

تعیین ضریب استهلاك نوري و راندمان مصرف نور چغندر قند در شرایط مختلف تراکم و کود نیتروژن

Determination of sugar beet extinction coefficient and radiation use efficiency at
different plant density and nitrogen use levels

سمر خیامیم^۱، داریوش مظاهری^۲، محمد بنایان اول^۳، جواد گوهری^۴ و
محمد رضا جهانسوز^۲

س، خیامیم. د، مظاهری. م، بنایان اول. ج، گوهری و م، ر، جهانسوز. ۱۳۸۱.
تعیین ضریب استهلاك نوري و راندمان مصرف نور چغندر قند در شرایط مختلف تراکم
و کود نیتروژن. چغندر قند. ۱۸(۱): ۵۱-۶۶

چکیده

ضریب استهلاك نوري از ضرایب مهمی است که نشانگر میزان کاهش نور در جامعه گیاهی می باشد. در شرایط مطلوب، افزایش ماده خشک به طور خطی با جذب جمعی نور ارتباط دارد و شیب این خط به عنوان راندمان مصرف نور خوانده می شود. به منظور تعیین ضریب استهلاك نوري و راندمان مصرف نور در چغندر قند، آزمایشی در سال ۱۳۸۰ به صورت کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرحوم مهندس مطهری (کمال آباد کرج) انجام شد. سه سطح تراکم بوته چغندر قند ($D_1=80000$, $D_2=100000$, $D_3=120000$) در کرت اصلی و سه سطح کود نیتروژن (برابر با $N_0=100$, $N_1=200$, $N_2=300$ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در کرت فرعی قرار گرفت. در طول دوره تحقیق، ۱۱ بار نمونه برداری انجام و صفات مختلفی نظیر شاخص سطح برگ، راندمان مصرف نور، ضریب استهلاك نوري، بیوماس اندام هوایی اندازه گیری شده و مورد بررسی قرار گرفتند. راندمان مصرف نور تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف نداشت و مقدار آن برابر $0/008$ کیلوگرم بر مترمربع بدست آمد. مقدار ضریب استهلاك نوري حدود $0/06$ برآورد گردید. اثر تیمارهای مختلف در مرحله برداشت بر روی شاخص سطح برگ و کل ماده خشک نیز بدون معنی بود. با این وجود بیشترین سطح

۱- کارشناس ارشد زراعت - دانشگاه تهران samar_khayam@yahoo.com
۲ - عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
۳- عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
۴ - عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

برگ به میزان ۳/۶۹ در تیمار ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده شد. تیمار ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار نیز بیشترین شاخص سطح برگ برابر ۴/۱ را در بین تیمارهای کودی داشت. تیمار ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار دارای بیشترین ماده خشک اندام هوایی در بین تیمارهای مختلف بودند.

واژه های کلیدی: تراکم، چغندر قند، راندمان مصرف نور، شاخص سطح برگ، ضریب استهلاک نوری، کرج، ماده خشک اندام هوایی، نیتروژن،

مقدمه

در شرایط مطلوب زراعی که هیچ عامل محدودکننده دیگری موجود نباشد، میزان نور جذب شده توسط گیاه در طی فصل رشد مشخص کننده‌ترین عامل تولید ماده خشک است (Hughes et al. 1987). به طور کلی راندمان استفاده از تشعشع در گیاه زراعی چغندر قند حدود ۰/۹ درصد برآورد شده است. چغندر قند از نظر ژنتیکی از جمله گیاهانی است که بازده استفاده از نور خیلی خوبی دارد و از این نظر نسبت به بسیاری از گیاهان زراعی دیگر، برتری دارد (اقتباس از علیزاده و کوچکی، ۱۳۷۴). به طور کلی این گیاه برای رشد و تجمع قند در ریشه به نور زیاد نیاز دارد (اقتباس از کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). در اقلیم‌های معتدل و با

عرض جغرافیایی بیشتری، زراعت چغندر قند با روزهای آفتابی خیلی کمی مواجه خواهد بود. بنابراین سایه‌انداز آن برای مدت طولانی در حد اشباع قرار نمی‌گیرد. از این رو مقدار کل بیوماس تولید شده ارتباط نزدیکی با مقدار تشعشع دریافتی دارد. در نقاطی که به استوا نزدیک‌تر هستند مخصوصاً در اقلیم‌های گرم که مقدار ابر کم می‌باشد، سایه‌انداز می‌تواند از نظر نوری اشباع شود. لذا در این مناطق و در مناطق خشک کنترل عملکرد از طریق مقدار آب در دسترس و خشکی هوا تعیین می‌گردد (بینام، ۱۳۷۷). بنابراین در آب و هوای معتدل عملکرد چغندر قند به نور نفوذ کرده در سایه‌انداز گیاه و در نواحی آفتابی عملکرد

به تبخیر و تعرق وابسته است (Werker and Jaggard, 1998).

ضریب استهلاک نوری نشانگر نرخ کاهش نور در جامعه گیاهی است. برخی از محققین با رگرسیون گیری لگاریتمی از مقدار نور عبور کرده نسبت به شاخص سطح برگ و یا شاخص سطح سبز (Green Leaf Area) توانستند مقدار ضریب استهلاک نوری را محاسبه نمایند (Jahansooz, 1999; Yanusa et al. 1993; Keating and Carberry, 1993). کراف و ونلار (Kropff and Vanloar, 1993) به نقل از لومیز و تاناکا مقدار ضریب استهلاک نوری چغندر قند را برابر ۰/۶۹ و به نقل از اسپیتز برابر ۰/۰۴ ± ۰/۶۱ بیان کرده اند.

