراز Shiraz
1	70.8 <sup>ab</sup>	64.3 <sup>b</sup>	71.0 <sup>a</sup>	8.4 <sup>c</sup>	11.9 <sup>b</sup>	9.3 <sup>b</sup>	18.5 <sup>a</sup>	15.8 <sup>c</sup>
13	77.6 <sup>ab</sup>	72.3 <sup>ab</sup>	46.6 <sup>bcd</sup>	13.6 <sup>bc</sup>	13.3 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	18.0 <sup>a</sup>	16.7 <sup>c</sup>
14	73.6 <sup>ab</sup>	67.2 <sup>ab</sup>	49.6 <sup>abcd</sup>	9.4 <sup>c</sup>	13.2 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	18.4 <sup>a</sup>	17.5 <sup>abc</sup>
15	92.4 <sup>a</sup>	77.6 <sup>ab</sup>	54.9 <sup>abcd</sup>	23.4 <sup>a</sup>	13.8 <sup>a</sup>	11.7 <sup>a</sup>	18.4 <sup>a</sup>	18.0 <sup>abc</sup>
16	80.7 <sup>ab</sup>	73.2 <sup>ab</sup>	66.3 <sup>ab</sup>	22.1 <sup>ab</sup>	13.6 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	18.0 <sup>a</sup>	18.0 <sup>abc</sup>
17	78.5 <sup>ab</sup>	78.4 <sup>ab</sup>	34.8 <sup>cd</sup>	15.2 <sup>abc</sup>	13.5 <sup>a</sup>	10.3 <sup>ab</sup>	18.0 <sup>a</sup>	17.7 <sup>abc</sup>
18	77.8 <sup>ab</sup>	73.6 <sup>ab</sup>	57.3 <sup>abc</sup>	12.4 <sup>c</sup>	13.7 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	18.3 <sup>a</sup>	19.1 <sup>ab</sup>
19	67.7 <sup>b</sup>	93.5 <sup>a</sup>	33.8 <sup>d</sup>	13.4 <sup>bc</sup>	13.6 <sup>a</sup>	10.2 <sup>ab</sup>	17.9 <sup>a</sup>	17.0 <sup>bc</sup>
24	83.9 <sup>ab</sup>	79.1 <sup>ab</sup>	67.7 <sup>ab</sup>	17.3 <sup>abc</sup>	14.2 <sup>a</sup>	10.9 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>	19.5 <sup>a</sup>
25	80.9 <sup>ab</sup>	78.0 <sup>ab</sup>	59.3 <sup>ab</sup>	12.1 <sup>c</sup>	13.0 <sup>a</sup>	11.1 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>	17.4 <sup>abc</sup>

$\alpha$ : مقایسه میانگین‌ها بر اساس تجزیه واریانس‌های جداگانه برای هر مکان، به دلیل معنی‌دار شدن اثرات متقابل مکان  $\times$  ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد آماری، انجام شده است. میانگین‌های هر ستون دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.

$\beta$ : اسامی ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

$\alpha$ : Mean comparison based on individual variance analysis for each location was done because interaction of location  $\times$  genotype was significant ( $P < 0.05$ ). Means in column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P > 0.05$ ).

$\beta$ : The codes of the genotype are presented in Table 1.



و رقم دوروتی در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین مقدار پتاسیم ریشه نیز در مناطق کرج، شیراز و مشهد (میانگین هر ژنوتیپ در سه منطقه ذکر شده) در رقم دوروتی مشاهده شد. این رقم با ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۴ و همچنین رقم ایزلا در یک گروه آماری قرار داشتند. در میاندوآب اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای مقدار سدیم و پتاسیم ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). کمترین مقدار نیتروژن مضره در ژنوتیپ‌ها، در سه منطقه کرج، شیراز و مشهد (میانگین هر ژنوتیپ در سه منطقه ذکر شده) مربوط به ارقام ایزلا و دوروتی بود. این ارقام با هیبریدهای شماره ۱، ۱۴، ۱۸ و ۱۹ در یک گروه آماری قرار گرفتند. در میاندوآب نیز کمترین مقدار نیتروژن مضره در ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۱۷ به همراه دو رقم ایزلا و دوروتی مشاهده شد (جدول ۵). این ژنوتیپ‌ها نیز با ژنوتیپ‌های ۱۴، ۱۵ و ۱۹ در یک گروه آماری قرار داشتند.

