



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

### 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<sup>۱</sup>، خسرو عزیزی<sup>۲\*</sup>، ثریا قاسمی<sup>۳</sup> و فرهاد نظریان فیروزآبادی<sup>۴</sup>

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 چغندر قند (در شرایط کشت پاییزه). چغندر قند، 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 چغندر قند 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 چغندر قند 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 چغندر قند) 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 چغندر قند 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 چغندر قند پاییزه را دارد.

واژه‌های کلیدی: بولتینگ، چغندر قند، 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 چغندر قند 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) (Afrakhteh *et al.* 2021) 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 Alla *et al.* 2018).

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; Barłóg 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 1993; Marschner 1996). در پژوهشی مشابه مشخص شد که عنصر روی نقش مهمی در استفاده 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 ۹۸-۹۷ و ۹۷-۹۶-۱۳۹۶ 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

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) از این رو توصیه می‌شود که کاربرد آن به‌صورت محلول‌پاشی باشد؛ زیرا در این صورت جذب بالاتری نسبت به حالت خاک کاربرد خواهد داشت (Barłóg 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 فرج‌زاده 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 امیرمیرادی (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 بخش هوایی،

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 انجام شده

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 فلیم‌فوتومتری به آزمایشگاه مرجع مؤسسه تحقیقات چغندرقد ارسال شد. پس از اندازه‌گیری عیار قند به روش پلاریمتری، سدیم و پتاسیم به روش فلیم‌فوتومتری و نیتروژن مضره ( $\alpha$ -آمینو) به روش اسپکتروفوتومتری اندازه‌گیری شد. با تعیین مقادیر فوق، خصوصیات کیفی دیگر از قبیل قند ملاس، درصد قندسفيد 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) به صورت سرک، ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات مس و منگنز در کرت‌ها اعمال گردید. آزمایش به صورت 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 به عنوان شاهد)، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد (معادل ۲۷۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و محلول پاشی سولفات روی به نسبت پنج در هزار، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد (معادل ۲۴۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و محلول پاشی سولفات روی به نسبت پنج در هزار، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد (معادل ۲۱۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و محلول پاشی سولفات روی به نسبت پنج در هزار) بودند. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی و تهیه زمین، کشت در اوایل آبان ماه و به صورت 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. محلول پاشی سولفات روی ( $ZnSO_4$ ) به میزان پنج در هزار (۲۵ کیلوگرم در هکتار) از مرحله شش برگی تا پوشش کامل کانویی چغندرقد (شامل پنج مرحله محلول پاشی) به فاصله هر ۱۵ روز یک‌بار در ساعات اولیه صبح با میزان پنج در هزار انجام شد. همچنین در تیمار شاهد (عدم مصرف کود سولفات روی)، محلول پاشی با آب مقطر

جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

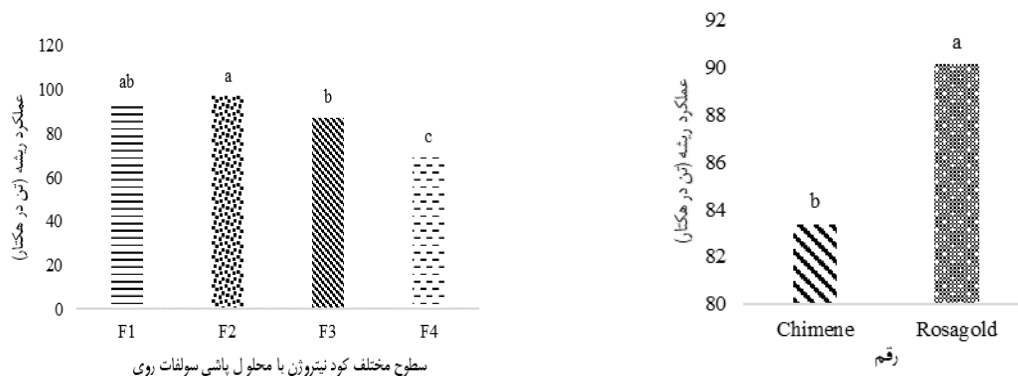
سال	عمق (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	نترات (درصد)	مس	آهن	منگنز	روی	پتاسیم	فسفر	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)
۱۳۹۶-۱۳۹۷	۰-۳۰	۰/۷۱	۷/۸	۶	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۷۱	۲۵۸	۷/۵	۰/۱۴	۰/۷۷
۱۳۹۸-۱۳۹۷	۳۰-۰	۰/۶۴	۷/۶	۶/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۷۴	۲۵۶	۷/۴	۰/۱۳	۰/۷۶