در شرایط مطلوب، تجمع خالص بیوماس (فتوسنتز ناخالص منهای تنفس) به طور خطی با جذب جمعی نور ارتباط دارد و شیب

این خط (مقدار ماده خشک تولید شده به ازاء هر واحد تابش جذب شده) به عنوان راندمان مصرف نور خوانده می شود (Kiniry, 1989; Sinclair, 1989). می توان به جای کل تابش خورشیدی و بیوماس اندام هوایی؛ از تابش فعال فتوسنتزی و بیوماس کل استفاده نمود (کیتینگ و کاربری، ۱۹۹۳).

راندمان مصرف نور در گیاه چغندر قند حدود ۱/۹ گرم بر مگاژول است که البته این کارایی در روزهای آفتابی که تشعشع به مدت چندین ساعت به سطح حداقل منحنی واکنش نوری می رسد، کاهش می یابد. می توان به طور میانگین مقدار راندمان مصرف نور در چغندر قند را برابر ۱/۷۲ گرم بر مگاژول و ضریب تبدیل نور به قند را برابر ۰/۹۷ گرم بر مگاژول در نظر گرفت (بی نام،

نور بدست آمده از ۰/۸۶ گرم بر مگاژول در تیمار ۹۱۰۰۰ بوته در هکتار تا ۱/۲۶ گرم بر مگا ژول در تیمار ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار متفاوت بود.

فتحي و همکاران (۱۳۷۹) در مطالعه تأثیر تراکم بر ضریب استهلاک نوری ذرت شیرین مشاهده کردند که ضریب استهلاک نوری در فاصله ردیف کشت ۷۵ سانتیمتری کمتر از فاصله ردیف کشت ۵۰ سانتیمتر بود. در تراکم‌های بالاتر (۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار) به دلیل افزایش تعداد برگ در واحد سطح و سایه اندازی بیشتر برگ‌ها و بعد از آن به دلیل پیری زودرس برگ‌ها و کاهش سطح برگ ضریب استهلاک نوری تا اواخر دوره رشد نسبت به تراکم‌های پایین‌تر (۶۵ و ۷۵ هزار بوته در هکتار) بیشتر بود. اگرچه K فاصله ردیف

(۱۳۷۷). وب و همکاران (Webb et al. 1997) در مدل خود برای چغندر قند مقدار راندمان مصرف نور را برابر ۱/۸ گرم بر مگاژول محاسبه نمودند.

مصرف کود نیتروژن موجب افزایش جذب نور توسط برگ‌های گیاه شده همچنین استفاده از تراکم متوسط در فاصله ردیف باریک نیز می‌تواند کارایی جذب نور را توسط جامعه گیاهی افزایش دهد (قلمبران و همکاران، ۱۳۷۷). شکوه‌فر در آزمایش خود بر روی چغندر قند در سال ۱۳۸۰ گزارش کرد که تیمار فاصله ردیف ۴۵ و ۷۵ سانتیمتری به ترتیب با ۱/۰۹ گرم بر مگاژول در مترمربع در روز و ۰/۹۶ گرم بر مگاژول در متر مربع دارای بیشترین و کمترین کارایی جذب تشعشع براساس بیوماس بودند. همچنین میزان راندمان مصرف

دریافت و عملکرد کمتری تولید نمودند. آنها همچنین بیان نمودند که عملکرد قند در این آزمایش و در تراکم‌های بالاتر از ۷۵ هزار بوته در هکتار به علت هم پوشانی زود هنگام برگ‌ها و دریافت نور کمتر، افزایش پیدا نکرد.

در آزمایشی که میزان مواد آلی خاک کم بود، با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار رشد سایه‌انداز چغندر قند سریع بوده و در اوایل مرداد ماه که بیش از ۸۵ درصد انرژی خورشید را دریافت کرد، سایه‌انداز گیاه کامل شد به عبارتی با کامل شدن سایه‌انداز مقدار جذب انرژی تفاوتی نشان نداد. مقادیر بیشتر از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث رشد بیشتر برگ‌ها شده اما در جذب نور و عملکرد، افزایشی مشاهده نگردید این آزمایش نشان داد که

۷۵ سانتی‌متری کمتر می‌باشد، اما به نظر می‌رسد که به دلیل بالاتر بودن کارایی جذب نور در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر، نور بیشتری جذب گردد.

کوچکی و سلطانی (۱۳۷۵) گزارش نمودند که چغندر قند با تراکم‌های ۳۷، ۷۴، ۱۲۵ هزار بوته چغندر قند در هکتار همراه با مقادیر صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، در تراکم‌های کمتر نور کمتری دریافت و عملکرد نیز کاهش پیدا کرد. در تراکم ۳۷ هزار بوته، در مرحله به حداکثر رسیدن شاخص سطح برگ ۷۵ درصد و در تراکم ۷۵ هزار بوته، ۸۹ درصد تشعشع رسیده جذب گردید. مقدار راندمان مصرف نور در دو تراکم یکسان و حدود ۱/۶ گرم بر مگاژول گزارش شد. تراکم‌های پایینی نور کمتری

(LAI)، در تیمار کودی ۳۶۰ کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد اما این مقدار با مقادیر شاخص سطح برگ در سطوح مختلف کودی (۱۲۰، ۲۴۰) تفاوت معنی داری نشان نداد (گوهری و جلیلیان، ۱۳۷۴). در آزمایش دیگر در کرج نیز مشخص شد که افزایش مقدار نیتروژن خاک شاخص سطح برگ را افزایش داد (گوهری، ۱۳۷۵).

