

## واکنش ارقام چغندر قند پاییزه به کاربرد نیتروژن و شاخص‌های کارایی آن

کامران میرزاشاهی<sup>1</sup>، علی رضا پاک نژاد و شهرام امیدواری

استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفا آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

دزفول، ایران؛ kamranmirzashahi@yahoo.com

مرئی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفا آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

دزفول، ایران؛ rezapak@yahoo.com

استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

اهواز، ایران؛ shomid1350@yahoo.com

دریافت: 97/2/18 و پذیرش: 97/10/10

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی واکنش ارقام چغندر قند پاییزه به کاربرد نیتروژن و شاخص‌های کارایی آن از پاییز 1389 به مدت دو سال زراعی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفا آباد اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: (1) چهار سطح نیتروژن خالص (بدون مصرف نیتروژن "شاهد"، 30 درصد کمتر از حد بهینه، حد بهینه "بر مبنای حد بهینه نیترات باقیمانده خاک" و 30 درصد بیشتر از حد بهینه و (2) سه رقم (رسول "شاهد منطقه"، شریف "SBSI001" و رقم پالما "Palma" (که همگی منوژرم هستند). نتایج دو ساله آزمایش نشان داد که مصرف نیتروژن فقط بر عملکرد ریشه، درصد قند و سار صفات کیفی ریشه معنی‌دار بود. ضمن اینکه با مصرف بیشتر نیتروژن عملکرد شکر کاهش یافت ولی سایر شاخص‌های کیفی (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) افزایش نشان داد. تأثیر رقم بر شاخص‌های مورد بررسی از جمله عملکردهای ریشه و شکر سفید معنی‌دار بود. رقم پالما در مقایسه با دو رقم دیگر بیشترین عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید را داشت. هم‌چنین، با مصرف نیتروژن شاخص‌های کارایی نیتروژن کاهش یافت. اثر متقابل تیمارها بر درصد قند، درصد قند سفید، درصد قند ملاس، ضریب استحصال و مقادیر سدیم و نیتروژن مضره معنی‌دار بود. به طوری که رقم پالما از نظر شاخص‌های پیش گفته در شرایط بهتری بود. اثر متقابل تیمارها بر شاخص‌های کارایی معنی‌دار نشد، اما رقم پالما نسبت به سایر ارقام بالاترین کارایی مصرف و استفاده را داشت. بنابراین، با توجه به شرایط اجرای این آزمایش، تیمار 30 درصد کمتر حد بهینه مصرف نیتروژن و رقم پالما و در مرتبه بعد ارقام شریف و رسول برای حصول به عملکرد اقتصادی شکر سفید (11/51 تن در هکتار در مقایسه با 9/26 و 9/03 تن در هکتار) در این منطقه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: شکر سفید، عملکرد اقتصادی، نیتروژن خاک

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

## مقدمه

نیتروژن مهم ترین عنصری است که در زراعت چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) به صورت کود مصرف می شود. مقدار مصرف بهینه نیتروژن به عوامل زیادی از جمله میزان نیترات باقی مانده خاک، زمان مصرف، سطح مدیریت زارع، شرایط آب و هوایی، مدیریت آبیاری و کشت قبلی دارد (استونس و همکاران، 2008). مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن بر اساس اندازه گیری نیتروژن قابل استفاده خاک و مشخصاً نیترات خاک (قبل و یا پس از کشت) از رویکردهای مبتنی بر تجزیه خاک است که کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و هم چنین کاهش آلودگی محیط زیست را بدنبال دارد. استفاده از نیترات خاک پس از مطرح شدن توسط مگداف و همکاران (1984) به تدریج به عنوان یک راهکار مناسب و مؤثر به دلیل همبستگی خوب آن با پاسخ های گیاهی مورد استفاده قرار گرفت. به عبارت دیگر، میزان نیترات باقیمانده از کشت قبلی در خاک و نیز فرایند معدنی شدن نیتروژن آلی خاک در طی دوره رشد گیاه از عوامل مؤثر در تأمین نیتروژن مورد نیاز چغندر قند می باشند و هر چه میزان نیترات خاک بیشتر باشد، حداکثر منحنی پاسخ به نیتروژن کاهش و یا می تواند کاملاً مرتفع شود. در کشور نیز این روش به طور مشخص از سال 1374 در زراعت چغندر قند مورد استفاده قرار گرفت.

در این ارتباط، طهرانی و ملکوتی (1377) در بررسی کوددهی بر اساس میزان نیترات خاک پای بوته که در مناطق چغندر کاری کشور اجرا شد، حد بهینه کمتر از 20 میلی گرم در کیلوگرم را مبنای مصرف کود نیتروژن قرار دادند و نتیجه گیری نمودند که با بکارگیری این روش 50 درصد از کود اوره توصیه شده، مصرف گردید. هم چنین با بررسی های صورت گرفته در این زمینه حد بهینه نیترات خاک در کشت چغندر پاییزه و بهاره به ترتیب 20 و 25 میلی گرم در کیلوگرم به منظور توصیه کود نیتروژن پیشنهاد گردیده است (نوشاد و نیرومند جهرمی، 1388). قاسمی و همکاران (1395) با در نظر گرفتن حد بهینه 20 میلی گرم در کیلوگرم نیترات خاک در عمق صفر تا 30 سانتی متری، میزان 75 درصد توصیه بهینه کود نیتروژن در شرایط آبیاری ثقلی (یعنی حدود 54 کیلوگرم از 71/25 کیلوگرم در هکتار اوره تعیین شده در این آزمایش) را برای کشت چغندر قند تحت شرایط آبیاری قطره ای - نواری توصیه نمودند. درایکوت (1972) در جمع بندی نتایج تحقیقات انجام شده توسط سایر محققان در زمینه کودها، اظهار داشت که ارقام چغندر قند از لحاظ نحوه رشد با هم تفاوت دارند. بعضی ارقام، عملکرد ریشه بالا و

درصد قند کم و بعضی دیگر عملکرد ریشه پایین و عیار قند بالا دارند. هیلز و همکاران (1977) واکنش متفاوت ارقام در سطوح کودی مورد آزمایش را گزارش کردند. هافمن (2005) طی آزمایشی دو ساله با بررسی سطوح مختلف نیتروژن (صفر، 50، 100، 150 و 200 کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد کمی و کیفی چهار رقم چغندر قند گزارش نمود که با افزایش مصرف نیتروژن مقدار سدیم، نیتروژن مضره و عملکرد ریشه افزایش، ولی درصد ساکارز در هر چهار رقم کاهش داشت. البایرک و یولسل (2010) در بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن (صفر، 50، 100، 150 و 200 کیلوگرم در هکتار) بر روی یک رقم چغندر قند گزارش کردند که بالاترین عملکرد ریشه با مصرف 200 کیلوگرم نیتروژن در هر دو سال بدست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی داری با مقادیر 100 و 150 کیلوگرم مشاهده نشد. هم چنین با افزایش مقادیر نیتروژن، درصد قند ریشه کاهش یافت، زیرا بین مقدار اندازه ریشه و میزان قند آن رابطه منفی وجود دارد.

