"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هیجدهم، شماره ٤، زمستان ١٣٩٥

اثر کود نیتروژن، آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت ریشه و شاخص‌های فیزیولوژیک چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) رقم پارس در شرایط آبیاری قطره‌ای- نواری

Effect of nitrogen fertilizer, planting pattern and plant density on root yield and quality and physiological indices of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) *cv.* Pars under tape-drip irrigation condition

حمید قاسمی[1]، رحیم محمدیان[2] و محمدعلی اسماعیلی[3]

چکیده

قاسمی. ح.، ر. محمدیان. و م. ع. اسماعیلی. ١٣٩٥. اثر کود نیتروژن، آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت ریشه و شاخص‌های فیزیولوژیک چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) رقم پارس در شرایط آبیاری قطره‌ای- نواری. **مجله علوم زراعی ایران. ١٨(٤): ٣٣٣-٣١٩.**

این تحقیق با هدف تعیین اثر مقادیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر صفات فیزیولوژیک، عملکرد و کیفیت چغندرقند رقم پارس انجام گرفت. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده نواری بر پایه طرح بلوک‌های کامل‌تصادفی با چهار تکرار با آبیاری قطره‌ای- نواری در دو سال (١٣٩٢ و ١٣٩٣) در ایستگاه تحقیقاتی مطهری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند واقع در کمال‌شهرکرج اجرا شد. عامل آرایش کاشت در دو سطح (٥٠-٤٠ و ٦٠-٤٠) و کود نیتروژن در چهار سطح (صفر، ٥٠، ٧٥ و ١٠٠ درصد توصیه شده در آبیاری ثقلی) به صورت فاکتوریل به عنوان عوامل عمودی و تراکم بوته (فاصله بوته روی خطوط کاشت) در دو سطح (١٤ و ٢٠ سانتی متر)، به عنوان عامل افقی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثرکود نیتروژن بر عملکرد ریشه و قند معنی‌دار بود و کاهش مصرف کود نیتروژن تا ٧٥ درصد مقدار توصیه شده، اثر معنی‌داری بر عملکرد و قند ناخالص ریشه چغندر قند نداشت. عملکرد ریشه و قند ناخالص در این تیمار کودی به ترتیب ٧٠/٦ و ١٠/٢٥ تن در هکتار بود. در میانگین دو سال، کمترین و بیشترین مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه (٩٩/٩ و٢٤٠/٣ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب مربوط به سطح صفر و ١٠٠ درصد کود نیتروژن بود. از کل نیتروژن جذب شده، ٥٨ درصد به اندام زیرزمینی و ٤٢ درصد به اندام هوایی گیاه اختصاص یافتند. بیشترین کارایی استفاده از نیتروژن در تولید قند ناخالص، مربوط به تیمار عدم مصرف‌کود بود (٥٠/٨ کیلوگرم قند به ازای هر کیلوگرم نیتروژن موجود در خاک) (به‌ترتیب ٢١/٧، ٢٤/٨ و ٣١/٣ درصد بیشتر از تیمارهای ٥٠، ٧٥ و١٠٠ درصد مقادیر کودی توصیه شده). با افزایش تراکم بوته وکود نیتروژن، تابش بیشتری توسط پوشش گیاهی جذب شد. در فواصل بوته ١٤ در مقایسه با ٢٠ سانتی‌متر حدود ٨ درصد، در آرایش کاشت ٥٠-٤٠ در مقایسه با ٦٠-٤٠ حدود ٢٢ درصد و در سطح کودی ٧٥ درصد توصیه شده در روش آبیاری ثقلی در مقایسه با عدم مصرف کود نیتروژن، حدود ٤١ درصد نور کمتری به کف پوشش گیاهی رسید. مصرف کود نیتروژن بر میزان سبزینگی برگ، میزان کلروفیل، حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ٢ و تعداد برگ‌ها اثر معنی‌داری داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که با کاهش مصرف کود نیتروژن تا ٧٥ درصد مقدار توصیه شده در روش آبیاری قطره‌ای- نواری، ضمن صرفه‌جویی در مصرف کود، کاهش محسوسی در صفات مهم کمی و کیفی چغندرقند مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای- نواری، چغندرقند، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ٢ و کلروفیل‌متر.

تاریخ دریافت: ١٣٩٥/٠٩/٠٧ تاریخ پذیرش: ١٣٩٥/١١/٢٧ این مقاله مستخرج رساله دکتری نگارنده اول می باشد.

١- دانشجوی دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

٢- دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: r_mohammadian@hotmail.com)

٣- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقدمه

نیتروژن عنصر اصلی و پایه‌ای بسیاری از مواد مهم گیاهی نظیر کلروفیل، نوکلئوتیدها، پروتئین‌ها، آلکالوئیدها، آنزیم‌ها، هورمون‌ها و ویتامین‌هاست (Fang *et al*., 2006). اثر نیتروژن بر افزایش وزن خشک گیاه به شرکت این عنصر در ساختار مولکول‌های بزرگ نظیر پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک نسبت داده شده است (Zhao *et al.,* 2006). گیاهان نیتروژن را از خاک به صورت نیترات (NO_3^-) و آمونیوم (NH_4^+) جذب می‌کنند (Fang *et a*l., 2006).

در زراعت چغندرقند ارتباط بین میزان نیتروژن در دسترس گیاه و محصول قند، هدف بسیاری از مطالعات بوده است که نتایج کلی حاصله را می‌توان در سه بخش خلاصه نمود:۱- همانند بسیاری از گیاهان، کاهش مصرف نیتروژن باعث کاهش رشد برگ، افزایش سرعت پیری برگ، کاهش میزان جذب تابش خورشیدی و کاهش مقدار محصول می‌گردد (Milford *et al*., 1988). این کاهش محصول در اثر افزایش میزان ذخیره قند نسبت به استفاده از مواد پرورده برای رشد، تا حدودی جبران می‌شود (Scott *et al*., 1994)، ۲- در مقابل، نیتروژن زیاد باعث افزایش بیش از پیش تولید برگ شده (Milford *et al*., 1988) و این موضوع تا حدودی باعث افزایش ناچیزی در جذب نور می‌شود (Scott *et al*., 1994) که منجر به کاهش نسبت قند ذخیره شده می‌گردد (Milford *et al*., 1988). این موضوع با تجمع ترکیبات نیتروژن‌دار در ریشه همراه است که باعث کاهش معنی‌دار در کیفیت چغندرقند می‌شود (Giller, 2004)، ۳- برآورد میزان بهینه کود مورد نیاز گیاه به مقدار زیادی تحت تاثیر تغییرات پویایی نیتروژن از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر و از سالی به سال دیگر بوده و فرآیندی بسیار مشکل و پیچیده است، بنابراین یافتن همبستگی مناسب بین نیتروژن و یا پتانسیل نیتروژن موجود در خاک با کود مورد نیاز، حلقه مفقوده این زنجیره می‌باشد (Allison *et al*., 1996).