آلیسون و همکاران (Alison et al. 1996)، در انگلستان مشخص نمودند که هر واحد از شاخص سطح برگ به ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیاز داشت و شاخص سطح برگ مناسب چغندر قند برابر ۳/۵ بدست آمد.

با توجه به این که در منابع مختلف، ارقام متفاوتی برای ضریب استهلاک نوری و راندمان مصرف نور گزارش شده و اثر عوامل محیطی و مدیریتی مثل کود و

کود نیتروژن بر مقدار نور جذب شده و بهبود رنگ برگها از سبز مایل به زرد تا سبز تیره که نشانه افزایش کلروفیل است: اثر زیادی دارد ولی در ضریب تبدیل نور به ماده خشک تغییری ایجاد نمی‌کند. همچنین مشخص شد که بین شاخص سطح برگ چغندر قند با مقدار نیتروژن برگ رابطه مستقیمی وجود دارد (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۵).

در آزمایشی که اثر منابع و مقادیر کودهای ازته بر روی عارضه زردی برگ چغندر قند مطالعه گردید، مشاهده شد که مقادیر کود نیتروژن بر تمام صفات مؤثر بوده و با افزایش مقدار کود، صفات کمی مثل شاخص سطح برگ افزایش و صفات کیفی تا حدودی کاهش پیدا کرد. بیشترین شاخص سطح برگ در هنگام برداشت (۱/۹۹ =

تراکم بر این صفات تایید گردیده است، این طرح با هدف تعیین این ضرایب برای چغندر قند در شرایط محیطی کرج و با دو تیمار مدیریتی فوق‌الذکر طراحی گردید تا به توان از این ضرایب که تا کنون در ایران برای گیاه چغندر قند اندازه‌گیری نشده است، در مدل‌های مختلف رشد و نمو استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

در اوایل اردیبهشت ۱۳۸۰، در ایستگاه تحقیقاتی مرحوم مهندس مطهری واقع در کمال‌آباد کرج کشت بذر (BR1)، پس از تناوب پنج ساله (چهار سال یونجه و یک سال ذرت)، صورت گرفت. در طی دوره رشد مبارزه با علف‌های هرز توسط سموم پیرازون و دسمیفام به ترتیب به میزان چهار کیلوگرم و چهار لیتر در هکتار و سم

هالوکسی فوپ اتوکسی اتیل به غلظت سه در هزار، طعمه پاشی علیه آگروتیس با سم سویین و مبارزه با سرخرطومی و لیتا با سموم دیازینون (۱/۵ لیتر در هکتار) و فوزالون (سه لیتر در هکتار) و سم تری دومورف به میزان ۰/۷۵ لیتر در هکتار جهت پیشگیری از سفیدک سطحی انجام شد و به این ترتیب مشکلی از نظر رقابت علف‌های هرز و حمله آفات وجود نداشت. آبیاری نیز به صورت سیفونی انجام شد لذا تنها عامل محدودکننده آزمایش تیمارهای مورد اعمال بود.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مساحتی حدود ۲۵۰۰ متر مربع انجام شد. تراکم‌های چغندر قند به صورت $D_1 = 100000$ و $D_2 = 120000$ و $D_3 = 120000$ بوته در هکتار در کرت‌های

کرت تهیه و سطح برگ و وزن خشک (در آون ۷۵ درجه) آن محاسبه و به کل نمونه تعمیم داده شد. سطح برگ‌های سبز توسط دستگاه سطح سنج (Leaf area meter) اندازه‌گیری شد.

در طول دوره نمونه‌گیری، با توجه به فراهم بودن دستگاه نورسنج و شرایط مساعد آب و هوا و تقریباً همزمان با بعضی از نمونه‌گیری‌ها، پنج بار، نور در بالا و پایین سایه‌انداز گیاه، اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری توسط نورسنج یک متری Line quantum sensor شرکت Li-COR و حدود ساعت ۱۱-۱۳ (جهانسوز، ۱۹۹۹؛ یونوسا و همکاران، ۱۹۹۳) صورت پذیرفت. در سطح نمونه‌گیری هر کرتچه به مساحت دو مترمربع، نورسنج سه بار در پایین سایه‌انداز و به صورت عمود بر خطوط کشت قرار داده شد و میانگین سه بار قرائت به عنوان مقدار

اصلي اعمال شدند. تیمار کود نیتروژن در سه مقدار $N_1=100$ ، $N_2=200$ و $N_3=300$ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار پس از آزمون خاک (به روش کجلدال) به کرت‌های فرعی به مساحت ۷۵ مترمربع (۵*۱۵) داده شد.