## 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 داد (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 مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و مولکولی گیاه وضعیت تغذیه‌ای 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 تغذیه‌ای گیاه و افزایش عملکرد گیاه می‌گردد (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 می‌رود (Gonzalez et al. 2019).



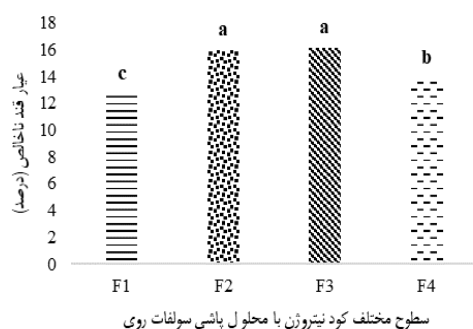
شکل ۱ مقایسه میانگین رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد ریشه (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی)

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

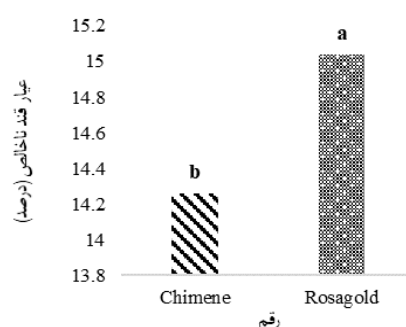
## درصد قندناخالص

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها 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

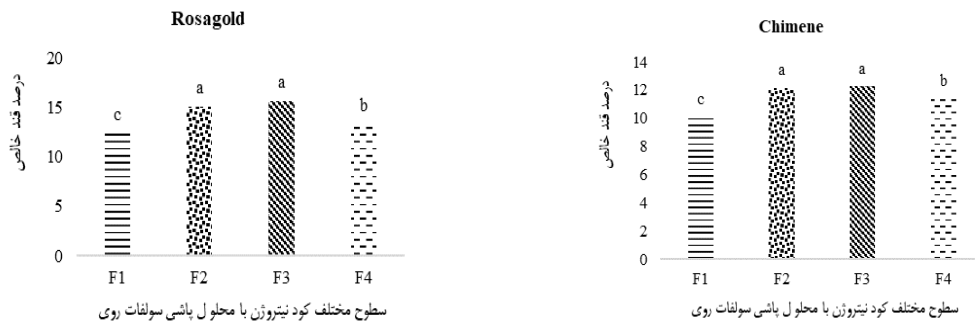


شکل ۲ مقایسه میانگین رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر عیار قند ناخالص (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات 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 (Abbas *et al.* 2014) نیز کاهش تجمع سدیم و پتاسیم در چغندر قند را تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر کم مصرف گزارش کردند.

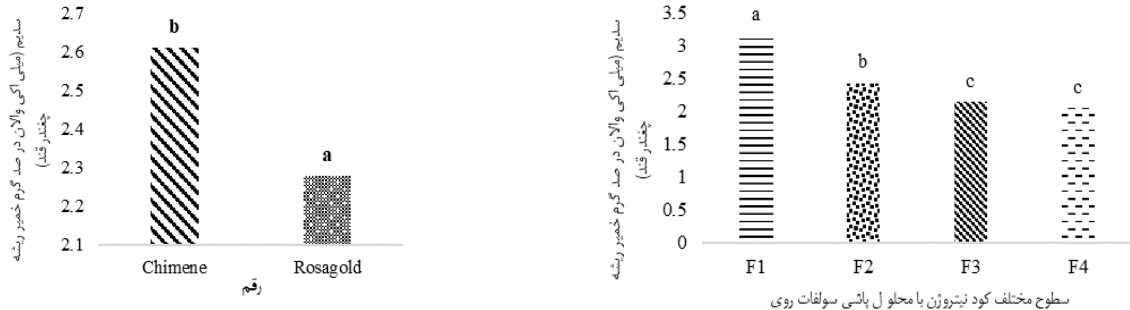
#### پتاسیم

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، گرده‌افشانی 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). بایوردی و مامدو (Bybordí and Mamedov