از طرف دیگر با توجه به کمبود شدید آب در مناطق خشک و نیمه خشک جهان امروزه بسیاری از تحقیقات کشاورزی بر افزایش بهره وری مصرف آب از طریق تهیه ارقام متحمل به خشکی و یا مدیریت آبیاری در تولید محصولات کشاورزی متمرکز شده است (Topak *et al.,* 2010). روش آبیاری قطره ای به همراه کود آبیاری به عنوان یکی از بهترین روش ها برای بهبود کارائی آب و کود پیشنهاد شده است (Abalos *et al*., 2014). تحقیقات انجام شده در کشور چین نشان داده است که روش آبیاری قطره ای به همراه کود آبیاری در زراعت گوجه فرنگی در مقایسه با روش آبیاری قطره ای، ضمن افزایش عملکرد باعث کاهش مصرف کود نیتروژن و آب و در نتیجه بهبود کارائی مصرف کود و آب و همچنین باعث کاهش آبشویی نیترات گردید (Fan *et al*., 2014). همچنین گزارش شده است که مدیریت آبیاری و همچنین کودهای های نیتروژنه می تواند در مزارع شالیزار، باعث بهبود عملکرد برنج، افزایش بازیافت نیتروژن و کاهش هدرروی نیتروژن و در نتیجه بهبود وضعیت محیط زیست و کاهش آلودگی زیست محیطی گردد (Yang *et al*., 2015).

بر اساس نتایج آزمایش جاهدی و همکاران (Jahedi *et al*., 2012)، در آبیاری قطره‌ای میزان مصرف آب ۵۰ درصد کمتر از آبیاری ثقلی بود، در عین حال تفاوت مقدار محصول ریشه در دو نوع شیوه آبیاری معنی‌دار نبود، و بر همین اساس روش آبیاری قطره‌ای در مناطق با کمبود آب قابل توصیه است. در گیاه چغندرقند دو سوم آب مورد نیاز از لایه‌های سطحی و تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک تامین می‌شود. در زراعت چغندر قند در ایالات متحده در طول ۳۰ سال گذشته، استفاده از روش آبیاری ثقلی تا ۴۸ درصد کاهش یافته و استفاده از روش‌های مختلف آبیاری تحت فشار به طور میانگین ۴۹ درصد افزوده شده است

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

(Eckhoff and Flynn, 2008). استفاده از روش‌های نوین آبیاری یا روش آبیاری تحت فشار باعث کاهش هزینه‌های کارگری، افزایش کارایی مصرف آب و کاهش فرسایش و هدرروی مواد غذایی خاک می‌شود (Evans *et al*., 2010). بعلاوه وضعیت ظاهری (تعداد و رنگ برگ‌ها) و فیزیولوژیک گیاه (میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، میزان نیتروژن اندام‌های گیاهی و فلورسانس کلروفیل) نیز نشان دهنده قابل دسترس بودن آب، مواد غذایی و نور می‌باشند (Ulrich and Hills, 1990). بر این اساس، شناسایی مناسب‌ترین مقدار کود نیتروژن، بهترین آرایش کاشت و فاصله بوته روی ردیف‌های کاشت در کشت چغندرقند در آبیاری قطره‌ای- نواری و بررسی اثرات این عوامل بر عملکرد و کیفیت و برخی خصوصیات فیزیولوژیک چغندرقند از اهداف آزمایش حاضر بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقاتی مطهری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند واقع در کمال‌شهرکرج با استفاده از رقم تجاری چغندرقند پارس اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده نواری با استفاده از شانزده تیمار شامل دو عامل آرایش کاشت در دو سطح (۵۰-۴۰ و ۶۰-۴۰ با قرار دادن نوارهای تیپ در وسط ردیف‌های ۴۰ سانتیمتری) و کود نیتروژن در چهار سطح (صفر؛ عدم مصرف، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده در آبیاری ثقلی) به صورت فاکتوریل به عنوان عوامل عمودی و عامل تراکم بوته (فاصله بوته روی خطوط کاشت) در دو سطح (۱۴ و ۲۰ سانتی متر)، به عنوان عامل افقی در نظر گرفته شدند که در چهار تکرار و با آبیاری به روش قطره‌ای- نواری اجرا شد. قبل از کشت نمونه‌برداری از خاک جهت تعیین خصوصیات خاک و تامین نیاز غذایی گیاه، بر اساس توصیه آزمایشگاه شیمی خاک (در شرایط آبیاری ثقلی) انجام شد. خصوصیات شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.کرت‌های اصلی شامل چهار ردیف کاشت به طول ۲۱ متر (۱۰ متر طول برای هر سطح تراکم و یک متر فاصله بین دو سطح تراکم) در نظر گرفته شد. بین تکرارها نیز دو متر فاصله در نظر گرفته شد. محاسبه مقدار کود نیتروژن مورد نیاز برای سطوح مختلف نیتروژن، براساس ۱۵ کیلوگرم در هکتار اوره جهت افزایش هر یک میلی‌گرم در کیلوگرم نیترات خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری بود (Noshad *et al.,* 2010). کود مورد نیاز از طریق کودآبیاری در چند مرحله آبیاری با فاصله دو آب بر اساس سطح کودی، برای هر تیمار مصرف شد. فاصله قطره‌چکان‌ها روی نوارهای آبیاری قطره‌ای ۲۰ سانتیمتر و آبدهی هر قطره‌چکان در فشار ۰/۶ بار، ۱/۲ لیتر در ساعت بود. وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. کلیه عملیات زراعی طی فصل رشد شامل وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها بطور یکنواخت در کلیه کرت‌ها اعمال شد. در انتهای فصل رشد جهت اندازه‌گیری عملکرد و کیفیت ریشه چغندرقند، پس از حذف حاشیه، از دو خط وسط هر یک به طول هشت متر محصول برداشت شده و پس از توزین ریشه‌ها، نمونه‌گیری برای استفاده در دستگاه بتالایزر انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳)

Table1. Physical and chemical properties of the soil of experimental site (2013-2014)

سال Year	عمق خاک Soil depth (cm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC(dS.m^{-1})	فسفر P(mg.kg^{-1})	سدیم Na(meq.l^{-1})	پتاسیم K mg.kg^{-1}	آمونیوم NH_4 mg.kg^{-1}	نیترات NO_3 mg.kg^{-1}	ماده آلی OC (%)	بافت خاک Soil Texture
۱۳۹۲	0-30	7.8	1.2	11.1	6.5	560.2	5.8	16.4	0.9	Clay Loam
(2013)	30-60	7.8	1.1	11.6	6.2	510.9	6.1	13.5	0.9	Clay Loam
۱۳۹۳	0-30	7.8	1.0	8.8	2.4	584.5	6.8	14.1	0.8	Loam
(2014)	30-60	7.9	0.9	7.9	2.6	592.5	7.6	13.8	0.8	Clay Loam

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

محتوای نیتروژن کل اندام‌های مختلف گیاه چغندرقند شامل برگ، دمبرگ، طوقه و ریشه به روش کجلدال و بر اساس دستورالعمل برمنر (Bremner, 1965) صورت گرفت. این روش یکی از بهترین روش‌های اندازه‌گیری نیتروژن کل گیاه است (Bremner and Mulvaney, 1982).

کارایی استفاده از نیتروژن در تولید قند ناخالص(Nitrogen Use Efficiency; sugar): نسبت عملکرد بخش اقتصادی گیاه (در اینجا قند ناخالص) به نیتروژن معدنی موجود در خاک یا در دسترس گیاه، با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Fan *et al*., 2004):

(رابطه ۱) NUEs= (عملکرد قند ناخالص)/(کود نیتروژن + نیتروژن معدنی خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری)

در اواسط دوره رشد گیاه، زمانی که تمامی کود نیتروژن مصرف شد، نمونه‌گیری از برگ انجام و سپس اندازه‌گیری میزان کلروفیل a و b و کلروفیل کل (مجموع کلروفیل a و b) با استفاده از روش لیختنهالر و ولبورن (Lichtenthaler and Wellburn, 1983)، انجام شد.

