



SBSI



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تعلیمات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

نشریه علمی

چغندر قند

E-ISSN 2588-6010

P-ISSN 1735-0670

جلد ۳۷ شماره ۱ سال ۱۴۰۰

دوفصلنامه

فهرست مندرجات

ارزیابی مقاومت ارقام تجاری چغندر قند به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در شرایط گلخانه و مزرعه..... ۱
مهدیار شیخ الاسلامی، علی دانیان و حسن یونس

بررسی کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم در کشت پاییزه چغندر قند..... ۱۱
امنه حق شناس، خسرو عزیزی، تریا قاسمی و قریه نظریان فیروزآبادی

اثر تنش خشکی و روشن کشت نشایی بر صفات زراعی، عملکرد کمی و کیفی و راندمان مصرف آب ارقام مختلف چغندر قند در کشت پاییزه..... ۲۷
حسین سیدآبادی، علانرضا اقتارمش، محمدحسن تبررادی، سعید صادقی زاده حمایتی

مقایسه عملکرد کمی، کیفی و اقتصادی کشت چغندر قند به روش نشاء ریشه لخت با کشت مستقیم بذر در منطقه همدان..... ۴۹
حامد منصوری، مهدی حسینی، حمزه حمزه، علی محمد جعفری، ولی آه یوسف آبادی و محمد چهارمحالی

تأثیر پوشش پلاستیک و پاکلوبوترازول بر ساقه روی و عملکرد چغندر قند پاییزه در منطقه مشهد..... ۶۱
مسعود احمدی، حسن حمیدی، جواد رضایی، کمال حاج محمدیانی باغ و شجاعت زارع

تأثیر نانو کلات روی و مایکوریزا بر خصوصیات بیوشیمیایی برگ و عملکرد ریشه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) تحت تیمارهای آبیاری..... ۷۵
ایرج کلانی لک، تورج میرمحمودی، و حمزه حمزه

مدل لجستیکی برآورد مقدار محصول چغندر قند پاییزه در استان خوزستان..... ۸۷
حمیدرضا کمالی، محمد عربیان، اسرار نامرین و سستنی حسین پور

بررسی امکان تفکیک ژنوتیپ های چغندر قند از نظر مقاومت به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر قند (*beet necrotic yellow vein virus*) بر اساس علانم فنوتیپی در شرایط گلخانه..... ۹۹
حمشید سلطانی، سیدباقر محمودی، محسن مهرور و مؤده کاکویی بزد

رتبه بندی مناطق تولیدی چغندر قند در ایران بر اساس شاخص های مزیت فیزیکی تولید..... ۱۱۵
مجید شهرزادی، حمید محمدی، علی رضا کچا و مجیدی داوردزاده

گزارش کوتاه

ارزیابی بازار شکر از منظر نوسانات قیمت و پیامدهای آن در سطح جهان..... ۱۳۱
پرویز فصاحت و مؤده کاکویی بزد

اعضاء هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

رجب جوگان (استاد)، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر - کرج

اباذر رجبی (دانشیار)، مؤسسه تحقیقات چغندر قند - کرج

عباسعلی زالی (استاد)، دانشگاه تهران - دانشکده کشاورزی - کرج

سید یعقوب صادقیان مطهر (استاد)، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال - کرج

ایرج صالح (دانشیار)، دانشگاه تهران - دانشکده کشاورزی - کرج

داریوش طالقانی (دانشیار)، مؤسسه تحقیقات چغندر قند - کرج

جواد گوهری (دانشیار)، مؤسسه تحقیقات چغندر قند - کرج

اسلام مجیدی (استاد)، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی - کرج

محمود مصباح (استاد)، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال - کرج

محمد مقدم واحد (استاد)، دانشگاه تبریز - دانشکده کشاورزی - تبریز

داوران این شماره (به ترتیب حروف الفبا):

شهرام آرمیده، فائزه السادات ابطحی، مسعود احمدی، محسن بذرافشان، داود حبیبی، محمدسعید حسونودی، حسین حیدری شریف‌آباد، اکبر دیزجی، افراسیاب راهنما، اباذر رجبی، جواد رضایی، محسن رفعتی، هادی سالک، حمید شریفی، سعید صادق‌زاده حمایتی، عبدالحسین ضیائی، شیرین فرزادفر، مژده کاکویی‌نژاد، داود کولیوند، جواد گوهری، اسلام مجیدی‌هروان، رحیم محمدیان، سیدباقر محمودی، حمید مدنی، محمدرضا مرادی تلاوت، حمید نوشاد و ولی‌اله یوسف‌آبادی.

این نشریه در پایگاه‌های زیر نمایه می‌شود:

- ۱- پایگاه استنادی علوم ایران و جهان اسلام (ISC) www.ISC.gov.ir
- ۲- نمایه تخصصی فائو (FAO) www.fao.org/agris
- ۳- نمایه تخصصی CAB www.cabi.org
- ۴- نمایه تخصصی (Crop Science) Database www.cabi.org/publishing-products/online-information-resources/crop-science-database
- ۵- پایگاه اطلاعاتی doaj <https://doaj.org>
- ۶- پایگاه اطلاعاتی گوگل اسکولار <https://scholar.google.com/scholar>
- ۷- پایگاه اطلاعاتی آکادمیا <https://independent.academia.edu/sugarbeetjournal>
- ۸- پایگاه اطلاعاتی Resource Index (ResearchBib) www.researchbib.com
- ۹- پایگاه اطلاعاتی linkdin <https://www.linkedin.com/in/sugar-beet-61bab8236/>
- ۱۰- ایران ژورنال www.ricest.ac.ir
- ۱۱- پایگاه اطلاعات جهاد دانشگاهی www.sid.ir
- ۱۲- بانک اطلاعات نشریات کشور www.magiran.com
- ۱۳- مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی) <http://evaljournals.areeo.ac.ir/>

بسم الله الرحمن الرحيم



«چغندر قند»

دارای رتبه علمی - پژوهشی

تمدید اعتبار به استناد نامه شماره ۳/۱۸/۱۴۹۱۳۳ مورخ

۹۴/۷/۲۲ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

جلد ۳۷ شماره ۱ سال ۱۴۰۰

ترتیب انتشار: دو فصلنامه

صاحب امتیاز و ناشر:

مؤسسه تحقیقات چغندر قند

مدیر مسئول:

داریوش طالقانی (رئیس مؤسسه تحقیقات چغندر قند)

سر دبیر:

اسلام مجیدی هروان

مدیر داخلی:

فرحناز حمدی

ویراستار فارسی:

داریوش طالقانی و علی صارمی راد

ویراستار انگلیسی:

پرویز فصاحت

مشاور آماری:

اباذر رجبی و سعید صادق‌زاده حمایتی

خدمات کامپیوتری و طراحی روی جلد:

سیدمرتضی عربزاده

نشانی مجله: کرج، صندوق پستی ۴۱۱۴-۳۱۵۸۵،
تلفن و نمابر: ۳۲۷۵۶۳۲۶ - ۰۲۶

پست الکترونیک:

E- mail: jsb.sbsi@areeo.ac.ir

E- mail: sugarbeet.journal@gmail.com

نشانی سامانه اینترنتی:

<http://jsb.areeo.ac.ir>

فهرست مندرجات

- ✓ ۱ ارزیابی مقاومت ارقام تجارتي چغندر قند به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در شرایط گلخانه و مزرعه
مهیار شیخ الاسلامی، علی جلیلیان و حسن یونسی
- ✓ ۱۱ بررسی کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم در کشت پاییزه چغندر قند
آمنه حق شناس، خسرو عزیزی، ثریا قاسمی و فرهاد نظریان فیروزآبادی
- ✓ ۲۷ اثر تنش خشکی و روش کشت نشایی بر صفات زراعی، عملکرد کمی و کیفی و راندمان مصرف آب ارقام مختلف چغندر قند در کشت پاییزه
حسین سعیدآبادی، غلامرضا افشارمنش، محمدحسن شیرزادی، سعید صادقزاده حمایتی
- ✓ ۴۹ مقایسه عملکرد کمی، کیفی و اقتصادی کشت چغندر قند به روش نشاء ریشه لخت با کشت مستقیم بذر در منطقه همدان
حامد منصوری، مهدی حسنی، حمزه حمزه، علی محمد جعفری، ولی اله یوسف آبادی و محمد چهارمحالی
- ✓ ۶۱ تأثیر پوشش پلاستیک و پاکلوبوترازول بر ساقه روی و عملکرد چغندر قند پاییزه در منطقه مشهد
مسعود احمدی، حسن حمیدی، جواد رضایی، کمال حاج محمدنیا قالی باف و شجاعت زارع
- ✓ ۷۵ تأثیر نانوکلات روی و مایکوریزا بر خصوصیات بیوشیمیایی برگ و عملکرد ریشه چغندر قند (Beta vulgaris L.) تحت تیمارهای آبیاری
ایرج گلابی لک، تورج میرمحمودی و حمزه حمزه
- ✓ ۸۷ مدل لجستیکی برآورد مقدار محصول چغندر قند پاییزه در استان خوزستان
حمیدرضا کمالی، محمد خرمیان، امیر ناصرین و مصطفی حسین پور
- ✓ ۹۹ بررسی امکان تفکیک ژنوتیپهای چغندر قند از نظر مقاومت به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر قند (beet necrotic yellow vein virus) بر اساس علائم فنوتیپی در شرایط گلخانه
جمشید سلطانی، سیدباقر محمودی، محسن مهرور و مژده کاکویی نژاد
- ✓ ۱۱۵ رتبه بندی مناطق تولیدی چغندر قند در ایران بر اساس شاخص های مزیت فیزیکی تولید
مجید شهریاری، حمید محمدی، علی رضا کیخا و مجتبی داورپناه
- ✓ ۱۳۱ گزارش کوتاه
ارزیابی بازار شکر از منظر نوسانات قیمت و پیامدهای آن در سطح جهان
پرویز فصاحت و مژده کاکویی نژاد

بنام خدا راهنمای تهیه مقاله برای نشریه چغندرقد

این نشریه مقالاتی را که به طور مستقیم یا غیرمستقیم از تحقیقات چغندرقد در زمینه‌های مختلف که به فارسی یا انگلیسی نوشته شده و جهت چاپ به سایر مجلات ارسال نشده باشد، می‌پذیرد. ضمناً مقالات مروری با ارزش در رشته‌های مرتبط با تحقیقات چغندرقد نیز پذیرفته می‌شود.

هیئت تحریریه نشریه چغندرقد، رعایت دقیق دستورالعمل زیر را به عنوان یکی از شرایط اصلی پذیرش مقاله تلقی نموده و مقالاتی را که در این چارچوب تنظیم شده باشد می‌پذیرد.

۱- روش نگارش

کلیه قسمت‌های مقاله باید در اندازه کاغذ A4 و با فاصله سطرهای یک سانتی‌متر و حاشیه سه سانتی‌متر از هر طرف و برای متن فارسی با قلم میترا ۱۳ و لاتین Times New Roman 11 تایپ شده باشد. تا آن جا که ممکن است از به کار بردن کلمات نامأنوس خارجی در متن مقاله خودداری شود. نام نگارندگان خارجی و همچنین نام محل‌ها، ترکیب‌های شیمیایی، علائم اختصاری و هر نوع اصطلاح خارجی که در متن مقاله به آن‌ها اشاره می‌شود، بار اول به فارسی و در داخل پرانتز به لاتین نوشته و در تکرار بعدی فقط به فارسی نوشته شوند. **تعداد صفحات مقاله حداکثر ۱۵ صفحه باشد.** مقالات از طریق سایت نشریه: <http://jsb.areeo.ac.ir> به صورت آنلاین ارسال و رهگیری می‌شود.

۲- برگ مشخصات مقاله

به همراه هر مقاله یک صفحه جداگانه که در آن عنوان کامل مقاله، نام، نام خانوادگی، رتبه علمی نگارنده(گان)، نام سازمان یا مؤسسه محل اشتغال نگارنده(گان)، پست الکترونیکی نویسنده مسئول، محل انجام تحقیق مربوط به مقاله به فارسی و انگلیسی به طور کامل نوشته و ارسال شود. ضمناً افرادی که در پروپوزال مربوط به تحقیق منتهی به مقاله شرکت داشته‌اند و افرادی که اسامی‌شان جزء نگارندگان می‌باشند باید با امضاء این برگه اطلاع خود را از محتوای مقاله اعلام نمایند.

۳- ترتیب بخش‌های مقاله

قسمت‌های مختلف مقاله به ترتیب عبارت است از عنوان، چکیده، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج، بحث، سپاسگزاری و منابع مورد استفاده می‌باشد. نتایج و بحث می‌توانند توأم و یا به صورت جداگانه ارائه شوند. ضمناً در مقالات انگلیسی چکیده فارسی و در مقالات فارسی چکیده انگلیسی پیوست مقاله خواهد بود.

۳-۱- عنوان

عنوان مقاله باید خلاصه و روان بوده و از ۲۵ کلمه تجاوز نکند. ترجمه انگلیسی عنوان (با حروف کوچک) نیز باید زیر عنوان فارسی نوشته شود. نام و نام خانوادگی نویسنده (نویسندگان) در زیر عنوان قید و در زیرنویس همان صفحه رتبه علمی(مربی پژوهشی، استادیار، ...)، آدرس و پست الکترونیکی نویسنده مسئول و محل کار سایر نویسندگان آورده شود.

۳-۲- چکیده و واژه‌های کلیدی

چکیده مجموعه فشرده و گویایی از مقاله با تاکید بر هدف، روش کار، نتایج و بحث بوده و حداکثر در **۲۵۰ کلمه** و در یک پاراگراف ارائه شود (از ذکر منبع در چکیده خودداری شود).

واژه‌های کلیدی مهم‌ترین کلمات اختصاصی مقاله خواهد بود که جهت جستجو و دسترسی به مقاله انتخاب و درج می‌شوند.

۳-۳- مقدمه

مقدمه شامل معرفی و توجیه موضوع مورد بررسی است که در آن به تحقیقات انجام یافته سایرین در زمینه موردنظر به اندازه کافی پرداخته شده، اهمیت و هدف بررسی را به وضوح توجیه می‌نماید.

۳-۴- مواد و روش‌ها

این قسمت شامل شرح کامل مواد، روش اجرای تحقیق، قالب طرح آزمایشی، زمان، محل اجرا و روش‌های آماری مورد استفاده می‌باشد. از شرح کامل روش‌های کلاسیک و متون کتابی (text) استفاده شده در تحقیق خودداری و فقط به ارائه عنوان و خلاصه روش‌ها، اصول و منابع اکتفا شود.

۳-۵- نتایج

نتایج حاصل از تحقیق به صورت متن، جداول و اشکال ارائه شود. اطلاعات متن جداول نباید به صورت شکل، نمودار و یا به هر نحو دیگری تکرار شود.

در بالای جداول پس از کلمه جدول، شماره آن و سپس عنوان نوشته شود. عنوان جدول باید مختصر بوده ولی گویای صفات مهم و اعداد متن جدول باشد. هر ستون جدول باید دارای عنوان سرستون و واحد مربوط به آن ستون باشد. جداول باید از سمت راست به چپ و با متن فارسی تنظیم گردند. تمام اعداد متن جدول و توضیحات آن به زبان مقاله ارائه شود. چنانچه واحد تمام اعداد متن جدول یکسان باشند، می‌توان واحد را در سمت چپ عنوان اصلی جدول ذکر کرد. توضیحات اضافی عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه شده و ارتباط زیرنویس با جدول به صورت اعداد یا حروف فارسی در بالا و سمت چپ اعداد، ارقام و غیره مشخص شود.

نتایج بررسی‌ها صرفاً به صورت خلاصه شد، مگر در موارد خواهد آماری با استفاده از روش‌های علمی مناسب در جداول منعکس‌های که ذکر اطلاعات خام ضروری باشد. جداول بلافاصله پس از اشاره به شماره آن در متن ارائه می‌شود معدودی

شکل‌ها شامل عکس و کارهای ترسیمی (نمودارها، منحنی‌ها) است. اشکال حتی‌الامکان به صورت سیاه و سفید، واضح، گویا و در صورت امکان دارای مقیاس باشند. عنوان شکل‌ها در زیر آن به طوری که پس از کلمه شکل، شماره آن و سپس مشخصات اصلی شکل به صورت گویا و مختصر ارائه شود. حتی‌الامکان عکس‌ها به صورت فایل کامپیوتری با توضیحات ارسال شود. درخصوص عکس نیز پس از کلمه عکس شماره آن و مشخصات آن بصورت گویا و مختصر نوشته شود.

چنان چه نتایج در چند قسمت ارائه شده است هر قسمت با عدد مشخص گردد.

۳-۶- بحث

بحث مهم‌ترین بخش مقاله بوده که کلیه نتایج به دست آمده، توصیه‌های لازم و کاربردی با در نظر گرفتن هدف تحقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و لازم است:

- نتایج تحقیقات مشابه دیگران با نتایج به دست آمده در مقاله مقابله و مورد مقایسه قرار گیرد.
- در صورت امکان از نتایج به دست آمده پیشنهادات کاربردی ارائه گردد. پیشنهادات کاملاً روشن بوده و نباید به صورت احتمالی و تردیدی باشند.

۳-۷- سپاسگزاری

در صورت نیاز، از تأمین کنندگان بودجه، امکانات، اشخاص و سازمان‌هایی که در انجام تحقیق مساعدت کرده ولی جزء مؤلفین نباشند می‌توان حداکثر در چهار سطر سپاسگزاری نمود.

۳-۸- منابع مورد استفاده

ارجاع به منبع مورد استفاده پس از بیان مطلب قید می‌شود. طرز نوشتن ارجاع در متن براساس نام نگارنده و سال انتشار منبع به انگلیسی خواهد بود. مراجعی که دو نویسنده دارند، هر دو اسم و مراجعی که بیش از دو نفر نویسنده دارند، ابتدا اسم نفر اول و پس از آن واژه همکاران و در داخل پرانتز به انگلیسی پس از اسم نفر اول (et al.) استفاده شود.

فهرست منابع مورد استفاده در آخر به صورت پیوسته و براساس روش ونکوور (References Vancouver Style) تنظیم گردد. منابع مورد استفاده به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی نگارنده، زیر هم آورده شوند. چنانچه از یک نگارنده چندین منبع مورد مراجعه قرار گرفته باشد، ترتیب درج آن‌ها بر حسب سال انتشار، از قدیم به جدید خواهد بود. در صورتی که مقالات منفرد و مشترک از یک نگارنده ارائه شود، براساس ترتیب سال تنظیم شود.

در مورد معرفی مقاله به ترتیب نام خانوادگی و حرف اول اسم کوچک نگارنده، عنوان مقاله، عنوان نشریه، سال انتشار، شماره جلد، شماره انتشار در داخل پرانتز، شماره اولین و آخرین صفحه مقاله خواهد آمد. در موارد مختلف به صورت مثال آورده شود.

در مورد گزارش‌های نهایی طبق رعایت فرمت، باید شماره ثبت نیز ذکر شود.

مثال

Book: Munshower FF. Disturbed land revegetation, Lewis Publishers, Boca Raton, FL., 1994; pp. 265.

Article: Rodrigues MA, Pereira A, Cabanas JE, Dias L, Pires J, Arrobas M. Crops use-efficiency of nitrogen from manures permitted in organic farming. European Journal of Agronomy. 2006; 25(4): 328-35.

Published conference paper: Bengtsson S, Solheim BG. Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics. In: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Reinhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North Holland; 1992. P. 1561-5

Thesis: Kay JG, Intracellular cytokine trafficking trafficking and phagocytosis in macrophages (PhD thesis). St Lucia, Qld: University of Queensland; 2007.

Journal Article on the Internet: Collinge DB, Kragh KM, Mikkelsen JD, Nielsen KK, Rasmussen U, Vad K. Plant chitinases. Plant Journal. 1993 Jan, 3 (1), 31-40. doi:10.1046/j.1365-313X.1993.t01-1-00999.x

Electronic article: Lemanek K. Adherence issues in the medical management of asthma. Journal of Pediatric Psychology [Internet]. 1990 [cited 2010 Apr 22]; 15(4): 437- 58. Available from: <http://jpepsy.Oxfordjournals.org/cgi/reprint/15/4/437>

Report: Page E, Harney JM. Health hazard evaluation report. Cincinnati (OH): National Institute for Occupational Safety and Health (US); 2001 Feb. 24 p. Report. No.:HETA 2000-0139-2824

اگر منبع فارسی است باید به شکل زیر به انگلیسی برگردانده شود:

حبیبی، د. نورمحمدی، ق. کریمی آبادچی، م.م. مجیدی هروان، ا و درویش، ف. ۱۳۸۳. اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد ریشه و عیار چغندر قند. علوم کشاورزی، ۱۰(۱):۲۲-۳۳.

Habibi D, Nourmohammadi Gh, Karimi Abadchi MM, Majidi Harvan E, Darvish F. The effects of sowing date and density on sugar beet root yield and sucrose content. Agricultural Science. 2004; 10(1):22-32. (in Persian, abstract in English)

۳-۹- چکیده به زبان انگلیسی

چکیده مقاله به زبان انگلیسی، ترجمه سلیس چکیده فارسی است که در یک پاراگراف آورده می شود. در این قسمت پس از عنوان مقاله، اسامی نویسندگان به ترتیب حرف اول نام و نام خانوادگی کامل هر کدام که با حروف بزرگ شروع می شوند به صورت قرینه در زیر عنوان آورده می شود و به صورت زیرنویس آدرس نویسندگان و پست الکترونیکی نویسنده مسئول تحریر گردد. بر روی اسامی شماره گذاری شده و آدرس به همان شماره مرتبط می گردد.

سایر نکات

- مسئولیت نظرات ارائه شده در هر مقاله با نگارنده(گان) آن می باشد.
- مقالات پس از پذیرش توسط هیأت تحریریه نشریه با رعایت نوبت و به ترتیب آماده شدن به چاپ می رسد.
- در داخل متن مقاله اعداد صفر تا نه به صورت حروفی و اعداد بالاتر به صورت عددی آورده شود.
- شروع پاراگراف با فاصله یک سانتی متر تورفتگی خواهد بود.
- پس از، (کاما) و پس از نقطه یک فاصله داده شده و ادامه مطلب آورده شود.
- هیئت تحریریه در پذیرش مقاله، اصلاح و ویرایش آن کاملاً آزاد است.
- دریافت و چاپ مقاله رایگان می باشد. همچنین به صورت "دسترسی آزاد" است.
- نوع داوری به صورت داوری بدون نام و حداقل ۲ داور می باشد.
- این نشریه تحت قانون بین المللی کپی رایت Creative Commons: CC BY 4.0 می باشد.
- متن کامل مقالات به فارسی و انگلیسی نمایه می شوند.



ارزیابی مقاومت ارقام تجاری چغندرقد به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در شرایط گلخانه و مزرعه Evaluation of sugar beet commercial cultivars resistance to rhizoctonia root rot in greenhouse and field conditions

مهیار شیخ الاسلامی^{۱*}، علی جلیلیان^۲ و حسن یونسی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۴

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.355407.1282

م. شیخ الاسلامی، ع. جلیلیان و ح. یونسی. ۱۴۰۰. ارزیابی مقاومت ارقام تجاری چغندرقد به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در شرایط گلخانه و مزرعه. چغندرقد، ۳۷(۱): ۱-۱۰.

چکیده

بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقد در ایران عمدتاً توسط *Rhizoctonia solani* AG 2-2 و *R. solani* AG-4 ایجاد می‌شود. در این پژوهش مقاومت ارقام تجاری خارجی و داخلی در دسترس کشاورزان در برابر هر دو گروه آناستوموزی AG 2-2 و AG 4 بیمارگر در شرایط گلخانه و مزرعه بررسی شد. در شرایط گلخانه بذر ۱۸ رقم به همراه یک رقم شاهد (جلگه) در گلدان کاشته شد و پس از رسیدن بوته‌ها به سن هشت هفتگی، توسط دانه‌های ذرت آلوده به جدایه‌های *R. solani* AG 2-2 و *R. solani* AG 4 مایه‌زنی شدند. شش هفته بعد از مایه‌زنی شدت آلودگی روی ریشه هر بوته با مقیاس نه گانه (۱ تا ۹) اندازه‌گیری شد. در ارزیابی مزرعه‌ای، ارقام در یک مزرعه با سابقه آلودگی هریک در سه تکرار در خطوط ۵۰ متری کشت شدند و در زمان برداشت، شدت آلودگی روی ریشه‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای بین ارقام مختلف با شاهد حساس و همچنین بین خود ارقام از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین واکنش کلی ارقام به هر دو گروه آناستوموزی مشابه بود. در مجموع ارقام اکباتان، IRIS، AIGRETTE، NOVODORO، IVANO، NOVELLA، TOURELLE، MODEX، EFESOS و CADET کمترین آلودگی را در شرایط مختلف آزمایش داشتند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه، چغندرقد، رقم، گروه آناستوموزی



۱ - استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. * - نویسنده مسئول: m1sheikh@yahoo.com

۲ - دانشیار بخش تحقیقات چغندرقد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

۳ - مربی بخش تحقیقات گیاهپزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

مقدمه

پوسیدگی‌های ریشه چغندر قند از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد این گیاه می‌باشند. در دنیا بیش از ۲۰ گونه قارچ به‌عنوان عوامل مولد پوسیدگی ریشه چغندر قند معرفی شده‌اند (Soltani Nejad et al. 2007). در ایران نیز بیش از ۱۴ گونه مختلف قارچی به‌عنوان عوامل پوسیدگی ریشه چغندر گزارش شده‌اند که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu & Kimbr. *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. *Phytophthora*، *Phoma betae* Frank، *P. nicotianae* Breda de Haan، *drechsleri* Tucker، *P. megasperma cryptogea* Pethybr. & Laff، *Pythium deliense* Meurs، *Drechsler P. ultimum* Trow، *aphanidermatum* (Edson) Fitzp. *Rhizopus*، *Rhizoctonia solani* Kühn، *var ultimum R. stolonifer* (Ehr. ex Fr.) Lind و *arrhizus* Fischer (Afzali 1998; Afzali and Banihashemi 2000; Mahmoudi et al. 2002; Sheikholeslami et al. 2005; Ershad 2009). با این وجود سه نوع پوسیدگی ریشه ریزوکتونیایی (*Rhizoctonia*)، فیتوفتورایی (*Phytophthora*) و پیتیومی (*Pythium*) به‌ترتیب با ۲۸/۵، ۲۰ و ۱۴/۵ درصد بیشترین فراوانی را دارا می‌باشند (Mahmoudi and Soltani 2005). مرگ گیاهچه، پوسیدگی ریشه و طوقه، شانکر خشک ریشه و پوسیدگی ریشه‌های انبار شده از بیماری‌های ریزوکتونیایی چغندر قند به‌حساب می‌آیند (Sneh et al. 1991). بیماری مرگ گیاهچه توسط این قارچ به اشکال مختلف شامل پوسیدگی بذر، مرگ گیاهچه قبل از و پس از جوانه‌زنی خسارت می‌زند؛ اما در بین بیماری‌های مختلفی که توسط این قارچ ایجاد می‌شود، پوسیدگی در ریشه‌های کامل اهمیت بیشتری دارد (Whitney and Duffos 1986). پوسیدگی ریشه ناشی از این بیمارگر، در دهه هفتاد میلادی از مهم‌ترین بیماری‌های چغندر قند در آمریکا

به‌حساب آمده و میزان خسارت آن بالغ بر هفت درصد برآورد شده است (Hecker and Ruppel 1977). در اروپا، پوسیدگی ریزوکتونیایی به‌صورت یک مشکل جدی نمایان شده و ۱۳ درصد مزارع هلند، هشت درصد مزارع اسپانیا، پنج درصد مزارع فرانسه و یونان و دو درصد مزارع ایتالیا و آلمان تحت تأثیر این بیمارگر قرار گرفته است (Harveson et al. 2014). به همین خاطر برنامه‌های تحقیقاتی وسیعی در زمینه اتیولوژی، اپیدمیولوژی و خصوصیات بیماری‌زایی جدایه‌های مختلف قارچ جهت دستیابی به کنترل و یا جلوگیری از گسترش بیماری در اروپا وجود دارد (Rother 1999).

گروه‌های آناستوموزی (Anastomosis) مختلفی از روی ریشه‌های پوسیده چغندر قند گزارش شده‌اند. ویندل و نابن (Windels and Nabben 1989) طی بررسی‌های خود گروه‌های آناستوموزی AG 1، AG 2-1، AG 2-2، AG 4، AG 3 و AG 5 را از چغندر قند گزارش دادند؛ اما بر اساس گزارش‌های مختلف بیماری‌زایی گروه‌های آناستوموزی AG 4 و AG 2-2 بر روی چغندر قند از دیگر گروه‌های آناستوموزی شدیدتر است (Windels and Nabben 1989). علائم ناشی از پوسیدگی ریزوکتونیایی ناشی از گروه آناستوموزی AG 4 روی گیاهچه‌های جوان به‌صورت مرگ گیاهچه است، اما در مورد ریشه‌های کامل به‌صورت علائم پوسیدگی خشک در قسمت‌های مختلف ریشه است که در ابتدا به‌صورت بروز نقاط و لکه‌های کوچک فرو رفته که به‌تدریج این لکه‌ها گسترش یافته و قسمت‌های وسیعی از ریشه به‌صورت پوسیده خشک مشخص می‌شود (Mahmoudi et al. 2004). در مورد گروه آناستوموزی AG 2-2 علائم پوسیدگی روی ریشه به‌صورت تغییر رنگ قهوه‌ای در سطح ریشه که بر روی آن آثار ترک‌خوردگی دیده می‌شود. اگر چنین ریشه‌هایی برش داده شوند، علائم تغییر رنگ قهوه‌ای در زیر بافت بیمار بدون وجود علائم پوسیدگی خشک قابل مشاهده است (Pourrahim et al. 2016). AG 2-2 دارای دو گروه فرعی است که شامل AG 2-IIIB و AG 2-

نشان داد که مقاومت در چغندرقد نسبت به ریزوکتونیا پلی ژنیک بوده و مشتمل بر حداقل دو مکان ژنی با دو یا سه آلل به همراه برخی ژن های تغییردهنده (Modifier gene) است (Lewelen 2006). قدرت توارث پذیری مقاومت به ریزوکتونیا در چغندرقد نسبتاً بالا و حدود ۶۵ درصد است (Hecker and Ruppel 1975). به دلیل مشکلات مختلف کنترل بیماری های ریزوکتونیایی در چغندرقد متخصصین اصلاح نباتات، مقاومت ژنتیکی را مؤثرترین روش کنترل این بیماری ها می دانند (Gaskill et al. 1970). در ایالات متحده امریکا اگرچه بالغ بر ۱۷ ژرم پلاسما مقاوم به *R. solani* تولید شده است، ولی به دلیل پیدایش سویه های جدید بیمارگر معمولاً مقاومت از بین می رود و باید ژرم پلاسما جدید تولید شود (Cornelissen et al. 1996). در راستای تهیه ارقام مقاوم به ریزوکتونیا در دنیا گام هایی برداشته شده است و ژنوتیپ های FC 709-2 و FC 727 مقاومت مطلوبی را نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی نشان داده اند (Panella et al. 1995; Panella and Ruppel 1997).

در سال های اخیر روش های ارزیابی مقاومت به *R. solani* در چغندرقد بهینه سازی (Mahmoudi et al. 2003) و لاین های مقاوم به این بیمارگر تهیه (Ebrahimi Koulae et al. 2010) و ارقام مقاوم به پوسیدگی ریزوکتونیایی (ارقام اکباتان، سینا و دنا) (Anonymous 2020) در ایران معرفی شدند. با توجه به وجود انواع پوسیدگی ریشه چغندرقد در ایران (Pourrahim et al. 2016) و همچنین بیماری شایع ریزومانیا و معرفی ارقام تجاری جدید توسط شرکت های مختلف در ایران (Anonymous 2018) و تعامل ژنوتیپ های مختلف در برابر سویه های بیمارگر، این مطالعه به منظور معرفی ارقام مناسب در غرب کشور برنامه ریزی و انجام شد.

مواد و روش ها

ارقام مورد استفاده در تحقیق

2-IV می باشد. گندم، ذرت و برنج توسط AG 2-2-IIIB مورد حمله قرار می گیرند. در ۳۵ درجه سانتی گراد رشد می کند در حالی که AG-2-2-IV در ۳۵ درجه سانتی گراد رشد نمی کند و نمی تواند گندم یا ذرت را مورد حمله قرار دهد. اگرچه این بیماری ها در همه خاک ها اتفاق می افتند، با این حال در خاک های سنگین با زهکشی ضعیف شایع تر است (Jacobsen et al. 2005). در ایران در دهه ۱۳۸۰ با یک نمونه برداری وسیع از مزارع چغندرقد، مشخص شد که بیماری زایی گروه های آناسوموزی AG 2-2 بیشتر از AG 4 است و از گستردگی بیشتری نیز برخوردار است (Mahmoudi et al. 2004; Soltaninejad et al. 2008).

به طور کلی کنترل بیماری های پوسیدگی ریشه و طوقه چغندرقد پس از وقوع بسیار دشوار است. پیچیدگی محیط خاک و عدم کارایی روش های متداول کنترل شیمیایی، مدیریت این بیماری ها را بسیار مشکل می کند. تدخین خاک در تلفیق با استفاده از ارقام مقاوم برای کاهش خسارت بیماری های خاکزاد چغندرقد توصیه شده است (Harveson and Rush 1994). همچنین در ژاپن با استفاده از قارچ کش آزوکسی استروبین (Azoxystrobin) بیماری مرگ گیاهچه و پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندرقد را کنترل کرده اند (Uchino et al. 1997). در آزمایشی که با استفاده از قارچ کش های پیکوکسی استروبین (Picoxystrobin) و پنتیوپیراد (Penthiopyrad) به تنهایی و یا همراه یکدیگر برای کنترل AG 2-2-*R. solani* IIIB بر روی چغندرقد در شرایط گلخانه ای استفاده گردید، به صورت منفرد و یا ترکیبی کنترل مؤثری را در پوسیدگی ریشه چغندرقد نشان دادند (Liu and Khan 2016). برای کنترل بیماری، تناوب تأثیر محدودی دارد، زیرا قارچ عامل بیماری سال ها بدون میزبان در خاک دوام می آورد و استفاده از روش های کنترل بیولوژیکی نیز در سطح وسیع دشوار است. بنابراین مؤثرترین روش در مدیریت کنترل این بیماری استفاده از ارقام مقاوم می باشد (Büttner et al. 2004). نتایج مطالعات اولیه

استفاده شد. اسامی ارقام، شرکت تولیدکننده و ویژگی مقاومت آنها در جدول ۱ آمده است.

در این تحقیق از ۱۸ رقم ایرانی و خارجی چغندر قند که غالباً دارای مقاومت به بیماری پوسیدگی ریشه ناشی از *R. solani* هستند در مقایسه با رقم حساس جلگه به عنوان شاهد

جدول ۱ لیست ارقام بکار رفته در آزمایش، شرکت تولیدکننده و ویژگی مقاومت و یا حساسیت آنها

نام رقم	شرکت تولید کننده	ویژگی مقاومت
اکباتان	موسسه تحقیقات چغندر قند	مقاوم به ریزوکتونیا و متحمل به ریزومانیا
پارس	موسسه تحقیقات چغندر قند	مقاوم به ریزومانیا
جلگه	موسسه تحقیقات چغندر قند	نرمال
مطهر	موسسه تحقیقات چغندر قند	چندجوانه مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا
AIGRETTE	Florimond Desprez, France	مقاوم به ریزوکتونیا
BTS 233	Betaseed, Germany	مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا
CADET	Syngenta, Sweden	مقاوم به ریزوکتونیا
EFESOS	Maribo, Denmark	مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا
IRIS	Kuhn & CO Netherland	مقاوم به ریزوکتونیا
IVANO	Syngenta, Sweden	مقاوم به ریزوکتونیا
KARTA	Syngenta, Sweden	مقاوم به ریزوکتونیا
LORIQUE	Florimond Desprez, France	مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا
MODEX	Maribo, Denmark	مقاوم به ریزوکتونیا
NOVELLA	Syngenta, Sweden	مقاوم به ریزوکتونیا
NOVODORO	Syngenta, Sweden	مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا
PANTERA	Sesvanderhave, Belgium	مقاوم به ریزوکتونیا
ROSAMINA	Kuhn & CO Netherland	مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا
TABAL	Syngenta, Sweden	مقاوم به ریزوکتونیا
TOURELLE	Florimond Desprez, France	مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا

جدایه‌های مورد استفاده قارچ عامل بیماری

جدایه‌های مورد استفاده در این تحقیق از دو گروه آناسوموزی AG 4 و AG 2-2 بودند که به ترتیب با شماره‌های ۱۳۳ و ۱۲۴ از مؤسسه تحقیقات چغندر قند تهیه شدند.

آماده‌سازی مایه تلقیح

جهت تهیه مایه قارچ، ابتدا بذور ذرت به مدت ۲۴ ساعت داخل آب خیس خورده و پس از ریختن داخل ظروف شیشه‌ای دو بار به فاصله ۲۴ ساعت سترون شدند و سپس قطعاتی از جدایه‌های مورد نظر رشدیافته بر روی محیط کشت PDA (Potato Dextrose Agar)، روی آنها قرار داده و به مدت ۲۱ روز در دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد رشد داده شدند. ارلن‌های شیشه‌ای به‌طور مرتب و روزانه تکان داده شدند تا دانه‌های گندم به قارچ آغشته شوند (Mahmoudi et al. 2004).

آزمون اولیه بیماری‌زایی

به‌منظور اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های مورد آزمایش، ابتدا بذور ژنوتیپ حساس جلگه در داخل گلدان‌های از قبل ضدعفونی‌شده حاوی خاک سترون کاشته شدند. پس از رسیدن گیاهان به سن هشت هفتگی، از مایه قارچ *R. solani* از جدایه‌های موردنظر، پنج عدد دانه ذرت آلوده به قارچ در کنار ریشه قرار داده شد و پس از شش هفته ارزیابی بیماری و قراردادن قطعاتی از بافت آلوده بر روی محیط کشت PDA انجام شد.

آزمایش در شرایط گلخانه ای

ابتدا خاک زراعی و ماسه به نسبت مساوی دو بار و هر بار به مدت چهار ساعت در در دمای تقریبی ۷۰ درجه سانتی‌گراد ضدعفونی و داخل گلدان‌های سه کیلویی ریخته شده و بذور چغندر قند در آنها کاشته شدند. بذور ۱۸ رقم چغندر به همراه بذر شاهد جلگه از موسسه تحقیقات چغندر قند دریافت شدند. ابتدا در هر گلدان ۱۰ عدد بذر کاشته شد و تا زمان مایه‌زنی تعداد بوته‌های باقی‌مانده در هر گلدان به سه عدد رسید. پس از کاشت

کشاورز انجام گردید. در اول آبان ۱۳۹۸ عملیات برداشت انجام و در مورد هر تیمار در هر ردیف به عنوان تکرار، ۲۰ بوته به صورت تصادفی بر اساس روش باتر و همکاران نمره دهی شد (Büttner et al. 2004).

پس از جمع آوری داده ها آزمون آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گردید.

نتایج

نتایج آزمایش های گلخانه ای

در آزمون اولیه اثبات بیماری زایی بر روی بوته های رقم حساس، علائم بیماری به صورت ایجاد پوسیدگی روی ریشه در هر دو مورد گروه های آناسوموزی مشاهده گردید.

بر اساس نتایج آزمایش های گلخانه ای اختلاف ارقام چغندر قند در واکنش به گروه آناسوموزی 2-2 *R. solani* AG در سطح احتمال آماری یک درصد معنی دار بود. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها ارقام ROSAMINA, LORQUETTE, EFESOS, CADET, KARTA, MODEX, TOURELLE, BTS233, PANTERA, NOVODORO, IVANO, NOVELLA, TABAL, AIGRETTE و IRIS و اکباتان بیشترین مقاومت و ارقام جلگه و پارس بیشترین حساسیت را داشتند. رقم مطهر از نظر آماری در حدفاصل بین ارقام مقاوم و حساس قرار گرفت (جدول ۲).

اختلاف ارقام چغندر قند در واکنش به قارچ *R. AG 4* در سطح احتمال آماری یک درصد معنی دار بود. بر اساس مقایسه میانگین ها ارقام EFESOS, TABAL, PANTERA, AIGRETTE و IRIS بیشترین مقاومت و رقم جلگه بیشترین حساسیت را داشتند و رقم پارس با حساسیت کمتری در رده بعدی قرار گرفت. همچنین ارقام BTS233 و KARTA حساسیت نسبی بیشتری را نسبت به بقیه ارقام مورد بررسی نشان دادند. ارقام اکباتان و مطهر که از ارقام داخلی مقاوم به ریزوکتونیا

بذور و رسیدن گیاهان به سن هشت هفتگی در مورد هر گلدان پنج عدد دانه ذرت آغشته به قارچ در عمق ۳ سانتی متری در نزدیکی ریشه قرار داده شدند. طرح آزمایشی از نوع کاملاً تصادفی با ۲۰ تیمار شامل ۱۸ نمونه رقم تجارتي و یک شاهد بدون قارچ و یک شاهد از رقم حساس جلگه و ۲۰ گلدان به عنوان ۲۰ تکرار استفاده شد. شش هفته پس از کشت، ارزیابی بیماری ناشی از فعالیت *R. solani* به صورت نمره دهی به بوته های داخل گلدان انجام شد. برای این ارزیابی از روش مقیاس ۱ تا ۹ باتر و همکاران (Buttner et al. 2004) استفاده گردید. در این روش در نمره ۱ گیاهان دارای ریشه های سالم (فاقد لکه یا زخم روی ریشه)، در نمره ۲ حدود یک درصد سطح ریشه دارای زخم ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۳ بین ۱ تا ۵ درصد سطح ریشه دارای زخم ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۴ بین ۵ تا ۱۰ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۵ بین ۱۰ تا ۲۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۶ بین ۲۵ تا ۵۰ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۷ بین ۵۰ تا ۷۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۸ بیش از ۷۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا می باشند؛ در نمره ۹ گیاهان از بین رفته و ریشه کاملاً پوسیده می باشد.

شاخص بیماری به صورت زیر تعیین گردید.

$$\text{شاخص بیماری} = \frac{\text{مجموع (تعداد گیاهان در یک سطح} \times \text{سطح بیماری)}}{\text{مجموع گیاهان در کرت مورد ارزیابی}}$$

آزمایش در شرایط مزرعه

در سال ۱۳۹۸ مزرعه ای در روستای مبارک آباد بیستون با سابقه طولانی کشت چغندر قند و آلودگی نسبت به بیماری پوسیدگی ریشه انتخاب شد و در تاریخ دوم فروردین ماه ۱۳۹۸ اقدام به کاشت بذور گردید و هر رقم در سه تکرار به طول ۵۰ متر کاشته شد. عملیات داشت مزرعه به طور معمول و توسط

به هر دو جدایه AG 2-2 و AG 4 داشتند، اما در آزمایش مزرعه-ای علائم حساسیت نسبت به بیماری پوسیدگی را نشان دادند. با توجه به اینکه در مزرعه قارچ‌های متعددی عامل پوسیدگی ریشه چغندر قند هستند، امکان دارد که عامل پوسیدگی ریشه در مزرعه قارچ‌هایی غیر از *R. solani* باشند. کما اینکه در بعضی موارد از ریشه‌های پوسیده در مزرعه قارچ *Pythium aphanidermatum* جدا شد. در مورد *R. solani* AG 4 اغلب گیاهچه‌ها مورد حمله قارچ قرار می‌گیرند و همچنین خسارت این سویه از قارچ در مورد گیاهان کامل چغندر قند نیز در غالب اوقات به صورت پوسیدگی در قسمت طوقه است (Porrahim *et al.* 2016). در مورد کشت چغندر قند به طور استاندارد یک صد هزار بوته در هکتار مورد نیاز است ولی کشاورزان به طور معمول از دو واحد (Unit) بذر که هر یک حدود همین تعداد بذر است استفاده می‌کنند و در نتیجه خطر آفات و بیماری‌های اول فصل تا حدودی جبران می‌شود. در مورد پوسیدگی طوقه که معمولاً توسط *R. solani* AG 4 ایجاد می‌شود انجام تیمار شیمیایی توسط سم آزوکسی استروبین (Azoxystrobin) توصیه شده است (Uchino *et al.* 1997). اما در بوته‌های کامل چغندر قند که غالباً توسط *A. solani* AG 2-2 ایجاد می‌شود مرگ بوته‌ها معمولاً در مراحل پایانی رشد گیاه و در قسمت‌های مختلف ریشه بخصوص قسمت‌های انتهایی ریشه ایجاد می‌شود. در نتیجه استفاده از ارقام مقاوم و یا ترکیبی از رقم مقاوم و کنترل شیمیایی یا بیولوژیکی مورد نیاز است. در آزمایشی که توسط مخلوط قارچ‌کش‌های آزوکسی استروبین + دینوکونازول و قارچ‌کش آزوکسی استروبین در شرایط آلودگی طبیعی و مصنوعی انجام شد، هر دو تیمار قارچ‌کش دارای اثر مشابهی بودند و کاهش سطح بیماری تا ۷۸ درصد مشاهده گردید. بر اساس نتایج این تحقیق تنها ترکیبی از کاربرد قارچ‌کش و رقم مقاوم می‌تواند از خسارت شدید بیماری جلوگیری کند (Bartholomaus *et al.* 2017). استفاده از روش‌های متداول شیمیایی برای کنترل بیماری‌های خاکزاد به خودی خود کار مشکلی است، اما در عین حال در مورد

محسوب می‌شوند، در مراتب بعدی از نظر حساسیت قرار گرفتند. اگرچه اختلاف آنها با ارقامی که بیشترین مقاومت نسبت به *R. solani* AG 4 را نشان دادند، معنی‌دار نبود (جدول ۲). ارقام KARTA و BTS233 اگرچه در مقابل گروه آناستوزی AG 2-2 مقاومت نشان دادند، اما در مقابل AG 4 حساس بودند.

نتایج آزمایش‌های مزرعه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس در این قسمت بین تیمارهای مختلف نسبت به بیماری پوسیدگی ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها ارقام در گروه‌های مختلفی دسته‌بندی شدند (جدول ۲). بر اساس این آزمایش ارقام TOURELLE و NOVELLA بیشترین مقاومت را نسبت به بیماری پوسیدگی ریشه نشان دادند، اما در عین حال با ارقام CADET، IRIS، AIGRETTE، MODEX، NOVODORO، KARTA، IVANO، مطهر، EFESOS و اکباتان در یک گروه قرار گرفتند. در مجموع ارقام CADET، FESOS، MODEX، TOURELLE، NOVELLA، IVANO، IRIS، AIGRETTE، NOVODORO و اکباتان در هر سه آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نتایج مطلوبی را کسب کردند و اختلاف آنها با سایر ارقام معنی‌دار بود.

بحث

نتایج این تحقیق در مورد هر دو گروه آناستوموزی در گلخانه و همچنین آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که بین ارقام مختلف از نظر مقاومت به بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندر قند در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ارقام شامل PANTERA، LORQUET، ROSAMINA و TABAL در هر دو آزمایش گلخانه‌ای مقاومت مطلوبی نسبت

ریشه‌های چغندر قند آلوده به قارچ *A. solani* AG 2-2 با توجه به وقوع آلودگی در عمق خاک کار پیچیده‌تری است (Hecker and Ruppel 1977). آزمایش‌های انجام‌شده با استفاده از ماده بیولوژیکی رویین ۱ حاوی باکتری *Bacillus subtilis* روی چغندر قند نشان داد که اگرچه تیمار بذر توسط این ماده تأثیری در کنترل بیماری ریزوکتونیایی با عامل *A. solani* AG 2-2 نداشت، اما انجام محلول پاشی ۴۵ و ۹۰ روز بعد از کاشت توانست در کاهش شدت بیماری و افزایش محصول به صورت معنی‌دار مؤثر باشد، با این حال همچنان درصدی از بیماری روی ریشه-های تیمار شده وجود داشت (Sheikhholeslami et al. 2021). همچنین ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف نیز هیچ‌گاه

منجر به یافتن ارقامی با مقاومت کامل نسبت به بیماری نشده است (Ebrahimi Koulaee et al. 2010; Fattahi et al. 2011). به این ترتیب ترکیبی از روش‌های استفاده از ارقام مقاوم، کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیکی در مدیریت پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندر قند می‌تواند مؤثر باشد. به صورت کلی واکنش کلی ارقام به هر دو گروه آناستوموزی مشابه بود و ارقام اکباتان، IVANO، NOVODORO، AIGRETTE، IRIS، NOVELLA، TOURELLE، MODEX، EFESOS و CADET کمترین آلودگی را در شرایط مختلف آزمایش داشتند و در شرایط آلودگی مزارع به قارچ‌های عامل پوسیدگی ریزوکتونیایی قابل توصیه هستند.

جدول ۲ مقایسه میانگین به روش دانکن در مورد واکنش ارقام مختلف چغندر قند در مقابل گروه‌های آناستوموزی *Rhizoctonia solani* در سطح احتمال پنج درصد در شرایط گلخانه و مزرعه

میانگین شدت بیماری			ژنوتیپ
در شرایط مزرعه	AG 4	AG 2-2	
۴/۱±۸۸/۲ ^a	۳/۷۵±۰/۸ ^a	۳/۰±۳۷۴۰/۶ ^a	جلگه
۴/۰±۲/۷۹ ^{ab}	۲/۰±۶۰/۷ ^{ab}	۲/۰±۵۳۳۰/۴ ^b	پارس
۲/۳۱±۰/۳۵ ^{cdefg}	۱/۰±۸۰/۳۷ ^{bcd}	۱/۰±۸۴۷۰/۳۹ ^c	مطهر
۲/۰±۵۲/۴۳ ^{cdefg}	۱/۰±۹۰/۱ ^{bcd}	۱/۶۹۰±۰/۲۲ ^{dc}	اکباتان
۱/۷۲±۰/۳۹ ^{efg}	±۰.۵/۱۰/۰.۵ ^d	۱/۰±۶۸۲۵/۱۵ ^{dc}	IRIS
۱/۶۶±۰/۳ ^{efg}	۱/۰۷۸۶±۰/۰.۳ ^d	۱/۰±۵۵۴۸/۱۴ ^{dc}	AIGRETTE
۳/۰±۰/۵۵ ^{efg}	۱/۰±۰.۵ ^d	۱/۰±۵۴۹۰/۰.۸ ^{dc}	TABAL
۱/۵۷±۰/۲۵ ^{fg}	۱/۱۱۶۵±۰/۱ ^{cd}	۱/۰±۳۶۶۰/۰.۷ ^{dc}	NOVODORO
۱/۹۲±۰/۴۴ ^{defg}	۱/۱۵±۰/۱ ^{cd}	۱/۳۶۵±۰/۰.۹ ^{dc}	IVANO
۱/۰±۴۸/۲۹ ^g	۱/۴۰±۰/۴ ^{bcd}	۱/۳۳۲±۰/۰.۸ ^{dc}	NOVELLA
۱/۴۴±۰/۲۴ ^g	۱/۰±۸۰/۵۵ ^{bcd}	۱/۱۶۶±۰/۰.۵ ^{dc}	TOURELLE
۳/۰۹±۰/۷۶ ^c	۲/۰±۶۰/۷ ^{ab}	۱/۱۶۶±۰/۰.۷ ^{dc}	BTS233
۲/۷۵±۰/۵۴ ^{cde}	۱/۰±۰.۵ ^d	۱/۱۶۵±۰/۰.۷ ^{dc}	PANTERA
۱/۵۸±۰/۳۷ ^{fg}	۱/۰±۵۸۳۰/۳۷ ^{bcd}	۱/۱۴۸۵±۰/۰.۵ ^{dc}	MODEX
۲/۶۵±۰/۵۴ ^{cdef}	۱/۵۵±۰/۴ ^{bcd}	۱/۱۳۲±۰/۰.۳ ^d	LORQUET
۲/۴۹±۰/۵۱ ^{cdefg}	۱/۰۳۴۷±۰/۰.۲ ^d	۱/۱۲۲۱±۰/۰.۴ ^d	EFESOS
۱/۵۵±۰/۲۴ ^{fg}	۱/۲۵±۰/۲۵ ^{bcd}	۱/۰۸۲۵±۰/۰.۳ ^d	CADET
۱/۷۲±۰/۳۵ ^{efg}	۲/۵۰±۰/۶۹ ^{abc}	۱/۰۶۶±۰/۰.۳ ^d	KARTA
۳/۰±۴۲/۸۳ ^{bc}	۱/۴۰±۰/۲۲ ^{bcd}	۱/۰۶۶±۰/۰.۳ ^d	ROSAMINA

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

References:

منابع مورد استفاده:

Afzali H. Distribution of Phytophthora root rot of sugar beet caused by agricultural running waters in Marvdasht water basin (MSc thesis). College of Agriculture. University of Shiraz. Shiraz, Iran. 149p. 1998. (in Persian, abstract in English)

- Afzali H. A new record of a species of *Pythium* as a causal agent of sugar beet root rot in Iran. Proceedings of 14th Iranian plant protection congress; 2000 Sep 5-8; Isfahan, Iran; 2000. P. 254. (in Persian, abstract in English)
- Anonymous (1). National list of plant cultivars of Iran. Office of business regulations and standards. Deputy of commercial development and agricultural industries. Ministry of agriculture. 2018; Report No. 97/502/4526. (in Persian)
- Anonymous (2). Sugar beet cultivars. Seed and Plant Certification and Registration Institute. 2020; <http://www.spcri.ir> › page-Main › form › pId477. (in Persian)
- Bartholomäus A, Mittler S, Märlander B, Varrelmann M. Control of *Rhizoctonia solani* in sugar beet and effect of fungicide application and plant cultivar on inoculum potential in the soil. *Plant Disease*. 2017; 101: 941-947. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-16-1221-RE>
- Büttner G, Pfahler B, Marlande B. Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Plant Breeding*. 2004; 123: 158-166.
- Ebrahimi Koulaee H, Mahmoudi SB, Hasani M. Evaluation of the resistance of sugar beet breeding lines to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Journal of Sugar Beet* 2010; 26(1): 31-42. (in Persian, abstract in English)
- Ershad D. Fungi of Iran. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran. 2009; 531pp. (in Persian)
- Fattahi Sh, Zafari D, Mahmoudi SB. Evaluation of superior sugar beet genotypes for resistance to important root rot pathogens in the greenhouse. *Journal of Sugar Beet* 2003; 27(1): 25-38. (in Persian, abstract in English)
- Cornelissen BJC, Does MP, Melchers LS. Strategies for molecular resistance breeding (transgenic plants). 1996; In: *Rhizoctonia species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control*, eds. Sneha B, Jabaji-Hare S, Neate S, Dijst G. pp. 529-536. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Gaskill JO, Mumford DL, Ruppel EG. Preliminary report on breeding for combined resistance to leaf spot, curly top and *Rhizoctonia*. *Journal of American Society Sugar Beet Technology*. 1970; 16: 207-213.
- Harveson RM, Rush CM. Evaluation of fumigation and *Rhizomania* tolerant cultivars for control of a root disease complex of sugar beets. *Plant Disease*. 1994; 78: 1197-1202.
- Harveson RM, Nielsen KA, Eskridge KM. Utilizing a preplant soil test for predicting and estimating root rot severity in sugar beet in the central high plains of the United States. *Journal of American Phytopathology Society*. 2014; 98: 1248-1252.
- Hecker RJ, Ruppel EG. *Rhizoctonia* root rot resistance in sugar beet: breeding and related research. *Journal of American Society Sugar Beet Technology*. 1977; 19: 246-256.
- Jacobsen B, Kephart K, Zidack N, Johnston M, Ansley J. Effect of fungicide and fungicide application timing on reducing yield loss to *Rhizoctonia* crown and root rot. Department of Plant Sciences and Plant Pathology. Montana State University, Bozeman, MT. USA; Sugar Beet Research and Extension Reports. 2005; 35: 224-226.

- Lewellen RT. Registration of CN12 and CN72 sugar beet germplasm populations with resistance to cyst nematode. *Crop Science*. 2006; 46: 1144-45.
- Liu Y, Khan MFR. Utility of fungicides for controlling *Rhizoctonia solani* on sugar beet. *Journal of Crop Protection*. 2016; 5(1): 33-38. doi: 10.18869/modares.jcp.5.1.33.
- Mahmoudi SB, Afzali H, Banihashemi M. Sugar beet root rot caused by *Phytophthora megasperma* in Khuzestan province. *Proceedings of 15th Iranian plant protection congress*; 2002 Sep 7-11; Kermanshah, Iran; 2002. P. 59. (in Persian, abstract in English)
- Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A, Ebrahimi-koulaii H. Comparison of different methods for evaluation of resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot in selected genotypes of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2003; 19(1): 23-35. (in Persian, abstract in English)
- Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A. Pathogenic variability of sugar beet isolates of *Rhizoctonia solani*. *Iranian Journal of Plant Pathology*. 2004; (40)3-4: 253-280. (in Persian, abstract in English)
- Mahmoudi SB, Soltani J. Sugar beet root rot in Iran. *Newsletter of training center for studying sugar industry in Iran*. 2005; 178: 14-18.
- Mahmoudi SB, Ghashghaie S. Reaction of sugar beet S1 lines and cultivars to different isolates of *Macrophomia phaseolina* and *Rhizoctonia solani* AG-2-2-IIIB 2012; *Euphytica*. Springer. ISSN 0014-2336.
- Panella LW, Ruppel EG, Hecker RJ. Registration of four multigerm sugar beet germplasms resistance to *Rhizoctonia* root rot FC716, FC717, FC718 and FC719. *Crop Science*. 1995; 35: 291-292.
- Panella LW, Ruppel EG. Registration of sugarbeet germplasms FC721 and FC721 CMS resistant to *Rhizoctonia* root rot and moderately resistant to beet curly top virus. *Crop Science*. 1997; 37: 1675-1676.
- Pourrahim R, Najafi H, Farzadfar Sh, Ardeh MJ, Sheikholeslami M, Fatemy S, Ghasemi A, Arbabi M. Sugar beet Handbook (Plant Protection). Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran, Registration No. 50954. 2016; 157pp. (in Persian)
- Rother B. Situation of *Rhizoctonia* in Europe. *International Institute for Sugar Beet Research Info* 1999; 4: 2-6.
- Sheikholeslami M, Younesi H, Safaei D. Determination of fungi involved in sugar beet root rot and their distribution in Kermanshah province. *Journal of Sugar Beet*. 2005; (21)1: 99-100. (in Persian, abstract in English)
- Sheikholeslami M, Naeimi Sh, Mahmoudi SB, Jalilian A. Evaluation of the Rouin1 biological fungicide in management of *Rhizoctonia* root rot of sugar beet. *Iranian Journal of Plant Protection Science*. 2021; (55)2: 87-95.
- Sneh B, Burpee L, Ogoshi A. Identification of *Rhizoctonia* species. APS Press, St Paul, Minnesota, USA. 1991; 133 pp.
- Soltani Nezhad S, Mahmoudi SB, Farokhi Nezhad RF. Characterization of sugar beet *Rhizoctonia* isolates in Iran. *Journal of Sugar Beet*. 2007; 46(2): 135-150. (in Persian, abstract in English)
- Uchino H, Watanabe H, Kanzawa K. Controlling root diseases of sugar beet by applying Azoxystrobin. *Proceedings of Japanese Society of Sugar Beet Technologists*. 1997; 39: 73-79.

Whitney ED, Duffus JE. Compendium of Beet Diseases and Insects. 1989; APS Press, USA.

Windels CE, Nabben DJ. Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. Phytopathology. 1989; 79: 83-88.



بررسی کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم در کشت پاییزه چغندرقد

Evaluation of different nitrogen fertilizer levels and foliar spray of zinc sulfate on quantitative and qualitative characteristics of two cultivars in autumn sugar beet cultivation

آمنه حق شناس^۱، خسرو عزیزی^{۲*}، ثریا قاسمی^۳ و فرهاد نظریان فیروزآبادی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۲ : تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۱

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.353333.1262

آ.حق شناس، خ. عزیزی، ث. قاسمی و ف. نظریان. ۱۴۰۰. بررسی کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم چغندرقد (در شرایط کشت پاییزه). چغندرقد، ۳۷(۱): ۱۱-۲۶.

چکیده

هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیر میزان کاهش مصرف کود نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی بر خصوصیات کیفی دو رقم در کشت پاییزه چغندرقد بود. این پژوهش طی دو سال زراعی ۹۷-۹۸ و ۹۷-۹۶ در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ارقام چغندرقد پاییزه (Rosagold و Chimene) و چهار سطح کود F1: کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (شاهد)، F2: کاربرد ۱۲۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی، F3: کاربرد ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی، F4: کاربرد ۹۶/۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی با محلول پاشی سولفات روی به میزان پنج در هزار بود. بیشترین عملکرد ریشه (معادل ۹۰/۱۵ تن در هکتار) متعلق به رقم Rosagold بود. از بین تیمارهای سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی، بیشترین میزان عملکرد ریشه مربوط به تیمار مصرف ۲۷۰ کیلوگرم کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی (F2) بود. بالاترین درصد قند ناخالص (به میزان ۱۶/۱۵ درصد) توسط تیمار ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی به دست آمد. همچنین بیشترین درصد قند خالص به میزان ۱۵/۵۷ درصد از رقم Rosagold و تیمار ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (F1)، ۲۶/۱۷ درصد افزایش نشان داد. بیشترین میزان قند ملاس و ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره به ترتیب به میزان ۲/۷، ۲/۶۱، ۷/۹۰ و ۲/۹۰ میلی اکی‌والان در صد گرم خمیر ریشه چغندرقد (در رقم Chimene مشاهده شد. همچنین بیشترین درصد ساقه‌روی در رقم Chimene و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان اظهار داشت که کشت پاییزه چغندرقد با استفاده از رقم Rosagold در منطقه خرم‌آباد امکان‌پذیر می‌باشد و محلول پاشی سولفات روی توان جبران کاهش مصرف نیتروژن به میزان ۲۰ درصد بدون کاهش کمیت و کیفیت چغندرقد پاییزه را دارد.

واژه‌های کلیدی: بولتینگ، چغندرقد، رقم، عناصر کم‌مصرف، کشت پاییزه، محلول پاشی



۱- دانشجوی دکتری زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۲- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. * - نویسنده مسئول. azizi.kh@lu.ac.ir

۳- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۴- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

مقدمه

چغندر قند به عنوان یک گیاه صنعتی و استراتژیک و تأمین کننده بخشی از انرژی مورد نیاز بشر به ویژه در کشورهای جهان سوم که با محدودیت انرژی غذایی مواجه هستند، حائز اهمیت است. این گیاه اصلی ترین منبع تولید شکر کشور می باشد. فرآورده های فرعی چغندر قند ملاس و تفاله می باشند که کاربرد بسیاری در تولید الکل، خوراک دام و طیور دارد (Abdollahian Noghabi et al. 2009; Pidgeon et al. 2006). این گیاه با تحمل بالا نسبت به تنش های محیطی، جایگاه ویژه ای در الگوی کشت دارد (Grimmer et al. 2007). خشکی و کم آبی یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده و چالش های اصلی تولید چغندر قند در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران می باشد. کشت بهاره چغندر قند به دلیل نیاز آبی نسبتاً بالا در بهار و تابستان، با مشکل کم آبی مواجه است (Deihimfard and Rahimi Moghadam 2015). یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با این چالش در گیاه چغندر قند، توسعه کشت پاییزه و استفاده از نزولات آسمانی می باشد (Taleghani 2003). کشت پاییزه علاوه بر استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد، دارای مزایای دیگر از جمله کاهش میزان تنفس گیاه، افزایش کارایی مصرف آب، مصرف آب کمتر، افزایش عملکرد، کاهش مصرف علف کش به دلیل پایین بودن جمعیت علف های هرز در پاییز و افزایش دوره بهره برداری کارخانه های قند می باشد (Taleghani 2003). ارقامی که در کشت پاییزه چغندر قند مورد استفاده قرار می گیرند، باید مقاوم به ساقه روی باشند. تاکنون عدم وجود ارقام مقاوم به ساقه روی موجب عدم توسعه کشت پاییزه چغندر قند شده است. پیش بینی می شود توسعه کشت پاییزه در بعضی مناطق که زمستان طولانی تری دارند، مناسب باشند که این مستلزم کاشت رقم های کاملاً مقاوم به ساقه روی می باشد (Sadeghian 2002).

مدیریت چغندر قند برای تولید عملکرد بالای ریشه همراه با کیفیت مطلوب مستلزم توجه دقیق به میزان حاصلخیزی خاک به ویژه مقدار نیتروژن خاک طی فصل رشد

است (Yousef Abadi and Abdollahian-Noghabi 2011). نیتروژن به عنوان یکی از عناصر غذایی ضروری، نقش مهمی در توسعه اندام های هوایی، انجام اعمال متابولیکی گیاه و کیفیت محصولات قندی بر عهده دارد (Mahfouz et al. 2013; Semida et al. 2015)، اما قابلیت تحرک بالای این عنصر و نقش آلاینده گی آن بر محیط زیست و منابع آب زیرزمینی و همچنین در صورت عدم توجه به میزان مصرف، طول دوره رشد و مرحله رشد گیاه مصرف آن موجب تأثیر منفی بر کیفیت تکنولوژیکی، افزایش نیتروژن مضره در ریشه (Pocock et al. 1990)، کاهش بلوره شدن قند (Dutton and Huijbregts 2006) تیره شدن قند، تولید برگ های جدید در اواخر دوره رشد (Scott et al. 1994)، نقصان در ارسال مواد فتوسنتزی به ریشه (Milford et al. 1985) و کاهش قابلیت استحصال می گردد (Stevens et al. 2008). این عوامل از عمده موارد محدود کننده مصرف نیتروژن در چغندر قند به شمار می روند. بنابراین مصرف به موقع و در حد نیاز این عنصر غذایی در تولید محصولات زراعی به ویژه زراعت چغندر قند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. پرزمیسلاو و همکاران (Przemysław et al. 2010) گزارش دادند، تأثیراتی که کودهای نیتروژنه بر کیفیت چغندر قند دارند به میزان مصرف، زمان کاربرد و رقم وابسته است. امجدی (Amjadi 2003) عنوان نمود، استفاده زیاد از کودهای نیتروژنه باعث کاهش درصد قند و ارزش اقتصادی گیاه چغندر قند می گردد. کندیل و همکاران (Kandil et al. 2004) اظهار داشتند، کاربرد نیتروژن در اواخر فصل رشد موجب افزایش غلظت کلروفیل و وزن خشک اندام های هوایی شد، ولی تأثیر مثبت بر عملکرد قند نداشت. همچنین، کاربرد نیتروژن به میزان زیاد، اثرات منفی بر کیفیت قند بر جای گذاشت. در همین راستا سایر محققین نیز گزارش دادند که افزایش استفاده از کود نیتروژن، باعث افزایش عملکرد ریشه و کاهش کیفیت قند گردید (Abyaneh et al. 2017; Afshar et al. 2019; Mekdad and Shaaban 2020; Nemeata et al. 2018).

روی نیز یکی از عناصر ریزمغذی و مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه (Nadeem et al. 2020; Robson 2012; Semida et al. 2015) و عنصری ضروری برای فعالیت‌های فیزیولوژیک مانند بیوسنتز آنزیم‌های حیاتی، متابولیسم کربوهیدرات، سنتز پروتئین (Hafeez et al. 2013)، ذخیره قند در سلول‌های گیاه (Yarnia et al. 2008) و یکی از محافظت‌کننده‌های سلول در برابر تنش‌های مخرب محیطی می‌باشد (Cakmak et al. 1999). نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داد که ممکن است عنصر روی یک عامل محدودکننده عملکرد چغندر قند به‌ویژه در خاک‌های قلیایی باشد (Gobarah et al. 2014; Neamatollahi et al. 2013) و از این رو توصیه می‌شود که کاربرد آن به‌صورت محلول‌پاشی باشد؛ زیرا در این صورت جذب بالاتری نسبت به حالت خاک کاربرد خواهد داشت (Barlóg et al. 2016; Gobarah et al. 2014). حسن‌زاده و همکاران (Hassanzadeh et al. 2009) بیان کردند، استفاده از عنصر روی به‌صورت محلول‌پاشی باعث افزایش کمیت و کیفیت چغندر قند گردید. سلیمانی و فرج زاده معماری تبریزی (Soleymani and Farajzadeh Memari 2016) بیان کردند، محلول‌پاشی سولفات روی در چغندر قند با غلظت نه در هزار عملکرد شکر سفید را به میزان ۱۶/۴ درصد افزایش داد. مکی (Mekki 2014) تأثیر محلول‌پاشی روی و منگنز را بر رشد و عملکرد چغندر قند بررسی و گزارش دادند که محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز باعث افزایش معنی‌دار عیار قند، عملکرد قند و شکر سفید می‌شود. کرمانی و امیر مرادی (Kermani and Amirmoradi 2019) گزارش دادند محلول‌پاشی در پنج مرحله و از مرحله شش برگی چغندر قند آغاز و هر دو هفته یک‌بار تکرار شد که عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند قابل استحصال و عملکرد شکر خالص افزایش نشان داده و میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در خمیر ریشه کاهش یافت. نادعلی و همکاران (Nadali et al. 2016) عنوان نمودند محلول‌پاشی متانول با فواصل ۱۴ روزه بر روی گیاه چغندر قند صورت گرفت که اختلاف معنی‌داری در عملکرد ریشه، عملکرد بخش‌های هوایی،

عملکرد شکر سفید، ضریب استحصال شکر سفید، درصد ماده خشک ریشه، ملاس و میزان سدیم و نیتروژن مضره مشاهده شد. همچنین بعضی محققین نیز عنوان نموده‌اند که استفاده از روی به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث افزایش رشد، عملکرد و کیفیت قند در چغندر قند می‌گردد (Attia and Abdel-Motagally 2015; Barlóg et al. 2016). در برخی موارد کمبود عنصر روی در خاک می‌تواند بدون بروز علائم خاصی در گیاه چغندر قند باعث کاهش عملکرد و کیفیت شکر گردد (Alloway 2009) از طرفی، کاربرد بالای عنصر روی موجب مسمومیت گیاه چغندر قند می‌شود (Clarkson and Marschner 1996; Marschner 1993). در پژوهشی مشابه مشخص شد که عنصر روی نقش مهمی در استفاده گیاه از نیتروژن ایفا می‌کند (Gonzalez et al. 2019). استفاده ترکیبی از نیتروژن و روی باعث افزایش بهره‌وری گندم و همچنین کیفیت تغذیه‌ای آن شد (Asif et al. 2019). گونزالز و همکاران (Gonzalez et al. 2019) عنوان نمودند، بیشترین عملکرد دانه و جذب مواد غذایی در برنج از تیمار ترکیب نیتروژن و روی در خاک مشاهده شد؛ بنابراین مدیریت عنصر روی می‌تواند عاملی مؤثر در کاهش مصرف نیتروژن در تولید محصول زراعی باشد.

با توجه به اهمیت کشت پاییزه چغندر قند و عدم سابقه کشت این گیاه در خرم‌آباد، هدف از پژوهش حاضر بررسی امکان تغییر الگوی کشت بهاره چغندر قند به پاییزه و شناسایی رقم مناسب و همچنین بررسی امکان کاهش میزان مصرف نیتروژن با محلول‌پاشی سولفات روی در جهت تعدیل اثرات کاهش مصرف نیتروژن می‌باشد.

مواد و روش

این پژوهش طی سال‌های زراعی ۹۷-۹۸ و ۹۷-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان واقع در خرم‌آباد (۲۱ دقیقه و ۴۸ درجه‌ی طول جغرافیایی و ۴۳ دقیقه و ۳۰ درجه عرض جغرافیایی) با متوسط بارندگی سالیانه ۵۲۰/۶ میلی‌متر و دمای متوسط ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد (هر دو بر

انجام گردید. عملیات تنک در مرحله چهار تا شش برگی و وجین در دو نوبت در مراحل چهار و هشت برگی انجام شد. در سال اول از اوایل آذر تا اوایل خرداد و در سال دوم از زمان کاشت تا اوایل اردیبهشت به دلیل وقوع بارندگی‌های پیاپی آبیاری انجام نشد. پس از آن آبیاری‌ها بر اساس میزان رطوبت تا عمق ۳۰ سانتی‌متر به روش بارانی انجام گردید، اندازه‌گیری رطوبت خاک هر دو روز یک‌بار با استفاده از تانسومتر (Tensiometer) انجام شد و با دور آبیاری حدود هفت روز یک‌بار در مجموع بین هشت تا ۱۰ بار آبیاری انجام گردید.

اندازه‌گیری‌های انجام‌شده

برداشت نهایی آزمایش در تاریخ ۲۵ خرداد پس از حذف نیم متر حاشیه از بالا و پایین کرت‌ها، از چهار ردیف وسط هر کرت در سطحی معادل ۱۰ مترمربع صورت گرفت. ریشه‌ها پس از سرزنی و شستشو جهت تعیین عملکرد ریشه توزین شدند. خمیر ریشه‌های تیمارها توسط دستگاه Venema در آزمایشگاه تکنولوژی چغندرقد ایستگاه مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات چغندرقد واقع در کرج تهیه و جهت انجام تجزیه شیمیایی توسط دستگاه بتالایزر مدل D3016 به روش فلیم‌فوتومتري به آزمایشگاه مرجع مؤسسه تحقیقات چغندرقد ارسال شد. پس از اندازه‌گیری عیار قند به روش پلاریمتری، سدیم و پتاسیم به روش فلیم‌فوتومتري و نیتروژن مضره (α -آمینو) به روش اسپکتروفوتومتري اندازه‌گیری شد. با تعیین مقادیر فوق، خصوصیات کیفی دیگر از قبیل قند ملاس، درصد قندسفید با استفاده از معادلات مربوطه محاسبه شد (Abdollahian-Noghabi et al. 2009).