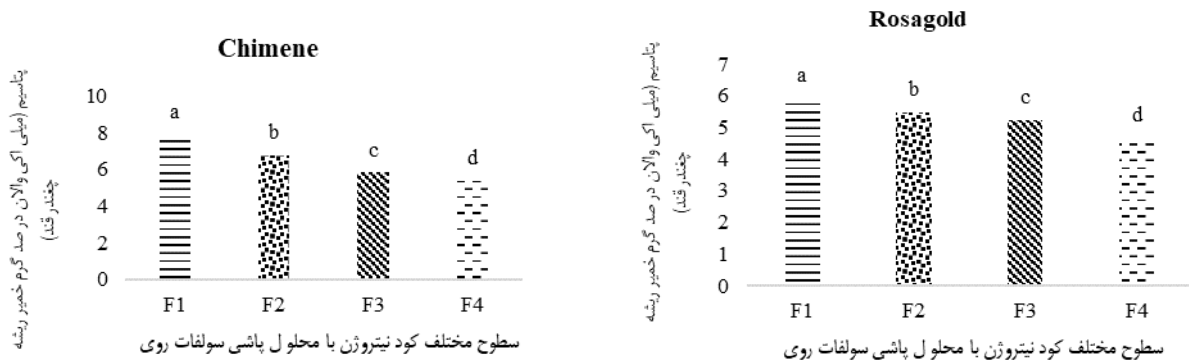
#### سدیم

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 میلی‌اکی‌والان 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. دهبیم فرد و نظری (Dihimfard and Nazari 2015) گزارش دادند مقدار سدیم با افزایش مقدار مصرف نیتروژن در واحد سطح به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. حسین‌پور 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.



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 اکی 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 )

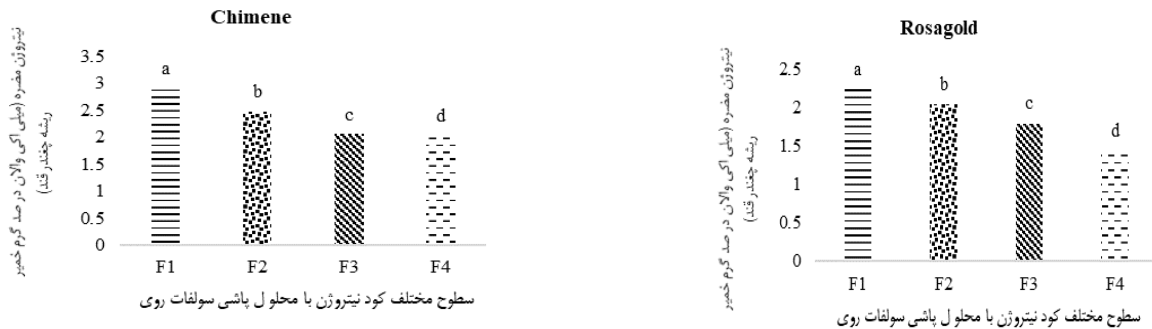
## نیتروژن مضره

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 اکی والان در صد گرم خمیر چغندر قند) در رقم Rosagold با تیمار ۳۰ درصد کاهش مصرف کود نیتروژن و



تحت تأثیر کاربرد عناصر کم‌مصرف 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