در اواسط دوره رشد گیاه، میزان سبزینگی برگ‌ها با استفاده از کلروفیل‌متر (SPAD 502, Minolta, Japan) از قسمت میانی پهنک ۱۰ برگ (برگ پنجم هر بوته) در یک طرف رگبرگ اصلی اندازه‌گیری شد.

در اواسط دوره رشد گیاه (بسته شدن پوشش گیاهی) زمانی که تمامی کود نیتروژن در تیمارهای مختلف آزمایشی مصرف شد، میزان فلورسانس کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل فلورسانس‌متر (PSM mark II Plant Stress Meter) در ۱۰ برگ کاملا توسعه یافته از بوته‌های هر کرت اندازه‌گیری شده و سپس حداکثر کارایی‌فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ (Fv/Fm) محاسبه شد (Van Kooten and Snel, 1990):

(رابطه ۲) حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲

$$Fv/Fm = (Fm - Fo)/Fm$$

Fm: فلورسانس حداکثر و F0: فلورسانس حداقل می‌باشند.

در اواسط دوره رشد گیاه در چهار مرحله (۱۵ تیر تا ابتدای شهریور) برگ شماری به فاصله هر ۲۰ روز یکبار انجام شد و در هر مرحله برگ‌های زرد از گیاه جدا شده و آخرین برگ سبز شمارش شده نیز با بستن یک نوار به دور آن علامت گذاری شد. همزمان با هر مرحله برگ شماری، بین ساعات ۱۱ تا ۱۳، میزان تابش در بالا و کف پوشش گیاهی با استفاده از دستگاه تابش سنج (Line Quantom Sensor, Licor) اندازه‌گیری شد (Yunusa *et al*., 1993).

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.2 استفاده شد. به دلیل عدم امکان استفاده از تجزیه مرکب، پس از بررسی نتایج آزمون هارتلی (Pearson and Hartley, 1970)، صفات مشترک در دو سال به صورت جداگانه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم (فاصله بوته روی خطوط کاشت) بر هیچ یک از صفات کمی و کیفی گیاه معنی‌دار نبود. تیمارهای آرایش کاشت نیز غیر از میزان آلفا آمینو نیتروژن در سال ۱۳۹۳، بر سایر صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری نداشت.

اثر تیمارهای کود نیتروژن بر عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و میزان آلفا آمینو نیتروژن در هر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

دو سال آزمایش معنی‌دار بود. در سال ۱۳۹۳ میزان نیتروژن آمینه در آرایش کاشت ۵۰-۴۰ بطور معنی‌داری کمتر از آرایش کاشت ۶۰-۴۰ بود (جدول ۲). این کاهش را به تعداد بیشتر بوته و کمتر بودن نیتروژن در دسترس برای تک بوته‌ها می‌توان نسبت داد. در سال ۱۳۹۲ نیز با وجود کمتر بودن آن در آرایش کاشت ۵۰-۴۰ در مقایسه با ۶۰-۴۰ و همچنین در هر دو سال آزمایش، کمتر بودن آن در فواصل بوته ۱۴در مقایسه با ۲۰ سانتی‌متر این موضوع مشاهده شد، اگر چه که این تفاوت معنی‌دار نبود. این موضوع ممکن است به بالاتر بودن ضریب تغییرات آلفا آمینو نیتروژن مربوط باشد. به نظر می‌رسد که بالاتر بودن میزان تغییرات آلفا آمینونیتروژن به علت ماهیت این صفت بوده که در آزمایشات دیگری نیز مشاهده شده است (Yousefabadi and Abdolahian Noghabi, 2011). نکته حائز اهمیت در مورد تیمار نیتروژن، برتری سطح کودی ۷۵ درصد توصیه شده در آبیاری ثقلی نسبت به سایر سطوح کودی از نظر محصول ریشه و عملکرد قند ناخالص که از صفات مهم کمی در چغندرقند می‌باشند، بود. بر این اساس در این سطح کودی، میزان محصول ریشه به طور میانگین در دو سال آزمایش ۷۰/۶ تن در هکتار بود. این سطح کودی با عملکرد قند ناخالص برابر با ۱۰/۸ و ۹/۷ تن در هکتار به ترتیب در سال ۹۲ و ۹۳ در گروه برتر آماری قرار گرفت (جدول ۲). نتایج یک آزمایش نشان داد که درصد قند و عملکرد ریشه تحت تاثیر نوع آبیاری تغییر معنی‌داری ندارد، اما میزان نیترات موجود در آب زهکش در آبیاری ثقلی بیشتر از آبیاری بارانی است و بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که در روش‌های نوین آبیاری، میزان نیتروژن کمتری جهت زراعت چغندرقند مورد نیاز است، زیرا مقدار نیتروژن هدر رفته به واسطه آبشویی کمتر می‌باشد (Eckhoff and Flynn, 2008). با توجه به نتایج سایر تحقیقات و نیز نتایج حاصل از آزمایش حاضر چنین استنباط می‌شود که در آبیاری قطره‌ای- نواری می‌توان با کاهش ۲۵ درصد از کود نسبت به میزان توصیه شده در آبیاری ثقلی، محصول ریشه و قند مشابهی از چغندر قند به دست آورد.

اثر تیمار تراکم بوته بر میزان نیتروژن ذخیره شده در اندام‌های گیاه معنی‌دار نبود، اما در سال ۹۳ اثر تیمارهای آرایش کاشت بر میزان نیتروژن ذخیره شده در اندام زمینی و کل گیاه معنی‌دار بود (جدول ۳). بر این اساس در اندام زمینی و کل گیاه در آرایش کاشت ۶۰-۴۰ به ترتیب ۱۰۳/۶ و ۱۶۲/۱ و در تیمار ۵۰-۴۰ به ترتیب ۹۲/۲ و ۱۴۸/۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ذخیره شد (جدول ۳). لازم به ذکر است که در بیشتر موارد نیز میزان نیتروژن در تراکم های کم، بیش از تراکم های بالا بود. اگرچه که این تفاوت‌ها بجز مورد ذکر شده، معنی دار نبود. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، میزان نیتروژن ذخیره شده در تمام اندام‌های گیاه افزایش یافت (جدول ۳). در دو سال آزمایش به طور میانگین در سطح کودی بدون مصرف کود، همواره در تمام اندام‌ها کمترین میزان نیتروژن ذخیره شد، حال آنکه در سطح ۱۰۰ درصد توصیه کودی، بیشترین میزان نیتروژن در اندام‌های گیاه ذخیره شد. به این ترتیب در دو سال آزمایش به صورت میانگین در تیمار ۱۰۰ درصد کود توصیه شده در آبیاری ثقلی، ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در اندام‌های هوایی (به ترتیب ۲۳/۸ درصد، ۴۰/۸ درصد و ۶۱/۲ درصد بیشتر از تیمارهای ۷۵، ۵۰ و صفر درصد توصیه کودی در آبیاری ثقلی)، ۱۳۵/۳ کیلوگرم نیتروژن در اندام زمینی (به ترتیب ۱۳/۷ درصد، ۴۵/۳ درصد و ۵۶/۳ درصد بیشتر از تیمارهای ۷۵، ۵۰ و صفر درصد توصیه کودی در آبیاری ثقلی) و ۲۴۰/۳ کیلوگرم نیتروژن در تمام اندام‌های گیاهی (به ترتیب ۱۸/۱ درصد، ۴۷/۳ درصد و ۵۸/۴ درصد بیشتر از تیمارهای ۷۵، ۵۰ و صفر درصد توصیه کودی در آبیاری ثقلی) در هکتار ذخیره شد. بر خلاف مضر بودن نیتروژن در ریشه جهت استحصال قند و فرآیند