عملکرد قند ژنوتیپ شماره ۱۵ در کرج و شیراز بیش از ژنوتیپ‌های دیگر بود (جدول ۴). در میاندوآب و مشهد نیز به ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۱۹ بیشترین عملکرد قند را به خود اختصاص دادند. همانند عملکرد ریشه، ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ و ۱۶ به همراه رقم ایزلا به صورت مشترک در هر چهار منطقه در گروه با عملکرد قند بالا قرار داشتند. اختلاف بیشترین و کمترین عملکرد قند در کرج، مشهد، میاندوآب و شیراز به ترتیب حدود ۴، ۳/۵، ۷ و ۳ تن در هکتار و یا ۳۳، ۳۷، ۵۴ و ۶۸ درصد بود. بیشترین تعداد ریشه به ژنوتیپ شماره ۱۵ با حدود ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار (میانگین چهار منطقه) اختصاص داشت. این ژنوتیپ با رقم شاهد خارجی ایزلا با حدود ۸۹۰۰۰ بوته در هکتار به یک گروه آماری تعلق داشت. از جهت ناخالصی‌های مهم، کمترین مقدار سدیم ریشه در سه منطقه کرج، شیراز و مشهد (میانگین هر ژنوتیپ در سه منطقه ذکر شده) به ژنوتیپ شماره ۱۸ اختصاص داشت. این هیبرید با هیبریدهای شماره ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۹

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد قند ۱۰ (تن در هکتار) ژنوتیپ چغندر قند در چهار منطقه مورد بررسی - ۱۳۹۰<sup>a</sup>

Table 5. Mean comparison of sugar yield (t.ha-1) for 10 sugar beet genotypes at four locations- 2011<sup>a</sup>

شیراز	میاندوآب	مشهد	کرج	ژنوتیپ
Shiraz	Maindoab	Mashhad	Karaj	Genotype
1.4 <sup>d</sup>	13.1 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>	8.5 <sup>c</sup>	1
2.3 <sup>bcd</sup>	8.4 <sup>b</sup>	8.2 <sup>ab</sup>	10.3 <sup>abc</sup>	13
1.6 <sup>cd</sup>	9.1 <sup>abc</sup>	7.9 <sup>ab</sup>	9.8 <sup>abc</sup>	14
4.4 <sup>a</sup>	10.1 <sup>abc</sup>	9.1 <sup>ab</sup>	12.7 <sup>a</sup>	15
4.0 <sup>ab</sup>	11.9 <sup>ab</sup>	8.1 <sup>ab</sup>	11.0 <sup>abc</sup>	16
2.7 <sup>abcd</sup>	6.2 <sup>c</sup>	8.1 <sup>ab</sup>	10.6 <sup>abc</sup>	17
2.4 <sup>bcd</sup>	10.5 <sup>ab</sup>	8.6 <sup>ab</sup>	10.7 <sup>abc</sup>	18
2.3 <sup>bcd</sup>	6.0 <sup>c</sup>	9.4 <sup>a</sup>	9.2 <sup>b</sup>	19
3.4 <sup>abc</sup>	12.2 <sup>ab</sup>	8.7 <sup>ab</sup>	11.9 <sup>ab</sup>	24
2.1 <sup>bcd</sup>	10.8 <sup>ab</sup>	8.8 <sup>ab</sup>	10.6 <sup>abc</sup>	25

$\alpha$ : مقایسه میانگین‌ها بر اساس تجزیه واریانس‌های جداگانه برای هر مکان، به دلیل معنی‌دار شدن اثرات متقابل مکان  $\times$  ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد آماری، انجام شده است. میانگین‌های هر ستون دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.

$\beta$ : اسامی ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

$\alpha$ : Mean comparison based on individual variance analysis for each location was done because interaction of location  $\times$  genotype was significant ( $P < 0.05$ ). Means in column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P > 0.05$ ).

$\beta$ : The codes of the genotype are presented in Table 1.