عبداللهیان نوقایی (1386) در بررسی های خود نتیجه گیری کرد که ارقام مختلف به دلیل تفاوت در خصوصیات ریشه ای خود بر عملکرد کمی و کیفی اثر گذاری متفاوتی دارند. فلر و فینل (2004) در بررسی های خود نتیجه گرفتند که هرگونه توصیه برای بهینه سازی تأمین نیتروژن، تاریخ کاشت و رقم می بایست با در نظر گرفتن اثرات متقابل شدید بین این عوامل صورت گیرد، مضافاً اینکه با توجه به مصرف زیاد کود نیتروژن در زراعت چغندر قند و پایین بودن جذب این عنصر که به طور متوسط در سطح جهانی 30 تا 50 درصد می باشد (تیلمن و همکاران، 2002 و آریگی و کومدا، 2008)؛ هرگونه افزایش در کارایی مصرف نیتروژن منجر به کاهش هزینه ها و افزایش سود اقتصادی می شود. به رغم وجود اطلاعات فراوان در مورد نیتروژن، استفاده بیش از حد کود نیتروژن هنوز مشکل بزرگ فراوری قند است (علی اصغر زاده، 1376). از طرفی، در کشاورزی پایدار که بر ثبات عملکرد در طولانی مدت با حداقل تأثیر نا مطلوب بر محیط تأکید می شود، استفاده از پتانسیل ژنتیکی و بیولوژیکی گیاهان و یا به عبارت دیگر انتخاب ارقام مناسب و متناسب با شرایط آب و هوایی هر منطقه به منظور حصول عملکردهای کمی و کیفی از جمله راهکارهای مهم می باشد (کرمی و حیاتی، 1377). لذا، با توجه به اثر گذاری برخی عملیات بر عملکرد و کیفیت گیاه که گاه در جهات مخالف یکدیگر عمل می کنند، مثل نیتروژن که هم باعث افزایش معنی دار عملکرد می شود و هم می تواند سبب کاهش کیفیت گردد (مانلو و

همکاران، 2008)؛ این پژوهش در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد- دزفول اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

به منظور پاسخ ارقام چغندر قند پاییزه به کاربرد نیتروژن و شاخص‌های کارایی آن، این آزمایش بر روی یک خاک Clayey, mixed, Hyperthermic- Aridic Haplustepts با مشخصات جغرافیایی 32 درجه و 14 دقیقه عرض شمالی و 48 درجه و 28 دقیقه طول شرقی به مرحله اجرا در آمد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت فاکتوریل با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد- دزفول طی دو سال در دو قطعه مجزا اجرا گردید. تیمارهای آزمایش دارای چهار سطح نیتروژن خالص: (بدون مصرف نیتروژن "شاهد")، 30 درصد کمتر از حد بهینه "24/5" و 35/7 کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای سال اول و دوم، حد بهینه "35" و 51 کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای سال اول و دوم" و 30 درصد بیشتر از حد بهینه "45/5" و 66/3 کیلوگرم در هکتار" با توجه به محاسباتی که متعاقباً به آنها اشاره می‌شود" به ترتیب برای سال اول و دوم" و سه رقم منورژم هیبرید شامل: رسول (شاهد منطقه)، شریف" SBSI001" و رقم پالما "Palma" بود.

با توجه به مطالعات انجام شده حد بهینه نیتروژن نیتراتی در خاک تا عمق 30 سانتی متری در زمان مصرف کود نیتروژن (قبل از کاشت) 20 میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد، در این سطح از نیتروژن نیتراتی، نیاز گیاه چغندر قند تأمین می‌گردد (حسین پور، 1385). از طرفی با عنایت به اینکه برای افزایش هر میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن نیتراتی در خاک حدود 15 کیلوگرم اوره در هکتار لازم است (نوشاد و نیرومند جهرمی، 1388)، ضروری بود که قطعه زمینی انتخاب گردد که میزان نیترات باقیمانده کمتر از حد یاد شده باشد، آنگاه پس از مشخص شدن نیتروژن قابل دسترس خاک (نیتراتی و آمونیاکی) "یعنی 72/72 و 103/76 کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سال اول و دوم"، -با توجه به وزن یک هکتار خاک به عمق صفر تا 30 سانتی متر و متوسط جرم مخصوص ظاهری 1/33 گرم بر سانتی متر مکعب- مقدار بهینه کود نیتروژن برای حصول به تأمین حد مطلوب نیتروژن نیتراتی (یعنی 20 میلی‌گرم در کیلوگرم) تعیین و آنگاه مقادیر 30 درصد بیشتر و 30 درصد کمتر محاسبه و تعیین شدند ("به عبارت دیگر در سال اول متوسط نیتروژن نیتراتی 14/9 میلی‌گرم در کیلوگرم بود؛ برای

رساندن به سطح بهینه یعنی 20 میلی‌گرم در کیلوگرم، 5/1 میلی‌گرم در کیلوگرم باید اضافه شود، لذا با توجه به افزایش یک میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن نیتراتی به ازای مصرف حدود 15 کیلوگرم اوره، سطح بهینه کودی یعنی 76 کیلوگرم اوره" یا حدود 35 کیلوگرم در هکتار نیتروژن" تعیین و مقادیر 30 درصد کمتر و بیشتر مشخص گردید. در سال دوم نیز متوسط نیتروژن نیتراتی 12/67 و به همان ترتیبی که اشاره شد مقادیر کودی مشخص گردیدند. پس از تعیین محل آزمایش، عملیات تهیه زمین (آبیاری قبل از شخم، دیسک و تسطیح) انجام شد. از خاک محل مورد نظر یک نمونه مرکب از عمق صفر تا 30 سانتی متری تهیه و بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک تهیه شده و نیز و نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی در کرت‌های بدون مصرف کود نیتروژن در عمق صفر تا 30 سانتی متری مطابق با دستورالعمل‌های موسسه تحقیقات خاک و آب تعیین گردیدند (علی احیایی و بهبهانی زاده، 1372). تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی و نیتراتی نیز با عصاره‌گیری خاک با کلرور پتاسیم 2 مولار و با استفاده از اکسید منیزیم و پودر آلیاژ دوارو انجام گردید (مولوانی، 1996).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک مقادیر کودهای فسفر (سوپر فسفات تریپل)، پتاسیم (سولفات پتاسیم) و منگنز (سولفات منگنز) به ترتیب 150، 400 و 40 کیلوگرم در هکتار مورد نیاز چغندر قند برآورد شدند (ملکوتی و غیبی، 1379). نحوه مصرف کودهای شیمیایی به صورت پخش مستقیم همراه با تداخل با خاک سطحی بود. تمامی کودهای فسفر، پتاسیم و منگنز همزمان با کشت مصرف شدند. کود نیتروژن در زراعت چغندر قند یک دوم بعد از دومین آبیاری و یک دوم در مرحله 4 تا 6 برگی بعد از عملیات تنک و وجین به صورت سرک مصرف شدند. شیاربندی زمین به فواصل 61 سانتی متری بوسیله فاروئر و با استفاده از دستگاه شیپر (شکل دهنده) انجام شد. مساحت هر کرت شامل 6 ردیف کاشت 61 سانتی متری به طول 10 متر و فاصله بین تکرارها 6 متر و فاصله بین کرت‌های اصلی آزمایش 61 سانتی متر در نظر گرفته شد. آبیاری بصورت نشتی و کنترل شده بوسیله سیفون انجام گردید. جهت اطمینان از جوانه زدن و سبز شدن یکنواخت بذور، آبیاری دوم به فاصله 3 روز تکرار و ادامه آبیاری‌ها با توجه به نیاز آبی گیاه براساس 100 میلی‌متر تبخیر سطحی از سطح طشتک تبخیر انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل تعیین عملکرد ریشه در واحد سطح، صفات کیفی ریشه، عملکرد شکر سفید، مقدار جذب نیتروژن (حاصل ضرب عملکرد ماده خشک ریشه

