



انستیتو ملی پرورش گیاهان و مهندسی ژنتیک

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و هشتم، شماره اول، ۱۴۰۰

۱۱۵-۱۲۶

<http://jopp.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jopp.2021.17470.2611

مقایسه خصوصیات کمی و کیفی ارقام چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) در کشت بهاره و پاییزه تحت شرایط آلوده به بیماری ریزومانیا (*Beet necrotic yellow vein virus, BNYYV*)

* جمشید سلطانی ایدلیکی^۱، حسن حمیدی^۲، مسعود احمدی^۳، جواد رضایی^۴ و مزده کاکوئی نژاد^۵

^۱ مربی پژوهشی بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران،

^۲ محقق بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران،

^۳ دانشیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران،

^۴ استادیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران،

^۵ استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۹

چکیده

سابقه و هدف: کشت پاییزه چغندر قند به دلیل استفاده از بارش‌های فصول پاییز و زمستان و اجتناب از نیاز بیش از حد به آبیاری در هوای بسیار خشک تابستان، یکی از راهکارهای افزایش تولید چغندر قند با حداقل میزان آب مصرفی است. بیماری ریزومانیا در دنیا به عنوان مخرب‌ترین بیماری چغندر قند شناخته شده است. هدف از این پژوهش بررسی خصوصیات کمی و کیفی و تأثیر بیماری ویروسی ریزومانیا بر ارقام حساس و مقاوم اصلاح شده چغندر قند در کشت بهاره و پاییزه در شرایط خاک آلوده منطقه تربت جام می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش پنج رقم تجاری داخلی و خارجی شامل ارقام تجاری مقاوم و حساس به بیماری ریزومانیا در مزرعه آلوده به بیماری ریزومانیا کارخانه قند تربت جام به صورت بهاره و پاییزه کشت گردید. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد به طوری که زمان کاشت به عنوان عامل اصلی در دو سطح (بهاره و پاییزه) و رقم به عنوان عامل فرعی در پنج سطح (ارقام Giada, Dorothea, SBSI002, Monatunno و Rasoul) در نظر گرفته شد. صفات مورد مطالعه در این پژوهش شامل عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، ضریب استحصال شکر، قند ملاس، شدت وقوع بیماری و شاخص آزمون الیزا (OD) بود.

* مسئول مکاتبه: soltani_jam@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو زمان کاشت بهاره و پاییزه از نظر عملکرد کمی و کیفی و هم‌چنین میزان خسارت ریزومانیا اختلاف معنی‌داری وجود داشت. هم‌چنین از نظر همه صفات مورد بررسی به استثنای میزان پتاسیم و نیتروژن مضره بین ارقام مختلف چغندر قند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. بیش‌ترین مقادیر از نظر صفات عملکرد ریشه (۷۲/۹۵ تن در هکتار)، عملکرد قند ناخالص (۱۳ تن در هکتار)، عملکرد قند خالص (۱۱/۲۵ تن در هکتار) و کم‌ترین مقادیر از نظر شدت وقوع بیماری (۱) و شاخص آزمون الایزا (۰/۰۹) در رقم *Giada* و شرایط کشت پاییزه مشاهده شد. در حالی‌که رقم شاهد حساس (*Rasoul*) در کشت بهاره دارای کم‌ترین مقادیر از نظر صفات درصد قند ناخالص (۱۳/۸ درصد)، عملکرد قند ناخالص (۳/۴۲ تن در هکتار)، عملکرد قند خالص (۲/۳۹ تن در هکتار)، پتاسیم (۴/۳۶ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن تر ریشه) و نیتروژن مضره (۰/۵۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن تر ریشه) و بیش‌ترین مقادیر از نظر صفات شدت وقوع بیماری (۷) و شاخص آزمون الایزا (۰/۷۶) بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که ارقام *Giada* و *Rasoul* به‌ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین ارقام نسبت به بیماری ریزومانیا بودند. علاوه بر این کاشت پاییزه منجر به بهبود عملکرد کمی و کیفی و کاهش خسارت ریزومانیا در چغندر قند می‌شود. با توجه به نتایج این پژوهش کشت پاییزه رقم *Giada* در منطقه تربت جام مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آزمون الایزا، عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، فصل کاشت

مقدمه

(۲۰) اما ورنالیزاسیون و بولتینگ به همراه خسارت یخ‌زدگی عامل اصلی در عدم گسترش کشت پاییزه چغندر قند می‌باشند (۲۹). طالقانی و همکاران (۳۴) گزارش کردند که با تلفیق مدیریت‌های مناسب در کشت و برداشت و استفاده از رقم مناسب می‌توان میزان ساقه‌رفتن را که مهم‌ترین عامل محدودکننده زراعت چغندر قند در کشت پاییزه محسوب می‌شود به حدود ۳-۱ درصد کاهش داد.

حسینیان و همکاران (۱۸) گزارش کردند با توجه به اینکه مهم‌ترین صفت مؤثر در کیفیت چغندر قند بالا بودن درصد قند می‌باشد و هم‌چنین طیف مناسبی از نظر درصد قند در بین ارقام مختلف چغندر قند وجود دارد، بنابراین کشت پاییزه این محصول با بهبود درصد قند به‌واسطه طولانی بودن دوره رشد از اهمیت به‌سزائی برخوردار است. نتایج پژوهش‌های جاگارد و ورکر (۱۹) نشان داد که سودمندی کشت چغندر قند در کشت بهاره ۲۶ درصد بیش‌تر از کشت پاییزه است. اما وجود بیماری‌های مختلف مانند بیماری‌های