جدول ۵- مقایسه میانگین تعداد و ناخالصی‌های مهم ریشه ۱۰ ژنوتیپ چغندر قند در چهار منطقه مورد بررسی - ۱۳۹۰<sup>a</sup>  
 Table 6. Mean comparison of number and important root impurities for 10 sugar beet genotypes at four locations- 2011<sup>a</sup>

ژنوتیپ Genotype	سدیم (Na)		پتاسیم (K)		نیترژن مضره (N)		تعداد ریشه × 1000 Root number × 1000 (per ha.)
	(m mol per 100 g sugar beet pulp)						
	میان‌دوآب Maindoab	کرج - مشهد - شیراز Karaj- Mashhad- Shiraz	میان‌دوآب Maindoab	کرج - مشهد - شیراز Karaj- Mashhad- Shiraz	میان‌دوآب Maindoab	کرج - مشهد - شیراز Karaj- Mashhad- Shiraz	
1	1.2 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>	3.46 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	1.32 <sup>ab</sup>	2.12 <sup>b</sup>	67.2 <sup>d</sup>
13	1.2 <sup>a</sup>	5.7 <sup>bc</sup>	3.54 <sup>a</sup>	4.23 <sup>abc</sup>	1.51 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>	75.0 <sup>cd</sup>
14	1.2 <sup>a</sup>	6.4 <sup>b</sup>	3.52 <sup>a</sup>	4.19 <sup>abc</sup>	1.23 <sup>ab</sup>	2.20 <sup>ab</sup>	76.4 <sup>cd</sup>
15	1.1 <sup>a</sup>	4.6 <sup>cd</sup>	3.52 <sup>a</sup>	4.53 <sup>ab</sup>	1.60 <sup>a</sup>	2.14 <sup>ab</sup>	95.4 <sup>a</sup>
16	1.2 <sup>a</sup>	5.4 <sup>bcd</sup>	3.47 <sup>a</sup>	4.32 <sup>ab</sup>	1.50 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	81.2 <sup>bc</sup>
17	1.2 <sup>a</sup>	5.2 <sup>cd</sup>	3.44 <sup>a</sup>	4.33 <sup>ab</sup>	1.41 <sup>a</sup>	2.02 <sup>b</sup>	79.7 <sup>bc</sup>
18	1.2 <sup>a</sup>	4.4 <sup>d</sup>	3.61 <sup>a</sup>	4.42 <sup>ab</sup>	1.33 <sup>ab</sup>	2.34 <sup>a</sup>	79.6 <sup>bc</sup>
19	1.2 <sup>a</sup>	5.5 <sup>bcd</sup>	3.50 <sup>a</sup>	4.77 <sup>a</sup>	1.27 <sup>ab</sup>	2.19 <sup>ab</sup>	72.0 <sup>cd</sup>
24	1.2 <sup>a</sup>	5.7 <sup>bc</sup>	3.47 <sup>a</sup>	3.99 <sup>bc</sup>	0.98 <sup>b</sup>	2.04 <sup>b</sup>	88.7 <sup>ab</sup>
25	1.1 <sup>a</sup>	5.5 <sup>bcd</sup>	3.50 <sup>a</sup>	3.73 <sup>c</sup>	0.93 <sup>b</sup>	2.10 <sup>b</sup>	79.2 <sup>bcd</sup>

α: مقایسه میانگین‌ها برای هر صفت پس از انجام تجزیه مرکب، در مناطقی که امکان انجام آن بر اساس آزمون  $k_{max}$  هارتلی تائید و هم‌چنین اثرات متقابل مکان × ژنوتیپ نیز برای آن صفت در سطح احتمال پنج درصد آماری معنی‌دار نشد، انجام شده است. در شرایطی که امکان تجزیه مرکب برای صفتی در یک منطقه فراهم نبود، مقایسه میانگین‌ها پس از تجزیه واریانس جداگانه برای آن صفت انجام شده است. میانگین‌های هر ستون دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.

β: اسامی ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

α: Means comparison for each characteristic was carried out after combined analysis, in locations where it is possible based on Hartle's  $F_{max}$  test ( $P < 0.05$ ) and also effects of location × genotype for that characteristic was not statistically significant ( $P > 0.05$ ). If combined analysis was not impossible, means comparison is done separately for each location. Means in column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $P > 0.05$ ).  
 β: The codes of the genotype are presented in Table 1.