در این آزمایش، داده‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی آزمایش توسط نرم‌افزار SAS (Version 9.4) تجزیه و تحلیل گردید، برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد و برای تهیه نمودارها از نرم‌افزار پریسم (GraphPad Prism) استفاده شد.

اساس آمار بلندمدت ۵۴ ساله از سال ۱۳۸۵-۱۳۳۱ اجرا گردید. قبل از انجام آزمایش از خاک مزرعه نمونه‌برداری و در آزمایشگاه مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. کودهای اصلی بر اساس آزمایش خاک به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (قبل از کاشت)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (هم‌زمان با کاشت) و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۴۶٪ نیتروژن خالص) در سه مرحله (پس از آبیاری دوم، مرحله ۶ برگی و مرحله ۸ برگی) به‌صورت سرک، ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات مس و منگنز در کرت‌ها اعمال گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو رقم چغندرقد پاییزه (Rosagold و Chimene) و چهار سطح کودی (F1: ۱۰۰ درصد نیتروژن بر اساس آزمون خاک (معادل ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به‌عنوان شاهد)، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد (معادل ۲۷۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و محلول‌پاشی سولفات روی به نسبت پنج در هزار، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد (معادل ۲۴۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و محلول‌پاشی سولفات روی به نسبت پنج در هزار، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد (معادل ۲۱۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و محلول‌پاشی سولفات روی به نسبت پنج در هزار) بودند. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی و تهیه زمین، کشت در اوایل آبان ماه و به‌صورت دستی انجام پذیرفت. هر کرت آزمایش شامل شش خط کشت به طول شش متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و عمق کاشت دو سانتی‌متر منظور گردید. محلول‌پاشی سولفات روی ($ZnSO_4$) به میزان پنج در هزار (۲۵ کیلوگرم در هکتار) از مرحله شش برگی تا پوشش کامل کانوبی چغندرقد (شامل پنج مرحله محلول‌پاشی) به فاصله هر ۱۵ روز یک‌بار در ساعات اولیه صبح با میزان پنج‌در هزار انجام شد. همچنین در تیمار شاهد (عدم مصرف کود سولفات روی)، محلول‌پاشی با آب مقطر

جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

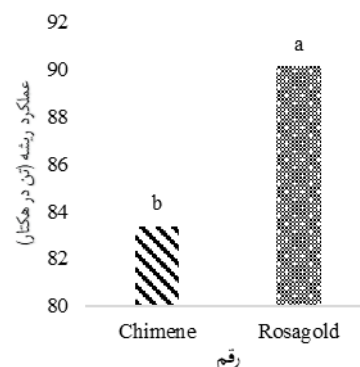
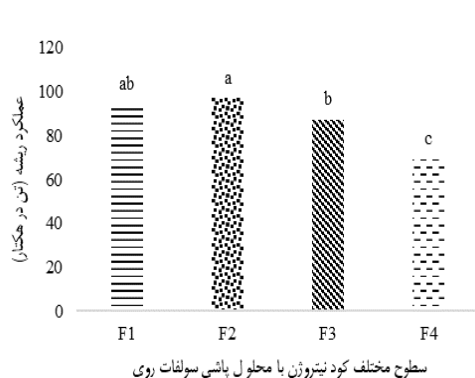
سال	عمق (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	نترات (درصد)	مس	آهن	منگنز	روی	پتاسیم	فسفر	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)
۱۳۹۷-۱۳۹۶	۰-۳۰	۰/۷۱	۷/۸	۶	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۷۱	۲۵۸	۷/۵	۰/۱۴	۰/۷۷
۱۳۹۸-۱۳۹۷	۳۰-۰	۰/۶۴	۷/۶	۶/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۷۴	۲۵۶	۷/۴	۰/۱۳	۰/۷۶

نتایج و بحث

عملکرد ریشه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر رقم در سطح احتمال پنج درصد و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ریشه معنی دار گردید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد رقم Rosagold بیشترین میانگین عملکرد ریشه (۹۶/۹۳ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد از بین تیمارهای سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی، بیشترین میزان عملکرد ریشه مربوط به تیمار ۱۰ درصد کاهش مصرف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی (F2) بود و اختلاف معنی داری با تیمار شاهد (F1) نشان نداد (شکل ۱). رقم به طره،

معنی داری عملکرد و کیفیت ریشه را تحت تأثیر قرار داد (Hoffmann 2005). همچنین عنصر روی به دلیل نقش آن در مکانیسم های فیزیولوژیکی و مولکولی گیاه وضعیت تغذیه ای نیتروژن را نیز تحت تأثیر قرار داد (Arif et al. 2019). استفاده از روی به صورت محلول پاشی در گیاه باعث کاهش کمبود روی، بهبود شرایط تغذیه ای گیاه و افزایش عملکرد گیاه می گردد (Montalvo et al. 2016). رحیمی و همکاران (Rahimi et al. 2018) گزارش دادند، محلول پاشی روی در چغندر قند، عملکرد ریشه را به میزان ۵/۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد؛ بنابراین مدیریت عنصر روی عامل مؤثری در کاهش مصرف نیتروژن در تولید محصولات زراعی به شمار می رود (Gonzalez et al. 2019).



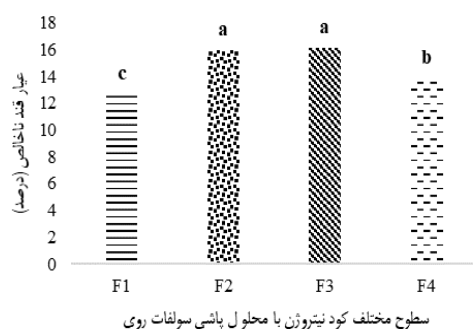
شکل ۱ مقایسه میانگین رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد ریشه (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

درصد قند ناخالص

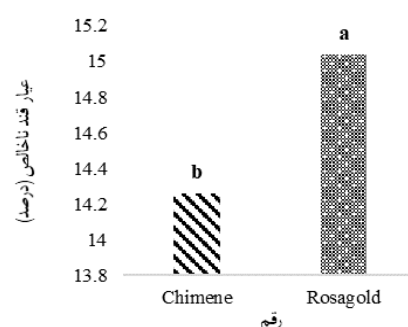
درصد قند در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد رقم Rosagold میزان درصد قند ناخالص بالاتری داشت، همچنین بالاترین

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد تأثیر رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر

نتیجه قابلیت استحصال قند کاهش می‌یابد (Last *et al.* 1983). اکثر مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر نیتروژن بر کیفیت چغندر قند حاکی از کاهش درصد قند گیاه می‌باشد (Carter and Traveller 1981; Lee *et al.* 1987; Winter 1990) در حالی که افزایش کیفیت محصول پس از کاربرد سولفات روی توسط برخی محققین گزارش شده است (Asif *et al.* 2019; Mekki 2014; Shiri *et al.* 2019).



میانگین درصد قند ناخالص متعلق به تیمار کاهش ۲۰ درصد کود نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی (F3) بود که ضمن اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد (F1)، موجب افزایش درصد قند ناخالص گیاه به میزان ۲۷/۶ درصد نیز گردید (شکل ۲). افزایش کیفیت چغندر قند از طریق بالا بردن درصد قند و کاهش مواد غیرقندی به اثبات رسیده است. زیرا افزایش ناخالصی‌ها از کریستاله شدن ساکارز جلوگیری می‌کند و در

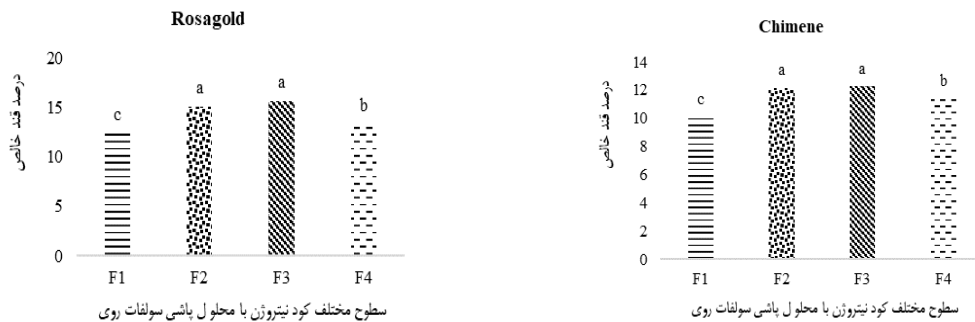


شکل ۲ مقایسه میانگین رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر عیار قند ناخالص (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

مصرف کود نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی و افزایش حجم ریشه گردید از طرفی، بین اندازه ریشه و درصد قند ناخالص و خالص همبستگی منفی وجود داشت؛ زیرا افزایش مصرف نیتروژن، موجب تحریک رشد رویشی، سایه‌اندازی برگ‌ها، افزایش نسبت تنفس به فتوسنتز و بزرگ‌تر شدن ریشه‌ها می‌شود که نتیجه چنین شرایطی کاهش درصد قند خواهد شد (Dihimfard and Nazari 2015). حسن‌زاده و همکاران (Hassanzadeh *et al.* 2009) نشان دادند که عنصر روی به میزان توصیه شده، درصد قند خالص چغندر قند را به میزان ۱۵/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که بیانگر نقش مثبت روی بر افزایش درصد قند گیاه می‌باشد، همچنین مصرف عنصر روی سبب کاهش درصد ناخالصی‌های ریشه گیاه گردید.

درصد قند خالص (درصد قند سفید)

نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش نشان داد که برهمکنش رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی در سطح احتمال پنج درصد بر میزان درصد قند خالص گیاه معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج همچنین نشان داد که مصرف نیتروژن و سولفات روی در چغندر قند موجب افزایش معنی‌دار درصد قند خالص گردید، به طوری که در هر دو سال آزمایش بالاترین میزان درصد قند خالص مربوط به رقم Rosagold با تیمار کاهش ۲۰ درصد کود نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی (F3) به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (F1)، ۲۶/۱۷ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳). همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد قند خالص و درصد تجمع نیتروژن در اندام‌های ذخیره‌ای گیاه وجود داشت. افزایش



شکل ۳ مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر عیار قندخالص (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) بر ویژگی‌های کیفی چغندر قند به نتایج مشابهی در مورد سدیم ریشه اشاره نمود. عباسی و همکاران (Abbasi et al. 2014) نیز کاهش تجمع سدیم و پتاسیم در چغندر قند را تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر کم مصرف گزارش کردند.

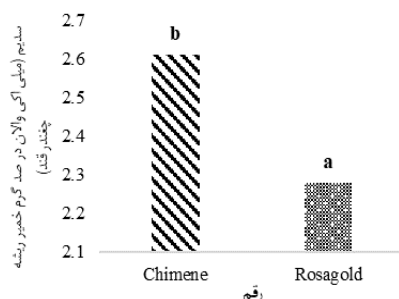
پتاسیم

نتایج نشان داد که برهمکنش رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی در سطح احتمال یک درصد بر میزان پتاسیم معنی دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش رقم در سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی نشان داد، رقم Chimene با تیمار شاهد (F1) بیشترین میانگین پتاسیم را به خود اختصاص دادند (شکل ۵). کاربرد عناصر کم مصرف نقش مهمی در ارتباط با انتقال مواد قندی در گیاه دارد. همچنین این عناصر در تنظیم متابولیسم سلولی، مقدار پتاسیم و کلسیم در گیاه، رشد سلول‌های اولیه، گرده افشانی و تنظیم آب مورد نیاز گیاه نقش فعالی دارد این ویژگی‌ها با تولید و تجمع قند در چغندر قند می‌تواند همبستگی مثبت داشته باشد (Rahimi et al. 2018). کیفیت محصول را می‌توان از طریق بالا بردن درصد ساکارز و کاهش مواد مضره از قبیل نیتروژن، سدیم و پتاسیم موجود در شربت که با جلوگیری از کریستاله شدن ساکارز، قابلیت استحصال آن را کاهش می‌دهند، افزایش داد (Rahimi et al. 2018). بایبوردی و مامدو (Bybordi and Mamedov

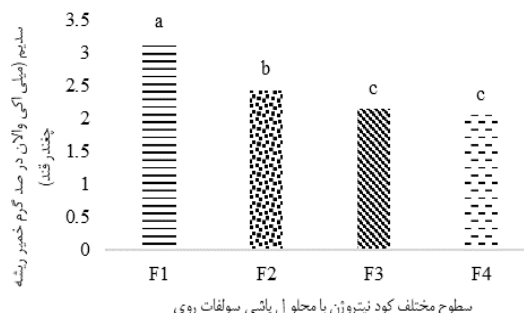
سدیم

طبق نتایج تجزیه واریانس در هر دو سال آزمایش (جدول ۲) تأثیر رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر میزان سدیم ریشه معنی دار گردید ($P < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش نشان داد، بیشترین میزان سدیم ریشه از رقم Chimene به دست آمد. همچنین در بین تیمارهای کودی، بیشترین میزان سدیم (۳/۱۵ میلی اکری والان در صد گرم خمیر ریشه چغندر قند) را تیمار شاهد (F1) به خود اختصاص داد (شکل ۴). کاهش تجمع سدیم در ریشه می‌تواند یکی از مکانیسم‌های بهبود رشد ریشه و افزایش ذخیره قند در ریشه چغندر قند باشد و کاربرد عناصر کم مصرف می‌تواند باعث کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی گردد (Rahimi et al. 2018). هافمن (Hoffmann 2005) با بررسی سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد کمی و کیفی چهار رقم چغندر قند گزارش داد که با افزایش مصرف نیتروژن در واحد سطح، مقدار سدیم، نیتروژن مضره، بتائین و عملکرد ریشه افزایش یافت، ولی مقدار درصد ساکارز در هر چهار رقم مورد بررسی کاهش داشت. دیهیم فرد و نظری (Dihimfard and Nazari 2015) گزارش دادند مقدار سدیم با افزایش مصرف نیتروژن در واحد سطح به طور معنی داری افزایش می‌یابد. حسین پور و همکاران (Hosseinpour et al. 2013) با بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و

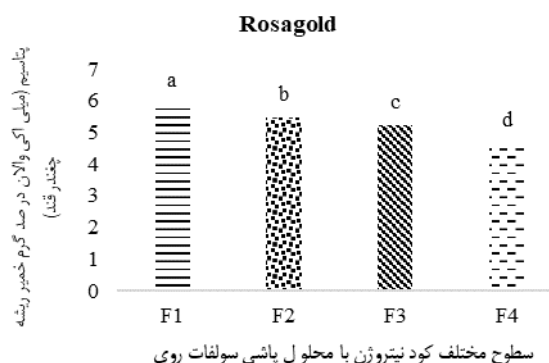
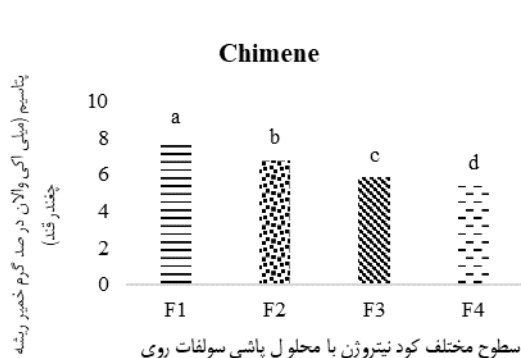
قند همراه است که علت این کاهش کیفیت را می توان به میزان بالای پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره نسبت داد که با عیار قند رابطه معکوس دارد.



نیز کاهش تجمع پتاسیم تحت تأثیر مصرف عناصر کم مصرف را گزارش دادند. هافمن و همکاران (Hoffmann 2010) عنوان نمودند بیشترین عملکرد ریشه با کمترین مقدار



شکل ۴ مقایسه میانگین رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر سدیم (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)



شکل ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر پتاسیم (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

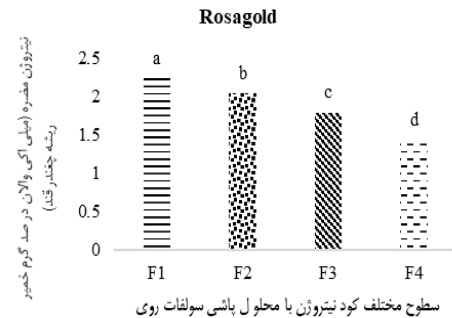
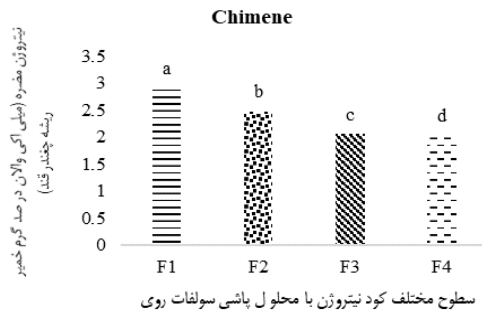
محلول پاشی سولفات روی (F4) مشاهده گردید. بیشترین میزان نیتروژن مضره به میزان (۲/۹۰) میلی اکسی والان در ۱۰۰ گرم خمیر چغندر قند) متعلق به رقم Chimene و تیمار شاهد (F1) بود که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد (شکل ۶). با توجه به رابطه بسیار نزدیک بین نیتروژن مضره و کل نیتروژن محلول می توان بیان کرد که کاهش میزان نیتروژن مضره در نتیجه کاهش مصرف نیتروژن اتفاق افتاده است (Hoffmann and Märlander 2005). خورشیدی و همکاران (Khorshidi et al. 2015)، مکداد (Mekdad)

نیتروژن مضره

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که برهمکنش رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر نیتروژن مضره در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است (جدول ۲). نتایج نشان داد کاهش میزان مصرف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی موجب کاهش نیتروژن مضره ریشه گیاه گردید، به طوری که کمترین میزان نیتروژن مضره معادل (۱/۴۳) میلی اکسی والان در صد گرم خمیر چغندر قند) در رقم Rosagold با تیمار ۳۰ درصد کاهش مصرف کود نیتروژن و

تحت تأثیر کاربرد عناصر کم مصرف در گیاه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Martin and Anac 2006; Mazlumi 2012).

(2015) و رحیمی و همکاران (Rahimi et al. 2018) گزارش دادند که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش میزان نیتروژن مضره گردید در حالی که استفاده از عناصر ریزمغذی کاهش میزان نیتروژن مضره را به دنبال داشت. کاهش تجمع نیترات

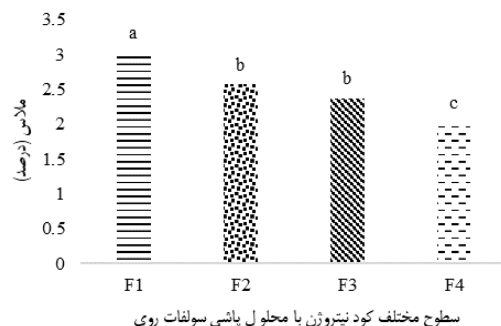
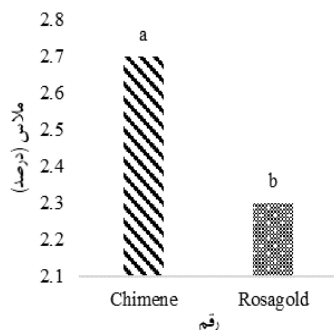


شکل ۶ مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر نیتروژن مضره (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

کیفیت ریشه می باشد (Rahimi et al. 2018) از طرفی وجود عناصر سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در مرحله کریستالیزاسیون قند موجب می شود که مقدار بیشتری از قند موجود در شربت وارد ملاس شود (Hilde et al. 1983). محققان گزارش دادند که محلول پاشی عناصر کم مصرف در چغندر قند باعث کاهش درصد قند ملاس شده و مانع از هدر رفت قند موجود در ریشه گیاه می شود (Morales et al. 1996; Rahimi et al. 2018).

قند ملاس

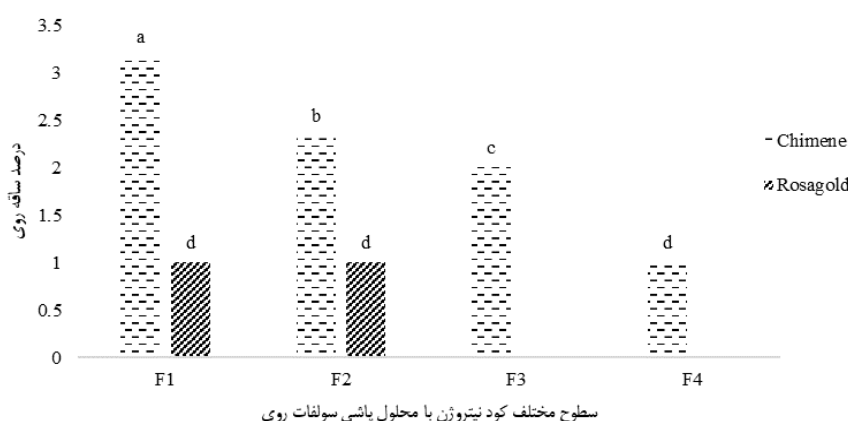
نتایج تجزیه واریانس مرکب دوساله آزمایش (جدول ۲)، نشان داد که تأثیر رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر درصد قند ملاس معنی دار گردید ($P < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی نشان داد که بالاترین درصد قند ملاس متعلق به رقم Chimene به دست آمد. همچنین در بین تیمارهای کودی، نیز تیمار شاهد (F1) بالاترین درصد قند ملاس را به خود اختصاص داد (شکل ۷). کمتر بودن درصد قند ملاس ریشه حاکی از مناسب بودن



شکل ۷ مقایسه میانگین رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر ملاس (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

درصد ساقه‌روی

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که اثر متقابل رقم در سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر درصد ساقه‌روی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین درصد ساقه‌روی در رقم Chimene با تیمار شاهد (F1) مشاهده گردید (شکل ۸). ساقه‌روی یک پدیده نامطلوب در چغندر قند و از جمله عوامل محدودکننده کشت پاییزه چغندر قند است. وجود بیش از حد ساقه‌های



شکل ۸ مقایسه میانگین رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر درصد ساقه‌روی (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

درصد) و نیمه‌متحمل (۴۱/۷۸ درصد) بود. در بررسی پتانسیل ارقام تجارتي چغندر قند برای کشت پاییزه در استان خراسان گزارش شده است که بین ارقام مختلف از نظر عملکرد ریشه، قندسفيد و درصد ساقه‌روی اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد (Ahmadi et al. 2004). فرهمند و همکاران (Farahmand et al. 2014) گزارش دادند میزان ساقه‌روی رقم حساس ۸۲ درصد و به‌طور معنی‌داری بیش از ارقام مقاوم (با ساقه‌روی ۵ درصد) بود.

در پدیده ساقه‌روی اهمیت نسبی دو عامل حرارت و نور بستگی به وضعیت ژنتیکی چغندر قند دارد (Orazizadeh 2001). اهمیت این پدیده موجب شده تا تولید ارقام چغندر قند مقاوم به ساقه‌روی برای کشت در مناطق مستعد کشت پاییزه مورد توجه قرار گیرد (Smith and Martin 1978). طالقانی و همکاران (Taleghani et al. 2011) گزارش دادند که اثر رقم بر میزان ساقه‌روی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. میزان ساقه‌روی رقم حساس (۸۹/۷۵ درصد) به‌طور معنی‌داری بیش از رقم‌های متحمل (۱۲/۲۳ درصد)

جدول ۲ تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات کمی و کیفی مورد بررسی طی دو سال آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عیار قند ناخالص	عیار قند خالص	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	ملاس	درصد ساقه روی
سال	۱	۴/۰۰ ^{ns}	۰/۳۱۸ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
سال * تکرار	۴	۱۱۸/۱۱	۰/۵۳۷	۰/۲۶	۰/۱۷۷	۰/۱۲۷	۰/۰۵۱	۰/۱۱۳	۰/۱۰
رقم	۱	۶۰۸/۹۷*	۷/۲۶**	۷۶/۳۳**	۱/۳۰**	۱۵/۴۲۴**	۲/۹۴۰**	۱/۹۶۸**	۳۱/۶۸**
کود	۳	۱۸۴۹/۸۴**	۳۴/۶۲**	۱۸/۲۱**	۳/۰۲۹**	۷/۸۷۳**	۱/۶۴۰**	۲/۰۹۰**	۵/۹۰**
رقم * کود	۳	۲۳۴/۶۳ ^{ns}	۰/۴۰۵ ^{ns}	۱/۴۸*	۰/۱۴۲ ^{ns}	۱/۱۷۰**	۰/۰۹۰*	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۹۰**
سال * رقم	۱	۴۱/۹۰ ^{ns}	۰/۰۲۶ ^{ns}	۰/۳۴ ^{ns}	۰/۳۹*	۰/۰۵۲ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۲۲۹ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
سال * کود	۳	۱۱۶/۱۰ ^{ns}	۰/۳۲۰ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۸۶ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۲۲۹ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
سال * رقم * کود	۳	۲۳/۲۷ ^{ns}	۰/۰۷۳ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۰۴۵ ^{ns}	۰/۰۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۱۳۶ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
خطا	۲۸	۱۰۱/۸۴	۰/۲۴۹	۰/۴۳	۰/۰۷۲	۰/۱۴۴	۰/۰۳۲	۰/۰۸۲	۰/۰۵
ضریب تغییرات	۱۱/۶۰	۳/۴۰	۵/۱۴	۱۱/۰۱	۶/۴۲	۸/۴۵	۱۱/۴۸	۱۸/۱۱	۱۸/۱۱

ns عدم اختلاف معنی دار * اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، ** اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کشت پاییزه چغندر قند در منطقه خرم آباد امکان پذیر می باشد. با توجه به شرایط خاک های آهکی، pH بالا و در نتیجه پایین بودن میزان جذب عنصر روی در خاک، گیاه واکنش مثبتی را به محلول پاشی این عنصر نشان داد. با توجه به عوامل مورد بررسی در این تحقیق رقم Rosagold با تیمار ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن و محلول پاشی سولفات روی بالاترین درصد قند خالص را تولید نمود، به طوری که نسبت به تیمار شاهد، ۲۵/۱۲ درصد افزایش نشان داد، در هر دو سال آزمایش تیمار شاهد از عملکرد ریشه بیشتر و خصوصیات کیفی کمتری برخوردار بود؛ به طوری که بالاترین میزان عملکرد ریشه و ناخالصی های نیتروژن مضره، سدیم، پتاسیم و ملاس را به خود اختصاص داد. میزان درصد قند ناخالص تحت تأثیر کاربرد سولفات روی قرار گرفت، به طوری که میزان درصد قند ناخالص از ۱۲/۰۷ درصد در تیمار شاهد به ۱۶/۵۸ درصد در تیمار ۲۰

درصد کاهش مصرف نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی افزایش یافت. با توجه به نتایج این پژوهش می توان استنباط نمود که کاهش مصرف نیتروژن باعث کاهش میزان ناخالصی های ریشه (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) و درصد قند ملاس ریشه گردید، زیرا با کاهش میزان مصرف کود نیتروژن ناخالصی ها نیز کاهش یافت در حالی که محلول پاشی سولفات روی ثابت بود. با توجه به نتایج مطالعه حاضر می توان اظهار داشت، کشت پاییزه چغندر قند و استفاده از رقم Rosagold در منطقه خرم آباد موفقیت آمیز بوده همچنین محلول پاشی سولفات روی در چغندر قند می تواند ضمن جلوگیری از کاهش عملکرد ریشه، افزایش کیفیت چغندر قند، آسان تر بودن اجرای آن و کاهش مصرف نیتروژن (به میزان ۲۰٪) را به دنبال داشته باشد. با توجه به تعدد و تنوع ارقام پاییزه در اختیار، به نظر می رسد توسعه کشت پاییزه چغندر قند ضمن تأمین شکر مورد نیاز کشور، باعث صرفه جویی قابل ملاحظه ای در مصرف آب می گردد.

References:

- Abdollahian-Noghabi M, Shikholeslami R, Babaee B. Technical terms of sugar beet quantity and quality. Journal of Sugar Beet. 2009; 21(1): 101-104. (in Persian, abstract in English)

منابع مورد استفاده

- Abyaneh HZ, Jovzi M, Albaji M. Effect of regulated deficit irrigation, partial root drying and N-fertilizer levels on sugar beet crop (*Beta vulgaris* L.). Agricultural Water Management. 2017; 194, 13-23. (in Persian, abstract in English)
- Afshar RK, Nilahyane A, Chen C, He H, Stevens WB, Iversen WM. Impact of conservation tillage and nitrogen on sugarbeet yield and quality. Soil and Tillage Research. 2019; 191, 216-223. (in Persian, abstract in English)
- Ahmadi M, Taleghani D, Maleki M. Study on potential of sugar beet varieties for autumn culture. 26th Annual Iranian Sugar Industries Conference, Mashhad. 2004. (in Persian, abstract in English)
- Amjadi P. Effects of harvest time ant variety on qualitative and quantitative characters of root sugar accumulation in sugar beet. Ms Theses. Karaj. University of Tehran. 2003. (in Persian, abstract in English)
- Arif M, Dashora L, Choudhary J, Kadam S, Mohsin M. Effect of varieties and nutrient management on quality and zinc biofortification of wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 2019; 89(9): 104-108.
- Asif M, Tunc CE, Yazici MA, Tutus Y, Rehman R, Rehman A, Ozturk L. Effect of predicted climate change on growth and yield performance of wheat under varied nitrogen and zinc supply. Plant and Soil. 2019; 434(1-2):231-244.
- Attia KK, Abdel-Motagally F. Influence of potassium fertilization and foliar application of zinc on sugar beet plants grown on a calcareous sandy soil. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 2015;46: 1-14.
- Barlóg P, Nowacka A, Błaszyk R. Effect of zinc band application on sugar beet yield, quality and nutrient uptake. Plant, Soil and Environment. 2016; 62(1): 30-35.
- Bybordi A, Mamedov G. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae Scientia Biologicae. 2010; 2(1): 94-103.
- C'longden P, Scott R, Tyldesley J. Bolting of sugar beet grown in England. Outlook on Agriculture. 1975; 8(4): 188-193.
- Cakmak I, Kalaycı M, Ekiz H, Braun H, Kılınç Y, Yılmaz A. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: a NATO-science for stability project. Field crops research. 1999; 60(1-2): 175-188.
- Carter J, Traveller D. Effect of Time and Amount of Nitrogen Uptake on Sugarbeet Growth and Yield 1. Agronomy Journal. 1981; 73(4): 665-671.
- Clarkson D, Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. 889pp. London: Academic Press, £ 29.95 (paperback). Annals of Botany. 1996; 78(4): 527-528.
- Deihimfard R, Rahimi Moghadam S. Evaluation and comparison of sugar beet performance in spring and autumn crop in Mashhad and Neyshabur using by a simulation model making .Journal of Plant Production Research. 2015; 23(3): 180-157. (in Persian, abstract in English).
- Dihimfard R, Nazari S. Effect of nitrogen application on quantitative and qualitative of sugar beet cultivars. Journal of Plant Production Research. 2015; 22(2): 71-93. (in Persian, abstract in English)
- Dutton J, Huijbregts T. Root quality and processing. Sugar beet. 2006; 409-442.
- Farahmand K, faramarzi A, Moharamzadeh M. Possibility of autumn beet planting in Moghan region. Scientific Journal Management System. 2014; 9, 45-53.

- Gobarah ME, Tawfik M, Zaghloul SM, Amin GA. Effect of combined application of different micronutrients on productivity and quality of sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.). International Journal of Plant and Soil Science. 2014; 3(6): 589-598.
- Gonzalez D, Almendros P, Obrador A, Alvarez JM. Zinc application in conjunction with urea as a fertilization strategy for improving both nitrogen use efficiency and the zinc biofortification of barley. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019; 99(9): 4445-4451.
- Grimmer M, Trybush S, Hanley S, Francis S, Karp A, Asher M. An anchored linkage map for sugar beet based on AFLP, SNP and RAPD markers and QTL mapping of a new source of resistance to Beet necrotic yellow vein virus. Theoretical and applied genetics. 2007; 114(7): 1151-1160.
- Guan G, Abe J, Shimamoto Y. Genetic analysis of bolting in sugar beets using a gene for annuality (B). Proc. 7th Int Congr. of Soc. Adv. Breed. Res. in Asia and Oceania, Faculty of Agriculture. Hokkaido University, Sapporo, Japan. 1994; 247-252.
- Hafeez B, Khanif Y, Saleem M. Role of zinc in plant nutrition-a review. Journal of Experimental Agriculture International. 2013; 374-391.
- Hassanzadeh S, Roshdi M, Fotoohi K. The Effects of Microelemnt ZN, B and MN Spraying on the Quality and Quantity of Sugar Beet Root Component. Journal of Research in Crop Sciences. 2009; 2(5). (in Persian, abstract in English).
- Hilde D, Bass S, Levos R, Ellingson R. Grower practices system promotes beet quality improvement in the Red River Valley. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 1983; 22(1): 73-88.
- Hoffmann C. Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. Journal of Agronomy and Crop Science. 2005; 191(2): 138-145.
- Hoffmann CM, Märlander B. Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta vulgaris* L.)—amino acids, betaine, nitrate—as affected by genotype and environment. European Journal of Agronomy. 2005; 22(3): 255-265.
- Hosseinpour M, Paknejad AR, Naderi A, eslamizadeh R, Uosefabadi V, Sharifi H. Effect of nitrogen rates on growth characteristics, yield and quality of autumn- sown sugar beet. Journal of Sugar Beet. 2013; 29(1): 51-33.
- Kandil A, Badawi M, El-Moursy S, Abdou U. Effect of planting dates, nitrogen levels and biofertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences). 2004; 5(2): 227-237.
- Kermani M, Amirmoradi S. Effect of foliar application of silicon on improving the qualitative and quantitative traits of two variety of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) grown in Torbat Heydarieh. Journal of crop production. 2019, 12(1): 129-142. (in Persian, abstract in English)
- Khorshidi AM, Ayuzi A, Nyazkhany M. The effect of foliar application of micronutrients on quantity and quality of sugar beet genotypes. Journal of Crop Sciences. 2015; 7(21): 110-110. (in Persian, abstract in English).
- Last P, Draycott A, Messem A, Webb D. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on sugar beet at Broom's Barn 1973–8. The Journal of Agricultural Science. 1983; 101(1): 185-205.

- Lee GS, Dunn G, Schmehl W. Effect of date of planting and nitrogen fertilization on growth components of sugar beet. *Journal of American Society of Sugar Beet Technologists*. 1987; 24: 80-100.
- Mahfouz H, Ali AMM, Megawer EA, Mahmoud AS. Response of growth parameters, forage quality and yield of dual-purpose sorghum to re-growth and different levels of FYM and N fertilizers in new reclaimed soil. *International Journal Current Microbiology and Applied Science*. 2015; 4(11): 762-782.
- Marschner H. Zinc in soils and plants. 1993; pp. 59-77, Springer.
- Martens D, Westermann D. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. *Micronutrients in agriculture*. 1991; 4: 549-592.
- Martin P, Anac A. N₂-fixing bacteria in the rhizosphere, Quantification and hormonal effects on root development. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2006; 152: 237-245.
- Mazlumi M. Effects of nano-iron foliar application at various stages of growth and yield of sugar beet. Master Thesis, Urmia University. 85p. 2012. (in Persian, abstract in English)
- Mekdad AAA. Sugar beet productivity as affected by nitrogen fertilizer and foliar spraying with boron. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015; 4(4), 181-196.
- Mekdad AAA, Shaaban, A. Integrative applications of nitrogen, zinc, and boron to nutrients-deficient soil improves sugar beet productivity and technological sugar contents under semi-arid conditions. *Journal of Plant Nutrition*. 2020; 43(13): 1935-1950.
- Mekki B. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with urea, zinc and manganese in newly reclaimed sandy soil. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 2014; 14: 800-806.
- Milford G, Pocock T, Jaggard K, Biscoe P, Armstrong M, Last P, Goodman P. An analysis of leaf growth in sugar beet. IV. The expansion of the leaf canopy in relation to temperature and nitrogen. *Annals of Applied Biology*. 1985; 107(2); 335-347.
- Montalvo D, Degryse F, Da Silva R, Baird R, McLaughlin MJ. *Advances in agronomy*, Elsevier. 2016. pp. 215-267
- Morales F, Abadia A, Abadia J. Characterization of the xanthophyll's cycle and other photosynthetic pigment changes induced by iron deficiency in sugar beet. *Plant Physiology*. 1996; 94: 607-613.
- Nadali I, Yarnia M, Paknejad F, Farahvash F. Study of some qualitative and quantitative traits of sugar beet in response to foliar application of methanol and drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 2016; 8(2): 169-178.
- Nadeem F, Farooq M, Ullah A, Rehman A, Nawaz A, Naveed, M. Influence of Zn nutrition on the productivity, grain quality and grain biofortification of wheat under conventional and conservation rice–wheat cropping systems. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2020; 66(8): 1042-1057.
- Neamatollahi E, Khademosharieh MM, Darban AS, Jahansuz M. Application of different amounts of ZnSO₄ in five varieties of sugar beet. *Advances in Environmental Biology*. 2013; 7(6): 1113-1116.

- Nemeata Alla H, Sasy A, Helmy SA. Effect of potassium humate and nitrogen fertilization on yield and quality of sugar beet in sandy soil. *Journal of Plant Production*. 2018; 9(4): 333-338.
- Orazizadeh MR. Genetic analysis of resistance to bolting and sugar beet leaf spot disease. Master Thesis. Islamic Azad University of Karaj. 2001. (in Persian, abstract in English)
- Pidgeon JD, Ober ES, Qi A, Clark CJ, Royal A, Jaggard KW. Using multi-environment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. *Field crops research*. 2006; 95(2-3): 268-279.
- Pocock T, Milford G, Armstrong M. Storage root quality in sugarbeet in relation to nitrogen uptake. *The Journal of Agricultural Science*. 1990; 115(3): 355-362.
- Przemysław B, Witold G, Michał F, Remigiusz L, Witold S. Row method of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) fertilization with multicomponent fertilizer based on urea-ammonium nitrate solution as a way to increase nitrogen efficiency. *Journal of Central European Agriculture*. 2010; 11(2), 225-234.
- Rahimi A, Dovlati email B, Heydarzadeh S. The effect of foliar application of micronutrients on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet Cultivar Latyta (*Beta vulgaris* L.). *Applied soil resrarch*. 2018; 5(2), 108-121. (in Persian, abstract in English).
- Robson AD. Zinc in soils and plants: proceedings of the international symposium on 'Zinc in Soils and Plants' held at the University of Western Australia, 27–28 September, 1993, Springer Science & Business Media. 2012.
- Sadeghian S. Advantages of winter beet as compared with summer beet, 2002.pp. 24-26. (in Persian)
- Scott R, Jaggard K, Sylvester-Bradley R. Resource capture by arable crops. *Resource capture by crops*. 1994; 279-302.
- Semida W, Abd El-Mageed T, Howladar S, Mohamed G, Rady M. Response of *Solanum melongena* L. seedlings grown under saline calcareous soil conditions to a new organo-mineral fertilizer. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 2015; 25(2): 485-493.
- Semida WM, Abd El-Mageed T, Howladar SM. A novel organo-mineral fertilizer can alleviate negative effects of salinity stress for eggplant production on reclaimed saline calcareous soil, 2013; 493-499.
- Shiri M, Kamrani M, Mehraban A. Effect of Fe and Zn Spraying on Yield and Nutrients Bioavailability of Bread Wheat Cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2019; 17(2): 317-326. (in Persian, abstract in English)
- Smit AL. Influence of external factors on growth and development of sugar-beet (*Beta vulgaris* L.). *Pudoc*. 1983.
- Smith G, Martin S. Differential Response of Sugarbeet Cultivars to Cercospora Leaf Spot Disease. *Crop Science*. 1978; 18(1): 39-42.
- Soleymani S, Farajzadeh Memari Tabrizi E. Utilization of Micronutrients in Dorotti Sugar-beet (*Beta vulgaris* L.) Cultivar. *Journal of Crop Ecophysiology*. 2016, 10(39(3)): 613-628. (in Persian, abstract in English)
- Stevens W, Violet R, Skalsky S, Mesbah A. Response of eight sugarbeet varieties to increasing nitrogen application. I. Root, sucrose, and top yield. 2008.
- Taleghani D. Autumn sowing sugar beet extension in Iran. *Proceedings of the 25th Annual Iranian Sugar Industries Conference*; Mashad, Iran. 2003. (in Persian, abstract in English)

- Taleghani DF, Moharamzadeh M, Hemayati SS, Mohammadian R, Farahmand R. Effect of Sowing and Harvest Time on Yield of Autumn-Sown Sugar Beet in Moghan Region in Iran. *Seed and Plant Production Journal*. 2011; 27(3): 355-371.
- Winter S. Sugarbeet response to nitrogen as affected by seasonal irrigation. *Agronomy Journal*. 1990; 82(5): 984-988.
- Yarnia M, Benam MBK, Arbat HK, Tabrizi EFM, Hassanpanah D. Effects of complete micronutrients and their application method on root yield and sugar content of sugar beet CV. Rassoul. 2008.
- Yousef Abadi V, Abdollahian-Noghabi M. Effect of split application of nitrogen fertilizer and harvest time on the root yield and quality characteristics of sugar beet. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 2011; 13(3). (in Persian, abstract in English)



اثر تنش خشکی و روش کشت نشایی بر صفات زراعی، عملکرد کمی و کیفی و راندمان مصرف آب ارقام مختلف چغندرقد در کشت پاییزه

The effect of drought stress and transplanting method on agronomic characteristics, quantitative and qualitative yield as well as water use efficiency of different sugar beet cultivars in autumn planting

حسین سعیدآبادی^{۱*}، غلامرضا افشارمنش^۲، محمدحسن شیرزادی^۳، سعید صادقزاده حمایتی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.352225.1252

ح. سعیدآبادی، غ. ر. افشارمنش، م. ح. شیرزادی و س. صادقزاده حمایتی. ۱۴۰۰. اثر تنش خشکی و روش کشت نشایی بر صفات زراعی، عملکرد کمی و کیفی و راندمان مصرف آب ارقام مختلف چغندرقد در کشت پاییزه. چغندرقد، ۳۷(۱): ۲۷-۴۸

چکیده

دو آزمایش جداگانه طی سال‌های ۹۵-۹۶ و ۹۶-۹۷ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات شهید مقبلی شهرستان جیرفت انجام شد. در آزمایش اول ابتدا اثرات روش کاشت شامل کاشت مستقیم و نشائی بر رقم‌های مختلف چغندرقد شامل پالما، شریف و مراک مورد بررسی قرار گرفت و سپس در آزمایش دوم از بین ارقام مورد بررسی آزمایش اول، رقم با عملکرد بالا (مراک) انتخاب شد. همچنین اثرات زمان آبیاری (که بر اساس ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد نیاز آبی صورت گرفت) و روش‌های کاشت (مستقیم و نشایی) بر عملکرد کمی و کیفی آن مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش اول بالاترین میزان ماده خشک ریشه، درصد قند قابل استحصال، درصد قند، وزن ریشه، طول ریشه، وزن تر اندام هوایی، عملکرد ریشه و قند از رقم مراک و روش کاشت نشائی به دست آمد. نتایج آزمایش دوم نشان داد زمان آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی منجر به دستیابی به عملکرد ریشه و قند بیشتر همراه با بهبود چشمگیر کارایی مصرف آب گردید. همچنین از آنجایی که کاشت نشایی موجب بهبود عملکرد ریشه و قند شد، بنابراین کاشت نشایی همراه با آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب ریشه و شکر توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقد، درصد قند قابل استحصال، عملکرد قند، نیاز آبی



مقدمه

اقتصاد اکثر کشورهای در حال توسعه مبتنی بر کشاورزی است و مهم‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر بخش کشاورزی تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شوری هستند (EL Sabagh et al. 2019). تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق جهان به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته شده است (EL Sabagh et al. 2015; Wensen et al. 2018). در بین محصولات صنعتی، چغندر قند یکی از مهم‌ترین محصولات قندی است که مقاومت بالایی در برابر تنش خشکی دارد. البته قابل ذکر است که با وجود تحمل قابل قبول، تنش خشکی باعث کاهش میزان تولید (قند استحصالی) چغندر قند می‌شود و به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد ریشه و برگ شناخته شده است (Romano et al. 2013). چغندر قند به‌عنوان یکی از دو گیاه قندی مهم در جهان و تولیدکننده ۹۰ درصد از قند اتحادیه اروپا با تولید سالیانه قند ۱۴/۹ میلیون تن (Karagoz et al. 2018) و ۳۵ درصد قند جهان (Wu et al. 2014) می‌باشد. این گیاه یکی از محصولات زراعی عمده و استراتژیک صنعتی است که سهم عمده‌ای در تولید شکر در جهان دارد (Draycott 2008). نیاز روزافزون کشور به تولید شکر و تأمین حدود ۷۰ درصد تولید داخلی شکر از چغندر قند، اهمیت اقتصادی این محصول را به‌خوبی نشان می‌دهد. این محصول به‌طور مستقیم (تولید قند و شکر) و به‌صورت غیرمستقیم (تأمین خوراک دام)، بخشی از نیازهای مردم را تأمین می‌کند و افزون بر این از ملاس که از فرآورده‌های فرعی چغندر قند به شمار می‌آید در صنعت الکل‌سازی و داروسازی استفاده می‌شود (Sadrabadi et al. 2011). چغندر قند با قابلیت کشت در اغلب مناطق ایران به‌عنوان مهم‌ترین منبع شکر است (Karagoz et al. 2018) و به‌عنوان گیاه صنعتی با تحمل نسبی در برابر تنش خشکی و شوری معرفی شده است (Wedeking et al. 2016)، اما این گیاه در مرحله گیاهچه به کمبود آب حساس می‌باشد و

تنش کم‌آبی باعث کاهش عملکرد و راندمان کیفی آن می‌شود (Ober and Rajabi 2010). به‌طور کلی، کشت و توسعه چغندر قند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تولیدکننده قند از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و عوامل متعددی بر کمیت و کیفیت عملکرد ریشه چغندر قند مؤثر هستند که از آن جمله می‌توان به رقم، روش کاشت (کاشت مستقیم و نشایی) و شرایط اقلیمی (میزان بارندگی و دما) اشاره کرد (David Tarkalson et al. 2014).

نصری و همکاران (Nasri et al. 2011) گزارش کردند که کاشت نشاء چغندر قند در مقایسه با کاشت مستقیم از نظر عملکرد ریشه و قند برتری دارد. در گزارشی دیگر، در بین سه گروه نشاء ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روزه (طول دوره رشد در خزانه) نشاهای ۴۵ روزه، هم از نظر درصد استقرار بوته و هم از نظر عملکرد محصول تولیدی وضعیت بهتری داشتند، در این تحقیق تراکم بوته، عملکرد ریشه و عملکرد قند در تیمار کشت نشایی با کاربرد نشاهای ۴۵ روزه نسبت به کشت مستقیم بذر به ترتیب ۲۱۲، ۳۰۰ و ۲۸۸ درصد افزایش داشت (Gowhari et al. 2002).

گوهری و همکاران (Gowhary et al. 1993) گزارش کردند که در روش کاشت مستقیم و نشایی زراعت چغندر قند در شرایط مختلف (خاک شور، منطقه با محدودیت طول دوره رشد)، عملکرد کمی چغندر قند، عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و خالص در روش کاشت نشایی نسبت به کاشت مستقیم بذر به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. همچنین در کاشت نشایی امکان دسترسی به تراکم مطلوب گیاهی نیز نسبت به کاشت مستقیم بیشتر است. با ایجاد پوشش یکنواخت و تراکم مناسب بوته در سطح مزرعه، بدون صرف هزینه‌های اضافی می‌توان عملکرد چغندر قند را افزایش و بازدهی دیگر نهاده‌های کشاورزی را بالا برد. ژانگ و همکاران (Zhang et al. 2007) گزارش کردند اگرچه کاشت نشایی چغندر قند انرژی ورودی و هزینه کارگری بیشتری نسبت به کاشت مستقیم دارد، اما عملکرد در کاشت نشایی نسبت به کشت مستقیم بذر، ۱۵ درصد بیشتر است.

یک تیمار آبیاری نشتی در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی، نشان دادند که عیار قند قابل استحصال و همچنین ضریب استحصال در تیمارهای آبیاری قطره‌ای ۷۵ و ۵۰ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار آبیاری نشتی است. یوکان و جنکوگلان (Ucan and Gencoglan 2004) در آزمایش آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A، نشان دادند که اثر آبیاری بر عملکرد ریشه چغندر قند معنی‌دار بود و تیمار کم‌آبیاری چغندر قند غلظت ساکارز را در طول فصل رشد، افزایش داد. حقیقت و همکاران (Haghighat et al. 2000) در یک مطالعه، تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری را بر چغندر قند در سه سطح آبیاری بر اساس ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A بررسی و نشان دادند که بیشترین عملکرد چغندر قند بر اساس ۸۰ درصد تبخیر از تشتک در طول فصل رشد به‌دست آمد.

چغندر قند طی دوره رشد با تنش‌های متعدد محیطی از جمله تنش خشکی مواجه می‌شود و با توجه به محدودیت آب و بروز خشکسالی‌های اخیر، لازم است نسبت به افزایش عملکرد چغندر قند در واحد سطح و افزایش کیفیت آن (میزان شکر قابل استحصال) اقدام کرد. همچنین انتخاب کشت نشایی چغندر قند توسط کشاورزان به‌منظور رفع معضلات پیش روی کشت این گیاه زراعی و ارزیابی جوانب زراعی آن ضروری می‌باشد به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف بررسی میزان عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در روش کاشت نشایی ارقام مختلف و بررسی عملکرد کمی و کیفی این گیاه تحت شرایط تنش خشکی، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات رقم و روش کاشت و به دنبال آن به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند دو آزمایش مجزا در سال‌های زراعی ۹۵-۹۶ و ۹۶-۹۷ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات شهید مقبلی شهرستان جیرفت با

افزایش محصول ریشه چغندر قند در روش کاشت نشایی می‌تواند به دلیل کاشت زود، دسترسی به تراکم مطلوب گیاهی و ایجاد پوشش یکنواخت، کاهش مصرف آب آبیاری و سموم دفع آفات گیاهی و علف‌کش‌های شیمیایی، افزایش کارایی استفاده از منابع و نهاده‌ها، کاهش خسارت علف‌های هرز و در نتیجه کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه باشد (Yousef abadi et al. 2015). در کشت بهاره چغندر قند تسریع در رشد گیاه را می‌توان در شرایط کنترل‌شده با کاشت در خزانه و انتقال آن به زمین اصلی در زمانی که خطر سرمای دیررس زمستانه و مشکل کمبود آب برطرف شده، امکان‌پذیر کرد (Draycott 2008). برای کشت نشایی ابتدا آماده‌سازی زمین انجام می‌گیرد و بعد از آماده‌سازی زمین و ایجاد خزانه، بذور با تراکم بالا کشت می‌شوند و سپس با مساعد شدن شرایط کاشت، نشاهای تهیه‌شده (مرحله چهار تا شش برگی) با فاصله مناسب در زمین اصلی کشت می‌شوند و جهت حرکت ماشین‌آلات فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود (Naseri et al. 2012).

خشکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان و تولید محصولات گیاهی در بیشتر زمین‌های کشاورزی دنیا و شایع‌ترین تنش محیطی است (Abedi and Pakniya 2012). هرچند چغندر قند به علت دوره رویشی طولانی، نداشتن مرحله حساس گلدهی و دارا بودن سیستم ریشه‌ای عمیق، ظرفیت تنظیم اسمزی بیشتری داشته و به‌عنوان یک گیاه متحمل به خشکی شناخته شده است و نسبت به سایر گیاهان از حساسیت کمتری به تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد برخوردار است، اما آزمایش‌ها نشان داده است که وقوع تنش خشکی به‌ویژه در مراحل اولیه رشد این گیاه می‌تواند عملکرد نهایی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد (Monti et al. 2006). همچنین میرزایی و قدمی فیروزآبادی (Mirzaei and Ghadami Firoozabadi 2007) در تحقیقی با آبیاری قطره‌ای در سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی چغندر قند و

زیر محاسبه و درصدهای آن مشخص و به وسیله کنتورهای حجمی مورد استفاده قرار گرفت.

$ET_0 = KP \cdot E_{pan}$ تبخیر و تعرق گیاه

$E_{tc} = KC \cdot ET_0$

ET_0 = تبخیر و تعرق گیاه در روز مرجع بر حسب میلی متر،

E_{pan} = تبخیر از سطح تشتک تبخیر بر حسب میلی متر در روز،

K_{pan} = ضریب تشتک تبخیر و KC = نیاز آبی گیاه می باشند.

با توجه به ماهیت آزمایش و اهداف شکل گیری آن،

نمونه خاک مزرعه مورد آیش در سال قبل از کاشت، به آزمایشگاه

خاکشناسی منتقل و میزان شاخص های مورد نیاز اندازه گیری

شدند (جدول ۱) و نتایج آمار هواشناسی ماه های کاشت نیز در

جدول ۲ ذکر شده است.

عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۲۵ درجه و ۵۷ درجه شرقی و با ارتفاع ۶۲۷ متر از سطح دریا انجام گرفت. در آزمایش اول (۹۶-۹۵) ابتدا اثرات روش کاشت (مستقیم و نشائی) و رقم های مختلف (پالما، شریف و مراک) چغندر قند مورد بررسی قرار گرفت و سپس در آزمایش دوم از بین ارقام مورد بررسی آزمایش اول، رقم با عملکرد بیشتر (مراک) انتخاب شده و اثرات تنش خشکی در سه سطح زمان آبیاری بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی (ملایم)، ۷۰ درصد نیاز آبی (متوسط) و ۹۰ درصد نیاز آبی (شدید) و روش های کاشت در دو سطح (مستقیم و نشایی) و برهم کنش بین آنها بر عملکرد کمی و کیفی آن مورد بررسی قرار گرفت. در زمینه اعمال تنش خشکی، اعمال تیمارهای کم آبیاری بر اساس استفاده از تشتک تبخیر (یک روز در میان)، میزان تبخیر اندازه گیری و سپس با استفاده از فرمول

جدول ۱ تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک

عمق	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس/متر)	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب میلی گرم در گیلوگرم	پتاسیم قابل جذب میلی گرم در گیلوگرم	بافت خاک
۰-۳۰	۷/۶	۱/۶۶	۰/۱۱۵	۰/۰۲۳	۴/۲۰	۳۶۸/۶۳	Sandy loam

جدول ۲ حداقل و حداکثر دما، میزان بارندگی و رطوبت نسبی منطقه مورد کاشت در سال ۱۳۹۶

میزان بارندگی (میلی متر)	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
۵۸/۲	۱/۹	۵۹/۲	۴۷/۷	۱/۲	۱/۰	۱/۰
۶۰	۵۷	۶۲	۵۶	۳۹	۳۸	۳۸
۲۶/۰	۲۶/۰	۲۶/۰	۳۷/۰	۳۸/۰	۴۴/۴	۴۴/۴
۳/۸	۲/۸	۳/۸	۸/۴	۱۳/۶	۱۷/۲	۱۷/۲
۱۶/۸	۱۴/۶	۱۵/۶	۲۰/۹	۲۵/۵	۲۹/۴	۲۹/۴

کاشت در سینی های کاشت مخصوص انجام گرفت تا ریشه های مخروطی تشکیل شده دچار مشکل و تغییر شکل نگردند. برای این منظور در هر گلدان سه عدد بذر کاشته شد و سپس از بین نشاها، نشاهای با وضعیت مطلوب تر (نشاهایی به طول ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر) برای انتقال به زمین اصلی استفاده شدند. قبل از انتقال نشا زمین اصلی کرت بندی گردید. هر کرت مشتمل بر چهار ردیف کاشت به طول شش متر و فاصله بین

ردیف های کاشت ۵۰ سانتی متر، فاصله بین نشاها روی ردیف ۲۰ سانتی متر، فاصله بین کرت یک ردیف نکاشت و فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. جوانه زنی و مراحل اولیه رشد گیاهچه ها به منظور تولید نشا به مدت ۶۰ روز در گلدان های کاغذی تعبیه شده در سینی های کاشت مخصوص انجام گرفت و سپس عملیات کاشت در زمین اصلی در تاریخ ۱۵ آبان ۱۳۹۶ انجام گرفت. برای کاشت مستقیم، ابتدا بذر با تراکم بالا کشت

(نوری فیلم فتومتری) و نیتروژن آمینه به روش عدد آبی و با کاربرد دستگاه بتالایزر اندازه گیری شد.

با توجه به غلظت ناخالصی های پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن آمینه (N)، ضریب قلیابیت یا آلکالیت (ALC) برای هر نمونه بر مبنای رابطه (۱) محاسبه شد:

$$ALC = \frac{Na + K}{N} \quad (1)$$

میزان قند ملاس، بر پایه میزان پتاسیم، سدیم و نیتروژن زیان بار واز رابطه (۲) محاسبه شد:

$$\text{قند ملاس} = 0.21(Na + K) + 0.24N + 0.48 \quad (2)$$

میزان عملکرد قند نیز از رابطه (۳) محاسبه شد:

$$\text{عملکرد قند} = \text{عملکرد ریشه} \times \text{درصد قند خالص} \quad (3)$$

طول و قطر ریشه به وسیله خط کش و کولیس دستی اندازه گیری شد. اندازه گیری وزن تر برگ و دم برگ سبز در هر نمونه، یک زیر نمونه از آن ها تهیه و در آون ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته، سپس وزن خشک برگ و دم برگ سبز محاسبه و به کل نمونه تعمیم داده شد. پس از جداسازی برگ ها و دم برگ ها، از قسمت ریشه ذخیره ای چغندر قند و شستشوی هر یک از ریشه های برداشت شده، طوقه ها را از ریشه ها جدا کرده و سپس وزن هر یک از آنها که در شکل ها و اندازه های مختلف بودند و برخی نیز دچار انشعابات معدودی شده بودند، جداگانه توزین گردید و به قطعات ریزتر خرد شده و به مدت ۴۸ ساعت در آون دمای ۷۲ درجه سانتی گراد قرار گرفت و سپس وزن خشک هر یک اندازه گیری شد و به کل نمونه تعمیم داده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده ها و رسم شکل ها از نرم افزارهای SAS (V9.1) و Qpro استفاده گردید و مقایسه میانگین ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

شده و بعد در دو مرحله با تنک کردن نسبت به رعایت فاصله بین بوته ها اقدام گردید. مبارزه با علف های هرز به صورت وجین دستی صورت گرفت.

مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاس براساس نتایج تجزیه خاک و توصیه های کودی آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان انجام گرفت. برای این منظور میزان ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنه از منبع اوره و ۷۵ کیلوگرم فسفر بر حسب P_2O_5 از منبع کود سوپرفسفات به مصرف رسید تمامی کود فسفر قبل از کاشت و کود اوره در دو مرحله به صورت سرک یک و دو ماه بعد از کاشت به زمین اضافه گردید. مراحل انجام آزمایش دوم کاملاً مشابه با آزمایش اول انجام گرفت.

صفات مورد بررسی شامل، صفات ناخالصی ریشه (سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه) و درصد قند ملاس، درصد قند، قند قابل استحصال، درصد ماده خشک، ضریب استحصال، طول ریشه و قطر ریشه عملکرد ریشه و اندام های هوایی بودند. پس از حذف اثر حاشیه ای (۵/۰ متر از طرفین)، برداشت انجام و برای بررسی ویژگی های کیفی ریشه، نمونه های ریشه به آزمایشگاه تجزیه کیفی شرکت تحقیقات و خدمات زراعی چغندر قند استان کرمان منتقل شدند. ریشه ها در آغاز به طور کامل شسته و پس از توزین، از آنها خمیر تهیه و در ظرف های مخصوص در شرایط انجماد نگه داری شدند. برای تجزیه کیفی هر نمونه خمیر، آن را در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرار داده و پس از خارج شدن از حالت انجماد، از هر نمونه، ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی لیتر سواستات سرب با فرمول شیمیایی $Pb(C_2H_3O_2)_2$ در همزن ریخته و به مدت زمان سه دقیقه مخلوط گردید. پس از انتقال مخلوط به قیف صافی، شربت زلالی به دست آمد که برای اندازه گیری ویژگی های کیفی استفاده گردید. در شربت به دست آمده، درصد قند به روش پلاریمتری و توسط دستگاه ساکاریمتر مدل RHB-32ATC ساخت کشور چین، سدیم و پتاسیم به روش شعله سنج

نتایج و بحث

آزمایش اول

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد روش کاشت تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک ریشه، درصد قند قابل استحصال، درصد قند، وزن ریشه، طول ریشه، وزن تر برگ، عملکرد ریشه، عملکرد شکر داشت (جداول ۳ و ۴). بین ارقام مورد بررسی از نظر صفات ماده خشک ریشه، درصد قند قابل

استحصال، ضریب قلیائیت، مقدار نیتروژن آمینه، وزن ریشه، وزن تر برگ، تعداد برگ، عملکرد ریشه و عملکرد شکر تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود داشت. با این وجود، درصد قند ملاس، ضریب استحصال، ضریب قلیائیت، میزان سدیم و پتاسیم، تعداد برگ در بوته و وزن طوقه تحت تأثیر هیچ‌یک از فاکتورهای موردبررسی قرار نگرفتند و در بین صفات مورد مطالعه فقط صفت طول ریشه تحت تأثیر اثر متقابل روش کاشت در رقم قرار گرفت (جداول ۳ و ۴).

جدول ۳ مقادیر میانگین مربعات برخی صفات کمی و کیفی ارقام چغندر قند مورد مطالعه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ماده خشک ریشه	درصد قند ملاس	ضریب استحصال	درصد قند قابل استحصال	ضریب قلیائیت	نیتروژن مضره	پتاسیم	سدیم
تکرار	۳	۱۰/۳۴**	۰/۰۰۸ ^{ns}	۴۰/۵۴ ^{ns}	۱۵۲۷/۱۳ ^{ns}	۶/۷۲**	۰/۰۴۷**	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}
روش کاشت	۱	۳/۹۱*	۰/۰۰۱ ^{ns}	۳۲/۰۷ ^{ns}	۳۲۸۵**	۰/۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
ارقام	۲	۲/۴۲*	۰/۰۳۱ ^{ns}	۳۲/۵۱ ^{ns}	۴۳۲/۳۵**	۲/۳۸ ^{ns}	۰/۰۲۳*	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}
ارقام × روش کاشت	۲	۰/۱۹۸ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۳۹/۲۸ ^{ns}	۸۱/۷۹ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}
خطا	۱۵	۰/۷۸۲	۰/۴۱	۲۴/۶۴	۵۶/۷۰	۰/۶۴۳	۰/۰۰۷	۰/۱۸۴	۰/۰۴
CV%		۳/۲۸	۱۲/۷۹	۵/۷۲	۱۹/۹۲	۱۰/۷۲	۱۱/۴۲	۱۰/۴۶	۱۷/۳۹

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۴ مقادیر میانگین مربعات برخی صفات مورد مطالعه در آزمایش حاضر.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		متوسط وزن ریشه	طول ریشه	وزن تر برگ	تعداد برگ	وزن طوقه	عملکرد ریشه	عملکرد شکر
تکرار	۳	۰/۰۳۱ ^{ns}	۵۱/۸۹**	۹۰۶/۲ ^{ns}	۲/۵۵ ^{ns}	۵/۱۶ ^{ns}	۴۷۲/۵ ^{ns}	۱۵/۳۰ ^{ns}
روش کاشت	۱	۰/۱۸۰**	۹/۷**	۴۸۶۹*	۱/۷۰ ^{ns}	۳۲/۵۷ ^{ns}	۹۰۰/۱۳*	۵۸/۶۴*
ارقام	۲	۰/۰۶*	۱/۱۶ ^{ns}	۱۱۱۵۲/۳**	۷/۷*	۶۵/۲۸ ^{ns}	۱۲۴۵/۵۹*	۶۲/۱۳*
ارقام × روش کاشت	۲	۰/۰۲ ^{ns}	۱۰۵/۲۳**	۱۰۲/۴ ^{ns}	۱۲/۴ ^{ns}	۱۹۱/۰۷ ^{ns}	۵۴۱/۸ ^{ns}	۵/۹۷ ^{ns}
خطا	۱۵	۰/۰۱۴	۷/۸۴	۷۱۸/۸۶	۵/۸۶	۷۳/۶۷	۲۷۸۹/۸	۱۷/۷۷
CV%		۲۰/۱۷	۶/۷۲	۲۳/۸۰	۸/۵۲	۲۴/۳	۱۸/۹۰	۲۲/۱۰

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ماده خشک ریشه

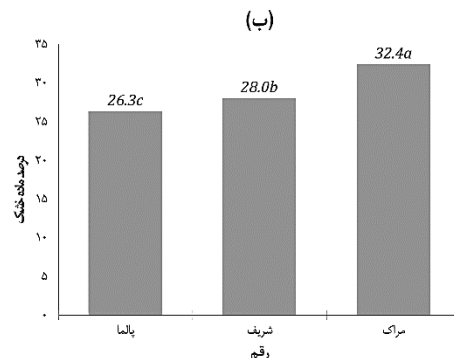
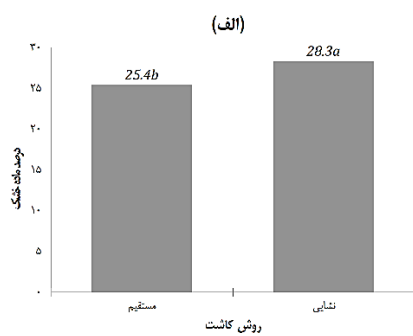
اثرات اصلی روش کاشت و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر ماده خشک ریشه معنی‌دار شد (جدول ۳). تجزیه واریانس نشان داد بین روش‌های کاشت مستقیم و نشایی تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد به‌طوری‌که کاشت نشایی منجر به افزایش درصد ماده خشک ریشه در مقایسه با کاشت مستقیم

شد. درصد ماده خشک ریشه از ۲۵/۴ درصد در کاشت مستقیم به ۲۸/۳ درصد در کاشت نشایی افزایش پیدا کرد، همچنین نتایج اثر رقم بر درصد ماده خشک ریشه چغندر قند نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه، بیشترین (۳۲/۴ درصد) و کمترین (۲۶/۳ درصد) ماده خشک ریشه به ترتیب از ارقام مراک و پالما به دست آمد (شکل ۱).

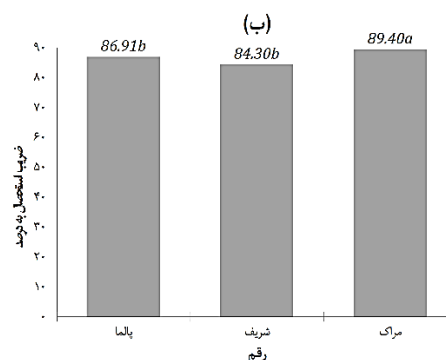
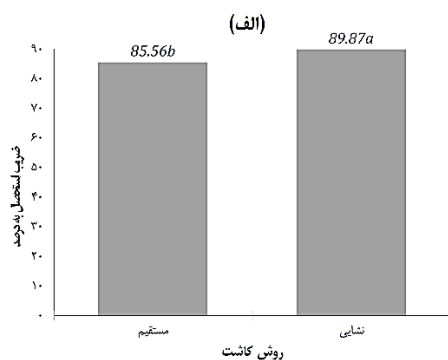
ضریب استحصال

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار روش کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد بر ضریب استحصال بود ولی اثر متقابل روش کاشت در رقم بر آن معنی‌دار

نشد (جدول ۳). نتایج نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین روش‌های کاشت و ارقام مورد بررسی بود (شکل ۲). به‌طوری‌که بالاترین ضریب استحصال در بین روش‌های کاشت از روش کاشت نشائی و در بین ارقام مورد بررسی از رقم مراک به دست آمد (شکل ۲ الف و ب).



شکل ۱ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر درصد ماده خشک ریشه. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست).



شکل ۲ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر ضریب قند قابل استحصال. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست).

متوسط وزن ریشه

در بین اثرات مورد مطالعه فقط اثر روش کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثر رقم در سطح احتمال پنج درصد بر میزان این صفت معنی‌دار شد و اثر متقابل روش کاشت در رقم بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که کاشت نشائی در مقایسه با کاشت مستقیم موجب افزایش متوسط وزن ریشه شده به نحوی که از ۴۹۵ گرم در کاشت

میزان نیتروژن آمینه ریشه

نتایج اثر اصلی رقم نشان داد که بیشترین و کمترین میزان نیتروژن ریشه به ترتیب از ارقام مراک و شریف به دست آمد (شکل ۳).

درصد قند ریشه

در بین روش‌های کاشت، بیشترین درصد قند ریشه از روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۴).

در رقم بر میزان این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). در بین روش‌های کاشت، بیشترین عملکرد ریشه از کاشت نشایی حاصل شد به‌طوری‌که عملکرد ریشه ۸۲/۴۱ تن در هکتار از روش کاشت مستقیم به ۹۴/۶۶ تن در هکتار در روش کشت نشایی افزایش یافت و در بین ارقام، رقم مراک با ۱۰۲/۵۴ تن در هکتار بیشترین و رقم پالما با ۷۸/۶ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را داشتند (شکل ۸ الف و ب).

عملکرد قند

اثر روش کاشت (جدول ۴) بر عملکرد قند چغندر قند معنی‌دار شد که در کاشت نشایی عملکرد شکر به‌طور معنی‌داری بیش از کاشت مستقیم بوده و از ۱۵/۱۶ تن در هکتار به ۱۸/۲۹ تن در هکتار افزایش پیدا کرد و در بین ارقام، رقم مراک با تولید ۱۹/۹ تن شکر در هکتار بیشترین و پالما با تولید ۱۳/۹ تن شکر در هکتار کمترین عملکرد شکر را به خود اختصاص دادند (شکل ۹ الف و ب).

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب تنها تحت تأثیر روش کاشت در سطح پنج درصد قرار گرفت و بین ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر کارایی مصرف آب وجود نداشت (جدول ۴). کاشت نشایی تا تقریباً دو برابر کارایی مصرف آب را افزایش داد. به‌طوری‌که کارایی مصرف آب از ۰/۸۷ کیلوگرم شکر در مترمکعب با کشت مستقیم به ۱/۵ کیلوگرم در مترمکعب با کشت نشایی افزایش یافت (شکل ۱۰).

مستقیم به ۶۶۷ گرم در کاشت نشایی افزایش یافت (شکل ۵ الف). در بین ارقام نیز، رقم مراک با وزن ریشه ۶۸۴ گرم وزن، دارای بیشترین وزن ریشه بوده و تفاوت معنی‌داری بین رقم شریف و پالما از نظر این صفت مشاهده نشد (شکل ۵ ب).

طول ریشه

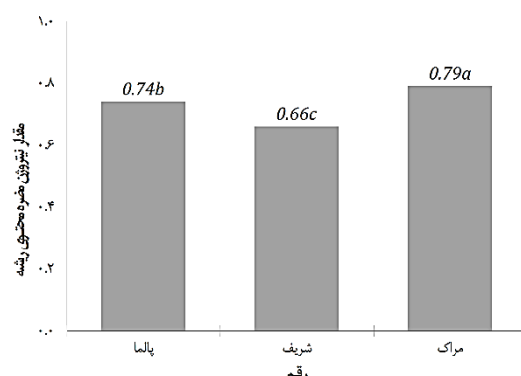
طول ریشه تحت تأثیر اثرات معنی‌دار روش کاشت و اثر متقابل روش کاشت در رقم در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت، اما اثر اصلی رقم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). نتایج اثر متقابل روش کاشت در رقم نشان داد که بیشترین طول ریشه از رقم مراک در کاشت نشانی به دست آمد و همین رقم در شرایط کاشت مستقیم کمترین طول ریشه را دارا بود که نشان از برتری روش کاشت نشانی داشت (شکل ۶).

وزن تر برگ

وزن تر برگ تحت تأثیر روش کاشت در سطح پنج درصد و ارقام مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). کاشت نشایی به‌طور چشمگیری وزن برگ در بوته را از ۷۹/۷ گرم به ۱۰۸/۲۵ گرم افزایش داد. در بین ارقام، رقم مراک با وزن تر برگ ۸۰/۹ گرم در مقایسه با رقم پالما و شریف، از وزن برگ بیشتری برخوردار بود. تفاوت معنی‌داری بین دو رقم پالما و شریف مشاهده نشد (شکل ۷ الف و ب).