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

کریستاله شدن آن، وجود نیتروژن کافی در اندام‌های فتوسنتزی گیاه حائز اهمیت می‌باشد، زیرا، جذب و تحلیل دی اکسید کربن ارتباط بسیار نزدیکی با محتوای نیتروژن برگ دارد و تعداد زیادی از آنزیم‌های موثر در فرآیند فتوسنتز با محتوای نیتروژن برگ در ارتباط هستند (Cheng *et al.*, 2000; Pocock *et al.*, 1990) از این رو به نظر می‌رسد که با توجه به کاهش محتوای نیتروژن موجود در اندام‌های زیرزمینی گیاه در سطح کودی ۷۵ درصد نسبت به ۱۰۰ درصد توصیه کودی، می‌توان با کاهش ۲۵ درصد نیتروژن مصرفی، از اثرات منفی نیتروژن بر استحصال قند جلوگیری نمود، در حالیکه کاهش بیشتر از این مقدار به دلیل کاهش محتوای نیتروژن برگ، کمبود نیتروژن مورد نیاز جهت فرآیند فتوسنتز بوجود خواهد آمد. چغندرقند قادر است بیش از ۱۰۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن از بقایای نیتروژن موجود در خاک جذب نماید (Bundy and Andraski, 2005). کریستنسن و همکاران میزان نیتروژن خالص مورد نیاز برای یک تن چغندرقند را ۴/۵ کیلوگرم در هکتار بیان کردند (Christenson *et al.*, 1992). میزان نیتروژن مورد نیاز چغندرقند ممکن است بر اساس محصول ریشه و یا بر اساس عملکرد قند قابل استحصال باشد که بر اساس تحقیقات (Christenson and Butt, 2000) میزان مورد نیاز نیتروژن بر اساس عملکرد قند، ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم کمتر از مقدار مورد نیاز برای حصول حداکثر عملکرد ریشه می‌باشد. طی آزمایشی در برومزبارن (انگلستان) در سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۱ که از صفر تا ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار استفاده شد، محتوای نیتروژن جذب شده در محصول ۹۸ تا ۳۲۳ کیلوگرم بود و تنها ۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در خاک باقی مانده بود (Malnou *et al.*, 2008).

کارایی مصرف از نیتروژن نشان دهنده توانایی گیاه در جذب و استفاده از نیتروژن در تولید قند می باشد. در این آزمایش در هر دو سال، تراکم بوته و آرایش کاشت، بر کارایی مصرف نیتروژن اثر معنی‌داری نداشتند، اما تیمارهای کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر کارایی مصرف نیتروژن داشتند. افزایش مصرف نیتروژن همراه با کاهش کارایی مصرف نیتروژن بود (جدول ۳). بر این اساس بیشترین میزان کارایی مصرف نیتروژن همواره مربوط به تیمار عدم استفاده از کود نیتروژن بود. در این سطح کودی گیاه چغندرقند به طور میانگین از هر کیلوگرم نیتروژن موجود در خاک جهت تولید ۵۰/۸ کیلوگرم قند ناخالص (به ترتیب ۲۱/۶، ۲۴/۸ و ۳۱/۳ درصد بیشتر از سطوح کودی ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه کودی در آبیاری ثقلی) استفاده نموده است. ضمنا به طور میانگین در دو سال آزمایش میزان کارایی مصرف نیتروژن، ۴۰/۹ کیلوگرم بر کیلوگرم به دست آمد. بعبارت دیگر به ازای هر کیلوگرم نیتروژن معدنی موجود در خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری و همچنین نیتروژن افزوده شده توسط کودآبیاری، میزان ۴۰/۹ کیلوگرم قند ناخالص به دست آمد و با مصرف کود بیشتر، میزان کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت. با توجه به اطلاعات جدول ۲، میزان کاهش عملکرد در شرایط عدم استفاده از کود نیتروژن نسبت به زمانی که از ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد نیتروژن توصیه شده در آبیاری ثقلی استفاده شد، می‌توان دریافت که برقراری تناسب بین عملکرد قند و کارایی مصرف نیتروژن، باید مورد توجه قرار گیرد. از نتایج این آزمایش می‌توان جهت برآورد تقریبی عملکرد قند از روی میزان نیتروژن موجود در خاک در کشت چغندرقند در سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری استفاده نمود. جیانگ و هول (Jiang and Hull, 1998) گزارش کردند که در بلوگراس (*Poa pratensis*)، کارایی مصرف نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد، زیرا مصرف زیاد نیتروژن از طریق تحریک افزایش جذب نیترات و اشباع فرآیندهای متابولیسم نیتروژن، باعث کاهش نسبت کربن به نیتروژن و کاهش کارایی مصرف نیتروژن

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

جدول۲- مقایسه میانگین عملکرد ریشه و صفات کیفی چغندر قند در تیمارهای تراکم بوته، آرایش کاشت و کود نیتروژن (۱۳۹۲و ۱۳۹۳)

Table 2. Mean comparison of root yield and quality characteristics of sugar beet in plant density, planting pattern and nitrogen fertilizer treatments (2013 -2014)

				عملکرد ریشه Root yield		عملکرد قند ناخالص Sugar yield		سدیم Sodium		پتاسیم Potassium		آلفا آمینو نیتروژن α-Amino nitrogen	
				ton.ha^{-1}				(meq. 100 g^{-1} beet pulp)					
				۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳
Treatments			تیمارهای آزمایشی	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Nitrogen	نیتروژن	0% N Recommended in furrow irrigation	صفر	54.1c	64.7b	8.5c	8.5b	2.4a	4.1a	4.5a	3.4a	0.3b	2.5b
		50% N Recommended in furrow irrigation	۵۰ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	61.3b	66.8ab	9.6b	9.3ab	2.6a	3.6a	4.3a	3.5a	0.7ab	2.7ab
		75% N Recommended in furrow irrigation	۷۵ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	69.2a	72.0a	10.8a	9.7a	2.8a	4.1a	4.5a	3.4a	0.7ab	3.1a
		100% N Recommended in furrow irrigation	۱۰۰ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	71.3a	68.8ab	11.3a	9.5a	2.8a	3.7a	4.4a	3.5a	0.9a	2.9ab
Plant density	تراکم بوته	14 cm		64.3a	68.7a	10.1a	9.4a	2.6a	3.8a	4.4a	3.4a	0.8a	2.7a
		20 cm		63.7a	67.4a	10.0a	9.1a	2.6a	3.9a	4.4a	3.5a	0.8a	2.9a
Planting pattern	آرایش کاشت	40-50 cm		63.3a	69.7a	9.8a	9.5a	2.6a	3.8a	4.4a	3.4a	0.7a	2.6b
		40-60 cm		64.6a	66.4a	10.3a	9.0a	2.6a	3.9a	4.4a	3.5a	0.8a	3.0a
Mean			میانگین	64	68.1	10.0	9.3	2.6	3.8	4.4	3.4	0.8	2.8