حاکی از این است که با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد ریشه افزایش نشان می‌دهد (جدول 3). بررسی چغندرقند نتایج نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط عملکرد ریشه در دو سال آزمایش با 75 تن در هکتار و متناظر آن در تیمار شاهد با 72 تن در هکتار مشخص می‌شود که تفاوت عملکرد حاصل از مصرف کود نیتروژن به منظور ارتقا نیترات خاک به حد بهینه 20 میلی‌گرم در کیلوگرم، 3 تن در هکتار بود (حدود 4/2 درصد) و 72 تن در هکتار بدست آمد در تیمار شاهد بدون مصرف نیتروژن و در سه تیمار دیگر با متوسط نیتروژن مصرفی 44 کیلوگرم در هکتار (یعنی حدود 95/8 درصد) ناشی از تأمین نیتروژن گیاه با متوسط نیتروژن نیتراتی و نیز نیتروژن آمونیاکی به ترتیب 13/8 و 13/71 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. از طرفی، بین تیمار شاهد و تیمارهای مصرف نیتروژن از حیث دستیابی به عملکرد شکر سفید تفاوت معنی‌داری ایجاد نشد (جدول 3). این نتایج می‌تواند کارایی روش نیترات خاک و در نظر گرفتن حد بهینه 20 میلی‌گرم را در راستای استفاده از ظرفیت خاک در تأمین نیتروژن مورد نیاز چغندرقند را نشان دهد. به بیان دیگر هر چه میزان نیتروژن قابل استفاده خاک بالاتر باشد، از میزان کود مصرفی نیتروژن کاسته خواهد شد. از این رو، پاسخ گیاه به کاربرد هر چه بیشتر نیتروژن از حد تعیین شده هر چند ممکن است عملکرد ریشه را افزایش دهد، اما تعادل بین قیمت کود نیتروژن و ارزش چغندرقند را از بین می‌برد.

بررسی نتایج حاصل از تحقیق نوشاد و همکاران (1395) نشان می‌دهد که عملکرد ریشه در تیمار بدون مصرف نیتروژن با متوسط نیتروژن نیتراتی 15/02 و نیتروژن آمونیاکی 10/15 میلی‌گرم در کیلوگرم در عمق صفر تا 30 سانتی متری از 62/67 تن در هکتار به 70/98 تن در هکتار افزایش یافت؛ یعنی 8/31 تن در هکتار (حدود 14 درصد) به دلیل مصرف 100 کیلوگرم نیتروژن در خالص بوده است. حسین پور و همکاران (1392) نتیجه‌گیری کردند که چنانچه نیترات خاک قبل از کاشت بیش از 25 میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، کاربرد کود نیتروژن ضرورتی ندارد، هر چند که بررسی‌های بیشتری در این خصوص لازم می‌باشد. بیلباتو و همکاران (2004) مدل‌های مبتنی بر تعیین نیتروژن نیتراتی پیش از کاشت برای پیش‌بینی مقدار بهینه نیتروژن را از جمله راهکارهای مناسب معرفی نمود.

در درصد نیتروژن موجود بر حسب کیلوگرم در هکتار) و شاخص‌های کارایی نیتروژن شامل کارایی مصرف نیتروژن" عبارتست از عملکرد شکر به نیتروژن در دسترس که شامل "نیتروژن کود" و "متوسط نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری در تیمارهای شاهد- یعنی نیتروژن باقیمانده" می‌باشد، و نیز اجزای آن، کارایی استفاده یعنی "عملکرد شکر به مقدار نیتروژن جذب شده توسط ریشه" و نیز کارایی جذب نیتروژن" نیتروژن جذب شده توسط ریشه به نیتروژن در دسترس (اهدایی و همکاران، 2001) " بود. در موقع برداشت 0/5 متر از بالا و پائین و خطوط کناری کرت‌ها حذف و سپس تمام ریشه‌های دو خط وسط هر کرت برداشت، شمارش و توزین گردید. در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، از ریشه‌های هر کرت نمونه خمیر تهیه و جهت تجزیه- های تکنولوژیکی و صفات مهم کیفی (درصد قند خام، درصد قند سفید، ضریب استحصال، قند ملاس و ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم، نیتروژن مضره) در شرایط منجمد به آزمایشگاه تکنولوژی موسسه چغندرقند ارسال گردید. برای تعیین عملکرد ماده خشک ریشه در هکتار، از حاصلضرب درصد ماده خشک ریشه در عملکرد ریشه مربوط به آن تیمار استفاده شد. جهت تعیین مقدار نیتروژن موجود در ماده خشک گیاه، پودر آسیاب شده ماده خشک ریشه حاصله، طبق روش‌های استاندارد آزمایشگاهی تجزیه (رینفلد، 1974) و نسبت به تعیین نیتروژن کل آن اقدام شد. نتایج در هر سال مورد تجزیه واریانس ساده و در پایان دو سال نیز تجزیه واریانس مرکب آزمایش انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده به روش آزمون دانکن در سطح پنج درصد و با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### الف- نتایج تجزیه خاک

بر اساس نتایج بدست آمده خاک مزارع مورد بررسی بدون شوری و درصد کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل استفاده آنها به ترتیب متوسط و کم و عناصر کم مصرف به جز منگنز قابل استفاده بالاتر از حد بحرانی بودند (جدول 1).

### ب- نتایج شاخص‌های کمی و کیفی چغندر

#### نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله آزمایش (جدول 2) نشان داد که تاثیر سطوح نیتروژن مصرفی بر شاخص‌های مورد بررسی به جز عملکرد شکر سفید در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مندرج در جدول 3

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های محل آزمایش قبل از کشت چغندر قند (91-1389)

ویژگی‌های خاک	سال اول	سال دوم	میانگین دو سال
درصد کربن آلی	0/69	0/9	0/8
پ هاش	7/19	7/82	7/51
شوری (دسی زیمنس بر متر)	0/97	1/1	1/04
نیترژن کل (درصد)	0/07	0/09	0/08
نیترات (میلی گرم در کیلوگرم)	14/9	12/7	13/8
آمونیم (میلی گرم در کیلوگرم)	3/28	24/13	13/71
فسفر قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)	8/8	8/1	8/5
پتاسیم قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)	104	95	99/5
آهن قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)	6/6	-	6/6
روی قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)	2/2	-	2/2
مس قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)	1/4	-	1/4
منگنز قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)	3	-	3
بافت	Si-L	Si-L	Si-L

- هر عدد میانگین سه تکرار است.