چغندر قند یکی از گیاهان زراعی مهم است که در مناطق با محدودیت منابع آبی کشت می‌شود (۱۶). به‌دلیل شرایط نامناسب اقلیمی کشور و پدیده بحران آب تنها راه حل مناسب در جهت مدیریت آب در کشور برای محصولات کشاورزی با نیاز آبی بالا مانند چغندر قند مدیریت مناسب و اتخاذ روش‌های مقرون به صرفه است که یکی از این روش‌ها با توجه به شرایط آب و هوایی کشور تغییر در فصول کشت است. چغندر قند پاییزه به‌دلیل استفاده بهینه از آب و زمین‌های زراعی، کاهش تنش‌های زنده و غیر زنده نسبت به کشت بهاره برتری دارد. هم‌چنین با توجه به محدودیت‌های موجود در صنعت قند چغندری کشور، ناتوانی کارخانه‌های قند در دستیابی به ظرفیت اسمی بخش صنعت، کشت پاییزه چغندر قند می‌تواند کمک شایانی به کشاورزی و صنعت قند کشور کند (۱۵). در حالی‌که کاشت پاییزه چغندر قند کارآیی مصرف آب و مزیت‌های زراعی بیش‌تری از کاشت بهاره آن دارد

ویروسی، سفیدک و نماتد موجب از بین رفتن این سودمندی می‌شود. دیهیم فرد و رحیمی مقدم (۱۱) نشان دادند که کشت پاییزه چغندر قند در شهرستان‌های نیشابور و مشهد از مزایای قابل توجهی برخوردار است. کاشت پاییزه نسبت به تاریخ کاشت بهاره دارای بارندگی و کارایی مصرف آب بالاتر و تبخیر و تعرق کم‌تری است. آن‌ها هم‌چنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده برای دو منطقه مورد مطالعه، تاریخ کاشت‌های ۱۰ و ۲۵ مهر را توصیه کردند.

نتایج پژوهش‌های احمدی و همکاران (۳) نشان داد که کشت پاییزه چغندر قند در جنوب استان خراسان رضوی امکان‌پذیر می‌باشد. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد قند خالص با استفاده از ارقام مقاوم به ساقه‌روی در تاریخ کاشت اول مهر و تاریخ برداشت ۱۵ خرداد (۶/۶۸ تن در هکتار) حاصل شد. ال سید و همکاران (۴) گزارش کردند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف چغندر قند در کشت پاییزه از نظر عملکرد ریشه، درصد قند، میزان پتاسیم و درصد استحصال قند وجود داشت، در حالی‌که از نظر میزان نیتروژن، سدیم و درصد قند ملاس اختلاف ارقام معنی‌دار نبود. ریفای (۲۸) با کشت پاییزه ارقام چغندر قند نشان داد که بین ارقام چغندر قند از نظر وزن تر و خشک ریشه و سایر پارامترهای کیفی عملکرد و هم‌چنین ترکیبات شیمیایی ریشه تفاوت وجود دارد که ممکن است این تفاوت‌ها در ارتباط با ساختار ژنتیکی ارقام باشد.

ویروسی، سفیدک و نماتد موجب از بین رفتن این سودمندی می‌شود. دیهیم فرد و رحیمی مقدم (۱۱) نشان دادند که کشت پاییزه چغندر قند در شهرستان‌های نیشابور و مشهد از مزایای قابل توجهی برخوردار است. کاشت پاییزه نسبت به تاریخ کاشت بهاره دارای بارندگی و کارایی مصرف آب بالاتر و تبخیر و تعرق کم‌تری است. آن‌ها هم‌چنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده برای دو منطقه مورد مطالعه، تاریخ کاشت‌های ۱۰ و ۲۵ مهر را توصیه کردند.

نتایج پژوهش‌های احمدی و همکاران (۳) نشان داد که کشت پاییزه چغندر قند در جنوب استان خراسان رضوی امکان‌پذیر می‌باشد. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد قند خالص با استفاده از ارقام مقاوم به ساقه‌روی در تاریخ کاشت اول مهر و تاریخ برداشت ۱۵ خرداد (۶/۶۸ تن در هکتار) حاصل شد. ال سید و همکاران (۴) گزارش کردند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف چغندر قند در کشت پاییزه از نظر عملکرد ریشه، درصد قند، میزان پتاسیم و درصد استحصال قند وجود داشت، در حالی‌که از نظر میزان نیتروژن، سدیم و درصد قند ملاس اختلاف ارقام معنی‌دار نبود. ریفای (۲۸) با کشت پاییزه ارقام چغندر قند نشان داد که بین ارقام چغندر قند از نظر وزن تر و خشک ریشه و سایر پارامترهای کیفی عملکرد و هم‌چنین ترکیبات شیمیایی ریشه تفاوت وجود دارد که ممکن است این تفاوت‌ها در ارتباط با ساختار ژنتیکی ارقام باشد.

بیماری ریزومانیا به عنوان مخرب‌ترین بیماری چغندر قند در جهان شناخته شده است (۲۵) که می‌تواند باعث کاهش شدید عملکرد و کیفیت آن گردد (۲۳). این بیماری می‌تواند باعث کاهش بیش از ۵۰ و حتی تا ۱۰۰ درصد محصول گردد (۳۳). ریزومانیا به‌وسیله ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر قند که به‌وسیله قارچ خاکزری و پارازیت اجباری

Polymyxa betae منتقل می‌شوند، ایجاد می‌شود (۲۳). با توجه به گسترش سریع بیماری ریزومانیا در مزارع چغندر قند تولید موفقی بدون استفاده از ارقام با تحمل بالا به ریزومانیا امکان‌پذیر نمی‌باشد (۲۷). استفاده از ارقام مقاوم نه تنها به دلیل کاهش خسارت بیماری بلکه به عنوان ساده‌ترین روش برای امکان ادامه تولید چغندر قند توصیه شده است (۱۳). سطح مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند بستگی به مقدار ویروس در ریشه آن‌ها دارد و بر این اساس ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری شناسایی و گزینش می‌شوند (۵). آزمون الیزا ساده‌ترین روش ارزیابی وجود یا عدم وجود ویروس ریزومانیا در گیاه زراعی می‌باشد (۲۱). علاوه بر تعیین مثبت یا منفی بودن آلودگی ریزومانیا، می‌توان بر اساس شاخص آزمون الیزا (OD)، شدت آلودگی ارقام مختلف چغندر قند را نیز مقایسه کرد (۳۱).