۰/۶۵ می‌تواند با توجه به شاخص علائم آلودگی به بیماری ریزومانیا میزان عملکرد نهائی را پیش‌بینی کند. در رابطه با روش مناسب غربال ژنوتیپ‌ها مقاوم به بیماری ریزومانیا، گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. انتخاب برای مقاومت به ریزومانیا می‌تواند در گلخانه و یا مزرعه انجام شود (Whitney, 1989). همبستگی مثبت بین علائم ظاهری ریشه و وزن تر ریشه نیز با غلظت ویروس و سطح مقاوت ارقام تائید شده است (Pferdmenges *et al.*, 2009). گزارشی نیز وجود دارد مبنی بر این‌که در برخی منابع مقاومت علی‌رغم

بررسی ضرایب همبستگی شاخص بیماری با خصوصیات کمی و کیفی ریشه چغندر قند نشان داد که با افزایش شاخص آلودگی، عملکرد ریشه، تعداد ریشه، عملکرد قند، درصد قند و مقدار نیترژن ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش و در مقابل مقدار ناخالصی‌های سدیم و پتاسیم ریشه افزایش یافت (جدول ۶).

گزارش شده است که پایین بودن درصد قند و نیترژن مضره و هم‌زمان افزایش ناخالصی‌های سدیم از علائم خسارت به بیماری ریزومانیا می‌باشد (Asher, 1993). معادله ارائه شده در شکل (۳) با ضریب تبیین

علائم بیماری مقدار عملکرد قند کاهش یافت، اما تنها ژنوتیپ شماره ۱۵ بود که به طور پایداری در کلیه مناطق آلوده، عملکرد قند آن بیش از میانگین مشاهدات در هر منطقه بود و در عین حال در همه این مناطق شدت علائم بیماری آن کمتر از میانگین مقدار مشاهدات آن منطقه بود (شکل ۴).

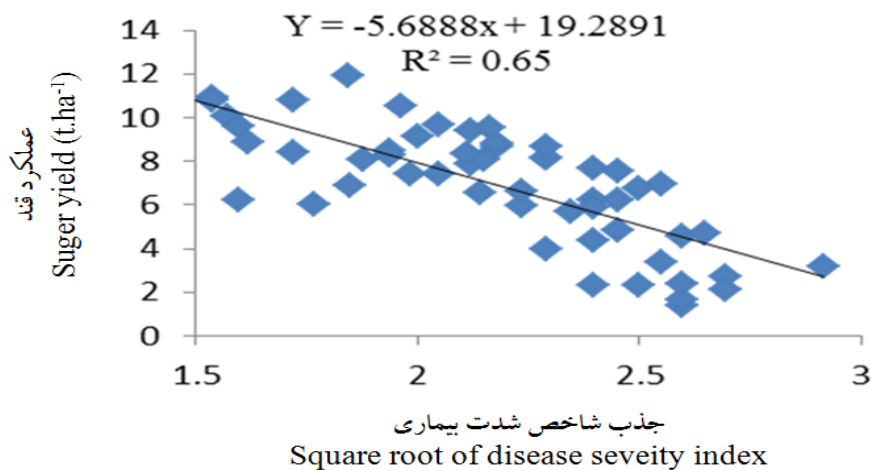
غلظت بالای ویروس، عملکرد کمتر تحت تأثیر قرار گرفته است (Rush *et al.*, 2006). از طرف دیگر اعلام شده است که جهت ارزیابی ارقام برای مقاومت به بیماری، عملکرد ریشه و قند معیار مناسبی می‌باشند (Mahmoudi *et al.*, 2012). در این آزمایش اگرچه به طور کلی با افزایش شدت

جدول ۶- ضرایب همبستگی شاخص بیماری با خصوصیات کمی و کیفی چندر قند در سطوح مختلف آلودگی به ریزومانیا  
 Table 6. Correlation coefficients of rhizomania disease severity index with qualitative characteristics of sugar beet at different levels of rhizomania Infection

نیتروژن مضره N	سدیم Na	پتاسیم K	درصد قند Sugar content	عملکرد قند Sugar yield	تعداد ریشه Root number	عملکرد ریشه Root yield	شدت آلودگی Infection severity
-0.80**	0.65**	0.65**	-0.70**	-0.81**	-0.78**	-0.39**	