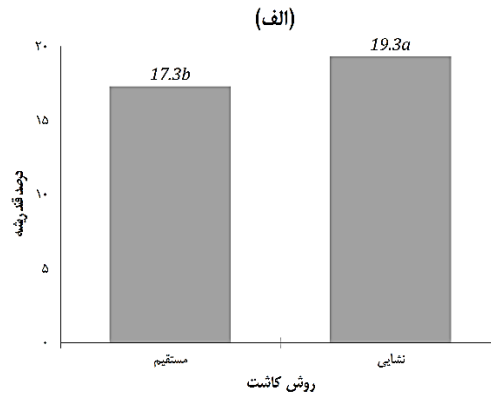
عملکرد ریشه

عملکرد ریشه تحت تأثیر اثرات اصلی روش کاشت و رقم در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت و اثر متقابل روش کاشت



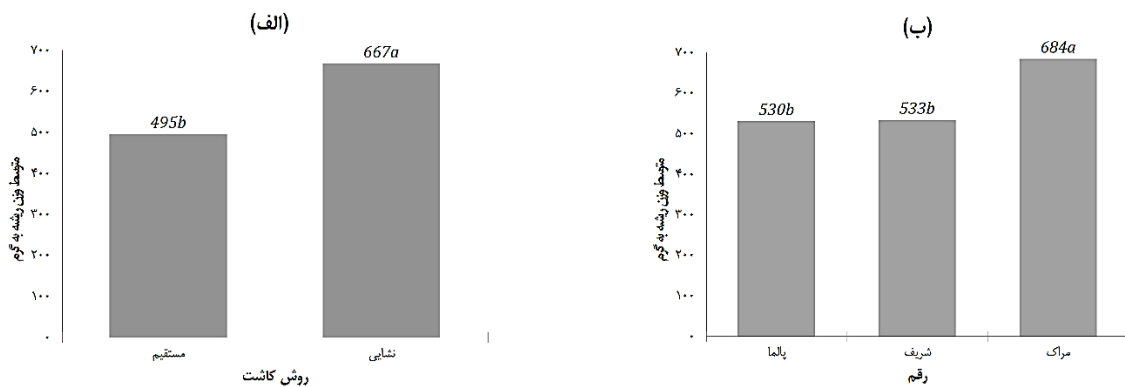
شکل ۳ اثر اصلی رقم بر میزان نیتروژن.

(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



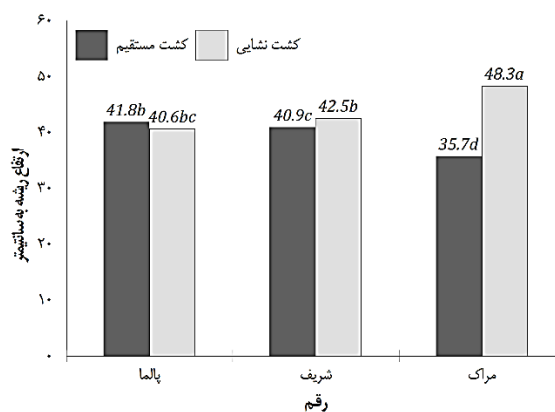
شکل ۴ اثر اصلی روش کاشت بر درصد قند ریشه.

اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.



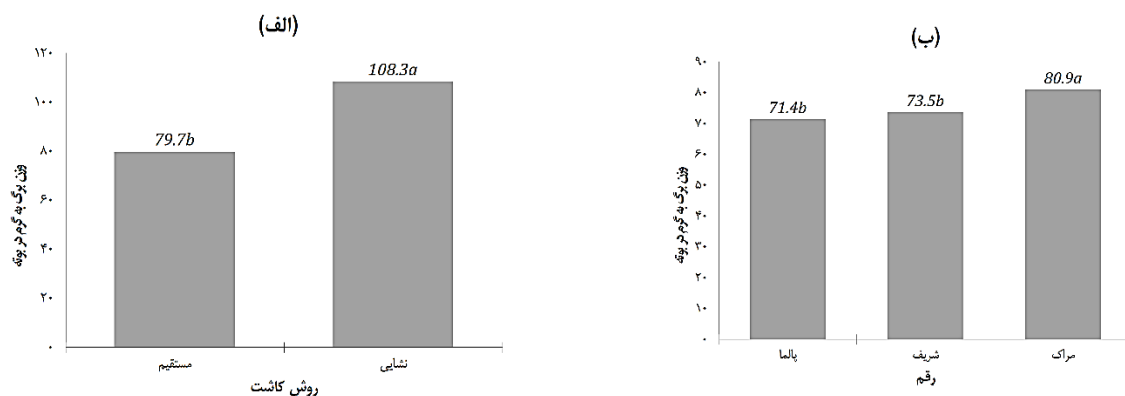
شکل ۵- اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر متوسط وزن ریشه (گرم).

(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)

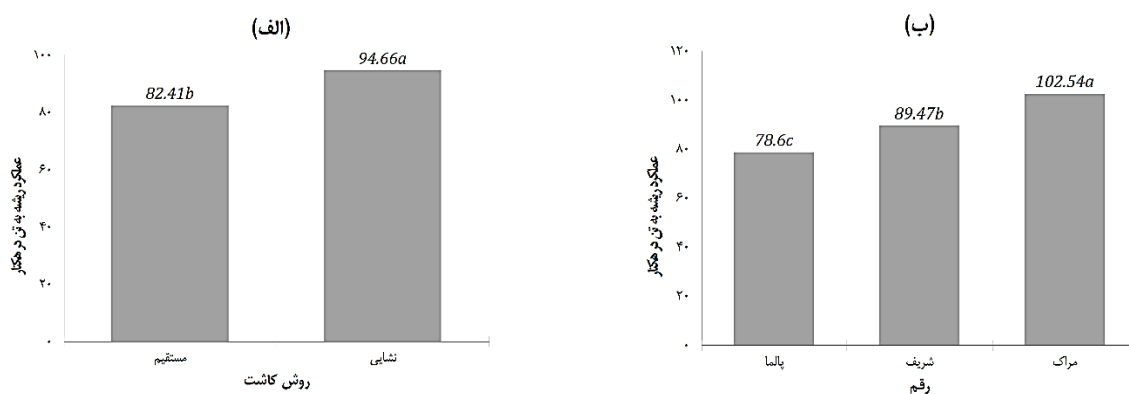


شکل ۶ اثر متقابل روش کاشت در رقم بر طول ریشه (سانتی‌متر).

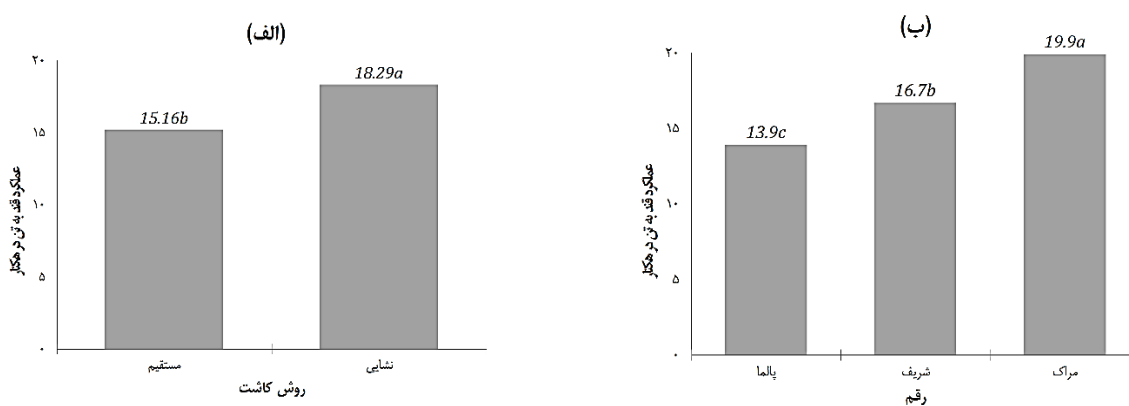
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



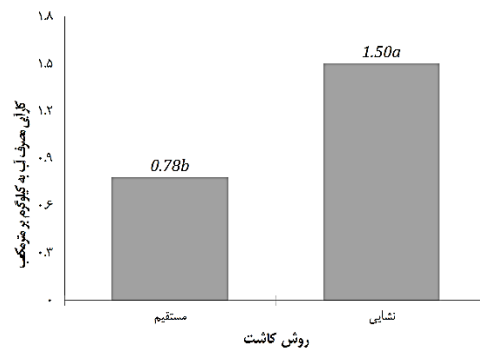
شکل ۷ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر وزن برگ بوته (گرم).
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۸ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر عملکرد ریشه (تن در هکتار).
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۹ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر عملکرد شکر (تن در هکتار).
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۱۰ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر عملکرد شکر (تن در هکتار).

(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)

بحث

تحت تنش خشکی، اندازه اندام‌های هوایی گیاه محدود شده و به همین دلیل است که موجب کاهش وزن خشک تولیدشده در گیاه می‌شود (Ashraf and Foolad 2007). همچنین در شرایط تنش خشکی رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌شود (Mandal et al. 2008) و متعاقب با کاهش سطح برگ، جذب نور توسط گیاه کاهش یافته و نهایتاً میزان کل فتوسنتز در گیاه نیز کاهش پیدا می‌کند و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و نهایتاً عملکرد آن کاهش پیدا می‌کند (Ashraf and Foolad 2007). طی سال‌های اخیر، محدودیت منابع آب آبیاری در بسیاری از مناطق کشاورزی کشور یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بخش کشاورزی شده و این مسئله با توجه به بروز خشکسالی‌های پی‌درپی و برداشت بیش از اندازه از منابع آب‌های زیرزمینی، در برخی از مناطق به مرحله بحران رسیده است. لذا در تولید محصولات کشاورزی، به‌کارگیری هر روشی که منجر به کاهش میزان مصرف آب آبیاری شود و یافتن ارقام مقاوم در برابر کمبود آب امری لازم و ضروری است. در همین ارتباط یکی از روش‌های کاشت که می‌تواند در کاهش مصرف آب آبیاری مؤثر باشد، استفاده از تکنیک کشت نشایی محصولات زراعی و باغی است (Karbalaei et al. 2012).

نتایج آزمایش نشان داد که کاشت به شیوه نشایی در مقایسه با کاشت مستقیم سبب بهبود و افزایش معنی‌دار ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، درصد قند، وزن ریشه، طول ریشه، وزن تر برگ، عملکرد ریشه و عملکرد شکر شد که با نتایج تراساوا و اسکی (Terasawa and Osaki 2009) هم‌راستا بود. کاربرد نظام کاشت نشائی باعث افزایش عملکرد چغندر قند می‌شود به‌طور کلی روش کاشت نشائی، مدت‌زمان بیشتری را برای تولید ریشه و ماده‌سازی در اختیار بوته قرار می‌دهد و باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه می‌گردد (Tarkalson and King 2017). در بین ارقام مورد مطالعه، رقم مراک با دارا بودن ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، وزن ریشه، وزن تر برگ، تعداد برگ، عملکرد ریشه و عملکرد شکر در مقایسه با دو رقم شریف و پالما به‌عنوان رقم برتر شناسایی و معرفی می‌گردد. به‌طور کلی، کاشت به‌صورت نشا نقش مؤثری در بهبود استفاده از نهاده‌های کشاورزی از جمله بذر در واحد سطح و کاهش هزینه‌های تولید به دلیل کاهش دوره رشد، می‌گردد. همچنین بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن به دلیل شرایط بهینه محیطی امکان رشد مطلوب‌تر و یکنواخت‌تری فراهم کرده و سبب استفاده بهینه از شرایط محیطی مطلوب در اوایل دوره رشد و عدم نیاز به تنک کردن می‌گردد. نشاکاری می‌تواند عملکرد گیاهان نشایی را به بالاترین سطح بازدهی و نیز بیشترین عملکرد رساند.

آزمایش دوم

نتایج جداول تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تنش خشکی بر ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، درصد قند قابل استحصال، میزان پتاسیم، سدیم ریشه، درصد قند، وزن ریشه، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد شکر و کارایی مصرف آب بود. روش کاشت نیز تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک ریشه، درصد قند، وزن ریشه، ارتفاع بوته، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد شکر داشت و اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت تنها بر طول ریشه معنی‌دار گردید (جداول ۵ و ۶).

متأسفانه ایران با بحران جدی کمبود آب مخصوصاً در سال‌های اخیر مواجه است و به‌طور متوسط ۸۰ تا ۹۲ درصد از منابع آب در بخش کشاورزی استفاده می‌شود؛ بنابراین موضوع مدیریت آب در کشور باید در بخش کشاورزی تمرکز پیدا کند. استراتژی‌های مختلفی برای افزایش بهره‌وری مصرف آب وجود دارد که نشاکاری به‌ویژه در محصولات زراعی مهم مانند چغندر قند می‌تواند مؤثر باشد. نتایج نشان داد کاشت نشایی علاوه بر بهبود صفات مختلف در چغندر قند، عملکرد شکر را افزایش می‌دهد. در بین ارقام، رقم مراک بیشترین عملکرد شکر را به خود اختصاص داد.

جدول ۵ مقادیر میانگین مربعات برخی صفات کمی و کیفی ارقام چغندر قند در آزمایش دوم.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ماده خشک ریشه	درصد قند ملاس	درصد قند استحصال	ضریب استحصال	درصد قند قابل استحصال	ضریب قلیائیت	میزان نیتروژن	میزان پتاسیم
تکرار	۳	۴/۵۳ ^{NS}	۰/۰۲۰ ^{NS}	۱۴۹/۵ ^{NS}	۱۴۹/۵ ^{NS}	۱/۹۶ ^{NS}	۱/۱۶ ^{NS}	۰/۰۱۳ ^{NS}	۰/۰۷ ^{NS}
تنش خشکی	۲	۹/۲۹*	۰/۰۹ ^{NS}	۴۰۷/۰۶*	۴۰۷/۰۶*	۷/۷۲*	۰/۴۵ ^{NS}	۰/۰۱۰ ^{NS}	۱/۰۷*
روش کاشت	۱	۵/۹۵*	۰/۰۴ ^{NS}	۳۰۲/۳ ^{NS}	۳۰۲/۳ ^{NS}	۰/۱۳ ^{NS}	۰/۰۲ ^{NS}	۰/۰۰۰ ^{NS}	۰/۱۰ ^{NS}
تنش × روش کاشت	۲	۳/۵۵ ^{NS}	۰/۵۲ ^{NS}	۳۱۵/۶ ^{NS}	۳۱۵/۶ ^{NS}	۰/۰۴ ^{NS}	۰/۵۶ ^{NS}	۰/۰۲۳ ^{NS}	۰/۳۹ ^{NS}
خطا	۱۵	۲/۱۳	۰/۰۷	۱۸۴/۸۱	۱۸۴/۸۱	۱/۳۹	۲/۴۶	۰/۰۳۱	۰/۳۱
CV%		۵/۵۷	۱۸/۲۱	۱۶/۱۵	۱۶/۱۵	۶/۹۹	۲۱/۶۴	۲۴/۰۲	۱۳/۵۳

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

جدول ۶ مقادیر میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی صفات کمی در آزمایش دوم.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن ریشه	طول ریشه	وزن تر برگ	تعداد برگ	وزن طوقه	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	کارایی مصرف آب
تکرار	۳	۰/۰۲۷ ^{NS}	۷۱/۳۷*	۲۵۴۳ ^{NS}	۲/۶۹ ^{NS}	۱۸/۵۲ ^{NS}	۱۱/۷۳ ^{NS}	۰/۵۷ ^{NS}	۱/۵۲ ^{NS}
تنش خشکی	۲	۰/۵۶۳**	۱۸/۲۹ ^{NS}	۳۵۰۶*	۱۱/۳۳ ^{NS}	۸۲/۴*	۱۴۳/۸۳*	۲۶/۱۴**	۴/۱۴**
روش کاشت	۱	۰/۴۵۱**	۳۳/۴۰*	۲۱۰۶ ^{NS}	۵/۸۰ ^{NS}	۹۰/۵۳۵**	۳۰۹/۷۰**	۲۵/۶۲**	۵/۲۱**
تنش × روش کاشت	۲	۰/۱۵۲ ^{NS}	۹۸/۱۴**	۱۲۱۳ ^{NS}	۱۸/۳۵ ^{NS}	۵۴/۰۶ ^{NS}	۵۰/۹۲ ^{NS}	۱۰/۵۱ ^{NS}	۰/۰۲ ^{NS}
خطا	۱۵	۰/۱۱۱	۱۴/۸۰	۱۰۱۴	۲۴/۵۵	۴۱/۸۱	۵۲/۴۰	۱۰/۰۲	۰/۹۸
CV%		۱۴/۵۶	۱۰/۲۴	۱۳/۴	۱۷/۵۸	۲۲/۱۸	۲۱/۹۱	۲۳/۲۰	۱۹/۳۴

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

ماده خشک ریشه

اعمال تنش خشکی به‌صورت تنش شدید، موجب افزایش معنی‌دار درصد ماده خشک در مقایسه با تنش ضعیف شد.

به‌طوری‌که درصد ماده خشک از ۲۰ درصد در سطح پایین تنش به ۲۵/۷ درصد در تنش شدید افزایش یافت؛ اما به تشدید تنش به دلیل اینکه گیاه برای بقا انرژی بیشتری صرف می‌کند، لذا از

تنش خشکی گیاهان با ذخیره مواد تنظیم‌کننده اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون‌های معدنی سعی در تغلیظ شیره سلولی دارند تا پتانسیل آب منفی را ایجاد کرده و از این طریق به مقابله با تنش بپردازند (Nyakan and Ghorbanly 2007) از این‌رو میزان ترکیبات قندی گیاهان تحت تنش خشکی افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد بین روش‌های کاشت از لحاظ درصد قند تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت و بیشترین درصد قند از روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۱۴ الف و ب).

وزن ریشه

وزن ریشه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و روش کاشت در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۶). اعمال تنش خشکی به‌صورت شدید وزن ریشه را به‌شدت کاهش داد به‌طوری‌که وزن ریشه از ۶۳۰ و ۶۰۴ گرم در تنش ضعیف و متوسط، به ۴۴۰ گرم در تنش شدید کاهش یافت. همچنین کشت نشائی در مقایسه با کشت مستقیم تأثیر زیادی بر افزایش وزن ریشه داشت. به‌طوری‌که وزن ریشه از ۴۵۰ به ۵۵۸ گرم در کشت نشائی افزایش یافت (شکل ۱۵ الف و ب).

طول ریشه

علاوه بر اثرات معنی‌دار تنش خشکی و روش کاشت، اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت نیز بر طول ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت نشان داد که بیشترین کمترین طول ریشه به ترتیب از تیمارهای پایین‌ترین سطح تنش خشکی (تنش خشکی ضعیف) در روش کاشت مستقیم و تیمار بالاترین سطح تنش خشکی (تنش شدید) در روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۱۶).

وزن تر برگ

این صفت تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی در سطح پنج درصد قرار گرفت (جدول ۶). با افزایش سطوح تنش

میزان ماده سازی و تولید خود کاسته که منجر به کاهش ماده خشک ریشه می‌گردد. تفاوت معنی‌داری بین سطح تنش متوسط و ملایم مشاهده نگردید. در بین روش‌های کاشت، کاشت نشائی در مقایسه با کشت مستقیم، درصد ماده خشک بیشتری را دارا بود (شکل ۱۱ الف و ب).

ضریب و درصد قند قابل استحصال

ضریب و درصد قند قابل استحصال با افزایش شدت تنش افزایش یافتند و بیشترین مقدار آن در تنش متوسط مشاهده شد. ضریب استحصال در تنش ملایم ۷۷/۲۶ بوده که به ۹۳/۹ در تنش متوسط رسید. همچنین درصد قند قابل استحصال از ۱۶/۲۷ درصد در تنش ملایم به ۱۸ درصد در تنش متوسط افزایش یافت. با افزایش سطح تنش خشکی (تنش شدید) ضریب و درصد قند قابل استحصال کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین درصد قند قابل استحصال در تنش ضعیف و شدید مشاهده نگردید (شکل ۱۲ الف و ب).

ناخالصی‌های ریشه

مقایسه میانگین نشان داد که با شدت یافتن تنش خشکی، میزان پتاسیم ریشه کاهش و میزان سدیم آن افزایش پیدا کرد. به‌طوری‌که میزان پتاسیم از ۴/۸ میلی‌مول در پایین‌ترین سطح تنش به ۳/۳۴ میلی‌مول در بالاترین سطح تنش افزایش و میزان سدیم از ۱/۰۱ میلی‌مول در تنش ضعیف به ۱/۷۸ میلی‌مول در تنش شدید افزایش یافت (شکل ۱۳ الف و ب). تفاوت معنی‌داری بین میزان پتاسیم در سطح تنش متوسط و ضعیف وجود نداشت. پتاسیم نقش مهمی در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ایفا می‌کند و به نظر می‌رسد که توانایی گیاه برای حفظ نسبت بالای پتاسیم به سدیم سیتوسولی برای تحمل گیاه حیاتی باشد (Shabala and Cuin 2008).

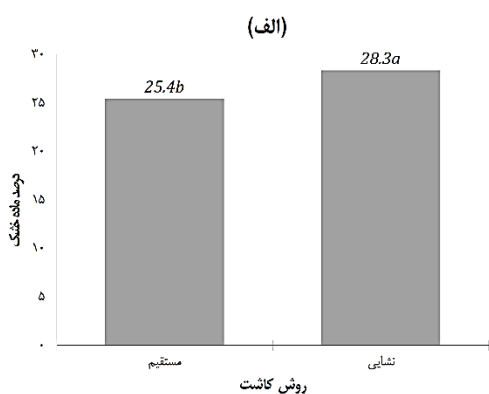
درصد قند

نتایج حاصل از اثر اصلی تنش خشکی نشان داد با افزایش سطح تنش درصد قند ریشه افزایش یافت و از ۱۶/۹۹ درصد در تنش ضعیف به ۲۰/۲۰ درصد در تنش شدید رسید. طی بروز

خشکی و روش کاشت در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تنش ضعیف و ملایم بیشترین عملکرد ریشه حاصل شده و با افزایش سطح تنش، عملکرد ریشه کاهش معنی‌داری یافت. به‌طوری‌که از ۸۰/۹۲ و ۷۸/۱۴ تن در هکتار به ۶۰/۲۹ تن در هکتار رسید. همچنین بیشترین عملکرد قند از تنش متوسط یعنی آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به میزان ۱۴/۰۶ تن حاصل شد و تفاوت معنی‌داری بین عملکرد قند در تنش متوسط و ضعیف مشاهده نگردید. در بین روش‌های کاشت بیشترین عملکرد ریشه و شکر از روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۱۹ الف، ب، ج و د).

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب متأثر از تنش خشکی و روش کاشت در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر کارایی مصرف آب چغندر قند نشان داد که آبیاری در شرایط ۷۰ درصد نیاز گیاه (تنش متوسط) منجر به حصول بیشترین کارایی مصرف آب شده و اعمال تنش شدید، کارایی مصرف آب را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. همچنین با کشت نشایی در چغندر قند، کارایی مصرف آب به حدود دو برابر بهبود یافت (شکل ۲۰ الف و ب).



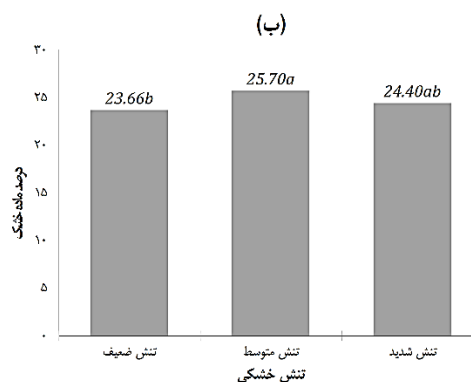
خشکی، وزن تر برگ از ۲۵۹/۸ گرم در تنش ضعیف به ۲۰۵/۱۴ گرم در تنش شدید کاهش یافت. اعمال تنش متوسط هر چند که توانست وزن برگ تر را کاهش دهد اما تفاوت معنی‌داری بین این سطح با تنش ضعیف وجود نداشت (شکل ۱۷). از آنجایی که تعداد برگ در بوته تحت تأثیر تنش قرار نگرفته است (جدول ۶)، این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش سطح برگ باشد چرا که توسعه سطح برگ به محض وقوع کم‌آبی کاهش می‌یابد و به‌موازات آن سطح تعرق کاهش پیدا می‌کند.

وزن طوقه

وزن طوقه تحت تأثیر تنش خشکی (در سطح احتمال پنج درصد) و روش کاشت (در سطح احتمال یک درصد) قرار گرفت (جدول ۶). نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین وزن طوقه از تنش متوسط حاصل شده و با افزایش سطح تنش خشکی وزن طوقه کاهش یافت. همچنین کشت نشایی تأثیر مثبتی بر وزن طوقه داشت و با کشت چغندر قند به روش نشایی وزن طوقه افزایش یافت (شکل ۱۸ الف و ب).

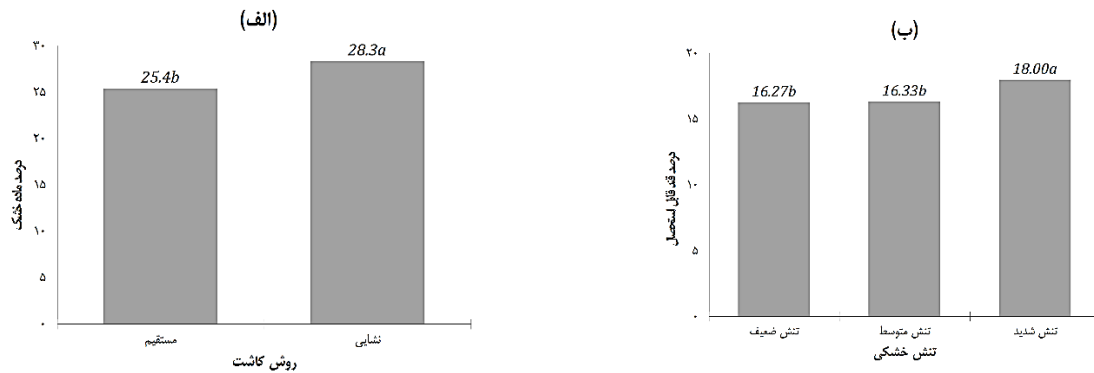
عملکرد ریشه و قند

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تنش خشکی و روش کاشت به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد بر عملکرد ریشه می‌باشد و عملکرد شکر نیز متأثر از تنش

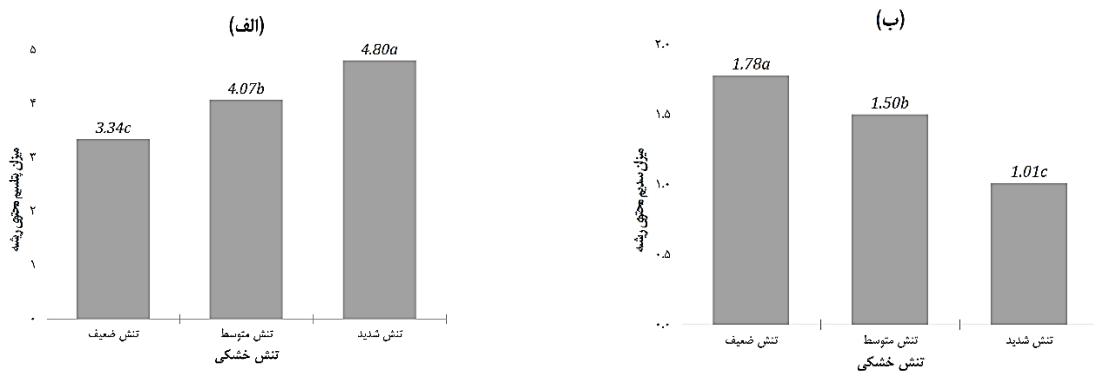


شکل ۱۱ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر درصد ماده خشک.

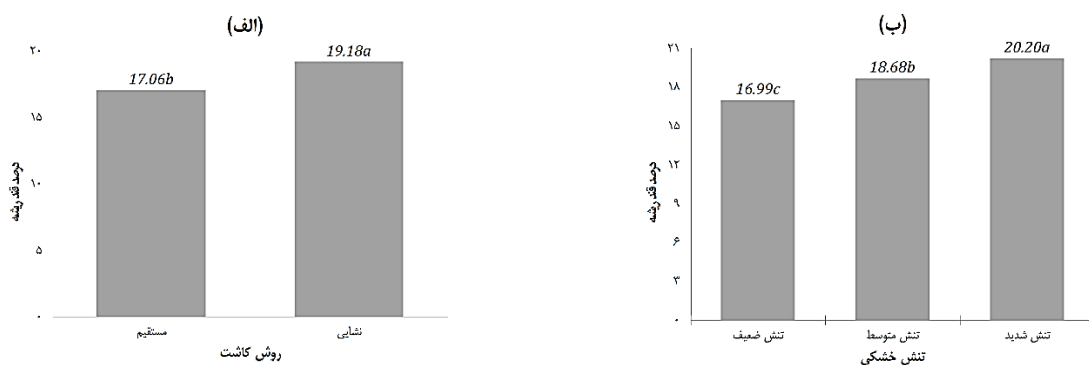
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست).



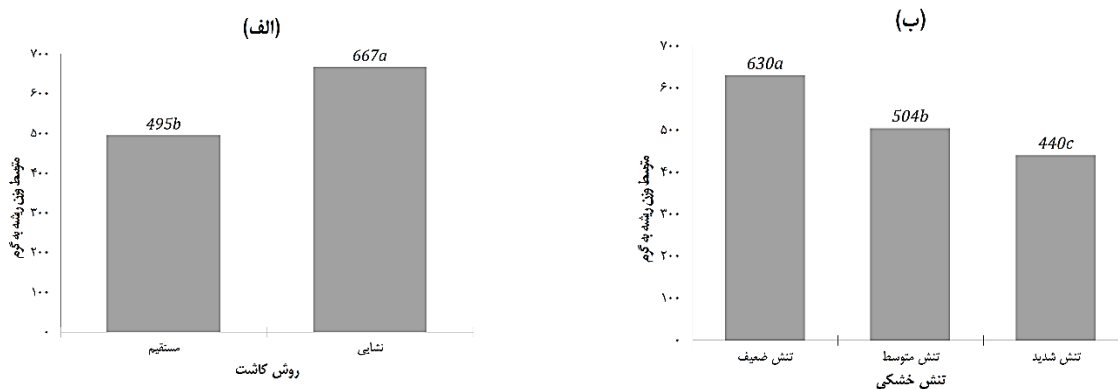
شکل ۱۲ اثرات اصلی تنش خشکی بر ضریب استحصال (الف) و درصد قند قابل استحصال (ب).
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



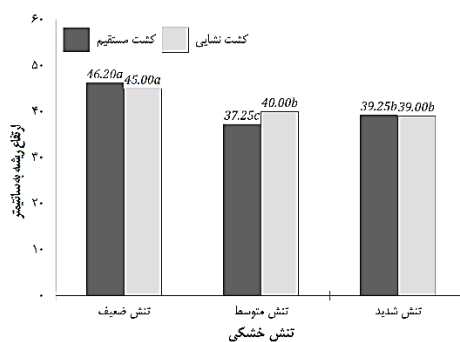
شکل ۱۳ اثرات اصلی تنش خشکی بر میزان پتاسیم (میلی‌مول در ۱۰۰ گرم) (الف) و بر میزان سدیم (میلی‌مول در ۱۰۰ گرم) (ب).
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



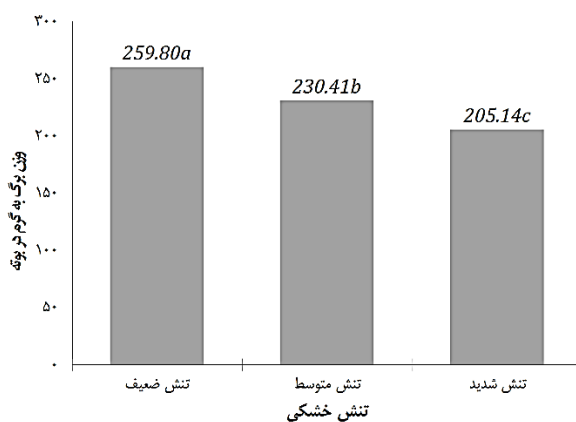
شکل ۱۴ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر درصد قند.
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



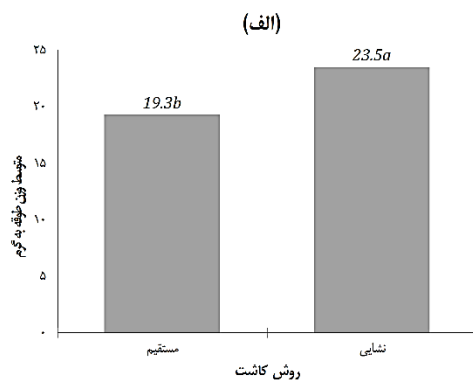
شکل ۱۵ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر متوسط وزن ریشه. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



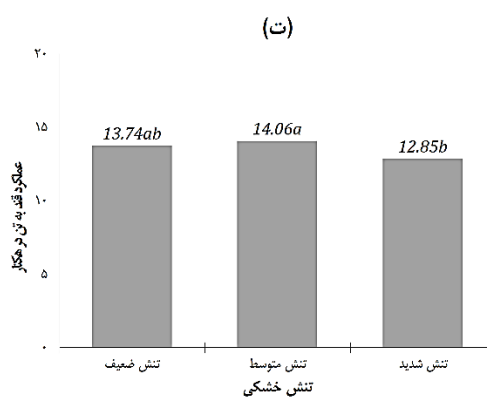
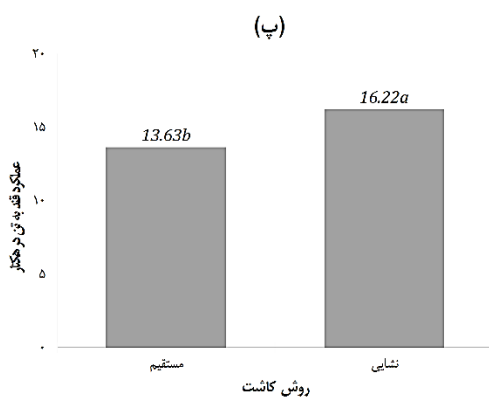
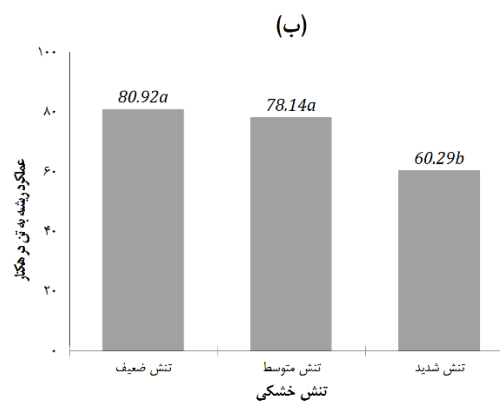
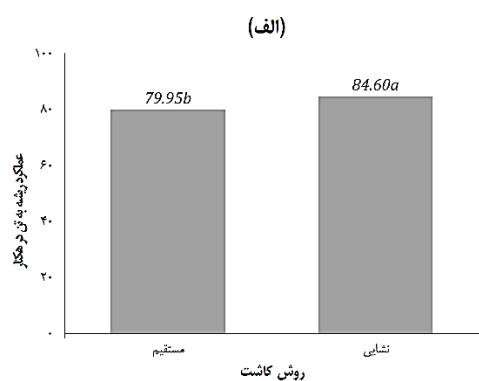
شکل ۱۶ اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت بر متوسط طول ریشه (سانتی‌متر). (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



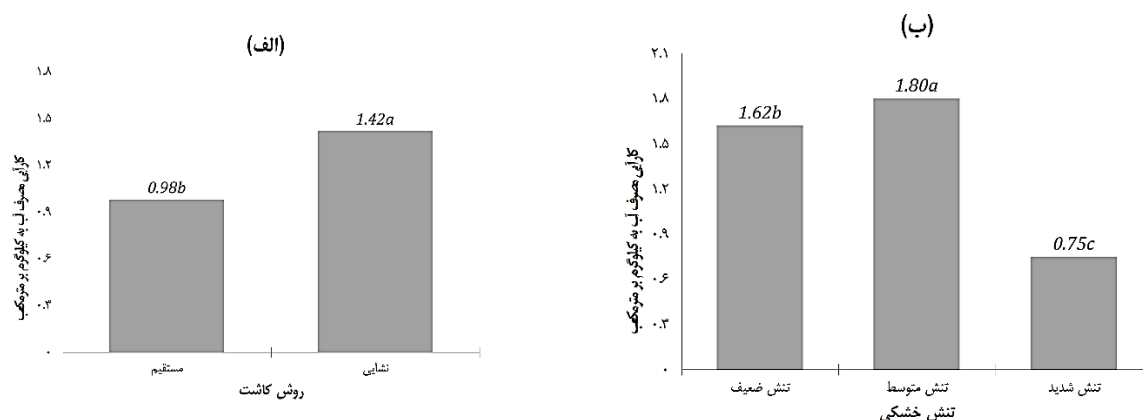
شکل ۱۷ اثر اصلی تنش خشکی بر متوسط وزن تر برگ (گرم). (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۱۸ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر متوسط وزن طوقه. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۱۹ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر عملکرد ریشه و اثرات تنش خشکی (ج) و روش کاشت (د) بر عملکرد شکر. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۲۰ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر کارایی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب).
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)

بحث

بهترین عامل‌های بررسی میزان تحمل معرفی کرد (Munns)

and James 2003). گزارش شده است که تجمع سدیم در بافت گیاهی به علت جذب بیشتر سدیم توسط ریشه و تخلیه بیشتر از آوند چوب به برگ است و در واقع گیاه با جذب سدیم بیشتر تعادل اسمزی را انجام می‌دهد که باعث می‌شود گیاه آب بیشتری را جذب کند (Munns and James 2003). همچنین قندهای محلول به عنوان تنظیم‌کننده اسمزی، ثبات دهنده غشاهای سلولی و حفظ‌کننده تورژسانس سلول‌ها، عمل می‌کنند. در حقیقت، در گیاهانی که قندهای محلول در پاسخ به تنش خشکی تجمع می‌یابند، تنظیم اسمزی بهتر صورت می‌گیرد (Salma et al. 2007). به طور کلی یکی از واکنش‌های درونی گیاه چغندر قند به کمبود آب علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه و انباشتن قندهای محلول (ساکارز و فروکتوز) به عنوان تنظیم‌کننده اسمزی گیاهان مختلف در مقابله با اثرات ناشی از تنش می‌باشد (Nykan and Ghorbanly 2007).

در واقع تنش خشکی منجر به کاهش آماس و رشد سلولی شده و از این طریق منجر به کاهش وزن اندام‌های رویشی و ریشه چغندر قند می‌گردد. مطالعات نشان می‌دهد که تنش خشکی سبب کوچک‌تر شدن سلول‌ها و کاهش تعداد سلول‌های تولیدی به وسیله مریستم‌ها می‌شود (Tardieu et al. 2000) و از این طریق تولید گیاه را کاهش می‌دهد. از آنجا که رشد سلول وابسته به آماس سلول است، بنابراین تحت شرایط تنش خشکی که

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، درصد قند قابل استحصال، میزان پتاسیم، سدیم ریشه، درصد قند، وزن ریشه، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد قند و کارایی مصرف آب داشت. اعمال تنش خشکی به صورت تنش شدید، موجب افزایش معنی‌دار درصد ماده خشک در مقایسه با تنش ضعیف گردید. می‌توان بیان کرد علت افزایش درصد ماده خشک ناشی از اعمال تنش خشکی، کاهش پتانسیل آب اطراف ریشه و کمبود آب در دسترس گیاه است که در نتیجه آن آب کمتری به بافت‌های زنده گیاه هدایت و درصد ماده خشک ریشه‌ها افزایش می‌یابد. پژوهش‌های متعددی مؤید این مطلب است که با کاهش میزان آبیاری و اعمال تنش خشکی، ضمن کاهش عملکرد، درصد ماده خشک ریشه‌ها افزایش می‌یابد و نتایج این تحقیق با نتایج ایاز و کورکو (Ayas and Korukcu 2010) و اسکندری و همکاران (Eskandari et al. 2011) هم‌راستا می‌باشد. کاهش پتاسیم در تنش شدید در ارتباط با کاهش آب خاک است که منجر به کاهش جریان این عنصر به همراه برخی دیگر از عناصر از خاک به گیاه شده و جذب آن‌ها کاهش می‌یابد (Heydari and Rezapour 2011)؛ اما در مقابل، میزان سدیم در تنش خشکی شدید افزایش پیدا کرد و می‌توان میزان سدیم جذب شده را به دلیل اینکه کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد، یکی از

داشت را دارا می‌باشد. به‌طور کلی، نشاکاری می‌تواند گیاهانی با بالاترین سطح بازدهی و نیز بیشترین عملکرد تولید نماید (Zhang et al. 2007).

نتیجه‌گیری کلی

برنامه‌ریزی کم‌آبیاری یکی از مهم‌ترین ابزار بهینه‌سازی مصرف آب می‌باشد و نتایج نشان داد که کم‌آبیاری ضمن کاهش عملکرد ریشه، موجب افزایش برخی خصوصیات کیفی چغندر قند شده و تا حدودی کاهش عملکرد ریشه را جبران می‌نماید. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، هر چند زمان آبیاری بر اساس ۹۰ درصد نیاز آبی گیاه می‌تواند منجر به بهبود صفات کمی و کیفی در چغندر قند و افزایش عملکرد قند گردد، اما تفاوت معنی‌داری بین این سطح آبیاری با زمان آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز گیاه نداشت و همچنین آبیاری در زمان آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی منجر به حصول عملکرد ریشه و شکر بالا همراه با بهبود چشمگیر کارایی مصرف آب در رقم مراک گردید؛ بنابراین با توجه به کمبود منابع آب در کشور و همچنین مصادف شدن بخش عمده دوره رشد چغندر قند با ماه‌های گرم و خشک سال در استان کرمان، اعمال کم‌آبیاری در طول فصل رشد چغندر قند توصیه می‌شود. کاشت نشایی موجب بهبود عملکرد ریشه و قند گردید، بنابراین جهت حصول بیشترین عملکرد ریشه و شکر در رقم مورد مطالعه، کاشت به‌صورت نشایی همراه با آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی توصیه می‌گردد.

میزان آماس کاهش پیدا می‌کند، رشد سلولی کاهش یافته و متعاقب آن نیز عملکرد ریشه کاهش می‌یابد که در آزمایش حاضر بیشترین عملکرد ریشه و شکر، از تیمار تنش متوسط یعنی آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه حاصل گردید. همچنین بیشترین کارایی مصرف آب از تیمار تنش متوسط و کاشت نشایی به دست آمد. به نظر می‌رسد آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه، بهترین زمان برای حصول عملکرد بالا بوده که سبب صرفه‌جویی در مصرف آب نیز می‌گردد.

همچنین نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بین روش‌های کاشت (نشائی و مستقیم) اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری‌که بیشترین ماده خشک ریشه، درصد قند، وزن ریشه، ارتفاع بوته، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد شکر از کاشت نشائی به دست آمد. می‌توان بیان کرد که نشاکاری نقش مؤثری در بهبود استفاده از نهاده‌های کشاورزی مانند بذر در واحد سطح دارد. همچنین نشاکاری باعث کاهش دوره رشد و کمتر شدن زمان تولید گیاه شده و می‌تواند موجب افزایش کارایی استفاده از نهاده‌هایی مانند آب و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید شود. از طرف دیگر بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن به دلیل شرایط بهینه محیطی امکان مدیریت کشت و کار به نحو مطلوب‌تر و یکنواخت‌تر نشاها را دارد و به تولید ریشه بیشتر پس از انتقال و استقرار در محل اصلی منجر می‌گردد. در نتیجه رشد بیشتر گیاه حاصل شده و عدم نیاز به تنک کردن و بالا بردن عملکرد امکان کنترل بهتر شرایط محیطی در زمان جوانه‌زنی و سبز شدن و امکان کنترل بهتر در طی مراحل

References:

منابع مورد استفاده:

- Abedi T, Pakniyat H. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breed. 2012; 46: 27-34.
- Ashraf M, Foolad MR. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 2007; 59: 206-216.
- Ayas S, Korukcu A. Water-yield relationships in deficit irrigated potato. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University. 2010; 24(2): 23-26.

- Boureima S, Diouf M, Amoukou AI, Van DP. Screening for sources of tolerance to drought in sesame induced mutants: Assessment of indirect selection criteria for seed yield. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 2016; 4(1): 45-60.
- David Tarkalson D, Imad E, Werner B, Bradley A. Drought tolerance selection of sugar beet hybrids. *Journal of Sugar Beet Research*. 2014; 51: 1-2.
- Draycott AP. *Sugar beet*. Wiley-Blackwell Publishing. 2008.
- EL Sabagh A, Sorour S, Omar AE, Islam MS, Ueda A, Saneoka H, Barutçular C. Soybean (*Glycine Max* L.) growth enhancement under water stress conditions. *Int. Conference on Chemical, Agricultural and Biological Sciences (CABS)*. 2015; Sept. 4-5. Istanbul (Turkey).
- EL Sabagh A, Hossain A, Barutçular C, Islam MS, Ratnasekera D, Kumar N, Meena RS, Gharib HS, Saneoka H, Teixeira da Silva JA. Drought and salinity stress management for higher and sustainable canola (*Brassica napus* L.) production: a critical review. *Australian Journal of Crop Science*. 2019; 13(01):88-97.
- Eskandari A, Khazaie HR, Nezami A, Kafi M. Study the effects of irrigation regimes on yield and some qualitative characteristics of three cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Water and Soil*. 2011; 25(2): 240-247.
- Gohari J, Yousefabadi V, Kazeminikhah, Norouzi K, Baghaei kia M. Research report of the effect of seedling transfer time on quantity and quality of yield in potted sugar beet cultivation in saline lands. *Sugar Beet Institute*. 2012. (in Persian)
- Gohary J, Roohi A, Sabzeie Q. Effect of transplanting in quality and yield of Sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 1993; 9, 22-32. (in Persian, abstract in English)
- Haghighat A, Sattar M, Raisi F. The effect of irrigation regimes and different amounts of nitrogen on the yield and grade of sugar beet. *Seventh National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction*. March 1-2. Kerman. 2000; 109-112. (in Persian)
- Heidari M, Rezapour A. Effects of water stress on yield and sulfur, chlorophyll and nutrient concentrations in *Nigella sativa*. *Journal of Crop Production and Processing*, 2011; 1(1): 81-90. (in Persian, abstract in English)
- Karagoz H, Cakmakci R, Hosseinpour A, Kodaz S. Alleviation of water stress and promotion of the growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants by multi-traits rhizobacteria. *Applied Ecological, Environmental Research*. 2018; 16(5): 6801-6813.
- Karbalaei S, Mehraban A, Mobasser HR, Bitarafan Z. Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. *Annals of Biological Research*, 2012; 3(7): 3474-3478.
- Mandal K, Saravanan R, and Maiti S. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of *Plantago ovata*. 2008; *Crop Pro*. 27(6): 988-995.
- Mirzaei M. R. and Ghadami Firoozabadi A. Investigation of quantity and quality of sugar beet in two leaky and micro irrigation systems. Final report 85/892 of the Sugar Beet Research Institute. 2007. (in Persian)

- Monti A., Amaducci M.T., Pritoni G., and Verturi G. Variation in carbon isotope discrimination during growth and at different organs in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Field Crops Research*. 2006; 98: 157-163.
- Munns R, and James R. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. 2003; *Plant & Soil*, 253, 201-218.
- Nasri R, Kashani A, Sadeghian Motahar Y, Habibi D. Quantitative and qualitative characteristics of fall sugar beet in direct cultivation and paper pot transplanting under saline soils of Ahvaz. *Agronomy and Plant Breeding Journal*. 2011; 7(7): 25-40.
- Nasri R, Kashani AS, Paknejad F, Sadeghiand M, Ghorbani S. Correlation and path analysis of yield and quality of sugar beet in both direct seeding and transplanting of saline lands. *Agricultural and Horticulture*. 2012; 8(1): 226-313.
- Nyakan M, Ghorbanly M. Effects of drought stress on growth, photosynthetic parameters, protein and ionic content of the air and ground soya cultivars. *Journal of Rostaniha*. 2007; 8(1): 17-32. (in Persian, abstract in English)
- Ober ES, Rajabi A. Abiotic stress in sugar beet. *Sugar Tech*. 2010; 12: 294-298.
- Romano A, Sorgona A, Lupini A, Araniti F, Stevanato P, Cacco G, Abenavoli MR. Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to drought stress. – *Acta Physiology Plantarum*. 2013; 35: 853–865.
- Sadrabadi Haghighi R, Amirmoradi S, Mirshahi A. Investigation of growth analysis of conventional and commercial sugar beet (*Beta vulgaris*) varieties at delayed planting date in Chenaran (Khorasan Razavi province). *Iranian. Journal of Field Crop. Research*. 2011; 9(3): 505-513. (in Persian, abstract in English)
- Slama I, Ghnaya T, Hessini K, Messedi D, Savoure A, Abdelly C. Comparative study of the effects of mannitol and PEG osmotic stress on growth and solute accumulation in *Sesuviumportulacastrum*. *Environmental and Experimental Botany*. 2007; 61: 10–17.
- Shabala S, Cuin TA. Potassium transport and plant salt tolerance. *Physiologia Plantarum*, 2008; 133: 651-669.
- Tardieu F, Reymond M, Hamard P, Granier C, Muller B. Spatial distributions of expansion rate, cell division rate and cell size in maize leaves: a synthesis of the effects of soil water status, evaporative demand and temperature. *Journal of Experimental Botany*. 2000; 51: 1505-1514.
- Tarkalson DD, King BA. Effects of tillage and irrigation management on sugar beet production. *Agronomy Journal*. 2017; 109: 1–11.
- Terasawa H, Osaki M. Effects on growth and yield of raising sugar beet (*Beta vulgaris*) seedlings in pots made of chemically modified paper produced by cross linking wood polysaccharide by using dimethylol dihydroxyl ethylene urea. *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2009; 80(6): 561-565.
- Ucan K, Gencoglan C. The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2006; 28: 163-172.
- Wedeking R, Mahlein AK, Steiner U, Oerke EC, Goldbach H, Wimmer MA. Osmotic adjustment of young sugar beets (*Beta vulgaris*) under progressive drought stress and subsequent rewatering assessed by metabolite analysis and infrared thermography. *Functional Plant Biology*. 2017; 44: 119–133.

- Wensen W, Cheng W, Dayu P, Yakun Z, Bin L, Jianwei J. Effects of drought stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence images of soybean (*Glycine max*) seedlings. International Journal of Agriculture and Biology. 2018; 11(2): 196-201.
- Wu G, Wang C, Su Y. Assessment of drought tolerance in seedlings of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars using inorganic and organic solutes accumulation criteria. Soil Science and Plant Nutrition. 2014; 60, 565–576.
- Yousef abadi VA, Hariri Moghadam F, Khairkhah M, Rabani M, Keshavarz K, MostashariM, Froghimanesh F. Seedling cultivation after grain cutting water. Thirty Sixth Seminar Iranian Lumb Sugar and Sugar Factory. Karaj. 2015. (in Persian).
- Zhang C, Shibata Y, Kishimoto T. Effect of tillage and planting method on yield of sugar beet production. In: Proceedings. International of Agricultural Engineering Conference, 3-6 Dec., 2007; Bangkok. Thailand.



چغندرقد/ جلد ۳۷/ شماره ۱/ ۱۴۰۰

مقایسه عملکرد کمی، کیفی و اقتصادی کشت چغندرقد به روش نشاء ریشه لخت با کشت مستقیم بذر در منطقه همدان

Comparing the quantitative, qualitative and economic yield of sugar beet planting by root transplanting method with direct seeding in Hamedan region

حامد منصوری^{۱*}، مهدی حسنی^۱، حمزه حمزه^۱، علی محمد جعفری^۲، ولی اله یوسف آبادی^۳ و محمد چهارمحالی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.353748.1268

ح. منصوری، م. حسنی، ح. حمزه، ع. م. جعفری، و. یوسف آبادی و م. چهارمحالی. ۱۴۰۰. مقایسه عملکرد کمی، کیفی و اقتصادی کشت چغندرقد به روش نشاء ریشه لخت با کشت مستقیم بذر در منطقه همدان. چغندرقد، ۳۷(۱): ۴۹-۶۰

چکیده

کاهش مصرف آب، نهاده‌های شیمیایی، هزینه و ریسک تولید از مهم‌ترین مزایای کشت نشایی می‌باشند. هدف از انجام مطالعه حاضر مقایسه سیستم کشت نشایی با کشت مستقیم بذر در گیاه چغندرقد است. برای این منظور در قطعه زمینی به مساحت یک هکتار، کشت نشاء ریشه لخت در کنار کشت مستقیم بذر چغندرقد در مزرعه کشاورز در همدان در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. نشاها در فروردین‌ماه در خزانه تهیه و در خردادماه به زمین اصلی منتقل شدند. کشت مستقیم بذر نیز در زمین اصلی در اواخر اردیبهشت‌ماه صورت گرفت. در طول فصل رشد یادداشت‌برداری‌های لازم انجام و در انتهای فصل، نمونه‌گیری از ریشه‌های چغندرقد انجام پذیرفت. بعد از برداشت محصول، دو سیستم کشت از لحاظ صفات کمی، کیفی و اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفتند. سیستم کشت نشایی چغندرقد نسبت به روش کشت مستقیم، به ترتیب باعث افزایش ۱۵ و ۴۷ درصدی عملکرد ریشه و قند گردید. میزان مصرف آب در روش کشت نشایی، ۱۰۰۸۰ مترمکعب در هکتار بود که حدود ۱۸ درصد کمتر از روش کشت رایج بود. از لحاظ کارایی مصرف آب نیز، روش کشت نشایی با کارایی ۹/۶۶ کیلوگرم ریشه بر مترمکعب آب حدود ۴۰ درصد بیشتر از کشت مستقیم (۶/۹۰ کیلوگرم ریشه بر مترمکعب آب) بود. ارزیابی اقتصادی دو روش کشت نیز نشان داد که افزایش درآمد خالص حاصل از تغییر روش کاشت از کشت معمول به کشت نشاء ریشه لخت بیشتر بود. به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که سیستم کشت نشایی چغندرقد نسبت به روش کشت مستقیم، از عملکرد کمی و کیفی و درآمد اقتصادی بالاتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: درآمد ناخالص، کارایی مصرف آب، کشت نشایی، کشت مستقیم، هزینه تولید



۱- استادیار بخش تحقیقات چغندرقد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. * - نویسنده مسئول: h.mansori@areeo.ac.ir

۲- استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

۳- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۴- کارشناس بخش تحقیقات چغندرقد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

مقدمه

محدودیت تأمین آب آبیاری در بسیاری از مناطق کشاورزی کشور یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بخش کشاورزی است. این موضوع با توجه به بروز خشکسالی‌های متوالی و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، در برخی از مناطق باعث شده است که مسئله تأمین آب به حد بحرانی برسد که بایستی به‌طور جدی مورد توجه مسئولین امر، دست‌اندرکاران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی قرار گیرد. آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی نیز از دیگر عوامل مشکل‌ساز در بخش کشاورزی می‌باشد (Zhang et al. 2018). لذا در تولید محصولات کشاورزی، به‌کارگیری هر روشی که باعث کاهش مصرف آب آبیاری و سموم شیمیایی به ازای هر واحد تولید محصول گردد و به عبارتی کارایی مصرف این نهاده‌ها را افزایش دهد، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. یکی از روش‌های کشت که می‌تواند در کاهش مصرف آب و سموم شیمیایی مؤثر و کارآمد باشد، کشت نشایی محصولات زراعی می‌باشد. در این روش بخشی از طول دوره رشد محصول در خزانه و در مساحت بسیار محدودتری نسبت به کشت مستقیم بذر در مزرعه سپری می‌گردد و بنابراین در مصرف نهاده‌های تولید، صرفه‌جویی می‌شود (Yousef abadi 2017).

چغندر قند یکی از محصولات زراعی است که با طول دوره رشدی در حدود ۱۸۰ تا ۲۰۰ روز از زمان کاشت بذر تا برداشت محصول، به میزان قابل توجهی آب آبیاری نیاز دارد. از طرفی هم‌زمانی نیاز به آبیاری در اوایل دوره رشد چغندر قند با اواخر دوره رشد بعضی از غلات همانند گندم و جو در بسیاری از مناطق چغندرکاری کشور اجتناب‌ناپذیر است؛ بنابراین در مناطقی از حوزه‌های چغندرکاری کشور که محدودیت منابع تأمین آب آبیاری وجود دارد، زارعین پس از کاشت چغندر قند به‌ناچار اقدام به قطع آبیاری مزرعه چغندر قند و هدایت آب آبیاری به مزارع غلات می‌نمایند و یا اینکه چغندر قند را پس از قطع آبیاری غلات (دان آب) می‌کارند که در هر دو صورت باعث کاهش

عملکرد می‌گردد. با استفاده از سیستم کشت نشایی در تولید محصول چغندر قند مصرف نهاده‌های تولید از جمله آب، سموم دفع آفات گیاهی، علف‌کش‌های شیمیایی، عناصر غذایی و بذر مصرفی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. علاوه بر آن در این نوع کشت عملیات تنک مزرعه به‌طور کامل و هزینه‌وجین علف‌های هرز نیز تا حدود زیادی کاهش می‌یابد (Yousef abadi 2017). امروزه در کشور ژاپن از این روش به‌طور گسترده‌ای در چغندرکاری استفاده می‌شود و توانسته است میزان تولید شکر در هکتار را تا میزان ۱۲/۴ تن در هکتار افزایش دهد (Yousef abadi 2014).

کشت نشایی چغندر قند به‌طور کلی به دو روش انجام می‌گیرد که عبارت‌اند از کشت گلدانی و کشت بدون گلدان که به کشت نشاء ریشه لخت معروف است. کشت گلدانی معمولاً در گلدان‌های کاغذی صورت می‌گیرد، ولی در کشت نشاء ریشه لخت گیاهچه‌ها تا زمانی که به مرحله هویجی برسند، در خزانه به‌صورت متراکم کشت می‌شوند و بعد از آن به زمین اصلی منتقل می‌شوند. نشاء کردن گیاهچه‌ها در مزرعه در زمان کاشت بذر، باعث تسریع در رشد رویشی برگ و تکمیل کانوپی شده و موجب افزایش جذب اشعه و بهبود کیفیت محصول می‌گردد (Norouzi 2007).

با توجه به اینکه بسیاری از چغندرکاران استان همدان با وجود مشکلات تأمین آب، خطر سرمای اول فصل و هزینه تولید بالا، اقدام به کشت مستقیم بذر در زمین اصلی می‌کنند؛ بنابراین استفاده از روش کشت نشایی چغندر قند به‌منظور کاهش ریسک تولید و کاهش هزینه‌های تولید امری ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر با توجه به وارداتی بودن گلدان‌های کاغذی و هزینه بالای این گلدان‌ها، اهمیت استفاده از کشت نشائی به روش بدون گلدان یا کشت نشاء ریشه لخت بیشتر نمود پیدا می‌کند؛ بنابراین هدف از انجام این پروژه مقایسه سیستم کشت نشایی به روش ریشه لخت چغندر قند با کشت رایج منطقه (کشت

مستقیم بذر) از لحاظ عملکرد کمی و کیفی و همچنین عملکرد اقتصادی چغندر قند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای پروژه، در قطعه زمینی به مساحت یک هکتار کشت نشاء به روش ریشه لخت در کنار روش کشت معمول منطقه (کشت مستقیم بذر) در استان همدان، شهرستان فامنین، روستای نگارخاتون در مزرعه کشاورز انجام گرفت. برای تهیه نشاء ریشه لخت در اوایل فروردین ماه کشت بذور چغندر قند با تراکم بالا با فاصله خطوط کاشت ۱۵ سانتی متر در خزانه و در مزرعه شهرستان فامنین که در فاصله کمی با زمین اصلی قرار داشت، انجام گرفت. بعد از کشت با توجه به بارندگی‌های منطقه، شرایط رطوبتی خزانه برای جوانه زنی فراهم شده و بذور با آب باران سبز شدند. بعد از سبز شدن بذور نیز به دلیل بارندگی‌های متداوم در منطقه تا زمان برداشت نشاءها آبیاری در خزانه صورت نگرفت. کشت مستقیم چغندر قند (کشت رایج) نیز در زمین اصلی در تاریخ ۲۹ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۷ با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر انجام و بعد از یک ماه با فاصله ۲۰-۱۸ سانتی متر تنک شد. لازم به ذکر است تاریخ کشت عرف منطقه نیمه اول فروردین ماه می‌باشد ولی با توجه به بارندگی‌های سال اجرای طرح و عدم گاورو بودن زمین اصلی، کشت مستقیم بذر با تأخیر و در اواخر اردیبهشت انجام شد. پس از اینکه ریشه‌های چغندر قند در خزانه به مرحله هویجی رسیدند، ریشه نشاءها در خزانه برداشت و به منظور کاهش سطح تعرق کننده و کشت راحت تر سرزنی شده و در تاریخ ۲۷ خرداد ماه به مزرعه اصلی منتقل شد. فاصله کشت ریشه‌های لخت در مزرعه اصلی ۲۰-۱۸ سانتی متر با فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. عملیات کشت ریشه‌چه‌ها در زمین اصلی با نیروی کارگری و به صورت خشکه کاری انجام گرفت. پس از انتقال نشاءها به زمین اصلی، بلافاصله نسبت به آبیاری ریشه‌چه‌های منتقل شده به روش قطره‌ای اقدام شد. آبیاری در هر دو روش کشت، به صورت قطره‌ای انجام شد. میزان آب مصرفی در هر دو روش نیز با استفاده

از دبی آب و مدت زمان آبیاری برآورد گردید. بر این اساس میزان آب مصرفی در روش کشت مستقیم بذر معادل ۱۲۲۴۰ مترمکعب در هکتار و برای کشت نشائی برابر با ۱۰۰۸۰ مترمکعب در هکتار برآورد شد. رقم چغندر قند کشت شده در هر دو روش کشت رقم کوین (شرکت Strube، سال معرفی: ۲۰۱۴، مقاوم به ریزومانیا) بود که بیشترین سطح زیر کشت را در منطقه داشت.

در طول فصل رشد، عملیات داشت طبق عرف منطقه و در حد نیاز انجام و یادداشت برداری‌های لازم شامل تعداد آبیاری، مصرف کود و آفت کش‌ها و هزینه کارگری انجام گرفت. در انتهای فصل رشد و در تاریخ ۱۰ آذرماه کیل گیری از مزارع انجام و خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند تعیین شد. برای این منظور تعداد ۱۰ نمونه تصادفی از هر قطعه و هر نمونه شامل پنج متر طولی از یک خط کاشت معادل ۲/۵ متر مربع از ریشه‌های چغندر قند برداشت و پس از سرزنی توزین گردید و تعداد سه نمونه از ۱۰ نمونه به طور تصادفی برای تهیه خمیر به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه خمیر پس از فریز شدن به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند ارسال و نسبت به تجزیه کیفی نمونه‌های خمیر اقدام شد. تجزیه‌های کیفی انجام شده شامل میزان نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم، درصد قند ناخالص به روش پلاریمتری و همچنین درصد ملاس (MS) با استفاده از روش راینفلد و همکاران (Reinefeld et al. 1974) بود. درصد قند ناخالص نیز از تفاضل درصد قند ملاس از درصد قند ناخالص محاسبه شد. سپس عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و ناخالص در واحد سطح محاسبه شد.

جهت تهیه آمار و اطلاعات مورد نیاز پروژه برای ارزیابی اقتصادی در هر دو روش، علاوه بر داده‌های آزمایش و مزرعه کشاورز، از اطلاعات طرح درآمد- هزینه جاری تهیه شده توسط اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی استان همدان (Agriculture Organization of Hamedan Province 2018) نیز استفاده شده است. هزینه آب بهاء از طرح پیمایشی فوق‌الذکر تهیه و بر مقدار آب مصرف شده در واحد سطح برای طرح آزمایشی و روش

داد که بین دو روش کشت مستقیم بذر و کشت نشائی از لحاظ صفت تعداد ریشه اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. همچنین نتایج آزمون t-استیودنت نشان داد که صفات عملکرد قند ناخالص و خالص در سطح احتمال یک درصد و صفت عملکرد ریشه در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر روش کشت قرار گرفته و اختلاف معنی داری بین میانگین این صفات در هر دو روش کشت وجود دارد (جدول ۱).

همچنین نتایج آزمون t حاکی از معنی دار بودن اختلاف میانگین به دست آمده بین دو روش کشت از لحاظ درصد قند، درصد قند سفید، میزان سدیم ریشه، آلکالیت و ضریب استحصال قند در سطح احتمال یک درصد بود؛ اما اختلاف معنی داری از لحاظ میزان پتاسیم ریشه و نیتروژن مضره و همچنین درصد ملاس در بین دو روش مختلف کشت مشاهده نشد (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین تعداد ریشه بیانگر بالا بودن تعداد ریشه در روش کشت نشاء ریشه لخت در مقایسه با روش کشت مستقیم بذر بود، به طوری که تعداد ریشه در کشت نشائی برابر با ۱۰۲۴۰۰ ریشه در هکتار و در کشت مستقیم معادل ۸۰۰۰۰ ریشه در هکتار بود. به عبارتی کشت نشائی منجر به افزایش ۲۸ درصدی تراکم بوته در مقایسه با کشت مستقیم بذر گردید (شکل ۱). نکته قابل توجه در خصوص صفت تعداد ریشه، انحراف ضریب تغییرات و دامنه بسیار پایین در روش کشت نشائی در مقایسه با کشت مستقیم بذر بود، به طوری که میزان انحراف معیار از ۱۰ نمونه تصادفی به دست آمده برای صفت تعداد ریشه در کشت نشائی و مستقیم به ترتیب برابر با ۰/۴۹ و ۳/۶۹ بود و دامنه تعداد ریشه در کشت نشائی بین ۲۵ الی ۲۶ ریشه در هر نمونه بود در حالی که در روش کشت مستقیم بذر دامنه بین ۱۴ الی ۲۷ ریشه به دست آمد؛ ضریب تغییرات نیز در کشت نشائی برابر با ۰/۴۸ درصد و در کشت مستقیم معادل ۴/۶۱ درصد به دست آمد که بیانگر یکنواختی تراکم در روش نشائی در مقایسه با کشت مستقیم بود. به عبارتی می توان بیان کرد که تقریباً تمام ریشه های منتقل شده به زمین اصلی رشد کرده و یکنواختی تراکم

مرسوم کشت تقسیم گردید تا آب بهاء برای هر مترمکعب محاسبه گردد. اطلاعات مربوط به ماشین آلات و برخی هزینه های کارگری نیز از همان منبع استفاده شد. برداشت نشاء ها توسط دستگاه سیب زمینی کن انجام شد که هزینه آن معادل با هزینه اجاره ای همین دستگاه برای برداشت محصول سیب زمینی منظور گردید. اطلاعات تکمیلی (همچون مقدار و قیمت تفاله، مقدار قند تشویقی و ارزش آن، هزینه حمل و ...) از کارخانه قند هگمتانه همدان اخذ گردید. جهت رفع مشکل ارزیابی اقتصادی، در کنار سناریوی واقعی، دو سناریوی دیگر نیز با فرض بدون ریسک اقلیم و آب و هوا و ریسک ۲۵ درصدی کاهش تولید نشاء، تحلیل اقتصادی انجام گرفت. از آنجایی که در تغییر روش کاشت از کشت مستقیم بذر به کشت نشائی، سرمایه گذاری بلندمدت انجام نمی گیرد، نیازی به بودجه بندی در بعد زمان نبود و هزینه ماشین-آلات معادل هزینه اجاره آن ها در هکتار لحاظ شد. در نهایت فقط از طرح بودجه بندی جزئی استفاده شد و کل هزینه ها و درآمدهایی که در اثر تغییر روش کاشت تحت تأثیر قرار می گرفتند، محاسبه شدند و هزینه های مشترک حذف گردیدند.

در نهایت کارایی تولید در هر دو نوع سیستم کشت از لحاظ عملکرد ریشه، عملکرد قند، میزان کارایی مصرف آب، میزان مصرف نهاده ها و هزینه تولید مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. مقایسه میانگین بین دو روش کشت با استفاده از آزمون t-استیودنت و در سطح احتمال پنج درصد و با استفاده از نرم افزار SAS ver 9.2 انجام گرفت. لازم به ذکر است برای مقایسه دو روش کشت از لحاظ صفت تعداد ریشه با توجه به گسسته بودن داده های آن، از روش ناپارامتری و روش یو مان-ویتنی استفاده گردید.

نتایج و بحث

قبل از انجام مقایسه میانگین بین دو تیمار، آزمون همگنی واریانس ها بر اساس آزمون بارتلت انجام شد که نتایج آن حاکی از یکنواختی واریانس در تمام صفات بود. نتیجه آزمون u مان-ویتنی ($Mann-Whitney U=10.0; p<0.01$) نشان

در هکتار بود در حالی که این تعداد در روش کشت مستقیم حدود ۶۳ هزار بوته در هکتار بود و افزایش تراکم بوته‌ای معادل ۲۷ درصد در روش کاشت نشایی را نسبت به روش کشت مستقیم داشت.

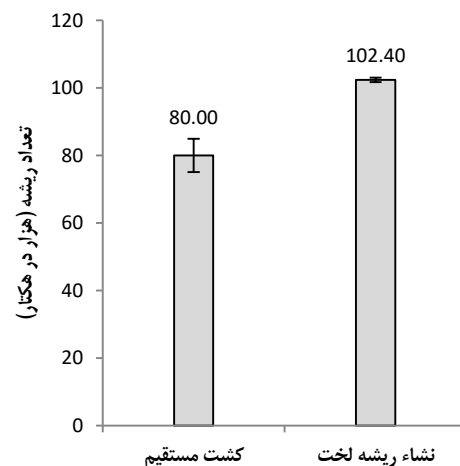
در مزرعه حفظ شده است. نوروزی (2007 Norouzi) در مقایسه کشت نشایی و روش کشت مستقیم چغندر قند در همدان به این نتیجه رسید که بین استقرار تعداد بوته در کشت نشایی و روش کشت مستقیم اختلاف معنی‌داری وجود دارد. ایشان گزارش نمودند که تعداد ریشه در روش کشت نشایی حدود ۸۰ هزار بوته

جدول ۱ نتایج آزمون t به منظور مقایسه دو روش کشت مستقیم بذر و نشاء ریشه لخت برای صفات کمی و کیفی چغندر قند

منابع تغییر	درجه آزادی	مقدار t	ضریب تغییرات	ارزش احتمال	فرض صفر ($\mu_1=\mu_2$)
تعداد ریشه*	۱۸	-	۱۲/۵۱	۰/۰۰۲۴	رد
عملکرد ریشه	۱۸	۲/۷۷	۱۱/۸۵	۰/۰۱۲۵	رد
عملکرد قند ناخالص	۱۸	۷/۳۷	۱۱/۹۸	<۰/۰۰۰۱	رد
عملکرد قند سفید	۱۸	۸/۶۲	۱۲/۱۷	<۰/۰۰۰۱	رد
درصد قند	۴	۴/۸۱	۷/۲۱	۰/۰۰۸۶	رد
درصد قند سفید	۴	۶/۵۶	۶/۸۸	۰/۰۰۲۸	رد
سدیم	۴	۷/۵۶	۱۴/۷۲	۰/۰۰۱۶	رد
پتاسیم	۴	۰/۸۴	۱۱/۷۳	۰/۴۴۹۷	عدم رد
نیترژن مضره	۴	۱/۴۴	۷/۷۱	۰/۲۳۴۳	عدم رد
آلکالیت	۴	۶/۴۱	۴/۸۴	۰/۰۰۳۰	رد
ضریب استحصال	۴	۱۳/۱۷	۰/۹۶	۰/۰۰۰۲	رد
درصد ملاس	۴	۲/۳۰	۱۴/۵۳	۰/۰۸۲۸	عدم رد

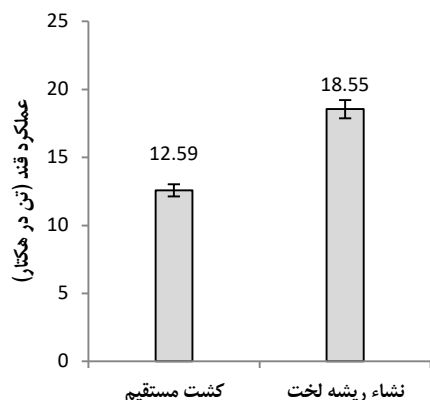
* برای صفت تعداد ریشه از آزمون ناپارامتری یو مان-ویتنی استفاده گردید.