رضایی و همکاران (۳۱) نشان دادند که بیماری ریزومانیا به‌شدت خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی ارقام حساس چغندر قند را در کشت بهاره در منطقه مشهد تحت تأثیر قرار داد. این بیماری در دو بخش هوایی و زیرزمینی باعث تغییراتی در فرآیندهای اندام‌های گیاهی شد به‌طوری‌که برآیند این تغییرات از طریق کاهش عملکرد ریشه ذخیره‌ای در گیاه ظاهر شد.

پژوهش‌های گارسیا ویلا و همکاران (۱۶) در برزیل نشان داد که بیماری ریزومانیا بر وزن خشک اندام‌های هوایی چغندر قند پاییزه اثری نداشت اما باعث کاهش ۲۷/۵ درصدی وزن ریشه شد. درحالی‌که این بیماری باعث کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی چغندر قند بهاره به میزان ۴۸ درصد شده و وزن ریشه را نیز ۶/۶ درصد کاهش داد.

یکی از مهم‌ترین مشکلات کشت و توسعه چغندر قند بهاره در بسیاری از مناطق دنیا و از جمله

حساس نسبت به ریزومانیا (۱۰) در نظر گرفته شدند. عملیات کاشت در ۷ اردیبهشت‌ماه (کشت بهاره) و اول مهرماه (کشت پاییزه) با استفاده از بذرکار ردیفی صورت گرفت. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر (بعد از تنک) و عمق کاشت ۳-۲/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل سه خط با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و طول ۷ متر بود. به‌منظور ایجاد تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار گیاهچه‌های سبز شده تنک شدند. آلودگی خاک مزرعه آلوده، بر اساس نتایج آزمایش‌های درازمدت انجام شده در آن طی سال‌های متوالی گذشته و هم‌چنین انجام آزمون الایزا (۱۴) به اثبات رسید. آبیاری (بر اساس عرف مزرعه)، کود دهی (بر اساس آزمون خاک و طبق جدول ۱)، کنترل شیمیایی آفات و بیماری‌های غیر از بیماری ریزومانیا (بر اساس بازدیدهای منظم) و وجین دستی علف‌های هرز به‌گونه‌ای انجام شد تا مزرعه عاری از هرگونه تنش آبی، کمبود عناصر غذایی و خسارت عوامل زنده محیطی باشد. لازم به ذکر است که برداشت کشت بهاره در اواسط آبان ماه و برداشت کشت پاییزه در اوایل تیرماه سال بعد انجام گردید.

عملیات برداشت با استفاده از دستگاه چغندر کن پشت تراکتوری انجام شد. خطوط حاشیه آزمایش و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف گردید. ریشه‌های برداشت شده در هر کرت به مساحت ۱۰/۵ مترمربع از نظر بیماری ریزومانیا مورد ارزیابی قرار گرفتند. به‌منظور بررسی روند توسعه بیماری در ریشه ارقام مورد آزمایش در زمان برداشت، شدت وقوع بیماری در ریشه ارقام با استفاده از شاخص بیماری لوترباخ (۲۲) مورد مقایسه قرار گرفت. در این روش بر اساس میزان ریشه ریشی، تغییر رنگ و نکروزه شدن ریشه ذخیره‌ای در اثر شدت بیماری ریزومانیا،

ایران، وجود بیماری ریزومانیا است. از طرفی حدود نیمی از اراضی تحت کشت چغندر قند در ایران آلوده به بیماری ریزومانیا می‌باشد که شدت آلودگی در مزارع با یکدیگر متفاوت است. با توجه به این‌که انتخاب بهترین فصل کاشت و ارقامی که بتوانند در شرایط مختلف آلودگی عملکرد قابل‌قبولی داشته باشند، مهم می‌باشد. بنابراین ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های جدید چغندر قند در مقایسه با ارقام تجاری معمول در شرایط کشت بهاره و پاییزه ضروری می‌باشد. هدف از اجرای این پژوهش، بررسی خصوصیات کمی و کیفی و تأثیر بیماری ویروسی ریزومانیا بر ارقام حساس و متحمل چغندر قند در کشت بهاره و پاییزه در شرایط خاک آلوده به بیماری ریزومانیا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، پنج رقم تجاری داخلی و خارجی در مزرعه آلوده به بیماری ریزومانیا کارخانه قند تربت جام با طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۶ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۶۰ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی در دو زمان کشت بهاره و پاییزه طی سال ۹۷-۱۳۹۶ کشت شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد به‌طوری‌که زمان کاشت به‌عنوان عامل اصلی در دو سطح (بهاره و پاییزه) و رقم به‌عنوان عامل فرعی در پنج سطح (ارقام *Dorothea*، *Giada*، *SBSI002*، *Rasoul* و *Monatunno*) در نظر گرفته شد. به‌منظور بررسی مقاومت گیاه چغندر قند به بیماری ریزومانیا، انتخاب ارقام چغندر قند مورد استفاده در آزمایش به‌گونه‌ای بود که طیفی از ارقام کاملاً حساس تا کاملاً متحمل را شامل شوند. در این آزمایش، ارقام *Dorothea* و *Rasoul* به‌ترتیب به‌عنوان رقم مقاوم و

(MS)، قند قابل استحصال (WSC)، عملکرد قند خالص (WSY) و ضریب استحصال شکر (ECS) نیز از طریق روابط زیر محاسبه گردید (۱).

$$SY = RY \times SC \quad (۱)$$

$$MS = 0.343(K + Na) + 0.094(a - N) - 0.31 \quad (۲)$$

$$WSC = SC - (MS + 0.6) \quad (۳)$$

$$WSY = WSC \times RY \quad (۴)$$

$$ECS = (WSC \div SC) \times 100 \quad (۵)$$

پس از نمونه برداری و ثبت اطلاعات در برنامه Excel نسبت به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS v.9.1 اقدام شد. برای مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن اثر متقابل برش‌دهی انجام گرفت.