در طی دوره رویش، غیر از برداشت نهایی، هر دو هفته یک بار ۱۰ بار نمونه‌گیری تخریبی از کل گیاه صورت پذیرفت. با حذف کردن یک متر از ابتدای هر خط و دو خط از طرفین جهت از بین بردن اثر حاشیه‌ای، نمونه‌گیری به صورت تخریبی از خطوط سه و چهار و سپس از خطوط هفت و هشت هرکدام به طول دو متر یعنی از مساحت دو مترمربع در هر کرت انجام شد. در این نمونه‌گیری‌ها، به علت حجم زیاد نمونه، پس از بدست آوردن وزن‌تر نمونه هر کرت، یک زیر نمونه حدود ۵۰۰ گرمی از نمونه اصلی هر

$e =$ پایه لگاریتم طبیعی

برابر $2/71828$

$k =$ ضریب استهلاك نوري

$LAI =$ شاخص سطح برگ

در شرایط رشد مطلوب،
تجمع خالص بیوماس با جذب
تجمعی نور رابطه خطی دارد
(کیتینگ و کاربری، ۱۹۹۳).
با در نظر گرفتن شیب خط
مقدار کل ماده خشک تولید
شده به ازاء کل تشعشع
خورشیدی معادله (۲) مقدار
راندمان مصرف نور محاسبه
شد:

(۲)

$$\Delta \omega = \varepsilon * I$$

$\Delta \omega =$ افزایش روزانه بیوماس

(گرم در مترمربع)

$I =$ تشعشع خورشیدی جذب شده

(مگا ژول در مترمربع)

$\varepsilon =$ راندمان مصرف نور (گرم

در مگا ژول)

تشفشع خورشیدی (I) توسط

دستگاه سولاریمتر (Solarimeter

C_0 intergrator) در ارتفاع ۱/۵

متری از سطح زمین در

نور عبور کرده در پایین
سایه انداز مد نظر قرار
گرفت. نور ورودی به کنوی
در ارتفاع ۱/۵ متری بالای
سایه انداز، اندازه گیری شد.

با توجه به رابطه (۱)
(کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷)
و داشتن مقدار شاخص سطح
برگ و مقدار نور
اندازه گیری شده در بالا و
پایین سایه انداز، ضریب
استهلاك نوري با
رگرسیون گیری از لگاریتم
طبیعی مقدار نور عبور
کرده (I_i / I_0) در مقابل شاخص
سطح برگ بدست آمد
(جهانسوز، ۱۹۹۹؛ کیتینگ و
کاربری، ۱۹۹۳).

(۱)

$$\frac{I_i}{I_0} = e^{-k * LAI}$$

$I_i =$ نور خورشید در قسمت
پایین سایه انداز (میکرومول
بر مترمربع در ثانیه)

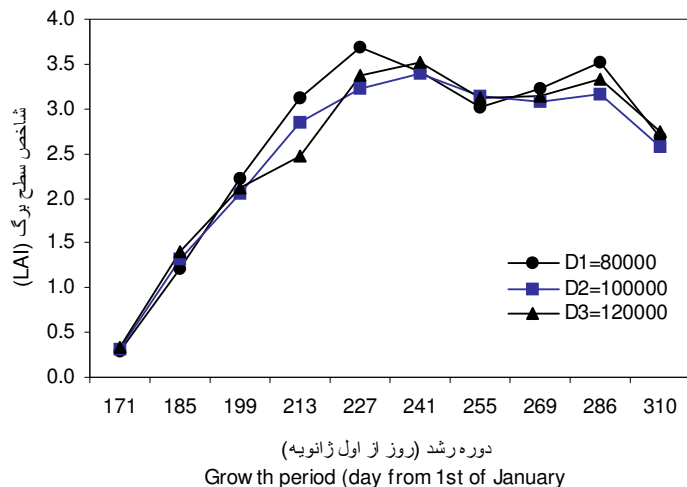
$I_0 =$ نور خورشید در قسمت
بالای سایه انداز (میکرومول
بر مترمربع در ثانیه)

تراکم‌های ۹۲۰۰۰ ، ۹۶۰۰۰ و ۱۱۶۰۰۰ بوته در هکتار به ترتیب برای تیمارهای ۸۰۰۰۰ ، ۱۰۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد، لذا علت معنی‌دار نبودن صفات در تیمار تراکم می‌تواند به این دلیل باشد. در اواخر فصل رشد شاخص سطح برگ به طور سریع تنزل پیدا نکرد این امر نشان می‌دهد که در این منطقه پایداری شاخص سطح برگ می‌تواند در تولید محصول بسیار مؤثر باشد.

ایستگاه هواشناسی اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه آماری داده‌ها، از نرم‌افزار MSTATC و به منظور رسم گرافها از نرم افزار Excell استفاده گردید.

نتایج و بحث

تراکم‌های مختلف بر شاخص سطح برگ اثر معنی‌دار نداشتند. بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار (D1) و برابر ۳/۶۹ و روند تغییرات این شاخص از نوع مطلوب بدست آمد که با نتایج شکوه‌فر (۱۳۸۰) مطابقت داشت (شکل ۱). به طور کلی اعمال دقیق تراکم در مزرعه بسیار دشوار بوده و دقت آزمایشات گلخانه‌ای را ندارد در این طرح نیز با وجود دقت زیاد در اعمال تیمار تراکم اما در نهایت



شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف چغندر قند در طی دوره رشد

Fig.1 The pattern of LAI changes in different sugar beet densities during the growth period.

بود. بیشترین شاخص در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (N_2) و برابر ۴/۱ و کمترین شاخص برابر ۳/۱ در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (N_0) مشاهده گردید (شکل ۲).