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول۳- مقایسه میانگین محتوای نیتروژن اندام‌های گیاهی (کیلوگرم در هکتار) و کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) چغندر قند در تیمارهای تراکم بوته، آرایش کاشت و کود نیتروژن (۱۳۹۲و ۱۳۹۳)

Table 3. Mean comparison of nitrogen content (kg.ha^{-1}) and nitrogen use efficiency (kg.kg^{-1}) of sugar beet in plant density, planting pattern and nitrogen fertilizer treatments (2013 -2014)

				نیتروژن اندام هوایی Nitrogen content of shoot		نیتروژن اندام زمینی Nitrogen content of root		نیتروژن تمام گیاه Nitrogen content of whole plant		کارایی مصرف نیتروژن NUEs	
				۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳
Treatments			تیمارهای آزمایشی	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Nitrogen	نیتروژن	0% N Recommended in furrow irrigation	صفر	51.3d	30.3c	57.4c	60.9d	108.8d	91.1d	50.8a	50.9a
		50% N Recommended in furrow irrigation	۵۰ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	71.1c	34.3c	72.4c	75.6c	143.5c	109.9c	40.4b	39.3b
		75% N Recommended in furrow irrigation	۷۵ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	91.6b	68.4b	114.4b	119.3b	206.1b	187.8b	40.3b	36.2b
		100% N Recommended in furrow irrigation	۱۰۰ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	113.4a	96.6a	134.6a	136.0a	248.0a	232.6a	38.1b	31.8c
Plant density	تراکم بوته	14 cm		85.2a	54.4a	92.3a	93.1a	177.5a	148.4a	42.7a	40.1a
		20 cm		78.6a	60.2a	97.1a	101.9a	175.7a	162.1a	42.0a	39.0a
Planting pattern	آرایش کاشت	40-50 cm		82.7a	56.2a	93.6a	92.2b	176.3a	148.4b	43.6a	40.6a
		40-60 cm		81.1a	58.5a	95.8a	103.6a	176.9a	162.1a	41.2a	38.5a
Mean			میانگین	81.9	57.3	94.7	97.9	176.6	155.2	42.4	39.5

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

می‌شود. در آزمایش دیگری کارایی مصرف نیتروژن در چغندرقند به مقدار نیتروژن قابل دسترس خاک، مقادیر کود نیتروژن مصرفی ومیزان آب قابل دسترس نسبت داده شد (Lopez-bellido *et al.*, 2005).

تجزیه واریانس و مقایسات میانگین صفات نشان داد که سطوح تراکم بوته و آرایش کاشت بر میزان سبزینگی برگ اثر معنی‌داری نداشتند. اثر کود نیتروژن بر میزان سبزینگی برگ و میزان کلروفیل a و کلروفیل کل معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a و کلروفیل کل و میزان سبزینگی برگ در دو سطح ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه کودی بود که در یک گروه آماری قرارگرفتند و کمترین میزان این صفات نیز مربوط به سطوح صفر و ۵۰ درصد توصیه کودی بود (جدول ۴). با وجود پیروی محتوای کلروفیل b از روند تغییرات در سطوح مختلف کود نیتروژن، مشابه با کلروفیل a و کلروفیل کل، اثر نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود. براین اساس می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، محتوای کلروفیل گیاه و عملکرد قند افزایش یافته و در شرایط استفاده از روش آبیاری قطره‌ای- نواری، بهترین سطح کودی از نظر عملکرد قند با درنظرگرفتن شرایط زیست محیطی و اقتصادی و همچنین بهترین شرایط سبزینگی گیاه، ۷۵ درصد مقدار کود نیتروژنی است که در شرایط آبیاری ثقلی برای گیاه چغندرقند مصرف می‌شود. این موضوع می‌تواند به دلیل بالاتر بودن کارایی مصرف نیتروژن به واسطه کودآبیاری باشد. استفاده از روش‌هایی مانند کلروفیل‌متری به منظور ارزیابی وضعیت نیتروژن گیاه، سریع‌تر از سایر روش‌های تجزیه بافت گیاهی بوده و در ضمن تکرار پذیر است، اما نشان دهنده محتوای نیتروژن اضافی گیاه نیست (Blackmer and Schepers, 1995). بعلاوه به دلیل همبستگی بالای بین قرائت‌های دستگاه کلروفیل‌متر با محتوای نیتروژن برگ و عملکرد نهایی محصول در بسیاری از گیاهان زراعی مثل گندم (Murdock *et al*., 2004)، ذرت (Noshad *et al.,* 2001)، چغندرقند (Javaheri *et al.,* 2012) و برخی درختان (Posch *et al*., 2008)، می‌توان با این دستگاه وضعیت نیتروژن گیاه را بررسی و کمبودها را تشخیص داد (Chunjiang *et al*., 2007). همبستگی بالا و گاها خطی میزان سبزینگی برگ (عدد SPAD) با محتوای نیتروژن موجود در خاک در گیاهان زراعی (Javaheri *et al*., 2012; Beckova and Pulkrabek, 2005) و درختان (Cheng *et al.,* 2000) نشان داده شده است. بنابراین استنباط می‌شود که می‌توان از این دستگاه برای تعیین وضعیت نیتروژن گیاه چغندرقند و تشخیص احتمالی کمبود آن استفاده کرد (Chunjiang *et al*., 2007).

نتایج نشان داد که اثر کود نیتروژن بر حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ (F_v/F_m) و تجمع نیتروژن در اندام‌های گیاهی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاهش مصرف کود نیتروژن از ۱۰۰ به ۷۵ درصد مقدار توصیه شده، باعث کاهش F_v/F_m و به عبارت دیگر تنش کمبود کود نیتروژن نشد، اما کاهش کوددهی تا ۵۰ درصد میزان توصیه شده در آبیاری ثقلی، باعث کاهش شدید در میزان F_v/F_m شد، تا حدی که از نظر آماری با تیمار عدم مصرف کود نیتروژن در یک گروه قرار گرفتند، بنابراین استنباط می‌شود که در آبیاری قطره‌ای- نواری استفاده از ۵۰ درصد کود نیتروژن توصیه شده در آبیاری ثقلی، باعث وقوع تنش کمبود نیتروژن می‌شود. در مقابل کاهش سطح کودی تا ۷۵ درصد میزان توصیه شده در آبیاری ثقلی، نه تنها باعث تنش کمبود نیتروژن نشد، بلکه باعث بهبود عملکرد نهایی قند نیز گردید (جدول‌های ۲ و ۴). در آزمایشی توسط شارما و همکاران (Sharma *et al.,* 2015)، نشان داده شد که ارقام گندم با Fv/Fm بالاتر دارای محتوای کلروفیل بیشتر، فتوسنتز بیشتر و وزن خشک بیشتر از ارقام با Fv/Fm پایین بودند. در هنگام مواجه شدن گیاهان با تنش‌های محیطی، کاهش فتوسنتز، باعث کاهش