می‌توان ریشه ارقام مختلف را درجه‌بندی و به‌طور نسبی مقاومت ارقام را ارزیابی کرد. این روش با مقیاس از ۱ الی ۹ طراحی شده است که با افزایش نمره بیماری تا ۹ بر شدت آلودگی و خسارت رقم افزوده خواهد شد. علاوه بر این روش، جهت بررسی دقیق‌تر میزان آلودگی ارقام به بیماری ریزومانی در زمان برداشت از ریشه هر یک از ارقام نمونه لازم برای آزمون الیزا تهیه گردید. این آزمون به روش مستقیم (DAS-ELISA) با بافرها و مشخصات ارائه شده توسط کلارک و آدامز (۹) انجام و میزان جذب نوری نمونه‌ها (Optical Density) در طول موج ۴۰۵ نانومتر تعیین گردید.

در این پژوهش پس از برداشت، تعداد ریشه‌ها شمارش و سپس وزن شد و در ادامه جهت بررسی پارامترهای کیفی با دستگاه اتوماتیک ونما (VENEMA) خمیر تهیه شد. سپس صفاتی مانند درصد قند یا عیار قند (SC)، مقدار پتاسیم (K)، سدیم (Na) و مقدار نیتروژن مضره (a-N) بر حسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه چغندر قند با استفاده از دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد (۱۰). صفاتی مانند عملکرد قند ناخالص (SY)، قند ملاس

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش در منطقه تربت جام.

Table 1. Physical and chemical properties of the studied farm soil at the Torbat Jam region.

عمق خاک Soil depth	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	pH	نیتروژن کل N.tot (%)	پتاسیم قابل جذب K.ava (mg/kg)	فسفر قابل جذب P.ava (mg/kg)	کربن آلی OC (%)
0-30	Clay Loam	1.77	8.1	0.05	201	15.5	0.55

مورد بررسی به‌استثنای میزان پتاسیم و نیتروژن مضره بین ارقام مختلف چغندر قند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. علاوه بر این برهمکنش زمان کاشت × رقم بر همه صفات معنی‌دار بود و به‌عبارتی ارقام مورد مطالعه در زمان‌های

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو زمان کاشت بهار و پاییزه از نظر خصوصیات کمی و کیفی و هم‌چنین میزان خسارت ریزومانی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. هم‌چنین از نظر همه صفات

مختلف کشت، عکس‌العمل‌های متفاوتی از نظر شاخص‌های مورد بررسی نشان دادند (جدول ۲). نتایج نشان داد که از نظر عملکرد ریشه در بین تاریخ کاشت‌های پاییزه و بهاره اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت که بیانگر برتری تاریخ کاشت‌های پاییزه نسبت به بهاره بود. ادیبی‌فرد و همکاران (۲) گزارش کردند که در کشت پاییزه استان فارس بین زمان‌های مختلف کاشت و ارقام چغندر قند از نظر درصد قند ناخالص و عملکرد قند خالص اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده بر روی ارقام مختلف چغندر قند در کشت بهاره و پاییزه.

Table 2. Results of analysis of variance (mean squares) of the measured traits on different cultivars in spring and autumn sugar beet cultivation.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد ریشه Root yield	درصد قند ناخالص Sugar content	عملکرد قند ناخالص Sugar yield	درصد قند خالص White sugar content	عملکرد قند خالص White sugar yield	سدیم Na
تکرار Replication	3	147.59*	0.87 ^{ns}	5.43*	0.27 ^{ns}	3.68 ^{ns}	6.63**
زمان کاشت (S) Sowing date	1	4773.57**	50.58**	211.05**	208.94**	238.29**	72.20**
اشتباه اصلی Ea	3	129.84	1.37	3.56	0.11	3.17	3.96
رقم (C) Cultivar	4	614.05**	5.78**	18.50**	12.96**	11.63**	17.71**
رقم × زمان کاشت C × S	4	521.17**	4.28**	14.90**	6.10**	12.43**	4.71**
اشتباه فرعی Eb	24	37.77	1.00	1.68	1.58	1.37	0.99
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		13.93	6.04	17.41	9.52	19.22	18.89

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.
^{ns}, * and ** No significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۲-

Continue Table 2.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	پتاسیم K	نیترژن مضره N	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	درصد قند ملاس Molasses sugar (%)	شدت وقوع بیماری Severity of infection	شاخص آزمون الایزا Optical density
تکرار Replication	3	8.41**	5.97**	42.68 ^{ns}	1.62**	0.09 ^{ns}	0.01 ^{ns}
زمان کاشت (S) Sowing date	1	27.71**	2.75*	3049.74**	29.65**	123.37**	0.93**
اشتباه اصلی Ea	3	10.45	6.03	38.32	1.41	0.09	0.01
رقم (C) Cultivar	4	2.26 ^{ns}	0.52 ^{ns}	159.80**	1.98**	15.98**	0.13**
رقم × زمان کاشت C × S	4	5.12*	1.59*	89.52**	1.36**	6.16**	0.07*
اشتباه فرعی Eb	24	1.43	0.45	18.02	0.31	0.07	0.02
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		19.25	48.45	5.37	18.22	8.02	49.93

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.
^{ns}, * and ** No significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