مشاهده شد (شکل ۲). میزان عملکرد ریشه در کشت نشایی و مستقیم به ترتیب ۹۷/۴ و ۸۴/۴۸ تن در هکتار بود. به نظر می‌رسد که عملکرد پایین‌تر به دست آمده در روش مستقیم بذر ناشی از کشت دیر هنگام بذر و تراکم کمتر بوته در این روش باشد؛ زیرا همان‌طور که قبلاً نیز اشاره گردید، تاریخ کشت عرف منطقه نیمه اول فروردین ماه می‌باشد، ولی با توجه به بارندگی - های سال اجرای طرح و عدم گاو رو بودن زمین اصلی، کشت مستقیم بذر با تأخیر و در اواخر اردیبهشت انجام شد. در حالی که نشاءهای چغندر قند در خزانه در نیمه اول فروردین ماه کشت شده بودند و در زمان انتقال به زمین اصلی نشاءها از لحاظ مرحله رشدی جلوتر از بوته‌های چغندر قند در روش کشت مستقیم بودند. از طرف دیگر در سال زراعی جاری طغیان شدید آفت کارادرینا در منطقه وجود داشت که با توجه به اینکه در زمان حمله آفت، بوته‌های چغندر قند در روش کشت مستقیم در مرحله چهارم برگی بودند، خسارت بیشتری به بوته‌ها در این روش کشت وارد شد و

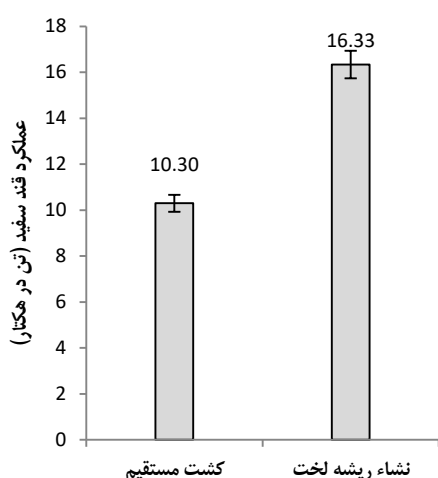


شکل ۱ مقایسه دو روش کشت نشاء ریشه لخت و کشت مستقیم بذر از لحاظ تعداد ریشه

مقایسه دو روش کشت از لحاظ عملکرد ریشه نشان داد که کشت نشایی چغندر قند از عملکرد ریشه بالاتر و معنی‌داری در مقایسه با کشت مستقیم بذر برخوردار بود و افزایش ۱۵ درصدی عملکرد در روش نشائی نسبت به روش کشت مستقیم



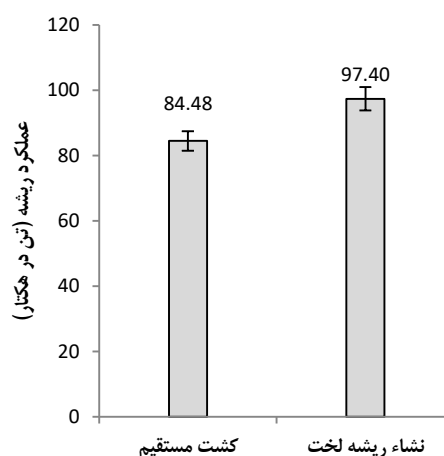
شکل ۳ عملکرد قند چغندر قند تحت تأثیر دو روش مختلف کشت چغندر قند شامل نشائی و کشت مستقیم بذر



شکل ۴ عملکرد قند سفید چغندر قند تحت تأثیر دو روش مختلف کشت چغندر قند شامل نشائی و کشت مستقیم بذر

به طوری که درصد قند ناخالص و درصد قند سفید در کشت مستقیم به ترتیب برابر با ۱۴/۹ و ۱۲/۱۹ درصد بود؛ در حالی که درصد قند و درصد قند سفید در روش کشت نشائی به ترتیب ۱۹/۰۵ و ۱۶/۷۷ درصد به دست آمد که بیانگر افزایش معنی دار ۴/۱۵ درصدی قند و ۴/۵۸ درصدی قند سفید در کشت نشائی در مقایسه با کشت مستقیم بذر می باشد (جدول ۲). همان طور که در قبل نیز اشاره شد با توجه به بارندگی های اول فصل رشد و عدم گاورو بودن زمین اصلی، کشت مستقیم بذر با تأخیر و در اواخر اردیبهشت انجام شد؛ بنابراین به نظر می رسد یکی از دلایل پایین بودن درصد قند در کشت مستقیم بذر نسبت به نشائی، دوره و فصل رشد کوتاه تر در کشت بذری نسبت به

یکی از دلایل پایین بودن تراکم و عملکرد در این روش نیز به این موضوع مربوط می شد که نشان دهنده مزیت کشت نشائی در مقابله با آفت کارادرینا در مقایسه با کشت مستقیم بذر می باشد. کشت نشائی به عنوان یکی از روش های زراعی مقابله با آفات و بیماری ها معرفی شده است که یکی از مزایای این نوع سیستم کشت در زراعت چغندر قند می باشد؛ به طوری که نوروزی (2007) گزارش کرد که کاهش عملکرد در روش کشت نشائی به دلیل شیوع بیماری ریزومانیا در مقایسه با کشت مستقیم کمتر بود.



شکل ۲ مقایسه دو روش کشت نشاء ریشه لخت و کشت مستقیم بذر از لحاظ عملکرد ریشه

عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند سفید در کشت نشائی نسبت به کشت مستقیم به ترتیب به میزان ۵/۹۷ و ۶/۰۴ تن در هکتار بیشتر بود که به ترتیب افزایشی معادل ۴۷/۴ و ۵۸/۶ درصد در عملکرد قند و قند سفید را باعث گردید (شکل ۳ و ۴). گوهری و همکاران (Gohari et al. 1994) در منطقه همدان نیز گزارش نمودند که کشت نشائی به ترتیب موجب افزایش عملکرد قند خالص و ناخالص به میزان ۰/۹۵ و ۱/۲۲ تن در هکتار گردید. مقایسه دو روش کشت چغندر قند از لحاظ صفات کیفی نشان دهنده برتری معنی دار کشت نشائی نسبت به کشت مستقیم بذر در برخی از صفات کیفی چغندر قند می باشد (جدول ۲).

کشت نشایی باشد. همچنین با توجه به تراکم بیشتر ریشه‌ها در کشت نشائی، اندازه ریشه‌ها در این سیستم کشت نسبت به کشت مستقیم کوچک‌تر بوده (میانگین وزن تک‌ریشه در کشت نشائی و مستقیم به ترتیب ۹۵۱ گرم و ۱۰۵۶ گرم است) و بنابراین درصد قند بالاتری داشتند. از لحاظ ضریب استحصال شکر نیز کشت نشائی نسبت به روش معمول کشت چغندر قند ضریب بالاتری را به خود اختصاص داد و حدود هفت درصد از ضریب استحصال بیشتر و معنی‌داری برخوردار بود. ضریب استحصال شکر برای

کشت نشائی و مستقیم به ترتیب ۸۸/۰۲ و ۸۱/۷۹ درصد به دست آمد (جدول ۲). همچنین مقایسه دو روش کشت از نظر درصد ملاس نیز نشان از برتری معنی‌دار کشت نشائی نسبت به روش معمول داشت. درصد ملاس در نشائی برابر با ۱/۶۸ درصد و در کشت مستقیم ۲/۱۱ درصد بود، به عبارتی درصد ملاس در روش نشائی به میزان ۰/۴۳ درصد در مقایسه با روش معمول کشت چغندر قند پایین‌تر بود (جدول ۲).

جدول ۲ مقایسه میانگین درصد قند و داده‌های کیفی چغندر قند در دو روش کشت مستقیم و نشاء ریشه لخت چغندر قند

روش کشت	درصد قند	درصد قند سفید	سدیم (میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم ریشه)	پتاسیم (میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم ریشه)	نیتروژن (میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم ریشه)	ضریب قلیائیت	ضریب استحصال	درصد ملاس
کشت مستقیم	۱۴/۹۰	۱۲/۱۹	۲/۷۴	۴/۰۹	۰/۸۹	۷/۶۸	۸۱/۷۹	۲/۱۱
نشاء ریشه لخت	۱۹/۰۵	۱۶/۷۷	۱/۱۸	۴/۳۷	۰/۹۵	۵/۸۴	۸۸/۰۲	۱/۶۸

جدول ۳ میزان آب مصرفی و مقدار کارایی مصرف آب در دو روش کشت مستقیم و نشائی چغندر قند

روش کشت	میزان آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم ریشه بر مترمکعب آب)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم قند بر مترمکعب آب)
کشت مستقیم بذر	۱۲۲۴۰	۶/۹۰	۱/۰۳
نشاء ریشه لخت	۱۰۰۸۰	۹/۶۶	۱/۸۴

کاهش مصرف آب یکی از مزایای مهم کشت نشایی در مقایسه با کشت معمول چغندر قند می‌باشد و به‌طور میانگین کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب در این روش گزارش شده است (Yousef abadi 2017). مقایسه دو روش کشت از لحاظ میزان آب مصرفی نیز بیانگر مصرف کمتر آب در روش نشاء ریشه لخت بود؛ به‌طوری که کاهش ۱۸ درصدی مصرف آب در این روش نسبت به روش کشت مستقیم بذر مشاهده شد (جدول ۳). کارایی مصرف آب بر مبنای عملکرد ریشه در کشت مستقیم و نشائی به ترتیب برابر با ۶/۹۰ و ۹/۶۶ کیلوگرم ریشه به ازای مصرف یک مترمکعب آب و بر مبنای عملکرد قند معادل ۱/۰۳ و ۱/۸۴ کیلوگرم قند به ازای مصرف یک مترمکعب آب به دست آمد که نشان از برتری کشت نشائی از لحاظ تولید ریشه و قند به ازای

مصرف آب بود. درصد افزایش مقدار کارایی مصرف آب در روش نشائی در مقایسه با کشت مستقیم ۴۰ درصد (بر مبنای عملکرد ریشه) و ۷۸ درصد (بر مبنای عملکرد قند) محاسبه گردید (جدول ۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد تغییر روش کشت از کشت مستقیم بذر به نشائی منجر به کاهش مصرف آب و افزایش مقدار کارایی مصرف آب می‌گردد که این برتری به‌ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند بیشتر نمود پیدا می‌کند. یوسف‌آبادی (Yousef abadi 2021) نیز در مقایسه دو سیستم کشت نشائی و بذری چغندر قند از لحاظ کارایی مصرف آب بیان کرد که مقدار کارایی مصرف آب در کشت نشائی حدود ۱۰۹ درصد (بر مبنای عملکرد ریشه) و ۱۰۰ درصد (بر مبنای عملکرد قند) بیشتر از کشت مستقیم بذر بود. خوزائی و همکاران (Khozaei et al.

است. این هزینه‌ها در واقع هزینه تمام‌شده نشاء را برای کشت محصول اصلی در مزرعه نشان می‌دهد. چنانچه خزانه در اثر عوامل اقلیمی دچار خسارت نگردد با هزینه انجام‌شده پیش‌بینی می‌شود که با توجه به کشت هشت واحد بذر، حداقل نشاء هفت هکتار چغندر قند تأمین گردد، اما در پژوهش حاضر به علت تگرگ و سرمازدگی تنها نشاء چهار هکتار تأمین شد. لذا با تقسیم این هزینه‌ها بر عدد چهار، هزینه نشاء برای یک هکتار به دست آمد.

(2020) و عبدالحی و همکاران (Abdollahi et al. 2019) نیز در مقایسه این دو سیستم کشت از لحاظ بهره‌وری آب به برتری سیستم کشت نشائی چغندر قند اشاره کردند.

ارزیابی اقتصادی

در جدول ۴ هزینه‌های کاشت تا برداشت یک هکتار چغندر قند در خزانه جهت تهیه نشاء ریشه لخت نمایش داده شده

جدول ۴ هزینه‌های کاشت تا برداشت یک هکتار خزانه (هزینه به ۱۰ ریال)

شرح هزینه	مقدار مصرف	هزینه واحد	کل هزینه
آماده‌سازی زمین	-	-	۴۲۲۶۳۵
اجاره زمین	-	-	۵۰۰۰۰۰
کاشت	-	-	۲۵۰۰۰۰
کارگر آبیاری	۱ نفر	-	۷۰۰۰۰
آب‌بها	۷۲۰ مترمکعب	۱۳۷/۷۳	۹۹۱۶۵
ماشین برداشت نشاء	-	-	۲۸۰۰۰۰
تعداد کارگر برای سرزنی، برداشت و بارگیری	۱۰ روز نفر	۷۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰
هزینه حمل نشاء از خزانه به سر مزرعه	-	-	۱۰۰۰۰۰
مقدار بذر	۸ یونیت	۶۰۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰۰
هزینه‌های متفرقه	۱۰٪	-	۶۷۲۱۸۰
جمع			۱۲۳۹۳۹۸۰

جدول ۵ هزینه‌های نهایی کاشت، داشت و برداشت یک هکتار ریشه لخت (۱۰ ریال)

شرح هزینه	مقدار	هزینه واحد	کل هزینه
هزینه تهیه نشاء	یک‌چهارم هزینه نشاء خزانه	۰/۲۵	۳۰۹۸۴۹۵
تعداد کارگر کاشت	۵۰ روز نفر	۷۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰
وجین علف هرز	۱۸ روز نفر	۷۰۰۰۰	۱۲۶۰۰۰۰
هزینه آب‌بها	۱۰۰۸۰ مترمکعب	۱۳۷/۷۲	۱۲۸۹۱۵۰
مصرف کود اوره	۲۳۰ کیلوگرم	۸۰۱	۱۸۴۲۳۰
کارگر جمع‌آوری و بارگیری	۲۲/۳۵	۷۰۰۰۰	۱۵۶۵۰۰۰
هزینه حمل از مزرعه تا کارخانه	۹۷/۴	۳۰۰۰۰	۲۹۲۲۰۰۰
جمع			۱۳۹۱۷۹۴۲

بودن دستگاه کارنده تخصصی ریشه لخت و ترویج آن در منطقه، انتظار می‌رود هزینه کاشت نشاء ریشه لخت در منطقه به‌شدت کاهش یابد و منافع تغییر روش از کشت مستقیم بذر به روش کاشت نشاء را افزایش دهد. کل هزینه‌های مندرج در جدول ۵، در واقع به‌عنوان هزینه‌های افزوده‌شده یا هزینه‌های ناشی از به‌کارگیری روش کشت نشاء ریشه لخت محسوب می‌شوند.

پس از محاسبه هزینه نشاء برای یک هکتار، اطلاعات هزینه‌های کاشت، داشت و برداشتی که در اثر تغییر روش کاشت دچار تغییر می‌شوند، استخراج گردیده که در جدول ۵ نمایش داده شده‌اند. در روش کشت نشاء هزینه کارگری کاشت به‌شدت افزایش یافته، در حالی که هزینه‌های کارگری تنک کردن، مبارزه با علف هرز و آبیاری کاهش می‌یابند. در صورت قابل دسترس

در جدول ۶ نیز هزینه‌های کاشت تا برداشت چغندر قند در روش کاشت مرسوم که در مقایسه با روش کشت ریشه لخت تحت تأثیر قرار می‌گیرند، نمایش داده شده‌اند. کل این هزینه‌ها با تغییر روش کاشت مستقیم بذر به کشت نشاء در واقع در مواردی حذف (مثل هزینه تنک) و در مواردی تغییر (مثل هزینه وجین) خواهند یافت؛ به عبارت دیگر تعدیل این هزینه‌ها جزء منافع تغییر روش کاشت محسوب می‌شوند.

عملکرد ریشه و عیار چغندر قند دو عامل اصلی هستند که درآمد در واحد سطح این محصول را تعیین می‌کنند. با توجه به

افزایش عملکرد و عیار در روش کشت نشاء در مقایسه با کشت مستقیم بذر، درآمد ناخالص کشت نشاء به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. نظر به اینکه کارخانه قند به‌طور تشویقی به چغندرکاران به ازای هر تن چغندر قند تحویلی معادل ۲۰ کیلوگرم تفاله و ۲ کیلوگرم قند و شکر به‌صورت کالایی یا معادل ارزش ریالی آن‌ها پرداخت می‌کند، لذا افزایش عملکرد روش کشت ریشه لخت، این دو عامل درآمدی را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج محاسبات در جدول ۷ نمایش داده شده است.

جدول ۶ هزینه‌های نهایی کاشت، داشت و برداشت یک هکتار کشت مرسوم (۱۰ ریال)

شرح هزینه	مقدار	هزینه واحد	کل هزینه
بذر (واحد)	۲	۶۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰
کاشت بذر (مکانیزه)	-	-	۲۵۰۰۰
وجین علف هرز	۳۵ روز نفر	۷۰۰۰	۲۴۵۰۰۰
تنک کردن	۱۴ روز نفر	۷۰۰۰	۹۸۰۰۰
هزینه آب‌بها	۱۲۲۴۰ متر مکعب	۱۳۷,۷۲	۱۶۸۵۸۱۱
مصرف کود اوره	۴۰۰ کیلوگرم	۸۰۱	۳۲۰۴۰
کارگر جمع‌آوری و بارگیری	۱۹/۳۹	۷۰۰۰	۱۳۵۷۰۰
هزینه حمل	۸۴/۴۸	۳۰۰۰	۲۵۳۴۴۰
جمع			۱۰۷۷۷۶۱۱

جدول ۷ درآمدهای ناخالص یک هکتار کشت ریشه لخت و روش مرسوم (۱۰ ریال)

شرح	ریشه لخت	مرسوم
عملکرد در هکتار (تن)	۹۷/۴	۸۴/۴۸
عیار (درصد)	۱۹/۰۵	۱۴/۹
قیمت هر تن (تومان)	۳۳۴۸۲۸	۲۴۸۲۵۲
درآمد محصول (تومان در هکتار)	۳۲۶۱۲۲۴۷	۲۰۹۷۲۳۲۹
تفاله چغندر قند (تن) به ازای هر تن ۲۰ کیلوگرم	۱/۹۴۸	۱/۶۹
ارزش تفاله	۳۳۱۱۶۰	۲۸۷۳۰۰
مقدار قند تشویقی (به ازای هر تن ۲ کیلو)	۱۹۵/۴	۱۶۹
ارزش قند تشویقی	۵۸۵۶۰۰	۵۰۷۰۰
کل درآمد ناخالص	۳۶۵۰۹۴۴۷	۲۴۳۵۲۳۲۹

جدول ۸ نتیجه نهایی محاسبات منافع نهایی و خالص حاصل از تغییر روش کاشت از کشت مستقیم بذر به نشاء ریشه لخت را تحت سه سناریو نشان می‌دهد. تحت سناریوی واقعی درآمد خالص نهایی حاصل از تغییر روش کاشت معادل ۹/۰۱۶

میلیون تومان است. حال چنانچه خزانه تولید نشاء ریشه لخت در اثر عوامل جوی دچار خسارت نشود یا کمتر از مقدار فعلی خسارت وارد گردد، هزینه تأمین نشاء کاهش یافته و منافع نهایی کشت نشاء افزایش می‌یابد. در سناریوی دوم با احتمال ۲۵ درصد

خسارت، میزان درآمد خالص نهایی حاصل از تغییر روش کاشت به ۹/۷۵۴ میلیون تومان افزایش یافته و در سناریوی سوم که بدون خسارت به خزانه می‌باشد، این رقم به ۱۰/۳۴۴ میلیون تومان تغییر می‌یابد. با این حال تحت هر سه سناریوی واقعی و فرضی تغییر کشت از روش کاشت مستقیم به نشاء ریشه لخت اقتصادی است. نوروژی (2007) نیز در مقایسه دو روش کشت نشائی و مستقیم بذر چغندرقد، میزان افزایش درآمد خالص در هکتار به روش کشت نشائی در مقایسه با روش مرسوم را معادل ۱۴۰۹۴۰۷ ریال گزارش کرد. گوهری و همکاران (Gohari et

al. 1996) طی تحقیقی روش کشت نشائی و کشت مستقیم بذر چغندرقد را از نظر اقتصادی مورد بررسی قرار داد. آنها طی مطالعه خود در مناطق ساوه و همدان نشان دادند که روش کشت نشائی در مقایسه با روش مستقیم حدود ۲۱۹۲۶۸ ریال درآمد اضافی ایجاد می‌کند. اما مشکل فنی موجود در این خصوص، این است که کاشت دستی توسط کارگر بسیار پرهزینه بوده و با توجه به مشکلات مدیریتی نیروی کار، علی‌رغم مزایای فنی بی‌شمار آن، نظیر کاهش مصرف آب، تبدیل به عامل بازدارنده در توسعه این روش شده است.

جدول ۸ درآمد نهایی تیمار آزمایشی و سناریوهای محتمل در منطقه فامنین (۱۰ ریال)

سناریو	کشت ریشه لخت		کشت مرسوم		درآمد نهایی خالص حاصل از تغییر روش کاشت از مرسوم به نشائی
	درآمد ناخالص	هزینه‌های تیمار	درآمد ناخالص	هزینه‌های تیمار	
آزمایش (واقعی)	۳۶۵۰۹۴۴۷	۱۳۹۱۷۹۴۲	۲۴۳۵۲۳۲۹	۱۰۷۷۷۶۱۱	۹۰۱۶۷۸۷
۲۵ درصد خسارت	۳۶۵۰۹۴۴۷	۱۳۱۸۰۲۰۵	۲۴۳۵۲۳۲۹	۱۰۷۷۷۶۱۱	۹۷۵۴۵۲۴
بدون خسارت خزانه	۳۶۵۰۹۴۴۷	۱۲۵۸۹۹۷۰	۲۴۳۵۲۳۲۹	۱۰۷۷۷۶۱۱	۱۰۳۴۴۷۵۹

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که سیستم کشت نشائی چغندرقد نسبت به روش کشت مستقیم بذر، باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی چغندرقد گردید. همچنین میزان مصرف آب در روش نشاء ریشه لخت کمتر از روش کشت مستقیم بذر بود که با توجه به شرایط محدودیت آب در اکثر مناطق چغندرکاری کشور، می‌توان از این روش در راستای افزایش کارایی مصرف آب در تولید چغندرقد بهره جست؛ اما نکته‌ای که در مقایسه این دو روش در این آزمایش بایستی به آن توجه کرد، شرایط آب و هوایی خاص منطقه در سال اجرای طرح بود که تا حدودی برخی از محاسبات را تحت تأثیر قرار داد. موضوع اول هزینه تولید نشاء در خزانه بود که به دلیل تگرگ و سرما حدود نیمی از ریشه‌چه‌ها از بین رفت و هزینه تهیه نشاء در خزانه افزایش یافت. از طرف دیگر بارندگی‌های اول فصل رشد

و عدم‌گاورو بودن زمین اصلی منجر به کشت دیر هنگام چغندرقد در سیستم کشت مستقیم بذر گردید و در حقیقت سیستم کشت نشائی، به‌جای کشت معمول منطقه با کشت دیر هنگام مورد مقایسه قرار گرفت؛ بنابراین در این آزمایش یکی از دلایل اختلاف زیاد عملکرد چغندرقد بین دو روش کشت، مربوط به کشت دیر هنگام چغندرقد در کشت مستقیم بود. موضوع دیگر هزینه بالای کشت نشاء ریشه لخت در زمین اصلی با استفاده از نیروی کارگری می‌باشد که یکی از عوامل مهم و پرهزینه در این سیستم کشت می‌باشد که تبدیل به یک عامل بازدارنده مهم در توسعه این روش شده است؛ بنابراین توصیه می‌شود به‌منظور افزایش بهره‌وری و ایجاد انگیزه برای کشاورزان در راستای ترویج این نوع سیستم کشت، تمهیدات لازم در خصوص مکانیزه کردن کشت نشاء ریشه لخت صورت گیرد.

سپاسگزاری

مؤسسه تحقیقات چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می شود.

هزینه این تحقیق از محل پروژه تحقیقاتی با شماره

مصوب ۵۳۳-۹۷۰۲۹-۰۲۵۳-۰۶۳-۳ معاونت پژوهش و فناوری

منابع مورد استفاده:

References:

- Agriculture Organization of Hamedan Province. Crop income-cost plan. Deputy of Planning and Economic Affairs, Statistics and Information Office. 2018. (in Persian)
- Abdollahi SAA, Hatami A, Yousefabadi V, Ashraf Mehrabi A. The effect of transplanting, sowing and harvesting date on yield and water use efficiency of autumn-sown sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2019; 35 (2): 175-191. (in Persian, abstract in English)
- Gohari J, Tohidloo Gh. Saving water, pesticides and fertilizers by sugar beet transplanting method. *Journal of Sugar Beet*. 1997; 12: 30-39. (in Persian, abstract in English)
- Gohari J, Rohi A, Sabzehee Gh. Effect of transplanting on quality and yield of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 1994; 9(1): 23-33. (in Persian, abstract in English)
- Gohari J, Rouhi A, Talaee A, Gholizadeh R. Economic analysis of two methods of paper pot and direct sowing of sugar beet crop in Iran. *Journal of Sugar Beet*. 1996; 11: 30-40. (in Persian, abstract in English)
- Khozaei M, Kamgar Haghighi AA, Zand Parsa Sh, Sepaskhah AR, Razzaghi F, Yousef abadi V, Emam Y. Evaluation of direct seedling and transplanting in sugar beet for water productivity, yield and quality under different irrigation regimes and planting densities. *Agricultural Water Management*. 2020; 238: 106230.
- Norouzi A. Evaluation of direct sowing and paper pot planting in sprinkler irrigation system. Sugar Beet Seed Institute (SBSI); 2007. 45 p. Report. No. 2406. (in Persian, abstract in English)
- Reinefeld E, Emmerich B, Baumgarten G, Winner C, Beiss U. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. *Zucker*. 1974; 27: 2-15.
- Yousef abadi V. Effect of steckling size (transplant) and time of transplanting on root yield and quality of sugar beet in small farm. Sugar Beet Seed Institute (SBSI); 2014. 47 p. Report. No. 93/44990. (in Persian, abstract in English)
- Yousef abadi V. Sugar beet transplanting by two methods: paper pot and without pot (root transplantation). Sugar beet Seed Institute (SBSI)., 2017; pp. 32. (in Persian)
- Yousef abadi V. The effect of combining the Autumn cultivation and transplanting method on water use efficiency in sugar beet. Sugar Beet Seed Institute (SBSI); 2021. 44 p. Report. No. 59225. (in Persian, abstract in English)
- Zhang L, Yan C, Guo Q, Zhang J, Ruiz- Menjivar J. The impact of agricultural chemical inputs on environment: global evidence from informatics analysis and visualization. *International Journal of Low-Carbon Technologies*. 2018; 13(4): 338-352.

Zolfagharan A, Alizadeh A, Khavari S, Bannayan M, Ansari H. Investigation and Comparison of Water Productivity in Direct and Transplant Seeding of Corn in Different Irrigation Regimes. Iranian Journal of Irrigation and Drainage.



تأثیر پوشش پلاستیک و پاکلوبوترازول بر ساقه‌روی و عملکرد چغندر قند پاییزه در منطقه مشهد

Effects of plastic mulch and Paclobutrazol on bolting and yield of autumn-sown sugar beet in Mashhad region

مسعود احمدی^{۱*}، حسن حمیدی^۲، جواد رضایی^۳، کمال حاج محمدنیا قالی باف^۴ و شجاعت زارع^۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۸

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.354893.1277

م. احمدی، ح. حمیدی، ج. رضایی، ک. حاج محمدنیا قالی باف و ش. زارع ۱۴۰۰. تأثیر پوشش پلاستیک و پاکلوبوترازول بر ساقه‌روی و عملکرد چغندر قند پاییزه در منطقه مشهد. چغندر قند، ۳۷(۱): ۶۱-۷۳

چکیده

در این تحقیق اثرات استفاده از پوشش پلاستیک و پاکلوبوترازول بر ساقه‌روی، عملکرد و کیفیت کشت پاییزه چغندر قند در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در منطقه مشهد طی دو سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ و ۹۹-۱۳۹۸ بررسی شد. عامل اصلی شامل تاریخ کاشت در سه سطح (اول، ۱۰ و ۲۰ مهرماه) و عامل فرعی شامل کنترل ساقه‌روی در چهار سطح (شاهد، پوشش پلاستیک، پاکلوبوترازول و کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک) بود. میانگین کاهش ساقه‌روی در تیمارهای پوشش پلاستیک، پاکلوبوترازول و کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک نسبت به شاهد به ترتیب به ۶/۰۶، ۳۲/۹۸ و ۹۱/۸۸ درصد بود. میانگین عملکرد قندخالص نشان داد که تیمارهای پوشش پلاستیک، ۱/۱۱ تن در هکتار افزایش مصرف پاکلوبوترازول ۱/۹۳ کاهش و کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک نسبت به شاهد ۱/۱۹ تن در هکتار کاهش داشته است. بین تاریخ‌های مختلف کشت از نظر عملکرد قندخالص تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، علت آن بروز ساقه‌روی در کشت زود و در نتیجه کاهش درصد قند و همچنین کاهش عملکرد در کشت دیر هنگام می‌تواند باشد. در تیمارهای کنترل ساقه‌روی، پوشش پلاستیک با کاهش حدود ۷۰ درصد ساقه‌روی در تاریخ دوم کاشت نسبت به تاریخ کشت اول باعث افزایش عملکرد نیز گردید. نتایج نشان داد که کاربرد پاکلوبوترازول و کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک کاهش معنی‌داری بر عملکرد قند خالص داشت. از طرفی به دلیل تأثیر معنی‌دار کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک بر کاهش ساقه‌روی، لازم است بررسی‌های بیشتری در خصوص مقدار و زمان کاربرد پاکلوبوترازول برای رفع اثرات منفی بر عملکرد انجام شود.

واژه‌های کلیدی: پوشش پلاستیک، تاریخ کاشت، چغندر قند، ساقه روی، عملکرد ریشه



۱- دانشیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. * - نویسنده مسئول: ahmadi50_masoud@yahoo.com

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

۳- استادیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۴- استادیار گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

۵- استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

مقدمه

چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) در جهان به دو صورت بهار و یا پاییزه کشت می‌شود. در ایران کشت چغندر قند اکثراً در مناطق خشک و نیمه‌خشک به صورت فاریاب و در بهار انجام می‌شود. با این حال طی سال‌های اخیر با توجه به کمبود منابع آبیاری و نیاز آبی بالای این گیاه و نیز شیوع آفات و بیماری‌ها، در برخی مناطق گرایش به سمت کشت پاییزه چغندر قند افزایش پیدا کرده است (Taleghani et al. 2010). تغییر اقلیم نیز یکی دیگر از دلایل توسعه کشت پاییزه چغندر قند در ایران می‌باشد (Fayyazipour et al. 2016).

زراعت چغندر قند پاییزه با یک مشکل اساسی روبه‌رو است. چنانچه بوته‌های چغندر قند به مدت طولانی در معرض دمای بهار شدن (۸-۴ درجه سانتی‌گراد) یا کمتر به مدت دو تا سه ماه قرار بگیرند، پس از سپری شدن دوره سرما، پدیده ساقه‌روی و گلدهی یا همان بولتینگ را در سال اول تجربه خواهند کرد (Deihimfard et al. 2019; Alimirzaee et al. 2016) و هرچه میزان سرما بیشتر باشد، میزان ساقه‌روی و پدیده بولتینگ در سطح مزرعه بیشتر خواهد بود (Jahanbakhsh Pour et al. 2016; Deihimfard et al. 2019). پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد ساقه‌روی چغندر قند تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد؛ با این حال، عامل ژنتیکی آن توسط چند آلل مغلوب و همچنین ژن B که بر روی کروموزوم شماره ۲ قرار گرفته است، کنترل می‌گردد (Smit 1983; Alimirzaee et al. 2016). در سال‌هایی که میانگین درجه حرارت ماه‌های زمستان به پایین‌تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد برسد گیاه بهار سازی شده و در بهار به دلیل ظهور ساقه گل‌دهنده، ریشه‌ها خشبی و فیبری می‌گردد. وجود بیش از حد ساقه‌های گل‌دهنده موجب کاهش درصد قند، عملکرد ریشه و خلوص شربت خام می‌شود (Sadeghian Mottahar 1999). به دلیل کاهش عملکرد کمی و کیفی (عیار قند) چغندر قند در صورت مواجهه با سرما در کاشت پاییزه (به خاطر

به ساقه‌روی آن)، محققان به دنبال ارقامی از چغندر قند می‌باشند که ضمن تحمل درجه حرارت‌های پایین، از حداقل ساقه‌روی نیز برخوردار باشند (Taleghani et al. 2010).

هرچند سابقه کشت پاییزه چغندر قند در ایران به حدود ۵۰ سال پیش بر می‌گردد (Kashani et al. 1996)، ولی توسعه این سیستم کاشت در برخی از مناطق کشور (مانند استان گلستان، ایلام و خراسان جنوبی) که مناسب کشت زمستانه چغندر قند هستند، مستلزم کاشت رقم‌های مقاوم به بولتینگ است (Javaheri et al. 2006). مشخص شده است، ارقامی که از قابلیت بقا و رشد بیشتری در شرایط سردسیر برخوردارند، میزان ساقه‌روی در آن‌ها کمتر می‌باشد (Rinaldi and Vonella 2006).

در مناطقی مانند خوزستان که چغندر قند در پاییز کاشته می‌شود، چون گیاه در طول فصل زمستان در مزرعه باقی می‌ماند ممکن است در معرض دمای پایین هوا قرار گیرد و در نتیجه ساقه‌روی ایجاد شود، با این حال با توجه به اینکه در کشت پاییزه چغندر قند نیاز سرمایی در پاییزه و نیاز نوری در فصل بهار برآورده می‌شود، گیاه در اواخر دوره رشد به ساقه می‌رود و به نظر می‌رسد که کاهش عملکرد کمتری نسبت به کشت بهار که نیاز سرمایی و نوری آن در همان اوایل دوره رشد فراهم می‌شود، داشته باشد (Nelson and Deming 1952).

از روش‌های کنترل پدیده ساقه‌روی چغندر قند، اصلاح، معرفی رقم‌های مقاوم به ساقه‌روی و تغییر در تاریخ کشت و برداشت می‌باشد که استفاده از این روش‌ها به‌ویژه در کشورهای شمال غربی اروپا موجب توسعه سطح زیرکشت پاییزه چغندر قند طی سال‌های اخیر شده است (Sadeghzadeh hemayati et al. 2012). برخی پژوهشگران نیز اظهار داشته‌اند که تنظیم‌کننده رشد جیبرلین، پدیده ساقه‌روی را تسریع نموده و از این طریق سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (Passam et al. 2008; Seyed Sharifi and Khalilzadeh 2018).

ساقه‌روی در گیاه چغندر قند را کاهش دهد (Jahanbakhsh et al. 2016).

نتایج تحقیقات فیاضی پور و همکاران (Fayyazipour et al. 2016) نشان داد که یکی از راهکارهای کاهش ساقه‌روی (بولتینگ)، کاربرد پاکلوبوترازول به میزان ۶۰ گرم در هکتار طی دو نوبت (اواسط اسفند و اواخر فروردین) و محلول‌پاشی سایکوسل (در مرحله‌ی ۶ تا ۸ برگی به میزان ۱۰۰۰ ppm) می‌باشد.

مزایای بسیار زیادی در خصوص استفاده از خاکپوش‌ها مطرح شده که از آن جمله می‌توان به کاهش مصرف آب، افزایش دما و رطوبت خاک، کنترل علف‌های هرز و افزایش کارایی مصرف آب اشاره نمود (Kasirajan and Ngouajio 2012; Taparauskiene and Miseckaite 2014). مواد مختلفی می‌توانند به عنوان مالچ به کار روند که البته ارجحیت آنها نسبی و کاربردهای مختلفی نیز می‌توانند ایجاد نمایند. یکی از مناسب‌ترین، کاربردی‌ترین، در دسترس‌ترین و شاید از نظر هزینه‌ای با صرفه‌ترین مواد موجود، استفاده از ورقه‌های پلاستیکی است که در مقیاس وسیع در زراعت‌های ردیفی و صیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Afshar and Mehrabadi 2003). نصر اصفهانی (Nasr Isfahani 1996) نشان داد که در مزارع چغندر قند و خیار، دمای خاک در زیر پوشش پلاستیک نسبت به خاک معمولی افزایش می‌یابد و رطوبت خاک نیز تا بیش از ۸۰ درصد در زیر پوشش پلاستیکی حفظ می‌گردد.

لالیتا و همکاران (Lalitha et al. 2010) گزارش کردند که در شرایط استفاده از پوشش پلاستیکی، ویژگی‌های خاک از قبیل دما، محتوی رطوبت، چگالی، پایداری خاکدانه و مواد مغذی در دسترس خاک به دلیل اصلاح میکروکلیمای خاک بهبود یافته است. همچنین استفاده از پوشش پلاستیکی اثرات مثبتی بر عملکرد و رشد گیاهان دارد. در یک پیش آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ با کاربرد پوشش پلاستیک از ۸ آذرماه تا ۱۲ اسفندماه

تریازول‌ها از فعال‌ترین کندکننده‌های رشد هستند که از طویل شدن ساقه جلوگیری می‌کنند. واضح‌ترین پاسخ گیاه به این ترکیبات کاهش طویل شدن میانگره و در نتیجه کاهش ارتفاع است (Graebe 1987). مکانیسم عمومی فعالیت تریازول‌ها جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین و بیوسنتز استرول است. یکی از ترکیبات ویژه که در مسیر ایزوپرنوئید ساخته می‌شود و تریازول‌ها از سنتز آن جلوگیری می‌کنند، جیبرلین است. خاصیت هورمونی تریازول‌ها، تعدیل هورمون‌های مهم شامل جیبرلین، آبسزیک اسید و سیتوکنین است (Magome et al. 2008). از مهم‌ترین مواد این گروه از کندکننده‌های رشد می‌توان پاکلوبوترازول، یونیکونازول و تریاپنتنول را نام برد (Graebe 1987). پاکلوبوترازول با نام تجاری بونزای (Bonzi) از ترکیبات تریازولی رایج است که به‌طور وسیعی در کند کردن رشد تعداد زیادی از محصولات گل‌دار، گیاهان آپارتمانی، گیاهان یکساله باغچه‌ای، درختان میوه و درختان زینتی بکار می‌رود. پاکلوبوترازول با جلوگیری از فعالیت کورن اکسیداز از سنتز جیبرلین جلوگیری می‌کند. در واقع این کندکننده رشد باعث توقف فعالیت سیتوکروم P450 مونوکسیژنازوز (Cytochrome P450-dependent monooxygenases) شده و از اکسیداسیون انت کورن به انت کورنوئیک اسید که یک واکنش سریع در سنتز جیبرلین است، جلوگیری می‌کند (Graebe 1987). ممانعت از سنتز جیبرلین منجر به کاهش طول میانگره و سطح برگ و کاهش رشد می‌شود (Magome et al. 2008). از دیگر اثرات بسیار مهم پاکلوبوترازول افزایش مقاومت به سرما در گیاهان تیمار شده می‌باشد. افزایش سطح تحمل گیاهان به سرما در اثر کاربرد پاکلوبوترازول با جلوگیری از تحلیل چربی‌های غشاء و افزایش سطوح آبسزیک اسید مرتبط است (Fletcher et al. 2000). کاربرد برخی از مواد ضد جیبرلین، در مرحله ساقه‌روی، علیرغم اینکه ممکن است اثرات منفی بر درصد و عملکرد قند (افزایش ناخالصی‌ها) داشته باشند، قادر خواهد بود

آزمایش، از قسمت‌های مختلف مزرعه نمونه خاک تهیه گردید و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمایش، عناصر غذایی مورد نیاز به خاک مزرعه اضافه گردید. این پروژه در قالب آزمایش اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل تاریخ کاشت در سه سطح (اول، ۱۰ و ۲۰ مهرماه) و فاکتور فرعی شامل کنترل ساقه‌روی در چهار سطح (شاهد، پوشش پلاستیک، پاکلوبوترازول و کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیکی) بود. رقم مورد استفاده در این تحقیق رقم جاکا متعلق به شرکت فرانسوی Florimond Desprez و متحمل به بولتینگ بود. کرت‌های آزمایشی شامل چهار خط به طول هفت متر با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف بود (تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار). آبیاری به روش نشتی صورت گرفت و عملیات داشت شامل تنک در مرحله چهار برگی، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها به صورت مکانیکی و شیمیایی انجام گرفت. پوشش پلاستیک با شروع سرمای زمستانه (اوایل آذرماه) بر روی کرت‌های مورد نظر به کمک نیروی کارگری کشیده شد و با شروع گرمای بهار (اواسط اسفندماه) جمع گردید. در این مدت گیاهان در زیر پوشش پلاستیک قرار داشتند. اعمال تیمار پاکلوبوترازول با غلظت ۳۰۰ (پی پی ام) طی دو نوبت در ۲۰ اسفند و ۲۰ فروردین ماه به صورت محلول‌پاشی انجام شد.

در هنگام برداشت (هفته اول تیرماه)، تعداد بوته‌های به ساقه‌روی رفته شمارش شدند و درصد ساقه‌روی (بوته‌های به ساقه رفته) تعیین شد. پس از برداشت، تعداد ریشه‌های هر کرت شمارش و توزین گردیده و پس از تهیه خمیر جهت تجزیه کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات چغندر قند در کرج ارسال شد. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد ریشه، درصد ساقه‌روی، درصد قندناخالص، درصد قندخالص، عملکرد قندخالص و ضریب استحصال شکر بود.

بر روی بوته‌های شش رقم چغندر قند پاییزه درصد ساقه‌روی به‌طور متوسط به میزان ۷۵ درصد کاهش یافت.

نتایج تحقیقی که به‌منظور بررسی امکان کشت پاییزه ارقام چغندر قند در دشت مغان انجام شد، نشان داد که اثرات تاریخ کاشت و رقم بر روی عملکرد ریشه، قند و بولتینگ چغندر قند مؤثر بوده که در این میان اثر رقم بر میزان ساقه‌روی ارقام به‌مراتب مشهودتر بود و از طرفی، درصد ساقه‌روی ارقام به‌شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار داشت. همچنین مشاهده شد که تأثیر رقم و تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه و میزان شکر سفید از نظر آماری معنی‌دار بود (Farahmand and Moharamzadeh 2014؛ بنابراین، انتخاب رقم مناسب و تغییر در روش و تاریخ کاشت با توجه به شرایط موجود می‌تواند به‌عنوان راهکار مفیدی تلقی شوند (Bahadorkhah and Kazemayni 2014).

با توجه به اقلیم ناپایدار در مناطق مستعد کشت پاییزه در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی کشور، به دلیل فقدان ارقام کاملاً مقاوم به ساقه‌روی و با پتانسیل عملکرد بالا، مدیریت ساقه‌روی چغندر قند و همچنین کاهش خسارت سرمازدگی اهمیت زیادی دارد. با توجه به نیاز کشور به محصول شکر و همچنین تولید پایدار در اراضی مستعد و امکان کشت پاییزه چغندر قند در مناطق نزدیک به کارخانه‌های قند، در تحقیق حاضر، اثرات پوشش پلاستیک و پاکلوبوترازول بر ساقه‌روی، عملکرد و کیفیت ریشه چغندر قند پاییزه در منطقه مشهد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۸ و ۱۳۹۸-۱۳۹۹) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق (مشهد) اجرا شد. جدول ۱ میانگین برخی پارامترهای هواشناسی ثبت شده در ایستگاه هواشناسی مشهد را در فاصله زمانی کاشت تا برداشت چغندر قند برای دو سال متوالی نشان می‌دهد. قبل از انجام

جدول ۱ میانگین ماهانه برخی پارامترهای اقلیمی ایستگاه طرق (مشهد) طی دو سال اجرای آزمایش

ماه	متوسط حداقل دما (درجه سانتی گراد)		متوسط حداکثر دما (درجه سانتی گراد)		بارندگی (میلی متر)		میزان تبخیر تجمعی (میلی متر)	
	سال اول		سال دوم		سال اول		سال دوم	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
مهر	۸/۹	۱۱/۳	۲۳/۸	۲۶/۲	۶/۶	۲/۳	۱۵۸	۱۷۲/۲
آبان	۴/۹	۳/۸	۱۵/۹	۱۵/۸	۳۶/۱	۱۷/۲	۵۵/۱	۴۰/۷
آذر	۲/۵	۱	۱۴/۳	۱۱/۷	۱۸	۹/۳	.	.
دی	۰/۵	-۱/۵	۱۲/۷	۹/۵	۱۳	۴۱/۱	.	.
بهمن	.	-۰/۷	۱۱/۳	۱۰/۶	۴۸/۲	۸/۷	.	.
اسفند	۲/۹	۳/۱	۱۴/۳	۱۶/۹	۱۶/۴	۲۶/۹	.	.
فروردین	۸/۵	۶/۱	۱۸/۴	۱۵/۶	۱۲۰/۶	۱۵۰/۶	۱۰۱/۹	۷۶/۱
اردیبهشت	۱۱/۹	۱۲/۹	۲۴/۷	۲۵/۳	۳۵/۴	۳۷/۱	۱۸۴/۵	۱۹۸/۴
خرداد	۱۶/۵	۱۸/۵	۳۱/۱	۳۳/۶	۲۹/۲	۰/۵	۲۶۷/۲	۳۶۳/۷

جدول ۲ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	ماده آلی (درصد)	پتاسیم میلی گرم در کیلوگرم	فسفر میلی گرم در کیلوگرم	نیترژن کل (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	شن (درصد)	لوم (درصد)	رس
۳۰-۰	۰/۷۳	۱۲۶	۸/۴	۰/۱۰۶	۱/۳۴	۸/۰	۴۶	۳۶	۱۸

پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی واریانس خطای آزمایش نسبت به تجزیه مرکب داده‌های دوساله توسط نرم افزار آماری SAS 9.1 اقدام شد. لازم به ذکر است که در مورد صفاتی که به صورت درصد بودند از تبدیل رادیکالی داده‌ها استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌های صفات مورد آزمایش، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

درصد ساقه‌روی

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که برای درصد ساقه‌روی اثر سال، تاریخ کاشت، کنترل ساقه‌روی و اثر متقابل آنها معنی‌دار بوده است (جدول ۳). میانگین این صفت ۱۷/۹۷ درصد بود. نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین درصد

ساقه‌روی در تاریخ اول مهر با مقدار ۳۵/۱۲ درصد بود. تاریخ ۱۰ مهر ۱۵/۶۲ درصد و تاریخ ۲۰ مهر ۳/۱۶ درصد ساقه‌روی داشتند که تفاوت بین تاریخ‌های مورد مطالعه معنی‌دار بود. (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمار کنترل ساقه‌روی برای این صفت حاکی از آن است که بیشترین درصد ساقه‌روی مربوط به تیمار شاهد با ۳۴/۸۷ درصد و تیمار پاکلوبوترازول با ۲۳/۳۷ درصد بعد از تیمار شاهد قرار داشته و اختلاف آن معنی‌دار می‌باشد. کمترین مقدار این صفت در تیمار توأم پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک به میزان ۲/۸۳ درصد وجود داشت. (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین تیمار کنترل ساقه‌روی برای این صفت حاکی از آن است که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار پوشش پلاستیک با ۵۹/۴۲ تن در هکتار بود. تیمار شاهد با ۵۳/۰۶ تن در هکتار بعد از تیمار پوشش پلاستیک قرار داشته و اختلاف آنها معنی‌دار بود. کمترین مقدار این صفت در تیمار توأم پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک با عملکرد ۴۳/۲۹ تن در هکتار وجود داشت. (جدول ۴).

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف مورد مطالعه در کشت پاییزه چغندر قند

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد ساقه‌روی	عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص	درصد قند خالص	عملکرد قند خالص	ضریب استحصال شکر
سال (Y)	۱	۳۹۶/۰۹**	۵۵۶/۴۲**	۳۸۱/۸۰**	۳۰۲/۰۳**	۲۸/۰۱**	۱۳۰/۹۰**
تکرار (سال)	۶	۱۷/۸۱	۴۳/۰۴	۸/۶۳	۱۳/۰۳	۴/۶۶	۱۰۴/۴۷
تاریخ کاشت (A)	۲	۸۳۰۷/۸۴**	۳۹۱/۶۴**	۶/۵۴*	۱۲/۲۹**	۱/۰۵ ^{NS}	۱۱۴/۹۷**
Y*A	۲	۱۴۴/۵۹**	۳۷۰/۳۱**	۱۱/۴۲**	۱۴/۸۰**	۲۰/۷۱**	۵۰/۲۷*
خطای a	۱۲	۱۳/۱۵	۵۲/۱۸	۱/۴۹	۴/۲۵	۰/۵۲	۷۸/۵۴
کنترل ساقه‌روی (B)	۳	۴۷۶۵/۱۲**	۳۳۲۸/۰۴**	۱/۰۵ ^{NS}	۱/۰۰ ^{NS}	۴۲/۸۹**	۱۰/۰۷ ^{NS}
Y*B	۳	۳۰/۷۹*	۴۸/۵۴ ^{NS}	۰/۲۴ ^{NS}	۰/۶۶ ^{NS}	۰/۳۴ ^{NS}	۱۱/۵۹ ^{NS}
A*B	۶	۱۵۹۵/۲۵**	۲۸۶/۶۳**	۱/۸۸ ^{NS}	۲/۷۵ ^{NS}	۳/۵۲**	۱۷/۰۲ ^{NS}
Y*A*B	۶	۴۲/۸۳**	۷۱/۸۳*	۵/۱۱**	۸/۱۶**	۴/۶۲**	۶۹/۸۹**
خطای b	۵۴	۱۰/۶۹	۲۶/۳۷	۱/۶۱	۱/۹۸	۰/۷۱	۱۳/۴۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۸/۱۹	۱۰/۶۳	۷/۸۳	۱۰/۸۹	۱۳/۶۳	۴/۶۴

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد، NS غیر معنی‌دار

جدول ۴ مقایسه میانگین اثرات تاریخ کاشت و کنترل ساقه‌روی بر صفات کمی و کیفی چغندر قند پاییزه در دو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۹

تاریخ کاشت/کنترل ساقه‌روی	درصد ساقه‌روی	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند ناخالص	درصد قند خالص	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	ضریب استحصال شکر (درصد)
اول مهر	۲۵/۱۲ a	۴۷/۵۵ b	۱۶/۱۳ a	۱۲/۶۹ a	۶/۰۸ a	۷۷/۶۴ a
۱۰ مهر	۱۵/۶۲ b	۴۵/۲۱ b	۱۶/۷۰ a	۱۳/۶۰ a	۶/۰۸ a	۸۱/۲۰ a
۲۰ مهر	۳/۱۶ c	۵۲/۰۹ a	۱۵/۸۱ a	۱۲/۴۲ a	۶/۳۹ a	۷۸/۳۰ a
شاهد	۳۴/۸۷ a	۵۳/۰۶ b	۱۶/۱۷ a	۱۲/۸۲ a	۶/۶۸ b	۷۸/۵۵ a
پوشش پلاستیک	۱۰/۷۹ c	۵۹/۴۲ a	۱۶/۵۱ a	۱۳/۲۱ a	۷/۷۹ a	۷۹/۴۹ a
پاکلوبوترازول	۲۳/۳۷ b	۳۷/۳۷ d	۱۶/۱۴ a	۱۲/۷۶ a	۴/۷۵ d	۷۸/۴۳ a
پاکلوبوترازول+پوشش پلاستیکی	۲/۸۳ d	۴۳/۲۹ c	۱۶/۰۳ a	۱۲/۸۳ a	۵/۴۹ c	۷۹/۷۱ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار نیستند ($P \leq 0.05$)

با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل سه جانبه برای صفت

درصد ساقه‌روی در جدول ۳ نتایج نشان داد که بالاترین میزان ساقه‌روی (۸۰/۵۰ درصد) در سال اول (۱۳۹۷-۹۸) و در تیمار شاهد در تاریخ کاشت اول مهرماه حاصل شد در حالی که کمترین میزان ساقه‌روی (۰/۲۵ درصد) مربوط به سال دوم (۱۳۹۸-۹۹) در شرایط استفاده از پوشش پلاستیک و تاریخ کاشت ۲۰ مهرماه بود. (جدول ۵) (Taleghani et al. 2011; Trankner et al. 2016). همان‌طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود در هر دو سال تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف کنترل ساقه‌روی در تاریخ کاشت اول مهر از نظر درصد ساقه‌روی وجود داشت. همچنین بین دو تیمار شاهد و کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول+

پوشش پلاستیک در هر دو سال و کلیه تاریخ‌های کاشت به‌استثنای تاریخ کاشت ۲۰ مهر در هر دو سال تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده شد که نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار درصد ساقه‌روی در اثر کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول+پوشش پلاستیک نسبت به سایر تیمارهای کنترل ساقه‌روی می‌باشد. به نظر می‌رسد که عدم تفاوت معنی‌دار برای صفت ساقه‌روی در تاریخ کاشت دیر هنگام (۲۰ مهر) بین دو تیمار شاهد و کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول+پوشش پلاستیک به دلیل رشد کم بوته‌های چغندر قند و حساسیت کمتر آن‌ها به ورنالیزاسیون و ساقه‌روی می‌باشد (Ranji et al. 2001).

جدول ۵ مقایسه میانگین برخی صفات کمی تحت اثر تاریخ کاشت و سطوح تیمارهای کنترل ساقه‌روی

سال	تاریخ کاشت	کنترل ساقه‌روی	درصد ساقه‌روی	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند ناخالص	درصد قند خالص	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	ضریب استحصال شکر (درصد)
۱۳۸۷-۹۸	اول مهر	شاهد	۸۰/۵۰ ^a	۵۱/۳۶ ^{defg}	۱۳/۴۸ ^h	۹/۶۷ ^g	۴/۹۲ ^{ijkl}	۷۰/۵۰ ^g
		پوشش پلاستیکی	۲۵/۵۰ ^{ef}	۵۱/۳۳ ^{efg}	۱۳/۷۰ ^h	۱۰/۴۴ ^{fg}	۵/۰۸ ^{hijk}	۷۴/۷۶ ^{efg}
		پاکوبوترازول	۴۶/۰۰ ^c	۳۸/۱۵ ^{klm}	۱۴/۰۶ ^h	۱۰/۸۷ ^{efg}	۴/۱۵ ^{kl}	۷۷/۲۳ ^{cdef}
		پاکوبوترازول+پوشش پلاستیکی	۵/۰۰ ^{hijk}	۴۴/۹۰ ^{ghijk}	۱۳/۶۴ ^h	۱۰/۸۰ ^{efg}	۴/۸۲ ^{ijkl}	۷۸/۹۵ ^{abcde}
	۱۰ مهر	شاهد	۲۹/۰۰ ^e	۵۰/۹۹ ^{efg}	۱۴/۲۳ ^h	۱۱/۳۳ ^{efg}	۵/۷۶ ^{fghi}	۷۹/۵۸ ^{abcde}
		پوشش پلاستیکی	۷/۵۰ ^{hi}	۵۵/۰۱ ^{cde}	۱۴/۹۹ ^{gh}	۱۲/۱۰ ^{def}	۶/۵۹ ^{defg}	۸۰/۷۹ ^{abcd}
		پاکوبوترازول	۲۲/۵۰ ^{fg}	۴۰/۷۵ ^{ijklm}	۱۴/۴۳ ^h	۱۱/۶۶ ^{defg}	۴/۷۹ ^{ijkl}	۸۰/۷۴ ^{abcd}
		پاکوبوترازول+پوشش پلاستیکی	۳/۰۰ ^{ijkl}	۴۴/۸۰ ^{ghijk}	۱۴/۱۵ ^h	۱۱/۰۴ ^{efg}	۴/۹۴ ^{ijk}	۷۸/۰۸ ^{bcdef}
	۲۰ مهر	شاهد	۴/۷۵ ^{hijkl}	۶۹/۵۰ ^b	۱۴/۴۴ ^h	۱۱/۴۶ ^{efg}	۷/۹۱ ^{bc}	۷۹/۲۸ ^{abcde}
		پوشش پلاستیکی	۶/۵۰ ^{hij}	۷۸/۴۰ ^a	۱۵/۰۹ ^{fgh}	۱۲/۲۵ ^{def}	۹/۵۹ ^a	۸۱/۲۳ ^{abcd}
		پاکوبوترازول	۷/۷۵ ^h	۳۵/۵۱ ^{lmn}	۱۳/۸۹ ^h	۱۰/۵۴ ^{fg}	۳/۷۳ ^l	۷۵/۱۹ ^{efg}
		پاکوبوترازول+پوشش پلاستیکی	۲/۰۰ ^{ijkl}	۴۷/۶۳ ^{fghi}	۱۴/۵۸ ^h	۱۱/۴۵ ^{efg}	۵/۴۴ ^{ghij}	۷۸/۲۴ ^{bcdef}
۱۳۸۸-۸۹	اول مهر	شاهد	۶۲/۷۵ ^b	۴۸/۴۰ ^{efgh}	۱۸/۸۶ ^{ab}	۱۵/۵۵ ^{ab}	۷/۵۵ ^{bcd}	۸۲/۲۳ ^{abc}
		پوشش پلاستیکی	۱۸/۲۵ ^g	۵۹/۲۰ ^c	۲۰/۳۹ ^a	۱۶/۸۴ ^a	۱۰/۰۳ ^a	۸۲/۷۰ ^{ab}
		پاکوبوترازول	۳۸/۵۰ ^d	۴۱/۲۰ ^{hijkl}	۱۶/۷۹ ^{def}	۱۲/۵۵ ^{de}	۵/۲۵ ^{hijk}	۷۳/۳۹ ^{fg}
		پاکوبوترازول+پوشش پلاستیکی	۴/۵۰ ^{hijkl}	۴۵/۹۰ ^{ghij}	۱۸/۱۸ ^{bcd}	۱۴/۸۳ ^{bc}	۶/۸۳ ^{cdef}	۸۱/۳۹ ^{abcd}
	۱۰ مهر	شاهد	۳۰/۰۰ ^e	۴۳/۳۰ ^{hijk}	۱۹/۵۹ ^{ab}	۱۶/۳۷ ^{ab}	۷/۰۸ ^{bcde}	۸۳/۴۶ ^a
		پوشش پلاستیکی	۶/۵۰ ^{hij}	۵۴/۰۳ ^{cdef}	۱۸/۲۵ ^{bcd}	۱۵/۰۰ ^{abc}	۸/۱۰ ^b	۸۲/۰۷ ^{abc}
		پاکوبوترازول	۲۴/۲۵ ^f	۳۹/۲۱ ^{ijklm}	۱۹/۳۴ ^{ab}	۱۶/۰۰ ^{ab}	۶/۲۳ ^{efgh}	۸۲/۵۹ ^{ab}
		پاکوبوترازول+پوشش پلاستیکی	۲/۲۵ ^{kl}	۳۳/۶۰ ^{mn}	۱۸/۶۵ ^{abc}	۱۵/۳۶ ^{abc}	۵/۱۷ ^{hijk}	۸۲/۳۲ ^{abc}
	۲۰ مهر	شاهد	۲/۲۵ ^{kl}	۵۴/۸۰ ^{cdef}	۱۶/۴۴ ^{efg}	۱۲/۵۶ ^{de}	۶/۹۰ ^{cdef}	۷۶/۲۸ ^{def}
		پوشش پلاستیکی	۰/۵۰ ^{kl}	۵۸/۶۰ ^{cd}	۱۶/۶۸ ^{defg}	۱۲/۶۳ ^{de}	۷/۳۹ ^{bcde}	۷۵/۴۰ ^{efg}
		پاکوبوترازول	۱/۲۵ ^{kl}	۲۹/۴۰ ⁿ	۱۸/۳۸ ^{bcd}	۱۴/۹۷ ^{abc}	۴/۴۱ ^{ijkl}	۸۱/۴۷ ^{abcd}
		پاکوبوترازول+پوشش پلاستیکی	۰/۲۵ ^l	۴۲/۹۰ ^{hijk}	۱۶/۹۹ ^{cde}	۱۳/۵۱ ^{cd}	۵/۷۷ ^{fghi}	۷۹/۲۹ ^{abcde}
		میانگین	۱۷/۹۷	۴۸/۲۹	۱۶/۲۲	۱۲/۹۱	۶/۱۸	۷۹/۰۵

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

جواهری و همکاران (Javaheri et al. 2006) گزارش

کردند که اگر گیاه چغندر قند در تیمارهای مختلف کاشت، سرمای لازم برای ورنالیزاسیون را دریافت کنند، در تاریخ کاشت دیر به خاطر عمل خنثی شدن اثر ورنالیزاسیون در اثر گرم شدن هوا در اسفندماه و فروردین‌ماه، درصد ساقه‌روی کاهش می‌یابد زیرا در تاریخ کاشت دیر، گیاه نسبت به تاریخ کاشت‌های زودتر جوان‌تر بوده و چون در حال رشد سریع است لذا بیشتر تحت تأثیر دورنالیزاسیون قرار می‌گیرد. نتایج تحقیقات حاضر نشان داد که کاربرد پاکوبوترازول باعث کاهش میزان ساقه‌روی در چغندر قند می‌گردد که با نتایج تحقیقات فیاضی پور و همکاران (Fayyazipour et al. 2016) مطابقت دارد.

تحقیقات نشان داده است که استفاده از پوشش

پلاستیکی باعث بهبود ویژگی‌های خاک از قبیل دما، محتوی رطوبت، چگالی، پایداری خاکدانه و مواد مغذی در دسترس خاک به دلیل اصلاح میکروکلیمای خاک می‌شود (Lalitha et al. 2010).

عملکرد ریشه

نتایج این پژوهش حاکی از آن است که استفاده از پوشش پلاستیکی اثرات مثبتی بر عملکرد و رشد چغندر قند پاییزه داشته است. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که برای عملکرد ریشه اثر سال، تاریخ کاشت، کنترل ساقه‌روی و اثر متقابل آنها معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین این صفت ۴۸/۲۹ تن در هکتار بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت نشان داد که

درصد قند ناخالص

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که برای درصد قند ناخالص اثر سال و تاریخ کاشت معنی‌دار بود. در حالی که اثر تیمار کنترل ساقه‌روی بر صفت مزبور معنی‌دار نبود، اما اثر متقابل سه جانبه معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین این صفت ۱۶/۲۲ درصد بود. نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین درصد قند ناخالص در تاریخ ۱۰ مهر به میزان ۱۶/۷۰ درصد بود. لازم به ذکر است که بین تاریخ‌های مختلف کشت در طی دو سال از لحاظ صفت مزبور تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین تیمار کنترل ساقه‌روی برای این صفت حاکی از آن است که بیشترین درصد قند ناخالص مربوط به تیمار پوشش پلاستیک به میزان ۱۶/۵۱ درصد بود که با سایر تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل سه جانبه برای صفت درصد قند ناخالص در جدول ۳ نتایج نشان داد که بالاترین درصد قند ناخالص (۲۰/۳۹ درصد) در سال دوم (۹۹-۱۳۹۸) و در شرایط استفاده از پوشش پلاستیک در تاریخ کاشت اول مهرماه حاصل شد. میانگین این صفت در دو سال آزمایش ۱۶/۲۲ درصد بود (جدول ۵). با توجه به اعداد جدول ۵ اعمال تیمارهای آزمایشی در این صفت معنی‌دار نبوده است (جدول ۳).

درصد قند خالص

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که برای درصد قند خالص اثر سال و تاریخ کاشت معنی‌دار بود، در حالی که اثر تیمار کنترل ساقه‌روی و اثر متقابل تاریخ کاشت در تیمار کنترل ساقه‌روی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل سه جانبه برای صفت درصد قند خالص در جدول ۳ نتایج نشان داد که بالاترین درصد قند خالص (۱۶/۸۴ درصد) مربوط به سال دوم (۹۹-۱۳۹۸) و در شرایط استفاده از پوشش پلاستیک در تاریخ کاشت اول مهرماه بود. علاوه بر این میانگین این صفت ۱۲/۹۱ درصد بود (جدول ۵). با توجه به نتایج جدول ۵ اعمال تیمارهای

بیشترین عملکرد ریشه در تاریخ ۲۰ مهر با مقدار ۵۲/۰۹ تن در هکتار بود. بین تاریخ اول مهر و ۱۰ مهر تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت. (جدول ۴).

با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل سه جانبه برای صفت عملکرد ریشه در جدول ۳ نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد ریشه به ترتیب (۷۸/۴۰ و ۵۸/۶۰ تن در هکتار) در سال اول (۹۸-۱۳۹۷) و در سال دوم (۹۹-۱۳۹۸) و در شرایط استفاده از پوشش پلاستیک در تاریخ کاشت ۲۰ مهرماه حاصل شد. در سال دوم در تیمار پوشش پلاستیک بین تاریخ‌های کاشت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. علت افزایش عملکرد در این تاریخ و تیمار ذکر شده به دلیل کاهش درصد ساقه‌روی می‌باشد. با توجه به جدول ۵ نتایج نشان داد که استفاده از تیمار پوشش پلاستیک نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد ریشه در هر دو سال و همچنین کلیه تاریخ‌های کاشت شده است. به نظر می‌رسد که پوشش پلاستیک ضمن کاهش ساقه‌روی موجب فراهم شرایط رشد بهتر برای گیاهان شده و در نتیجه باعث افزایش عملکرد شده است. بین عملکرد ریشه در تیمارهای کاربرد هم‌زمان پاکلوبوترازول + پوشش پلاستیک و استفاده از پاکلوبوترازول به تنهایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. علت این موضوع کاهش رشد ناشی از کاربرد پاکلوبوترازول بر روی گیاهان می‌تواند باشد (Vafadar et al. 2008).

مدیریت صحیح تاریخ کاشت، نقش مهمی در تعیین عملکرد ریشه و شکر تولید شده دارد. از طرفی، با توجه به اینکه عملکرد ریشه، پارامتر کمی مهمی است و تأثیر به سزایی در مقدار عملکرد شکر تولید شده در واحد سطح دارد به‌طوری‌که عملکرد با درصد قند مناسب، سبب افزایش در مقدار شکر تولیدی می‌گردد، همچنین تغییر در عملکرد ریشه متأثر از صفات ژنتیکی و شرایط مختلف مدیریتی و محیطی می‌تواند اثر گذار باشد. (Mirvat et al. 2019; Khayyamim et al. 2003; Jahanbakhsh Pour et al. 2016).

هکتار) حاصل شد. لازم به ذکر است که میانگین این صفت ۶/۱۸ تن در هکتار بود (جدول ۵). با توجه به جدول ۵ نتایج نشان داد که در تیمارهای کاربرد همزمان پاکلوبوترازول + پوشش پلاستیک و استفاده از پاکلوبوترازول به تنهایی از نظر صفت عملکرد قندخالص تفاوت معنی داری مشاهده نشد. علت این موضوع کاهش رشد ناشی از کاربرد پاکلوبوترازول بر روی گیاهان می تواند باشد. همچنین عملکرد قندخالص در شرایط استفاده از تیمار پوشش پلاستیک نسبت به استفاده از پاکلوبوترازول در هر دو سال و کلیه تاریخ های کاشت بیشتر بود. با کاشت زود و افزایش درجه حرارت روز دریافت شده توسط چغندر قند درصد ساقه روی نیز افزایش می یابد که این افزایش موجب کم شدن عملکرد ریشه و درصد قند شده است (جدول ۵). بر همین اساس، تاریخ کاشت نامناسب، ظرفیت تولید و عملکرد محصول را کاهش می دهد (Mirvat et al. 2019)؛ بنابراین، نتایج پژوهش حاضر با یافته های برایان و همکاران (Brian et al. 2003) مبنی بر کاهش عملکرد ریشه در تاریخ های کاشت نامناسب، مطابقت دارد.

میانگین عملکرد قندخالص نشان داد که تیمارهای پوشش پلاستیک، پاکلوبوترازول و کاربرد همزمان پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک نسبت به شاهد به ترتیب ۱/۱۱ تن افزایش، ۱/۹۳ و ۱/۱۹ تن در هکتار کاهش داشته است (شکل ۱).

آزمایشی در این صفت معنی دار نبوده است (جدول ۳). میانگین این صفت در سال اول ۱۱/۱۳ و در سال دوم ۱۴/۶۸ بوده است.

عملکرد قندخالص

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که برای عملکرد قندخالص اثر سال معنی دار می باشد. اثر تاریخ کاشت بر این صفت معنی دار نبود. در حالی که اثر تیمار کنترل ساقه روی بر این صفت بسیار معنی دار است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد قندخالص در تاریخ ۲۰ مهر با مقدار ۶/۳۹ تن در هکتار بود. بین تاریخ های مختلف نیز تفاوت آماری معنی داری وجود نداشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمار کنترل ساقه روی برای این صفت حاکی از آن است که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار پوشش پلاستیک با ۷/۷۹ تن در هکتار بوده است. تیمار شاهد با ۶/۶۸ تن در هکتار بعد از تیمار پوشش پلاستیک قرار داشته و اختلاف آن معنی دار می باشد. کمترین مقدار این صفت در تیمار توأم پاکلوبوترازول و پوشش پلاستیک با عملکرد ۵/۴۹ تن در هکتار وجود داشت (جدول ۴). با توجه به معنی دار شدن اثرات متقابل سه جانبه برای صفت عملکرد قندخالص در جدول ۳ نتایج نشان داد که در سال دوم (۱۳۹۸-۹۹) و در شرایط استفاده از پوشش پلاستیک در تاریخ کاشت اول مهرماه، بالاترین عملکرد قندخالص (۱۰/۰۲ تن در



شکل ۱ میانگین عملکرد قند خالص و درصد ساقه روی در تیمارهای مختلف کنترل ساقه روی

ضرب استحصالی شکر

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که برای ضرب استحصالی شکر اثر سال و تاریخ کاشت معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین این صفت ۷۹/۰۵ درصد بود. نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین ضرب استحصالی شکر در تاریخ ۱۰ مهر با مقدار ۸۱/۲۰ درصد بود که با سایر تاریخ‌های کشت تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. نتایج مقایسه میانگین تیمار کنترل ساقه‌روی برای این صفت حاکی از آن است که بیشترین ضرب استحصالی شکر مربوط به تیمار توأم پاکوبوترازول و پوشش پلاستیک به میزان ۷۹/۷۱ درصد بوده است که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از رقم جاکا که متحمل به ساقه‌روی است استفاده گردید. عملکرد ریشه در تاریخ کاشت اول و ده مهر از نظر آماری یکسان اما در تاریخ ۲۰ مهر بیشتر بود ولی درصد ساقه‌روی با تأخیر در کاشت کاهش یافت و عملکرد قند خالص در این سه تاریخ تفاوت معنی‌داری نشان نداد. درکشت پاییزه چغندر قند شرایط آب و هوایی و طول روز به گونه‌ای است که به تدریج هوا خنک‌تر و طول روز نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه با تأخیر در کاشت، رشد با شرایط نامناسب‌تری مواجه شده و از طرف دیگر به دلیل کاهش دوره رشد تا حادث شدن سرمای زمستانه و توقف رشد چغندر قند، بوته‌ها از نظر رشدی نسبت به تاریخ کشت زودتر رشد کمتری دارند. در این شرایط درصد ساقه‌روی رقم بر عملکرد ریشه و عملکرد قند تأثیرگذار خواهد بود و تعیین‌کننده است. اقلای گله‌ی نیز در تاریخ‌های کاشت زودتر با شدت و کمیت بیشتری انجام شده و در نتیجه درصد ساقه‌روی در تاریخ‌های کاشت زودتر، افزایش می‌یابد اما به دلیل بزرگ شدن ریشه‌ها و رابطه منفی بین عملکرد ریشه و درصد

قند ناخالص، این صفت به همراه ضرب استحصالی کاهش می‌یابد (Ahmadi et al. 2017).

نتایج این پژوهش نشان داد میانگین مقدار کاهش ساقه‌روی در تیمارهای پوشش پلاستیک، پاکوبوترازول و کاربرد هم‌زمان پاکوبوترازول و پوشش پلاستیک نسبت به شاهد به ترتیب ۶۹/۰۶، ۳۲/۹۸ و ۹۱/۸۸ درصد بود.

میانگین عملکرد قندخالص در تاریخ‌های کشت یکسان بود که علت آن بروز ساقه‌روی و کاهش عملکرد در کشت‌های زود است. تیمارهای کنترل ساقه‌روی نشان داد که کاربرد آنها مؤثر است. تیمار پوشش پلاستیک با کاهش حدود ۷۰ درصد ساقه‌روی در تاریخ‌های دوم کاشت نسبت به تاریخ کشت اول در یک منطقه سرد (مشهد) باعث افزایش عملکرد نیز گردید. کاربرد پاکوبوترازول و کاربرد هم‌زمان پاکوبوترازول و پوشش پلاستیک کاهش معنی‌داری بر عملکرد قندخالص داشت و لذا قابل توصیه نمی‌باشد؛ اما به دلیل اقلیم ناپایدار مناطق معتدل کشور که مستعد کشت پاییزه نیز هستند و تأثیر معنی‌دار کاربرد هم‌زمان پاکوبوترازول و پوشش پلاستیک بر کاهش ساقه‌روی، لازم است بررسی‌های بیشتری در خصوص مقدار و زمان کاربرد پاکوبوترازول برای رفع اثرات منفی بر عملکرد انجام شود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد قندخالص (۱۰/۰۲ تن در هکتار) در تاریخ اول مهرماه در سال دوم از تیمار پوشش پلاستیک حاصل شده است که نسبت به تیمار شاهد (۷/۵۵ تن در هکتار) به میزان ۲/۴۷ تن در هکتار افزایش عملکرد داشته است، از طرفی با عنایت به قیمت هر کیلو شکر (حدود ۱۱۰۰۰۰ ریال) در سال ۱۳۹۹ و همچنین هزینه پلاستیک (هزینه پلاستیک به همراه نصب آن) که حدود ۴۷۰۰۰۰۰۰ ریال در هر هکتار می‌باشد. لذا در هر هکتار می‌توان حدود ۲۲۴۷۰۰۰۰۰ ریال سود در اثر استفاده از پوشش پلاستیک کسب کرد.