در روز ۲۵۵ و ۲۶۹ از اول ژانویه کاهش در نمودار مشاهده می‌گردد (شکل ۲) که این کاهش معنی‌دار نبوده و

اثر مقادیر نیتروژن خاک در برداشت آخر بر روی شاخص سطح برگ معنی‌دار نبود (جدول ۱) اما در طول فصل رشد مشاهده شد که مقادیر بیشتر نیتروژن باعث افزایش شاخص سطح برگ گردید (شکل ۲). مقایسات میانگین دانکن (جدول ۲) نشان داد که با افزایش نیتروژن خاک در برداشت آخر، این شاخص افزایش یافت که با نظر سایر محققین (گیوه‌ری و جلیلیان، ۱۳۷۴ و ...) مطابق

احتمالا به علت خطاي نمونه برداري مي باشد. در بررسي اثر متقابل تراکم و نیتروژن بر روي شاخص سطح برگ هنگام برداشت مشاهده گردید که تیمار ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (D_3N_0) بیشترین و تیمار ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص کمترین شاخص سطح برگ را داشت (جدول ۲).

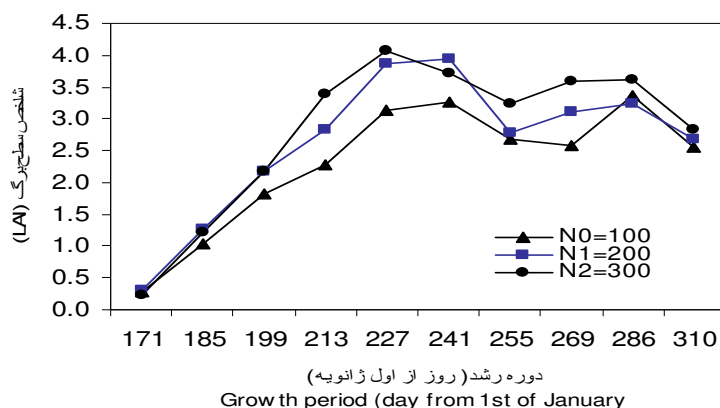
جدول ١ - جدول تجزیه واریانس مربوط به شاخص سطح برگ و کل وزن خشک اندام هوایی در برداشت آخر

Table 1 Analysis of variance for LAI and total top dry weight at last harvest

میانگین مربعات Mean of square		درجه آزادی degree of freedom	منابع تغییرات S.O.V
وزن خشک اندام هوایی total top dry weight	شاخص سطح برگ leaf area index		
2.278 ^{ns}	0.028 ^{ns}	2	تکرار replication
0.631 ^{ns}	0.012 ^{ns}	2	فاکتور اول: سطوح تراکم plant density
3.178	0.017	4	خطای a a error
3.980 ^{ns}	0.018 ^{ns}	2	فاکتور دوم: مقادیر نیتروژن nitrogen levels
5.102 ^{ns}	0.056 ^{ns}	4	اثر متقابل تراکم در مقادیر نیتروژن interaction of density & nitrogen levels
2.682	0.031	12	اشتباه آزمایشی experiment error
21.53	10.88		خطای معیار coefficient of variance (%)

n.s:

ns عدم معنی دار بودن
nonsignificant



شکل ٢- روند تغییرات شاخص سطح برگ در مقادیر مختلف نیتروژن خاک در طی دوران رشد

Fig.2 Pattern of LAI changes in different nitrogen levels during the growth period

در سطح پنج درصد بین شاخص سطح برگ و مقدار نور عبور کرده از سایه انداز گیاه همبستگی منفی مشاهده شد. به عبارتی افزایش شاخص سطح برگ منجر به کاهش میزان نور عبور کرده از سایه انداز گیاه گردید. این امر با نظر هوگز و همکاران (Board et al. 1992) و بورد و همکاران (۱۹۹۲) هماهنگی داشت.

بین شاخص سطح برگ و ماده خشک اندام هوایی معمولاً همبستگی مثبت و با مقدار نور عبور کرده از کانوپی همبستگی منفی باید وجود داشته باشد. جدول همبستگی صفات مختلف (جدول ۳) نیز موید این مطلب است و نشان می‌دهد که بین شاخص سطح برگ و وزن‌های خشک برگ سبز، طوقه، کل وزن خشک در سطح یک درصد همبستگی مثبت وجود دارد.

جدول ۲ - مقایسات میانگین سطوح اصلی و فرعی و اثر متقابل تیمارها به روش دانکن برای شاخص سطح برگ و ماده خشک کل اندام هوایی در برداشت آخر

Table 2 Mean comparison for LAI and total top dry weight in main, secondary and interaction of treatments at last harvest.

ماده خشک اندام هوایی (kg/m ²) total top dry weight	شاخص سطح برگ leaf area index	صفات تیمار characteristics treatment
0.7303 a	2.555 a	تراکم plant density
0.7789 a	2.750 a	D ₁ = 80000
0.7728 a	2.752 a	D ₂ = 100000
		D ₃ = 120000
		مقادیر نیتروژن nitrogen levels
0.6844 a	2.547 a	N ₀ = 100
0.7909 a	2.679 a	N ₁ = 200
0.8067 a	2.831 a	N ₂ = 300
		اثرات متقابل

		interaction density & nitrogen
0.5097 b	1.911 b	D ₁ N ₀
0.8921 a	2.810 ab	D ₁ N ₁
0.7891 ab	2.943 ab	D ₁ N ₂
0.7224 ab	2.605 ab	D ₂ N ₀
0.7458 ab	2.767 ab	D ₂ N ₁
0.8687 a	2.880 ab	D ₂ N ₂
0.8212 ab	3.124 a	D ₃ N ₀
0.7349 ab	2.462 ab	D ₃ N ₁
0.7622 ab	2.669 ab	D ₃ N ₂