(Dorothea) برخوردار بودند در حالی که از نظر صفات مزبور نسبت به رقم شاهد حساس (Rasoul) برتری داشتند و به عبارتی در بین ارقام مورد مطالعه دارای عملکرد کمی و کیفی متوسطی در شرایط کشت بهاره بودند. لازم به ذکر است که در کشت پاییزه، رقم Giada نسبت به رقم شاهد مقاوم (Dorothea) دارای عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص بیش‌تری بود (جدول‌های ۵ و ۶). در این آزمایش، بیش‌ترین مقادیر از نظر صفات عملکرد ریشه (۷۲/۹۵ تن در هکتار)، عملکرد قند ناخالص (۱۳ تن در هکتار)، عملکرد قند خالص (۱۱/۲۵ تن در هکتار) و کم‌ترین مقادیر از نظر شدت وقوع بیماری (۱) و شاخص آزمون الایزا (۰/۰۹) در رقم Giada و شرایط کشت پاییزه مشاهده شد. هم‌چنین این رقم در کشت بهاره دارای بالاترین میزان سدیم (۹/۹۳ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن تر ریشه) و قند ملاس (۵/۳۰ درصد) بود. رقم شاهد مقاوم (Dorothea) در کشت پاییزه دارای بیش‌ترین مقادیر قند ناخالص (۱۸/۶۵ درصد)، قند خالص (۱۶/۷۲ درصد) و ضریب استحصال شکر (۸۹/۶۵ درصد) بود. بیش‌ترین میزان نیتروژن مضره (۲/۵۶ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن تر ریشه) نیز در کشت پاییزه و رقم شاهد حساس (Rasoul) مشاهده شد. کم‌ترین مقادیر از نظر صفات درصد قند ناخالص (۱۳/۸ درصد)، عملکرد قند ناخالص (۳/۴۲ تن در هکتار)، عملکرد قند خالص (۲/۳۹ تن در هکتار)، پتاسیم (۴/۳۶ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن تر ریشه) و نیتروژن مضره (۰/۵۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن تر ریشه) و بیش‌ترین مقادیر از نظر شدت وقوع بیماری (۷) و شاخص آزمون الایزا (۰/۷۶) در رقم شاهد حساس (Rasoul) و کشت بهاره وجود داشت (جدول‌های ۵ و ۶).

نتایج برش‌دهی (جدول‌های ۳ و ۴) نشان داد که در کشت بهاره از نظر همه صفات به استثنای پتاسیم و نیتروژن مضره بین ارقام مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر همه صفات به استثنای درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، نیتروژن مضره، ضریب استحصال شکر، درصد قند ملاس و شاخص آزمون الایزا در کشت پاییزه وجود داشت. به طور کلی در هر دو زمان کشت بهاره و پاییزه بین ارقام از نظر صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص، سدیم و شدت وقوع بیماری تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (جدول‌های ۳ و ۴). لازم به ذکر است که در کشت بهاره، رقم شاهد مقاوم (Dorothea) دارای کم‌ترین شدت وقوع بیماری و بالاترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، درصد قند ناخالص، عملکرد قند خالص و ضریب استحصال شکر بود (جدول‌های ۵ و ۶). در کشت پاییزه، رقم Giada دارای کم‌ترین مقادیر از نظر شدت وقوع بیماری و شاخص آزمون الایزا و بیش‌ترین مقادیر از نظر عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص بود (جدول‌های ۵ و ۶). بنابر این حداکثر مقدار عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و ضریب استحصال شکر در کشت پاییزه ارقام حاصل شده است. هم‌چنین کم‌ترین شدت وقوع بیماری و شاخص آزمون الایزا نیز در شرایط کشت پاییزه مشاهده شد.

مقایسه میانگین برهمکنش زمان کاشت و رقم بر صفات مورد ارزیابی نشان داد که در کشت بهاره، ارقام Giada، SBSI002 و Monatunno از عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، درصد قند خالص و عملکرد قند خالص کم‌تری نسبت به رقم شاهد مقاوم

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) حاصل از برش‌دهی اثر رقم در سطوح مختلف زمان کاشت برای عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و سدیم.

Table 3. Results of analysis of variance (mean squares) obtained by slicing the effect of cultivar at different levels of sowing date for root yield, sugar content, sugar yield, white sugar content, white sugar yield and Na.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد ریشه Root yield	درصد قند ناخالص Sugar content	عملکرد قند ناخالص Sugar yield	درصد قند خالص White sugar content	عملکرد قند خالص White sugar yield	سدیم Na
کشت بهاره Spring-sown	4	611.99**	8.12**	17.35**	15.66**	12.16**	16.64**
کشت پاییزه Autumn-sown	4	523.22**	1.94 ^{ns}	16.06**	3.39 ^{ns}	11.89**	5.76**

^{ns}, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and ** No significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) حاصل از برش‌دهی اثر رقم در سطوح مختلف زمان کاشت برای پتاسیم، نیتروژن مضره، ضریب استحصال شکر، درصد قند ملاس، شدت وقوع بیماری و شاخص آزمون الیزا.

Table 4. Results of analysis of variance (mean squares) obtained by slicing the effect of cultivar at different levels of sowing date for K, N, extraction coefficient of sugar, molasses sugar, severity of infection and optical density.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	پتاسیم K	نیتروژن مضره N	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	درصد قند ملاس Molasses sugar (%)	شدت وقوع بیماری Severity of infection	شاخص آزمون الیزا Optical density
کشت بهاره Spring-sown	4	3.11 ^{ns}	1.00 ^{ns}	229.77**	2.79**	20.94**	0.20**
کشت پاییزه Autumn-sown	4	4.27*	1.11 ^{ns}	19.56 ^{ns}	0.56 ^{ns}	1.20**	0.01 ^{ns}

^{ns}, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and ** No significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش زمان کاشت × رقم برای صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و سدیم.

Table 5. Mean comparison of interaction effect of sowing date × cultivar for root yield, sugar content, sugar yield, white sugar content, white sugar yield and Na.