دارد. نامبردگان کاهش غلظت ساکارز را به این موضوع ربط دادند که افزایش نیترژن بیش از حد مطلوب، منجر به افزایش قطر و وزن ریشه و در نتیجه افزایش آب بافت گیاهی و مواد غیر ساکارزی نظیر پروتئین‌ها و نیترژن مضره و در نهایت کاهش درصد ساکارز می‌شود. اثر رقت؛ هم چنین افزایش ناخالصی‌های سدیم و پتاسیم به این دلیل است که مصرف بیش از نیاز نیترژن موجب افزایش عملکرد ریشه و بیوماس چغندر قند و به طور کلی تشدید و تحریک رشد رویشی گیاه و حجیم شدن غده-های آن می‌گردد، این امر می‌تواند موجب جذب بالای سایر عناصر از جمله پتاسیم و سدیم شود.

#### رقم

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس دو ساله آزمایش (جدول 2) بین ارقام مورد آزمایش از نظر کلیه صفات کمی و کیفی مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین عملکرد ریشه به مقدار 79/22 تن در هکتار در رقم پالما و کمترین آن معادل 70/27 تن در هکتار در رقم رسول بدست آمد. میانگین دو ساله عملکرد ریشه در این آزمایش 74/45 تن در هکتار بود (جدول 3). بیشترین درصد قند خام به میزان 16/69 درصد در رقم پالما بدست آمد. ارقام رسول و شریف با درصد قند 15/67 و 15/86 درصد تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند. میانگین دو ساله درصد قند خام در این آزمایش 16/07 درصد بود. از لحاظ نتایج دو ساله درصد قند سفید نیز بین ارقام مورد آزمایش در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. بیشترین درصد قند سفید معادل 14/35 درصد توسط رقم پالما بدست آمد (جدول 3).

در این ارتباط، بررسی برخی آزمایش‌های صورت گرفته نیز دال بر نقش مهم ذخایر نیترژن معدنی و بالطبع معدنی شدن نیترژن آلی در طی فصل رشد گیاه در تأمین نیترژن مورد نیاز چغندر قند دارد. دیهیم فرد و نظری (1394) گزارش کردند که مصرف نیترژن تا 80 کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد ریشه به میزان حدود 106 تن در هکتار نسبت به عملکرد تیمار شاهد (بدون مصرف نیترژن) با عملکرد 94 تن در هکتار شد، اما با افزایش نیترژن (160 و 240 کیلوگرم در هکتار) عملکرد تغییر معنی‌داری نداشت؛ به عبارت دیگر فقط 12 تن در هکتار عملکرد ریشه ناشی از مصرف 80 کیلوگرم در نیترژن بوده است. در تحقیق Esmaili (2011) نیز به نقش تأمین نیترژن معدنی خاک در تأمین نیاز گیاه چغندر قند می‌توان پی برد. در بررسی مزبور عملکرد ریشه چغندر قند در تیمار شاهد بدون مصرف نیترژن 50/28 تن در هکتار بود که با تیمار بهینه 100 کیلوگرم در هکتار نیترژن خالص با عملکرد ریشه 61/45 تن در هکتار، اما این اختلاف عملکرد معنی‌دار نبود. به بیان دیگر، 22 درصد افزایش عملکرد به دلیل مصرف نیترژن بوده است. نتایج همچنین حاکی است که مصرف نیترژن موجب افزایش ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم، نیترژن مضره موجود در ریشه و قند ملاس و در نتیجه کاهش کیفیت چغندر قند در هر دو سال آزمایش گردید (جدول 4). نتایج حاصله با نتایج بدست آمده توسط سایر محققان (شریفی، 1375؛ حسین پور و همکاران، 1392؛ انور و صالح، 2003؛ ازی، 2004؛ السید، 2005؛ ماندرشید و همکاران، 2010؛ تسایلتاس و ماسلاریس، 2013 و مقداد، 2015) مطابقت

سطح 30 درصد نیتروژن کمتر از حد بهینه با سطوح مصرف بهینه و 30 درصد بیشتر نیتروژن تفاوت معنی دار نداشت (جدول 5). از این رو، با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل نیتروژن در رقم و مقایسه میانگین اثرات متقابل عوامل مذکور مشخص شد که واکنش ارقام در سطوح مختلف کود نیتروژن متفاوت بود (جدول 5). این موضوع می تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی ارقام مورد آزمایش باشد. در این خصوص مقدار و ردی (2016) عملکرد ریشه بیشتر رقم BTS 301 نسبت به رقم Amina را به ظرفیت بزرگتر مخزن (ریشه ها) که منجر به بزرگ تر شده ریشه ها می شود، ربط داد. در برخی مطالعات دیگر به پاسخ های متفاوت ارقام به کوددهی نیتروژن نیز اشاره شده است (هوزایان، 2013 و شعبان و همکاران، 2014).

#### شاخص های کارایی نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر نیتروژن بر شاخص های کارایی مصرف و جذب نیتروژن در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول 2). مقایسه میانگین نتایج نشان داد که با مصرف نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت، به طوری که بیشترین کارایی در سطح صفر (114/64 کیلوگرم بر کیلوگرم) و در سطوح مصرف نیتروژن، بالاترین کارایی (85/68 کیلوگرم بر کیلوگرم) در سطح مصرف نیتروژن به میزان 30 درصد کمتر از مقدار بهینه بدست آمد (جدول 6). نتایج مشابهی در این ارتباط توسط دریا شناس و ملکوتی (1382)؛ میرزاشاهی و حسین پور (1393)؛ یوریبلارا و همکاران (2007) و دسوزا و همکاران (2008) گزارش شده است. این واکنش گیاه بر اساس قانون بازده نزولی قابل توضیح بوده، ضمن اینکه به نظر می رسد یکی از دلایل کاهش کارایی مصرف نیتروژن فزونی سرعت از دست رفتن عنصر مذکور در مقادیر بالای نیتروژن است. هم چنین نتایج نشان داد که مصرف نیتروژن در هر سطح منجر به کاهش کارایی جذب نیتروژن گردید، به عبارت دیگر در سطح صفر کارایی جذب نیتروژن با میزان 1/50 کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین بود (جدول 6). کارایی جذب نیتروژن مبین توان گیاه در استفاده از نیتروژن پراکنده در محیط است. با افزایش مصرف نیتروژن چنانچه پیش تر اشاره شد، کارایی جذب کاهش می یابد. نتایج اخذ شده با یافته های وینهولد و همکاران (1995) و دلگو و همکاران (1998) مطابقت دارد.

نتایج دو ساله تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که از نظر عملکرد شکر سفید بین ارقام مورد آزمایش در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری مشاهده شد (جدول 2). رقم پالما با عملکرد 11/37 تن در هکتار بیشترین عملکرد قند سفید را دارا بود و ارقام شریف و رسول به ترتیب با 9/53 و 9/1 تن در هکتار در گروه های بعدی قرار داشتند. (جدول 3). طبق نتایج دو ساله آزمایش، ارقام مورد آزمایش از نظر ضریب استحصال شکر در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف آماری نشان دادند (جدول 2). رقم پالما با درجه خلوص 86/11 درصد بالاترین و پس از آن ارقام شریف و رسول با 82/37 و 81/45 درصد در رتبه های بعدی قرار داشتند. هم چنین نتایج (جدول 2) نشان داد که از نظر ناخالصی های پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره در سطح احتمال یک درصد بین ارقام اختلاف آماری مشاهده شد. از این نظر، رقم پالما در مقایسه با دو رقم دیگر کمترین ناخالصی ها را داشت (جدول 4).