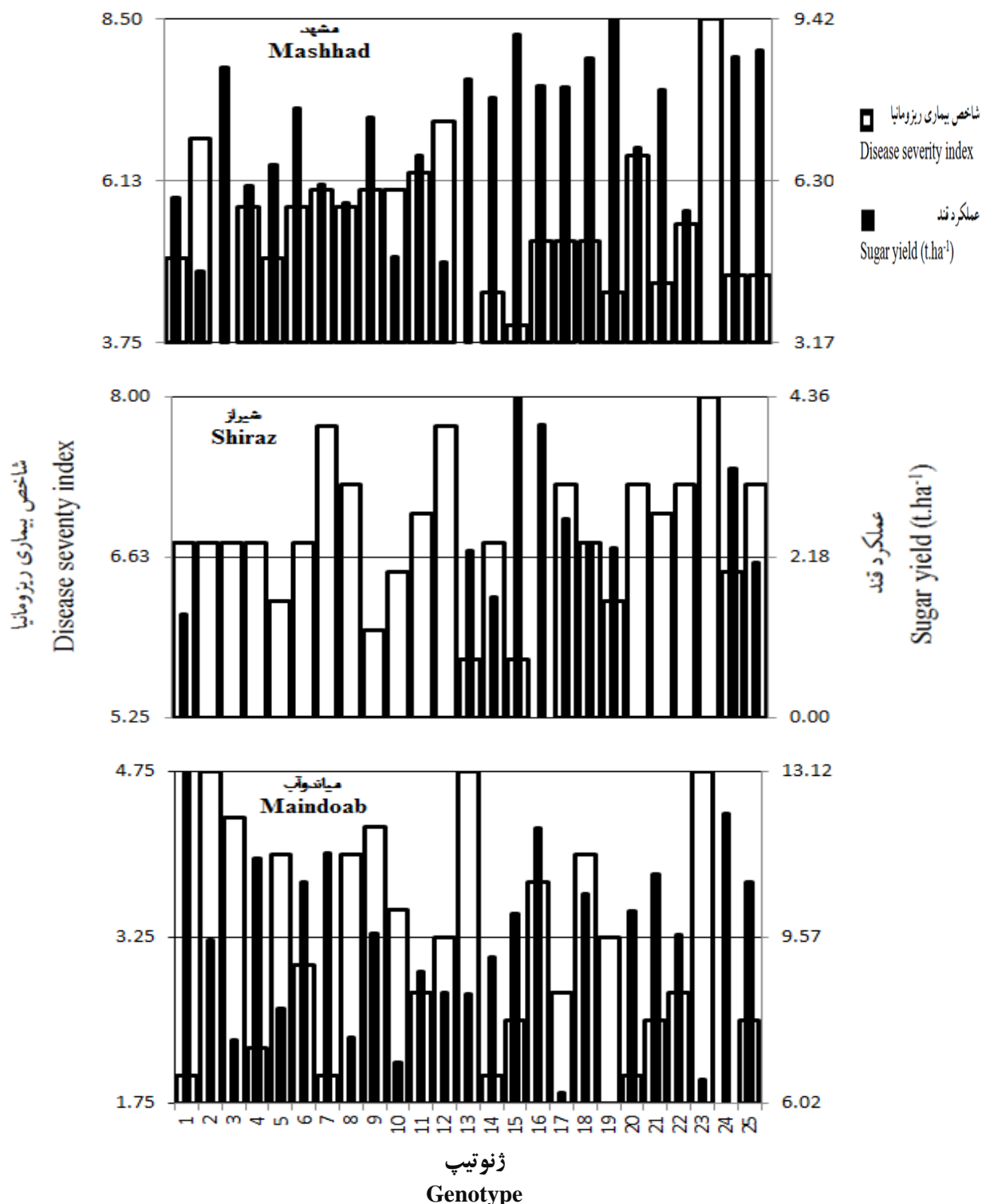
\*\* Significant at 0.01 level

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد آماری



شکل ۳- رابطه رگرسیون خطی عملکرد قند با جذر شاخص آلودگی به بیماری ریزومانیا با استفاده از مقیاس استاندارد نه گانه لوترباخر

Fig. 3. Liner regression relationship of sugar yields with root square of rhizomania disease severity index using international standardized 1-9 scale of resistance scores (luterbacher *et al.*, 2005).



شکل ۴- ارتباط عملکرد قند و شاخص آلودگی بیماری ریزومانیا در مناطق با آلودگی‌های متفاوت. شاخص آلودگی با مقیاس ۱-۹ لوتر باخر برآورد شده است. اسامی ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره داده شده در جدول ۱ ارائه شده است. خط وسط محور یها نشان‌دهنده میانگین مشاهدات هر صفت در هر منطقه باشد.