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

کارایی کربوکسیلاسیون، کاهش سرعت بازسازی RUBP، کاهش فراهمی دی اکسید کربن از روزنه‌ها و یا کاهش انتقال کربوهیدرات‌ها به خارج از سلول‌های مزوفیل شده و در نتیجه، باعث کاهش سرعت مصرف NADPH و ATP در چرخه کالوین می‌گردد. این موضوع باعث کاهش سرعت انتقال الکترون و کاهش F_v/F_m می‌شود. به دلیل کاهش تولید ATP، لومن به شدت اسیدی شده و افزایش اختلاف پتانسیل الکترو شیمیایی در دو طرف غشای تیلاکوئید باعث افزایش خاموشی غیر فتوشیمیایی (NPQ) می‌گردد، زیرا با اسیدی‌تر شدن لومن، فعالیت آنزیم دی‌اپوکسیداز افزایش می‌یابد و به دنبال آن F_v/F_m کاهش یافته و کاهش سرعت برانگیختگی مراکز واکنش فتوسیستم دو و بازداری کوئینون از پذیرش الکترون، صورت می‌گیرد (Baker and Rosenqvist, 2004). جین و همکاران (Jin *et al.*, 2015) نشان دادند که افزایش مصرف نیتروژن، باعث افزایش Fv/Fm ، افزایش اسیمیلاسیون CO_2 فتوسنتزی، افزایش وزن خشک برگ و میزان نیتروژن برگ ذرت شد. بنابراین کاهش F_m/F_v در تیمارهای با مصرف کمتر نیتروژن در تحقیق حاضر نیز می‌تواند به دلایل ذکر شده بالا صورت گرفته باشد.

نتایج نشان داد که از بین تیمارهای مورد بررسی، تنها تیمارهای نیتروژن دارای اثر معنی‌دار بر تعداد برگ سبز و زرد گیاه بودند. در سطوح کودی صفر و ۵۰ درصد توصیه کودی، بیشترین تعداد برگهای زرد و کمترین تعداد برگهای سبز مشاهده شد. بوته های مربوط به تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه کودی، دارای بیشترین تعداد برگ سبز و کمترین تعداد برگ زرد بودند (جدول ۴)، بنابراین به نظر می‌رسد که بهترین سطح مصرف کود از لحاظ زیست محیطی در این نوع کشت برای گیاه چغندرقند، ۷۵ درصد میزان توصیه شده در آبیاری ثقلی می‌باشد. در یک آزمایش دیگر بیشترین تعداد برگ در گیاه در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به دست آمد (Caswell and Zilberman 1985).

نتایج نشان داد که با بسته شدن پوشش گیاهی، میزان تابش رسیده به کف پوشش در تمام تیمارها از یک مرحله به مرحله بعد، کاهش یافت (جدول ۴). مقایسه میانگین در هر چهار مرحله نورسنجی برای عامل تراکم بوته و آرایش کاشت بر میزان تابش رسیده به کف پوشش گیاهی معنی‌دار بود. با افزایش تراکم بوته (کاهش فاصله بین خطوط و فاصله بوته روی ردیف کاشت، میزان تابش رسیده به کف پوشش گیاهی کاهش یافت (جدول ۴). این موضوع به دلیل هم پوشانی بیشتر برگ‌ها در تراکم‌های بالاتر گیاهی قابل توجیه است. اثر تیمارهای کود نیتروژن بر میزان تابش رسیده به کف پوشش گیاهی نیز در هر چهار مرحله نورسنجی معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین میزان تابش رسیده به کف پوشش گیاهی مربوط به سطح کودی ۷۵ و ۱۰۰ درصد بود. ملنو و همکاران (Malnou *et al.*, 2008) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که نیتروژن اضافی باعث ایجاد شاخ و برگ اضافی و افزایش اندازه پوشش گیاهی در چغندرقند می‌شود و محتوای کلروفیل برگ‌ها نیز در پی آن افزایش می‌یابد، اما تاثیری بر حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ ندارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در روش آبیاری قطره‌ای- نواری، استفاده از ۷۵ درصد کود نیتروژن توصیه شده در روش آبیاری ثقلی، برای به حداکثر رساندن اندازه پوشش گیاهی کفایت می‌کند. عملکرد چغندرقند به میزان تابش نفوذ کرده به درون پوشش گیاهی و به شدت تبخیر و تعرق وابسته است (Werker and Jaggard, 1998). گزارش شده است که در شرایط آبیاری ثقلی چغندرقند با تراکم‌های بوته ۳۷، ۷۴، ۱۲۵ هزار بوته در هکتار و در تیمارهای صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، در تراکم‌های کمتر تابش کمتری توسط بوته‌ها دریافت و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

جدول۴- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک چغندرقند در تیمارهای تراکم بوته، آرایش کاشت و کود نیتروژن (۱۳۹۳)

Table 4. Mean comparison of some physiological characteristics of sugar beet in plant density, planting pattern and nitrogen fertilizer treatments (2014)

Treatments			تیمارهای آزمایشی	میزان کلروفیل Chlorophyll content (mg.g^{-1}FW) a	B	a+b	سبزینگی برگ SPAD Value	فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm)	تعداد برگ‌ها (۴ مرحله) No. of leaves سبز Green	زرد Yellow	مقدار تابش در کف پوش گیاهی The amount of poto under the canopy(µmol s^{-1} m^{-2}) مرحله اول 1st level	مرحله دوم 2nd level	مرحله سوم 3rd level	مرحله چهارم 4th level
Nitrogen	نیتروژن	0% N Recommended in furrow irrigation	صفر	4.7b	1.0a	5.7b	45.1b	0.3b	23.9b	9.3a	667.8ab	629.8a	630.4a	624.1a
		50% N Recommended in furrow irrigation	۵۰ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	5.2b	1.1a	6.4b	46.1b	0.3b	24.6b	9.3a	682.0a	590.2a	573.9b	560.5b
		75% N Recommended in furrow irrigation	۷۵ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	7.0a	1.9a	8.9a	49.1a	0.5a	29.6a	7.6b	540.4c	408.6b	284.2c	252.0c
		100% N Recommended in furrow irrigation	۱۰۰ درصد توصیه شده آبیاری ثقلی	6.5a	1.6a	8.0a	50.6a	0.5a	29.1a	8.1b	606.7bc	397.5b	297.7c	259.7c
Plant density	تراکم بوته	14 cm		5.7a	1.5a	7.2a	47.5a	0.4a	26.3a	8.5a	577.1b	457.7b	355.9b	238.6b
		20 cm		5.9a	1.2a	7.2a	47.8a	0.4a	27.3a	8.7a	671.3a	55.3a	537.1a	509.5a
Planting pattern	آرایش کاشت	40-50 cm		5.9a	1.2a	7.1a	47.2a	0.4a	26.9a	8.6a	557.8b	430.5b	387.2b	368.9b
		40-60 cm		5.7a	1.5a	7.3a	48.2a	0.4a	26.7a	8.6a	690.6a	582.5a	505.8a	479.2a
Mean			میانگین	5.8	1.3	7.2	47.6	0.4	26.8	8.6	624.2	506.5	446.5	424.0