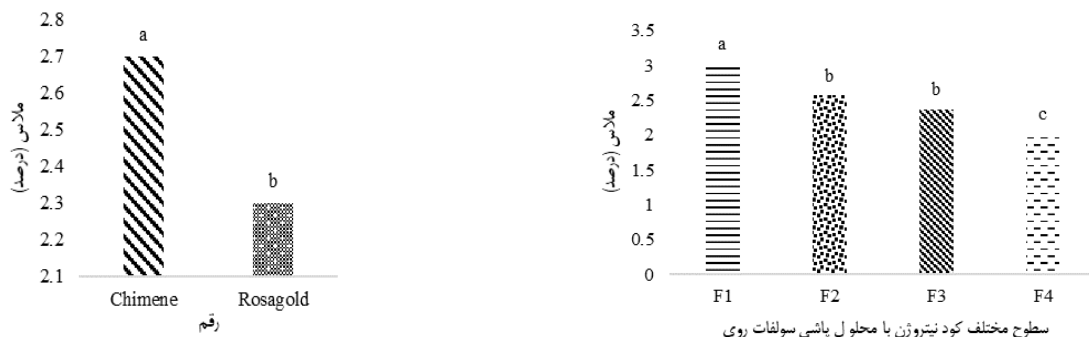


**شکل ۶** مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر نیتروژن مضره (F1: شاهد، F2: ۱۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F3: ۲۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول پاشی سولفات روی، F4: ۳۰ درصد کاهش مصرف نیتروژن نسبت به شاهد و محلول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

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

## قند ملاس

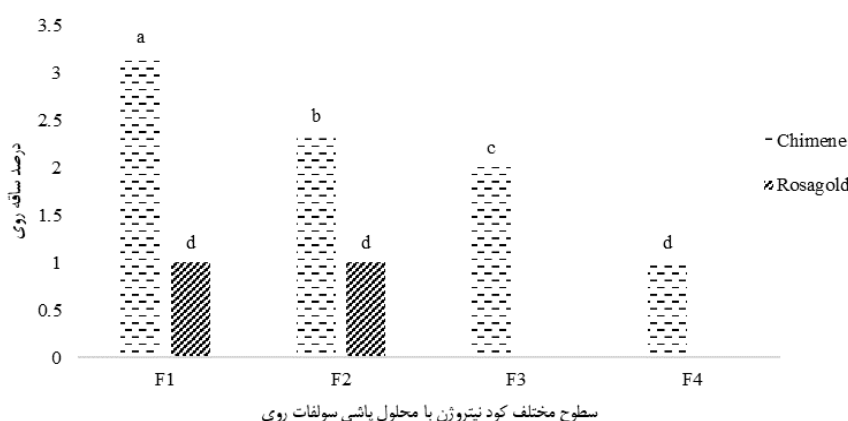
نتایج تجزیه واریانس مرکب دوساله آزمایش (جدول ۲)، نشان داد که تأثیر رقم و سطوح مختلف کود نیتروژن با محلول پاشی سولفات روی بر درصد قند ملاس معنی‌دار گردید ( $P < 0.01$ ). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی نشان داد که بالاترین درصد قند ملاس متعلق به رقم Chimene به دست آمد. همچنین در بین تیمارهای 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، قند سفید 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

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 <sup>ns</sup>	۰/۳۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup>	۰/۴۰۵ <sup>ns</sup>	۱/۴۸*	۰/۱۴۲ <sup>ns</sup>	۱/۱۷۰**	۰/۰۹۰*	۰/۱۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۹۰**
سال * رقم	۱	۴۱/۹۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۳۹*	۰/۰۵۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>
سال * کود	۳	۱۱۶/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۸۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>
سال * رقم * کود	۳	۲۳/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۹۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۳۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>
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

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 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, Babae 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)
- Afrakhte S, Habibi D, Sadeghi-shoae M, Paknejad F, Sarajoughi M. Effects of planting date, paclobutrazol, and nitrogen fertilizer on bolting percentage and some quantitative and qualitative traits of three autumn sugar beet cultivars. *Journal of Sugar Beet*. 2021; 36(2): 155- 169. (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 and 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.
- Bybordí 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, Zaghoul 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. N<sub>2</sub>-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 ZnSO<sub>4</sub> 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 reserach*. 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)