#### اثر متقابل تیمارها

نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش نشان می دهد که اثر متقابل سال در نیتروژن در رقم برای صفات درصد قند خام و سفید، سدیم و ضریب استحصال شکر در سطح احتمال یک درصد و برای صفات نیتروژن مضره و قند ملاس در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید (جدول 2). در سال اول اثر متقابل نیتروژن در رقم برای صفات پتاسیم در سطح احتمال یک درصد و برای نیتروژن مضره، ضریب استحصال و قند ملاس در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود و در سال دوم، اثر متقابل نیتروژن در رقم برای صفات درصد قند خام و سفید و سدیم و ضریب استحصال شکر در سطح احتمال یک درصد و برای صفت قند ملاس در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. به طوری که رقم پالما در سطح 30 درصد کمتر از حد بهینه بالاترین درصد قند (16/70 درصد)، درصد قند سفید (14/57 درصد)، ضریب استحصال (86/97) را داشت. هم چنین این رقم نسبت به ارقام شریف و رسول دارای سدیم و نیتروژن مضره کمتری بود (جدول 5). از طرفی، هر چند تجزیه واریانس مرکب دلالت بر عدم معنی دار شدن عملکرد ریشه و شکر سفید داشته، اما مقایسه میانگین نتایج با آزمون دانکن بیانگر تفاوت بین ارقام از حیث نیز دارد، به طوری که رقم پالما نسبت به دو رقم دیگر با توجه به دو شاخص عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید از شرایط بهتری برخوردار است. مضافاً اینکه، عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید به ترتیب با 79/24 و 11/51 تن در هکتار در

جدول 2- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی (91-1389)

میانگین مربعات														
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ریشه	درصد قند	عملکرد شکر سفید	درصد قند سفید	پتاسیم	سدیم	نیترژن مضره	ضریب استحصال	درصد قند	کارایی مصرف	کارایی استفاده	کارایی جذب	میزان جذب نیترژن
سال	1	**	**	**	**	**	n.s	**	**	**	**	**	n.s	**
تکرار در سال	4	n.s	n.s	n.s	n.s	**	*	n.s	n.s	n.s	n.s	**	**	*
نیترژن	3	**	**	n.s	**	**	**	**	**	**	**	n.s	**	n.s
نیترژن در سال	3	n.s	n.s	n.s	*	*	**	**	**	**	n.s	n.s	n.s	n.s
رقم	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	n.s	n.s
سال در رقم	2	n.s	n.s	n.s	n.s	*	*	*	*	*	n.s	n.s	n.s	n.s
نیترژن در رقم	6	n.s	n.s	n.s	**	n.s	**	*	**	*	n.s	n.s	n.s	n.s
سال در رقم در نیترژن	6	n.s	n.s	*	**	**	**	n.s	**	**	n.s	n.s	n.s	n.s
ضریب تغییرات(درصد)	-	6/29	2/51	7/10	3/45	4/65	14/78	10/90	1/49	7/06	7/23	18/45	16/23	15/89

- \*\* ، \* و n.s به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و معنی دار نیست.

جدول 3- اثر تیمارهای آزمایش بر صفات کمی و کیفی چغندر قند (91-1389)

تیمارها	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		درصد قند		عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)		درصد قند سفید	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
سطوح نیترژن خالص (کیلوگرم در هکتار)								
صفر	66/82b	77/26a	72/04b	15/86a	16/97a	16/41a	10/78a	9/95a
30 درصد کمتر	69/18b	77/91a	73/54b	15/55a	16/56ab	16/06b	10/63a	9/93a
حد بهینه	69/85b	79/80a	74/83ab	15/82a	16/66ab	16/20ab	10/95a	10/25a
30 درصد بیشتر	74/28a	80/50a	77/39a	14/83b	16/32b	15/57c	10/67a	9/88a
رقم								
رسول	65/15c	75/40b	70/27c	15/28b	16/42b	15/86b	9/94b	9/10c
شریف	69/47b	78/24b	73/85b	15/22b	16/12b	15/67b	10/15b	9/53b
پالما	75/48a	82/96a	79/22a	16/04a	17/33a	16/69a	12/20a	11/37a

- حد بهینه نیترژن در سال اول 35 کیلوگرم در هکتار (30 درصد کمتر و بیشتر به ترتیب 24/5 و 45/5 کیلوگرم در هکتار)، حد بهینه نیترژن در سال دوم 51 کیلوگرم در هکتار (30 درصد کمتر و بیشتر به ترتیب 35/7 و 66/3 کیلوگرم در هکتار). اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد ندارند.

جدول 4- اثر تیمارهای آزمایش بر صفات کمی و کیفی چغندر قند (91-1389)

تیمارها	پتاسیم (میلی اکی والان در 100 گرم)			سدیم (میلی اکی والان در 100 گرم)			نیترژن مضره (میلی اکی والان در 100 گرم)			ضرب استحصالی		درصد قند ملاس	
	سال اول	سال دوم	میانگین دو سال	سال اول	سال دوم	میانگین دو سال	سال اول	سال دوم	میانگین دو سال	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
سطوح نیترژن خالص (کیلوگرم در هکتار)													
صفر	3/49b	5/26a	4/38b	1/52bc	1/69b	1/61b	2/59b	3/61a	3/31b	85/85ab	82/10ab	1/65b	2/43ab
30 درصد کمتر	3/48b	4/90b	4/19c	1/68b	1/55b	1/62b	2/46bc	3/62a	3/04b	85/22b	82/46a	1/69b	2/26b
حد بهینه	3/56b	5/30a	4/40ab	1/32c	1/80ab	1/55b	2/21c	3/96a	3/09b	86/26a	81/70ab	1/57b	2/51a
30 درصد بیشتر	3/81a	5/26a	4/53a	2/20a	2/03a	2/12b	3/01a	3/86a	3/43a	82/15c	80/74b	2/03a	2/55a
رقم رسول	3/92a	5/57a	4/74a	2/03a	2/38a	2/20b	2/49b	3/73a	3/11b	83/13c	79/76b	1/97a	2/75a
شریف	3/46b	5/17b	4/32b	1/89a	1/92b	1/90b	2/77a	3/92a	3/35a	84/31b	80/42b	1/79b	2/53b
پالما	3/37b	4/80c	4/09c	1/13b	1/01c	1/07c	2/44b	3/63a	3/04b	87/13a	85/08a	1/46c	2/03c

- حد بهینه نیترژن در سال اول 35 کیلوگرم در هکتار (30 درصد کمتر و بیشتر به ترتیب 24/5 و 45/5 کیلوگرم در هکتار)، حد بهینه نیترژن در سال دوم 51 کیلوگرم در هکتار (30 درصد کمتر و بیشتر به ترتیب 35/7 و 66/3 کیلوگرم در هکتار). اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد ندارند.