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

عملکرد نیز کاهش یافت. در تراکم ۳۷ هزار بوته در و در تراکم ۷۵ هزار بوته، ۸۹ درصد تابش توسط گیاه جذب گردید (Cook and Scott, 1993)،بنابراین می‌توان استنباط کرد که عملکرد قند در این آزمایش و در تراکم‌های بالاتر از ۷۵ هزار بوته در هکتار به علت هم‌پوشانی زود هنگام برگ‌ها و دریافت تابش کمتر، افزایش پیدا نمی‌کند. در آزمایشی که محتوای مواد آلی خاک کم بود، با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، رشد پوشش گیاهی چغندرقند سریع بوده و در اوایل مرداد، بیش از ۸۵ درصد تابش خورشید را دریافت کرد و پوشش گیاهی گیاه کامل شد، به عبارت دیگر با بسته شدن پوشش گیاهی، مقدار جذب انرژی تفاوتی نداشت. اگرچه مقادیر بیشتر از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باعث رشد بیشتر برگ‌ها شد، اما در جذب تابش و عملکرد، افزایشی مشاهده نشد (Cook and Scott, 1993).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله از این آزمایش به نظر می‌رسد که به دلیل فراهمی بهتر نیتروژن در طول فصل رشد، آبشویی و هدرروی کمتر نیتروژن و کارایی بالاتر مصرف کود در آبیاری قطره‌ای- نواری نسبت به آبیاری ثقلی (Hanon and Kaffka, 2004)، مصرف ۷۵ درصد از کود نیتروژن توصیه شده در روش آبیاری ثقلی، باعث ایجاد تغییر معنی‌دار در عملکرد و محتوای کلروفیل برگ، میزان سبزینگی برگ، تعداد برگ‌ها، حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ و مقدار تابش رسیده به کف پوشش گیاهی، نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیتروژن توصیه شده در روش آبیاری ثقلی نشد، اما کاهش بیشتر کود (تا ۵۰ درصد مقدار توصیه شده)، باعث کاهش عملکرد قند خالص و ناخالص، جذب نیتروژن، محتوای کلروفیل، میزان سبزینگی برگ، حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ و تعداد برگ سبز و زرد و مقدار تابش رسیده به کف پوشش گیاهی گردید، بنابراین در شرایط آبیاری قطره‌ای- نواری می‌توان ۷۵ درصد از کود نیتروژن توصیه شده در روش آبیاری ثقلی را جهت حصول عملکرد مطلوب چغندرقند مورد استفاده قرار داد.

منابع مورد استفاده

References

Abalos, D., L. Sanchez-Martin, L. Garcia-Torres, J. Willem van Groenigen, A. Vallejo. 2014. Management of irrigation frequency and nitrogen fertilization to mitigate GHG and NO emissions from drip-fertigated crops. Science of The Total Enviro. 490: 880-888.

Allison, M. F., M. J. Armstrong, K. W. Jaggard, A. D. Todd and G. F. J. Milford. 1996. An analysis of the agronomic, economic and environmental effects of applying N fertilizer to sugar beet (*Beta vulgaris*). Agric. Sci. J., Cambridge. 127: 475–486.

Baker, N. R. and E. Rosenqvist. 2004. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. J. Exp. Bot. 403: 1607-1621.

Beckova, L. and J. Pulkrabek. 2005. Evaluation of chlorophyll meter use for optimization of sugar beet nitrogen fertilizing. University of Josip Juraj Strossmayer u Osijek, 40th Croatian Symposium on Agriculture with International Participation, Opatija, Croatia, 15-18 February 2005

Blackmer, T. M. and J. S. Schepers. 1995. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. J. Prod Agric. 8(1): 56-60.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. p. 1149-1178. In C. A. Black (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part II. Agronomy 9. American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.

Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney.1982. Total Nitrogen. p. 595-624. In: A. L. Page (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part II. 2nd-Ed. Monograph- No.9. American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.

Bundy, L. G.and T. W. Andraski. 2005. Recovery of fertilizer nitrogen in crop residues and cover crop on an irrigated sandy soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 69: 640-648.

Caswell, M. F. and D. Zilberman. 1985. The choices of irrgation technology in California. Am. J. Agric. Economic, 224-234.

Cheng, L., L. H. Fuchigami and P. J. Breen. 2000. Light absorption and partitioning in relation to nitrogen content in 'Fuji' apple leaves. J. Am. Soc. Hort. Sci. 125(5): 581–587.

Christenson, D. R., D. D. Warncke, M. L. Vitosh, L. W. Jacobs and 1. G. Dahl. 1992. Fertilizer recommendations for field crops in Michigan. Mich. State Univ. Ext. Bull. E-550A

Christenson, D.R. and Butt, M.B., 2000. Response of sugarbeet to applied nitrogen following field bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.).*Journal of sugar beet research*, *37*(1), pp.1-16.

Chunjiang, Z., J. Aning, H. Wenjiang, L. Keli and L. Liangyun. 2007. Evaluation of variable-rate nitrogen recommendation of winter wheat based on SPAD chlorophyll meter measurement. New Zealand Journal of Agricultural Research, 50(5): 735–741. Available: http://dx.doi.org/10.1080/00288230709510345.

Cook, D. A. and R. K. Scott. 1993. The sugar beet crop, science into practice. Chapman and Hall, London, UK.

Eckhoff, J. L. A. and C. R. Flynn. 2008. Sugar beet Response to nitrogen under sprinkler and furrow irrigation. J. Sugar Beet Res. 45(1-2): 19-29.

Evans, R. G., W. B. Stevens and W. M. Iversen. 2010. Development of strip tillage on sprinkler irrigated sugar beet. Appl. Eng. Agric. 26: 59-69.

Fan X., F. Li, F. Liu and D. Kumar. 2004. Fertilization with a new type of coated urea: Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. J. Plant Nutr. 27(5): 853-862.

Fan, Z., S. , S. Lin, X. Zhang, Z. Jiang, K. Yang, D. Jian, Y. Chen, J. Li, Q. Chen, J. Wang. 2014. Conventional flooding irrigation causes an overuse of nitrogen fertilizer and low nitrogen use efficiency in intensively used solar greenhouse vegetable production, Agri. Water Manage. 144: 11-19.

Fang, Q., Q. Yu, E. Wang, Y. Chen, G. Zhang, J. Wang and L. Li. 2006. Soil nitrate accumulation and crop nitrogen use influenced by fertilization and irrigation an in intensive wheat-maize double cropping system in the North China Plain. J. Plant Soil. 284(1-2): 335- 350.

Giller, K. E. 2004. Emerging technologies to increase the efficiency of use of fertilizer nitrogen. In: A.R. Mosier, J. K. Syers and J.R. Freney (Eds.), Agriculture and the Nitrogen Cycle. Scope 65. Island Press Washington DC, USA.

Hanon, B. and S. Kaffka. 2004. The use of drip irrigation for sugar beet production. (On–line) http//www.use

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

of drip irrigation.com.

Jahedi, A., A. Norouzi, M. Hasani and F. Hamdi. 2012. Effect of irrigation methods and nitrogen application on sugar beet yield and quality. J. Sugar Beet. 28(1): 23-28. (In Persian with English abstract).

Javaheri, Sh., M. Abdollahian Noghabi, A. Kashani, D. Habibiand H. Noshad. 2012. Using of chlorophyll meter for recognize nitrogen deficiency in sugar beet. J. Agron. Plant Breed. 7(4): 55-66. (In Persian with English abstract).

Jiang, Z. and R. J. Hull. 1998. Interrelationships of nitrate uptake, nitrate reductase and nitrogen use efficiency in selected Kentucky bluegrass cultivars. Crop Sci. 38: 1623-1632.