همان طور که گفته شد، ضریب استهلاک نوری، برابر شیب منحنی مقدار نور عبور کرده از کانوپی (I_1/I_0) در مقابل شاخص سطح برگ می‌باشد لذا با رگرسیون‌گیری بین داده‌های مقدار نور عبور کرده و شاخص سطح برگ که همزمان با هم در همه تیمارها و در کل دوره رویش اندازه‌گیری شده، مقدار ضریب استهلاک نوری برابر $0/56$ (شکل ۳) بدست آمد که این مقدار مطابق با نظر کراف و ون لار (۱۹۹۳) بود که به نقل از اسپتز مقدار این ضریب را $0/04 \pm 0/61$ بیان کردند. اما با نظر کوچکی و نصیری

محلّاتی (۱۳۷۳) که این مقدار را برابر $0/7$ در نظر گرفتند، مغایر بود که علت این امر می‌تواند در اختلاف شرایط محیطی و مدیریتی و نوع ارقام باشد به طوری که ارقام با برگ‌های عمودی دارای ضریب استهلاک نوری کمتر و ارقام با برگ‌های افقی دارای ضریب بیشتری هستند (هوگز و همکاران، ۱۹۸۷) همچنین اگر ضریب استهلاک بر اساس تابش فعال فتوسنتزی محاسبه گردد، مقدار آن بیشتر از مقداری است که بر اساس کل تابش خورشیدی محاسبه گردد (یونوسا و همکاران، ۱۹۹۳).

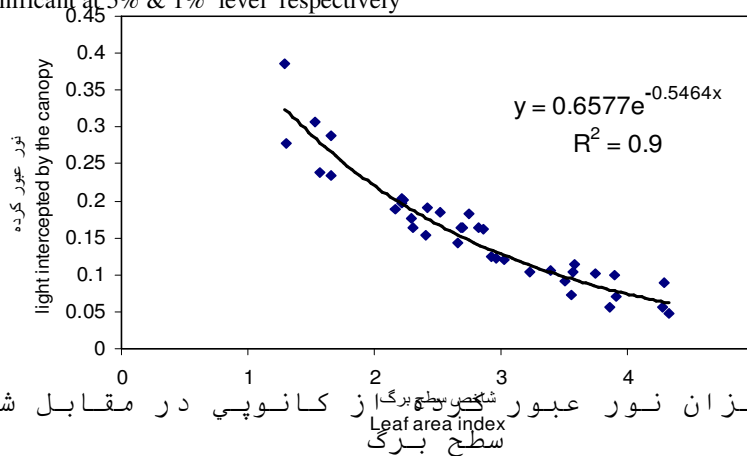
جدول ۳- همبستگی شاخص سطح برگ و میزان نور عبور کرده از کنوپی با ماده خشک اندام‌های مختلف چغندر قند

Table 3 correlation between leaf area index & light intercepted with different sugar beet organs dry weight

نور عبور کرده از کنوپی light	شاخص سطح برگ leaf area index	کل ماده خشک total dry weight	ماده خشک برگ زرد yellow leaf dry weight	ماده خشک طوقه crown dry weight	ماده خشک برگ سبز و دم‌برگ shoot dry weight
------------------------------	------------------------------	------------------------------	---	--------------------------------	--

	intercepted				
ماده خشك برگ سبز و دمرگ shoot dry weight	1				
ماده خشك طوقه crown dry weight	0.54 **	1			
ماده خشك برگ زرد yellow leaf dry weight	0.434 **	0.459 **	1		
كل ماده خشك total dry weight	0.64 **	0.564 **	0.562 **	1	
شاخص سطح برگ leaf area index	0.75 **	0.522 **	0.36 **	0.44 **	1
نور عبور كرده از كنوپي light intercepted	-0.32 *	-0.29 *	-0.385 **	-0.48 **	-0.267 * 1

* و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد
* , ** Significant at 5% & 1% level respectively



شکل ۳- میزان نور عبور کرده از شاخص سطح برگ در مقابل شاخص سطح برگ

Fig.3 Light intercepted by the canopy versus leaf area index

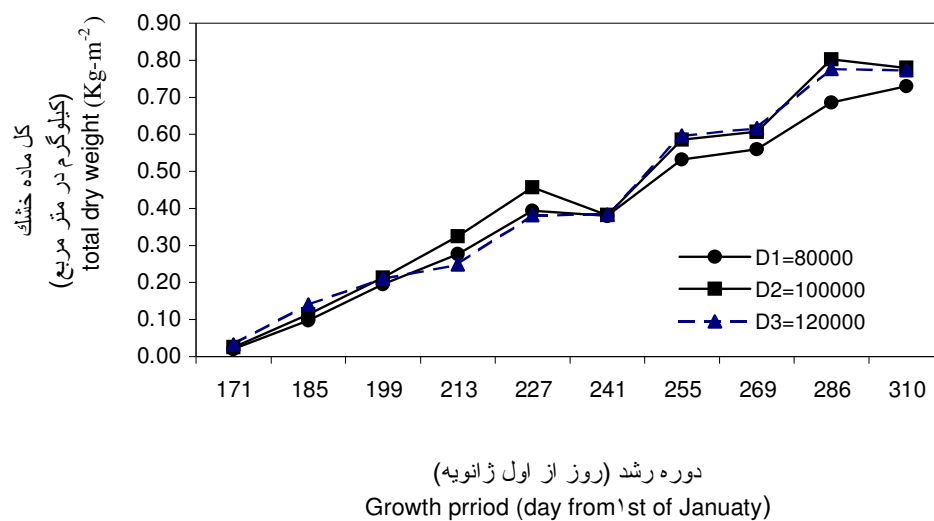
۳۶ درصد مربوط به ماده خشك برگ سبز و مابقی مربوط به ماده خشك برگ سبز و دمرگ بود. لذا با توجه به این که با شروع زرد شدن برگها در انتهای از مجموع کل وزن خشك اندام هوایی در برداشت آخر حدود ۱۹-۲۳ درصد در تیمارهای مختلف مربوط به ماده خشك طوقه و حدود ۳۸-