References:

Afshar H, Mehrabadi HR. Investigation of different method of alternate furrow irrigation on water use and cotton responses. Final report of Agricultural Engineering Research Institute. 2003; P. 38. (in Persian, abstract in English)

منابع مورد استفاده:

- Ahmadi M, Taleghani D, Shahbazi HA. Investigating the feasibility of growing autumn-sown sugar beet in southern part of Khorasan Razavi Province. *Journal of Sugar Beet*. 2017; 33(1): 33-46. (in Persian, abstract in English)
- Alimirzaee M, Mirzaie-asl A, Abdollahi MR, Ebrahimi Kollaei H. Identification of frigida and vernalization insensitive3 genes related to vernalization pathway flowering in sugar beet. *Journal of Genetic Novin*. 2016; 11(3): 449-457.
- Bahadorkhah F, Kazemayni SAR. The effect of salinity and sowing methods, on yield, yield components, and seed oil content of two cultivars of safflower. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2014; 12(2): 264-272. (in Persian, abstract in English)
- Brian PJ, David L, Holshuser B, Marcus MA, Roygardc JKF, Anderson-Cookd CM. Double-crop soybean leaf area and yield responses to mid-Atlantic soils and cropping systems. *Agronomy Journal*. 2003; 95: 436-445.
- Deihimfard R, Rahimi-Moghaddam S, Chenu K. Risk assessment of frost damage to sugar beet simulated under cold and semi-arid environments. *International Journal of Biometeorology*. 2019; 63: 511-521.
- Farahmand KM, Moharamzadeh M. Evaluation of the effective parameters in planting of the winter sugar beet at Moghan region. 1th National Conference on Sustainable Agriculture Using Crop Model. 2014; Hamadan. 13Feb. (in Persian)
- Fayyazipour D, Akbari GA, Allah Dadi A, Amini F. Climate change and the importance of autumn cultivation of sugar beet in Iran. *Proceedings of the National Conference on Research and Technology Findings in Natural and Agricultural Ecosystems*. University of Tehran, 2016. (in Persian, abstract in English)
- Fletcher R, Sankhla N, Davis T. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews*. 2000; 24: 55-122.
- Graebe JE, Gibberellin biosynthesis and control. *Annual Review Plant Physiology*. 1987; 38: 419-465.
- Hojjati M, Etemadi N, Baninasab B. Effect of paclobutrazol and cycocel on vegetative growth and flowering of rudbeckia. *Journal of Horticultural Science*. 2010; 24 (2): 122-127. (in Persian, abstract in English)
- Jahanbakhsh Pour MH, Paknejad F, Habibi D, Aghaee Zadeh M, Shahsavan Baghdadi M. Effect of cycocel on decreasing of bolting in autumn planting of sugar beet in Karaj region. *Iranian Agronomy and Plant Breeding*. 2016; 8(2): 138-146. (in Persian, abstract in English)
- Javaheri MA, Najafinezhad H, Azad Shahraki F. Study of autumn sowing of sugar beet in Orzouiee area (Kerman province). *Pazhoohesh and Sazandgi*. 2006; 19: 85-93. (in Persian, abstract in English)
- Kashani A, Sedqi H, Kareh F, Farzadqi H. Appropriate planting pattern for protein and sugar production in Khuzestan. *Shahid Chamran University of Ahvaz*. 1996. (in Persian)
- Kasirajan S, Ngouajio M. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012; 32(2): 501-529.
- Khayyamim S, Mazaheri D, Banayan Aval M, Gohari J, Jahansooz MR. Evaluation of physiologic and technologic characteristics of the sugar beet in different levels of density and nitrogen fertilizer. *Pagoohesh and Sazandegi*. 2003; 60: 21-29. (in Persian, abstract in English)

- Lalitha M, Thilagam VK, Balakrishnan N, Mansour M. effect of plastic mulch on soil properties and crop growth- A Review. *Agriculture Review*. 2010; 31: 145-49.
- Magome H, Yamaguchi S, Hanada A, Kamiya Y, Odadoi K. Dwarf and delayed flowering, a novel arabidopsis mutant deficient in gibberellins biosynthesis because of over expression of a putative AP2 transcription factor. *Plant Journal*. 2004; 37: 720-729.
- Mirvat E, Gobarah M, Hussein M, Tawfik M, Amal M, Aahmed G, Manal F, Mohamed F. Effect of different sowing dates on quantity and quality of some promising sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties under North Delta, condition. *Egyptian Journal of Agronomy*. 2019; 41(3): 343-354.
- Nasr Isfahani M. Investigation of the effect of plastic soil cover and solar energy on weed control of cucumber and sugar beet fields in Isfahan. Abstracts of the 4th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding, 1996. Esfahan. (in Persian)
- Nelson RT, Deming GW. Effect of bolters on yield and sucrose content of sugar beets. *Proceedings of the American Society of Sugar Beet Technologists*. 1952; 7: 441-444.
- Passam HC, Koutri AC, Karapanos IC. The effect of chlomequant chloride (CCC) application at the bolting stage on the flowering and seed production of lettuce plants previously treated with water or gibberellic acid (GA3). *Elsevier*. 2008; 116: 117-121.
- Ranji ZA, Sharifi H, Kazemaynkhah K, Effects of seed production environmental conditions on bolting of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2001; 17(1): 59-65. (in Persian, abstract in English)
- Rinaldi M, Vonella AV. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in Southern Italy: Water and radiation use efficiency. *Field Crops Research*. 2006; 95:103–114.
- Sadeghian Mottahar SY. Bolting, undesirable phenomenon in sugar beet. *Agricultural Education and Extension Publication*. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran,. 1999. No.12 (in Persian)
- Sadeghzadeh hemayati S, Shirzadi MH, Aghaeizadeh M, Taleghani DF, Javaheri MA, Aliasgari A. Evaluation of sowing and harvesting date effects on yield and quality of five sugar beet cultivars in Jiroft region (autumn planting). *Journal of Sugar Beet*. 2012; 28(1):25-42.
- Seyed Sharifi R, Khalilzadeh R. Effects of cycocel on growth, some physiological traits and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. *Journal of Plant Physiology and Breeding*. 2018; 8(1), 11-23.
- Smit AL. Influence of external factors on growth and development of sugar-beet (*Beta vulgaris* L.). *Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen*. 1983.
- Taleghani DF, Sharifi H, Ahmadi M, Ashrafmansouri G, Moharamzadeh M. Autumn development of cultivation of sugar beet in Iran. *Proceedings of the 11th Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences of Iran*, 2010. Tehran. (in Persian, abstract in English)
- Taleghani D, Moharamzadeh M, Sadeghzadeh Hemayati M, Mohammadian R, Farahmand R. Effect of sowing and harvest time on yield of autumn-sown sugar beet in moghan region in iran. *Seed and Plant Production Journal*, 2011. 2-27(3), 355-371. (in Persian, abstract in English)

- Taleghani D, Alimoradi I, Sadeghian Motaher Y, Mohammadin R, Mahmoudi B, Abdollahian-Noghabi M, Sadeghzadeh Hemayati S, Rajabi A, Khayammim S, Touhidlo Gh, Hosainpour M, Rezaee VA, Aghaezadeh M, Noshad H, Yosefabadi VA, Babaee B, Sharifi H, Matlobi F, Orazizadeh MR, Vahedi S. Standards setting of the determine potential and damage assessment to separation of management and enforcement in different stages of growth in sugar beet fields. (1th ed). Sugar Beet Seed Institute, 2013. (in Persian)
- Taparauskiene L, Miseckaite O. Effect of mulch on soil moisture depletion and strawberry yield in sub-humid area. Polish Journal of Environmental Studies. 2014; 23(2): 475-482.
- Trankner C, Lemnian LM, Emrani N, Pfeiffer N, Tiwari SP, Kopisch-Obuch FJ, Vogt SH, Müller AE, Schilhabel M, Jung Ch, Grosse I. A detailed analysis of the br1 locus suggests a new mechanism for bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Frontiers in Plant Science. 2016; 7: 1-12.
- Vafadar L, Ebadi A, Sajed K. Effects of sowing date and plant density on yield and some traits of Sugar beet genotypes. Electronic Journal of Crop Protection. 2008; 1(2): 103-120. (in Persian, abstract in English)



تأثیر نانوکلات روی و مایکوریزا بر خصوصیات بیوشیمیایی برگ و عملکرد ریشه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) تحت تیمارهای آبیاری

Effect of zinc nano- chelate and mycorrhizae on biochemical properties of leaf and root yield in sugar beet (*Beta vulgaris*. L) under irrigation treatments

ایرج گلایی لک^۱، تورج میرمحمودی^{۲*} و حمزه حمزه^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.353733.1267

۱. گلایی لک، ت. میرمحمودی و ح، حمزه. ۱۴۰۰. تأثیر نانو کلات روی و مایکوریزا بر خصوصیات بیوشیمیایی برگ و عملکرد ریشه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) تحت تیمارهای آبیاری. چغندر قند، ۳۷(۱): ۷۵-۸۶

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کاربرد نانوکلات روی و مایکوریزا بر خصوصیات بیوشیمیایی برگ و عملکرد ریشه چغندر قند تحت سطوح مختلف آبیاری، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری بعد از ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک کلاس A در کرت‌های اصلی و تیمارهای کودی (شاهد، تلقیح با مایکوریزا، نانوکلات روی و نانوکلات روی + مایکوریزا) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در این تحقیق تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر مقدار کلروفیل a، (۱۷/۰۱ درصد)، کلروفیل b (۸/۰۹ درصد)، کاروتنوئید (۲۸/۷۸ درصد) و مهار آنزیم سوپراکسید (۳۱/۱۴ درصد) را کاهش و محتوی فلاونوئید برگ (۲۵/۴۷ درصد) را افزایش داد. در بین تیمارهای کودی، تیمار نانوکلات روی + مایکوریزا بالاترین محتوی کلروفیل a، (۹/۳۰ میلی گرم بر گرم)، کلروفیل b (۳/۸۴ میلی گرم بر گرم)، محتوی کاروتنوئید (۳/۹۴ میلی گرم بر گرم) و مهار آنزیم سوپراکسید (۳۳/۵۳ درصد) را به خود اختصاص داد. اثر متقابل آبیاری و کود در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر همراه با تیمار کودی نانو کلات روی + مایکوریزا بالاترین محتوی مهار رادیکال نیتریک اسید (۲۳/۴۵ درصد) و عملکرد ریشه (۸۲/۶۲ تن در هکتار) و کم‌ترین محتوی پرولین برگ (۰/۴۹ میلی گرم بر گرم) و محتوی فنل برگ (۳۴/۱۹ میلی گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک) را به خود اختصاص داد. در این مطالعه کاربرد مایکوریزا به خصوص در شرایط کم‌آبی از طریق بهبود خصوصیات بیوشیمیایی و تنظیم فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت توانست اثر تنش کم‌آبی را بر عملکرد ریشه تعدیل نموده و عملکرد ریشه را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدانت، عملکرد ریشه، کلروفیل، کم‌آبی، کود زیستی



۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران. * - نویسنده مسئول: toraj73@yahoo.com

۳- استادیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

مقدمه

چغندر قند یکی از محصولات مهم ریشه‌ای و منبع اصلی شکر در مناطقی با آب و هوای معتدل است. در سال ۲۰۱۸ سطح زیر کشت و مقدار تولید آن در جهان به ترتیب $4/8 \times 10^6$ هکتار و $2/7 \times 10^8$ تن برآورد شد (FAO 2019). عملکرد چغندر قند به شدت به شرایط اقلیمی در طول فصل رشد بستگی دارد (Mirzaei and Abdollahian- Noghahi 2012). از این رو تنش آبی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده تولید چغندر قند در جهان به شمار می‌رود؛ به طوری که در مواردی میزان عملکرد این گیاه را تا بیش از ۴۰ درصد کاهش می‌دهد (Putnik-Delic et al. 2013). تحمیل تنش آبی در مراحل اولیه نمو چغندر قند نه تنها از رشد و توسعه برگ‌ها ممانعت می‌نماید، بلکه رشد ریشه را به صوت قابل توجهی کاهش می‌دهد (Chołuj et al. 2014). علاوه بر این، تنش رطوبتی می‌تواند تجمع ماده خشک (DM)، شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد محصول (CGR) چغندر قند را به طور زیانباری تحت تأثیر قرار داده و از این طریق عملکرد ریشه و شکر را کاهش دهد (Abayomi and Wright 2002). خوزایی و همکاران (Khozaei et al. 2020) اظهار داشتند بین تیمارهای آبیاری از لحاظ درصد قند خالص و عملکرد قندخالص اختلاف معنی‌دار وجود داشت، در بررسی آنها بالاترین عملکرد ریشه (با متوسط $84/60$ تن در هکتار) و عملکرد قندخالص ($11/08$ تن در هکتار) در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری گزارش شد. تنش محیطی غیرزیستی علاوه بر کاهش محصولات کشاورزی، سبب از بین رفتن تعادل بین گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و دفاع آنتی‌اکسیدانی در بخش‌های مختلف گیاه می‌شود (Taherkhanchi et al. 2014). گونه‌های فعال اکسیژن به طور بالقوه دارای پتانسیلی است که با بسیاری از ترکیبات سلولی واکنش می‌دهد و سبب خسارت به غشا و سایر ماکرو مولکول‌های ضروری از قبیل رنگدانه‌های فتوسنتزی، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و لیپیدها می‌شود (Bai and Sui 2006).

یکی از روش‌هایی که در سال‌های اخیر برای مقابله با کم‌آبی و تنش‌های خشکی در بسیاری از گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است، استفاده از ریز موجودات مفید خاکزی می‌باشد (Song 2005). از مهم‌ترین این ریز موجودات، می‌توان به قارچ‌های مایکوریز آریسکولار اشاره کرد. همزیستی مایکوریزی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین روابط همزیستی در سلسله گیاهی است، به طوری که اکثر گیاهان حداقل یکی از تیپ‌های مایکوریزی را دارا هستند (Koide and Mosse 2004).

یکی از اثرات مهم تنش خشکی بر هم‌زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاه است. با تکمیل مصرف عناصر غذایی کم‌مصرف از طریق محلول‌پاشی، می‌توان وضعیت رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشید (Paygzar et al. 2009). امروزه با بهره‌گیری از فناوری نانو طراحی و ساخت نانوکودها، فرصت‌های جدیدی به منظور افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و به حداقل رسانیدن هزینه‌های حفاظت از محیط‌زیست، پیش روی انسان گشوده شده است (Pandey et al. 2010). وجود عنصر روی برای تحریک فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان امری ضروری است؛ به طوری که اگر مقدار کافی از این عنصر در دسترس نباشد، تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارایی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی در گیاهان رخ خواهد داد (Baybordi 2006). جوانمرد و همکاران (Javanmard et al. 2018) در تحقیقی بر روی چغندر قند نشان دادند، بیشترین و کمترین میزان عملکرد ریشه و شاخص کلروفیل به ترتیب در تیمارهای نانوکلات NPK^+ نانوکلات میکرو کامل + ۵۰ درصد کود شیمیایی و نانوکلات آهن + نانوکلات روی حاصل شد. همچنین بیشترین عملکرد قندخالص و خالص با کاربرد نانوکلات NPK^+ نانوکلات میکرو کامل + ۵۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد. در مطالعه خلیلی و حمزه (Khalili and Hamze 2020) هرچند بالاترین عملکرد ریشه در چغندر قند به تیمار کاربرد سوپر جاذب و تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر اختصاص داشت اما کاربرد سوپر جاذب +

مایکوریزا تحت شرایط آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر توانست اثر تنش کم‌آبی را بر عملکرد ریشه تعدیل نماید. با توجه به اینکه بیشتر مطالعات انجام شده بر روی چغندر قند بر عملکرد قند خالص و اجزای عملکرد تأکید دارد، مطالعاتی کمی بر روی خواص مرتبط با خصوصیات بیوشیمیایی و آنزیمی انجام گرفته است، بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر کود نانو کلات روی و تلقیح با قارچ مایکوریزا بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی و آنزیمی چغندر قند در سطوح مختلف تنش کم‌آبی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی در شهرستان ارومیه (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۳ ثانیه شرقی با ارتفاع ۱۳۳۸ متر) با اقلیمی نیمه‌خشک در سال زراعی ۱۳۹۸ اجرا گردید. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد، تیمارهای این تحقیق شامل آبیاری در سه سطح (پس از ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و نوع کود (شاهد، تلقیح بذر با قارچ مایکوریزا، نانو کلات روی، تلقیح با قارچ مایکوریزا + نانو کلات روی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

با توجه به این‌که چغندر قند در ابتدای مراحل رشد به کمبود آب حساس و همچنین جوانه‌زنی آن با مشکل مواجه است، لذا در مرحله جوانه‌زنی تا استقرار کامل گیاه (مرحله هشت برگی)، آبیاری به میزان کافی (هر هفته یک‌بار) انجام شد. آبیاری با کمک سیستم تحت فشار و با استفاده از شیلنگ و کنتور انجام گردید. خاک حاوی مایکوریزا (*Glomus intraradices* L.) تهیه‌شده از شرکت زیست‌فناور سبز به میزان ۴۰ گرم به ازای هر بوته در هنگام کاشت زیر بذر قرار داده شد (هر گرم نمونه

قارچ حاوی حدود ۳۰۰ اسپور زنده بود) (Khalili and Hamze 2020). محلول‌پاشی نانو کلات روی بر اساس دستورالعمل توصیه‌شده شرکت سازنده (دانش‌بنیان صدور احراز شرق ثبت به شماره ۲۰۳۳۶۹) با غلظت ۱/۵ در هزار در دو مرحله بعد از اعمال تنش کم‌آبی و در مرحله ۱۲ برگی و مرحله ۲۰ برگی انجام گرفت، نانو کود کلات مورد استفاده شده حاوی ۱۲ درصد عنصر روی خالص کلاته شده بود. بر اساس توضیحات شرکت سازنده، در طراحی و سنتز نانو کود کلات روی از فن‌آوری نانو چیلاتینگ بهره برده شده بود که به صورت پودری و کاملاً محلول در آب بوده که به دلیل ساختار منحصر به فرد خود می‌تواند به راحتی از طریق خاک و برگ جذب می‌شود. جهت جلوگیری از سوختگی برگ‌ها، محلول‌پاشی هنگام غروب آفتاب انجام شد. برای حذف اثرات محلول‌پاشی در شاهد، هم‌زمان اقدام به آب‌پاشی آنها شد. در پاییز جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به انجام شخم عمیق اقدام گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در بهار شامل اجرای شخم سطحی، دیسک، تسطیح، خاک‌کشی و تهیه ردیف‌های کاشت (با استفاده از شیپر) بود. توزیع کودهای مورد نیاز بر اساس نتایج تجزیه خاک انجام گرفت (جدول ۱). بر این اساس ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی سه مرحله کاشت، دو تا چهار برگی و شش تا هشت برگی به مزرعه افزوده شد. علاوه بر این به ترتیب ۱۳۵ و ۱۱۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم نیز هم‌زمان با شخم پاییزه به مزرعه داده شد. در هر کرت چهار ردیف کاشت به طول پنج متر و فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بوته روی ردیف به ترتیب ۵۰ و ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

در این مطالعه از بذر چغندر قند رقم داخلی شکوفا (رقم تک جوانه‌ای مقاوم به ریزومانی و نماتد) استفاده شد که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه شده بود. کاشت در ۲۵ فروردین‌ماه و برداشت در اول آبان‌ماه برداشت شد. وضعیت آب و هوایی در طول آزمایش از نظر بارندگی و دما به شرح جدول ۲ بود.

جدول ۱ نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

شوری	اشباع	آهک	رس	شن	سیلت	کربن آلی	نیترژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
دسی					(درصد)			میلی گرم/کیلوگرم	
زمینس/متر									
۱/۳	۴۹	۱۷	۳۱	۲۵	۴۰	۱/۱	۰/۱۱	۷/۱	۳۳۵

جدول ۲ پارامترهای هواشناسی در سال زراعی ۱۳۹۸ در محل اجرای آزمایش (مهاباد)

ماه	میانگین دمای ماهانه (درجه سانتی گراد)		مقدار بارندگی ماهانه (میلی متر)	میانگین میزان تبخیر از طشتک کلاس A (میلی متر)
	حداقل	حداکثر		
فروردین	۳/۵	۱/۱۴	۲۸/۳	۳/۱
اردیبهشت	۸/۱	۲۰/۲	۳۲/۲	۵/۵
خرداد	۱۳/۱	۲۵/۳	۵/۹	۸/۲
تیر	۱۷/۲	۳۰/۵	۵/۴	۸/۵۰
مرداد	۱۸/۷	۳۳/۳	۱/۷	۱۰/۸
شهریور	۱۲/۴	۲۸/۳	۱/۱	۸/۳
مهر	۸/۱	۱۸/۶	۷/۸	۴/۵
آبان	۱/۵	۸/۷	۷۵/۸	۱/۵
آذر	-۳/۶	۴/۶	۴۵/۳	.
دی	-۳/۲	۵/۷	۴۱/۳	.
بهمن	-۳/۱	۵/۹	۲۹/۴	.
اسفند	-۲/۵	۷/۶	۵۱/۸	.

سنجش محتوی پرولین برگ

میزان پرولین موجود در برگ (برگ‌های جوان کاملاً باز شده) بر اساس واکنش با معرف نین هیدرین و اسپکتروفتومتری تعیین شد (Bates et al. 1973). جهت تعیین محتوای فنل کل از روش پور مراد و همکاران (Pourmorad et al. 2006)، تعیین درصد مهار رادیکال سوپراکسید و تعیین درصد مهار رادیکال نیتریک اکسید از روش ابراهیم‌زاده و همکاران (Ebrahimzadeh et al. 2008) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از بررسی و تأیید برقراری فرض‌های تجزیه واریانس، انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

برای اندازه‌گیری صفات، در اواخر دوره رشد (مهرماه)، قبل از برداشت محصول، از برگ‌های چهارم و پنجم هر تیمار آزمایشی، تعداد ۴-۵ برگ به‌منظور تعیین خصوصیات بیوشیمیایی گیاه، نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌های تهیه‌شده از هر تیمار، بلافاصله در داخل فویل آلومینیوم پیچیده شده و پس از درج شماره نمونه، در داخل نیترژن مایع (دمای -۱۹۶- درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت تا منجمد شوند. سپس نمونه‌های منجمد شده به داخل فریزر با دمای -۴۰- درجه سانتی‌گراد منتقل گردید (Vazan et al. 2002).

سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید برگ

غلظت کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید با استفاده روش بوسچمان و همکاران (Lichtenthaler and Buschmann 2001) اندازه‌گیری شد.

داد. کمترین مقدار صفت مذکور نیز به تیمار شاهد اختصاص داشت (جدول ۴). مایکوریزا از طریق روابط ایجاد همزیستی با گیاه در جذب کارآمد برخی عناصر مانند فسفر که به عنوان عنصر کلیدی در انتقال انرژی طی فرآیند فتوسنتز مطرح است، افزایش محتوای کلروفیل و به دنبال آن فتوسنتز را به دنبال دارد. همچنین، گزارش شده است که مایکوریزا با تسهیل روند جذب عناصری مانند نیتروژن و منیزیم (جزء اصلی ساختار مولکول کلروفیل) به افزایش محتوای کلروفیل کمک می‌کنند (Tang *et al.* 2009).

در مطالعه باسلام و گوئیکوچا (Baslam and Goicoechea 2012) بر روی کاهو بالاترین محتوای کلروفیل در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد آبیاری و تلقیح بذر با مایکوریزا گزارش شد. در مطالعه آنها استفاده از مایکوریزا در شرایط تنش کم‌آبی توانست محتوای کلروفیل را به صورت معنی‌دار در مقایسه با تیمار عدم تلقیح افزایش دهد. در مطالعه جوانمرد و همکاران (Javanmard *et al.* 2018) بیشترین شاخص کلروفیل برگ چغندر قند با کاربرد تلفیقی نانوکلات NPK+ نانوکلات میکرو کامل + ۵۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد.

کاروتنوئید

در این بررسی با تشدید تنش کم‌آبی به صورت معنی‌داری از محتوای کاروتنوئید برگ چغندر قند کاسته شد؛ به نحوی که تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر بالاترین و تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر پایین‌ترین محتوای کاروتنوئید برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). کاهش میزان کاروتنوئید در شرایط تنش نیز می‌تواند به علت تجزیه بتاکاروتن و تشکیل زآزانتین در چرخه زانتوفیل باشد (Kabiri *et al.* 2014). کاهش محتوای کاروتنوئید در شرایط تنش خشکی در دیگر بررسی‌ها نیز گزارش شده است (Akbari *et al.* 2016) که همسو با نتایج تحقیق حاضر است.

مقایسه میانگین تیمارهای کودی از لحاظ اثر بر محتوای کاروتنوئید نشان داد استفاده از مایکوریزا، نانوکلات روی و نانوکلات روی + مایکوریزا توانستند محتوای کاروتنوئید را در

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اختلاف بین تیمارهای آبیاری از لحاظ محتوای کلروفیل b، کاروتنوئید برگ، محتوای پرولین، فنل کل، محتوای فلاونوئید، مهار آنزیم سوپراکسید، مهار آنزیم نیتریک اسید و عملکرد ریشه در سطح احتمال یک درصد و از لحاظ محتوای کلروفیل a در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند. اثر تیمارهای کودی بر محتوای کلروفیل b، کاروتنوئید، مهار آنزیم سوپراکسید، مهار آنزیم نیتریک اسید و عملکرد ریشه در سطح احتمال یک درصد و محتوای کلروفیل a در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اختلاف بین تیمارهای اثر متقابل آبیاری با تیمار کودی نیز از لحاظ محتوای پرولین و فنل کل در سطح احتمال یک درصد و از لحاظ مهار آنزیم نیتریک اسید و عملکرد ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

رنگدانه‌های فتوسنتزی

مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری از لحاظ اثر بر محتوای کلروفیل a و b نشان داد تیمار آبیاری بعد ۶۰ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با تیمارهای آبیاری بعد از ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر از محتوای کلروفیل a و b بالاتری برخوردار بود (جدول ۴). می‌توان اظهار داشت تنش خشکی با ایجاد تنش اکسیداتیو و تولید اکسیژن‌های فعال سبب تجزیه و تخریب کلروفیل می‌شود. در طی تنش، کلروفیل‌ها در کلروپلاست تجزیه و ساختارهای تیلاکوئیدی ناپدید می‌گردد، از طرفی دیگر تنش خشکی باعث اختلال در سیستم‌های آنزیمی کاهش‌دهنده ایجاد اکسیژن فعال و افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و در نتیجه خسارت به غشای سلولی و تخریب رنگدانه‌ها می‌گردد (Ruiz-Sánchez 2010). همچنین تنش کم‌آبی از طریق فعالیت آنزیم‌های کلروفیل‌از و پراکسیداز در گیاه باعث تخریب کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می‌شود (Misra and Sricastatva 2000). همسو با نتایج تحقیق حاضر کاهش میزان کلروفیل تحت شرایط تنش خشکی توسط محققین متعددی گزارش شده است (Birhane *et al.* 2012).

در بین تیمارهای کودی کاربرد نانوکلات روی + مایکوریزا بالاترین محتوای کلروفیل a و b را به خود اختصاص

تنش‌ها را افزایش می‌دهد. کم‌آبی همچنین باعث کاهش جذب آب توسط سیستم ریشه گیاه، کاهش تعرق، کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز و همچنین به هم خوردن موازنه هورمونی در گیاه می‌گردد. عقیده بر این است که همزیستی قارچی مایکوریزا آربسکولار از گیاهان در برابر صدمات تنش خشکی محافظت می‌کند (Auge 2015). از مکانیسم‌های احتمالی افزایش تحمل به خشکی در گیاهان مایکوریزایی می‌توان به افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها (Tian et al. 2014)، افزایش جذب آب در شرایط رطوبتی کم به دلیل گسترش ریشه‌های قارچی، ایجاد تعادل اسمزی و حفظ فشار تورگر (Singh et al. 2013)، افزایش فعالیت فتوسنتزی، تجمع کربوهیدرات‌ها و پرولین و افزایش جذب عناصر غذایی (Deepika and Kothamasi 2015) اشاره کرد. در این مطالعه تلفیق نانوکلات روی + مایکوریزا توانست محتوی پرولین را در مقایسه با کاربرد جداگانه آنها در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر افزایش دهد (جدول ۵). نانواکسید روی می‌تواند در فعالیتهای متابولیکی از طریق تولید گونه‌های فعال اکسیژن مؤثر در متابولیتهای ثانویه مثل پرولین، ترکیبات فنلی و آنتوسیانین تأثیر بگذارد (Chang et al. 2012). امیر جانی و همکاران (Amirjani et al. 2014) اظهار داشتند نانوذره اکسید روی محتوی پرولین برگ را در مقایسه با شاهد در گیاه پریوش (*Catharantus roseus* L.) به‌صورت معنی‌دار افزایش داد که همسو با نتایج مطالعه حاضر است.

محتوی فنل کل برگ

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی نشان داد آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر همراه با تیمار نانوکلات روی + مایکوریزا موجب ایجاد بالاترین محتوی فنل در برگ شد. کمترین مقدار ماده مذکور نیز به تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر همراه با هر چهار تیمار کودی اختصاص داشت و بین آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۷/۵۶، ۵/۸۸ و ۱۰/۳۶ درصد افزایش دهند (جدول ۴). باسلام و گوکیوچا (Baslam and Goicoechea 2012) اظهار داشتند تلقیح بذر کاهو توانست هم در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و هم در تیمارهای مختلف تنش کم‌آبی مقدار کاروتنوئید برگ را افزایش دهد. رالیا و طرفدار (Raliya and Tarafdar 2013) گزارش کردند که استفاده از نانوذرات روی سبب بهبود محتوی کلروفیل، کاروتنوئید و رشد در گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) شد. افزایش محتوی کاروتنوئید در پاسخ به محلول‌پاشی روی در مطالعه وانگ و همکاران (Wang et al. 2016) بر روی آراییدوپس نیز گزارش شده است.

محتوی پرولین برگ

نتایج مقایسات میانگین نشان داد تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر همراه با تیمار مایکوریزا+ نانوکلات روی کودی بالاترین محتوی پرولین را به خود اختصاص داد. کمترین مقدار پرولین نیز به تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر در تلفیق با هر چهار تیمار کودی اختصاص داشت. در این بررسی با تشدید تنش کم‌آبی بر محتوی پرولین برگ افزوده شد، اما در هر یک از تیمار آبیاری بعد از ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر بین تیمارهای کاربرد کود از لحاظ اثر بر محتوی پرولین اختلاف معنی‌دار دیده نشد، درحالی‌که در دور آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر هر سه تیمار مایکوریزا، نانوکلات روی و نانوکلات روی + مایکوریزا به‌صورت معنی‌داری بر محتوی پرولین برگ افزودند (جدول ۵). طی بروز خشکی، بر میزان تجمع ترکیب‌های آلی مانند پرولین در تمام اندام‌های گیاهان افزوده می‌شود، تجمع پرولین در بافت‌های گیاهان تحت تنش می‌تواند تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را فراهم سازد (Heuer 1994). افزایش پرولین در گیاه هنگام تنش، نوعی مکانیسم دفاعی است پرولین از طریق تنظیم اسمزی، جلوگیری از تخریب آنزیم‌ها و پاک کردن رادیکال‌های هیدروکسیل، بردباری و تحمل گیاه در برابر

جدول ۳ تجزیه واریانس صفات مرتبط با خصوصیات بیوشیمیایی و آنزیمی در چغندر قند تحت تیمارهای آبیاری و کود

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید برگ	محتوی پرولین	محتوی فنل کل	محتوی فلاونوئید	مهار آنزیم سوپراکسید	مهار آنزیم نیتریک اسید	عملکرد ریشه
تکرار	۲	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۱۸	۰/۰۰۲	۳/۴۱	۰/۴۵	۱۴/۱۷	۱/۲۰	۱۰۸/۱۷
تیمار آبیاری	۲	۵/۸۱*	۰/۳۴**	۲/۷۱**	۰/۱۷**	۲۱۸/۷۱**	۷/۸۸**	۲۸۱/۹۴**	۱۱۸/۴۴**	۲۸۵۱/۳۲**
خطای ۱	۴	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۶/۰۳	۰/۰۸	۱/۴۸	۱/۱۸	۹۶/۰۵
تیمار کودی	۳	۱/۲۳*	۰/۳۱**	۰/۲۱**	۰/۰۰۹ ^{ns}	۲۰/۸۵*	۰/۲ ^{ns}	۱۴/۷۰**	۴/۵۰**	۴۱۱/۷۲**
آبیاری × کودی	۶	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۴**	۳۰/۹۰**	۰/۰۸ ^{ns}	۱/۷۰ ^{ns}	۰/۹۵*	۱۵۱/۴۳*
خطای ۲	۱۸	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۷	۵/۱۸	۰/۰۹	۱/۴۴	۰/۳۶	۱۷/۸۴
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۶۹	۶/۶۴	۴/۷۳	۴/۲۶	۵/۸۴	۵/۴۰	۶/۷۵	۶/۹۷	۷/۵۲

ns؛ و ** به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۴ مقایسه میانگین تیمارهای تیمار آبیاری و کودی بر صفات مورد بررسی

تیمار آبیاری	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم)	کاروتنوئید برگ (میلی گرم بر گرم)	فلاونوئید برگ (میلی گرم کوئرستین در گرم ماده خشک)	مهار رادیکال نیتریک اسید (درصد)	مهار آنزیم سوپر اکسید (درصد)
بعد از ۶۰ میلی متر تبخیر	۹/۵۶a	۳/۸۳a	۴/۲۵a	۴/۷۴c	۸۳/۰۳a	۳۵/۲۷a
بعد از ۹۰ میلی متر تبخیر	۸/۵۵b	۳/۵۵b	۳/۷۹b	۵/۶۷b	۷۷/۹a	۳۴/۴۴a
بعد از ۱۲۰ میلی متر تبخیر	۸/۱۷b	۳/۵۲b	۳/۳۱c	۶/۳۶a	۶۵/۹۳b	۲۶/۴۹b
شاهد	۴/۸۰ b	۳/۴۱b	۳/۵۷b	۵/۸۱a	۷۱/۲۳c	۳۰/۴۲c
مایکوریزا	۸/۸۸ab	۳/۶۶a	۳/۸۴a	۴/۹۱a	۷۵/۳۱b	۳۳/۲۵a
نانو کلات روی	۸/۸۶ab	۳/۶۴ab	۳/۷۸a	۵/۴۵a	۷۴/۹۵b	۳۲/۷۰b
نانو کلات روی + مایکوریزا	۹/۳۰a	۳/۸۴a	۳/۹۴a	۵/۹۰a	۷۹/۳۱a	۳۳/۵۳a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد هستند.

جدول ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کودی بر صفات مورد بررسی

تیمار آبیاری	تیمار کودی	پروکلین (میلی گرم بر گرم وزن تر)	فنل کل (میلی گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک)	مهار رادیکال نیتریک اسید (درصد)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)
بعد از ۶۰ میلی متر تبخیر	شاهد	۰/۴۵۰d	۳۲/۶۸d	۲۰/۹۳cd	۶۸/۵۳c
	مایکوریزا	۰/۴۹d	۳۴/۸۳cd	۲۲/۱۲bc	۸۱/۶۹a
	نانو کلات روی	۰/۴۹d	۳۴/۹۰cd	۲۱/۹۱bc	۷۳/۶۰b
	نانو کلات روی + مایکوریزا	۰/۴۸d	۳۴/۱۹d	۲۳/۴۵a	۸۲/۶۲a
بعد از ۹۰ میلی متر تبخیر	شاهد	۰/۶۶bc	۴۰/۲۸b	۲۰/۵۳d	۵۸/۲۱ef
	مایکوریزا	۰/۶۳c	۴۲/۳۰b	۲۲/۸۲ab	۶۷/۸۱cd
	نانو کلات روی	۰/۶۹bc	۴۰/۶۶b	۲۲/۱۶b	۶۴/۱۸cde
	نانو کلات روی + مایکوریزا	۰/۶۳c	۳۶/۳۱bc	۲۲/۴۴ab	۶۱/۶۱def
بعد از ۱۲۰ میلی متر تبخیر	شاهد	۰/۶۳c	۳۸/۶۱bc	۱۶/۲۶e	۴۸/۱۶g
	مایکوریزا	۰/۷۰b	۴۱/۱۳b	۱۶/۱۶e	۵۹/۴۲ef
	نانو کلات روی	۰/۷۱b	۴۱/۱۱b	۱۶/۷۲e	۵۸/۱۹f
	نانو کلات روی + مایکوریزا	۰/۷۸a	۴۷/۹۱a	۱۶/۸۱e	۵۷/۸۹f

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد هستند.

به صورت معنی دار بر مقدار فنل برگ افزود (جدول ۵). همسو با

نتایج مطالعه حاضر سایر محققان بیان کردند غلظت‌های بالای

در این مطالعه کاربرد نانو کلات روی + مایکوریزا

مقایسه با تیمار شاهد در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی متر تبخیر

بیانگر این مطلب است که استفاده از تیمار مذکور گیاه را در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده متحمل‌تر می‌کند. معمولاً رادیکال‌های آزاد در واکنش به تنش‌های محیطی و جلوگیری از تنش‌های اکسیداتیو به‌عنوان واکنش دفاعی در گیاه تولید می‌شوند، کاربرد کودهای شیمیایی و تلقیح با مایکوریزا موجب فراهم نمودن شرایط محیطی مناسب برای رشد گیاه می‌شوند، بنابراین با فراهم‌سازی این شرایط گیاه با تنش‌های محیطی کمتری مواجه شده و میزان تولید این آنزیم‌ها کاهش یافته و مهار می‌شوند. همسو با نتایج مطالعه حاضر در مطالعه رستمی و همکاران (Rostami et al. 2018)، محلول‌پاشی نانوکود روی، بیشترین تأثیر مثبت را بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاه زعفران داشت. گزارش شده است که نانو ذرات اکسید روی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و گایاکول پراکسیداز در جلبک کلرال ولگاریس گردیده است (Chang et al. 2012). زند و همکاران (Zand et al. 2010) در مطالعه اثر محلول‌پاشی روی (Zn) بر فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در ذرت دانه‌ای نشان دادند کاربرد ترکیبات مختلف عنصر روی موجب افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های ذکرشده گردید و بنابراین محلول‌پاشی دو ترکیب سولفات و کلات قادر است سیستم آنتی‌اکسیدانتی آنزیمی گیاه را تقویت نموده، گیاه را نسبت به بروز شرایط تنش، مانند تنش کمبود آب متحمل‌تر سازد.

مهار رادیکال نیتریک اسید

نتایج نشان داد کاربرد کلات روی + مایکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر بالاترین مقدار مهار رادیکال نیتریک اسید را به خود اختصاص داد. در مطالعه حاضر کمترین مقدار فعالیت آنزیم نیتریک اسید به تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر همراه با هر چهار تیمار کودی اختصاص داشت و بین آنها اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. نتایج مقایسات میانگین همچنین نشان داد کاربرد کلات روی + مایکوریزا و مایکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر و استفاده از مایکوریزا، کلات

فنل در برگ، به نقش کودهای زیستی در بیوسنتز موادی که القاکنده مسیر شیکمیک استات و در نتیجه تولید بیشتر فلاونوئیدها و فنولیک بر می‌گردد (Sousa et al. 2008; Naguib et al. 2012).

محتوی فلاونوئید برگ

در این تحقیق با تشدید تنش کم‌آبی بر محتوی فلاونوئید برگ افزوده شد، به‌طوری‌که بالاترین محتوی فلاونوئید برگ به تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین مقدار به تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر اختصاص داشت (جدول ۵). از جمله مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاهان تحت تنش خشکی، افزایش سطوح ترکیبات فنلی است، چرا که این‌گونه ترکیبات به‌عنوان پالاینده‌های گونه‌های واکنشگر اکسیژن عمل کرده و در نتیجه سبب ثبات غشاهای سلولی و مانع از پراکسیداسیون لیپیدها می‌شوند (Blokhina et al. 2013). در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول در گندم نیز مشخص شده است که علت بالا رفتن سطوح ترکیبات فنلی، افزایش فعالیت و میزان آنزیم بیوسنتزی فنل‌ها (فنیل‌آلانی - آمونیالاز) است (Khazaie and Borzooei 2006).

مهار رادیکال سوپراکسید

در این مطالعه تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر مقدار مهار آنزیم سوپراکسید را در مقایسه با دو تیمار آبیاری بعد از ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب ۳۳/۱۴ و ۳۰/۰۱ درصد کاهش داد. لازم به ذکر است که بین دو تیمار آبیاری بعد از ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۵). نتایج نشان داد کاربرد تیمار نانوکلات روی + مایکوریزا و مایکوریزا بالاترین مقدار مهار آنزیم سوپراکسید را به خود اختصاص دادند، کاربرد نانوکلات روی نیز در جایگاه بعدی قرار گرفت، در این مطالعه کمترین مقدار مهار آنزیم سوپراکسید در تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد کاربرد کلات روی خصوصیات آنتی‌اکسیدانتی چغندر قند را بهبود بخشید که

روی و کلات روی + مایکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ۹۰ میلی متر تبخیر توانستند مقدار مهار رادیکال نیتریک اسید را در مقایسه با تیمار شاهد به صورت معنی داری افزایش دادند (جدول ۵). در تحقیقی تحت عنوان بررسی خصوصیات بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند تحت شرایط خشکی ریو سانچز و همکاران (Ruiz-Sánchez et al. 2010) دریافتند که همزیستی گیاه با مایکوریزا از طریق افزایش کارایی فتوسنتز موجب تعدیل تنش کم آبی می‌شود، اما این تعدیل عمدتاً از طریق تجمع ترکیب آنتی اکسیدانی گلو تاتیون بود که از طریق کاهش آسیب اکسیداتیو به لیپیدهای غشایی و کاهش سطح سلولی پراکسید هیدروژن، پاسخ گیاهان به خشکی را بهبود بخشید.

عملکرد ریشه

نتایج مقایسات میانگین نشان داد استفاده از مایکوریزا و نانو کلات روی + مایکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی متر به ترتیب با متوسط ۸۱/۶۹ و ۸۲/۶۲ درصد بالاترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند. در این تحقیق با تشدید تنش کم آبی از عملکرد ریشه کاسته شد به نحوی که تیمار آبیاری بعد از ۶۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر در تیمار شاهد کودی عملکرد ریشه را به صورت معنی داری در مقایسه با تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی متر تبخیر به ترتیب ۱۳/۶۰ و ۲۹/۷۲ درصد کاهش دادند. (جدول ۵). نتایج همچنین نشان داد در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر استفاده از هر سه تیمار مایکوریزا، نانو کلات روی و نانو کلات روی + مایکوریزا توانستند عملکرد ریشه را در مقایسه با تیمار شاهد به صورت معنی داری افزایش دهند، در حالی که تحت شرایط آبیاری بعد از ۹۰ میلی متر تبخیر تنها اختلاف معنی دار بین تیمار شاهد و کاربرد مایکوریزا مشاهده شد. افزایش عملکرد ریشه در تیمارهای کودی به خصوص تحت شرایط تنش کم آبی را می‌توان به اثر تیمارهای مذکور در افزایش محتوی کلروفیل، بهبود خصوصیات بیوشیمیایی و مهار اثرات نامطلوب رادیکال‌های آزاد در اثر این تیمارها نسبت داد. در مطالعه خوزایی

و همکاران (2020) اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد ریشه معنی دار بود آن‌ها بالاترین عملکرد ریشه را با متوسط ۸۴/۶۰ تن در هکتار در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری و کمترین مقدار را با متوسط ۶۳/۲۳ تن در هکتار را در تیمار ۵۰ درصد آبیاری گزارش کردند. جوانمرد و همکاران (Javanmard et al. 2018) نشان دادند بیشترین میزان عملکرد ریشه به ترتیب در تیمارهای نانو کلات + NPK نانو کالت میکرو کامل + ۵۰ درصد کود شیمیایی با متوسط ۶۶/۶ تن در هکتار و نانو کلات NPK + ۵۰ درصد کود شیمیایی با متوسط ۶۰ تن در هکتار اختصاص داشت. همسو با نتایج تحقیق حاضر در مطالعه خلیلی و حمزه (Khalili and Hamze 2020) بالاترین عملکرد ریشه در چغندر قند به تیمار آبیاری ۶۰ میلی متر تبخیر و استفاده از سوپر جاذب و مایکوریزا گزارش شد آن‌ها همچنین اظهار داشتند کاربرد سوپر جاذب + مایکوریزا تحت شرایط آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر تبخیر توانست اثر تنش کم آبی را بر عملکرد ریشه تعدیل نماید.

نتیجه‌گیری کلی

یکی از اهداف کشت چغندر قند دستیابی به حداکثر عملکرد ریشه است، نتایج همچنین نشان داد در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر استفاده از هر سه تیمار مایکوریزا، نانو کلات روی و نانو کلات روی + مایکوریزا و تحت شرایط آبیاری بعد از ۹۰ میلی متر تبخیر کاربرد مایکوریزا توانست عملکرد ریشه را در مقایسه با تیمار شاهد به صورت معنی داری افزایش دهند. به نظر می‌رسد کاربرد مایکوریزا به خصوص در شرایط کم آبی از طریق بهبود خصوصیات بیوشیمیایی و تنظیم فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت توانسته است اثر تنش کم آبی را بر عملکرد ریشه تعدیل نماید؛ بنابراین کاربرد مایکوریزا می‌تواند به عنوان راه کاری قابل پیشنهاد برای افزایش عملکرد ریشه در مناطقی باشند که چغندر قند در طول دوره رشد دوره‌های متناوبی از تنش کم آبی را تجربه می‌کند.

منابع مورد استفاده:

References:

- Abayomi YA, Wright D. Sugar beet leaf growth and yield response to soil water deficit. *African Crop Science Journal*. 2002; 10(1): 51-66.
- Akbari SH, Kafi M, Rezvan Bidokhti SH. Effects of drought and plant density on some biochemical and physiological characteristics of two ecotypes of garlic (*Allium sativum* L). *Iranian agricultural research*. 2016; 14(4):20-38. (in Persian, abstract in English)
- Amirjani MR, Askari M, Askari F. Effect of nano zinc oxide on some growth and physiology parameters of *Catharantus roseus*. *Journal of Cell and Tissue*. 2014; 5(2): 173-183
- Auge RM, Toler HD, Saxton AM. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: a meta-analysis. *Mycorrhiza*. 2015; 25(1): 13-24.
- Azari Nasrabad AS, Mousavi Nick SM, Golavi M, Beheshti AS, Sirus Mehr AS. Effect of drought stress in different growth stages on yield and its components and biochemical haracteristics of grain sorghum genotypes. *Iranian agricultural research*. 2016; 15(3):22-28. (in Persian, abstract in English)
- Bai L, Sui F. Effect of soil drought stress on leaf of maize. *Pedosphere*. 2006; 16: 326-332.
- Baslam M, Goicoechea N. Water deficit improved the capacity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) for inducing the accumulation of antioxidant compounds in lettuce leaves. *Mycorrhiza*. 2012; 22:347–359.
- Bates LS, Waldren, Waldren RP, Teare IO. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. 1973; 39: 205-207.
- Baybordi A. Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press. 2006; First Edition. 179 p. (in Persian)
- Birhane E, Sterck FJ, Fetene M, Bongers F, Kuyper TW. Arbuscular Mycorrhizal Fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. *Oecologia*. 2012;169: 895- 904.
- Blokhina O, Virolainen E, Fagerstedt K. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany*. 2013. 91: 179- 194.
- Chang C, Yang M, Wen H, Chern J. Estimation of total flavonoid content in Propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*. 2012; 10: 178-182.
- Chołuj D, Wiśniewska A, Szafranski KM, Cebula J, Gozdowski D, Podlaski S. Assessment of the physiological responses to drought in different sugar beet genotypes in connection with their genetic distance. *Journal of Plant Physiology*. 2014; 171(14):1221- 1230.
- Deepika S, Kothamasi D. Soil moisture-a regulator of Arbuscular Mycorrhizal Fungal community assembly and symbiotic phosphorus uptake. *Mycorrhiza*. 2015; 25(1):67-75.
- Ebrahimzade MA, Pourmorad F, Hafezi S. Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of Biology*. 2008; 32: 43-49.
- FAOSTAT. Crops- Production/Yield quantities of Sugar beet. Available at: <http://www.fao.org/faostat/> (Accessed October 4th 2019).

- Heuer B. Osmoregulatory role of proline in water stress and salt-stressed plants: 363-381. In: Pessarakli. M., (Ed.). Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Publisher. New York.1994. P. 697.
- Javanmard A, Vahed Miandoab R, Amani Machiani M, Abbasi A, Fotouhi K. Quantitative and Qualitative Response of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) to Integrated Application of Chemical and Nano Fertilizers. 2018; 28 (3): 171-185. (In Persian)
- Kabiri R, Farahbakhsh H, Nasibi F. Effect of drought stress on physiological and biochemical characteristics of *Nigella sativa* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 2014; 30(4): 600-609. (in Persian, abstract in English)
- Khalili M, Hamze H. Effect of different soil amendment treatments on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under different irrigation regimes. Journal of Agricultural science and sustainable production. 2020; 31 (1): 171-192.
- Khazaie HR, Borzooei A. Effects of water stress on antioxidant activity and physiological characteristics of wheat. The first international conference on the theory and practices in Biological Water Saving (ICTPB) Beijing China. 2006.
- Khozaei M, Kamgar A, Haghighi A, Zand Parsa S, Sepaskhah AR, Razzaghi F, Yousefabadi V, Emamd Y. Evaluation of direct seeding and transplanting in sugar beet for water productivity, yield and quality under different irrigation regimes and planting densities. Agricultural Water Management. 2020; 238: 1-12. (in Persian, abstract in English)
- Koide RT, Mosse B. A history of research on arbuscular mycorrhiza. Mycorrhiza. 2004; 14: 145-163.
- Lichtenthaler HK, Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001; F4.3.1-F4.3.8.
- Ling TY, Zhao XY. The improved pyrogallol method by using terminating agent for superoxide dismutase measurement. Progress Biochemistry Biophysics. 1995. 22: 84-86.
- Mirzaei MR, Abdollahian- Noghbi M. Study of sugar beet growth pattern in Hamedan, Iran. Journal of Sugar Beet. 2012. 27(2): 1-9.
- Misra A, Sricastatva NK. Influence of water stress on Japanese mint. Journal Herbs Spices Medicine Plants. 2002; 7: 51-58.
- Naguib AM, El-Baz FK, Salama ZA, Hanaa AB, Hanaa FA, Gaafar AA. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2012; 11(1): 135-142.
- Pandey AC, Sanjay SS, Yadav RS. Application of ZnO nanoparticles in influencing the growth rate of *Cicer arietinum* L. Journal of Experience Nano science. 2010. 5: 488-497.
- Paygzar Y, Ghanbari A, Heidari M, Tavassoli A. Effect foliar of micronutrients on the quantitative and qualitative characteristics of millet under drought stress (*Pennisetum glaucum*) species notified. Iranian Journal Agriculture Science. 2009. 3 (10): 67-78. (in Persian, abstract in English)
- Pourmorad F, Hosseinimehr SJ, Shahabimajd N. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. African Journal of Biotechnology. 2006; 5(11):1142-1145.

- Putnik-Delic M, Maksimovic I, Venezia A, Nagl N. Free proline accumulation in young sugar beet plants and in tissue culture explants under water deficiency as tools for assessment of drought tolerance. *Romanian agricultural research*. 2013; 30:141- 148.
- Raliya R, Tarafdar JC. ZnO nanoparticle biosynthesis and its effect on phosphorous-mobilizing enzyme secretion and gum contents in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.), *Journal of Agricultural Research*. 2013; 2: 48-57.
- Rostami M, Maleki M, Effati AR. Effect of Foliar Application of Chemical Nano-Fertilizers on Physiological Traits of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Agronomy and Technology review*. 2018; 5(4): 359-345. (in Persian, abstract in English)
- Ruiz-Sánchez M, Aroca R, Muñoz Y, Armada E, Polón R, Ruiz-Lozano JM. The arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances the photosynthetic efficiency and the antioxidative response of rice plants subjected to drought stress. *Journal of Plant Physiology*. 2010; 167:862–869.
- Singh NB, Amist N, Yadav K, Singh D, Pandey JK, Singh SC. Zinc oxide nanoparticle as fertilizer for the germination, growth and metabolism of vegetable crops. *Journal of Nanoengineering and Nanomanufacturing*. 2013; 3:353-364.
- Song, H. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its Mechanisms. *Electronic Journal of Biology*. 2005; 1(3): 44-48.
- Sousa C, Pereira DM, Pereira JA, Bento A, Rodrigues MA, Dopico Garcia S, Valenta OP, Lopes G, Seabra RM, Andrade, PB. Multivariate analysis of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *costata* DC) phenolics: influence of fertilizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008; 56(2): 2231-2239.
- Taherkhanchi A, Akbari GA, Modarres-Sanavy SAM, Ghorbani Javid M. 2014. Evaluation of effects of bio-fertilizers on some physiological and biochemical traits in soybean under water deficit condition. *Agricultural Crop Management*. 2014; 15(3): 141-153.
- Tang M, Chen H, Huang JC, Tian ZQ. Arbuscular mycorrhiza fungi effects on the growth and physiology of (*Zea mays* L.) seedlings under diesel stress. *Soil Biology Biochemistry*. 2009; 41: 936–940.
- Tian M, Chen YL, Li M, Liu RJ. Structure and function of arbuscular mycorrhiza: a review. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2013; 24(8): 2369-2376.
- Vazan V, Ranji Z, Houshdar M, Tehrani H, Ghalavand A, Sanei Shariat Panahi M. Drought stress effect on abscise acid accumulation and stomatal conductivity of sugar beet. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 2002; 4 (3): 176- 183
- Wang JW, Zheng LP, Wu JY, Tan RY. Involvement of nitric oxide in oxidative burst, phenylalanine ammonia-lyase activation and Taxol production induced by low-energy ultrasound in *Taxus yunnanensis* cell suspension cultures. *Nitric Oxide*. 2006; 15: 351-358.
- Zand B, Soroosh zadeh A, Ghanati F, Moradi F. Effect of zinc and auxin foliar application on some anti-oxidant enzymes activity in corn leaf. *Iranian Journal of Plant Biology*. 2010; 2 (1): 35-48. (in Persian, abstract in English)



مدل لجستیکی برآورد مقدار محصول چغندر قند پاییزه در استان خوزستان Logistic model for estimation of the yield of autumn-sown sugar beet in Khozestan province

حمیدرضا کمالی^{*}، محمد خرمیان، امیر ناصرین و مصطفی حسین پور^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۶ : تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۵

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2021.354624.1276

ح. ر. کمالی، م. خرمیان، ا. ناصرین و م. حسین پور. ۱۴۰۰. مدل لجستیکی برآورد مقدار محصول چغندر قند پاییزه در استان خوزستان. چغندر قند، ۳۷(۱): ۸۷-۹۸

چکیده

پیش‌بینی مقدار محصول برای برنامه‌ریزی و مدیریت کارآمد یک عامل مهم به شمار می‌رود. در پژوهش حاضر یک مدل ساده ریاضی برای پیش‌بینی مقدار محصول چغندر قند پاییزه در منطقه خوزستان ارائه شده است. در این مدل از تابع لجستیک استفاده شده است که در آن مقدار محصول ریشه و شکر سفید به صورت تابعی از وضعیت آبیاری، بارندگی و تبخیر از طشتک تعریف شده است. جهت ارزیابی مدل، از اطلاعات آزمایش‌های انجام‌شده در دو سال ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول که تحت پنج تیمار آب آبیاری به روش قطره‌ای و بر اساس درصدی از نیاز آبی گیاه (۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد) انجام گردیده، استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که مدل قادر است مقادیر نهایی عملکرد ریشه و محصول شکر سفید را با دقت خوبی برآورد نماید؛ به طوری که ریشه میانگین مربع‌های خطای نرمال شده (NRMSE) برای تخمین مقدار محصول ریشه در مرحله واسنجی و ارزیابی به ترتیب برابر ۹/۴ و ۱۳/۰ درصد بود. همچنین مقدار NRMSE برای تخمین مقدار محصول شکر سفید نیز در هر دو سال واسنجی و ارزیابی کمتر از ۱۰ درصد و به ترتیب برابر ۶/۸ و ۹/۸ درصد به دست آمد. نتایج نشان داد که مدل قادر است در طول فصل رشد نیز کارکرد مناسبی داشته و مقادیر عملکرد ریشه و شکر را طی روزهای مختلف بعد از کاشت (DAP) با خطای کمتر از ۲۰ درصد برآورد نماید. با توجه به اینکه مدل ارائه‌شده در پژوهش حاضر یک مدل تجربی می‌باشد، توصیه می‌شود جهت استفاده از مدل در مناطقی با شرایط اقلیمی متفاوت، ابتدا مدل واسنجی شده، سپس مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شبیه‌سازی، کم آبیاری، مدل‌سازی

۱ - استادیار گروه مهندسی آب، مرکز آموزش عالی میناب، و عضو هسته پژوهشی اگرواکولوژی در مناطق خشک، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. * - نویسنده مسئول: hamidreza14kamali@yahoo.com

۲ - استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

۳ - استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

۴ - استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.



مقدمه

چغندر قند در مناطق خشک و نیمه خشک عمدتاً به صورت آبی کشت می شود. به دلیل دوره رشد طولانی، تأمین و مدیریت مناسب آب برای تولید محصول چغندر قند و شکر سفید، در حد قابل قبول، ضروری است. اصولاً نیاز آبی در کشت چغندر قند به شرایط آب و هوایی، مدیریت آبیاری، دوره رشد، تراکم کشت، ژنوتیپ و میزان کود نیترات مورد استفاده بستگی زیادی دارد (Soltani and Kocheiki 1996). با توجه به شرایط اقلیمی ایران، امکان کشت چغندر قند به صورت پاییزه و بهار وجود دارد. در استان خوزستان، کشت پاییزه چغندر قند بهره برداری از بارش های زمستانی (به عنوان بارش غالب منطقه) را به حداکثر رسانده و نیاز گیاه به آبیاری کاهش می یابد. در نتیجه، کشت چغندر قند در منطقه شمال خوزستان از لحاظ اقتصادی هم مقرون به صرفه می باشد. طبق مطالعات انجام شده توسط وزارت جهاد کشاورزی (Moayeri 2018)، بسته به نیاز آبی چغندر قند، وقوع بارش های فصلی و تلفات آبیاری، حجم کل آبیاری مورد نیاز چغندر قند پاییزه در استان خوزستان حدود ۹۰۰۰ الی ۱۳۰۰۰ متر مکعب در هر هکتار است.

نتایج تحقیقات بسیاری در مورد گیاهان مختلف مثل گندم (Alizade et al. 2020)، ذرت (Zou et al. 2021)، سیب زمینی (Afshar et al. 2020) و پیاز (Piri and Naserin 2020) بیانگر این است که با وجود کاهش محصول بر اثر اعمال کم آبیاری، به دلیل صرفه جویی در آب مصرفی، کارایی مصرف آب افزایش می یابد. اعمال کم آبیاری در کشت چغندر قند علاوه بر بهبود شاخص های تولید، موجب افزایش درآمد حاصل از کشت چغندر قند می شود (Khoramian and Hossienpour 2016). نتایج برخی از پژوهش ها نشان می دهد که آبیاری تأثیر معنی داری بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند دارد؛ به نحوی که با افزایش آبیاری مقدار ریشه و شکر سفید افزایش می یابد در حالی که درصد شکر کاهش می یابد. همچنین، خزائی و همکاران (Khozaei et al. 2020) بیان کردند که کم آبیاری بدون کاهش محصول شکر سفید، درصد قند را در ریشه

چغندر قند افزایش می دهد. بر خلاف نتایج توپاک و همکاران (Topak et al. 2011) که گزارش دادند با افزایش کم آبیاری درصد قند در ریشه افزایش می یابد، حقوردی و همکاران (Haghverdi et al. 2017) افزایش درصد قند در ریشه چغندر قند ناشی از افزایش کم آبیاری مشاهده نکردند.

برای تحلیل بهتر چگونگی واکنش گیاهان به پارامترهای مؤثر بر رشد و تولید محصول از مدل های مختلف باید این واکنش ها کمی سازی شوند. برای کمی کردن رشد و تولید گیاهان مختلف از روش تحلیل رشد استفاده می شود (Mahlouji and Afyouni 2004). با این وجود، می توان از این ابزار در جهت تشخیص وجود مشکل در شرایط رشدی گیاه استفاده کرد. بدیهی است برای تهیه ی مدل های مورد استفاده، تعیین شاخص هایی مثل میزان محصول و یا ماده خشک تولیدی و یا اجزای مهم آن (مثل درصد روغن در گیاهان روغنی یا شکر در نیشکر و چغندر قند) در طول دوره رشد ضروری است. گرچه برخی پارامترهای دیگر مثل سطح برگ گیاه (Ebrahimi et al. 2018) و یا ارتفاع گیاه (Jiang et al. 2020) هم مورد توجه بوده اند. همه ی متغیرهای مذکور، تحت تأثیر عوامل مختلفی همچون میزان آب و کود قرار دارند. پیش بینی تولید و پارامترهای رشد با مدل های رشدی تهیه شده در شرایط معمول با خطا همراه خواهد بود.

مدل های رگرسیونی غیر خطی، برخلاف روش های خطی قابلیت خوبی در پیش بینی تولید دارند (Hunt 2003; Piri and Naserin 2021). از جمله این مدل ها می توان به مدل های گمپرتز (Gompertz)، لجستیک، ریچاردز (Richards) و ون برتالانفی (Von Bertalanffy) اشاره کرد (Archontoulis and Miguez 2015). بسیاری از این مدل ها برای شبیه سازی رشد درختان مورد استفاده بوده اند (Jiang et al. 2020) و در مطالعات کمی برای گیاهان زراعی مورد استفاده بوده اند (Setiyono et al. 2008). این مدل ها اگرچه در مناطق مختلف و بر روی گیاهان مختلف بررسی شده و میزان کارایی شان تعیین شده است؛ اما به دلیل وجود تفاوت در

شرایط محلی و محیطی و ارقام مورد استفاده، بایستی کارایی آنها در محل آزمایش بررسی شود.

بر اساس مطالعات پیشین، مدل‌های رگرسیون غیرخطی در شرایط متفاوت دارای سطوح دقت مختلف بوده‌اند. در این میان مدل لجستیک در بسیاری از تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته و دقت آن مورد تأیید واقع شده است. مهبد و همکاران (Mahbod et al. 2014) با استفاده از نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای روی گندم در مقادیر مختلف آب آبیاری و کود نیتروژن، توانایی مدل لجستیک را مورد بررسی قرار داد. بر این اساس، مدل لجستیک میزان تولید ماده خشک اندام‌های هوایی و محصول دانه گندم را به‌خوبی پیش‌بینی کرد. ژیانگ و همکاران (Xiangxiang et al. 2014) معادله‌ای جدید با الگوی لجستیک برای محاسبه شاخص سطح برگ و زیست‌توده هوایی گندم زمستانه با استفاده از ارتفاع گیاه برای تیمارهای مختلف آبیاری ارائه کردند که نتایج سازگاری خوبی بین مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری شده نشان داد.

جیانگ و همکاران (Jiang et al. 2020) با مقایسه شش مدل اصلاح شده برای تخمین ارتفاع گندم پاییزه، در شرایط رطوبتی مختلف خاک، نتیجه گرفتند که مدل لجستیک اصلاح‌شده با کمترین تغییرات دقت در دوره چهارساله آزمایش، بهترین مدل در برآورد ارتفاع بوته گندم بود. به‌علاوه، نرخ افزایش طول و ارتفاع شبیه‌سازی‌شده با مدل لجستیک اصلاح‌شده مطابقت بیشتری با رشد فیزیولوژیک واقعی ساقه گندم داشت. رفیعی و مهبد (Rafiee and Mahbod 2020) از مدل لجستیک برای تخمین محصول و ماده خشک بادمجان در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای و سطوح مختلف شوری آب آبیاری و تنش آبی استفاده کردند. نتایج نشان داد که مدل لجستیک قابلیت خوبی در پیش‌بینی میزان محصول تولیدی و ماده خشک بادمجان دارد.

برای پیش‌بینی رشد و محصول گیاه چغندر قند تاکنون مدل‌های مختلفی ارائه شده است. این مدل‌ها برآورد گستره‌ی وسیعی از عوامل را در برمی‌گیرد؛ از عواملی نظیر پوشش سبز،

شاخص سطح برگ، سطح نیتروژن گیاهی گرفته (Kamali 2016a; 2016b) تا مدل شبیه‌سازی چغندر قند (Sugar beet Simulation Model, SSM) قادر هستند مقدار رشد و محصول گیاه چغندر قند بهاره را با دقت بسیار خوبی برآورد نمایند. به‌علاوه، از مدل‌های مختلف رایانه‌ای برای برآورد میزان محصول چغندر قند استفاده شده است. در پژوهشی که توسط زارع و همکاران (Zare et al. 2015) انجام شد کارایی مدل آکواکراپ (Aqua Crop) در برآورد مقدار محصول چغندر قند بهاره مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش که در منطقه‌ی باجگاه استان فارس در دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد، در سال اول شش سطح آبیاری شامل ۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰، ۷۰، ۶۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل و در سال دوم چهار سطح آبیاری شامل ۱۲۰، ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری اعمال شد. نتایج واسنجی و اعتبارسنجی مدل نشان داد که مقدار خطای استاندارد (NRMSE) در برآورد ماده خشک و عملکرد شکر کم بود و دقت مدل بسیار خوب بوده است.

مدل DSSAT (Hogenboom et al. 2019) از دیگر مدل‌هایی هست که در سال‌های اخیر پیشرفت چشمگیری داشته و در پژوهش آنار و همکاران (Anar et al. 2019) ارزیابی مدل در زمینه‌ی برآورد مقدار محصول چغندر قند ارائه شده است. در این پژوهش عنوان شده که مدل قادر است مقادیر حداکثر محصول ریشه، قسمت هوایی، شاخص سطح برگ و تعداد برگ را در شرایط مختلف خاک و اقلیم بدون منظور کردن اثرات کمبود آب و کود با دقت خوب و خطای پایین برآورد نماید.

برخی از پژوهشگران مدل‌های ساده‌تری ارائه کرده‌اند که نیاز به اطلاعات ورودی کمتری دارد. به‌عنوان مثال در پژوهش مشابهی که توسط سپاسخواه و همکاران (Sepaskhah et al. 2011) انجام شده است یک رابطه لجستیکی بین مقدار محصول ذرت و شاخص برداشت با مقدار کل آب و نیتروژن مصرفی ارائه شده است. در معدود پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه تخمین محصول چغندر قند با استفاده از تابع لجستیک، کمالی و همکاران (Kamali et al. 2016c) یک

از ۱۵۰ کیلوگرم K_2O در هکتار از منبع سولفات پتاسیم، ۹۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل و نیمی از نیتروژن (۹۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره بوده‌اند. نیمه دیگر کود نیتروژن در اوایل آذرماه و پس از تنک کردن مزرعه (با فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر رو خطوط کشت) در اختیار گیاه قرار گرفته است. جهت انجام کشت پشته‌هایی با فاصله ۱۲۰ سانتی‌متر ایجاد و بر روی هر پشته بذر چغندر قند به فاصله ۶۰ سانتی‌متر کشت گردید.

بالاترین کارایی مصرف آب آبیاری برای عملکرد ریشه و شکر مربوط به تیمار ۲۵ درصد تأمین نیاز آبی گیاه، به ترتیب برابر ۱۸/۷ و ۲/۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی بوده است. همچنین در این پژوهش ذکر شده است که اختلاف معنی‌داری در ویژگی‌های کمی و کیفی و کارایی مصرف آب، بین ارقام مورد آزمایش مشاهده نشده است (Hosseinpour et al. 2006).

آبیاری به روش قطره‌ای با استفاده از نوارهای تیپ (با فاصله روزنه ۳۰ سانتی‌متر و آبدهی چهار لیتر در ساعت در هر متر نوار) انجام شده است. نوارها بین دو ردیف کشت قرار گرفته به‌طوری که فاصله آنها تا ردیف کشت از هر طرف برابر ۳۰ سانتی‌متر بود. اولین آبیاری در سال اول و دوم به ترتیب در تاریخ ۲۸ مهر و ۳۰ مهر انجام شد. تیمارهای آبیاری در این پژوهش شامل پنج سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی با نمادهای به ترتیب I5، I4، I3، I2 و I1 بوده که مقادیر آب مصرفی در تیمارهای مختلف در سال اول به ترتیب برابر ۳۷۹۴، ۴۹۹۶، ۶۰۹۶، ۷۲۵۲ و ۸۴۰۱ مترمکعب در هکتار و در سال دوم به ترتیب برابر ۴۴۰۳، ۵۷۵۵، ۶۹۵۳، ۸۸۳۰ و ۹۵۰۵ مترمکعب در هکتار بوده است. مقدار بارندگی مؤثر در سال اول و دوم به ترتیب برابر ۲۰۰ و ۲۷۷ میلی‌متر و مقدار تبخیر از تشت در سال اول و دوم به ترتیب برابر ۸۴۹ و ۹۱۲ میلی‌متر گزارش شده است. در پژوهش حاضر جهت برآورد عملکرد ریشه و شکر محصول چغندر قند پاییزه از تابع لجستیکی (رابطه ۱) استفاده شد (Kamali et al. 2016c):

$$R = \frac{R_m}{(1 + A \times e^{-B \times DAP})} \quad (1)$$

مدل ریاضی برای تخمین مقدار محصول چغندر قند بهاره ارائه کردند که قادر است در شرایط مختلف آبی و نیتروژن، مقدار محصول ماده خشک و شکر تولیدی را با دقت خوبی تخمین بزند. در این مدل از معادله لجستیکی برای تخمین شاخص‌های عملکرد در طول فصل رشد استفاده شده است که نتایج پژوهش نشان‌دهنده قابلیت این مدل در تخمین محصول چغندر قند بهاره دارد. با توجه به تفاوت‌های ذکر شده در مورد کشت پاییزه و بهاره و بازه‌های مختلف فنولوژیک کشت چغندر قند در این دو فصل، هدف از انجام این تحقیق ارزیابی قابلیت تابع لجستیک در تخمین محصول چغندر قند و شکر سفید حاصل در کشت پاییزه چغندر قند در منطقه شمال خوزستان است.

مواد و روش‌ها

برای واسنجی و ارزیابی مدل ارائه شده در پژوهش حاضر از اطلاعات حاصل از پژوهش حسین پور و همکاران (Hosseinpour et al. 2006) استفاده شد. این پژوهش در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول با مختصات جغرافیایی $32^{\circ} 16'$ عرض شمالی، $48^{\circ} 25'$ طول شرقی و ارتفاع ۸۲ متری از سطح دریا و با میانگین بارندگی ۳۴۴ میلی‌متر انجام شده است. از اطلاعات سال اول آزمایش (۱۳۸۲) برای انجام واسنجی و از اطلاعات سال دوم (۱۳۸۳) برای ارزیابی مدل استفاده شد. در این پژوهش پنج تیمار آبیاری و دو رقم چغندر قند در قالب طرح آماری کرت‌های یک‌بار خرد شده با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفته‌اند که کرت‌های اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری و کرت‌های فرعی به رقم اختصاص داده شده است.

خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی-لومی با شوری ۰/۴۵ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته حدود ۷/۵ بوده است. همچنین مقدار رطوبت در حالت ظرفیت زراعی حدود ۲۲ درصد وزنی، رطوبت نقطه پژمردگی دائم حدود ۱۲ درصد وزنی و وزن مخصوص ظاهری ۱/۶۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده است. کودهای مورد استفاده قبل از کشت در این پژوهش عبارت است

$$NRMSE = \frac{100}{\bar{O}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - O_i)^2} \quad (10)$$

که در آن n تعداد نمونه‌های مورد مقایسه، P_i مقادیر برآورد شده، O_i مقادیر اندازه‌گیری شده و $\bar{O}$ میانگین مقادیر اندازه‌گیری می‌باشد.

نتایج و بحث

چنانچه در قسمت قبل توضیح داده شد، بر اساس اطلاعات سال‌های اول و دوم واسنجی و ارزیابی انجام گردید. ضرایب معادلات ۲ تا ۴ جهت مدل برآورد مقدار عملکرد ریشه به شرح زیر به دست آمد:

$$R_m = 48.3 + 40.9(IR^*) - 1.4(IR^*)^2 \quad (11)$$

$$A = 487 - 43(IR^*) - 104(IR^*)^2 \quad (12)$$

$$B = 0.0365 + 0.0074(IR^*) - 0.0079(IR^*)^2 \quad (13)$$

همچنین ضرایب مربوط به تولید شکر (معادلات ۷ تا ۹)

نیز به شرح زیر به دست آمد:

$$S_m = 3.4 + 14.8(IR^*) - 5.5(IR^*)^2 \quad (14)$$

$$a = 233 + 867(IR^*) - 638(IR^*)^2 \quad (15)$$

$$b = 0.045 - 0.011(IR^*) + 0.0013(IR^*)^2 \quad (16)$$

ضرایب $(IR^*)^2$ در معادلات ۱۱ و ۱۴ منفی شده است و این مسئله به این معنی است که رابطه بین وضعیت آبی خاک و (IR^*) با حداکثر عملکرد ریشه (R_m) و حداکثر عملکرد شکر (S_m) به گونه‌ای است که دارای نقطه بهینه می‌باشد. به عبارت دیگر افزایش مقدار آب در مزرعه، تا یک حد مشخص باعث افزایش حداکثر عملکرد ریشه و شکر، و از آن حد به بعد باعث کاهش عملکرد شده است. این مسئله برای حداکثر عملکرد شکر (S_m) مورد بررسی قرار گرفت. با مشتق‌گیری از معادله‌ی ۱۴ مقدار IR^* برای نقطه‌ی بهینه برابر $1/35$ به دست می‌آید. با توجه به تعریف $IR^* = \frac{IR+p}{E}$ ، مقدار $1/35$ به این معنی است که حداکثر مقدار شکر تولیدی زمانی اتفاق می‌افتد که مجموع بارندگی (P) و آبیاری (IR) $1/35$ برابر مقدار تبخیر از تشت (E) باشد.

که در این معادله R مقدار عملکرد ریشه، R_m مقدار حداکثر عملکرد ریشه، A ضریبی است که به مقدار حداکثر عملکرد ریشه وابسته است، ضریب B معرف نرخ رشد و DAP روزهای بعد از کاشت می‌باشد.