Jin, X., G. Yang, C. Tan and C. Zhao. 2015. Effects of nitrogen stress on the photosynthetic CO_2 assimilation, chlorophyll fluorescence and sugar-nitrogen ratio in corn. Sci. Reports. 5: 9311.

Lichtenthaler, H. K. and A. R. Wellburn. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. Biol. Soc. Trans. 11: 591-592.

Lopez Bellido, L., R. J. Lopez Bellido and R. Redondo. 2005. Nitrogen efficiency in wheat under Mediterranean condition as affected by split nitrogen application. Field Crops Res. 94: 86-97.

Malnou, C. S., K. W. Jaggard and D. L. Sparkes. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. Europ. J. Agron. 28: 47-56.

Milford, G. F. J., K. Z. Travis, T. O. Pockock, K. W. Jaggard and W. Day. 1988. Growth and dry matter partitioning in sugar beet. J. Agric. Sci., Cambridge, 110: 301–308.

Murdock, L., D. Cal and J. James. 2004. Comparison and use of chlorophyll meters on wheat (reflectance vs. transmittance/absorbance).UK Cooperative Extension Service, University of Kentucky. College of Agriculture. Agri, 108: 1-4.

Noshad, H. 2010. Improving nitrogen use efficiency in sugar beet using soil and soil nitrate and ammonium test, sampling position. Final Report Sugar Beet Seed Research Institute. (In Persian).

Noshad, H., A. M. Ronaghi and N. A. Karimian. 2001. Improvement of nitrogen fertilizer utility in corn planting with measuring soil NO_3 and leaf chlorophyll. Agric. Sci. Technol. 5(3): 65-77. (In Persian with English abstract).

Pearson, E. S. and H. O. Hartley. 1970. Biometrika Tables for Statisticians, Vol1,ISBN: 0-521-05920-8.

Pocock, T. O., G. F. J. Milford and M. J. Armstrong. 1990. Storage root quality in sugar beet in relation to nitrogen uptake. J. Agric. Sci., Cambridge, 115: 355–362.

Posch, S., C. H. Warren, J. Kruse, H. Guttenberger and M. A. Adams. 2008. Nitrogen allocation and the fate of absorbed light in 21-year-old *Pinus radiate*. Tree Physiol. 28: 375–384.

Scott, R. K., K. W. Jaggard and R. Sylvester-Bradley. 1994. Resource capture by arable crops. In: Resource Capture by Crops (Eds.) J. L. Monteith, R. K. Scott and M. H. Unsworth. pp 279–302. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

Sharma, D. K., S. B. Andersen, C. O. Ottosen and E. Rosenqvist. 2015. Wheat cultivars selected for high Fv/Fm under heat stress maintain high photosynthesis, total chlorophyll, stomatal conductance, transpiration and dry matter. Physiol. Plantarum, 153(2): 284-298.

Topak, R., S. Süheri, B. Acar. 2011. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey. Irrig. Sci. 29: 79-89.

Ulrich, A. and F. J. Hills. 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing sugar beet. In: Westerman, R. L. (Ed.) Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Am. Madison. USA. PP.429-444.

Van Kooten, O. and J. F. H. Snel. 1990. The use of chlorophyll florescence nomenclature in plant stress physiology. Photosynthesis Res. 25: 147-150.

Werker, A. R. and K. W. Jaggard. 1998. Dependence of sugar beet yield on light interception and evapotranspiration. Agric. Meteor. 89: 229–240.

Yang, S., S. Peng, J. Xu, Y. He, Y. Wang, 2015. Effects of water saving irrigation and controlled release nitrogen fertilizer managements on nitrogen losses from paddy fields. Paddy and Water Enviro.13: 71-80.

Yousefabadi, V. and M. Abdolahian Noghabi. 2011. Effect of split application of nitrogen fertilizer and harvest time on root yield and quality characteristics of sugar beet. Iran. J. Crop Sci. 13(3):521-532 (n ersian with English abstract).

Yunusa, I. A. M., K. H. M. Siddique, R. K. Belford and M. M. Karimi. 1993. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during the pre-anthesis period in a Mediterranean- type environment. Field Crops Res. 35: 113-122.

Zhao, R. F., X. P. Chen, F. S. Zhang, H. Zhang, J. Schroder and V. Romheld. 2006. Fertilization and nitrogen balance in a wheat-maize rotation system in North China. Agron J. 98: 935-945.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]

Effect of nitrogen fertilizer, planting pattern and plant density on root yield and quality and physiological indices of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) *cv.* Pars under tape-drip irrigation condition

Ghasemi, H.[1], R. Mohammadian[2] and M. A. Esmaili[3]

ABSTRACT

Ghasemi, H., R. Mohammadian and M. A. Esmaili. 2017. Effect of nitrogen fertilizer, planting pattern and plant density on root yield and quality and physiological indices of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) *cv.* Pars under tape-drip irrigationcondition**. Iranian Journal of Crop Sciences. 18(4): 319-333. (In Persian).**

Effect of nitrogen fertilizer and plant density on root yield, quality and physiological traits of sugar beet (*cv.* Pars) under tape-drip irrigation condition was assessed in strip factorial plot arrangement using randomized complete block design with four replications. Two levels of planting patterns (40-60 cm and 40-50 cm) and four levels of nitrogen fertilizer; zero (N0), 50% (N1), 75% (N2) and 100% (N3) of the recommended levles for furrow irrigation) were assigned to vertical plots and two levels of row spacing (14 and 20 cm) randomized in horizontal plots. The experiment was carried out in two succeive sugar beet growing seasons (2013 and 2014) in the research field station of of Sugar Beet Research Institute, Karaj, Iran. Nitrogen fertilizer had significant effect on root and sugar yields. Decreasing nitrogen fertilizer to 75% of recommendation didn't significantly influence root and sugar yields. The least and highest nitrogen accumulation of 99.9 and 240.3 $kg.ha^{-1}$ were measured at zero and 100% levels of recommended nitrogen fertilizer, respectively. Accumulated nitrogen was partitioned greater in roots (58%) than shoots (42%). The highest Nitrogen Use Efficiency (NUE) for producing sugar was 50.8 (50.8 kg of $sugar.kg^{-1}$ of nitrogen) in the treatment without nitrogen fertilizer application which was 21.7, 24.8 and 31.3 percent higher than treatments with 50%, 75% and 100% of recommended nitrogen fertilizer, respectively. Radiation penetration under the canopy showed that more radiation was intercepted in denser plant population and higher nitrogen fertilizer applications. Nitrogen fertilizer had significant effect on physiological traits such as SPAD value, chlorophyll content, maximum photochemical efficiency of photosystem II (Fv/Fm) and number of leaves. It was concluded that tape-drip irrigation system could reduce 25% of nitrogen fertilizer application without significant changes in important qualitative, quantitative and physiological traits of sugar beet.

Key words: Chlorophyll meter, Photochemical efficiency of photosystemII, Sugar beet and Tape-drip irrigation.

Received: November, 2016 **Accepted: February, 2017**

1. Ph.D. Student, Sari Agriculture and Natural Resource University, Sari, Iran
2. Associate Prof., Sugar Beet Seed Research Institute (SBSI), Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: r_mohammadian@hotmail.com)
3. Associate Prof., Sari Agriculture and Natural Resource University, Sari, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.4.9]