Fig. 4. Relationship between sugar yield and rhizomania disease severity index in locations with different severity of infection. Disease severity index estimated by international standardized 1-9 scale of resistance scores (Luterbacher *et al.*, 2005). The codes of the genotype are presented in Table 1. Midlines of Y axes are adjusted for the average of range of observed for each trait.

این پژوهش تأیید می‌نماید که با انتخاب ارقام متحمل به ریزومانیا می‌توان عملکرد کمی و کیفی چغندر قند را بهبود داد (Richard- Molard, 2001) و در شرایط بدون آلودگی به ریزومانیا نیز رقم مقاوم نسبت به رقم حساس دارای خصوصیات کمی و کیفی بهتر است (Fecova *et al.*, 2005).

### سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از منابع مالی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند انجام شده است. از مدیریت و هم‌چنین کلیه کارکنان زحمتکش این موسسه که در اجرای این پژوهش همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

### نتیجه‌گیری

در مجموع، هیبرید شماره ۱۵ (SB26) × (7112×SB36) هم‌زمان به دلیل تعداد ریشه، عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد قند بالا و مقدار سدیم ریشه پایین در شرایط متفاوت از نظر بیماری و علائم خفیف بیماری ریزومانیا در شرایط آلودگی متوسط و زیاد و هم‌چنین علائم کم آلودگی به بیماری به‌عنوان هیبرید برتر انتخاب شد. این ژنوتیپ هم‌چنین در شرایط غیرآلوده نیز از نظر صفات کمی و کیفی ذکر شده و درصد بوته‌های سبز در مزرعه (مراحل اوایل رشد)، سبزی رنگ برگ در تیرماه و یکنواختی بوته نیز در محدوده ژنوتیپ‌های ایده‌آل قرار داشت. نتایج حاصل از

### References

1. Anonymous. 2013. Testing for homogeneity of variance with Hartley's  $F_{max}$  test. <http://www.sussex.ac.uk/Users/grahamh/RM1web/Testing%20for%20homogeneity%20of%20variance.pdf> (accessed January 2016).
2. Asher, M.J.C., Rhizomania In Cooke, D.A., and Scott, R.K. 1993. (ed), The sugar beet crop: Science into Practice. Chapman and Hall, World Crop Series, London, UK. pp: 311-346.
3. 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(2): 101-109.
4. Biancardi, E., Lewellen, R.T., DeBiaggi, M., Erichsen, A.W., and Stevanato, P. 2002. The origin of rhizomania resistance in sugar beet. *Euphytica*, 127(3): 383-397.
5. Canova, A. 1966. Si studia la rizomania della bietola. *Informatore Fitopatologico*, 10: 235-239.
6. Dosenovic, I.S., Radivojevic, S.G., Kabc, D.R., Pajic, D.P., and Skrbiac, K.Z. 2006. Evaluation of quality of sugar beet grown on soils highly infected with rhizomania. *Zbornik Matice Srpske za Prirodne Nauke*, 110: 75-83.
7. Draycott, A.P. 2006. Sugar beet. Blackwell Scientific Publishing Co. Ltd., London, UK.
8. Fathi, M.R., Vahedi, S., Bazrafshan, M., Shabazi, H.A., and Abodlahian Noghabe, M. 2013. Development of sugar beet hybrids carrying rhizomania resistance gene