فصل رشد، ماده خشک برگ سبز و دمبرگ کاهش پیدا کرد، اما روند تغییرات ماده خشک کل اندام هوایی در طول فصل رشد، روند افزایشی بود (شکل ۴ و ۵) البته کاهشگی در مقدار ماده خشک روز دویست و چهل و یکم از اول ژانویه مشاهده شد که احتمالاً به علت خطای نمونه برداری یا تغییر دمایی شدید در آن زمان باشد. افزایش سطوح تراکم و مقادیر نیتروژن، میزان کل ماده خشک اندام هوایی را افزایش داد. اما اثر سطوح مختلف بر روی این صفت معنی دار نبود (جدول ۲).

از نظر گروه بندی دانکن، میانگین های اثرات

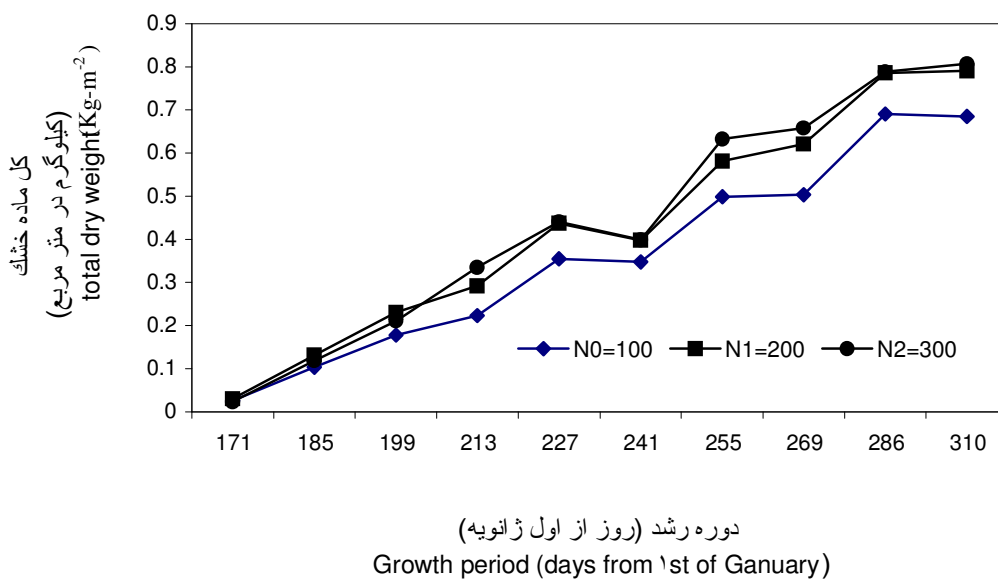
مقابل تیمارها در سطح احتمال پنج درصد در گروه های متفاوتی قرار

گرفتند که علت این اختلاف می تواند در اختلاف ماده خشک طوقه تیمارهای مختلف باشد زیرا اثر مقادیر نیتروژن بر روی مقدار ماده خشک طوقه معنی دار بود (نتایج در جدول ارائه نشده است). تیمار تراکم ۸۰۰۰۰ بوته با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (D_1N_1) و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (D_2N_2) به ترتیب با تولید ۰/۸۹۲ و ۰/۸۶۹ کیلوگرم در مترمربع دارای بیشترین ماده خشک اندام هوایی در بین تیمارهای مختلف بودند. همچنین تیمار ۸۰۰۰۰ بوته با مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با تولید حدود ۰/۵ کیلوگرم در مترمربع دارای کمترین میزان تولید ماده خشک اندام هوایی بود (جدول ۲).



شکل ۴- روند تغییرات کل ماده خشک اندام هوایی چغندر قند در تراکم های مختلف

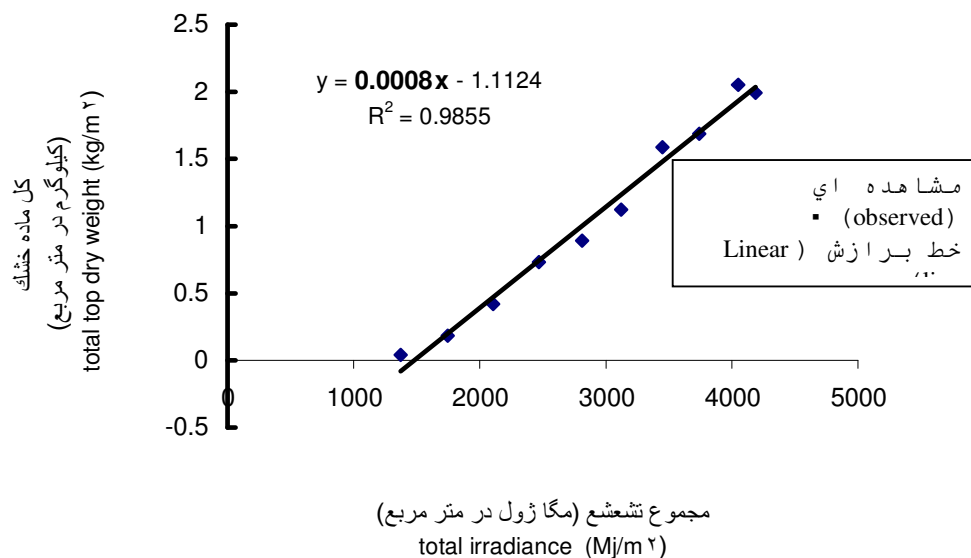
Fig. 4 Pattern of total top dry weight changes at different sugar beet plant densities