زمان کاشت Sowing date	رقم Cultivar	عملکرد ریشه Root yield (t.ha ⁻¹)	درصد قند ناخالص Sugar content (%)	عملکرد قند ناخالص Sugar yield (t.ha ⁻¹)	درصد قند خالص White sugar content (%)	عملکرد قند خالص White sugar yield (t.ha ⁻¹)	سدیم Na (Meq/100g)
بهاره Spring-sown	Giada	37.80 d (b)	14.01 d (b)	5.29 d (b)	8.12 e (b)	3.04 d (b)	9.93 a (a)
	SBSI002	23.40 e (c)	16.30 c (a)	3.85 d (c)	11.87 d (a)	2.82 d (b)	6.49 bc (bc)
	Monatunno	27.05 e (c)	16.79 bc (a)	4.52 d (bc)	12.37 d (a)	3.30 d (b)	5.15 cd (cd)
	Dorothea	52.86 bc (a)	16.35 bc (a)	8.65 bc (a)	12.69 cd (a)	6.72 c (a)	4.74 de (d)
پاییزه Autumn-sown	Rasoul	24.80 e (c)	13.80 d (b)	3.42 d (c)	9.64 e (b)	2.39 d (b)	6.76 b (b)
	Giada	72.95 a (a)	17.83 abc (a)	13.00 a (a)	15.46 ab (ab)	11.25 a (a)	5.08 cd (a)
	SBSI002	47.50 c (c)	17.98 ab (a)	8.50 bc (b)	16.07 ab (ab)	7.61 bc (b)	2.80 f (b)
	Monatunno	60.10 b (b)	16.90 bc (a)	10.26 b (b)	14.93 ab (b)	9.04 b (ab)	3.03 f (b)
	Dorothea	47.60 c (c)	18.65 a (a)	8.91 bc (b)	16.72 a (a)	8.02 bc (b)	3.38 ef (b)
	Rasoul	47.00 c (c)	17.15 abc (a)	8.02 c (b)	14.38 bc (b)	6.76 c (b)	5.36 bcd (a)

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرات متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

Means with similar letters in each column were not significantly different at the 5% level based on Duncan's test.

The letters outside the brackets show the mean overall interaction and the letters inside the brackets show the mean comparison by slicing.

جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش زمان کاشت × رقم برای صفات پتاسیم، نیتروژن مضره، ضریب استحصال شکر، درصد قند ملاس، شدت وقوع بیماری و شاخص آزمون الایزا.

Table 6. Mean comparison of interaction effect of sowing date × cultivar for K, N, extraction coefficient of sugar, molasses sugar, severity of infection and optical density.

زمان کاشت Sowing date	رقم Cultivar	پتاسیم K (Meq/100g)	نیتروژن مضره N (Meq/100g)	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar (%)	درصد قند ملاس Molasses sugar (%)	شدت وقوع بیماری Severity of infection	شاخص آزمون الایزا Optical density
بهاره Spring-sown	Giada	5.89 bcd (ab)	1.92 ab (a)	57.56 d (b)	5.30 a (a)	3.25 c (b)	0.26 b (c)
	SBSI002	5.26 cd (ab)	1.20 bc (b)	72.67 bc (a)	3.83 b (b)	6.50 b (a)	0.61 a (ab)
	Monatunno	6.59 bc (a)	1.04 bc (b)	73.53 bc (a)	3.82 b (b)	6.75 ab (a)	0.31 b (bc)
	Dorothea	4.81 cd (b)	0.96 bc (b)	77.46 b (a)	3.06 bcd (b)	2.06 d (c)	0.31 b (bc)
پاییزه Autumn-sown	Rasoul	4.36 d (b)	0.55 c (b)	69.89 c (a)	3.56 bc (b)	7.00 a (a)	0.76 a (a)
	Giada	7.58 ab (a)	1.55 abc (a)	86.62 a (ab)	2.37 de (ab)	1.00 e (b)	0.09 b (a)
	SBSI002	6.29 bcd (a)	1.42 bc (a)	89.42 a (a)	1.91 e (b)	2.00 d (a)	0.19 b (a)
	Monatunno	6.51 bc (a)	1.47 bc (a)	88.50 a (a)	1.98 e (b)	2.00 d (a)	0.15 b (a)
	Dorothea	6.24 bcd (a)	1.22 bc (a)	89.56 a (a)	1.93 e (b)	1.00 e (b)	0.11 b (a)
	Rasoul	8.62 a (a)	2.56 a (a)	84.33 a (b)	2.77 cde (a)	2.00 d (a)	0.18 b (a)

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرات متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

Means with similar letters in each column were not significantly different at the 5% level based on Duncan's test.

The letters outside the brackets show the mean overall interaction and the letters inside the brackets show the mean comparison by slicing.

گزارش کرد که در تاریخ کاشت بهاره به‌علت افزایش دما در تابستان مقدار تنفس نگهداری افزایش می‌یابد و این موضوع باعث کاهش عملکرد در کشت بهاره می‌شود.

حسینیان و همکاران (۱۸) نشان دادند که در کشت پاییزه چغندر قند بسته به شرایط اقلیمی منطقه آزمایش و نوع رقم، اختلاف معنی‌داری از لحاظ درصد قند ناخالص، ضریب قلیائیت و درصد قند قابل استحصال وجود دارد. ال سید و همکاران (۴) و ریفای (۲۸) نیز تفاوت بین ارقام مختلف چغندر قند در کشت پاییزه را از نظر عملکرد کمی و کیفی گزارش کردند.