جدول 5- مقایسه میانگین دو ساله اثر متقابل نیترژن و رقم بر صفات کمی و کیفی چغندر قند (91-1389)

مقدار نیترژن خالص "میانگین دو سال" (کیلوگرم در هکتار)	رقم	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)	درصد قند سفید	پتاسیم (میلی اکی والان در 100 گرم)	سدیم (میلی اکی والان در 100 گرم)	نیترژن مضره (میلی اکی والان در 100 گرم)	ضرب استحصالی	قند ملاس
	رسول	75/25cd	16/10b	9/23bc	13/15cd	4/76ab	2/10bc	3/28b	81/72ef	2/36b
صفر	شریف	71/22cd	16/09b	9/57b	13/44bc	4/29de	1/73de	3/05bc	83/60cd	2/05c
	پالما	74/65bc	17/05a	11/05a	14/78a	4/09fg	1/00fg	2/87c	86/54a	1/71de
30/1	رسول	67/24d	16/16b	9/03bc	13/26bc	4/70abc	1/81cde	2/91c	82/66de	2/21bc
(30 درصد کمتر)	شریف	74/14bc	15/22de	9/26bc	12/52e	4/00fg	2/07bc	3/18bc	81/89ef	2/13c
	پالما	79/24ab	16/79a	11/51a	14/51a	3/88g	0/97g	3/03bc	86/97a	1/60e
	رسول	70/91cd	16/18b	9/62b	13/56bc	4/65abc	1/96bcd	2/92bc	82/93de	2/21bc
43 (حد بهینه)	شریف	74/00bc	15/83bc	9/70b	13/13cd	4/48cd	1/66e	3/23bc	82/93de	2/11c
	پالما	79/57ab	16/70a	11/44a	14/37a	4/16ef	1/05fg	3/01bc	86/09ab	1/80d
	رسول	72/68cd	14/97e	8/54c	11/76f	4/87a	2/93a	3/25bc	78/47g	2/67a
55/9	شریف	76/04bc	15/54cd	9/59b	12/59de	4/51bcd	2/14b	3/82a	81/04f	2/34b
(30 درصد بیشتر)	پالما	84/43a	16/20b	11/50a	13/75b	4/22ef	1/27f	3/24bc	84/82bc	1/87d

- اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد ندارند.



جدول 6- اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های کارایی نیتروژن (1389-91)

مقدار جذب نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)		کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)		کارایی استفاده نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)		کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)		مقدار نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)				
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول			
133/5 a	162/5 a	104/5 a	1/50a	1/57a	1/44a	78/55a	67/79a	89/31a	114/64a	103/91a	125/36a	صفر*
142/7 a	171/3 a	114/1 a	1/20b	1/23b	1/17b	74/26a	62/81a	85/71a	85/68b	76/41b	94/95b	30 درصد کمتر
140/5 a	171/5 a	109/5 a	1/1c	1/11b	1/02b	78/78a	65/42a	92/13a	79/73c	70/78b	88/67c	حد بهینه
147/5 a	178/5 a	116/5 a	1/02c	1/05b	0/99b	69/77a	59/96a	79/57a	69/99d	62/85c	77/13d	30 درصد بیشتر
136/1 a	165/9 a	106/2 a	1/16a	1/21a	1/11a	72/31b	60/64b	83/97ab	79/68c	72/57b	86/79c	رقم
144/8 a	173/8 a	115/8 a	1/23a	1/26a	1/2a	68/61b	58/87b	78/36a	83/55b	74/12b	92/97b	رسول
142/3 a	173/1 a	111/5 a	1/20a	1/25a	1/15a	85/01a	72/48a	97/72a	99/31a	88/78a	109/83a	شریف
												پالما

\* محاسبه کارایی در این تیمار - صفر و یا شاهد - فقط بر مبنای نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی "نیتروژن یاقیمانه" خاک بوده است. حد بهینه نیتروژن در سال اول 35 کیلوگرم در هکتار و 30 درصد کمتر و بیشتر به ترتیب 24/5 و 45/5 کیلوگرم در هکتار، حد بهینه نیتروژن در سال دوم 51 کیلوگرم در هکتار و 30 درصد کمتر و بیشتر به ترتیب 35/7 و 66/3 کیلوگرم در هکتار. اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد ندارند.

جدول 7- مقایسه میانگین دو ساله اثر متقابل نیتروژن و رقم بر شاخص‌های کارایی نیتروژن (1389-91)

کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی استفاده نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	رقم	مقدار نیتروژن خالص "میانگین دو سال" (کیلوگرم در هکتار)
1/54a	70/59ab	106/74bc	رسول	
1/47ab	76/02ab	110/02b	شریف	صفر
1/50a	89/06ab	127/14a	پالما	
1/06b	79/33ab	76/84d	رسول	30/1
1/34ab	60/76b	80/85de	شریف	(30 درصد کمتر)
1/21ab	82/70ab	99/35c	پالما	
1/09b	71/87b	74/20de	رسول	
1/08b	71/53b	75/45de	شریف	43 (حد بهینه)
1/02b	92/93ab	89/53d	پالما	
0/95b	67/44ab	60/92f	رسول	55/9
1/03b	66/15ab	67/87ef	شریف	(30 درصد بیشتر)
1/08b	75/70ab	81/20d	پالما	

- اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد ندارند.

قابل توجهی برخوردارند (رحیمیان مشهدی و بنایان اول، 1375). پاسخ متفاوت ارقام به شاخص های کارایی نیتروژن در دیگر محصولات نظیر آفتابگردان توسط شاوران و همکاران (2016) نیز گزارش شده است.

### نتیجه گیری و پیشنهادها

به توجه به شرایط اجرای این آزمایش به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد اقتصادی شکر سفید، مصرف نیتروژن در حد بهینه در ارقام مناسب منطقه، توصیه می-گردد. اما، این میزان بهینه نیتروژن با توجه به مقدار نیتروژن نیترا تی خاک (20 میلی گرم در کیلوگرم به عنوان حد بهینه) پیش از کاشت و تأمین مازاد نیتروژن (برای رساندن سطح نیتروژن خاک به سطح بهینه) مورد نیاز با ملحوظ نمودن حد مزبور در عمق صفر تا 30 سانتی متری پیش از کاشت تعیین می گردد که نهایتاً کاهش مصرف کود نیتروژن و به تبع سود اقتصادی بیشتر و رعایت مسائل زیست محیطی را به همراه خواهد داشت. از سویی، نتایج نشان داد که اعمال مدیریت بهینه نیتروژن از حیث تأثیر گذاری مثبت بر کیفیت چغندر قند از اهمیت بسزایی برخوردار است. به عبارت دیگر، از مصرف مقادیر نیتروژن بیشتر از حد بهینه، با وجودی که باعث افزایش عملکرد ریشه و بیوماس محصول می گردد، اجتناب گردد؛ چرا که سطوح بالای نیتروژن موجب کاهش کیفیت چغندر قند و درصد قند و نیز ضریب استحصال و افزایش قند ملاس گردیده و قابل توصیه نمی باشد. هم چنین نتایج نشان داد که رقم پالما در مقایسه با دو رقم دیگر از نظر شاخص های مورد بررسی در شرایط بهتری قرار داشت. پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی تأثیر منابع آلی نیتروژن بر میزان پاسخ ارقام چغندر قند پاییزه در منطقه نیز مد نظر قرار گیرد. هم چنین مقایسه شیوه های مختلف تامین نیتروژن می تواند دستمایه یک کار پژوهشی از نقطه نظر مشخص نمودن جنبه های مثبت و منفی هر شیوه، قرار گیرد.