- and comparison of their performance and quality. *Seed and Plant Improvement Journal*, 29(4): 777-789. [In Farsi]
9. Fecova, J., Pacuta, V., and Cerny, I. 2005. Effect of foliar preparations and variety on sugar beet yield and quality, *Journal of Central European Agriculture*, 6(3): 295-308.
  10. Gallagher, J.N. and Biscoe, P.V. 1978. Radiation absorption, growth and yield of cereals. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 91: 47-60.
  11. Izadpanah, K., Hashemi, P., Kamran, R., Sahandpour, A., and Masumi, M. 1996. Widespread occurrence of rhizomania-like disease of sugar beet in Fars. *Plant Pathology*, 32: 200-206. [In Farsi]
  12. Jafarimoghadam, M., Heidari Sharifabad, M.H., Noormohamadi, G., Sadeghian motahar, S.Y., and Siadat, S.A. 2012. Modeling the effect of micronutrients on phyllochron and leaf appearance rate in Wheat (*Triticum aestivum*). *Annals of Biological Research*, 3(9): 4452-4461.
  13. Keller, P., Luttge, U., Wang, X.C., and Buttner, G. 1989. Influence of rhizomania disease on gas exchange and water relations of a susceptible and a tolerant sugar beet variety. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 34(5): 379-392.
  14. Lambers, H., Chapin III, F.S., and Pons, T.L. 2008. Photosynthesis, respiration, and long-distance transport. In: *Plant physiological ecology*. Springer Science, New York, USA. pp:11-162.
  15. Lambers, H., Chapin III, F., and Pons, S. 2008. *Plant Physiological Ecology*. New York: Springer, 610 p.
  16. 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(1): 49-63.
  17. Mahmoudi, S.Y., Ghanbari, M., Amiri, R., Darabi, S., Kakuei nejad, M., Aghaei zadeh, M., and Hasani, M. 2012. Relative levels of Beet necrotic yellow vein virus in susceptible to resistant genotypes of sugar beets during growing season. *Journal of Sugar beet*, 28(1): 1-12. [In Farsi]
  18. McGrann, G.R.D., Grimmer, M.K., Mutasa-Gottgens, E.S., and Stevens, M. 2009. Progress towards the understanding and control of sugar beet rhizomania disease. *Molecular Plant Pathology*, 10(1): 129-141.
  19. Milford, G.F.J., Pocock, T.O., and Riley, J. 1985. An analysis of leaf growth in sugar-beet. I. Leaf appearance and expansion in relation to temperature under controlled conditions. *Annals of Applied Biology*, 106(1): 163-172.

20. Mohammadian, R., Moghaddam, M., Rahimian, H., and Sadeghian, S.Y. 2005, Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29(5): 357-368.
21. Monteith, J.L., 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B 281: 277-297.
22. Nenadic, N., Nedic, M., Zivanovic, Lj., Kolaric, Lj., and Gujanicic, T. 2003. Effect of genotype on sugar beet yield and quality. Journal of Agricultural Sciences, 48(1): 1-9.
23. Pferdmenges, F., Korf, H., and Varrelmann, M. 2009. Identification of rhizomania-infected soil in Europe able to overcome Rz1 resistance in sugar beet and comparison with other resistance-breaking soils from different geographic origins. European Journal of Plant Pathology, 124(1): 31-43.
24. Radivojevic, S., Kabic, D., Filipovic, V., and Jacimovic, G. 2008. Yield and technological quality of modern sugar beet varieties in the republic of SERBIA. Food and Feed Research Journal, 35(2): 53-58.
25. Rezaei, J., Bannayan, M., Nezami, A., Mehrvar, M., and Mahmoodi, B. 2014a. Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. Journal of Crop Science, 17(2): 59-69
26. Rezaei, J., Banayan Aval, M., Nezame, A., and Mahmode B., 2014b. Physiological behavior in response to sugar beet rhizomania virus. Journal of Plant Protection, 28(1): 138-146. [In Farsi]
27. Richard- Molard, C.M. 2001. Stress hydrique et abiotique et amelioration genetique. Proc. 64 IIRB Congress, Bruges (B), 153-158.
28. 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(1): 4-15.
29. Salarian, A., Pouresmaeil, P., and Tarighaleslami, M. 2014. A comparison of quantitative and qualitative yield on some resistant cultivars to rhizomania disease of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) into qualification of alloy and unspotted to rhizomania. European Journal of Experimental Biology, 4(1): 177-185.
30. Scholten, O.E. and Lang, W. 2000. Breeding for resistance to rhizomania in sugar beet: A review. Euphytica, 112(3): 219-231.
31. Seyed Sharifi, R. and Khavazi, K., 2012. Effect of seed priming with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on phyllochron and leaf appearance rate of corn (*Zea Maize* L.), Iranian Journal of Biology. 25(2): 183-193. [In Farsi]
32. Taleghane, D.F., Sadeghzadh, S., and Mesbah, M. 2010. Strategic framework for sugar beet research. Sugar Beet Seed Institute, 491p. [In Farsi]

33. Whitney, E.D. 1989. Identification, distribution, and testing for resistance to rhizomania in beet maritima. *Plant Disease*, 73(4): 287-290.