بیماری ریزومانیا در حال حاضر در دنیا از تمامی بیماری‌های چغندر قند مهم‌تر است و از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارد چرا که موجب کاهش شدید عملکرد قند در هکتار می‌شود (۲۶). خسارت آن در

پژوهش‌های گارسیا ویلا و همکاران (۱۶) در اسپانیا نشان داد که در کشت پاییزه چغندر قند نسبت به کشت بهاره ۳۳ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شده و متوسط پتانسیل عملکرد و کارایی مصرف آب در کشت پاییزه بیش‌تر از کشت بهاره است. نتایج پژوهش‌های طالقانی و همکاران (۳۴) نشان داد که مقدار شکر خام تولید شده به‌ازای واحد آب آبیاری در کشت پاییزه چغندر قند نسبت به کشت بهاره به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیش‌تر بود. علاوه بر این دیهیم‌فرد و رحیمی‌مقدم (۱۱) نشان دادند که کشت پاییزه چغندر قند در شهرستان‌های نیشابور و مشهد نسبت به کشت بهاره برتری داشت. هافمن و کلاج سروین (۱۷) نشان دادند که در کشت پاییزه چغندر قند نسبت به بهاره، تاج پوشش سه‌الی چهار هفته زودتر تشکیل می‌شود و به‌علت افزایش جذب تابش عملکرد کشت پاییزه ۲۶ درصد بیش‌تر از بهاره است. دونوان (۱۲)

گاریا و همکاران (۸) در برزیل نیز نشان داد که در اثر بیماری ریزومانیا، وزن ریشه در کشت بهاره چغندر قند نسبت به کشت پاییزه بیش‌تر کاهش یافت. نتایج پژوهش‌های دارابی و همکاران (۱۰) نشان داد که بیماری ریزومانیا بر غلظت ناخالصی‌ها در ریشه به‌ویژه سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای دارد. این امر در صنعت قند دارای اهمیت زیادی است زیرا استحصال شکر علاوه بر درصد قند هر رقم، به غلظت این ناخالصی‌ها نیز بستگی دارد. آن‌ها گزارش کردند که در اثر بیماری، میزان سدیم در همه ارقام مورد بررسی افزایش یافت ولی میزان نیتروژن آمینه در تمامی آن‌ها کاهش نشان داد. در حالی که میزان پتاسیم کم‌تر تحت تأثیر بیماری قرار گرفت و مقدار این عنصر در بیش‌تر ارقام مورد بررسی در اثر بیماری کاهش نشان داد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که کاشت پاییزه چغندر قند منجر به بهبود عملکرد کمی و کیفی و کاهش خسارت ریزومانیا در گیاه شد به‌نحوی که عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص، پتاسیم، نیتروژن مضره و ضریب استحصال شکر در کاشت پاییزه نسبت به کاشت بهاره افزایش یافت. هم‌چنین میزان خسارت ریزومانیا در کشت پاییزه نسبت به بهاره به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. ارقام مختلف چغندر قند از نظر صفات مورد مطالعه نیز نسبت به زمان‌های کاشت پاییزه و بهاره واکنش متفاوتی داشتند، به‌طوری‌که رقم Giada در کشت پاییزه دارای بیش‌ترین عملکرد قند خالص و کم‌ترین میزان خسارت ریزومانیا در بین ارقام مورد مطالعه بود.

ارقام حساس معمولاً بیش از ۸۰ درصد است و در مواردی به صد درصد نیز می‌رسد (۵ و ۷). آشر و همکاران (۶) ضمن ارزیابی ارقام چغندر قند در شرایط مزرعه با آلودگی طبیعی از آزمون الایزا بهره‌گرفتند و نتایج آن‌ها بیانگر ارتباط مستقیم بین آزمون الایزا و عملکرد در مزرعه بود. گزارش شده است که پایین بودن درصد قند و نیتروژن مضره و هم‌زمان افزایش ناخالصی‌های سدیم از علائم خسارت به بیماری ریزومانیا می‌باشد (۷). تفاوت در اختلاف و درصد کاهش عملکرد ارقام دارای تحمل‌های متفاوت به ریزومانیا با شاهد حساس در دیگر پژوهش‌های انجام شده نیز مشاهده شده است (۱۰، ۳۰ و ۳۱). علاوه بر این نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که با انتخاب ارقام متحمل به ریزومانیا می‌توان عملکرد کمی و کیفی چغندر قند را بهبود داد (۳۲). در شرایط آلوده به بیماری ریزومانیا، ارقام حساس چغندر قند دارای وزن خشک و سرعت رشد کم‌تر و در نهایت رشد عملکرد کم‌تری در مقایسه با ارقام متحمل می‌باشند (۳۰). نتایج پژوهش‌های دارابی و همکاران (۱۰) نشان داد که مقدار کاهش عملکرد قند در اثر بیماری ریزومانیا به نوع رقم چغندر قند و نیز میزان حساسیت یا مقاومت آن به بیماری بستگی دارد. در شرایط آلوده، با توجه به تخریب سیستم آوندی، ریشه چغندر قند نمی‌تواند نقش خود را در تامین آب و مواد غذایی مورد نیاز رشد گیاه ایفا کند. در این شرایط تمام اندام‌های گیاه تحت تأثیر بیماری قرار گرفته و سرعت رشد برگ و ریشه ذخیره‌ای و در نهایت تولید ماده خشک کاهش می‌یابد. علاوه بر این، صرف‌نظر از میزان عملکرد ریشه ذخیره‌ای ارقام حساس در شرایط آلوده، درصد قند و درصد استحصال قند از ریشه این ارقام به شدت کاهش می‌یابد (۳۵). پژوهش‌های کاملو