هم چنین، به دلیل ایجاد شرایط غیر هوایی ناشی از آبیاری و بارندگی پدیده نیترات زدایی؛ یعنی تبدیل نیترات به مولکول نیتروژن می تواند از فرآیندهای مؤثر در کاهش جذب نیتروژن باشد (ماترون و رایان، 1995 و ماچو و سینکلیر، 1994). نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفت میزان جذب نیتروژن نشان داد که نیتروژن تأثیر معنی داری بر صفت مذکور ایجاد نکرد. هم چنین، اثر رقم بر کارایی مصرف و استفاده نیتروژن در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول 2). رقم جدید پالما نسبت به دو رقم دیگر از کارایی مصرف و استفاده نیتروژن بالاتری برخوردار بود (جدول 6).

کارایی استفاده نیتروژن در واقع بیانگر تبدیل نیتروژن جذب شده به ماده خشک است که در این بین رقم پالما در مقایسه با دو رقم دیگر هر چند توانایی جذب یکسانی داشته است، اما از این قابلیت ژنتیکی برخوردار بوده است که عملکرد ریشه بیشتری تولید نماید، به عبارت دیگر بالاتر بودن کارایی مصرف رقم پالما دلالت بر توانایی بیشتر این رقم به انتقال مواد فتوسنتزی به مخزن (عملکرد ریشه بالاتر) نسبت به تغذیه نیتروژنی دارد. از سویی، تجزیه واریانس مرکب اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر شاخص های کارایی معنی دار نگردید، اما نتایج نشان داد که ارقام مورد آزمایش در هر سه سطح نیتروژن مصرفی نسبت به تیمار شاهد دارای روند کاهشی منظمی از نظر شاخص کارایی مصرف نیتروژن بودند. افزون بر این، شاخص کارایی مصرف نیتروژن که خود حاصل ضرب دو جزء کارایی جذب و استفاده می باشد، در رقم پالما به خصوص در سطح نیتروژن 30 درصد کمتر از حد بهینه (با شاخص کارایی مصرف 99/35 کیلوگرم بر کیلوگرم) از دو رقم دیگر بیشتر بود؛ که توان بالقوه این رقم را در مصرف نیتروژن به کار رفته نشان می دهد (جدول 7).

بنابر این، به نظر می رسد کارایی مصرف نیتروژن و نیز کارایی استفاده نیتروژن در تفکیک ارقام از اهمیت

### فهرست منابع:

1. حسین پور، م. 1385. تأثیر مدیریت نیتروژن، آب آبیاری و طول دوره رشد بر کارایی مصرف آب و نور در چغندر قند زمستانه. رساله دکتری رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس - تهران.
2. حسین پور، م. ع. ر. پاک نژاد، ا. نادری، ر. اسلامی زاده، ا. یوسف آبادی و ح. شریفی. 1392. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر خصوصیات رشدی و صفات کمی و کیفی چغندر قند پاییزه. مجله چغندر قند. جلد 29، شماره 1. ص 51-33.

3. دادنیا، م. ر. و ن. خدابنده. 1379. بررسی افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری در سیستم‌های کشاورزی پایدار در سوئیا. مجله علوم زراعی ایران، جلد 2، شماره 4. ص 41-33.
4. دریاشناس، ع. م. و م. ج. ملکوتی. 1382. بررسی روش‌های افزایش کارایی کودهای نیتروژن در گندم آبی خوزستان. چکیده مقالات سومین همایش توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران. ص 250.
5. دیهیم فرد، ر. و ش. نظری. 1394. بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی محصول در ارقام چغندرقد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد 22، شماره 2. ص 71-94.
6. شریفی، ح. 1375. تجزیه و تحلیل کمی رشد و بررسی مشخصات مهم کیفی چغندرقد رقم مولتی ژرم مقاوم به بولت در منطقه دزفول، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.
7. طهرانی، م. م. و م. ج. ملکوتی. 1377. کودهی ازته بر اساس میزان نیترات پای بوته در کشت چغندرقد. مجله خاک و آب، جلد 12، شماره 1. ص 4-1.
8. علی احیایی، م. و ع. ا. بهبهانی زاده. 1372. شرح روش‌های شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره 893، چاپ اول، موسسه تحقیقات خاک و آب.
9. علی اصغرزاده، ن. 1376. میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک. انتشارات دانشگاه تبریز.
10. کرمی، ع. و ح. حیاتی. 1377. کشاورزی پایدار در مقایسه با کشاورزی متعارف: سنجش ایستارها. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد دوم، شماره اول: 18-1.
11. عبداللهیان نوقابی، م. 1386. تأثیر نوع رقم، اندازه ریشه و اجزا ریشه ذخیره‌ای روی عملکرد و خصوصیات تکنولوژیکی چغندرقد. چکیده بیست و چهارمین سخنرانی‌های علمی ایراد شده در موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندرقد.
12. قاسمی، ح. ر. محمدیان. و م. ع. اسماعیلی. 1395. اثر کود نیتروژن، آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت ریشه و شاخص‌های فیزیولوژیک چغندرقد (*Vulgaris Beta.L*) رقم پارس در شرایط آبیاری قطره‌ای - نواری. مجله علوم زراعی ایران. جلد 18، شماره 4. ص 319-333.
13. ملکوتی، م. ج. و م. ن. غیبی. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران. 92 صفحه.
14. میرزاشاهی، ک. و م. حسین پور. 1393. مدیریت کودی نیتروژن بر عملکرد دانه و شاخص‌های کارایی نیتروژن در ذرت. نشریه پژوهش و سازندگی، شماره 102. ص 31-40.
15. نوشاد، ح. و م. نیرومند جهرمی. 1388. بررسی بهبود مصرف نیتروژن با استفاده از آزمون نیترات و آمونیوم خاک و محل نمونه‌برداری در زراعت چغندرقد. گزارش‌نهایی پروژه تحقیقاتی. ناشر موسسه تحقیقات چغندرقد.
16. نوشاد، ح. س. محمدیان، س. خیامیم و ف. حمدی. 1393. اثر کودهای آلی حاوی اسیدهای آمینه بر کارایی نیتروژن مصرفی و خصوصیات کمی و کیفی چغندرقد. مجله چغندرقد. جلد 30، شماره 2. ص 167-181.
17. Albayrak, S., and O. Yulsel. 2010. Effect of nitrogen fertilization and harvest time on root yield and quality of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *crassa* Mansf). Turkish Journal of Field Crops. 15(1): 59-64.
18. Arregui, L.M., and M. Quemada. 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under rainfed conditions. Agronomy Journal. 100: 277-284.