مقادیر R_m ، A و B تابعی از وضعیت آبی مزرعه (IR^*)

است که به شیوه‌ی زیر در نظر گرفته شد:

$$R_m = R_1 + R_2(IR^*) + R_3(IR^*)^2 \quad (2)$$

$$A = A_1 + A_2(IR^*) + A_3(IR^*)^2 \quad (3)$$

$$B = B_1 + B_2(IR^*) + B_3(IR^*)^2 \quad (4)$$

که مقادیر R_1 تا R_3 ، A_1 تا A_3 و B_1 تا B_3 ضرایب ثابتی هستند که به روش رگرسیون خطی به دست می‌آیند. در پژوهش حاضر IR^* به عنوان یک معرف از وضعیت آب در خاک تعریف و طبق معادله‌ی زیر در نظر گرفته شد:

$$IR^* = \frac{IR + p}{E} \quad (5)$$

که در آن IR مقدار آبیاری، P مقدار بارندگی و E مقدار تبخیر از تشت می‌باشد.

جهت برآورد مقدار شکر نیز معادلات مشابهی استفاده

شد (معادلات ۶ تا ۹). در این معادلات نیز مقدار شکر تولیدی به مقادیر آبیاری، بارندگی و تبخیر از تشت وابسته است. در این معادلات S مقدار عملکرد شکر، S_m مقدار حداکثر عملکرد شکر، a ضریبی است که به مقدار حداکثر عملکرد ریشه وابسته است، b ضریبی که معرف نرخ رشد می‌باشد و DAP روزهای بعد از کاشت می‌باشد. مقادیر S_1 تا S_3 ، a_1 تا a_3 و b_1 تا b_3 ضرایب

ثابتی هستند که به روش رگرسیون خطی محاسبه شدند:

$$S = \frac{S_m}{(1 + a \times e^{-b \times DAP})} \quad (6)$$

$$S_m = S_1 + S_2(IR^*) + S_3(IR^*)^2 \quad (7)$$

$$a = a_1 + a_2(IR^*) + a_3(IR^*)^2 \quad (8)$$

$$b = b_1 + b_2(IR^*) + b_3(IR^*)^2 \quad (9)$$

محاسبات لازم جهت برآورد ضرایب معادلات فوق، در

محیط نرم‌افزار Excel و با استفاده از گزینه‌ی Solver انجام شد. جهت ارزیابی نتایج مدل، از ریشه میانگین مربع‌های خطای نرمال شده (NRMSE) استفاده گردید:

از روابط به دست آمده می توان مقدار محصول چغندر قند در حالت دیم را نیز تخمین زد. برای این منظور فرض می کنیم که در سال دوم مقدار بارندگی مؤثر برابر ۲۷۷ میلی متر و مقدار آبیاری در طول فصل رشد صفر بوده و تنها پس از کاشت و جهت اطمینان از سبز شدن بذرها، آبیاری به میزان ۱۴۶ میلی متر (برابر با کل آب در دسترس گیاه تا عمق ۹۰ سانتی متر) انجام شده باشد. بر این اساس اگر در معادله ۵ مقدار IR را برابر صفر قرار دهیم، مقدار IR^* برابر $0/3$ به دست می آید. با قرار دادن مقدار IR^* در معادله ۱ و ضرایب به دست آمده در معادلات ۱۱، ۱۲ و ۱۳ مقدار محصول ریشه برابر $54/7$ تن بر هکتار به دست می آید. همچنین با قرار دادن مقدار IR^* در معادله ۶ و ضرایب به دست آمده در معادلات ۱۴، ۱۵ و ۱۶ مقدار محصول شکر تولیدی برابر $7/02$ تن بر هکتار به دست می آید. این نتیجه با نتایج پژوهش خرمیان و همکاران (Khoramian et al. 2015) قابل مقایسه است. در این پژوهش تابع تولید چغندر قند پاییزه بر اساس عمق آبیاری و بارش ارائه شده است. در صورتی که مقدار مجموع آب مصرفی گیاه (۲۷۷+۱۴۶ میلی متر) را در معادله قرار دهیم، مقدار چغندر قند تولیدی برابر $47/3$ تن بر هکتار به دست می آید. چنانچه مشاهده می شود مقدار تخمینی چغندر قند دیم تولیدی در پژوهش حاضر ($54/7$ تن بر هکتار) در مقایسه با مقدار به دست آمده از تابع تولید پیشنهادی پژوهش خرمیان و همکاران ($47/3$ تن بر هکتار) بیشتر است. این اختلاف نشان می دهد که مدل در حالت دیم، مقدار محصول را بیشتر از مقدار واقعی تخمین می زند.

نتایج واسنجی و ارزیابی مدل جهت برآورد عملکرد نهایی ریشه در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود مقدار خطای نرمال استاندارد (NRMSE) در سال اول (واسنجی) کمتر از ۱۰ درصد می باشد و مقادیر برآورد و اندازه گیری شده به خط یک به یک نزدیک می باشد. از طرفی در سال دوم (ارزیابی) نیز مقدار خطا در حد قابل قبولی بوده و مقادیر برآورد و اندازه گیری به خط یک به یک نزدیک می باشد.

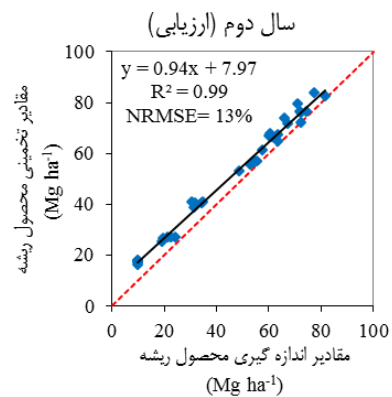
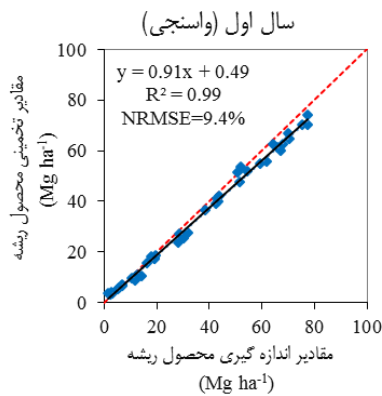
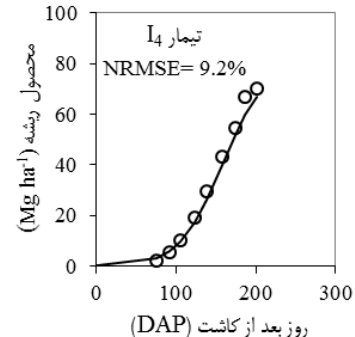
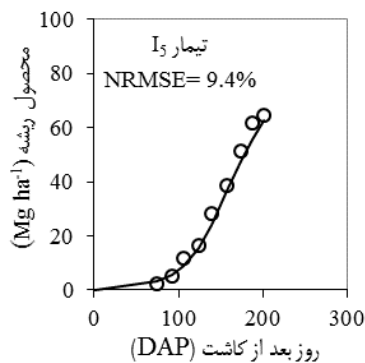
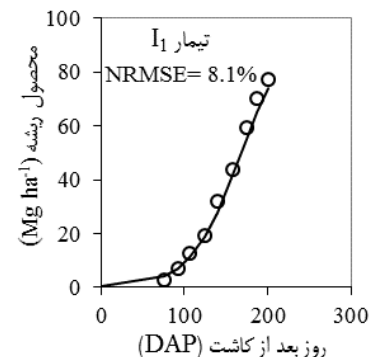
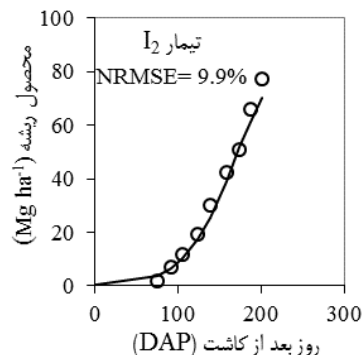
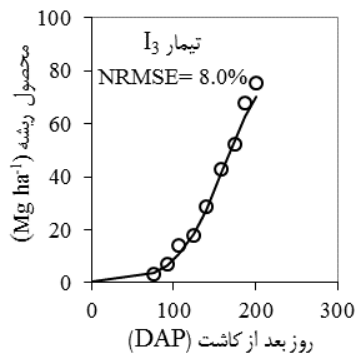
نتایج شکل ۲ نشان می دهد که در طول فصل رشد نیز مطابقت خیلی خوبی بین مقادیر برآورد و اندازه گیری محصول ریشه وجود دارد. در این شکل برای هر پنج تیمار آزمایش مقادیر خطا کمتر از ۱۰ درصد می باشد که نشان دهنده ی واسنجی مناسب مدل می باشد. در شکل ۳ نتایج مشابهی برای سال دوم (ارزیابی) به دست آمده است. در این شکل نشان داده شده است که مطابقت بین مقادیر برآورد و اندازه گیری در طول فصل رشد مناسب است.

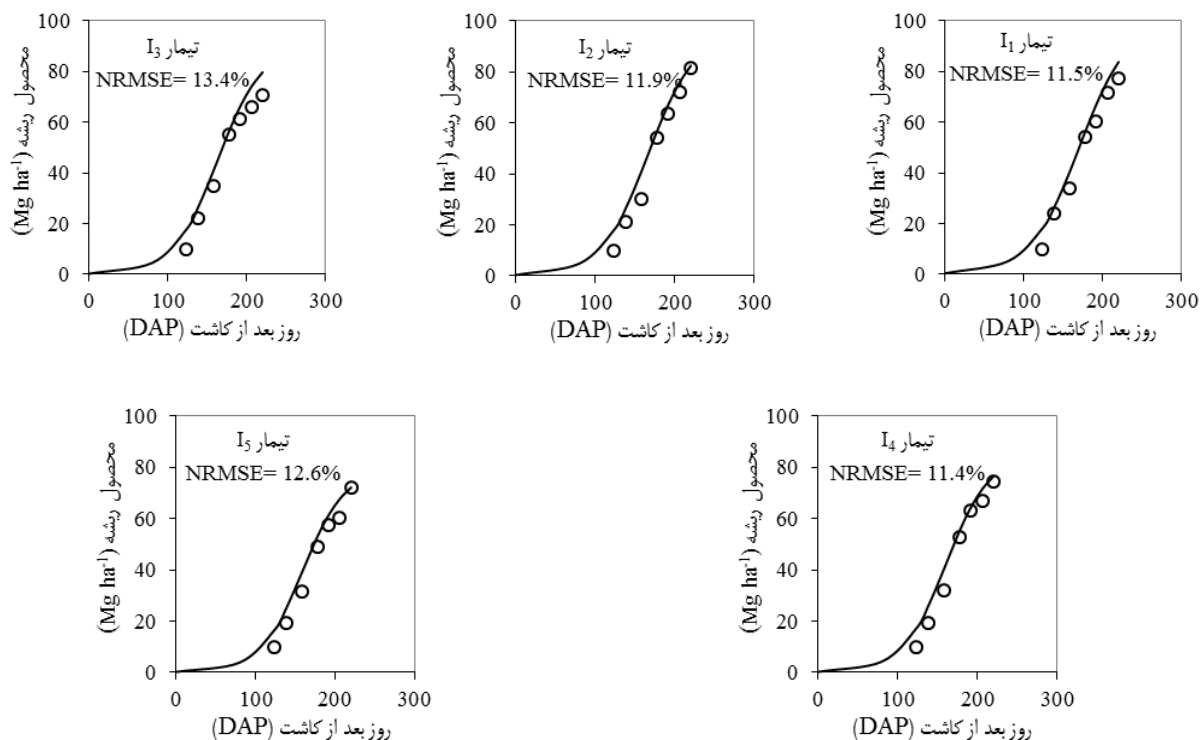
عملکرد مدل در مورد برآورد مقدار نهایی شکر تولیدی نیز مناسب بود، به طوری که مقدار خطای مدل در برآورد مقدار محصول نهایی شکر تولیدی در هر دو سال اول (واسنجی) و سال دوم (ارزیابی) کمتر از ۱۰ درصد بود. همچنین مقایسه بین مقادیر برآورد توسط مدل با مقادیر اندازه گیری شده در نمودار یک به یک (شکل ۴)، نشان از دقت مناسب مدل داشت. علاوه بر دقت مناسب مدل در برآورد مقدار نهایی شکر تولیدی، در طول فصل رشد نیز تطابق بین مقادیر برآورد و اندازه گیری شکر تولیدی مناسب بود، به طوری که در سال اول (واسنجی) خطا کمتر از ۱۰ درصد (شکل ۵) و در سال دوم (ارزیابی) نیز، به جز در یکی از تیمارها، خطا از ۱۰ درصد کمتر بود.

جهت مقایسه ی بهتر نتایج، جدول ۱ ارائه شده است. چنانچه مشاهده می شود، خطای مدل در برآورد مقدار شکر تولیدی کمتر از محصول ریشه می باشد. علت این امر ممکن است به این دلیل باشد که اطلاعات مربوط به محصول ریشه به دلیل داشتن رطوبت، دارای پراکندگی بیشتری می باشد؛ بنابراین ممکن است در صورت استفاده از داده های ماده خشک، این پراکندگی کمتر شود هر چند با توجه به اینکه اطلاعات مربوط به ماده ی خشک ریشه در اختیار نبود، امکان ارزیابی این نظریه وجود نداشت.

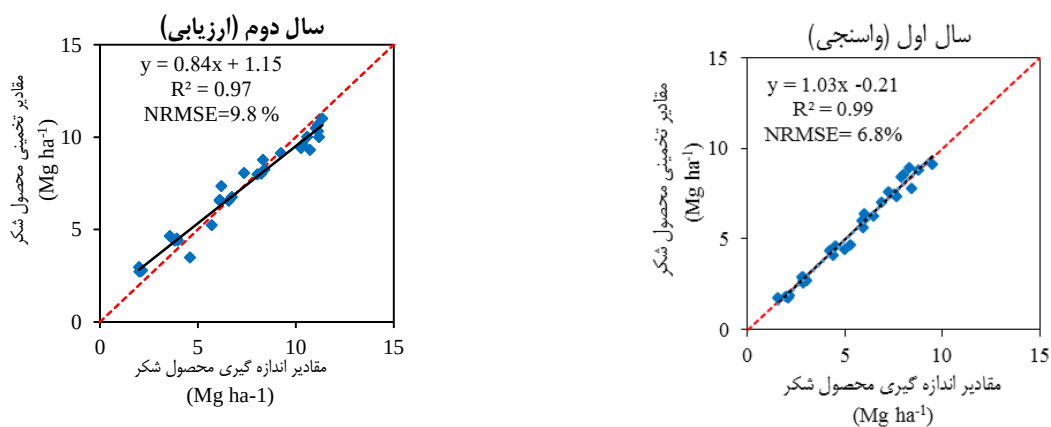
جدول ۱ مقدار ریشه‌ی میانگین مربع‌های خطای نرمال شده (NRMSE) برای تیمارهای مختلف و همچنین کل تیمارها

تیمار آبیاری	شکر		ریشه	
	واستجی	ارزیابی	واستجی	ارزیابی
۲۵	۷/۵	۹/۳	۹/۴	۱۲/۶
۵۰	۴/۶	۱۰/۹	۹/۲	۱۱/۴
۷۵	۸/۱	۹/۱	۸/۰	۱۳/۴
۱۰۰	۶/۱	۹/۸	۹/۹	۱۱/۹
۱۲۵	۶/۸	۹/۷	۸/۱	۱۱/۵
کل تیمارها	۶/۸	۹/۸	۹/۴	۱۳/۰

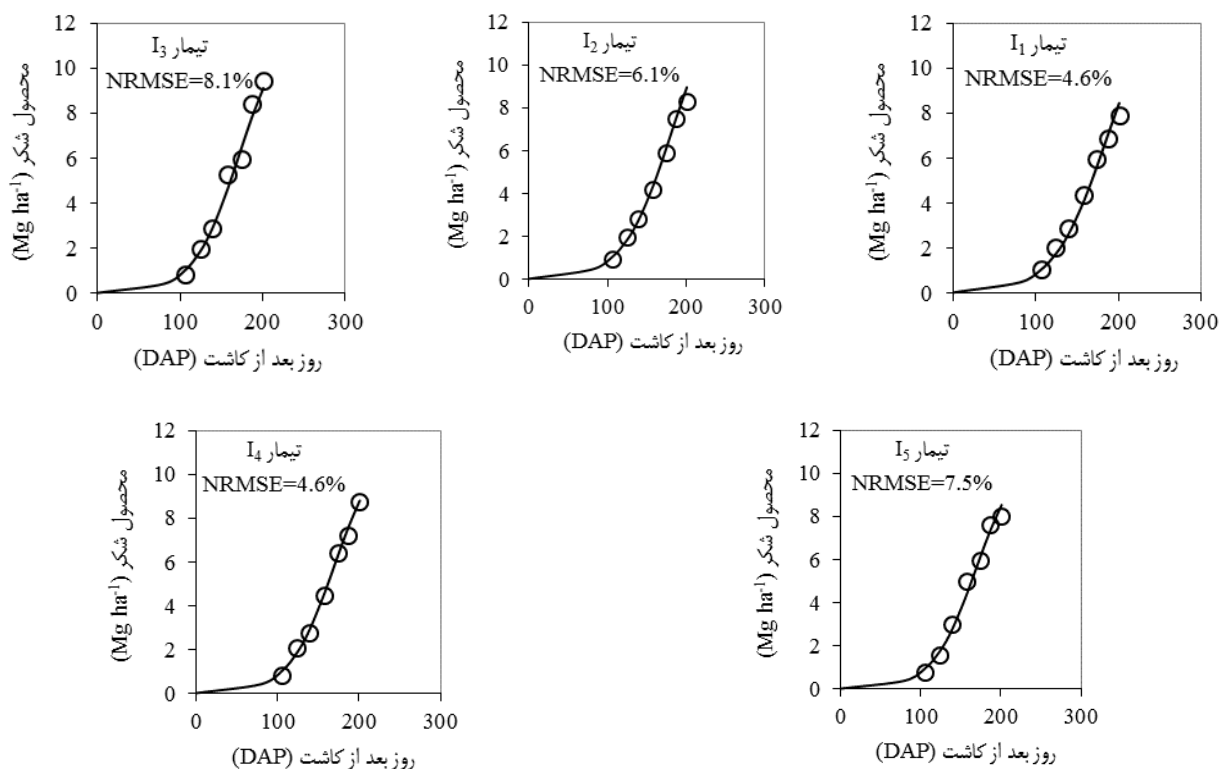
شکل ۱ مقادیر برآورد محصول ریشه در طول فصل رشد توسط مدل در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده (Mg.ha⁻¹) در سال اول (واستجی) و سال دوم آزمایش (ارزیابی)شکل ۲ مقایسه‌ی مقادیر برآورد محصول ریشه (Mg.ha⁻¹) توسط مدل (—) در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده (o) در تیمارهای مختلف و در طول فصل کشت سال اول (واستجی)



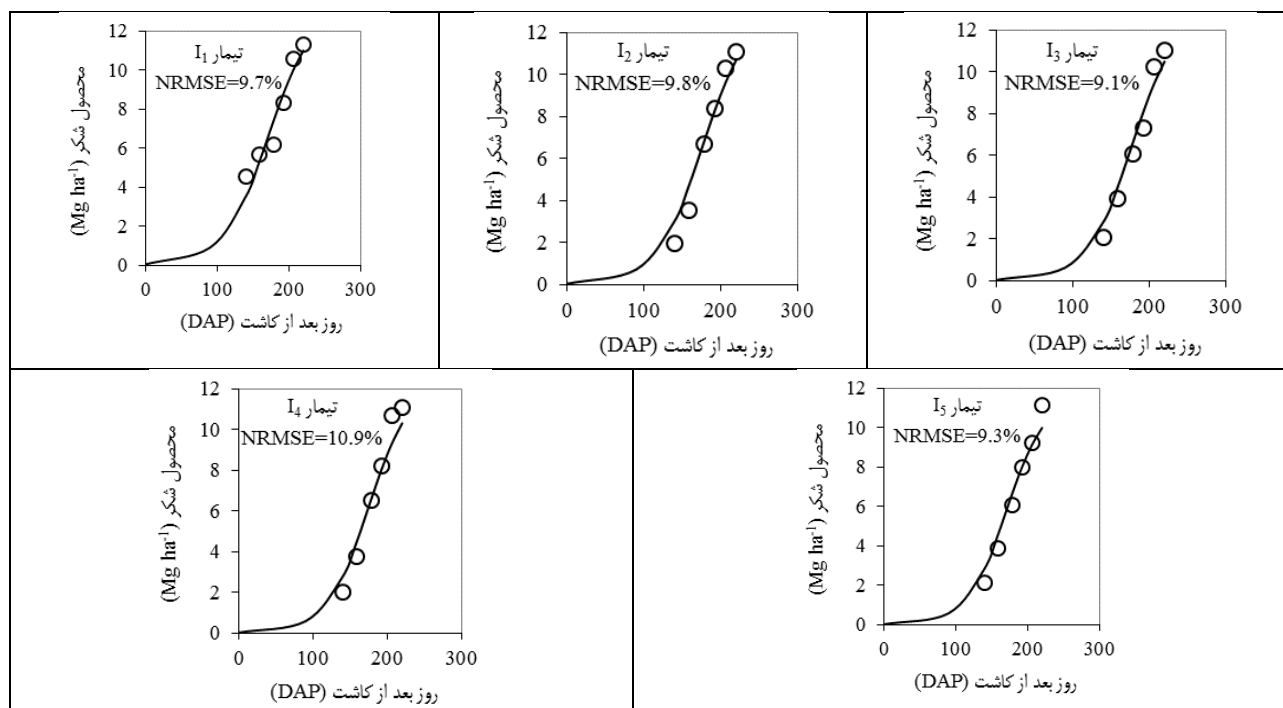
شکل ۳ مقایسه‌ی مقادیر برآورد محصول ریشه (Mg.ha^{-1}) توسط مدل (—) در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده (○) در تیمارهای مختلف و در طول فصل کشت سال دوم (ارزیابی)



شکل ۴ مقادیر برآورد محصول شکر در طول فصل رشد توسط مدل در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده (Mg.ha^{-1}) در سال اول (واسنجی) و سال دوم آزمایش (ارزیابی)



شکل ۵ مقایسه مقادیر برآورد محصول شکر (Mg.ha^{-1}) توسط مدل (—) در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده (○) در تیمارهای مختلف و در طول فصل کشت سال اول (واستجی)



شکل ۶ مقایسه مقادیر برآورد محصول شکر (Mg.ha^{-1}) توسط مدل (—) در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده (○) در تیمارهای مختلف و در طول فصل کشت سال دوم (ارزیابی)

نتیجه گیری کلی

نتایج به دست آمده نشان داد که این مدل قادر است با دقت خوبی (خطای کمتر از ۱۰ درصد) مقدار محصول ریشه و شکر چغندر قند پاییزه را برآورد نماید. البته باید به این نکته اشاره کرد که مدل های پیشرفته تر دیگری موجود است که قادر است مقدار محصول چغندر قند را با دقت خیلی خوبی برآورد نماید، اما نیاز به اطلاعات ورودی فراوانی دارند که در برخی مواقع در اختیار نیست. به همین دلیل مدل های ساده ای، نظیر آنچه در پژوهش حاضر ارائه شد، می تواند خلأ کمبود اطلاعات را تا حدی جبران کند. در مدل پژوهش حاضر، با در دست داشتن اطلاعات مربوط به مقادیر تجمعی آبیاری، بارندگی و تبخیر از تشت، می توان مقدار محصول ریشه و شکر تولیدی چغندر قند پاییزه را با دقت خوبی به دست آورد. قابل ذکر است که عوامل مختلفی در رشد گیاهان مؤثر است. عواملی از جمله اقلیم، خصوصیات خاک، تنش های غیر زیستی (مانند خشکی، شوری و گرما)، تنش های زیستی

(مانند بیماری ها، آفات و علف های هرز) و... در مورد تغییر اقلیم و تغییر شرایط آب و هوایی، باید به این نکته اشاره کرد که مدل تا حد قابل قبولی قادر است این مسئله را در نظر بگیرد چرا که در معادله ۵، شاخص IR^* ترکیبی از سه عامل آبیاری، بارندگی و تبخیر از تشت است. از طرفی تغییر شرایط آب و هوایی تأثیر خود را بر بارندگی (P) و تبخیر از تشت (E) خواهد گذاشت و به این ترتیب مدل قادر خواهد بود که میزان محصول متناسب با شرایط جدید را تخمین بزند. با این وجود و با توجه به اینکه مدل ارائه شده در پژوهش حاضر یک مدل تجربی می باشد و تحت شرایط خاص آب و هوایی و همچنین بر اساس مقدار محصول یک نوع رقم خاص، به دست آمده است، بنابراین توصیه می گردد جهت استفاده از مدل در مکانی دیگر و یا در شرایط اقلیمی و آب و هوای متفاوت و یا رقم متفاوت، ابتدا مدل واسنجی شده و سپس مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده:

References:

- Alizadeh F, Nasrolahi A, Saeidinia M, Sharifipour M. Effect of Deficit Irrigation and Different Nitrogen Levels on Wheat Yield and Water Productivity (Case Study: Khorramabad). *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 2020; 51(6): 1417-1426. (in Persian, abstract in English)
- Abyaneh HZ, Jovzi M, Albaji, M. Effect of regulated deficit irrigation, partial root drying and N-fertilizer levels on sugar beet crop (*Beta vulgaris* L.). *Agricultural Water Management*. 2017; 194: 13-23.
- Afshar A, Haghighatju P, Karandish F, mohammad rezapour O, Kouhestani S. The Effect of Deficit Irrigation on Yield and Water Use Efficiency of Several Main Crops in Jiroft. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 2020; 51(8): 2137-2148. (in Persian, abstract in English)
- Anar MJ, Lin Z, Hoogenboom G, Sheliab V, Batchelord WD, Tebohe JM, Ostliee M, Schatze BG, Khanf M. Modeling growth, development and yield of Sugar beet using DSSAT. *Agricultural Systems*. 2019; 169: 58-70.
- Ebrahimi N, Torabi B, Soltani A, Zenali E. Prediction of dry matter production and leaf area index in faba bean under different planting dates and densities. *Journal of Crops Improvement*. 2018; 20(1): 283-298. (in Persian, abstract in English)
- Haghverdi A, Yonts CD, Reichert DL, Irmak S. Impact of irrigation, surface residue covers and plant population on sugar beet growth and yield, irrigation water use efficiency and soil water dynamics. *Agricultural Water Management*. 2017; 180: 1-12.

- Hosseinpour M, Soroushzadeh A, Agha Alikhani M, Taleghani DF, Khoramian M. The Effect of irrigation in spring on water use efficiency and yield of autumn sown sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2006; 22(2): 35-52. (In Persian, abstract in English)
- Hunt R. Growth analysis, individual plants, In: Thomas B, Murphy DJ, Murray D, (Eds.). *Encyclopedia of applied plant sciences*. Academic Press, London. 2003; 579-588.
- Jiang T, Liu J, Gao Y, Sun Z, Chen S, Yao N, Ma H, Feng H, Yu Q, He, J. Simulation of plant height of winter wheat under soil Water stress using modified growth functions. *Agricultural Water Management*. 2020; 232: 106066.
- Kamali Hr. Development of a model for simulation of growth and yield of sugar beet at different levels of irrigation water and nitrogen (PhD dissertation). University of Shiraz; 2016 (a).
- Kamali Hr, Zand-ParsaSh, Zare M. Estimating canopy cover, leaf area index and nitrogen status of sugar beet using color digital camera. *Sugar beet*. 2016 (b); 32(2): 123-133. (In Persian, abstract in English)
- Kamali Hr, Zand-ParsaSh, Zare M. Estimation of sugar beet yield and its partitioning under different applied water and nitrogen. *International Crop Modelling Symposium "Crop Modelling for Agriculture and Food security under Global Change" (iCROP2016)*. 2016 (c) 15th to 17th March. Berlin, Germany. P 282-283.
- Khoramian M, Hossien pour M. Autumn sugar beet irrigation water optimization basis of yield and cost functions in north of the Khuzestan. *Irrigation Science Engineering*. 2016; 39(3): 95-106. (in Persian, abstract in English)
- Khozaei M, Haghighi AAK, Zand-ParsaSh, Sepaskhah AR, Razzaghi F, Yousef abadi VA, Emam Y. Evaluation of direct seeding and transplanting in sugar beet for water productivity, yield and quality under different irrigation regimes and planting densities. *Agricultural Water Management*. 2020; 238: 106230.
- Mahbod M, Sepaskhah AR, Zand- Parsa Sh. Estimation of yield and dry matter of winter wheat using logistic model under different irrigation water regimes and nitrogen application rates. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2014; 60(12): 1661-1676.
- Mahlouji M, Afyouni D. Study of growth analysis and grain yield in barley (*HordeumVulgare* L.) genotypes. *Pajouhseh-va- Sazandegi*. 2004; 17(2): 37-42. (in Persian, abstract in English)
- Moayeri M. Irrigation of autumn sugar beet farms in Khozestan. *Publication of agricultural education*. 2018; pp. 54. (in Persian)
- Piri H, Naserin A. Effect of different levels of water, applied nitrogen and irrigation methods on yield, yield components and IWUE of onion. *Scientia Horticulturae*. 2020; 268: 109361.
- Piri H, Naserin A. Comparison of different irrigation methods for onion by means of water and nitrogen response functions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2021; 23: 1-5.
- Rafiee MR, Mahbod M. Application of logistic model to estimate eggplant yield and dry matter under different levels of salinity and water deficit in greenhouse and outdoor conditions. *Water SA*. 2020; 46(3): 419-428.
- Sepaskhah AR, Fahandezh- Saadi S, Zand- Parsa Sh. Logistic model application for prediction of maize yield under water and nitrogen management. *Agricultural Water Management*. 2011; 99: 51-57.

- Setiyono TD, Weiss A, Specht JE, Cassman KG, Dobermann A. Leaf area index simulation in soybean grown under near-optimal conditions. *Field Crops Res.* 2008; 1: 82–92.
- Soltani A, Kocheiki A. Sugar beet cultivation. Jahad Daneshgahi Publication, Ferdowsi University of Mashhad. 1996; pp. 200. (in Persian)
- Topak R, Süheri S, Acar B. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey *Irrigation Science.* 2011; 29(1): 79–89.
- Xiangxiang W, Quanjiu W, Jun F, Lijun S, Xinlei S. Logistic model analysis of winter wheat growth on China's Loess Plateau. *Canadian Journal of Plant Science.* 2014; 94(8): 1471-1479.
- Zare M, Zand-ParsaSh, Kamali Hr. Evaluation of Aquacrop model in estimation of dry matter and yield of sugar beet (cultivar SBSI 005) under different water stress condition: Case study in Fars province. First national congress of irrigation and drainage. 2015. Mashhad, Iran. (in Persian).
- Zou Y, Saddique Q, Ali A, Xu J, Khan MI, Qing M, Azmat M, Cai H, Siddique KH. Deficit irrigation improves maize yield and water use efficiency in a semi-arid environment. *Agricultural Water Management.* 2021; 243: 106483.



بررسی امکان تفکیک ژنوتیپ‌های چغندر قند از نظر مقاومت به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر قند (*beet necrotic yellow vein virus*) بر اساس علائم فنوتیپی در شرایط گلخانه

Evaluation of the possibility of differentiating sugar beet genotypes in terms of resistance to *beet necrotic yellow vein virus* based on phenotypic symptoms under greenhouse condition

جمشید سلطانی^{۱*}، سیدباقر محمودی^۲، محسن مهرور^۳ و ژاد کاکویی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۷ : تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

نوع مقاله: پژوهشی

DOI:10.22092/jsb.2022.353609.1263

ج. سلطانی، س.ب. محمودی، م. مهرور و م. کاکویی نژاد. ۱۴۰۰. بررسی امکان تفکیک ژنوتیپ‌های چغندر قند از نظر مقاومت به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر قند (*beet necrotic yellow vein virus*) بر اساس علائم فنوتیپی در شرایط گلخانه. چغندر قند، ۳۷(۱): ۹۹-۱۱۴

چکیده

در این تحقیق، از دو روش مختلف برای بررسی مقاومت به بیماری ریزومانیا، در ریشه و برگ گیاه چغندر قند ارقام شریف، دوروتی، آریا، سینا، ایزابلا، پیرولا، لودوینا و بریجیتا در شرایط گلخانه استفاده شد. بذر این ارقام در خاک سالم (جهت مایه‌زنی مکانیکی برگ‌ها) و آلوده (جهت ارزیابی آلودگی ریشه‌ها) کشت شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی نشان داد که از نظر آماری بین ارقام در صفات میزان غلظت ویروس (بر اساس آزمون الایزا) و درصد آلودگی ریشه گیاهچه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد؛ به‌طوری‌که رقم حساس شریف با میانگین آلودگی (۷۰/۵۹ درصد) با بیشترین غلظت ویروس (۰/۹۳) و در مقابل، دو رقم پیرولا و ایزابلا با میانگین آلودگی (۲۱/۴۷ درصد)، کمترین غلظت ویروس (۰/۲) را در ریشه‌ها نشان دادند. نتایج مایه‌زنی مکانیکی ویروس روی برگ گیاهچه‌های ارقام ذکر شده نشان داد که ۱۰ روز پس از مایه‌زنی، علائم به‌صورت نقاط کلروز و نکروز روی برگ همه ارقام ظاهر شده و از این نظر بین ارقام مقاوم و حساس تفاوتی وجود نداشت. مایه‌زنی مکانیکی برگ‌های چغندر قند منجر به بروز علائم موضعی مستقل از ژنوتیپ شد و امکان تفکیک ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم نسبت به این ویروس میسر نشد. لذا مناسب‌ترین روش، تعیین غلظت این ویروس پس از دو ماه در ریشه گیاهان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ریزومانیا، واکنش زنجیره‌ای پلیمرز چندگانه با رونویسی معکوس، مقاومت

۱- استادیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. *
نویسنده مسئول: soltani_jam@yahoo.com

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

۳- دانشیار، بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

۴- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.



مقدمه

چغندرقد (*Beta vulgaris* L. subspecies *vulgaris*) توسط طیف وسیعی از عوامل از جمله قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و حشرات مورد حمله قرار می‌گیرد. این عوامل به‌طور مستقیم یا از طریق انتقال عوامل بیماری‌زا به برگ‌ها و ریشه‌ها آسیب می‌رسانند (Harveson and Hein 2009). یکی از این بیماری‌ها، ریزومانیا که عامل آن، ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندرقد (Beet necrotic yellow vein virus, BNYYV) از جنس *Benyvirus* متعلق به خانواده *Benyviridae* است (Gilmer and Ratti 2017). این بیماری اولین بار در ایتالیا در اوایل دهه ۱۹۵۰ گزارش شد (Canova 1959)، اما محققین منشأ اصلی را شرق آسیا می‌دانند (Chiba et al. 2011). این ویروس در حال حاضر در اکثر مناطق کشت چغندرقد در دنیا گسترش یافته است (Canova and Biancardi 2016) و در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۷۵ از استان فارس (Izadpanah et al. 1996) گزارش گردید. امروزه تقریباً در اکثر مناطق کشت چغندرقد در کشور (به‌استثنای استان خوزستان) گسترش یافته است (Mehrvar et al. 2000). این بیماری با تأثیر منفی بر عملکرد ریشه و درصد قند باعث کاهش عملکرد شکر می‌شود (Darabi et al. 2017). این ویروس خاک‌برد توسط شبه قارچ پلاسما *Polymyxa betae* Keskin می‌سست (Gilmer and Ratti 2017) منتقل می‌شود که موجب آلودگی بافت ریشه چغندرقد می‌گردد (Tamada and Kondo 2013). اسپورهای استراحتی *P. betae* می‌توانند بیش از ۱۵ سال در نمونه‌های خشک‌شده خاک زنده باقی بمانند (Abe and Tamada 1986). لذا این بیماری از طریق روش‌های زراعی قابل کنترل نیست. در نتیجه، کنترل ریزومانیا در دنیا صرفاً بر اساس به‌کارگیری ارقام مقاوم به ویروس است (McGrann et al. 2009).

ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندرقد، یک ویروس

RNA دار تک‌ رشته‌ای با قطبیت مثبت و دارای یک ژنوم چهار یا پنج قسمتی است که هر کدام در یک پیکره میله‌ای شکل جداگانه پوشیده می‌شوند. درحالی‌که RNAهای ۱ تا ۴ برای آلودگی‌های ریشه چغندرقد در مزرعه ضروری هستند، ولی می‌توان با استفاده از RNAهای یک تا سه (بدون ناقل) روی چغندرقد و برخی از گیاهان محک آلودگی ایجاد کرد (Tamada 2016). مهم‌ترین نقش RNA1 و RNA2 همانندسازی، حرکت سلول به سلول در میزبان و انتقال ویروس توسط ناقل است (Kondo et al. 2013). RNA3 مسئول بروز و توسعه علائم بیماری بر روی ریشه چغندرقد و تشکیل زخم‌های موضعی بر روی میزبان‌های محک مانند سلمه (*Chenopodium quinoa*) هستند، به‌خصوص پروتئین P25، که مهم‌ترین نقش را در شدت علائم ریشه دارد (McGrann et al. 2009). مطالعات مولکولی بر اساس ژن کدکننده پروتئین پوششی در RNA2 نشان داده است که جدایه‌های این ویروس در دو تیپ اصلی A و B گروه‌بندی می‌شوند. این دو گسترده‌ترین تیپ‌های این ویروس بوده و فقط دارای چهار اسید ریبونوکلیک (RNA ۱-۴) هستند. تیپ سومی در فرانسه بنام P گزارش شد که دارای RNA5 بوده و علت شدید بودن بیماری ریزومانیا در این ناحیه را به وجود این اسید ریبونوکلیک اضافی، نسبت داده‌اند. این تیپ تاکنون فقط از فرانسه (Koenig and Lennefors 2000)، انگلستان (Harju et al. 2005)، قزاقستان (Ward et al. 2007) و ایران (Mehrvar et al. 2009) گزارش شده است. اگرچه ژنوم RNA1 و RNA2 این ویروس بسیار حفاظت شده است، چیا و همکاران (Chiba et al. 2008) نتیجه گرفتند که ژن کدکننده پروتئین P25 در ژنوم RNA3 ویروس در ژنوتیپ‌های مقاوم چغندرقد به‌صورت یک ژن غیربیماری‌زا عمل نموده و در ژنوتیپ‌های حساس نیز فاکتور بیماری‌زایی بوده و می‌تواند مسئول بروز علائم سیستمیک باشد. این پروتئین بسیار متغیر بوده و این تغییرات اساساً در آمینواسیدهای ۶۷-۷۰ دیده

می‌شود (Schirmer et al. 2005). نتایج تحقیقات نشان داد که پاسخ مقاومت در لاین‌های چغندر وحشی (Beta vulgaris subsp. maritima) و همچنین در چغندر قند رقم Rizor به وضعیت این چهار آمینواسید بستگی دارد (Chiba et al. 2008). اگرچه مکانیسم مقاومت در برابر ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) هنوز ناشناخته باقی مانده است ولی ایجاد مقاومت ارقام چغندر قند به ویروس با محدودیت در تکثیر و جابجایی ویروس در ریشه‌ها تظاهر پیدا می‌کند (Tamada et al. 1999). پدیده مشابهی در آزمایش‌های مبتنی بر فنوتیپ‌هایی که بر روی برگ‌های تلقیح شده چغندر وحشی ایجاد شده (Chiba et al. 2008 ; Tamada 2007) مشاهده شد. هنگامی که ارقام حساس و مقاوم با برخی از جدایه‌های خاص ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) مایه‌زنی شدند، فنوتیپ مقاومت با طیف وسیعی از علائم شامل بدون علائم خاص تا ظهور لکه‌های نکروز خاکستری‌رنگ در محل تلقیح نشان داد و بر اساس فنوتیپ‌های تولیدشده پس از مایه‌زنی مکانیکی با ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV)، لاین‌های افتراقی MR0، MR1 و MR2 از *B. maritima* انتخاب شدند (Tamada 2007).

هدف از این تحقیق شناسایی و تعیین مشخصات مولکولی ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV)، تهیه مایه تلقیح اولیه یک جدایه برای ارزیابی مقاومت گیاهچه‌های چند رقم چغندر قند با ژنتیک متفاوت به روش مایه‌زنی مکانیکی برگ و ارزیابی مقاومت در ریشه‌چه این ارقام با اندازه‌گیری میزان غلظت ویروس در شرایط گلخانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ارزیابی مقاومت ارقام مختلف چغندر قند به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر قند در شرایط گلخانه

برای ارزیابی مقاومت در ریشه (کشت در خاک آلوده) و برگ (مایه‌زنی مکانیکی) چغندر قند نسبت به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) در شرایط گلخانه، از هشت رقم تجارتي داخلی (آریا، سینا و شریف) و خارجی (دوروتی، ایزابلا، پیرولا، لودوینا و بریجیتا) مورد استفاده قرار گرفت. این ارزیابی به روش ذیل انجام شد.

روش اول- کشت ارقام در خاک آلوده در شرایط گلخانه

در این تحقیق به منظور تهیه جدایه ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV)، از مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان (ایستگاه طرق) (با اطلاع از سابقه مزرعه مبنی بر حضور این ویروس) خاک آلوده جمع‌آوری و به گلخانه انتقال یافت. پس از مخلوط و همگن کردن آن استفاده شد.

ابتدا بذر ارقام ذکر شده در گلدان‌های استریل کوچک حاوی خاک پاستوریزه کشت و پس از رسیدن به مرحله سه تا

عملی‌ترین و مؤثرترین اقدام کنترلی برای بیماری ریزومانیا استفاده از ارقام مقاوم است (Biancardi and Tamada 2016). در اواسط دهه ۱۹۶۰ غربالگری مقاومت در شمال ایتالیا آغاز شد (Biancardi et al. 2002) و از اواسط دهه ۱۹۸۰، اولین رقم مقاوم، Rizor، در مناطق آلوده در بسیاری از کشورها کشت گردید (Panella and Biancardi 2016). متعاقب آن، منبع مقاوم Holly (حاوی ژن مقاومت *Rz1*)، با سطح مقاومت بالاتر از Rizor، در آمریکا کشف شد. از آن زمان ژرم‌پلاس‌های مقاوم دارای *Rz1* به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (Lewellen et al. 1987; Panella and Biancardi 2016). در دانمارک، ژن مقاومت دوم *Rz2*، با سطح مقاومت بالاتر از *Rz1*، از جمعیت

پنج برگی، به گلدان‌های حاوی خاک آلوده به نسبت یک قسمت خاک آلوده و سه قسمت ماسه استریل منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۱۴ تکرار و در مجموع ۱۱۲ گلدان (۳-۲ بوته در هر گلدان) انجام شد. این گلدان‌ها در شرایط معمول گلخانه‌ای شامل روشنایی نور طبیعی روزانه (۱۰ تا ۱۲ ساعت)، رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۵ درصد و دمای ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

یک ماه بعد از انتقال به خاک آلوده، گیاهچه‌ها برداشت و وضعیت آلودگی به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) در ریشه‌چه ارقام (در محدوده بین ۱۹-۱۴ بوته از هریک از ارقام) با استفاده از آزمون الایزا (DAS-ELISA) مورد بررسی قرار گرفت. عصاره‌گیری از بافت ریشه به نسبت یک گرم بافت در پنج میلی‌لیتر بافر، درون هاون سرد انجام گردید و از این عصاره‌ها برای آزمون الایزا استفاده شد. آزمون الایزا با استفاده از آنتی‌بادی اختصاصی ویروس (تهیه شده از بخش ویروس‌شناسی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور) با رقت یک در هزار و به روش کلارک و آدامز (Clark and Adams 1977) انجام شد. میزان جذب نوری چاهک‌های الایزا در طول موج ۴۰۵ نانومتر توسط دستگاه خوانش الایزا (ELISA Reader) سنجیده و ثبت شد. نمونه‌هایی که میزان جذب نوری چاهک آنها مساوی یا بزرگ‌تر از دو برابر میانگین جذب چاهک شاهد سالم (منفی) بود، به عنوان نمونه آلوده در نظر گرفته شد. سپس درصد بوته‌های آلوده مربوط به هر رقم محاسبه گردید. داده‌های به دست آمده از این آزمون با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.4) مورد آنالیز واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفتند.

روش دوم- تلقیح مکانیکی برگ‌ها

جهت تولید گیاهچه‌های سالم به منظور تلقیح مکانیکی روی برگ‌های آنها، خاک سالم مزرعه جمع‌آوری شده پس از پاستوریزه کردن آن با ماسه استریل به نسبت ۱:۴ (حجم به

حجم) مخلوط و در دو تکرار، داخل گلدان مخلوط شدند. در هر گلدان پنج عدد بذر از هریک از ارقام موردبررسی کشت شدند (Buttner et al. 2004). گلدان‌ها در گلخانه کنترل‌شده در فتوپریود ۱۶ ساعت با دمای ۲۵ درجه نگهداری شدند. جهت تقویت رشد گیاهچه‌ها، هر هفته از کود میکرو Bio-green (۲۰-۱۵-۲۰) به نسبت یک گرم در لیتر استفاده شد. سپس به منظور تلقیح مکانیکی برگ گیاهچه‌های ارقام چغندر قند، برگ آلوده به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) سیستمیک شده در برگ‌های چغندر قند جمع‌آوری از مزرعه آلوده (ایستگاه تحقیقات طرق- مشهد) و به عنوان تیپ وحشی ویروس به کار گرفته شد. پس از جمع‌آوری تعدادی از آنها در دمای منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و تعدادی دیگر برای تکثیر و افزایش غلظت آن با مایه‌زنی مکانیکی روی برگ‌های گیاه محک سلمه استفاده شد. برای تهیه عصاره آلوده، قسمت‌های کلروز برگ و رگبرگ‌های چغندر قند با استفاده از اسکالپل ضد عفونی شده برش داده و توزین شد. این قطعات در هاون چینی استریل حاوی بافر فسفات سرد (KH_2PO_4 ۵۰ میلی‌مولار با اسیدیته ۷، ۳۰ گرم در لیتر کربوراندوم) به نسبت ۱ به ۴ (به ازای هر یک گرم چهار میلی‌لیتر از بافر) قرار داده شدند. پس از له کردن کامل و به دست آوردن محلول یکنواخت از عصاره آلوده، روی برگ‌های گیاه محک به آرامی مایه‌زنی مکانیکی انجام شد و بعد از پنج دقیقه با اسپری کردن آب مقطر، برگ گیاهان مایه‌زنی شده، شسته شد. در ادامه جهت تلقیح مکانیکی برگ‌های ارقام چغندر قند موردبررسی و داشتن جدایه خالص و یکنواخت از ویروس، تک‌لکه‌ای که مجزا از سایر علائم روی برگ آلوده گیاه محک سلمه ظاهر شده بود، برش داده شد و این کلونی مجدداً به روش ذکرشده روی برگ‌های سالم از گیاه محک سلمه سالم دیگری مایه‌زنی و به این نحو ویروس با ژنوم یکنواخت تکثیر شده، به دست آمد. پس از ایجاد علائم روی سلمه، این برگ‌ها جمع‌آوری و پنج هفته پس از کشت ارقام چغندر قند موردبررسی در شرایط گلخانه،

RNeasy Plant Mini Kit، بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده (Qiagen- Germany) استخراج شد.

به منظور ردیابی و شناسایی ویروس‌هایی که ناقل مشترک با ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) دارند از جمله *Beet soil borne virus*، *Beet virus Q* از روش مولکولی واکنش زنجیره‌ای پلیمرز چندگانه با رونویسی معکوس (Meunier et al. 2003) استفاده شد. ترادف آغازگرها برای ردیابی آنها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱ ترادف آغازگرهای استفاده شده برای ردیابی ویروس‌های BNYVV، BSBV، BVQ

ردیف	آغازگر	توالی 5'-3'	طول قطعه (جفت باز)
۱	BN2(1)-F	ACATTTCTATCCTCCTCCAC	۵۴۵
۲	BN2(1)-R	ACCCCAACAAACTCTCTAAC	
۳	BSBV2-F	CTTACGCTGTTCACTTTTATGCC	۳۹۹
۴	BSBV2-R	GTCCGCACTCTTTTCAACTGTTT	
۵	BVQ1-F	GCTGGAGTATATCACCGATGAC	۳۹۲
۶	BVQ1-R	AAAATCTCGGATAGCATCCAAC	

BNYVV5 بررسی انجام گرفت. آغازگرهای اختصاصی BNYVV5، ناحیه کدشونده p26 در RNA5 به طول ۸۸۶ جفت باز را تکثیر می‌کنند (جدول ۲) که علاوه بر تشخیص وجود این RNA، می‌توانند تیپ P را هم شناسایی کنند (Schirmer et al. 2005).

تکثیر ژن کدکننده پروتئین P25 روی قطعه RNA3 ویروس BNYVV

DNA مکمل ژن کدکننده پروتئین P25 روی رشته RNA3 جدایه‌های ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV)، با استفاده از کیت رونوشت‌برداری معکوس RevertAid First Strand cDNA Synthesis Kit بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده آن (Thermo Scientific-USA) به عنوان الگو با استفاده از آغازگر اختصاصی معکوس (BN3-R) ساخته شد.

ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) خالص به دست آمده روی برگ گیاهچه‌های این ارقام مایه‌زنی شد.

تعیین مشخصات مولکولی جدایه BNYVV در آزمون گلخانه‌ای

ابتدا RNA کل ریشه‌چه (روش اول) و برگ گیاهچه‌های مایه‌زنی شده (روش دوم) در گلخانه و همچنین برگ آلوده جمع‌آوری شده از مزرعه (سیستمیک شده) با استفاده از کیت

تعیین تیپ BNYVV

شناسایی تیپ‌های A و B ویروس از روش مولکولی واکنش دوگانه زنجیره‌ای پلیمرز با رونویسی معکوس (Ratti et al. 2005) با استفاده از دو جفت آغازگر اختصاصی RhizoA و RhizoB که ناحیه بلوک سه‌گانه (Triple Gene Block, TGB) از RNA2 را تکثیر می‌کنند (جدول ۲)، انجام شد، که در آن تکثیر قطعه ۳۲۴ جفت بازی به وسیله جفت آغازگر RhizoA مشخص‌کننده تیپ A و تکثیر قطعه ۱۷۸ جفت بازی به وسیله آغازگرهای RhizoB بیانگر تیپ B ویروس است. این واکنش در ترموسایکلر با برنامه دمایی و زمانی بر اساس روش رتی و همکاران (Ratti et al. 2005) انجام شد.

در ادامه به منظور ردیابی تیپ P و به دنبال آن حضور RNA5 ویروس عامل ریزومازیا در نمونه‌های گلخانه‌ای و برگ‌های آلوده سیستمیک شده مورد مطالعه در این تحقیق انتخاب شدند و با روش RT-PCR و آغازگرهای اختصاصی

جدول ۲ ترادف آغازگرهای استفاده شده برای شناسایی تیپ‌های A، B و P و تکثیر ژن کدکننده پروتئین P25 ویروس BNYVV

تیپ ویروس	آغازگر	توالی 5'-3'	طول قطعه (جفت باز)
B و A	RhizoA-F	TAATAGTATCACTGTTACAACGATTAAGA	۳۲۴
	RhizoA-R	GTCACCTCTTTTACCATTATATCAG	
	RhizoB-F	TTGGGCAGCAACTTA	۱۷۸
	RhizoB-R	ACGGTGAGTACAACATACTGA	
P	BN5-F	GTTTTCCGCTCGCACAAGCG	۸۸۶
	BN5-R	CGAGCCCGTAAACACCGCATA	
	BN3-F	GTGATATATTAGGCGCAGTTTATG	۹۰۶
	BN3-R	TCATTATCATCAACACCGTCAG	

برای تکثیر قطعه ۹۰۶ جفت بازی از RNA ویروس حاوی ژن کدکننده پروتئین P25، از واکنش زنجیره‌ای پلیمرز با استفاده از مسترمیکس کیت EmeraldAmp® MAX PCR Master Mix بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده آن (Takara-Japan) و یک جفت آغازگر اختصاصی مستقیم (BN3-F) و معکوس (BN3-R) طراحی شده توسط وانگ و همکاران (Wang et al. 2011) استفاده شد (جدول ۲). محصول واکنش زنجیره‌ای پلیمرز، با استفاده از کیت QIAquick Gel Extraction (Qiagen-Germany) بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده آن استخراج و جهت تعیین ترادف به صورت خوانش دوطرفه با آغازگرهای عمومی M13، به شرکت ماکروژن کره جنوبی ارسال گردید. توالی‌های حاصل، با استفاده از نرم افزار MEGA-X به روش Muscles (Kumar et al. 2018) هم‌ردیف‌سازی شدند.

علائم حضور ویروس زردی نکروتیک رگبرگ

(BNYVV) در مزرعه در اندام‌های هوایی مانند رنگ‌پریدگی، پژمردگی و کوتاهی رشد (شکل ۱-۱)، طویل شدن دمبرگ‌ها و یا رشد چندجوانه‌ای در قسمت طوقه مشاهده می‌شود. از جمله شاخص‌های قابل اطمینان دیگر آلودگی ریشه، تکثیر ریشه‌های فرعی فراوان و نکروز آوندی در ریشه اصلی است (شکل ۱-۲). برش عرضی ریشه، قهوه‌ای شدن حلقه‌های آوندی تا نوک ریشه را نیز نشان داد (شکل ۱-۳)؛ از جمله علائم بسیار نادر در مزارع ایران، سیستمیکی شدن ویروس در اندام هوایی است، با رصد کرت‌های آزمایشات بخش تحقیقات چغندرقد خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات طرق) در طول فصل زراعی، در اواخر شهریور علائم سیستمیکی شدن ویروس در اندام هوایی رقم حساس شریف (در ابتدا به صورت زردی رگبرگ‌ها و در ادامه به صورت نکروز) (شکل ۱-۴) مشاهده شد. این برگ‌ها جمع‌آوری و جهت تلقیح مکانیکی برگ‌های گیاه محک در شرایط گلخانه مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱ علائم ویروس زردی رگبرگ نکروتیک چغندرقد (BNYVV) در مزرعه شدیداً آلوده مشهد: ۱- علائم رنگ‌پریدگی و زردی برگ‌های رقم حساس (شریف) و رنگ برگ‌های سبز تیره عادی در رقم مقاوم (ایزابلا)، ۲- ریشه‌های رقم حساس (شریف) با علائم دارای ریشه‌های فرعی فراوان، ۳- تغییر رنگ و نکروز آوندها در برش طولی ریشه رقم حساس (شریف)، ۴- سیستمیک شدن ویروس در برگ رقم حساس (شریف)

نتایج

نتایج شناسایی BNYVV و ویروس‌های همراه در آزمون گلخانه‌ای

نتایج الکتروفورز محصول واکنش زنجیره‌ای پلیمرز چندگانه برای ویروس‌های BNYVV، BVQ و BSBV، فقط باند قطعه ۵۴۵ جفت بازی مورد انتظار برای ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV)، از نمونه‌ها به دست آمد و در ژل الکتروفورز باندهای مورد انتظار مربوط به BSBV و BVQ (به ترتیب ۳۹۹ و ۲۹۲ جفت بازی) مشاهده نشد. باند قطعه ۳۱۵ جفت بازی مورد انتظار برای اثبات حضور BBSV مشاهده نشد. این نتایج نشان می‌دهد که نمونه‌های گلخانه‌ای تنها آلودگی به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) داشته و سه ویروس دیگر همراه با این ویروس نبوده‌اند. نتایج بررسی و ردیابی ویروس‌های فوق به روش ذکرشده در برگ‌های چغندر قند دارای علائم کلروز و نکروز در برگ گیاهان جمع‌آوری‌شده از مزرعه نشان داد که هیچ‌یک از ویروس‌های ذکرشده به‌غیر از ویروس مذکور حضور ندارند.

نتایج تعیین ترادف ژن کدکننده پروتئین P25 رشته RNA3

نتایج تعیین تیپ‌های ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) و تعیین ترادف ژن کدکننده پروتئین P25 رشته RNA3 بعد از تأیید وجود این ویروس در نمونه‌های برگ‌ی سیستمیک شده و گیاهچه‌های کشت شده در گلخانه و تفکیک تیپ A از B ویروس بر اساس ناحیه بلوک ژن سه‌گانه رشته RNA2 ویروس که بسیار حفاظت‌شده است، انجام گرفت. محصول واکنش زنجیره‌ای پلیمرز دوگانه بر اساس اندازه قطعه مورد انتظار (۳۲۴ جفت بازی) روی ژل الکتروفورز نمونه‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای (برگ‌های دارای علائم سیستمیک) نشان داد که تیپ این جدایه‌ها از نوع A است و هیچ‌یک از جدایه‌ها، قطعه‌ای به‌اندازه ۱۷۸ جفت بازی که نشان‌دهنده تیپ B باشد

را نشان ندادند؛ بنابراین در این مطالعه نیز از نظر RNA5 با استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلیمرز مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس آغازگرهای اختصاصی استفاده شده، قطعه ۸۸۶ جفت بازی مورد انتظار، در ژل الکتروفورز به‌دست نیامد، در نتیجه جدایه‌های مورد بررسی فاقد RNA5 بودند (شکل ۳). در ادامه برای مشخص شدن نوع تتراد جدایه، پس از همسان‌سازی ژن کدکننده پروتئین P25 از رشته RNA3 ویروس و استخراج پلاسمید نو ترکیب آن، برای تعیین توالی ارسال و با استفاده از نرم‌افزار MEGAX (Kumar et al. 2018) به روش ClustalW هم‌ردیف‌سازی شد. نتایج بررسی چهار اسید آمینه بسیار تغییرپذیر ۶۷-۷۰ (ناحیه تتراد پروتئین RNA3(P25) جدایه‌ها نشان داد که این ناحیه از نوع A67CHG70 است.

روش اول - نتایج آزمایش‌های بررسی واکنش ارقام چغندر قند به ویروس BNYVV در شرایط گلخانه‌ای

بر اساس نتایج حاصله آزمون الیزا ریشه‌چه ارقام کشت شده در خاک آلوده به ریزومانی، واکنش ارقام نسبت به این ویروس به‌صورت مقاوم (تیترو ویروس کمتر) یا حساس (تیترو ویروس بیشتر) مشخص شدند. به‌طوری که نتایج تجزیه واریانس آزمایش‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی نشان داد که بین ارقام از نظر دو صفت غلظت نسبی ویروس (شاخص جذب در طول موج ۴۰۵ نانومتر) و درصد آلودگی ریشه‌ها به ریزومانی اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌های شاخص جذب در ریشه ارقام نشان داد که رقم حساس شریف دارای بیشترین میانگین شاخص (۰/۹۳) و دو رقم پیرولا و ایزابلا کمترین میانگین شاخص (۰/۲۷) را دارند، اما این شاخص در ارقام دیگر در دامنه بین ۰/۴۸-۰/۳۵ بود، به‌طوری که ارقام دوروتی (۰/۴۸)، بریجیتا (۰/۴۶)، سینا (۰/۳۹)، آریا (۰/۳۷) و لودوینا (۰/۳۵) به ترتیب از حساس تا مقاوم قرار گرفتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌های درصد آلودگی گیاهچه‌ها نشان داد که رقم شاهد حساس شریف با

بیشترین میانگین آلودگی گیاهچه‌ها (۷۰/۵۹ درصد) در مقابل دو رقم پیرولا و ایزابلا کمترین میانگین آلودگی (۲۱/۴۷ درصد) در ریشه‌چه‌ها را نشان دادند. در این بررسی، میانگین درصد آلودگی دیگر ارقام در محدوده بین ۲۸/۵۷ تا ۴۴/۴۴ درصد قرار

گرفتند، به‌طوری که از نظر مقاومت ارقام بریجیتا (۴۴/۴۴ درصد)، دوروتی (۴۱/۱۸ درصد)، آریا (۴۲/۸۶ درصد)، سینا (۳۶/۸۴ درصد)، لودوینا (۲۸/۵۷ درصد) به ترتیب از حساس تا مقاوم قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۳ تجزیه واریانس درصد آلودگی گیاهچه‌ها و غلظت ویروس به روش الایزا در ریشه‌چه ارقام

تیمار	درجه آزادی	OD ₄₀₅	میانگین مربعات
رقم	۷	۰/۶۸**	درصد بوته‌های آلوده
خطای آزمایش	۱۰۴	۰/۰۸	۳۴۶۴/۹۱**
CV		۶۸/۹	۰/۰۰۲
			۰/۱۱

جدول ۴ مقایسه میانگین ارقام بر اساس درصد آلودگی ریشه و غلظت ویروس با استفاده از روش الایزا

رقم	تعداد بوته‌های مورد آزمون	تعداد بوته‌های آلوده	درصد بوته‌های آلوده	میانگین شاخص جذب کل بوته‌های مایه‌زنی
شریف	۱۷	۱۲	۷۰/۵۹ ^a ± ۱۵/۷۴**	۰/۹۳ ± ۰/۱۹
دوروتی	۱۷	۷	۴۱/۱۸ ^d ± ۱۵/۷۴	۰/۴۸ ± ۰/۱۹
بریجیتا	۱۸	۸	۴۴/۴۴ ^b ± ۱۵/۷۴	۰/۴۶ ^{bc} ± ۰/۱۹
سینا	۱۹	۷	۳۶/۸۴ ^e ± ۱۵/۷۴	۰/۳۹ ^{bc} ± ۰/۱۹
آریا	۱۴	۶	۴۲/۸۶ ^c ± ۱۵/۷۴	۰/۳۷ ^{bc} ± ۰/۱۹
لودوینا	۱۴	۴	۲۸/۵۷ ^f ± ۱۵/۷۴	۰/۳۵ ^{bc} ± ۰/۱۹
پیرولا	۱۴	۳	۲۱/۴۳ ^g ± ۱۵/۷۴	۰/۲۴ ^c ± ۰/۱۹
ایزابلا	۱۴	۳	۲۱/۴۳ ^g ± ۱۵/۷۴	۰/۲۴ ^c ± ۰/۱۹
میانگین	۱۵/۷۵	۶/۲۵	۳۸/۷	۰/۴۴
LSD			۰/۰۳	۰/۲۲
CV			۱/۸۸	۱/۹۸

*حروف مشترک در هر ستون، با استفاده از آزمون LSD اختلاف آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد ندارند. * انحراف معیار

روش دوم- نتایج تلقیح مکانیکی برگ با BNYVV

۱- تلقیح مکانیکی برگ گیاه محک

در این بررسی برگ‌هایی که ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) در آنها سیستمیک شده بود به‌عنوان مایه اولیه تلقیح مکانیکی روی گیاه محک سلمه استفاده شد. یک هفته بعد از مایه‌زنی مکانیکی قسمت‌های آلوده این برگ‌ها روی برگ‌های جوان گیاه محک اولین علائم به‌صورت نقاط روشن رنگ‌پریده (شکل ۱-۲) ظاهر شد. نتایج بررسی نشان داد که پس از گذشت نه روز از تلقیح اولیه، این علائم با تکثیر

ویروس توسعه‌یافته و نقاط به لکه‌های رنگ‌پریده و متمایل به زرد (شکل ۲-۲) تبدیل می‌شوند. در ادامه بررسی روند توسعه ویروس پس از ۱۲ روز لکه‌های کلروز گسترش بیشتری یافتند و نقاط کلروز در مرکز آنها پدیدار گردید و نکته جالب این که این نقاط حاوی ویروس که در کنار رگبرگ‌های اصلی قرار داشتند به‌صورت سیستمیک درآمده و در مسیر آوندی حرکت و افزایش غلظت ویروس موجب تغییر رنگ آوندها به زرد روشن (۲-۳) شدند. لازم به توضیح است که این حرکت سیستمیک آوندی منحصر به همان برگ بود و در سایر برگ‌های گیاه هیچ

برگ‌های سالم گیاه محک، علائم به صورت نقاط کلروز به تعداد محدودی ظاهر می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که اگرچه غلظت ویروس در این گونه برگ‌ها به شدت کاهش می‌یابد (بر اساس تعداد نقاط کلروز) ولی احتمال بقای آن وجود دارد. لازم به ذکر است که قدرت بیماری‌زایی این ویروس در عصاره گرفته‌شده از برگ‌های آلوده در بافر فسفات ۰/۰۱ با اسیدیته هفت در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته حفظ شد. در نتیجه استفاده از آن برای تلقیح مکانیکی گیاهان بسیار آسان است.

علائمی مشاهده نشد، زیرا این برگ‌ها دو هفته بعد از تلقیح اولیه کاملاً خشک شده و ریزش کردند (شکل ۴-۲). برگ‌های گیاه محک پس از نمایان شدن علائم نقاط کلروز و افزایش غلظت ویروس و قبل از ایجاد بافت نکروز، جمع‌آوری و در دمای منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای تحقیقات بعدی نگهداری شدند و جهت حصول اطمینان از حضور ویروس در برگ‌های آلوده واکنش زنجیره‌ای پلیمرز با رونوشت‌برداری معکوس انجام گردید. تجربیات شخصی نشان داد که حتی با مایه‌زنی مکانیکی مجدد برگ‌های کاملاً نکروز شده روی



شکل ۲ علائم در برگ گیاه محک سلمه (*C. quinoa*) مایه‌زنی شده با BNYVV: ۱- ظهور علائم نقاط رنگ‌پریده روی پهنک‌برگ هفت روز بعد از مایه‌زنی مکانیکی، ۲- گسترش نقاط رنگ‌پریده حاصل از تکثیر و توسعه ویروس روی پهنک‌برگ، ۹ روز بعد از مایه‌زنی ۳- کلروز، نکروز و سیستمیک شدن در آوندها و تغییر رنگ آوندی، ۱۲ روز بعد از مایه‌زنی، ۴- نکروز و تغییر رنگ آوندی، ۱۴ روز بعد از مایه‌زنی

۲- مایه زنی مکانیکی برگ ارقام چغندر قند

نتایج مایه‌زنی مکانیکی ویروس (جدایه تکثیر شده حاصل از تک کلون ویروس روی برگ‌های گیاه سلمه سالم) روی برگ گیاهچه‌های ارقام مورد بررسی نشان داد که علائم کلروز یا رنگ‌پریدگی نقطه‌ای پس از ۱۰-۱۲ روز روی سطح برگ‌ها بخصوص در حاشیه رگبرگ‌ها ظاهر می‌شود. زمان ظهور علائم و نوع علائم ایجاد شده در برگ ژنوتیپ‌ها با یکدیگر مشابه بودند. این گونه علائم روی برگ همه رقم مشاهده شد. به عنوان الگو، ظهور این گونه علائم در رقم لودوینا به عنوان شاهد مقاوم (شکل ۳) که بر اساس ادعای شرکت تولیدکننده آنها واجد دو ژن مقاوم به ریزومانیا ($Rz1 + Rz2$) هستند و رقم شاهد حساس شریف بدون ژن مقاوم (شکل ۴) نشان داده می‌شود. حضور این ویروس در سایر برگ‌ها و

ریشه گیاهچه‌ها به روش مولکولی مورد بررسی قرار گرفت، اما در بافت اندام‌های یاد شده ردیابی نگردید. این نتیجه نشان داد که سیستمیک شدن این ویروس مختص همان برگ مایه‌زنی شده بوده و ویروس به حالت سیستمیک در کل بوته تبدیل نشده است. نتایج این روش نشان داد که اندام هوایی ارقام مورد بررسی در این مطالعه مشابه رقم شاهد حساس عمل نموده و مقاومتی نسبت به این ویروس بروز نمی‌دهد. این نتیجه نشان می‌دهد که مقاومت $Rz1$ و یا $Rz1 + Rz2$ نسبت به ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) خاص ریشه بوده و با عکس‌العمل مقاومت برگ‌ها با ظهور لکه‌های موضعی متفاوت است.



شکل ۳ علائم ایجاد شده ناشی از مایه‌زنی مکانیکی BNYVV روی برگ‌های گیاهچه چغندرقد رقم لودوینا در گلخانه: ۱- ظهور اولین علائم نقاط رنگ‌پریده روی پهنک برگ ۱۰ روز بعد از مایه‌زنی مکانیکی، ۲- کلروز و سیستمیک شدن ویروس، ۱۷ روز بعد از مایه‌زنی، ۳- علائم نکروز، ۲۰ روز بعد از مایه‌زنی



شکل ۴ علائم ایجاد شده ناشی از مایه‌زنی مکانیکی BNYVV روی برگ‌های گیاهچه چغندرقد رقم حساس شریف در گلخانه: ۱- ظهور اولین علائم نقاط رنگ‌پریده روی پهنک برگ ۱۰ روز بعد از مایه‌زنی مکانیکی، ۲- کلروز و توسعه علائم با افزایش غلظت ویروس، ۱۳ روز بعد از مایه‌زنی، ۳- کلروز و سیستمیک شدن، ۱۵ روز بعد از مایه‌زنی، ۴- نکروز لکه‌ها، ۱۷ روز بعد از مایه‌زنی.

بحث

آب و هوای گرم و خشک ایران، ویروس به‌ندرت می‌تواند در گیاه سیستمیک باشد و علائم این بیماری در مزارع ظاهر شود؛ اما در قسمتی از مزرعه تحقیقاتی واقع در مشهد که رقم حساس شریف در یک کرت شامل شش خط به طول ۵۰ متر کشت شده بود در انتهای کرت که اصولاً شرایط مناسب‌تری از نظر رطوبت و تغذیه برای گیاه فراهم می‌شود گیاهان این قسمت، از شرایط رشد مناسبی برخوردار بودند و علائم خاص بیماری ریزومانیا روی ریشه یا اندام‌های هوایی تا اواخر شهریور ملاحظه نگردید؛ اما با خنک شدن دمای هوا در اواخر تابستان، علائم سیستمیک شدن آن در برگ‌ها به‌صورت تغییر رنگ رگبرگ‌ها مشاهده شد. برخلاف انتظار

شاخص اصلی شناسایی ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) به‌صورت ظاهری در مزرعه، ایجاد علائم زردی رگبرگ و نکروز شدن آن در برگ‌های چغندرقد است، اگرچه این علائم در مزارع ایران بسیار نادر است. تا مادام و همکاران (Tamada et al. 2013) به این نتیجه رسیدند که برخلاف حرکت سریع ویروس در برگ‌ها با تلقیح مکانیکی، حرکت ویروس از ریشه‌های جانبی به اصلی و رسیدن آن به اندام‌های هوایی بسیار کند است زیرا با سد معبرهای زیادی روبرو است. به دلیل

ویروس زردی نکروتیک رگبرگ (BNYVV) به طور کلی با درجه آلودگی آن در ریشه گیاهان چغندر قند بررسی می شود، اما می توان پس از تلقیح مکانیکی برگ، گیاهان چغندر قند آلوده را حداقل تا حدی بر اساس فنوتیپ ارزیابی کرد. ایشان توانست پس از تلقیح مکانیکی با ویروس روی برگ لاین های مختلفی از چغندر وحشی، لاین های افتراقی برای این ویروس انتخاب کند. تاکنون از روش تلقیح مکانیکی برای غربال مقاومت ارقام در نمونه های بسیاری از ویروس های دیگر استفاده می شود، به عنوان مثال از ساختار عفونت زای ویروس های *Mung bean yellow mosaic virus* (Sudha et al. 2013) و *Mung bean yellow mosaic India virus* (Bag et al. 2014) به ترتیب برای غربال مقاومت ارقام ماش و لوبیا استفاده می گردد. یکی از اهداف این پروژه، استفاده از روش مایه زنی مکانیکی ویروس برگ های ارقام مختلف و غربال ارقام و هیبریدهای اصلاح شده جدید مؤسسه تحقیقات چغندر قند از نظر مقاومت به ویروس بود؛ اما بر اساس نتایج به دست آمده در این بررسی، این روش نتوانست انتظارات ما را برآورده کند. با این حال، مایه زنی مکانیکی برگ های چغندر قند منجر به بروز علائم موضعی مستقل از ژنوتیپ شد، که نشان می دهد، ژن های *Rz1* به تنهایی یا هر دو ژن با هم (*Rz1+ Rz2*) باعث ایجاد مقاومت خاص در ریشه می شوند اما این ژن ها در برگ ها فعال نبوده و موجب بروز مقاومت نمی گردند. بنابراین، نتایج به دست آمده با نتایج محققین دیگر از جمله چیپا و همکاران (2008)، و لیب و همکاران (Liebe et al. 2020)، مطابقت دارد و مقاومت *Rz1* و *Rz1+ Rz2* خاص ریشه بوده و متفاوت از مقاومت بافت برگ ارقام است.

ویروس های خاک زاد متعددی (علاوه بر BNYVV) از جمله BVQ، BSBV و BBSV روی ریشه چغندر قند ایجاد بیماری می کنند و ممکن است به صورت آلودگی مخلوط در مزرعه

که می بایست اندام های هوایی و ریشه در مواجهه با ریزومانیا دچار کندی رشد می شدند، چنین علائمی مشاهده نشد اما در ابتدای کرت که رشد بوته ها کمتر بود علائم متداول ریزومانیا محدود به ریشه بوده و در اندام های هوایی به صورت زردی برگ ها ظاهر کرد و در هیچ یک از بوته ها علائم به صورت سیستمیک ملاحظه نگردید. برای تکثیر این ویروس از روش تلقیح مکانیکی برگ های آلوده چغندر قند سیستمیک یافته روی برگ گیاه محک سلمه استفاده گردید. ظهور علائم روی برگ های جوان تلقیح شده گیاه محک مشابه نتایج محققینی بود که اظهار کردند ظهور علائم روی گیاهان محک از نظر زمان و نوع تظاهر علائم متفاوت است به طوری که در بعضی از گیاهان محک از جمله *Nicotiana benthamiana* ۱۰ روز پس از تلقیح و سیستمیکی شدن آن علائم کلروز و نکروز دیده نمی شود و در *Tetragonia expansa* مشابه *C. quinoa* کلروز به همراه نکروز بعد از ۱۴-۱۰ روز ظاهر می شود اما اولین علائم روی این گیاه محک سلمه ۷-۵ روز پس از تلقیح پدیدار می شوند (Biancardi and Tamada 2016). سیستمیک شدن ویروس در برگ تلقیح شده گیاه محک با نتایج محققینی که اظهار کردند که حرکت سلول به سلول و گسترش ویروس در مسافت طولانی به گیاه میزبان و ترکیب ژنومی آن بستگی دارد و در گیاهان محک سلمه حرکت سیستمیک رخ نمی دهد (Biancardi and Tamada 2016) مطابقت داشت. از سوی دیگر زمان ظهور علائم کلروز به صورت نقاط روشن روی برگ های چغندر قند ارقام مختلف (۱۲-۱۰ روز پس از مایه زنی) نیز با نتایج دیگر محققینی که اظهار کردند علائم پس از ۸-۶ روز پس از مایه زنی برگ های چغندر قند ظاهر می شود (Biancardi and Tamada 2016) مغایرت داشت. دلائل اصلی این اختلاف زمانی در ظهور علائم ممکن است شرایط محیطی گلخانه، سن گیاه و قدرت بیماری زایی جدایه باشد.