منابع

1. Abdollahian Noghabi, M., Sheikholeslami, R. and Babaei, B. 2005. Terms and definitions of technological quantity and quality of sugar beet. *J. Sug. Beet.* 21: 101-104. (In Persian)
2. Adibifard, N., Habibi, D., Bazrafshan, M., Taleghani, D.F., and Ilkaee, M.N. 2017. Investigating of cultivating the autumn sugar beet in Fars province (Zarghan). *Inter. J. Res. Stud. Agric. Sci.* 3: 1-9.
3. Ahmadi, M., Taleghani, D. and Shahbazi, H.A. 2017. Investigating the feasibility of growing autumn-sown sugar beet in southern part of Khorasan Razavi Province. *J. Sug. Beet.* 33: 1. 33-46. (In Persian)
4. Al-Sayed, H.M., Abd El-Razek, U.A., Sarhan, H.M. and Fateh, H.S. 2012. Effect of harvest dates on yield and quality of sugar beet varieties. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 6: 525-529.
5. Asher, M.J.C. and Kerr, S. 1996. Rhizomania: Progress with resistance varieties. *Br. Sug. Beet Rev.* 64: 19-22.
6. Asher, M.J.C., Chwarszczynska, D.M. and Leaman, M. 2002. The evaluation of rhizomania resistant sugar beet for the UK. *Ann. App. Bio.* 141: 101-109.
7. Asher, M.J.C. 1993. Rhizomania. In: Cook, D.A., and Scott, R.K. (eds.) *The Sugar Beet Crop.* Chapman and Hall, London, UK. Pp: 311-346.
8. Camelo-García, V.M., Molina, J.P.E., Nagata, T., Rezende, J.A.M. and Silva, M.F. 2019. Effect of rhizomania on red table-beet biomass production and molecular characterization of an isolate of Beet necrotic yellow vein virus from Brazil. *Eur. J. Plant Pathol.* <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01722-1>.
9. Clark, M.F. and Adams, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34: 475-483.
10. Darabi, S., Bazrafshan, M., Babaei, B. and Mahmoodi, S.B. 2017. Impact of rhizomania virus (beet necrotic yellow vein virus) on sugar beet yield and qualitative characters. *App. Res. Med. Plant.* 6: 3. 67-82. (In Persian)
11. Deihimfard, R. and Rahimi Moghaddam, S. 2016. Assessing the yield of spring and autumn-sown sugar beet in Mashhad and Neyshabor, Khorasan using a simulation model. *J. Plant Pro.* 22: 3. 157-180. (In Persian)
12. Donovan, T.O. 2002. The effects of Seed Treatment, Sowing date, Cultivar and Harvest date on the Yield and Quality of Sugar Beet. M.Sc. Thesis, Dublin, Belfield. 147p.
13. Draycott, A.P. 2006. *Sugar beet.* Blackwell Scientific Publishing Co. Ltd., London, UK. Pp: 50-88.
14. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 2004. Beet necrotic yellow vein benyvirus. *Bulletin.* 34: 229-237.
15. Fayazipour, D., Akbari, G., Allahdadi, I. and Amini, F. 2016. Climate change and the importance of fall planting sugar beet in Iran. National Conference on Research and Technology Finding in Natural and Agricultural Ecosystems. Tehran. Iran. (In Persian)
16. Garcia-Vila, M., Morillo-Velarde, R. and Fereres, E. 2019. Modeling sugar beet responses to irrigation with AquaCrop for optimizing water allocation. *Water.* 11: 1918. 1-15.
17. Hoffmann, C.M. and Kluge-Severin, S. 2010. Light absorption and radiation use efficiency of autumn and spring sown sugar beets. *Field Crops Res.* 119: 2. 238-244.
18. Hosseinian, S.H., Abdollahian Noghabi, M., Majnoon Hoseini, N. and Babaei, B. 2019. Evaluation of qualitative and quantitative traits of autumn cultivation sugar beet varieties in Dezful region during two years. *J. Plant Ecophysiol.* 37: 144-152. (In Persian)
19. Jaggard, K.W. and Werker, A.R. 1998. An evaluation of the potential benefits and costs of autumn-sown sugar beet in NW Europe. *J. Agri. Sci.* 132: 91-102.
20. Javaheri, M.A., Nadi, M. and Najafinezhad, H. 2019. Use of agro-climatic zoning in determining zoning of determining the appropriate growth period, planting date and harvesting date

- of autumn sowing of sugar beet in Kerman province. J. Plant Ecophysiol. 41: 148-161. (In Persian)
21. Lubicz, J.V., Rush, C.M., Payton, M. and Colberg, T. 2007. Beet necrotic yellow vein virus accumulates inside resting spores and zoosporengia of its vector *Polymyxa betae* BNYVV infects *P. betae*. Virol. J. 4: 37.
 22. 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.
 23. 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. Mol. Plant Pathology. 10: 1. 129-141.
 24. Nenadic, N., Nedic, M., Zivanovic, Lj., Kolaric, Lj. and Gujanicic, T. 2003. Effect of genotype on sugar beet yield and quality. J. Agri. Sci. 48: 1. 1-9.
 25. Poimenopoulou, E. 2017. Molecular characterization of soilborne viruses infecting sugar beet in Europe and USA. Plant Biology-Master's Programme. 35p.
 26. 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. Rev. Plant Pathol. 69: 247-253.
 27. 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 Feed Res. J. 35: 2. 53-58.
 28. Refay, Y.A. 2010. Root yield and quality traits of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties in relation to sowing date and stand densities. World. J. Agric. Sci. 1: 289-294.
 29. Reinsdorf, E. and Koch, H.J. 2013. Modeling crown temperature of winter sugar beet and its application in risk assessment for frost killing in Central Europe. J. Agric. Meteorol. 182: 21-30.
 30. Rezaei, J., Bannayan, M., Nezami, A., Mehrvar, M. and Mahmoodi, B. 2014a. Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. J. Crop Sci. Biotech. 17: 59-69. (In Persian)
 31. Rezaei, J., Banayan Aval, M., Nezame, A. and Mahmode, B. 2014b. Physiological behavior in response to sugar beet rhizomania virus. J. Plant Protec. Res. 28: 1. 138-146. (In Persian)
 32. Richard-Molard, C.M. 2001. Stress hydrique et abiotique et amelioration genetique. Proc. 64 IIRB Congress, Bruges (B), Pp: 153-158.
 33. 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. Europ. J. Exp. Biol. 4: 1. 177-185.
 34. Taleghani, D.F., Moharamzadeh, M., Hemayati, S.S., Mohammadian, R. and Farahmand, R. 2011. Effect of sowing and harvest time on yield of autumn-sown sugar beet in Moghan region in Iran. Seed. Plant. Prod. J. 27: 3. 355-371. (In Persian)
 35. Tamada, T. 1999. Benyviruses. In R.G. Webster and A. Granoff (ed.). Encyclopedia of Virology, second ed. Academic Press, London, UK. Pp: 154-160.