19. Azzay, N. B. 2004. Effect of nitrogen and boron fertilization on yield and quality of sugar beet under Upper Egypt conditions. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 76: 1099 - 1113.
20. Bilbao, M., J. J. Martinez, and A. Delgado. 2004. Evaluation of soil nitrate as a predictor of nitrogen for sugar beet grown in a Mediterranean climate. *Agronomy Journal*. 96:18-25.
21. Delogu, G., L. Cattivelli, N. Pecchioni, D. De Falcis, T. Maggiore, and A. M. Stanca. . 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy*. 9: 11-20.
22. De Souza, L.V., G.V. Miranda, J. C .C. Galvão, F. R. Eckert, E. Éder, R. O. Lima, and L. J. M. G. R.O. Mantovani. 2008. Genetic control of grain yield and nitrogen use efficiency in tropical maize. *Pesquisa Agropecuria Brasileira*. 43 (11): 1517-1523.
23. Draycott, A. P. 1972. *Sugar Beet Nutrition*, Applied Science publishers, 250p.
24. Draycott, A. P. 1993. *Nutrition in the sugar beet crop principle and practice*: Cook, D.A. and Scott, R.K. Chapman & Hall, London. Pp: 239-278.
25. El-Sayad, G. S. 2005. Effect of soil application of nitrogen and magnesium fertilization on yield and quality of two sugar beet varieties. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 83: 317- 329.
26. Ehdaei, B., M. R. Shakiba, and T. J. Waines. 2001. Sowing date and nitrogen input influence nitrogen-use efficiency in spring bread and durum wheat genotype. *Journal of Plant Nutrition*. 24:899-919.
27. Esmaeili, M.A. 2011. Evaluation oh the effects of nitrogen on sugar beet (*Beta Vulgaris*). *International Journal of Biology*. 3(9):89-93.
28. Feller, C., and M. Finl. 2004. Nitrate content, Soluble solids content, and yield of table beet as affected by cultivar, sowing date and nitrogen supply. *Horticulture Science*. 39(6): 1255-1259.
29. Hills, F.G, M. Burtch, D. M. Holmbery, and K. Ulrich .1977. Response of yield – type versus sugar- type sugar beet varieties to soil nitrogen levels and time of harvest. *Agronomy Journal*. 5: 127- 135.
30. Hoffmann, C.M. 2005. Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 191: 138-145.
31. Hozayn, M. 2013. Screening of some exotic sugar beet cultivars grown under newly reclaimed sandy soil for yield and sugar quality traits. *Journal of Applied Science Research*. 9(3): 2213- 2222.
32. Materon, L. A., and J. Ryan. 1995. Rhizobial inoculation and phosphorus and zinc nutrition for annual medics adapted to editerranean environments. *Agronomy Journal*. 87:692-698
33. Manderscheid, R., A. Pacholski, and H. Weigel. 2010. Effect of ferr air carbon dioxide enrichment combined with two nitrogen level on growth, yield and yield quality of sugarbeet: evidence for a sink limitation of beet growth under elevated Co<sub>2</sub>. *European Journal of Agronomy*. 32: 228- 239.
34. Manlou, C.S., K. W. Jaggard, and D. L. Sparkes. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. *European Journal of Agronomy*. 28: 47-56.
35. Magdaf, F.R., D. Ross, and J. Amadan. A soil test for nitrogen availability to corn. *Soil Science Society American Journal*. 1984.48:1301-1304.
36. Mekdad, A.A.A. 2015. Sugar beet productivity as affected by nitrogen fertilizer and foliar spraying with boron. *International Journal of current Microbiology and applied Sciences*. 494): 181-186.

37. Muchow, R. C., and T. R. Sinclair. 1994. Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field- grown maize and sorghum. *Crop Science*. 34:721-727.
38. Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen- Inorganic Forms. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., and Sumner, M.E. (ed), *Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods*. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI,USA., pp: 1123-1184.
39. Nawar, R. R. R., and S. A. Saleh. 2003. Effect of plant spacing and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of sugar beet under calcareous soil condition. *International Journal of advance Agriculture Resaerch*. 8(1): 47- 57.
40. Reinefeld. E., A. Emmerich, G. Baumgarten, C. Winner and U. Beiss. 1974. For predicting the melasseszukers from ruben analysis. *Sugar*. 27: 2- 15.
41. Shaban, KH. A. H., E. M. Abdel Fatah, and D. A. Syad. 2014. Impact of humic acid and mineral nitrogen fertilization on soil chemical properties and yield and quality of sugar beet under saline soil. *Journal of Soil Science and Agricultural Engineering*. 5 (10): 1335-1353.
42. Sheoran, P., V. Sardana, S. Singh, A. Kumar, A. Mann, and P. Sharma. 2016. Agronomic and physiological assessment of nitrogen use, uptake and acquisition in sunflower. *International Journal of Plant Production*. 10 (2): 109- 121.
43. Sieling, K., H. Schroder, M. Finck, and M. Hanus. 1998. Yield, N uptake and apparent N-use efficiency of winter wheat and winter barley grown in different cropping systems. *Journal of Agricultural Science*. 131: 375-387.
44. Stevens, W.B., R. D. Violett, S. A. Skalsky, and A. O. Mesbah. 2008. Response of eight sugarbeet varieties to increasing nitrogen application: I. Root, sucrose, and top yield. *Journal of Sugar Beet Research*. 45: 65-83.
45. Tilman, D., K. G. Cassman, P. A. Matson, R. Naylor, and S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. 418: 671-677.
46. Tsailtas, J.T., and N. Maslaris. 2013. Nitrogen effects on yield, uality and K/Na selectivity of sugar beets grown on clays under semi-arid, irrigated conditions. *International Journal of Plant Production*. 7 (3): 355-371.
47. Uribelarrea, M., S. P. Moose, and F. E. Below. 2007. Divergent election for grain protein affects nitrogen use efficiency in maize hybrids. *Field Crops Research*. 100: 82-90.
48. Wienhold, B. J., T. P. Trooien, and G. Reichman. 1995. Yield and nitrogen use efficiency of irrigated corn in The Northern Great Plain. *Agronomy Journal*. 87:842-846.

## Response of Autumn Sugar Beet Varieties to Nitrogen Application and Its Efficiency Indices

**K. Mirzashahi<sup>1</sup>, A. R. Paknejad, and S. Omidvari**

Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Dezful, Iran; E-mail: kamranmirzashahi@yahoo.com

Scientific Staff, Soil and Water Research Department, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Dezful, Iran; E-mail: rezapaak@yahoo.com

Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran; E-mail: Shomid1350@yahoo.com

Received: May, 2018 and Accepted: December, 2018

### Abstract

This research was conducted to investigate the response of autumn-planted sugar beet varieties to nitrogen and parameters of its efficiency. The experiment was arranged as factorial in a randomized complete block design with three replications. The first factor consisted of four nitrogen levels (control" without nitrogen application"), 30% less than optimum level, optimum level "on the basis of optimum level soil residue nitrate", and 30% more than optimum level). The second factor consisted of three varieties (Rasoul" as regional control", Sharif "SBSI001", and Palma). The result of combined analysis showed that nitrogen application on root yield, sugar content, and other root quality traits (white sugar, molasses content) was significant. Moreover, with higher use of nitrogen, sugar yield decreased, but other quality indices (Na, K, etc) increased. The effect of variety on the traits studied was significant including root and white sugar yields. Palma variety had the highest root yield and white sugar yield compared to other varieties. Also, with more nitrogen application, efficiency parameters (use, utilization and uptake) decreased. The interaction of treatments was significant on the traits such as sugar percentage, white sugar percentage, and molasses sugar content, such that Palma variety was better in terms of the above indicators. The interaction of treatments was not significant on efficiency indices, but Palma cultivar, compared to other varieties, had the highest use and utilization efficiency. Therefore, to achieve economic yield of white sugar in this region and for conditions similar to this experiment, application of nitrogen at 30% less than the optimum rate and use of plma variety is recommended followed by Sharif and Rasoul varieties.

**Keywords:** Economic yield, Soil nitrogen, White sugar

---

<sup>1</sup> Corresponding author: Soil and Water Department, Safiabad Agricultural and education and Natural Research Center, AREEO, Dezful. Iran.