تامادا (2007) اظهار کرد که اگر چه مقاومت در برابر

ACHG شناسایی شد. این بدان معنی است که در ناحیه تتراد این جدایه جهشی صورت نگرفته است، تاکنون این تتراد از بسیاری از کشورها از جمله: یونان (Pavli et al. 2011)، ترکیه (Chiba et al. 1994; Kruse et al. 2011)، اسپانیا (Schirmer et al. 2005)، فرانسه (Galein et al. 2013)، بلغارستان، ایتالیا، سوئیس (Koenig et al. 1998) و چین (Zhuo et al. 2015) گزارش شده است. کوتلوک و همکاران (2018) در تحقیقی اظهار کردند که این تتراد در جدایه‌های ترکیه در شرایط گلخانه موجب شکست مقاومت ارقام مقاوم دارای ژن مقاومت *Rz1* شده است. مهرور و همکاران (2009) بیان کردند که این تتراد در همه استان‌های کشور، به‌خصوص در استان خراسان فراوانی بالاتری نسبت به سایر تترادها دارد. با توجه به غالب بودن این تتراد، احتمال می‌رود که در مناطقی از کشت چغندرقد به‌عنوان یک جدایه شکننده مقاومت عمل کند، اگرچه این موضوع در ایران بررسی نشده است، اثبات آن نیاز به بررسی بیشتر دارد.

نتایج گلخانه‌ای این بررسی نشان داد که طبق انتظار، رقم فاقد ژن مقاومت (شریف) در صد آلودگی (۷۰/۵۹ درصد) و غلظت بالایی از ویروس ($OD_{405} = ۰/۹۳$) را نشان می‌دهد در صورتی که ارقامی که دارای فقط یک ژن هستند (آریا، سینا، دوروتی) نسبت به این ویروس تحمل داشته و دامنه متفاوتی از غلظت ویروس را نشان دادند اما برخلاف آنها ارقامی که دارای هر دو ژن مقاومت هستند (پیرولا، ایزابلا و لودوینا) و یا اصطلاحاً مقاومت دوگانه دارند درجات متفاوتی از غلظت را نشان دادند به‌طوری که رقم لودوینا ($OD_{405} = ۰/۳۵$) با اجازه دادن به تکثیر ویروس در ریشه‌چه خود غلظت ویروس بیشتری نسبت به دو رقم دیگر یعنی پیرولا و ایزابلا ($OD_{405} = ۰/۲۴$) با درصد آلودگی ۲۱/۴۷ درصد را نشان داد. نتایج به‌دست‌آمده در ارتباط با ارقام پیرولا و ایزابلا با یافته‌های محققین دیگر که اظهار کردند ارقام مقاوم با کاهش تکثیر ویروس

روی ریشه چغندرقد دیده شود (Tamada 2013; Harju 2005). بنا بر بررسی‌های انجام شده توسط مهرور و همکاران (Mehrvan et al. 2009) در ۳/۷ درصد از نمونه‌ها هر سه ویروس BNYVV، BVQ و BBSV را داشته‌اند. از آنجائی که این ویروس‌ها ممکن است روی یکدیگر اثرات متقابل داشته باشند به همین دلیل بر اساس آزمون مولکولی ریشه‌چه‌ها پس از برداشت گیاه چه‌های رقم حساس و ارقام مختلف در گلخانه تنها BNYVV ردیابی و تیپ آن نیز A تشخیص داده شد. این نتیجه با نتایج مهرور و همکاران (2009) که بیان کردند تیپ بیش از ۹۰ درصد جدایه‌های ایران از نوع A است، مطابقت دارد. تیپ B در ایران در سال ۱۳۸۳ توسط سوهی و مالکی گزارش شده است اما تاکنون گزارش دیگری مبنی بر حضور این تیپ در ایران ارائه نشده است. بر اساس اظهار محققین در یک منطقه، فقط تیپ A یا فقط تیپ B حضور خواهد داشت؛ درحالی که آلودگی مخلوط با هر دو تیپ فقط در نواحی مرزی این دو تیپ یافت می‌شود. تشخیص تیپ P ویروس از دو تیپ دیگر از طریق آزمون واکنش زنجیره‌ای پلیمرز ژن کدکننده پروتئین P26 در RNA5 اضافی BNYVV امکان‌پذیر است (Koenig et al. 1997). تاکنون این تیپ در تعداد محدودی از کشورهای اروپایی از جمله آلمان و فرانسه گزارش شده است (Yilmaz et al. 2016). اگرچه توسط مهرور و همکاران (2009)، نوع P بدون RNA5 از تربت‌حیدریه (خراسان رضوی) و مغان (آذربایجان غربی) گزارش شده است، اما تاکنون این تیپ در نقاط دیگر ایران گزارش نشده است؛ اما گزارش‌های میدانی بسیاری وجود دارد که علائم شدید این بیماری در ارقام مختلف کشت شده در مناطق مختلف ایران از جمله خراسان را نشان می‌دهد. پس از همسانه سازی ژن کدکننده پروتئین P25 (عامل بروز بیماری در چغندرقد)، توالی یابی و هم‌ردیف سازی آن، نوع اسیدآمینه‌های بسیار متغیر ناحیه تتراد آن

ارتباط بین مقاومت برگ و مقاومت در ریشه قابل اثبات نیست و تاکنون مکانیسم مقاومت نیز مشخص نشده است (Bornemann 2013). نتیجه این که بر اساس این روش نمی‌توان مقاومت را در گیاهچه‌های ارقام مختلف تشخیص داد و مقاومت در ریشه گیاه کاملاً متفاوت از اندام هوایی است. در نتیجه روش تلقیح مکانیکی برگ‌ها روش مناسبی برای تفکیک مقاومت ارقام در شرایط گلخانه نیست و روش کشت ارقام در خاک آلوده به ویروس با جدایه مشخص، عاری از سایر ویروس‌های همراه با BNYVV و عوامل بیماری‌زا می‌تواند در تعیین مقاومت ارقام نقش بسزایی داشته باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاران بخش‌های گیاه‌پزشکی مؤسسه تحقیقات چغندر قند، تحقیقات چغندر قند و گیاه‌پزشکی خراسان رضوی که ما را در این تحقیق یاری نمودند، قدردانی می‌نمایم.

عامل بیماری در ریشه‌های فرعی و جلوگیری از حرکت آن به داخل ریشه اصلی، موجب کاهش مایه تلقیح اولیه و خسارت حاصل از آن می‌شود (Asher et al. 2002) و ارقامی که هر دو ژن مقاومت *Rz1* و *Rz2* را دارند سطح آلودگی کمتری را در مقابل جدایه‌های شکننده مقاومت نسبت به ارقامی که فقط ژن *Rz1* یا ژن *Rz2* را دارند، نشان می‌دهند (Liu and Lewellen 2007)، کاملاً مطابقت دارد؛ اما با توجه به اینکه رقم لودوینا حامل هر دو ژن یادشده است، می‌بایست کمترین آلودگی را نشان می‌داد ولی از این نظر در رتبه سوم قرار گرفت. اگرچه علائم شلغمی شدن و فشردگی در ناحیه‌ای از ریشه این رقم در مزرعه آلوده مشهود، شکننده بودن مقاومت این رقم را اثبات می‌کند.

در این بررسی، نتایج گرفته شده از گلخانه به روش تلقیح مکانیکی با نتایج آزمون سرولوژیکی کاملاً متفاوت بود. نتایج این بررسی نشان داد که مقاومتی که در ریشه علیه این ویروس وجود دارد با آنچه در برگ‌هاست متفاوت است همان‌طوری که محققین نیز به این نتیجه رسیده بودند که در ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند

منابع مورد استفاده:

References:

- Abe H, Tamada T. Association of *Beet necrotic yellow vein virus* with isolates of *Polymyxa betae* Keskin. Japanese Journal of Phytopathology. 1986; 52(2): 235-47.
- Asher MJ, Chwarszczynska DM, Leaman M. The evaluation of rhizomania resistant sugar beet for the UK. Annals of Applied Biology. 2002; 141(2): 101-9.
- Bag MK, Gautam NK, Prasad TV, Pandey S, Dutta M, Roy A. Evaluation of an Indian collection of black gram germplasm and identification of resistance sources to *Mungbean yellow mosaic virus*. Crop Protection. 2014; 61: 92-101.
- Biancardi E, Lewellen RT, De Biaggi M, Erichsen AW, Stevanato P. The origin of rhizomania resistance in sugar beet. Euphytica. 2002;127(3): 383-97.
- Biancardi E, Tamada T. Editors. Rhizomania. Switzerland: Springer International Publishing; 2016.
- Bornemann K. Charakterisierung von resistenzüberwindenden Isolaten des *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) in Zuckerrüben und Stabilität der Resistenz in Abhängigkeit von Umweltbedingungen. Vol. 34. Cuvillier Verlag; 2013.

- Büttner G, Pfähler B, Märlander B. Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Plant Breeding*. 2004;123(2): 158-66.
- Canova A. Appunti di patologia della barbabietola. *Informatore Fitopatologia*. 1959; 9(20): 390–6.
- Canova A, Giunchedi L, Biancardi E. History and Current Status. In: *Rhizomania* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2016 [cited 2018 Jun 12]. p. 29–51. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-30678-0_2
- Chiba S, Miyanishi M, Andika IB, Kondo H, Tamada T. Identification of amino acids of the Beet necrotic yellow vein virus p25 protein required for induction of the resistance response in leaves of *Beta vulgaris* plants. *Journal of General Virology*. 2008; 89(5):1314–23.
- Chiba S, Kondo H, Miyanishi M, Andika IB, Han C, Tamada T. The evolutionary history of Beet necrotic yellow vein virus deduced from genetic variation, geographical origin and spread, and the breaking of host resistance. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2011; 24(2):207-18.
- Clark MF, Adams AN. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*. 1977; 34(3): 475–83.
- Darabi S, Bazrafshan M, Babaee B, Mahmoodi SB. Impact of *Rhizomania Virus (Beet necrotic yellow vein virus)* on sugar beet yield and qualitative Characters. *Journal of Applied Researches in Plant Protection*. 2017; 6(3):67-82. (in Persian, abstract in English)
- Galein Y, Champeil A, Escriou H, Richard-Molard M, Legreve A, Bragard C. Evidence for *Beet necrotic yellow vein virus* BNYVV reassortment and diversity of the P25 avirulence gene in France. *Proc Ninth Symp Int Work Gr Plant Viruses with Fungal Vectors*, Obihiro, Hokkaido, Japan, 19-22 August 2013; (2003):1–4.
- Gilmer D, Ratti C. ICTV virus taxonomy profile: *Benyviridae*. *Journal of General Virology*. 2017;98(7):1571
- Harju VA, Skelton A, Clover GR, Ratti C, Boonham N, Henry CM, Mumford RA. The use of real-time RT-PCR (TaqMan®) and post-ELISA virus release for the detection of *Beet necrotic yellow vein virus* types containing RNA 5 and its comparison with conventional RT-PCR. *Journal of virological methods*. 2005; 123(1):73-80.
- Harveson RM, Hanson LE, Hein GL, editors. *Compendium of beet diseases and pests*. St. Paul, MN: APS press; 2009.
- Izadpanah K, Hashemi P, Kamran R, Pakniat M, Sahandpour A, Masumi M. Widespread occurrence of rhizomania-like disease of sugar beet in Fars. *Iranian Journal of Plant Pathology*. 1996; 32(3/4): 200- 206. (in Persian, abstract in English)
- Koenig R, Haeberlé AM, Commandeur U. Detection and characterization of a distinct type of *Beet necrotic yellow vein virus* RNA 5 in a sugar beet growing area in Europe. *Archives of virology*. 1997; 142(7): 1499-504.
- Koenig R, Pleij CW, Beier C, Commandeur U. Genome properties of *Beet virus Q*, a new furo-like virus from sugar beet, determined from unpurified virus. *Journal of General Virology*. 1998 Aug 1;79(8):2027-36.

- Koenig R, Lennefors BL. Molecular analyses of European A, B and P type sources of *Beet necrotic yellow vein virus* and detection of the rare P type in Kazakhstan. *Archives of virology*. 2000; 145(8):1561-70.
- Kondo H, Hirano S, Chiba S, Andika IB, Hirai M, Maeda T, Tamada T. Characterization of *burdock mottle virus*, a novel member of the genus *Benyvirus*, and the identification of benyvirus-related sequences in the plant and insect genomes. *Virus Research*. 2013;177(1):75-86.
- Kruse M, Koenig R, Hoffmann A, Kaufmann A, Commandeur U, Solovyev AG, Savenkov I, Burgermeister W. Restriction fragment length polymorphism analysis of reverse transcription-PCR products reveals the existence of two major strain groups of *Beet necrotic yellow vein virus*. *Journal of General Virology*. 1994;75(8):1835-42.
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, Tamura K. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*. 2018; 35(6): 1547-9.
- Kutluk Yilmaz ND, Uzunbacak H, Arli-Sokmen M, Kaya R. Distribution of resistance-breaking isolates of beet necrotic yellow vein virus differing in virulence in sugar beet fields in Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B- Soil and Plant Science*. 2018; 68(6): 546-54.
- Lewellen RT, Skoyen IO, Erichsen AW. Breeding sugar beet for resistance to rhizomania: Evaluation of host-plant reactions and selection for and inheritance of resistance. In: 50. Winter Congress of the International Institute for Sugar Beet Research, Bruxelles (Belgium), 11-12 Feb 1987. IIRB. Secretariat General.
- Liu HY, Lewellen RT. Distribution and molecular characterization of resistance-breaking isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* in the United States. *Plant Disease*. 2007; 91(7): 847-51.
- Liebe S, Wibberg D, Maiss E, Varrelmann M. Application of a reverse genetic system for beet necrotic yellow vein virus to study *Rz1* resistance response in sugar beet. *Frontiers in plant science*. 2020; 10:1703.
- McGrann GR, Grimmer MK, Mutasa-Göttgens ES, Stevens M. Progress towards the understanding and control of sugar beet rhizomania disease. *Molecular Plant Pathology*. 2009; 10(1):129-41.
- Mehrvar M, Valizadeh J, Koenig R, Bragard CG. Iranian *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV): pronounced diversity of the p25 coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species. *Archives of virology*. 2009 Mar 1;154(3):501-6.
- Meunier A, Schmit JF, Stas A, Kutluk N, Bragard C. Multiplex reverse transcription-PCR for simultaneous detection of *Beet necrotic yellow vein virus*, *Beet soilborne virus*, and *Beet virus Q* and their vector *Polymyxa betae* Keskin on sugar beet. *Applied and Environmental Microbiology*. 2003;69(4): 2356-60.
- Panella LW, Biancardi E. Genetic resistances. In *Rhizomania 2016* (pp. 195-220). Springer, Cham.
- Pavli O, Prins M, Goldbach R, Skaracis GN. Efficiency of *Rz1*-based rhizomania resistance and molecular studies on BNYVV isolates from sugar beet cultivation in Greece. *European Journal of Plant Pathology*. 2011;130(2):133-42.
- Ratti C, Clover GR, Autonell CR, Harju VA, Henry CM. A multiplex RT-PCR assay capable of distinguishing *Beet necrotic*

- yellow vein virus* types A and B. Journal of Virological Methods. 2005; 124(1-2): 41-7.
- Schirmer A, Link D, Cognat V, Moury B, Beuve M, Meunier A, Bragard C, Gilmer D, Lemaire O. Phylogenetic analysis of isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* collected worldwide. Journal of General Virology. 2005; 86(10): 2897-911.
- Sudha M, Karthikeyan A, Nagarajan P, Raveendran M, Senthil N, Pandiyan M, Angappan K, Ramalingam J, Bharathi M, Rabindran R, Veluthambi K. Screening of mungbean (*Vigna radiata*) germplasm for resistance to *Mungbean yellow mosaic virus* using agroinoculation. Canadian Journal of Plant Pathology. 2013; 35(3):424-30.
- Tamada T, Uchino H, Kusume T, Saito M. RNA3 deletion mutants of *Beet necrotic yellow vein virus* donot cause rhizomania disease in sugar beets. Phytopathology. 1999; 89(11):1000-6.
- Tamada T. Susceptibility and resistance of *Beta vulgaris subsp. maritima* to foliar rub-inoculation with *Beet necrotic yellow vein virus*. Journal of General Plant Pathology. 2007 Feb;73(1):76-80.
- Tamada T, Kondo H, Bouzoubaa S. Pattern of systemic movement of soil-borne plant viruses: evidence obtained from GFP-tagged *Beet necrotic yellow vein virus*. In Proceedings of the Ninth Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, Obihiro, Hokkaido, Japan, 19-22 August 2013 (pp. 11-14). International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors.
- Tamada T, Kondo H. Biological and genetic diversity of plasmodiophorid-transmitted viruses and their vectors. Journal of general plant pathology. 2013 Sep;79(5):307-20.
- Wang Y, Fan H, Wang XB, Li M, Han C, Li D, Yu J. Detection and characterization of spontaneous internal deletion mutants of *Beet necrotic yellow vein virus* RNA3 from systemic host *Nicotiana benthamiana*. Virology Journal. 2011; 8(1):1-9.
- Ward L, Koenig R, Budge G, Garrido C, McGrath C, Stubbley H, Boonham N. Occurrence of two different types of RNA-5-containing *Beet necrotic yellow vein virus* in the UK. Archives of Virology. 2007; 152(1):59-73.
- Yilmaz ND, Sokmen MA, Kaya R, Sevik MA, Tunali B, Demirtaş S. The widespread occurrences of *Beet soil borne virus* and RNA-5 containing *Beet necrotic yellow vein virus* isolates in sugar beet production areas in Turkey. European Journal of Plant Pathology. 2016 Feb 1;144(2):443-55.
- Zhuo N, Jiang N, Zhang C, Zhang ZY, Zhang GZ, Han CG, Wang Y. Genetic diversity and population structure of *Beet necrotic yellow vein virus* in China. Virus Research. 2015; 205:54-62.



چغندرقد/ جلد ۳۷/ شماره ۱/ ۱۴۰۰

رتبه‌بندی مناطق تولیدی چغندرقد در ایران بر اساس شاخص‌های مزیت فیزیکی تولید Ranking of sugar beet production areas based on physical advantage indexes of production in Iran

مجید شهریاری^۱، حمید محمدی^{۲*}، علی رضا کیخا^۱ و مجتبی داورپناه^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۶

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2021.352345.1256

م. شهریاری، ح. محمدی، ع.ر. کیخا و م. داورپناه. ۱۴۰۰. رتبه‌بندی مناطق تولیدی چغندرقد در ایران بر اساس شاخص‌های مزیت فیزیکی تولید. چغندرقد، ۳۷(۱): ۱۱۵-۱۳۰

چکیده

تعیین مزیت نسبی تولید محصولات کشاورزی در مناطق مختلف، یکی از ابعاد مهم سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کشاورزی است که بر اساس آن می‌توان به الگوی مناسب تولید و کشت در مناطق مختلف با توجه به شرایط موجود در هر منطقه دست یافت. پژوهش حاضر باهدف اولویت‌بندی استان‌های تولیدکننده چغندرقد در کشور بر اساس شاخص‌های مزیت فیزیکی تولید و ضریب نوسان آنها طی دوره زمانی ۹۸-۱۳۶۲ با استفاده از روش تاکسونومی عددی صورت گرفته است. نتایج نشان داد طی یک دوره ۳۶ ساله، استان‌های خراسان جنوبی، خراسان رضوی و آذربایجان غربی دارای بالاترین میانگین شاخص مزیت مقیاس (SAI) بودند و بالاترین میانگین مزیت کارایی (EAI) نیز در استان‌های کردستان، کرمانشاه و اردبیل به ترتیب با ۲/۹۰، ۲/۲۰ و ۱/۸۰ به دست آمد. بر اساس نتایج مزیت جمعی (AAI) نیز استان‌های آذربایجان غربی، خراسان رضوی و اصفهان با ۰/۱۰، ۰/۲۲ و ۰/۳۳ دارای کمترین ضریب نوسان شاخص جمعی و به ترتیب با ۱/۹۳، ۳/۱۴ و ۱/۷۴ دارای بالاترین میانگین مزیت جمعی در بین تمامی استان‌های کشور بودند.

واژه‌های کلیدی: تاکسونومی عددی، چغندرقد، رتبه‌بندی، مزیت فیزیکی، نقشه جامع



hamidmohammadi@uoz.ac.ir

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی- بازاریابی محصولات کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. * - نویسنده مسئول:

۳- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی- بازاریابی محصولات کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

مقدمه

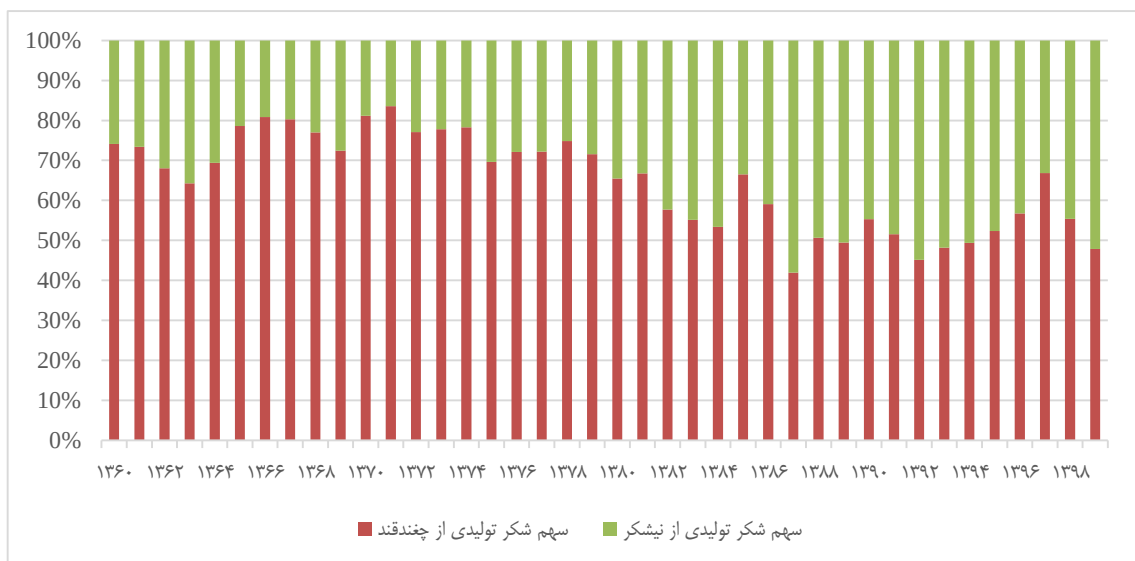
در ایران، بخش کشاورزی با توجه به ظرفیت‌های موجود که در مناطق مختلف متفاوت است، در صورت برنامه‌ریزی و توان اجرایی مناسب در تلفیق و بهره‌برداری مناسب و پایدار از عوامل تولید، می‌تواند یکی از بخش‌های مهم تولید و صادرات برخی محصولات کشاورزی باشد (Abedi 2015). تغییرات اقلیمی و عواقب آن مانند تغییر در الگوهای آب و هوایی و کاهش نزولات جوی از یک سو و از سوی دیگر افزایش رشد جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذایی (منابع انرژی) سبب شده منابع آبی نیز به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین منابع تولید، برای تأمین نیازهای غذایی این جمعیت رو به رشد کافی نبوده، در نتیجه راهکارهای مختلفی در راستای استفاده بهینه از این منبع ارزشمند پیشنهاد می‌شود. از جمله مهم‌ترین این راهکارها، افزایش میزان منابع در دسترس و افزایش بهره‌وری استفاده از منابع آبی می‌باشد. به دلیل محدود بودن منابع آبی، روش اول چندان قابل‌اعتناء نیست، اما روش دوم از لحاظ منطقی صحیح‌تر به نظر می‌رسد. این احتمال وجود دارد که با به‌کارگیری شیوه‌های مختلف، بتوان بهره‌وری استفاده از منابع را بالا برد و با استفاده از منابع موجود، حداکثر منفعت را حاصل کرد (Chizari et al. 2005). یکی از مهم‌ترین و کارآمدترین این شیوه‌ها، شناسایی مزیت نسبی تولید محصولات مختلف در هر منطقه توسط کارشناسان و متخصصان مربوط با استفاده از روش‌های علمی و ترغیب کشاورزان به کشت این محصولات در هر یک از مناطق مختلف می‌باشد. امروزه بحث تعیین مزیت نسبی محصولات کشاورزی به دلیل اهمیت آن در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های بلندمدت کشورها، به یکی از جنبه‌های مهم برنامه‌ریزی اقتصادی تبدیل شده است. در ایران نیز این موضوع در سال‌های اخیر توجه تعداد زیادی از پژوهشگران اقتصاد کشاورزی را به خود جلب کرده است (Mohammad Rezaei et al. 2011). به‌طور کلی هدف سیاست‌گذاران رسیدن به بیشترین سود اجتماعی است. سودآوری اجتماعی زمانی بیشینه می‌شود که محصولات تولیدشده از مزیت نسبی بالایی برخوردار باشند، بنابراین با توجه به محدودیت عوامل تولید جهت استفاده بهینه از این عوامل و دستیابی به

بیشترین تولید، باید توسعه سطح زیرکشت و افزایش تولید محصولات زراعی در منطقه بر اساس اصل مزیت نسبی انجام گیرد (Abedi et al. 2009). یکی از مسائلی که نشان‌دهنده اهمیت و کاربرد مزیت نسبی در اقتصاد تولید است، گسترش تولید و تجارت و نحوه تأثیر آن بر روابط بین‌المللی کشورهاست. مزیت نسبی یکی از ابزارهایی است که در جریان تصمیم‌گیری برای تولید و تجارت محصولات از اهمیتی ویژه برخوردار است (Shahnoushi et al. 2007). در شرایط موجود ساختار زیربنایی کشت محصولات به دلیل نبود برنامه‌ریزی‌های مدون و حساب‌شده، تکامل نیافته و تولید محصولات کشاورزی با هزینه‌های بالا صورت می‌پذیرد، بنابراین ضرورت برنامه‌ریزی کشت و ارائه راهنمای عملی مناسب تولید محصولات کشاورزی با توجه به مزیت نسبی و اقتصادی آنها در مناطق گوناگون کشور کاملاً محسوس است؛ به‌گونه‌ای که به‌توان محصولات با مزیت‌های اقتصادی بالاتر را در هر منطقه تولید و امکان صدور آنها به مناطق با مزیت پایین‌تر را فراهم نمود و در مقابل نسبت به ورود محصولات با مزیت‌های اقتصادی پایین‌تر در هر منطقه اقدام کرد تا در مجموع به‌توان هزینه‌های تولید مناطق را کاهش داد. از این‌رو، با مطالعه مزیت نسبی در مناطق کشور می‌توان استراتژی صحیحی را در مورد تصمیم‌سازی توسعه کشت در مناطق گوناگون هر یک از استان‌ها اتخاذ کرد (Mohammadi and Boostani 2009). بررسی مزیت نسبی محصولات مختلف این امکان را به سیاست‌گذار می‌دهد که با طراحی و ارائه الگوی مناسب، تولیدکنندگان را به سمت تولید محصول با بیشترین سودآوری اجتماعی هدایت کند (Hatef et al. 2016)، همچنین در کشورهای در حال توسعه مهم است که در راستای توسعه و پیشرفت، سرمایه محدودشان را طوری تخصیص دهند که اولاً سبب به‌کارگیری بهینه سایر عوامل تولیدی و افزایش بهره‌وری گردند، ثانیاً منابع تولیدی در راستای تولید محصولاتی به کار گرفته شوند که دارای مزیت نسبی منطقه‌ای و ملی باشند (Azizy and Yazdani 2004).

در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ سطح زیرکشت محصولات زراعی کشور حدود ۱۱/۹ میلیون هکتار بوده است. سهم

از نیشکر، شکر تولید می‌کنند. ۳۸ کشور فقط از چغندر قند و ۱۱۶ کشور نیز فقط از نیشکر، شکر را تولید می‌کنند (Sugar Beet Seed Institute 2014). بر اساس آمار و اطلاعات انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران طی دوره زمانی ۹۸-۱۳۶۰ به‌طور میانگین منبع ۶۵ درصد شکر تولیدی ایران، چغندر قند و مابقی نیشکر بوده است (شکل ۱) (Iranian Sugar Factories Association 2019). سازگاری چغندر قند به طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی و خاک، امکان کشت سنتی، نیمه‌مکانیزه و تمام‌مکانیزه آن، قابلیت‌های این محصول برای قرار گرفتن در تناوب‌های زراعی مختلف، محصولات فرعی با ارزش، قرار گرفتن این محصول در ردیف محصولاتی نظیر برنج، ذرت، گندم، سیب‌زمینی و حبوبات از لحاظ ارزش غذایی، موجب شده است که این محصول به‌عنوان یکی از محصولات استراتژیک در بخش کشاورزی ایران مطرح باشد (Rafati and Najafi 2018).

محصولات صنعتی حدود ۶۳۹ هزار هکتار بوده که نیشکر و چغندر قند با ۴۹ و ۴۱ درصد به ترتیب رتبه‌ی اول و دوم از لحاظ تولید محصولات صنعتی کشاورزی و از لحاظ سطح زیر کشت رتبه‌های دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند (Ministry of Agriculture-jahad 2019). شکر به‌عنوان یکی از منابع تأمین انرژی در سبد کالاهای اساسی کشور جای دارد. مطالعات نشان می‌دهد که مصرف مستقیم و غیرمستقیم شکر، حدود ۸-۱۰ درصد نیاز به انرژی جمعیت ایران را تأمین می‌کند. طی دهه‌های گذشته، افزایش جمعیت از یک‌سو و افزایش سرانه مصرف شکر (کیلوگرم شکر مصرف‌شده به ازای هر نفر در یک سال) موجب شده است تا میزان مصرف سالیانه شکر در کشور از حدود ۵۷۰ هزار تن در دهه ۴۰ به حدود ۲/۶۲ میلیون تن در ابتدای دهه ۹۰ افزایش یابد. شکر از دو محصول کشاورزی چغندر قند و نیشکر تولید می‌شود که از بین کشورهای تولیدکننده شکر در جهان تنها نه کشور از جمله ایران، هم از چغندر قند و هم



شکل ۱ درصد سهم شکر تولیدی از چغندر قند و نیشکر در کشور طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۰

مهم‌ترین عاملی که می‌توان آن را به‌عنوان شاخصی بارز برای اولویت و برتری کشت پاییزه چغندر قند نسبت به کشت بهاره معرفی کرد، استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد و کارایی بیشتر مصرف آب در زراعت چغندر قند پاییزه است. این موضوع هنگامی اهمیت بیشتری می‌یابد که در ایران آب عامل اصلی محدودکننده کشاورزی قلمداد می‌شود. به‌جز موارد خاص

کشور ما جزو مناطق نادری است که می‌توان چغندر قند را به دو صورت بهاره (کاشت در بهار و برداشت در پاییز) و پاییزه (کاشت در پاییز و برداشت در بهار) کشت کرد. چغندر قند بهاره در حال حاضر، در مناطقی کشت می‌شود که محدودیت آب بالاست و افزایش سطح زیرکشت این گیاه در اکثر مناطق کشت بهاره با اصل حفظ منابع آب و خاک مغایرت دارد. در ایران،

که بارندگی‌های بهاره به جوانه‌زدن و استقرار گیاه کمک می‌کند، مراحل اصلی رشد چغندرقد بهاره در تابستان صورت می‌گیرد و گیاه تقریباً در تمام دوره رشد خود (از مرحله جوانه‌زنی تا برداشت) نیازمند آبیاری است. این در حالی است که دوره اصلی رشد چغندرقد پاییزه در پاییز و زمستان انجام می‌گیرد و قسمتی از نیاز آبی گیاه از طریق بارندگی تأمین می‌شود. از آنجایی که نحوه توزیع بارش در مناطق مختلف کشور عموماً به نحوی است که حدود سه‌چهارم بارش سالیانه در دو فصل پاییز و زمستان روی می‌دهد؛ بنابراین، کشت پاییزه چغندرقد این امکان را دارد که بخشی از نیاز آبی خود را از طریق بارندگی‌های منطقه تأمین کند. این موضوع در نهایت به کاهش میزان مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آن در خصوص تولید شکر در محصول چغندرقد پاییزه منجر می‌شود. به عبارت دیگر، محصول چغندرقد پاییزه بهاره به ازای مصرف یک مترمکعب آب آبیاری به ترتیب معادل ۵۳۲ و ۸۵۳ گرم شکر تولید می‌کنند. بر اساس اطلاعات منتشرشده از سوی انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران، میانگین سطح زیرکشت چغندرقد در کشور طی دوره ۹۲-۱۳۶۰، معادل ۱۵۴ هزار هکتار بوده است. در این میان، بیشترین سهم کشت پاییزه در کل سطح زیرکشت چغندرقد ۷/۵ درصد، تولید ریشه ۲/۶ درصد و تولید شکر، ۳/۴ درصد بوده است. این در حالی است که با مینا قرار دادن اهداف پیش‌بینی شده در طرح افزایش ضریب خوداتکایی در تولید شکر (چغندرقد)، بایستی در سال ۱۴۰۴ هجری شمسی، سطح زیرکشت، میزان تولید ریشه و شکر چغندرقد پاییزه به ترتیب با دستیابی به اعداد ۶۰ هزار هکتار، ۲/۴ میلیون تن و ۵۱۱ هزار تن به ترتیب سهمی معادل ۳۸، ۴۴ و ۳۹ درصد از مجموع چغندرقد را به خود اختصاص داده باشد (Sugar Beet Seed Institute 2014).

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه مزیت نسبی محصولات کشاورزی در داخل و خارج از کشور انجام گرفته که به برخی از آنان اشاره می‌گردد. محمدی و همکاران (Mohammadi et al. 2018) با هدف تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در یک واحد کشاورزی در شهرستان پیشوا بر مبنای تحلیل مزیت نسبی محصولات گلخانه‌ای در

سطح منطقه‌ای نشان دادند که محصولات خیار، فلفل دلمه‌ای رنگی و گوجه‌فرنگی دارای مزیت نسبی در سطح استان تهران هستند. شاخص مزیت نسبی صادرات نیز نشان داد که محصولات خیار، فلفل دلمه‌ای رنگی و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای به همراه انواع کلم (برگ، گل و برکلی) دارای مزیت صادراتی در سطح ملی هستند. محمودی و همکاران (Mahmoodi et al. 2018) با پهنه‌بندی مزیت نسبی گندم آبی در شهرستان‌های استان فارس و عوامل مؤثر بر آن با استفاده از شاخص‌های مزیتی نسبی مانند مزیت مقیاس (Scale Advantage Index)، مزیت کارایی (Efficiency Advantage Index) و مزیت جمعی (Aggregated Advantage Index) نشان دادند که شهرستان‌های استان فارس دارای مزیت نسبی مختلفی در تولید گندم هستند. شهرستان‌های استان فارس در پنج سطح با مزیت نسبی بسیار بالا، بالا، قابل قبول، پایین و مزیت نسبی بسیار پایین پهنه‌بندی شدند. شهرستان‌های لارستان و لامرود دارای بالاترین میزان مزیت نسبی تولید گندم در استان فارس بوده‌اند و شهرستان‌های کازرون و خرم‌بید نیز کمترین مزیت نسبی را داشتند. عابدی (Abedi 2015) با بررسی مزیت نسبی تولید محصولات کشاورزی (گندم و ذرت) مبتنی بر زیست‌فناوری در استان فارس نشان داد که کاربرد کود زیستی به‌عنوان مکمل و یا جایگزینی با بخشی از کود شیمیایی (۵۰ و ۱۰۰ درصد)، منجر به بهبود شاخص‌های مزیت نسبی می‌شود، به‌طوری که شاخص هزینه منابع داخلی (Domestic Resource Cost) گندم از ۱/۱۳ در سناریو (یک) به ۰/۴۹ در سناریو (چهار) کاهش می‌یابد. رفیعی و همکاران (Rafiee et al. 2011) به بررسی امکانات تولیدی و مزیت نسبی بخش زراعی استان مازندران در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ با استفاده از شاخص‌های معمول و رهیافت برنامه‌ریزی خطی پرداختند؛ نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با به‌کارگیری نرخ ارز یورو از میان محصولاتی که دارای مزیت نسبی بوده‌اند، عمدتاً محصولات انواع برنج، سیب‌زمینی آبی، جو آبی و دیم، سویا بهاره دیم، لوبیاجیتی آبی، گوجه‌فرنگی آبی و عدس دیم وارد الگوی بهینه کشت شده‌اند. محمدی و همکاران (Mohhamadi et al. 2018) به بررسی

به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بر اساس شاخص رقابت‌پذیری هزینه، همه محصولات مورد بررسی رقابت‌پذیری هزینه‌ای داشتند. نتایج بررسی شاخص‌های حفاظتی، از جمله ضریب خالص حفاظت ورودی (NPCI)، نشان داد که یارانه‌های غیرمستقیم به نهاده‌های قابل تجارت برای همه محصولات مورد مطالعه پرداخت شده است. شاخص ضریب حفاظتی اسمی (NPCO) برای گندم آبی، گندم دیم، آفتابگردان، نخود دانه و لوبیا قرمز نشان‌دهنده مالیات غیرمستقیم بر تولید این محصولات توسط دولت است. ون درانج (Van derEng 2004) در مطالعه خود که به منظور بررسی مزیت تولید برنج در منطقه جنوب شرقی آسیا (اندونزی، برمه، فیلیپین، ژاپن، تایلند، ویتنام، جاوا و مالزی) صورت گرفت، نشان داد که کشورهای برمه، تایلند و جنوب ویتنام دارای مزیت نسبی در تولید گندم می‌باشند. کوداس و عثمان (Quddus and Usman 2011) در بررسی مزیت نسبی محصولات گندم، برنج، نیشکر و پنبه در پنجاب پاکستان نشان دادند که پنجاب در گندم به منظور خودکفایی دارای مزیت می‌باشد ولی برای صادرات دارای مزیت نیست، اما در محصول برنج، نیشکر و پنبه علاوه بر مزیت داشتن برای تولید در داخل، دارای مزیت صادراتی نیز هست.

همان‌طور که مشاهده می‌شود مطالعات متنوعی با استفاده از شاخص‌های مزیت نسبی که عمدتاً شاخص‌های مزیت نسبی صادراتی بوده‌اند، برای محصولات مختلف کشاورزی تاکنون صورت گرفته است؛ اما پژوهش حاضر علاوه بر تعیین مزیت تولید با استفاده از شاخص‌های مزیت فیزیکی تولید، استان‌های تولیدکننده چغندر قند در کشور را نیز طی یک دوره‌ی بلندمدت ۳۱ ساله بر اساس شاخص‌های مذکور اولویت‌بندی نموده و نقشه جامع تولید چغندر قند در کشور بر اساس شاخص‌های فیزیکی مانند تمرکز، سابقه، رواج تولید و کارآمدی تولید به دست آمده است.

مواد و روش‌ها

معمولاً برای تعیین مزیت نسبی از دو نوع شاخص استفاده می‌شود. شاخص‌های نوع اول، سود خالص به دست آمده

مزیت نسبی چغندر قند در ایران در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ پرداختند؛ نتایج ماتریس تحلیل سیاستی نشان‌دهنده وجود مزیت نسبی در تولید محصول چغندر قند در ایران است ($DRC=0.55$). از سوی دیگر ضریب حمایت اسمی بر محصول نشان‌دهنده وجود مالیات غیرمستقیم بر تولید محصول چغندر قند ($NPC=0.55$) است، ضریب حمایت اسمی بر نهاده نشان‌دهنده وجود مالیات غیرمستقیم برای نهاده‌های قابل تجارت ($NPI=2.55$) هست و ضریب حمایت مؤثر نشان از آن دارد که مالیاتی که دولت به صورت غیرمستقیم بر محصول چغندر قند در نظر گرفته است بیش از یارانه‌ای است که جهت نهاده‌ها پرداخت کرده است. از جمله مطالعات جهانی که به بررسی مزیت نسبی محصولات کشاورزی پرداخته‌اند، می‌توان به مطالعه آرورا و همکاران (Arora et al. 2020) اشاره نمود. آنها به بررسی تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر مزیت نسبی محصولات و کاربری زمین پرداختند و بیان کردند با حذف اثرات روند در عملکرد، تغییرات آب و هوایی در سال‌های ۲۰۳۱ تا ۲۰۵۵ نسبت به سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۵ بین ۳۳ تا ۶۴ درصد کاهش می‌یابد و سویا کمترین و یونجه بیشترین مزیت نسبی به خود اختصاص می‌دهند. یو و یانگ (Wu and Yang 2021) به تجزیه و تحلیل مزیت نسبی تولید چای جاسمین در چین پرداخته و بیان کردند که به جز فوجیان، مناطق سنتی تولید چای جاسمین مانند ژجیانگ و گوانگدونگ مزایای نسبی خود را از دست داده‌اند. اگرچه مناطق تولیدکننده در حال ظهور، به رهبری گوانگشی، از نظر مزایای نسبی جامع دارای مزایای مطلق هستند، اما از نظر شاخص مزیت توسعه هیچ مزیتی ندارند؛ بنابراین، برای دستیابی به توسعه پایدار و سالم صنعت چای جاسمین لازم است همه طرف‌ها بر روی مسائل کلیدی فنی تمرکز کنند. بایزید نژاد و همکاران (Bayzidnejad et al. 2021) به بررسی مزیت نسبی تولید و اندازه‌گیری رقابت‌پذیری عمده محصولات شهرستان ارومیه توسط ماتریس تحلیل سیاست (PAM) پرداختند. نتایج آنها حاکی از آن بود که بر اساس شاخص NSP، تولید گوجه‌فرنگی نسبت به سایر محصولات دارای مزیت نسبی بالاتری است و لوبیا قرمز، نخودفرنگی، آفتابگردان، گندم و جو

(AAI) و شاخص ضریب نوسان (Coefficient of Variation) استفاده شده است.

شاخص مزیت مقیاس (SAI)

برای محاسبه درجه تمرکز (شاخص مزیت مقیاس) یک محصول در یک منطقه نسبت به متوسط کل مناطق، رابطه ۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lee 1995):

$$SAIo = [(GSio/GSi)/(GSo/GS)] \quad (1)$$

در رابطه یک، SAI_{io} شاخص مقیاس مزیت محصول *o* را در منطقه *i* نشان می‌دهد. همچنین GS_{io} سطح زیرکشت محصول *o* در منطقه *i*، GS_i کل سطح زیرکشت محصولات زراعی در منطقه *i*، GS_o سطح زیرکشت محصول *o* در کل منطقه و GS کل سطح زیرکشت محصولات زراعی در کل منطقه را نشان می‌دهد. اگر SAI_{io} بزرگ‌تر از یک باشد، درجه تمرکز محصول *o* در منطقه *i* بزرگ‌تر از کل منطقه است و بیانگر ترجیح کشاورزان منطقه *i* برای کاشت بیشتر محصول *o* است و برعکس.

مزیت کارایی (EAI)

یکی دیگر از شاخص‌های فیزیکی مزیت نسبی، شاخص کارایی مزیت است که برای محاسبه آن از رابطه ۲ استفاده می‌شود (Lee 1995):

$$EAIo = [(APio/APi)/(APo/AP)] \quad (2)$$

در رابطه ۲، EAI_{io} شاخص کارایی مزیت محصول *o* در منطقه *i* است. همچنین AP_{io} عملکرد محصول *o* در منطقه *i*، AP_i متوسط عملکرد محصولات زراعی در منطقه *i*، APO متوسط عملکرد محصول *o* در کل منطقه، AP متوسط عملکرد همه محصولات زراعی در کل منطقه است. اگر این شاخص بزرگ‌تر از یک به دست آید، متوسط عملکرد محصول *o* نسبت به همه محصولات در منطقه مورد نظر بالاتر از متوسط کل منطقه (استان یا کشور) است. اگر اختلاف معنی‌داری در فناوری در بین مناطق مختلف وجود نداشته باشد و همچنین محدودیت زیادی برای انتشار و پذیرش آن نباشد، EAI می‌تواند شاخصی از تخصیص عوامل تولید، منابع طبیعی و عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی باشد.

از یک فعالیت را بر اساس هزینه فرصت و قیمت سایه‌ای اندازه‌گیری و مشخص می‌کنند که آیا تولید محصولات مورد بررسی نسبت به واردات آن‌ها دارای مزیت نسبی هستند یا خیر. شاخص نوع دوم شاخص‌های فیزیکی می‌باشند و بر اساس میزان عملکرد، سطح زیرکشت و ترکیبی از این دو، مزیت نسبی تولید محصولات مورد بررسی را نسبت به استان یا کشور می‌سنجند. این شاخص‌ها در حقیقت میزان تمرکز، سابقه، رواج تولید و کارآمدی تولید را در یک منطقه نشان می‌دهند. بنا بر اصل مزیت نسبی منطقه‌ای در اقتصاد ملی، هر منطقه در مقایسه با سایر مناطق یا کالاها، تمایل به تولید محصولاتی دارد که در تولید آن‌ها از مزیت بیشتری برخوردار است. این اصل دو فاکتور مهم را مورد توجه قرار می‌دهد: اول آنکه کالاهای تولیدی، به شرط داشتن کیفیت یکسان، در صورتی دارای مزیت نسبی خواهند بود که نسبت به سایر کالاها هزینه تولید کمتری داشته باشند و دوم آنکه دارای توان رقابت با محصولات سایر تولیدکنندگان دیگر مناطق باشند (Pirasteh and Karimi 2017). بنابراین می‌توان گفت به منظور کاهش هزینه‌های تولید، جلوگیری از هدر رفت منابع محدود کشور و افزایش بهره‌وری منابع از طریق تخصیص بهینه آنها، لزوم بررسی مزیت نسبی در استان‌های مختلف کشور مشخص شده و بدین ترتیب دستیابی به توسعه کشاورزی بر مبنای رقابت‌پذیری تولیدات تحقق خواهد یافت (Mirbagheri et al. 2019). در بین محصولات کشاورزی، محصولات زراعی عمدتاً جزء محصولات راهبردی هستند و تحقیق و مطالعه در خصوص مزیت نسبی آنها و ارزیابی وضعیت حمایتی این محصولات با استفاده از شاخص‌های مربوطه از اهمیت بسزایی در امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری بخش کشاورزی برخوردار است (Tusi and Ardestani 2009).

در این پژوهش جهت بررسی و تعیین مزیت نسبی محصول چغندر قند در هریک از استان‌های کشور طی دوره زمانی ۱۳۶۲-۹۸ از سه شاخص مزیت فیزیکی تولید شامل مزیت مقیاس (SAI)، مزیت کارایی (EAI)، شاخص مزیت جمعی

مزیت جمعی (AAI)

شاخص مزیت جمعی که در واقع یک شاخص جامع مزیت نسبی و میانگین هندسی دو شاخص مزیت مقیاس و مزیت کارایی است، به صورت رابطه ۳ محاسبه می شود (Lee 1995):

$$AAI = \sqrt{SAI_{io} EAI_{io}} \quad (3)$$

اگر شاخص مزیت جمعی بزرگتر از یک باشد، محصول 0 در منطقه ۱، مزیت نسبی بیشتر از متوسط کل منطقه خواهد داشت.

شاخص ضریب تغییرات (CV)

با استفاده از شاخص ضریب تغییرات، میزان نوسانات مزیت نسبی مقیاس، کارایی و جمعی در استان های کشور مورد بررسی قرار می گیرد که هرچه این ضریب بزرگتر باشد نشان دهنده این است که نوسانات مزیت های فیزیکی تولید محصول چغندرقد در منطقه مورد بررسی بیشتر است. در واقع هرچند میانگین شاخص های مزیت طی دوره مورد مطالعه شاخص مهمی بوده اما ثبات این شاخص ها نیز طی زمان حائز اهمیت است. بر این اساس در نهایت شاخص ضریب تغییرات مطابق رابطه چهار خواهد بود:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (5)$$

$$CV = \frac{\delta}{\mu} \quad (6)$$

در روابط ۴ تا ۶ δ انحراف معیار شاخص های مزیت مقیاس و کارایی، N تعداد سال و x_i مقدار محاسباتی انواع مزیت در هر سال و μ میانگین شاخص های مزیت فیزیکی را نشان می دهند و در نهایت در رابطه ۶ CV ضریب نوسان شاخص های مزیت فیزیکی تولید هست (Mirbagheri et al. 2019).

اولویت بندی استان های کشور بر مبنای شاخص های مزیت فیزیکی تولید

پس از محاسبه شاخص های مزیت نسبی عملکرد، کارایی فنی، مقیاس، کارایی، هم جمعی و ضریب نوسان آنها برای محصول چغندرقد آبی در استان های کشور، به رتبه بندی

این استان ها بر اساس بیشترین میزان میانگین شاخص های مزیت فیزیکی تولید و همچنین کمترین میزان ضریب نوسان این شاخص ها در بازه زمانی سال های ۹۳-۱۳۶۲ پرداخته شد. در این مطالعه استان هایی در اولویت قرار می گیرند که علاوه بر اینکه حائز مزیت مناسبتری هستند، به طور همزمان از تداوم مزیت مقیاس و مزیت عملکرد در بازه زمانی مورد مطالعه برخوردار باشند. به منظور انجام این رتبه بندی از روش تاکسونومی عددی استفاده شد. روش تاکسونومی عددی از متداول ترین روش های اولویت بندی گزینه ها (بازارها، مناطق، کالاها، ...) بر اساس تعدادی شاخص است (Brewer 2001). این روش قادر است یک مجموعه را به زیرمجموعه های کم و بیش همگن تقسیم نموده و مقیاسی برای اولویت بندی گزینه ها ارائه دهد. از قابلیت های تاکسونومی این است که قادر است دو عمل را باهم انجام دهد:

۱- مجموعه مورد بررسی را بر اساس شاخص های تعیین شده به زیرمجموعه های همگن تقسیم می کند،

۲- عناصر و اجزای هر دو زیرمجموعه همگن را درجه بندی می کند (Ahangari et al. 2017). طبق گفته ساروخانی و همکاران (Sarookhani 2012) مراحل این روش به شرح زیر می باشد:

۱- ابتدا جدول ماتریس اطلاعات بر مبنای شاخص های تعیین شده تشکیل می شود.

۲- سپس بر مبنای ماتریس داده، ماتریس استاندارد به صورت زیر تشکیل می گردد.

$$y_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^k y_{ij}}{k} \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,k \quad (7)$$

$$S_i^1 = \frac{\sum_{j=1}^k (y_{ij} - y_i)^2}{k} \quad (8)$$

$$Z_{ij} = \frac{y_{ij} - y_i}{S_i} \quad (9)$$

$$S_d^2 = \frac{\sum_{j=1}^k (d_j - \bar{d})^2}{k} \quad (13)$$

$$I_{d,1-\alpha}(L = \bar{d} - 2S_d, L = \bar{d} + 2S_d) \quad (14)$$

سپس استان‌هایی که $\bar{d}_j$ آنها در بین دو حد به‌دست‌آمده از رابطه ۱۴ باشد به‌عنوان استان‌هایی همگن در یک گروه در نظر گرفته می‌شود و استان‌هایی که خارج از فاصله اعتماد قرار می‌گیرند، به‌عنوان استان‌های غیرهمگن از مجموعه حذف می‌شوند.

۶- در مرحله ششم، ماتریس به‌دست‌آمده پس از حذف بعضی از استان‌ها بازنویسی می‌شود. در ماتریس جدید برای هر ستون بزرگ‌ترین مقدار را پیدا کرده و مقدار ایده‌آل یا $Z_{i,max}$ نام‌گذاری می‌شود. سپس با استفاده از آن برای هر یک از استان‌ها مقدار C_j (سرمشق بهینگی) به‌صورت رابطه ۱۵ محاسبه می‌شود:

$$C_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{n\Sigma} (Z_{ij} - Z_{i,max})^2} \quad (15)$$

در رابطه فوق هر چه C_j کوچک‌تر باشد، بهینگی کالا بیشتر خواهد بود. پس از تعیین C_j ها، میانگین و انحراف معیار آنها محاسبه می‌شوند (روابط ۱۶ و ۱۷):

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^k C_j}{k} \quad (16)$$

$$S_c^2 = \frac{\sum_{j=1}^k (C_j - \bar{C})^2}{k} \quad (17)$$

و بر مبنای نتایج به‌دست‌آمده از دو رابطه اخیر حد مطلوب بهینگی کشور (C^*) مطابق رابطه ۱۸ به دست تعیین می‌گردد:

$$C^* = \bar{C} - 2S_c \quad (18)$$

درنهایت برای رتبه‌بندی استان‌ها از رابطه ۱۹ به دست می‌آید:

$$F_i = \frac{C_j}{C^*} \quad (19)$$

که در آن F_i رتبه مربوط به هر استان و C_j سرمشق بهینگی کشور و C^* حد بهینگی مطلوب کشور هستند. با استفاده از F_i به‌دست‌آمده از این روش می‌توان استان‌ها را بر اساس F_i صعودی رتبه‌بندی نمود. در نتیجه هر F_i به صفر نزدیک‌تر باشد، استان i از اولویت و برتری بیشتری برخوردار است.

که در آن i نوع شاخص، j نوع محصول، Y_{ij} مقدار محصول (تن) j در شاخص مورد بررسی i ، Y_i میانگین شاخص i ، S_i^2 واریانس شاخص i ، Z_{ij} مقادیر استاندارد شده.

پس از استاندارد کردن شاخص‌های مورد استفاده بر اساس رابطه ۷، جدول استاندارد شده‌ای به دست می‌آید. ماتریس رابطه ۱۰ عناصر استاندارد شده را نشان می‌دهد.

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \dots & Z_{1k} \\ Z_{21} & Z_{22} & \dots & Z_{2k} \\ & & \dots & \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \dots & Z_{nk} \end{bmatrix} \quad (10)$$

در این مطالعه از شاخص‌های مزیت فیزیکی تولید شامل شاخص‌های مزیت نسبی مقیاس، کارایی، جمعی و ضریب نوسان آن‌ها جهت اولویت‌بندی استان‌های کشور در تولید چغندر قند استفاده شده است.

۳- در مرحله سوم، ماتریس فواصل مرکب که عناصر آن D_{ab} (فاصله متغیرهای دو استان a و b است و به‌صورت رابطه ۱۱ محاسبه می‌گردد:

$$D_{ab} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{ai} - Z_{bi})^2} \quad (11)$$

بدیهی است که $D_{ab} = D_{ba}$ یعنی ماتریس فواصل، ماتریس متقارن است. در نتیجه عناصر قطر اصلی آن صفر است. ۴- در این مرحله کوچک‌ترین عدد در هر سطر از ماتریس به‌دست‌آمده مرحله قبل انتخاب گردید. بدین ترتیب ماتریسی تشکیل شده است که یک ستون آن بیانگر کم‌ترین تفاوت (فاصله) بین استان‌ها است.

۵- در مرحله پنجم با استفاده از ماتریس نهایی مرحله چهارم میانگین و انحراف معیار، ستون کم‌ترین تفاوت میان کالاها محاسبه می‌شود و سپس با توجه به آنها فاصله اعتماد $(\alpha-1)$ درصدی برای متغیر d_j ساخته می‌شود که در رابطه ۱۲ قابل مشاهده است.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^k d_j}{k} \quad (12)$$

تولید کاهش داشته است. بنا بر آمار وزارت جهاد کشاورزی اکثر محصولات زراعی و باغی طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۶ دچار خسارت و کاهش تولید بوده است. در بقیه دوره‌ها تولید چغندر قند دارای روندی تقریباً افزایشی ولی همراه با نوسان بوده است (Ministry of Agriculture-jahad 2019).

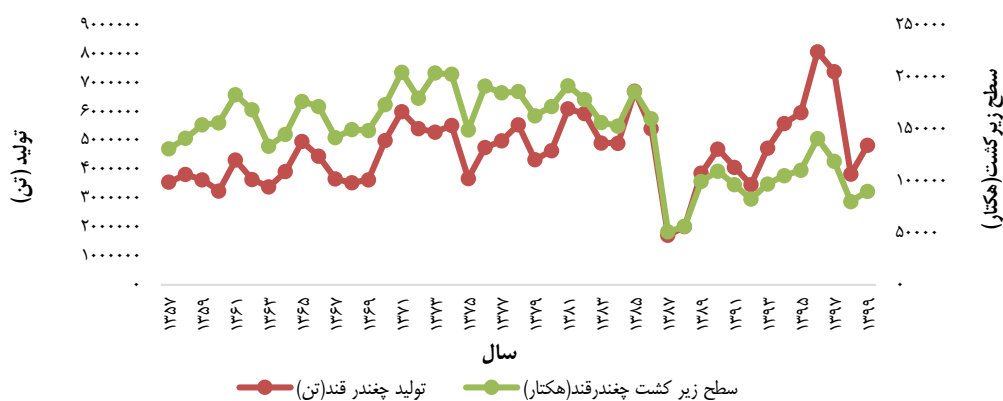
بررسی عملکرد چغندر قند طی دوره‌ی یادشده نشان می‌دهد عملکرد چغندر قند طی دوره مورد مطالعه همواره روندی افزایشی داشته است درحالی‌که متوسط نرخ رشد سطح زیر کشت، بسیار کمتر از متوسط نرخ رشد عملکرد بوده است و حتی در برخی دوره‌ها منفی نیز بوده است. عوامل مختلفی از جمله عدم وجود حمایت‌های یارانه‌ای و تعرفه‌ای، کاهش ظرفیت تولید کارخانه‌های قند داخل کشور (Tahamipour et al, 2013)، کاهش تعرفه واردات شکر در سال‌های اخیر با توجه به افزایش هزینه فرآوری شکر در کارخانه‌های داخلی به علت مستهلک بودن و افزایش قیمت حامل‌های انرژی آنها به دنبال اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها موجب نزولی شدن روند سطح زیر کشت چغندر قند در ایران بوده است؛ همچنین یکی دیگر از عوامل کاهش سطح زیر کشت و تولید چغندر قند را می‌توان افزایش سطح زیر کشت و تولید نیشکر دانست. نیشکر یکی از محصولات گروه صنعتی و جایگزین چغندر قند در صنایع فرآوری شکر می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۳ و ۴ مشاهده می‌شود درصد سهم تولید این دو محصول از کل تولیدات محصولات صنعتی طی سال‌های ۹۸-۱۳۵۷ برخلاف یکدیگر بوده است، به‌طوری‌که افزایش سهم یکی از آنان (چغندر قند یا نیشکر) باعث کاهش سهم محصول دیگر (نیشکر یا چغندر قند) و بالعکس نسبت به کل میزان تولید محصولات گروه صنعتی می‌شود.

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه شاخص‌های مزیت فیزیکی مورد استفاده در این پژوهش از اطلاعات موجود در بانک زراعت وزارت جهاد کشاورزی و آمارنامه‌های رسمی این سازمان برای سال‌های ۹۸-۱۳۶۲ به تفکیک هر استان برای محصول چغندر قند به‌دست آمده است. در مرحله بعد میانگین شاخص‌های مزیت فیزیکی تولید بر اساس رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ و ضریب نوسان شاخص‌های مربوط بر اساس رابطه ۷ برای هر استان جداگانه طی بازه زمانی ۹۸-۱۳۶۲ محاسبه گردیده است. در نهایت با استفاده از روش تاکسونومی عددی برای تمامی استان‌های مورد مطالعه جهت تهیه نقشه جامع چغندر قند اولویت‌بندی صورت گرفته است.

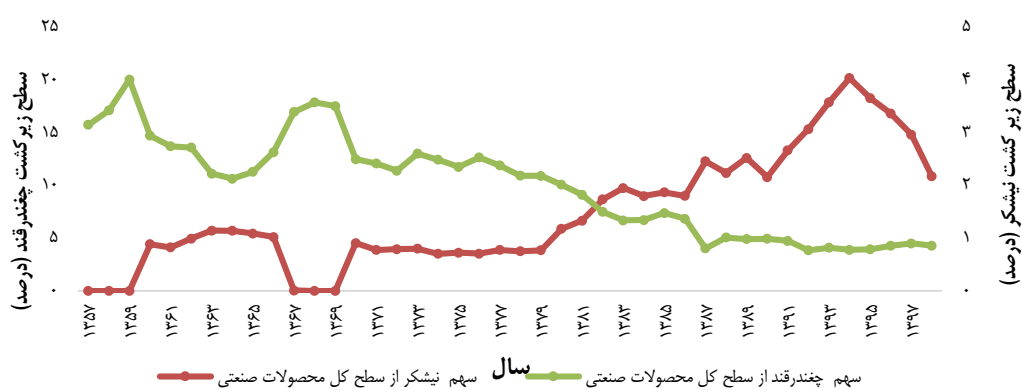
نتایج و بحث

در شکل ۲ روند ۴۱ ساله سطح زیر کشت و تولید چغندر قند طی سال‌های ۹۸-۱۳۵۷ نشان داده شده است. با بررسی سطح زیر کشت چغندر قند طی سال‌های مذکور ملاحظه می‌شود، متوسط سطح زیر کشت طی دوره‌ی ۴۱ ساله ۱۴۷ هزار هکتار بوده است. سطح زیر کشت چغندر قند از ۱۳۱ هزار هکتار در سال ۵۷ با نرخ رشد ۳۸- درصد به ۸۰ هزار هکتار در سال ۱۳۹۸ رسیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود سطح زیر کشت چغندر قند در ایران طی بازه زمانی مورد مطالعه روندی کاهشی داشته است، به‌طوری‌که سطح زیر کشت چغندر قند طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۸۸ به کمترین مقدار خود طی دوره‌ی ۴۱ ساله رسیده است.

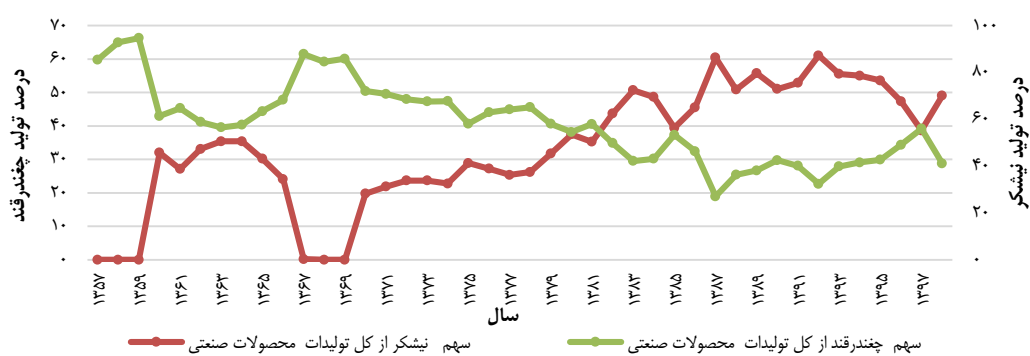
برخلاف روند سطح زیر کشت چغندر قند، چنانچه رشد تولید این محصول به چهار دوره‌ی ۱۰ سال تقسیم شود (دوره اول ۶۷-۱۳۵۸، دوره دوم ۷۷-۱۳۶۸، دوره سوم ۸۷-۱۳۷۸ و دوره چهارم ۹۹-۱۳۸۸) تنها در دوره سوم متوسط نرخ رشد



شکل ۲ روند سطح زیر کشت و تولید چغندر قند در ایران طی سال‌های ۱۳۵۷-۹۸



شکل ۳ درصد سهم چغندر قند و نیشکر از کل سطح زیر کشت گروه محصولات صنعتی در ایران طی سال‌های ۱۳۵۷-۹۸



شکل ۴ درصد سهم چغندر قند و نیشکر از کل تولیدات گروه محصولات صنعتی در ایران طی سال‌های ۱۳۵۷-۹۸

شاخص‌های مربوط آورده شده است. همان‌طور که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد، استان‌های خراسان جنوبی، خراسان رضوی و آذربایجان غربی دارای بالاترین میانگین مزیت مقیاس بودند.

در جدول ۱ و ۲ رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس بیشترین میزان میانگین مزیت‌های فیزیکی تولید شامل مزیت مقیاس، مزیت کارایی، مزیت جمعی و کمترین ضریب نوسان

اولویت بندی تاکسونومی نیز استان های مذکور دارای اولویت بالاتری نسبت به سایر استان ها می باشند. در مقابل، استان ایلام با میانگین شاخص جمعی ۰/۲۳ و ضریب نوسان ۰/۶۹ در رتبه آخر قرار گرفته است. حال پس از محاسبه شاخص های مزیت فیزیکی و رتبه بندی استان ها برای هر شاخص به طور جداگانه، به منظور جمع بندی و تهیه نقشه الگویی کاشت چغندر قند در ایران اقدام به اولویت بندی استان ها بر اساس تمامی شاخص های مزیت نسبی، کارایی و عملکرد شده است. همان طور که در شکل ۵ مشاهده می شود استان های خراسان جنوبی، آذربایجان غربی و خراسان رضوی به ترتیب با ضریب تاکسونومی ۰/۵۱، ۰/۵۳ و ۰/۶۵ دارای رتبه های اول تا سوم بر اساس اولویت بندی با تمامی شاخص ها می باشند. در مقابل نیز استان های کرمان، یزد و تهران به ترتیب در سه اولویت آخر کشت چغندر قند در کشور قرار گرفته اند؛ همچنین استان هایی که با رنگ سفید در نقشه مشاهده می شوند در طی دوره مورد مطالعه چغندر قند در این استان ها کشت نمی شده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

همان طور که قبلاً نیز بیان شده است در صورتی که شاخص مزیت مقیاس یا $SAI > 1$ باشد آنگاه درجه تمرکز آن محصول در ناحیه مورد نظر بزرگ تر از همان درجه در کل کشور است. نتایج محاسبه مزیت مقیاس نشان داد که استان های خراسان جنوبی، خراسان رضوی و آذربایجان غربی دارای بالاترین مزیت مقیاس بودند؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت سطح زیر کشت چغندر قند در این استان ها نسبت به سطح زیر کشت سایر محصولات زراعی آن استان و حتی سطح کشور بالاتر است و کشاورزان کشت چغندر قند را نسبت به سایر محصولات زراعی ترجیح می دهند. درجه تمرکز بزرگ تر از یک، عدم وجود کارایی و درجه تمرکز کمتر از یک وجود کارایی را در محصولات کشاورزی نشان می دهد.

بدین معنا که درجه تمرکز محصول چغندر قند در این استان ها بالا بوده و نسبت به سایر محصولات زراعی استان، سطح زیر کشت بیشتری را به خود اختصاص داده است. استان های ایلام، آذربایجان شرقی و گلستان نیز فاقد مزیت نسبی تولید چغندر قند در طی بازه زمانی مورد مطالعه ۹۸-۱۳۶۲ بوده اند که علت آن می تواند پایین بودن سطح زیر کشت چغندر قند نسبت به سایر محصولات زراعی در این استان ها باشد. استان های کرمانشاه، خراسان رضوی و سمنان نیز به ترتیب دارای کمترین ضریب نوسان مزیت مقیاس بوده اند؛ همان طور که قبلاً نیز بیان شده هرچه ضریب نوسان شاخص های مورد مطالعه کمتر باشد، نشان دهنده ثبات بیشتر شاخص مذکور در منطقه مورد مطالعه می باشد. استان های کردستان، ایلام و کرمانشاه دارای بالاترین میانگین مزیت کارایی بودند که حاکی از استفاده بهینه از نهاده های تولید در این استان ها است و استان های کرمان، تهران و اصفهان فاقد مزیت کارایی تولید چغندر قند در طی دوره مورد مطالعه بوده اند. ولی همان طور که مشاهده می شود استان ایلام دارای بالاترین ضریب نوسان شاخص مذکور می باشد که نشان دهنده عدم ثبات مزیت کارایی در این استان هست؛ ولی استان های اردبیل و لرستان دارای ضریب نوسان بسیار کمتری بوده و در اولویت بندی انجام شده نیز دارای ضریب تاکسونومی کمتر و دارای اولویت بالاتری به جهت مزیت کارایی تولید و نوسان آن نسبت به استان ایلام هستند.

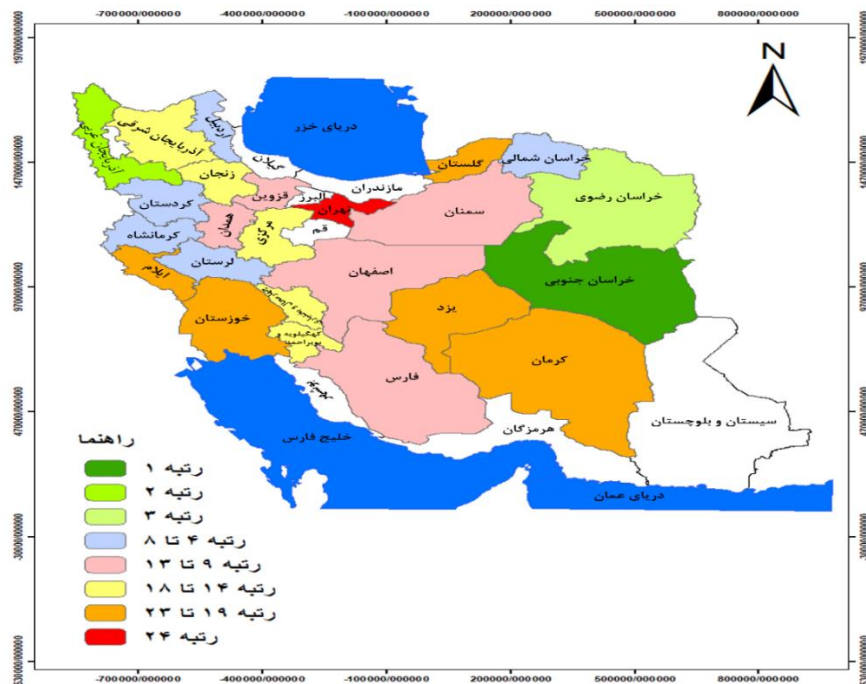
همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود استان های آذربایجان غربی، خراسان رضوی و اصفهان بر اساس شاخص جمعی که یک شاخص جامع مزیت نسبی بوده دارای بالاترین رتبه بوده است. البته این شاخص را می توان شاخص مزیت در تولید نیز نام نهاد، چراکه به راحتی می توان نشان داد که میانگین موزون EAI و SAI از حاصل ضرب عملکرد نسبی و سطح زیر کشت نسبی حاصل می شود و نتیجه این حاصل ضرب میزان تولید است (Pirasteh and Karimi 2017). بر اساس نتایج

جدول ۱ رتبه‌بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص مزیت مقیاس (SAI) و کارایی (EAI) در طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۲

رتبه	استان	میانگین SAI	ضریب نوسان SAI	ضریب تاکسونومی	استان	میانگین EAI	ضریب نوسان EAI	ضریب تاکسونومی
۱	خراسان جنوبی	۱۳/۰۱	۰/۴۴	۰/۳۲	کردستان	۲/۹۰	۰/۲۷	۰/۵۲
۲	خراسان رضوی	۳/۶۱	۰/۲۲	۰/۵۶	ایلام	۲/۵۴	۱/۲۹	۰/۸۲
۳	آذربایجان غربی	۲/۹۲	۰/۶۰	۰/۵۵	کرمانشاه	۲/۲۰	۰/۲۶	۰/۵۴
۴	سمنان	۲/۲۸	۰/۳۳	۰/۷۱	اردبیل	۱/۸۰	۰/۲۸	۰/۶۰
۵	اصفهان	۲/۰۲	۰/۵۲	۰/۶۹	لرستان	۱/۷۲	۰/۲۶	۰/۵۹
۶	قزوین	۱/۵۲	۰/۴۹	۰/۷۵	کهگیلویه و بویراحمد	۱/۷۱	۰/۳۲	۰/۶۶
۷	کرمانشاه	۱/۱۹	۰/۲۱	۰/۸۰	آذربایجان شرقی	۱/۶۷	۰/۳۷	۰/۷۰
۸	چهارمحال و بختیاری	۱/۱۸	۰/۴۳	۰/۷۵	زنجان	۱/۵۸	۰/۳۵	۰/۷۰
۹	کرمان	۱/۱۱	۰/۷۴	۰/۸۱	خراسان شمالی	۱/۵۴	۰/۱۹	۰/۵۲
۱۰	خراسان شمالی	۱/۰۲	۰/۳۱	۰/۶۹	آذربایجان غربی	۱/۴۲	۰/۱۱	۰/۴۰
۱۱	همدان	۰/۷۸	۰/۴۲	۰/۷۶	فارس	۱/۳۷	۰/۳۵	۰/۷۳
۱۲	لرستان	۰/۶۷	۰/۸۸	۰/۸۱	مرکزی	۱/۱۷	۰/۲۳	۰/۶۵
۱۳	تهران	۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۸۴	همدان	۱/۱۰	۰/۲۲	۰/۶۵
۱۴	یزد	۰/۵۶	۱/۰۴	۰/۸۴	گلستان	۰/۹۷	۰/۱۸	۰/۶۱
۱۵	فارس	۰/۴۸	۰/۹۹	۰/۷۲	خوزستان	۰/۹۰	۰/۶۹	۰/۹۲
۱۶	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۴۸	۰/۹۷	۰/۸۴	خراسان رضوی	۰/۸۶	۰/۱۳	۰/۵۷
۱۷	اردبیل	۰/۴۷	۰/۳۰	۰/۶۹	چهارمحال و بختیاری	۰/۸۴	۰/۳۰	۰/۷۸
۱۸	خوزستان	۰/۴۴	۰/۷۲	۰/۸۲	خراسان جنوبی	۰/۷۹	۰/۲۱	۰/۷۱
۱۹	مرکزی	۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۷۷	قزوین	۰/۷۰	۰/۲۵	۰/۷۷
۲۰	زنجان	۰/۲۵	۰/۸۶	۰/۸۶	سمنان	۰/۶۵	۰/۲۹	۰/۸۱
۲۱	کردستان	۰/۰۸	۰/۸۷	۰/۷۸	یزد	۰/۴۷	۰/۴۱	۰/۹۲
۲۲	ایلام	۰/۰۸	۰/۷۸	۰/۸۶	کرمان	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۹۷
۲۳	آذربایجان شرقی	۰/۰۷	۱/۲۵	۰/۸۴	تهران	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۹۶
۲۴	گلستان	۰/۰۷	۰/۹۵	۰/۸۸	اصفهان	۰/۳۷	۰/۱۷	۰/۷۵

جدول ۲ رتبه‌بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص مزیت جمعی در طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۲

رتبه	استان	میانگین AAI	ضریب نوسان AAI	ضریب تاکسونومی
۱	آذربایجان غربی	۳/۱۴	۰/۱۰	۰/۴۴
۲	خراسان رضوی	۱/۹۳	۰/۲۲	۰/۴۷
۳	اصفهان	۱/۷۴	۰/۲۳	۰/۵۳
۴	کردستان	۱/۵۹	۰/۶۳	۰/۵۹
۵	خراسان شمالی	۱/۲۳	۰/۱۶	۰/۶۱
۶	خراسان جنوبی	۱/۱۹	۰/۲۵	۰/۵۱
۷	همدان	۱/۰۱	۰/۲۵	۰/۷۳
۸	مرکزی	۱/۰۰	۰/۲۳	۰/۸۹
۹	قزوین	۰/۹۵	۰/۳۴	۰/۷۱
۱۰	لرستان	۰/۹۰	۰/۳۱	۰/۷۵
۱۱	کرمانشاه	۰/۸۹	۰/۱۳	۰/۷۴
۱۲	گلستان	۰/۸۲	۰/۴۸	۰/۸۴
۱۳	اردبیل	۰/۷۵	۰/۱۸	۰/۸۶
۱۴	سمنان	۰/۷۱	۰/۲۲	۰/۷۶
۱۵	چهارمحال و بختیاری	۰/۶۶	۰/۲۳	۰/۸۱
۱۶	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۷۳
۱۷	فارس	۰/۵۹	۰/۲۳	۰/۸۷
۱۸	زنجان	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۷۹
۱۹	آذربایجان شرقی	۰/۴۵	۰/۵۹	۰/۸۷
۲۰	یزد	۰/۴۳	۰/۳۸	۰/۸۴
۲۱	تهران	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۸۸
۲۲	کرمان	۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۷۵
۲۳	خوزستان	۰/۳۹	۰/۵۲	۰/۷۹
۲۴	ایلام	۰/۲۳	۰/۶۹	۰/۸۵



شکل ۵. رتبه‌بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص‌های مزیت فیزیکی و ضریب نوسان آن‌ها در طی دوره مطالعه ۹۸-۱۳۶۲

برای تعیین مزیت باشد. استان‌های ایلام، آذربایجان شرقی و گلستان دارای کمترین میزان میانگین شاخص مقیاس (که دلیل آن پایین بودن سوددهی و یا محدودیت‌های طبیعی و یا شرایط دیگر هست) می‌باشند که نشان می‌دهد کشاورزان در استان‌های مذکور میزان کمتری از سطح زیر کشت خود را به کشت چغندر قند نسبت به سایر محصولات زراعی اختصاص می‌دهند.

بررسی شاخص مزیت کارایی نیز نشان داد که بالاترین میزان میانگین کارایی مربوط به استان‌های کردستان، ایلام و کرمانشاه می‌باشد و استان‌های فارس، مرکزی و همدان دارای مزیت کارایی پایین‌تری نسبت به سایر استان‌ها داشتند؛ به عبارتی متوسط عملکرد تولید چغندر قند نسبت به عملکرد سایر محصولات زراعی در این استان‌ها کمتر است که این نتایج با نتایج پژوهش تهامی پور و همکاران (Tahamipour et al. 2013) که طی دوره‌ی زمانی ۸۶-۱۳۷۹ انجام شده است، هم‌راستا می‌باشد. همچنین استان‌های کرمان، تهران و اصفهان دارای کمترین شاخص مزیت کارایی بوده به‌گونه‌ای که در این استان‌ها، تولید محصول چغندر قند نسبت به سایر محصولات زراعی کارایی لازم را ندارند و افزایش سطح زیر کشت سایر

با توجه به نتایج، استان‌های خراسان جنوبی، آذربایجان غربی و خراسان رضوی دارای $SAI > 1$ می‌باشند که در این راستا نتایج شاکری و همکاران (Shakeri et al. 2019) طی دوره زمانی ۹۴-۱۳۸۴ نیز نشان داد فقط دو استان خراسان شمالی و خراسان جنوبی از رشد مثبت بهره‌وری برای محصول چغندر قند برخوردار بوده‌اند که نیازمند توجه ویژه و حفظ سطح زیر کشت موجود در این استان‌ها می‌باشد. استان‌های خراسان جنوبی، خراسان رضوی و آذربایجان غربی به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم به لحاظ بالاترین میانگین شاخص مزیت مقیاس را دارا می‌باشند، اگرچه با توجه به شاخص کارایی به ترتیب در رتبه‌های ۱۰، ۱۸ و ۱۶ قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده پایین بودن کارایی تولید در این محصول می‌باشند. هرچند افزایش سطح زیر کشت بدون توجه به کارایی همواره مشکل‌ساز است، اما در مورد استان‌هایی که بالقوه دارای مزیت برای تولید چغندر قند می‌باشند افزایش سطح زیر کشت می‌تواند با بهبود مزیت کارایی همراه باشد؛ بنابراین سیاست یکپارچه‌سازی می‌تواند منجر به بهبود مزیت کارایی و در نهایت افزایش مزیت تولید چغندر قند را به دنبال داشته باشد. از طرفی چنانچه درجه تمرکز به کمک عوامل اقتصادی تعیین شده باشد، آنگاه مقیاس می‌تواند یک شاخص مناسب‌تری

محصولات زراعی به صرفه‌تر بوده و می‌تواند عملکرد بهتری داشته باشد. همچنین استان‌هایی مانند تهران و یزد همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود با توجه به اولویت‌بندی تمامی شاخص‌ها و رتبه‌بندی شاخص AAI و EAI دارای کمترین مزیت برای تولید چغندر قند دارا می‌باشند.

در پایان با توجه به هزینه فرصت کاشت محصول و بحران‌های مختلف نظیر تغییرات اقلیمی، محدودیت منابع تولید مخصوصاً کمبود آب و غیره که در بخش کشاورزی جهان و به‌طور خاص ایران به وجود آمده است، توصیه می‌شود که حمایت‌های دولتی به‌صورت هدفمند از محصول چغندر قند و استان‌هایی صورت پذیرد که از مزیت بالاتری برخوردار هستند، از این‌رو پیشنهاد می‌گردد استان‌های خراسان جنوبی، خراسان رضوی و آذربایجان غربی که دارای بالاترین میانگین مزیت مقیاس می‌باشند با حفظ سطح زیرکشت، به سیاست استفاده از ارقام اصلاح‌شده (در راستای افزایش کارایی، بیشتر از سایر مناطق کشور) توجه گردد. با در نظر گرفتن شرایط منحصربه‌فرد اقلیمی کشور همان‌طور که قبلاً نیز بیان شده است امکان کشت چغندر قند در کشور به دو صورت بهاره و پاییزه امکان‌پذیر

می‌باشد، لذا بر اساس مطالعات انجام‌شده توسط مؤسسه تحقیقات چغندر قند و نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد که معرفی پهنه‌های جدید تولید چغندر قند پاییزه، برای استان‌های فارس و کرمان که دارای مزیت کارایی پایینی می‌باشند، ضروری به نظر می‌رسد. از طرفی با توجه به بالا بودن مزیت کارایی در استان‌های ایلام و کرمانشاه به نظر می‌رسد با تغییر تولید چغندر قند از کشت بهاره به پاییزه و اجرای برنامه‌های به‌نژادی و تهیه ارقام مقاوم‌تر به ساقه‌روی و استفاده از آنها جهت توسعه کشت پاییزه چغندر قند در این مناطق می‌تواند منجر به افزایش تولید و عملکرد کل را به دنبال داشته باشد که این سیاست منجر به شکل‌گیری توسعه کشت و تولید محصولات در جهت استفاده بهینه منابع و عوامل تولید به کار گرفته‌شده و بازاری با توان رقابت‌پذیری با بازارهای جهانی گردد.

تشکر و قدردانی

مقاله با حمایت مالی حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه زابل بر اساس پژوهانه شماره (IR.UOZ. GR. 6707) انجام شده است که نویسندگان مقاله از این معاونت تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده:

References:

- abedi S, paykani G, hosseini S. Determining comparative advantages of corn in an optimal cultivation pattern in Khuzestan. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, 2009; 39(1): 85- 97. (in Persian, abstract in English)
- Abedi S. An investigation of comparative advantage of agricultural production based on biotechnology (Case study: wheat and corn in Fars province). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. 2015; 47(3): 569-79. (in Persian, abstract in English)
- Ahangari S, Mojaverian S, Hosseini Yekani S. Prioritization the factors affecting the success of a commodity in agricultural ring of Iran Mercantile exchange. Journal of Agricultural Economics and Development. 2017; 31(1): 27-35. (in Persian, abstract in English)
- Akhtar N, Zakir N, Ghani E. Changing revealed comparative advantage: a case study of footwear industry of Pakistan. The Pakistan Development Review. 2008: 695-709.

- Amir nejad H, Rafiee H. Investigation physical comparative advantage indices of irrigated crops and how aggregated index of comparative advantage get affected by its components in Mazandaran province. *Agricultural Economics and Development*. 2010; 18(71):23-46. (in Persian, abstract in English)
- Arora G, Feng H, Anderson CJ, Hennessy DA. Evidence of climate change impacts on crop comparative advantage and land use. *Agricultural Economics*. 2020; 51(2):221-36.
- Azizy J, Yazdani S. Determination of the comparative advantage of major products of Iranian gardening. *Agricultural Economics and Development*, 2004;12(46): 159-181. (in Persian, abstract in English)
- Bayzidnejad D, Khodaverdizadeh M, Hashemi Bonab S. Comparative Advantage of Production and Measuring the Competitiveness of Major Crops of Urmia County by the Policy Analysis Matrix (PAM). *International Journal of Agricultural Management and Development*. 2021;11(1):35-47.
- Brewer P. International market selection: developing a model from Australian case studies. *International Business Review*. 2001; 10(2):155-74. (in Persian, abstract in English)
- Chizari AH, Sharzeh Zadeh GA, Keramat A. Determining the economic value of water with an ideal planning approach (Case study: Barzoo Shirvan Dam). *Economic Research*, 2005; 40 (4):39-66. (in Persian, abstract in English)
- Hatef H, Sarvary A, Daneshvar Kakhki M. Determining of crop optimal pattern the main crops of cultivated of Khorasan Razavi province based of production comparative advantage. *Agricultural Economics Research*, 2016; 8(31): 167-192. (in Persian, abstract in English)
- Hosseini SS, Kavoosi M, Dorijani A. Study of comparative advantage and target markets for agricultural exports of east Azarbayjan province. *Agricultural Economics Research*. 2018; 9(36):39-66. (in Persian, abstract in English)
- Lee J. Comparative advantage in manufacturing as American determination of industrialization: The Korean case, *World Development*, 1995; 23: 1195-1214.
- Mahmoodi A, Alibeygi A, Pirmoradi A. Zoning the relative advantage of whate in the counties of Fars province and the factors affecting it. *Agricultural Economics and Development*. 2017; 24(96): 57-76. (in Persian, Abstract in English)
- Mirbagheri SS, Rafiee H, Akbarpour H. Ranking Production Areas of Irrigated and Rainfed Wheat in Iran Based on Production Advantage Indexes. *Agricultural Economics and Development*. 2019; 27(105):91-118. (in Persian, abstract in English)
- Mohammad Rezaei R, Shahbazy H, Kavoosi Kalashmi M, Khodaverdizadeh M. Stability evaluation of export and production comparative advantage indices of Iran's dates. *Journal of Agricultural Knowledge*, 2011; 19(2): 165. (in Persian, abstract in English)
- Mohammadi D. Determination of comparative advantages and problems of oilseed crops in the Fars province. *Journal of Agricultural Economics and Development*. 2004;12(47):125-71. (in Persian, abstract in English)
- Mohammadi H, Boostani F. Study of comparative advantage in production of agricultural crops in Fars province and Marvdasht Township. *Agricultural Economics Research*. 2009; 1(2): 61-76. (in Persian, abstract in English)

- Mohammadi Y, Shalalvand M, Rezapour K. Determining an optimal agronomic cropping pattern in productive units by analyzing the regional and national comparative advantages. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*. 2018; 49(4):719-34. (in Persian, abstract in English)
- Peymaneh News Magazine of Iran's Economics. 2011. <http://peymaneh.ir/fa/pages/?cid=36819>. (in Persian, abstract in English)
- Pirasteh H, Karimi F. Investigation of comparative advantages of crops in Isfahan province. *Agricultural Economics and Development*. 2017; 14 (53): 39-68. (in Persian, abstract in English)
- Quddus MA, Usman M. Comparative advantage of major crops production in Punjab: an application of policy analysis matrix. *The Lahore Journal of Economics*. 2011; 16(1):93-94.
- Rafati M, Najafi B. Forecasting the production indexes of sugar beet in Iran. *Agricultural Economics and Development*. 2018; 23(92):193-216. (in Persian, abstract in English)
- Rafiee H, Peykani Machiani G, Daneshvar Ameri Z. Competitiveness of main crops in Mazandaran province, application of mathematical programming model. *Agricultural Economics Research*. 2011; 3(9): 89-108. (in Persian, abstract in English)
- Runganga R, Mhaka S. Impact of agricultural production on economic growth in Zimbabwe. University of Cape Town, Nelson Mandela University; 2021. p. 1-21.
- Sarookhani B, Tavakoli Vala Zh, Rostamzadeh A. Numerical taxonomy and its application in social research. *Historical sociology*. 2012; 4(1): 171-194. (in Persian, abstract in English)
- Shahnoushi N, Dehghanian S, Ghorbani M, Azarinfar Y. Analysis of comparative advantage of cereals in Khorasan province. *Quarterly Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 2007; 14 (4): 1. (in Persian, abstract in English)
- Shakeri Bostan Abad R, Salimodlu E, Rafiee H. Determination of sugar beet production pattern provinces based on efficiency and productivity criteria. *Journal of Sugar Beet*, 2018; 34(1): 111-119. (in Persian, abstract in English)
- Tahami Pour M, Saleh I, Nemati M. Measuring and decomposing total productivity growth of sugar beet production factors in Iran. *Journal of Sugar Beet*. 2013; 29(1): 127-113.
- Tusi M, Ardestani M. A Study on industrial crop production comparative advantage. *Agricultural Economics and Development*. 2009; 17(67):135-54. (in Persian, abstract in English)
- Van der Eng P. Productivity and comparative advantage in rice agriculture in South- East Asia since 1870. *Asian Economic Journal*. 2004; 18(4): 345- 370.
- Wu Q, Yang J, editors. Comparative advantage analysis of production of jasmine tea in China. *Journal of Physics: Conference Series*; 2021: IOP Publishing.
- Yagoub Elryah D. Back to the agriculture-the development of the comparative advantage of Sudan's commodities. *Journal of Finance and Economics*. 2015;3(1):1-5.



ارزیابی بازار شکر از منظر نوسانات قیمت و پیامدهای آن در سطح جهان Evaluation of sugar market in terms of price fluctuations and its global consequences

پرویز فصاحت^{۱*} و مژده کاکوئی نژاد^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۳

DOI:10.22092/jsb.2021.353676.1266

چکیده

تحولات اخیر اعم از تغییرات شرایط جوی به‌ویژه گرمایش کره زمین و از سوی دیگر چالش‌های بسیاری که بازار کالا طی ادوار گذشته با آن مواجه شده است، نگرانی‌هایی را در سطح جهان از دیدگاه امنیت غذایی و تأمین انرژی جامعه بشری ایجاد کرده است. این تهدیدها و نگرانی‌ها موجب شد تا بار دیگر صنعت کشاورزی در کانون توجهات اقشار علمی و سیاسی کشورهای مختلف قرار گیرد. شکر در زمره مهم‌ترین محصولات بخش کشاورزی می‌باشد که مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. بازار شکر از آرامش پایدار و متعارفی برخوردار نبوده و چالش‌ها و ناآرامی‌های بسیاری را در پی داشته و در حال حاضر نیز این چالش‌ها ادامه دارد. عوامل مختلفی نظیر ترکیب غیرمعمول بازارهای آزاد و کنترل‌شده، توافق‌نامه‌های ویژه تجاری و ناپایداری در قیمت‌ها، تجارت این محصول را از سایر کالاهای کشاورزی متمایز ساخته است. شکر یکی از بی‌ثبات‌ترین کالاهای کشاورزی در طول تاریخ بوده است که تثبیت بازار و مقابله با بی‌ثباتی آن برای دست اندرکاران بازار و سیاستگذاران کشورها یک چالش جدی محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر، تجزیه و تحلیل ویژگی‌های بازار شکر و پیش‌بینی‌های میان‌مدت برای بازارهای جهانی طی بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۸ مدنظر قرار گرفت. طی این بررسی قیمت، تولید، مصرف و معاملات تجاری چغندر قند، نیشکر، شکر و شربت ذرت مورد بحث قرار گرفته است. در پایان نیز مخاطرات و ابهام‌های مهم تأثیرگذار بر بازارهای جهانی شکر در طول ده سال آینده بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: بازار شکر، چغندر قند، ناپایداری قیمت

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. * - نویسنده مسئول: p.fasahat@areeo.ac.ir
مقاله برگرفته از گزارش چشم‌انداز OECD برای تولید شکر در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۸ می‌باشد.



مقدمه

شکر محصولی است که کم و بیش در اقصی نقاط کره زمین مصرف می‌شود. چغندر قند و نیشکر دو منبع اصلی تولید شکر هستند که قابلیت تولید ماده خام آن را در طیف گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی دارند. به‌طور ویژه چغندر قند با مناطق معتدل و نیشکر با مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری سازگار می‌باشد. نیشکر نزدیک به ۷۰ درصد از مجموع تولید شکر خام را به خود اختصاص داده است (Fasahat et al. 2018; FAO 2020). تجارت شکر از یک ویژگی منطقه‌ای قوی برخوردار است. برزیل، هند، اتحادیه اروپا، تایلند و چین در زمره بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده شکر قرار دارند. از مجموع معاملات شکر، ۴۰ درصد با قیمت‌های بازار جهانی انجام می‌شود و مابقی آن با توافقنامه‌های تجارت ترجیحی و منطقه‌ای که غالباً به‌صورت یارانه‌ها و قراردادهای بلندمدت هستند، صورت می‌پذیرد (Pop et al. 2013). میزان انقباض در تولید شکر بیشتر به دلیل وقوع شرایط نامساعد آب و هوایی است که بر عملکرد کشورهای عمده تولیدکننده شکر مانند هند، تایلند و اتحادیه اروپا تأثیر منفی گذاشته است. طی دو سال گذشته، هند از برزیل که به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده شکر در جهان شناخته می‌شد، پیشی گرفته است (FAO 2020). چین علی‌رغم افزایش تولید داخلی، همچنان واردکننده عمده شکر می‌باشد. اگرچه افزایش تقاضا در سال‌های اخیر به دلیل کاهش نرخ رشد جمعیت جهان و نیز از طرفی افزایش نگرانی در مورد اثرات احتمالی مصرف بیش از حد شکر بر سلامتی پائین آمده است، اما مصرف شکر در بسیاری از کشورهای در حال توسعه که سرانه مصرف نسبتاً کم است، همچنان روند فزاینده دارد. ظهور بیماری ناشی از ویروس کرونا (Covid-19) که از سال ۲۰۲۰ آغاز شد، تأثیر شدیدی را بر تقاضای شکر به همراه داشت. مصرف غذا و نوشیدنی در خارج از

خانه به دلیل ضرورت رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی برای کاهش شیوع ویروس، به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. انتظار می‌رود قیمت شکر خام و سفید طی بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۸ به معنای واقعی دلار ثابت باقی بماند، این در حالی است که از نظر اسمی پیش‌بینی می‌شود قیمت‌ها اندکی (بیش از دو درصد قیمت توافقی) افزایش یابند. این امر، نتیجه پیش‌بینی دقیق‌تر توازن برای بازار جهانی (عرضه نزدیک به تقاضا) نسبت به دهه گذشته است. همچنین، انتظار می‌رود پرداختی پائین شکر سفید (تفاوت بین قیمت شکر خام و سفید) به میزان ۷۰ دلار به ازای هر تن در طول دوره پایه (۲۰۱۷-۲۰۱۹) کمی افزایش یافته و به ۸۳ دلار به ازای هر تن در سال ۱۴۰۸ (۲۰۲۹ میلادی) برسد. با فرض شرایط آب و هوایی معمول، پیش‌بینی می‌شود تولید نیشکر و چغندر قند در نتیجه سودآوری در مقایسه با محصولات رقیب و با سیاست‌هایی که از تولید اتانول بر پایه محصولات قندی یا شکر پشتیبانی می‌کنند، همچنان گسترش یابد. نیشکر که عمدتاً در کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری نظیر آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین و کارائیب کشت می‌شود، گیاه غالب قندی باقی خواهد ماند. پیش‌بینی می‌شود نیشکر در مقایسه با چغندر قند، رشد بیشتری به لحاظ عملکرد داشته باشد؛ در حالی که بر اساس شواهد، مناطق کشت هر دو محصول به یک میزان گسترش خواهد یافت. بررسی‌های انجام‌شده حاکی از آن است که طی ده سال آینده تولید جهانی شکر به میزان ۱۵ درصد افزایش یابد و از ۱۷۶ میلیون تن در دوره پایه به ۲۰۳ میلیون تن در سال ۲۰۲۸ برسد که از این میزان، کشورهای در حال توسعه سهمی معادل ۹۶ درصد را در افزایش تولید بر عهده خواهند داشت. از سوی دیگر در آینده نزدیک، رقابت برای تولید سوخت اتانول از نیشکر نسبت به تولید شکر خوراکی افزایش خواهد یافت؛ زیرا برنامه رنووئو

مختلف، شروع به وضع این مالیات‌ها کرده‌اند. مکزیک اولین کشوری بود که در سال ۲۰۱۴ اقدام به وضع قانون مالیاتی نمود. برای خنثی کردن تأثیر این مالیات‌ها، برخی از شرکت‌های چندملیتی موفق به کاهش وسعت بخش‌های خود، کاهش میزان شیرین‌کننده‌های کالری‌زا و یا جایگزینی میزان شکر مصرفی با معادل شیرین‌کننده مصنوعی (که طعم شیرین‌تر اما کالری کمتری نسبت به شکر دارد) شده‌اند. پیش‌بینی می‌شود که کاهش مصرف شکر در کشورهای توسعه‌یافته از قبیل کانادا، اتحادیه اروپا و انگلیس شدیدتر باشد. برای آمریکا روند معکوسی مورد انتظار است به گونه‌ای که سهم شکر در سرانه مصرف شیرین‌کننده کالری‌زا افزایش یافته و از ۶۲ درصد در دوره پایه به ۶۴/۵ درصد در سال ۲۰۲۸ می‌رسد، حتی اگر مصرف شیرین‌کننده‌ها به خودی خود پایدار بماند، این عقیده که شربت ذرت با فروکتوز بالا نسبت به شکر برای سلامتی مضرت‌تر است، همچنان مورد بحث می‌باشد. در روسیه عکس این موضوع صادق است و پیش‌بینی می‌شود که تقاضا برای شکر با توجه به مصرف بالای نوشیدنی‌های غیرالکلی ادامه یابد. بحث در مورد وضع احتمالی مالیات بر شکر هنوز به قوت خود باقی است، اما انتظار می‌رود شکر به عنوان منبع ارزان کالری باقی بماند و از طرفی چنین ذهنیتی وجود ندارد که عادات مصرف‌کننده تغییر کند.

پیش‌بینی‌های انجام‌شده در این گزارش بر پایه چندین فرضیه شامل روند بهره‌وری، شرایط اقتصاد کلان و سیاست‌های ملی برای بخش شکر صورت پذیرفته است. در کوتاه‌مدت، وقوع بیماری ناشی از ویروس کرونا بزرگ‌ترین منبع عدم اطمینان است که بر اقتصاد کلان، مصرف و تجارت تأثیر می‌گذارد. با این حال، این بیماری توانست بر تولید شکر در سیستم کشورهای هند و تایلند تأثیر گذارد. علاوه بر همه‌گیری بیماری فوق، منبع اصلی عدم اطمینان برای چشم‌انداز تولید، نحوه تخصیص نیشکر بین

(Renovabio) برزیل (مصوب دسامبر ۲۰۱۷) از تولید اتانول در طی یک دهه آینده حمایت خواهد کرد. بر اساس پیش‌بینی‌ها انتظار می‌رود برزیل موقعیت خود را به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده شکر در جهان حفظ کند و تا سال ۲۰۲۸ حدود ۱۸ درصد از تولید شکر جهان را به خود اختصاص دهد. به طور واضح و در مقایسه با دوره پایه، تغییرات عمده‌ای در تولید جهانی از سوی کشورهای هند (بیش از ۴/۶ میلیون تن)، تایلند (بیش از ۲/۸ میلیون تن)، چین (بیش از ۱/۴ میلیون تن) و برزیل (بیش از ۷ میلیون تن) پیش‌بینی شده است.

با توسعه پایدار از دیدگاه اقتصادی و رشد متوسط جمعیت، تقاضای شکر در آسیا افزایش یافته است. بر پایه پیش‌بینی‌های صورت پذیرفته تا سال ۲۰۲۸ کشورهای آسیایی مصرف‌کننده بیش از نیمی از مصرف جهانی شکر خواهند بود. مسلماً، آفریقا افزایش جمعیتی مشابه آسیا را تجربه خواهد کرد، اما افزایش مصرف شکر آن به مراتب کمتر از آسیا برآورد شده است. انتظار افزایش میزان مصرف شیرین‌کننده‌های عمده جایگزین چغندر قند و نیشکر، شربت ذرت با فروکتوز بالا به بیش از ۱/۹ میلیون تن وجود دارد و حتی پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۸ این میزان به ۱۵ میلیون تن برسد که علت اصلی آن افزایش تقاضا در چین است. مصرف بالای شکر در چندین کشور توسعه‌یافته و برخی از کشورهای در حال توسعه مانند برزیل، مصر، مکزیک، پاراگوئه، آفریقای جنوبی و ترکیه نگرانی‌هایی را در حوزه سلامت جامعه برانگیخته است که این امر منجر به اقدامات سیاستی مانند وضع مالیات بر شیرین‌کننده‌های کالری‌زا شده است. این گونه مالیات‌ها زمانی مؤثر واقع می‌شود که بخشی از یک چارچوب گسترده استراتژی بهداشت عمومی (شامل سیاست‌هایی برای ارتقاء رژیم‌های غذایی متعادل و فعالیت بدنی) باشد. در برخی از کشورها از جمله کشورهای آسیایی طی چند سال اخیر دولت‌های

سریع اتفاق می‌افتد. به‌طور کلی، این اصلاحات به مالیات شکر بر روی نوشیدنی‌های شیرین شده با شکر اشاره دارد که هدف آنها مبارزه با چاقی و سایر موارد مرتبط با سلامتی است.

پیش‌بینی تولید شکر

بر اساس پیش‌بینی‌ها، کشت محصولات قندی با توجه به مزیت خاص آنها که باعث می‌شود کارخانه‌های شکر بسته به سودآوری از تولید شکر به تولید اتانول تغییر فعالیت دهند، در بسیاری از مناطق جهان گسترش یابد.

در طول دوره چشم‌انداز، افزایش تولید نیشکر از طریق افزایش عملکرد و گسترش سطح زیرکشت پیش‌بینی می‌شود؛ حال آنکه برای چغندر قند افزایش تولید، بیشتر از طریق افزایش عملکرد خواهد بود. همچنین پیش‌بینی می‌شود که تولید نیشکر، به‌عنوان گیاه اصلی تولیدکننده شکر، سالانه ۱/۱ درصد رشد داشته باشد که کمی بالاتر از دهه گذشته است و سهم برزیل، هند و تایلند از تغییر در حجم تولید جهانی به ۷۴ درصد برسد. چشم‌اندازها نسبت به چغندر قند با رشد تولید نسبتاً کمتر (رشد ۰/۷ درصدی سالانه) نسبت به دهه گذشته (۲/۱ سالانه) پیش‌بینی شده است؛ هرچند توسعه در برخی از کشورها شامل مصر (بالای ۶/۹ میلیون تن)، اکراین (بالای ۳/۳ میلیون تن)، ترکیه (بالای ۲/۹ میلیون تن) و چین (برابر ۲/۹ میلیون تن) انتظار می‌رود. با این حال، در اتحادیه اروپا، ممنوعیت استفاده از برخی حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئید که از تاریخ ۱۶ ژانویه ۲۰۱۹ به مرحله اجرا رسید و تا زمانی که شیوه‌های زراعی قابل قبول اعمال شود و از بذره‌های مقاوم به آفات استفاده شود، منجر به کاهش عملکرد چغندر قند برای چند سال خواهد شد. در روسیه، یک استراتژی ملی قوی برای خودکفایی طی چند سال گذشته پایه‌ریزی شد که منجر به تولید مازاد گسترده در سال ۲۰۱۹ شد،

تولید اتانول و شکر در برزیل است. نوسانات قیمت نفت خام و برنامه اتانول رنووئو می‌توانند با تغییر در میزان صادرات از برزیل، تأثیرات قابل توجهی در بازار بین‌المللی شکر داشته باشند. با توجه به اینکه هند نیز یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان شکر در جهان به شمار می‌رود و از آنجایی که تولید شکر در این کشور با نوسانات مکرری در تولید روبرو می‌شود لذا این امر می‌تواند بر بازار بین‌المللی تأثیرگذار باشد. از سوی دیگر هند و تایلند پروژه‌هایی در خصوص تولید اتانول زیستی برنامه‌ریزی کرده‌اند که در صورت تحقق آنها، می‌توانند نیشکر مورد نیاز برای تولید شکر را کاهش داده و بازارها را نیز به شدت تحت تأثیر قرار دهند. نگرانی‌های شدید در مورد مسائل بهداشتی مرتبط با مصرف بیش از حد شیرین‌کننده‌های پرکالری نیز منبع عدم اطمینان دیگری است، زیرا می‌تواند رشد تقاضا را به سطوح پایین‌تر از این چشم‌انداز کاهش دهد.

نوسانات قیمت شکر

انتظار می‌رود که کاهش سیاست‌های حمایتی که عامل نابسامانی تجارت شکر در برخی از بازارهای مهم است، منجر به تغییرات قیمت از سالی به سال دیگر شود. تغییرات اخیر سیاست در سمت عرضه شامل حذف سیستم سهمیه شکر در اتحادیه اروپا در نوامبر سال ۲۰۱۷ (Fasahat 2016) و حذف سهمیه تولید و حمایت از قیمت در تایلند در ابتدای سال ۲۰۱۸ است. توافق‌نامه از سرگیری تجارت شکر بین آمریکا و مکزیک که در سال ۲۰۱۷ امضا شد، ثبات خاصی را در بازار باعث شده است. با این وجود، برنامه‌های حمایتی که صادرات شکر (به‌عنوان مثال هند و پاکستان) را تشویق می‌کنند، می‌تواند اثرات منفی قابل توجهی بر قیمت‌ها بگذارد. به نظر می‌رسد اصلاحات در سمت تقاضا تأثیر کمتری بر قیمت دارد زیرا تغییرات در رفتار مصرف‌کننده به ندرت

چشم‌انداز مصرف شکر

پیش‌بینی می‌شود که مصرف جهانی شکر با رشدی معادل ۱/۴ درصد در سال، در سال ۲۰۲۸ به ۱۹۹ میلیون تن برسد. این امر تحت تأثیر رشد جمعیت و درآمد خواهد بود. در دوره چشم‌انداز، میانگین جهانی سرانه مصرف از ۲۲/۵ کیلوگرم به ۲۳/۵ کیلوگرم به ازای هر نفر افزایش خواهد یافت؛ اگرچه تغییرات قابل توجهی بین مناطق و کشورها وجود خواهد داشت. انتظار می‌رود افزایش مصرف جهانی شکر طی ده سال آینده به‌طور عمده در کشورهای در حال توسعه اتفاق افتد، به‌گونه‌ای که بیشترین سهم تقاضای اضافی در آسیا (۶۸ درصد) و آفریقا (۳۰ درصد) باشد. چشم‌انداز افزایش تقاضا برای محصولات فرآوری شده مانند شیرینی‌های غنی از شکر و نوشیدنی‌های شیرین در مناطق شهری کشورهای آسیایی و آفریقایی زیاد می‌باشد، البته میزان مصرف آن در مقایسه با سایر مناطق کم است. در مقابل برای آمریکای لاتین حتی با وجود اینکه در حال حاضر مصرف آن بالا می‌باشد، میزان رشد پایینی پیش‌بینی شده است. در بین کشورهای آسیایی هند و به دنبال آن اندونزی، چین و پاکستان بیشترین افزایش مصرف شکر را تجربه خواهند کرد. مصرف سرانه در چین و کشورهای کمتر توسعه‌یافته آسیایی بسیار کمتر (کمتر از ۱۳ کیلوگرم در سال در طول دوره پایه) است؛ نرخ رشد سالانه در این کشورها در مقایسه با دهه گذشته تغییر چندانی نخواهد کرد، زیرا ذائقه افراد به آهستگی تغییر می‌کند. در آفریقا بیشترین افزایش مصرف کل برای مصر و چندین کشور جنوب صحرای آفریقا پیش‌بینی شده است. سرانه مصرف در کشورهای کمتر توسعه‌یافته جنوب صحرای آفریقا شامل اتیوپی و نیجریه کمتر از ۱۴ کیلوگرم در سال باقی خواهد ماند. واردات شکر در جهان نسبت به صادرات آن دارای نوسان بیشتری است. بر اساس پیش‌بینی‌های چشم‌انداز، آسیا و آفریقا بیشترین رشد

اما هزینه‌های تولید، بالا باقی مانده و انتظار نمی‌رود که تولید شکر از سطح به‌دست‌آمده در طول دوره پایه فراتر رود. در حوزه تولید شکر آمریکا - که از حمایت بسیاری برخوردار است و هر دو گیاه قندی چغندر قند و نیشکر تحت کشت قرار می‌گیرند- افزایش هزینه نهاده‌ها سبب شده است تا رشد تولید چغندر قند کاهش یابد، این در حالی است که رشد در تولید نیشکر پیش‌بینی می‌شود زیرا این محصول با توجه به ماهیت چندساله خود از ثبات بیشتری برخوردار است. در طول دوره چشم‌انداز، پیش‌بینی انجام شده حاکی از آن است که گیاهان قندی سهمی در حدود ۷۸ درصد در تولید شکر (۷۵ درصد از محصول نیشکر و ۹۶ درصد از محصول چغندر قند) و ۲۲ درصد در تولید اتانول داشته باشند. برزیل همچنان به‌عنوان اصلی‌ترین تولیدکننده شکر و اتانول مبتنی بر نیشکر باقی مانده و تا سال ۲۰۲۸ در حدود ۳۹ درصد از نیشکر جهان را تولید خواهد کرد که این میزان در تولید ۱۸ درصد شکر جهانی و ۹۰ درصد اتانول صرف خواهد شد. انتظار می‌رود تولید شکر در جهان با نرخ رشد متوسط بیشتری (۱/۴ درصد سالانه) در مقایسه با دهه گذشته (۰/۸ درصد سالانه) افزایش یابد و پاسخگوی قیمت‌های مجذوب‌کننده شکر ناشی از رشد مداوم در تقاضای جهانی باشد. بر اساس شواهد و اطلاعات پیش‌بینی می‌شود که بیشتر افزایش تولید در کشورهای در حال توسعه رخ دهد، به‌طوری‌که تا سال ۲۰۲۸ حدود ۷۸ درصد از تولید جهانی شکر را به خود اختصاص دهند (در مقایسه با ۷۵ درصد در دوره پایه)؛ نواحی پیشرو در تولید شکر شامل آسیا و آمریکای لاتین هستند. پیش‌بینی می‌شود آسیا سهم خود در تولید جهانی را از ۴۱/۲ درصد در دوره پایه به ۴۱/۶ درصد و آمریکای لاتین از ۲۹/۲ درصد به ۳۰/۲ درصد در سال ۲۰۲۸ افزایش دهند.

تقاضا نتیجه مستقیم انقباض بازار نوشابه‌های غیرالکلی در آمریکا به دلیل تمایل برخی از مصرف‌کنندگان برای جلوگیری از نوشیدن این شیرین‌کننده می‌باشد. با این حال، پیش‌بینی می‌شود این کشور در دهه آینده جایگاه خود را به‌عنوان تولیدکننده اصلی تثبیت کند تا پاسخگوی تقاضا در کانادا و مکزیک باشد.

موضوعات اصلی و عدم قطعیت

پیش‌بینی‌های موجود در این چشم‌انداز، شرایط کلان اقتصادی و آب و هوایی را پایدار در نظر می‌گیرد و فرضیه‌های خاصی را با توجه به قیمت نفت خام بیان می‌دارد. بازارهای شکر داخلی نیز با سیاست‌های داخلی که تولید را حتی در شرایط قیمت تمام‌شده نسبتاً پائین تقویت می‌کند، محافظت می‌شود. هرگونه وارد آوردن شوک به هر یک از این متغیرها می‌تواند تغییر قابل توجهی در بازار ایجاد کند؛ زیرا تولید در تعداد کمی از کشورها متمرکز است. تأثیر همه‌گیری ویروس کرونا در این مرحله نمی‌تواند به‌طور جامع ارزیابی شود و از طرفی برای پیش‌بینی در خصوص اینکه آیا این ویروس در طولانی‌مدت بر مصرف شکر تأثیری دارد یا خیر خیلی زود است. گذشته از تأثیرات خاص بر شکر، تأثیر بر متغیرهای اقتصاد کلان و همچنین پیش‌بینی قیمت نفت خام، به‌احتمال زیاد مقادیر فرض‌شده برای چشم‌انداز را تغییر می‌دهد. پیش‌بینی‌های مربوط به برزیل به دلیل تسویه حساب‌های مالی در جریان، مقداری عدم اطمینان را به همراه دارد. این پیش‌بینی‌ها همچنین بر اساس واقعیت‌های برزیل استوار است که درک کامل آن می‌تواند بازده پرداخت‌شده به کشاورزان (از فروش به دلار آمریکا) را کاهش دهد. تکامل سیاست‌ها و قیمت سوخت‌های زیستی در کشور برزیل نیز می‌تواند به‌طور غیرمستقیم بر بازارهای شکر تأثیر گذارد. علاوه بر این، افزایش کاشت گیاهان نیشکر اصلاح‌شده ژنتیکی که استفاده تجاری آن از

تقاضای شکر را خواهند داشت و این بر رتبه‌بندی واردکنندگان تأثیر می‌گذارد. در دوره پایه، اندونزی و چین واردکنندگان اصلی بودند که پس از آنها آمریکا، مالزی، کره، اتحادیه اروپا و هند قرار داشتند. انتظار می‌رود اندونزی به واردکننده پیشرو شکر (۷/۵ میلیون تن) تبدیل شود و پس از آن چین، آمریکا، مالزی، کره و هند (به ترتیب ۶/۳، ۲/۷، ۲/۴، ۲/۱ و ۱/۵ میلیون تن) قرار خواهند گرفت. با توجه به لغو سهمیه‌های شکر کشورهای عضو اتحادیه اروپا، حتی با وجود برخی از توافق‌نامه‌های تجاری با کشورهای دخیل در تجارت شکر، بازار این محصول در اتحادیه اروپا کمتر جذابیت پیدا می‌کند. پیش‌بینی می‌شود واردات شکر اتحادیه اروپا در طی ده سال آینده تا ۱/۳ میلیون تن کاهش یابد. به دلیل رقابت برای مصرف در نوشیدنی‌های غیرالکلی، پیش‌بینی می‌شود که مصرف شربت ذرت با فروکتوز بالا تا سال ۲۰۲۸ با رشد ۱۴ درصدی یا ۱/۹ میلیون تنی مواجه شود. چین به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده نشاسته جهانی، میزان عرضه شربت ذرت با فروکتوز بالا را برای تحقق تقاضای روزافزون داخلی افزایش خواهد داد، اگرچه فقدان سودآوری احتمالاً رشد عرضه را کاهش می‌دهد. در اتحادیه اروپا، در نتیجه رقابت شدیدتر از حد انتظار با شکر، رشد مصرف شربت ذرت با فروکتوز بالا به همان اندازه که انتظار می‌رفت، نخواهد بود. در مکزیک انتظار می‌رود سهم شربت ذرت با فروکتوز بالا در تقاضا برای شیرین‌کننده‌ها با توجه به این واقعیت که شرکت‌ها تمایل به جایگزین کردن شکر را با مواد دارای شکر کمتر در نوشیدنی‌های غیرالکلی خود دارند، افزایش یابد، حتی اگر هر دو محصول مشمول مالیات باشند. در مقابل در آمریکا که کشوری پیشرو در تولید شربت ذرت با فروکتوز بالا است، پیش‌بینی می‌شود تقاضا برای این محصول به‌عنوان سهمی از مصرف جهانی از ۴۶ درصد در دوره پایه به ۳۷ درصد در سال ۲۰۲۸ کاهش یابد. این کاهش

دو سال پیش تصویب شده است، می‌تواند بر بازده نیشکر از سال ۲۰۲۰ به بعد تأثیرگذار باشد و در نتیجه سطح تولید فرآورده‌های جانبی را تغییر دهد.

چشم‌انداز تایلند بسیار مثبت در نظر گرفته می‌شود، زیرا این کشور در سال‌های اخیر در نتیجه سرمایه‌گذاری‌های شدید در بخش شکر سود برده است. با این حال، فرض بر این است که تایلند تنها بخش کمی از شکر خام را به تولید اتانول اختصاص دهد. اگر این سهم افزایش یابد، بسته به سودآوری تولید شکر خام یا اتانول و نیز با توجه به سهم بزرگ این کشور در صادرات شکر در جهان، می‌تواند بی‌ثباتی در بازارهای جهانی ایجاد کند. چشم‌انداز هند در معرض عدم اطمینان قابل توجه است. تغییرات اندک در روند مصرف یا تولید یا سیاست‌های مربوطه می‌تواند تأثیرات زیادی بر بازارهای جهانی داشته باشد؛ زیرا هند بزرگ‌ترین مصرف‌کننده جهان و دومین تولیدکننده بزرگ است. به‌عنوان مثال، تغییر در تحقق فرضیه اهداف بلند پروازانه تولید اتانول می‌تواند منجر به تأثیرات قابل توجهی بر عرضه شکر به بازارهای داخلی و بین‌المللی شود.

موانع تجارت در بازارهای بین‌المللی شکر ادامه خواهد یافت و این باعث عدم اطمینان بیشتر می‌شود. تغییرات در قیمت‌های بین‌المللی شکر به‌طور کامل به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان داخلی منتقل نمی‌شود، حتی اگر برخی از بازارهای جهانی شکر دستخوش اصلاحات و تغییرات ساختاری شده باشند (مانند از بین بردن سهمیه‌های اخیر شکر در اتحادیه اروپا و تایلند سبب شده است که قیمت مناسب به کشاورزان در هند پرداخت شود که از سال ۲۰۱۳ اتفاق نیفتاده بود). بسیاری از کشورها برای محافظت از بازارهای داخلی همچنان از ابزارهای سیاست تجارت اعم از تعرفه‌های خارج از سهمیه بالا ((چین در

ژوئن سال ۲۰۱۷ اقدام به معرفی ضمانت بلندمدت سه‌ساله در مورد واردات شکر از تولیدکنندگان برتر کرد و این امر به کلیه مناطق گسترش یافت؛ آفریقای جنوبی مالیات واردات خود را در سپتامبر ۲۰۱۸ از ۵۶۰ دلار به ۶۸۰ دلار در هر تن افزایش داد، انطباق با نرخ تعرفه سهمیه و محدودیت صادرات برای مکزیکی (آمریکا)؛ یارانه حمل و نقل برای تحریک صادرات شکر و حمایت از قیمت شکر داخلی (پاکستان و هند)؛ تعرفه واردات بالا (اتحادیه اروپا، روسیه و آمریکا) توافق‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای (توافق‌نامه NAFTA، توافق‌نامه مشارکت اقتصادی اروپا و همه چیز به‌جز تسلیحات)) استفاده می‌کنند. توافق‌نامه برگزیت عدم اطمینان دیگری را برای بازار شکر انگلستان به ارمغان آورد. اگر این کشور موفق به مذاکره در مورد معاملات جدید تجارت آزاد شود، کارخانه‌های شکر انگلیس (که اصلی‌ترین آنها در اروپا است) می‌توانند هنگام واردکردن محصول شکرخام خود که از تعرفه‌ها معاف است، سود کسب کنند. با این حال، کشاورزان چغندر قند هنگام صادرات به اتحادیه اروپا با تعرفه‌های ممنوع مواجه می‌شوند. با این وجود، انتظار می‌رود تأثیر بر بازار جهانی ضعیف بماند.

چشم‌انداز تقاضا نیز نامشخص است. با توجه به شواهد در حال رشد در مورد اثرات مضر مصرف زیاد شکر بر سلامتی انسان، سطح مصرف می‌تواند در آینده کاهش یابد. برای مقابله با چاقی و سایر مشکلات بهداشتی، برخی از دولت‌ها قبلاً مالیات بر کالری را برای تشویق مصرف کمتر وضع کرده‌اند. این امر می‌تواند در طول دهه آینده تقویت شود، اگرچه اقدامات فعالانه‌ای که توسط صنایع غذایی از جمله اصلاح محصول و استفاده از شیرین‌کننده‌های جایگزین انجام می‌شود، می‌تواند اثرات آن را بر پیش‌بینی‌ها بگذارد.

References:**منابع مورد استفاده:**

- Fasahat P. The status of sugar production in the European Union and its control over the global market. Iranian Sugar Industries. 2016; 234-235: 17-20.
- Fasahat P, Aghaezadeh M, Jabbari L, Sadeghzadeh Hemayati S, Townson P. Sucrose accumulation in sugar beet: from fodder beet selection to genomic selection. Sugar Tech. 2018; 20(6): 635-644.
- OECD/FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029, FAO, Rome/OECD Publishing, Paris, 2020: 150-161.
- Pop LN, Rovinaru M, Rovinaru F. The challenges of sugar market: an assessment from the price volatility perspective and its implications for Romania. Procedia Economics and Finance. 2013; 5: 605-614.

Evaluation of sugar market in terms of price fluctuations and its global consequences

P. Fasahat¹ * and M. Kakueinezhad¹

Abstract

Recently, concerns over food and energy security, threats from global warming, and the challenges that the commodity market has faced since the new millennium have placed the agricultural market at the center of academia and policy. In this revived consciousness, sugar plays a special and essential role. The sugar market is far from the stable and conventional condition and brings more challenges and unrest alone. An unusual combination of free and protected markets, special trade agreements, and extremely volatile prices distinguishes this trade from other agricultural commodities. Historically, sugar has been one of the most volatile agricultural commodities and countering that volatility is a real challenge for market makers and policymakers. In addition, depending on domestic markets, sugar prices can vary from country to country. The purpose of this paper is to analyze the characteristics of the sugar market and the medium-term forecasts for global markets for the period 2019-28. The price, production, consumption, and commercial transactions of sugar beet, sugar cane, sugar, molasses, and high fructose corn syrup are discussed. Lastly, the risks and uncertainties affecting the global sugar markets over the next ten years are discussed.

Keywords: Price instability, Sugar beet, Sugar Market

1. Assistant professor of Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. *- Corresponding Author contact information email: p.fasahat@areeo.ac.ir

Ranking of sugar beet production areas based on physical advantage indexes of production in Iran

M. Shahriari¹, H. Mohammadi^{2*}, A. Kaykhah² and M. Davarpanah¹

(Received 31 Jan. 2021 ; Accepted 07 Aug. 2021)

M. Shahriari, H. Mohammadi, A. Kaykhah and M. Davarpanah. 2021. Ranking of sugar beet production areas based on physical advantage indexes of production in Iran. *J. Sugar Beet*. 37(1): 115- 130 (in Persian).

Abstract

Determining the relative advantage of producing agricultural products in different regions is one of the important aspects of agricultural policy and planning, based on which an appropriate pattern of production and cultivation can be achieved in different regions according to the existing conditions in each region. The present study aimed to prioritize the sugar beet producing provinces in the country based on the indices of physical advantage of production and their fluctuation coefficient within the period of 1983-2019 using numerical taxonomy method. Results showed that during a period of 36 years, the provinces of South Khorasan, Khorasan Razavi and West Azerbaijan had the highest average of scale advantage index (SAI), and the highest average of efficiency advantage index (EAI) was achieved in the provinces of Kurdistan, Kermanshah and Ardabil as 2.90, 2.20, and 1.80, respectively. Based on the results of collective advantage (AAI), the provinces of West Azerbaijan, Khorasan Razavi and Isfahan with 0.10, 0.22 and 0.33 had the lowest coefficient of fluctuation of the collective index and with 1.93, 14.14 and 1.74, respectively had the highest average of collective advantage among all the provinces of the country.

Key words: Comprehensive map, Numerical taxonomy, Physical advantage, Ranking, Sugar beet

1. PhD student of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Zabol University. Zabol, Iran.

2. Assistant professor of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Zabol University. Zabol, Iran. *- Corresponding Author contact information email: hamidmohammadi@uoz.ac.ir

Evaluation of the possibility of differentiating sugar beet genotypes in terms of resistance to *beet necrotic yellow vein virus* based on phenotypic symptoms under greenhouse condition

J. Soltani idliki^{1*}, S.B. Mahmoudi², M. Mehrvar³ and M. Kakueinezhad⁴

(Received 18 Aug. 2021 ; Accepted 30 Jan. 2022)

J. Soltani idliki, S.B. Mahmoudi, M. Mehrvar and M. Kakueinezhad. 2021. Evaluation of the possibility of differentiating sugar beet genotypes in terms of resistance to *beet necrotic yellow vein virus* based on phenotypic symptoms under greenhouse condition. **J. Sugar Beet. 37(1): 99- 114 (in Persian).**

Abstract

In this study, two different methods were used to evaluate the resistance to rhizomania disease in the root and leaf of sugar beet cultivars Sharif, Dorotea, Aria, Sina, Isabella, Pirola, Ludwina and Brigitta under greenhouse condition. The cultivars' seeds were planted in both sterile (to rub-inoculation leaves) and infection soil (to evaluate infected roots). Results of analysis of variance of greenhouse and laboratory data showed a significant difference between cultivars in terms of virus concentration (based on ELISA test) and percentage of seedling root infection among cultivars; so that the susceptible cultivar Sharif with the average contamination (70.59%) had the highest virus concentration (0.93) and on the other hand, the two cultivars Pirola and Isabella with the average contamination (21.47%) had the lowest virus concentration (0.2). Mechanical inoculation of the virus on the leaves of cultivar seedlings (method 2) showed symptoms of chlorosis and necrosis on the leaves of all cultivars in 10 days' post inoculation and there was no difference between resistant and susceptible cultivars. Mechanical inoculation of sugar beet leaves resulted in local symptoms independent of genotype, and it was not possible to distinguish susceptible and resistant genotypes. Therefore, the most appropriate method is to determine the concentration of this virus in the plants' root after two months.

Key words: *Beet necrotic yellow vein virus*, Tetrad, Rhizomania, mRT-PCR, Resistance, Sugar beet

-
1. Assistant professor of Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. *- Corresponding Author contact information email: Soltani51@gmail.com
 2. Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
 3. Associate Professor, Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
 4. Assistant Professor, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Logistic model for estimation of the yield of autumn-sown sugar beet in Khuzestan province

H.R. Kamali ^{1*}, M. Khorramian², A. Naserin³ and M. Hosseinpour⁴

(Received 16 Jun 2021 ; Accepted 17 Oct. 2021)

H.R. Kamali, M. Khorramian, A. Naserin and M. Hosseinpour. 2021. Logistic model for estimation of the yield of autumn-sown sugar beet in Khuzestan province. **J. Sugar Beet. 37(1): 87- 98 (in Persian).**

Abstract

Predicting crop yield is an important factor for efficient planning and management. In the present study, a simple mathematical model is developed for predicting the yield of autumn-sown sugar beet in Khuzestan region. In this model, the logistic function was used, in which the root yield and white sugar yield is defined as a function of irrigation, rainfall and evaporation from the pan. In order to evaluate the model, data of two-year trials conducted under five treatments of drip irrigation water based on percentage of water requirement (25, 50, 75, 100 and 125%) at Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, Dezful, were used. Results showed that the model was able to estimate root yield and white sugar yield with good accuracy so that the normalized root mean squares error (NRMSE) for estimating root yield in the calibration and validation stage were 9.4 and 13.0%, respectively. Also, the value of NRMSE for estimating white sugar yield in both calibration and validation years was less than 10% and equal to 6.8 and 9.8%, respectively. The model is able to have good accuracy during the growing season and estimate the values of root yield and sugar yield during different days after planting (DAP) with an error of less than 20%. Considering that the model presented in the current study is an experimental model, it is recommended to first recalibrate the model, and then use it in regions with different climatic conditions.

Key words: Drought stress, Low irrigation, Modeling, Simulation, Sugar beet

1. Assistant Professor of Water Engineering Department, Minab Higher Education Center, and Research Group of Agro-Ecology in Dryland Areas, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran * Corresponding Author contact information email: mrafaati@gmail.com

2. Assistant Professor of Agricultural Engineering Research Department. Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, AREEO, Dezful, Iran

3 Assistant Professor of Department of water engineering, Agricultural Sciences and Natural Resource University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

4. Assistant Professor of Sugar Beet Seed Institute(SBSI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Effect of zinc nano- chelate and mycorrhizae on biochemical properties of leaf and root yield in sugar beet (*Beta vulgaris*. L) under irrigation treatments

I. Golabi lak*, T. Mir Mahmoudi and H. Hamzeh[†]

(Received 26 Feb. 2021 ; Accepted 23 Aug. 2021)

I. Golabi lak, T. Mir Mahmoudi and H. Hamzeh. 2021. Effect of zinc nano- chelate and mycorrhizae on biochemical properties of leaf and root yield in sugar beet (*Beta vulgaris*. L) under irrigation treatments. **J. Sugar Beet. 37(1): 75- 86 (in Persian).**

Abstract

To evaluate the effect of zinc nano-chelate and mycorrhizae on the biochemical properties of leaf and root yield under different irrigation levels, a split-plot design based on randomized complete block design with three replications was conducted in 2019. Irrigation treatments including irrigation after 60-, 90-, and 120-mm of evaporation from class A pan were allocated to the main plots and fertilizer treatments (control, inoculation with mycorrhiza, zinc nano-chelate, and zinc nano-chelate + mycorrhiza) to the sub-plots. In this study, irrigation after 120 mm of evaporation reduced the amount of chlorophyll a (17.01%), chlorophyll b (8.09%), carotenoid content (28.78%) and superoxide enzyme inhibition (31.14%), and increased leaf flavonoid content (25.47%), compared with irrigation after 60 mm of evaporation. Among the fertilizer treatments, zinc nano-chelate + mycorrhiza treatment had the highest chlorophyll-a (9.30 mg/g fresh weight), chlorophyll b (3.84 mg/g), carotenoid content (3.94 mg/g), superoxide enzyme inhibition (33.53 percent). The interaction effect of irrigation and fertilizer in irrigation after 60 mm of evaporation along with nano-chelate zinc + mycorrhiza fertilizer treatment had the highest nitric acid radical inhibition (23.45 percent) and root yield (82.62 t/ha), and the lowest leaf proline content (0.49 mg/g), as well as leaf phenol content (34.19 mg of gallic acid/ g dry weight). In this study, application of mycorrhiza, especially under water deficit conditions, through improving biochemical properties and regulation of antioxidant enzymes activity, was able to moderate the effect of water stress on root yield and also increase root yield compared with control.

Key words: Antioxidant, Bio-fertilizer, Chlorophyll, Root yield, Water deficit, Sugar beet

1. PhD student of Department of Agronomy, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

2. Assistant professor of Department of Agronomy, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran. *-Corresponding author contact information email: toraj73@yahoo.com

3. Assistant professor of Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Hamedan, Iran.

Paclobutrazol and plastic mulch on bolting reduction, it is necessary to conduct more studies regarding the amount and timing of Paclobutrazol application to eliminate the negative effects on yield.

Key words: Bolting, Planting date, Plastic mulch, Root yield, Sugar yield, Sugar beet

Effect of plastic mulch and Paclobutrazol on bolting and yield of autumn-sown sugar beet in Mashhad region

M. Ahmadi^{1*}, H. Hamidi², J. Rezaee³, K. Hajmohammadnia ghalibaf⁴ and Sh. Zare⁵

(Received 30 Jun. 2021 ; Accepted 09 Nov. 2021)

M. Ahmadi, H. Hamidi, J. Rezaee, K. Hajmohammadnia ghalibaf and Sh. Zare. 2021. Effect of plastic mulch and paclobutrazol on bolting and yield of autumn-sown sugar beet in Mashhad region. **J. Sugar Beet. 37(1): 61-73 (in Persian).**

Abstract

In this study, the effects of plastic mulch and Paclobutrazol on bolting, yield and quality of autumn-sown sugar beet was studied in a split plot design based on randomized complete block design with four replications in Mashhad during two cropping seasons (2018-19 and 2019-20). Planting dates at three levels (10th, 20th and 30th of October) were allocated to main plots and bolting control at four levels (control, plastic mulch, Paclobutrazol, and simultaneous application of Paclobutrazol and plastic mulch) to subplots. The average reduction of bolting in plastic mulch, Paclobutrazol, and simultaneous application of Paclobutrazole and plastic mulch compared with control was 69.06, 32.98 and 91.88%, respectively. The treatments of plastic mulch, Paclobutrazol, and simultaneous application of Paclobutrazol and plastic mulch increased white sugar yield by 1.11, 1.93, and 1.19 t ha⁻¹, respectively. There was no significant difference between different planting dates in terms of white sugar yield which could be due to the bolting occurrence in early planting and as a result reduction of sugar content and also the decrease in yield in late planting. In bolting control treatments, plastic mulch increased the yield by reducing about 70% of bolting on the second planting date compared with the first planting date. Results showed that the use of Paclobutrazol and the simultaneous use of Paclobutrazol and plastic mulch had a significant reduction in white sugar yield. On the other hand, due to the significant effect of the simultaneous application of

1. Associate professor of Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. *- Corresponding Author contact information email: ahmadi50_masoud@yahoo.com

2. Researcher of Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

3. Assistant professor of Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

4. Assistant professor of Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

5. Assistant professor of Economic, Social and Extension Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

Comparing the quantitative, qualitative and economic yield of sugar beet planting by root transplanting method with direct seeding in Hamedan region

H. Mansouri^{1*}, M. Hasani¹, H. Hamzeh¹, A.M. Jafari², V. Yousefabadi³ and M. Chaharmahali⁴

(Received 13 Apr. 2021 ; Accepted 28 Jul. 2021)

H. Mansouri, M. Hasani, H. Hamzeh, A.M. Jafari, V. Yousefabadi and M. Chaharmahali. 2021. Comparing the quantitative, qualitative and economic yield of sugar beet planting by root transplanting method with direct seeding in Hamedan region. **J. Sugar Beet. 37(1): 49- 60(in Persian).**

Abstract

Decreasing of water consumption, chemical inputs, production cost and risk are among the most important advantages of transplanting method. The aim of this study was to compare the transplanting and direct seeding methods in sugar beet. For this purpose, root transplanting along with direct seeding were performed in the farmer's field in Hamedan in 2018. Sugar beet transplants were prepared in planting stock in April and transplanted to the main field in June. Direct seeding of sugar beet was performed in the main field in mid of May. During the growing season, necessary notes were taken and at the end of the season, root sampling was performed. After harvest, two planting systems were evaluated in terms of quantitative, qualitative and economic characteristics. Root transplanting system caused an increase in root yield and sugar yield by 15 and 47%, respectively compared with direct seeding system. Water consumption under root transplanting was 10080 m³ ha⁻¹ which was about 18% less than direct seeding. In terms of water use efficiency, root transplanting method with an efficiency of 9.66 kg root m⁻³ was about 40% more than direct seeding method (6.90 kg root m⁻³). The economic evaluation of two planting methods also showed that the increase in net income by changing planting pattern from conventional to root transplanting system was higher. In general, results showed that root transplanting system had higher quantitative and qualitative yield and economical income compared with direct seeding method.

Key words: Direct seeding, Gross income, Production cost, Transplanting, Water use efficiency

-
1. Assistant professor of Sugar Beet Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Hamedan, Iran. *Corresponding author contact information email: h.mansori@areeo.ac.ir
 2. Assistant professor of Economic, Social and Extension Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO) Hamedan, Iran.
 3. Assistant Professor of Sugar Beet Seed Institute(SBSI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
 4. Expert of Sugar Beet Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO) Hamedan, Iran.

The effect of drought stress and transplanting method on agronomic characteristics, quantitative and qualitative yield as well as water use efficiency of different sugar beet cultivars in autumn planting

H. Saeedabadi¹ *, Gh.R. Afsharmanesh², M.H. Shirzadi³ and S. Sadeghzadeh hemayati⁴

(Received 06 Nov. 2020 ; Accepted 15 May 2021)

H. Saeedabadi, Gh.R. Afsharmanesh, M.H. Shirzadi and S. Sadeghzadeh hemayati. 2021. The effect of drought stress and transplanting method on agronomic characteristics, quantitative and qualitative yield as well as water use efficiency of different sugar beet cultivars in autumn planting. **J. Sugar Beet. 37(1): 27- 48 (in Persian).**

Abstract

Two separate trials were conducted as a factorial design based on randomized complete block design with three replications at the Shahid Moghbeli Agricultural Research Center in Jiroft, Iran in two cropping seasons (2016-17 and 2017-18). In the first trial, the effects of planting method including direct planting and transplanting on different sugar beet cultivars including Palma, Sharif, and Merak were evaluated, and then in the second trial, among studied cultivars, a high yield cultivar (Merak) was selected. Also, the effect of irrigation time (based on 50, 70, and 90% of water requirement) and planting methods on its quantitative and qualitative yield were evaluated. In the first trial, the highest root dry matter, extraction coefficient of sugar, sugar content, root weight, root length, fresh leaf weight, root yield and sugar yield were obtained for Merak cultivar and transplanting. The result of the second trial showed that the irrigation time based on 70% of water requirement led to the highest root and sugar yield along with a significant improvement in water use efficiency. In addition, as transplanting improved root yield and sugar yield, therefore, transplanting method with irrigation at the time of 70% of water requirement is recommended to obtain optimal root yield and sugar yield.

Key words: Extraction coefficient of sugar, Sugar beet, Sugar yield, Water Use Efficiency

1. PhD student of Department of Agronomy, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran. *.Corresponding author contact information email: h1saeedabadi@gmail.com

2. Associate professor of Agricultural and Natural Resources Research and Training Center in the south of Kerman, Kerman, Iran.

3. Assistant professor of Department of Agronomy, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran.

4. Associate Professor of Sugar Beet Seed Institute(SBSI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Evaluation of different nitrogen fertilizer levels and foliar spray of zinc sulfate on quantitative and qualitative characteristics of two cultivars in autumn sugar beet cultivation

A. Haqshenas¹, Kh. Azizi^{2*}, S. Ghasemi³ and F. Nazarian Firozabadi²

(Received 10 Feb. 2021 ; Accepted 12 Dec. 2021)

A. Haqshenas, Kh. Azizi, S. Ghasemi and F. Nazarian Firozabadi. 2021. Evaluation of different nitrogen fertilizer levels and foliar spray of zinc sulfate on quantitative and qualitative characteristics of two cultivars in autumn sugar beet cultivation. **J. Sugar Beet. 37(1): 11- 26 (in Persian).**

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of reducing nitrogen fertilizer application as well as foliar spray of zinc sulfate on the quality characteristics of two sugar beet cultivars in autumn cultivation. The study was conducted in a factorial design based on randomized complete block design with three replications at the Faculty of Agriculture in Lorestan University during two crop seasons (2017-19). The Experimental treatments included two autumn-sown sugar beet cultivars (Chimene and Rosagold) and four fertilizer levels including F1: 138 kg ha⁻¹ nitrogen (control), F2: 124 kg ha⁻¹ nitrogen and foliar spray of zinc sulfate, F3: application of 110 kg ha⁻¹ nitrogen and foliar spray of zinc sulfate, F4: 96.6 kg ha⁻¹ nitrogen and foliar spray of zinc sulfate at a rate of 5/1000. The highest root yield (90.15 t ha⁻¹) belonged to Rosagold cultivar and among the treatments, the highest root yield was related to F2 treatment. The highest sugar content (16.15%) was obtained in 20% reduction in nitrogen application and foliar spray of zinc sulfate. Also, the highest white sugar content (15.57%) was obtained from Rosagold cultivar in 20% reduction in N fertilizer application and foliar spray of zinc sulfate, which showed 26.17% increase compared with control treatment (F1). The highest molasses sugar and Na, K and α - N as 2.7, 2.61, 7.90 and 2.90 meq 100 gr beet⁻¹, respectively was observed in Chimene. Also, the highest bolting percentage was obtained in Chimene and the application of 300 kg ha⁻¹ nitrogen. According to the results of this study, it can be concluded that autumn cultivation of sugar beet using Rosagold cultivar is possible in Khorramabad region and foliar spray of zinc sulfate can compensate the reduction of nitrogen consumption by 20% without reducing the quantity and quality of autumn sugar beet.

Key words: Autumn sowing, Bolting, Cultivar, Extraction coefficient of sugar, Root yield, Sugar beet

1. PhD student of Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.

2. Professor of Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.

*.Corresponding author contact information email: azizi.kh@lu.ac.ir

3. Assistant professor of Sugar Beet Seed Institute(SBSI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Evaluation of sugar beet commercial cultivars resistance to rhizoctonia root rot in greenhouse and field conditions

M. Shekholeslami¹ *, A. Jalilian² and H. Younesi³

(Received 09 Aug. 2021 ; Accepted 25 Dec. 2021)

M. Shekholeslami, A. Jalilian and H. Younesi. 2021. Evaluation of sugar beet commercial cultivars resistance to rhizoctonia root rot in greenhouse and field conditions. **J. Sugar Beet. 37(1): 1- 10 (in Persian).**

Abstract

Rhizoctonia root rot mainly caused by *Rhizoctonia solani* AG 2-2 and *R. solani* AG-4 is a sugar beet disease in Iran. In this study, the resistance of foreign and domestic commercial cultivars, available to farmers, against both pathogenic groups of AG 2-2 and AG 4 was evaluated in greenhouse and field conditions. Under greenhouse condition, 18 cultivars were planted in pots along with a control cultivar (Jolgeh) and after 8-weeks, seedlings were inoculated with corn seeds infected with *R. solani* AG 2-2 and *R. solani* AG 4 isolates. Six weeks after inoculation, the intensity of contamination on the roots of each plant was measured based on a nine-point scale (1 to 9). For field evaluation, cultivars were planted in a contaminated field in 50-m-long rows with three replications and the intensity of root infection was evaluated at harvest. Results showed that there was a significant difference between cultivars and susceptible control and also among cultivars in both greenhouse and field conditions. Also, the general response of cultivars to both pathogenic groups was similar. In total, Ekbatan, Iris, Aigrette, Novodoro, Ivano, Novella, Tourelle, Modex, Efesos and Cadet cultivars had the lowest infection under different trial conditions.

Key words: Cultivar, Pathogenic group, Rhizoctonia root rot, Sugar beet

1. Assistant professor of Plant Pests and Diseases Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Kermanshah, Iran. *. Corresponding author contact information: m1sheikh@yahoo.com

2. Associate Professor of Sugar Beet Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Kermanshah, Iran.

3. Instructor of Plant Pests and Diseases Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Kermanshah, Iran.

Journal of Sugar Beet

Scientific- Research



Published by:
Sugar Beet Seed Institute (SBSI)

Vol. 37 No. 1 2021

Issues per year: 2

Managing Editor:
D. Taleghani
Director General (SBSI)

Editor-in-Chief:
E. Majidi Harvan

Executive Manager:
F. Hamdi

Assistant Editors:
A. Rajabi and S. Sadeghzadeh Hemayati

Address:
Sugar Beet Seed Institute, P.O. Box
31585- 4114, Karaj, Iran
Tel Fax: (+98) 2632756326

E- mail:
jsb.sbsi@areeo.ac.ir
sugarbeet.journal@gmail.com

Website:
<http://jsb.areeo.ac.ir>

Editorial Board:

R. Choukan, Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

J. Gohari, Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran

E. Majidi Harvan, Professor, Agricultural Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran

M. Mesbah, Professor, Seed and Plant Certification Institute, Karaj, Iran

M. Moghadam vahed, Professor, Tabriz University, Tabriz, Iran

A. Rajabi, Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran

S. Y. Sadeghian Motahar, Professor, Seed and Plant Certification Institute, Karaj, Iran

E. Saleh, Associate Professor, Tehran University, Karaj, Iran

D. Taleghani, Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran

A. A. Zali, Professor, Tehran University, Karaj, Iran

Reviewers of this issue:

Sh. Armaideh, F.A. Abtahi, M. Ahmadi, M. Bazrafshan, A. Dizaji, Sh. Farzadfar, J. Gohari, D. Habibi, M.S. Hasanvandi, M. Kakouee nejad, D. Kolivand, H. Madani, S.B. Mahmoudi, E. Majidi Harvan, R. Mohammadian, M.R. Moradi talavat, H. Noshad, M. Rafati, A. Rahnama, A. Rajabi, J. Rezaee, S. Sadeghzadeh hemayati, H. Salak, H. Sharif abad, H. Sharifi, V. Yousefabdi and A.H. Ziaeean.

Indexing:

www.ISC.gov.ir ; www.cabi.org ; www.cabi.org/publishing-products/online-information-resources/crop-science-database ; <https://doaj.org> ; <https://www.linkedin.com/in/sugar-beet-61bab8236/>; <https://scholar.google.com/scholar> ; <https://independent.academia.edu/sugarbeetjournal>; <https://www.researchbib.com> ; www.ricest.ac.ir ; www.sid.ir; www.magiran.com; <http://evaljournals.areeo.ac.ir/>

Journal of Sugar Beet

Scientific

E-ISSN 2588-6010

P-ISSN 1735-0670

Vol. 37

No. 1

2021

Content

Evaluation of sugar beet commercial cultivars resistance to rhizoctonia root rot in greenhouse and field conditions 1
M. Shekholeslami, A. Jalilian and H. Younesi

Evaluation of different nitrogen fertilizer levels and foliar spray of zinc sulfate on quantitative and qualitative characteristics of two cultivars in autumn sugar beet cultivation 2
A. Haqshenas, Kh. Azizi, S. Ghasemi and F. Nazarian Firozabadi

The effect of drought stress and transplanting method on agronomic characteristics, quantitative and qualitative yield as well as water use efficiency of different sugar beet cultivars in autumn planting..... 3
H. Saeedabadi, Gh.R. Afsharmanesh, M.H. Shirzadi and S. Sadeghzadeh hemayati

Comparing the quantitative, qualitative and economic yield of sugar beet planting by root transplanting method with direct seeding in Hamedan region..... 4
H. Mansouri, M. Hasani, H. Hamzeh, A.M. Jafari, V. Yousefabad and M. Chaharmahali

Effect of plastic mulch and Paclobutrazol on bolting and yield of autumn-sown sugar beet in Mashhad region 5
M. Ahmadi, H. Hamidi, J. Rezaee, K. Hajmohammadnia ghalibaf and Sh. Zare

Effect of zinc nano- chelate and mycorrhizae on biochemical properties of leaf and root yield in sugar beet (*Beta vulgaris*. L) under irrigation treatments..... 7
I. Golabi lak, I. Mir Mahmoudi and H. Hamzeh

Logistic model for estimation of the yield of autumn-sown sugar beet in Khuzestan province 8
H.R. Kamali, M. Khorramian, A. Naserin and M. Hosseinpour

Evaluation of the possibility of differentiating sugar beet genotypes in terms of resistance to beet necrotic yellow vein virus based on phenotypic symptoms under greenhouse condition 9
J. Soltani Idliki, S.B. Mahmoudi, M. Mehrvar and M. Kakueinezhad

Ranking of sugar beet production areas based on physical advantage indexes of production in Iran 10
M. Shahriari, H. Mohammadi, A. Kaykhan and M. Davarpanah

Short Report

Evaluation of sugar market in terms of price fluctuations and its global consequences 11
P. Fasahat and M. Kakueinezhad