شکل ۵- روند تغییرات کل ماده خشک اندام هوایی چغندر قند در سطوح مختلف نیتروژن

Fig.5 Pattern of total sugar beet top dry weight at different nitrogen levels

راندمان مصرف نور در اکثر تیمارها برابر ۰/۰۰۰۸ کیلوگرم بر مگاژول بود و تنها در تیمار تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار بدون مصرف کود نیتروژن (DIN0) این مقدار برابر ۰/۰۰۰۶ کیلوگرم بر مگاژول بود. این مقدار با مقادیر گزارش شده توسط بی‌نام، (۱۳۷۷) وب و همکاران (۱۹۹۷) متفاوت است. این راندمان از رابطه نور مستقیم و مقدار ماده خشک گیاه بدست آمد در صورتی که با اندازه‌گیری نور پخش، راندمان مصرف نور بیشتر خواهد بود (سینکلر و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین به علت اینکه منطقه مورد آزمایش جزء مناطق خشک بوده و با روزهای آفتابی زیادی مواجه بود لذا کانوپی گیاه زودتر به اشباع رسیده و راندمان مصرف نور کمتر خواهد بود (ورکر و جاگارد، ۱۹۹۸). با این حال نتایج بدست آمده با نتایج شکوه فر (۱۳۸۰) در تراکم ۹۱۰۰۰ بوته در هکتار مشابه بود.



شکل ۶- اثر کل ماده خشک در مقابل کل تشعشع روزانه در تیمار شاهد ($D_2=100000$ p/ha & $N_0=100$ kg/ha)

Fig.6 Effect of total top dry weight versus total daily irradiance at control treatment ($D_2=100000$ p/ha & $N_0=100$ kg/ha)

از آنها در مدل استفاده نمود. همچنین شرایط مدیریتی اعم از ارقام مختلف کنترل یا عدم کنترل علف هرز. شرایط تنش یا مطلوب آبیاری و غیره روی این ضرایب تأثیرگذار می‌باشند و باید مدنظر قرار گیرند. اثر تراکم و کود نیتروژن بر روی شاخص سطح برگ و ماده خشک اندام هوایی

راندمان مصرف نور برابر $0/0008$ کیلوگرم بر مترمربع و ضریب استهلاک نوری برابر $0/56$ بدست آمد که در زمان‌ها و مناطق مختلف، متفاوت خواهد بود لذا بهتر است که این آزمایش را در سال‌ها و مناطق متفاوتی اجرا کرده تا بتوان این ضرایب را در شرایط مختلف بدست آورده و

معنی‌دار بود که احتمالاً به علت عدم دستیابی دقیق به تراکم‌های مورد نظر باشد اما اثر متقابل تیمارها بر روی صفات مذکور معنی‌دار بود. تیمار تراکم ۸۰۰۰۰ بوته با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (D_1N_1) و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (D_2N_2) به ترتیب با تولید ۰/۸۹۲ و ۰/۸۶۹ کیلوگرم در مترمربع دارای بیشترین ماده خشک اندام هوایی در بین تیمارهای مختلف

بودند. همچنین تیمار ۸۰۰۰۰ بوته با مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با تولید حدود ۰/۵ کیلوگرم در متر مربع دارای کمترین میزان تولید ماده خشک اندام هوایی بود.

سیاسگزار

از زحمات ریاست مؤسسه تحقیقات چغندر قند، دوستان و همکاران محترم آن مؤسسه بخصوص دوستان و همکاران بخش به‌زراعی و آزمایشگاه شیمی خاک کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

References

- بی‌نام .۱۳۷۷. چغندر قند از علم تا عمل (ترجمه) نشر علوم کشاورزی ۶۵۶ صفحه
- شکوه فر.ع. ر. ۱۳۸۰. مطالعه عملکرد، ارزش تکنولوژیکی، دینامیک رشد برگ‌ها، همبستگی صفات کمی و کیفی و کارایی جذب تشعشع در تراکم و پراکنندگی‌های مختلف چغندر قند زمستانه دیرکشت در دزفول رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
- علیزاده ا. و کوچکی ع. ۱۳۷۴. کشاورزی، آب و هوا (ترجمه) نشر مشهد ۴۶۲ صفحه
- فتحی ق. ا، خ. عالمی سعید و ع ر ادالی مشهدی .۱۳۷۹. تأثیر الگوی کاشت و تراکم بر ضریب استهلاک نوری در جامعه گیاهی ذرت شیرین ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران بابلسر
- قلمبران م. ر، ق ا فتحی و سیادت ع. ا. ۱۳۷۷. ارزیابی راندمان جذب نور (تشعشع) در طول رشد گیاه سویا تحت تأثیر مصرف کود ازت و آرایش کاشت پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران کرج
- کوچکی ع. و نصیری محلاتی م. ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۳۹۱ صفحه
- کوچکی ع. و سلطانی ا. ۱۳۷۵. زراعت چغندر قند (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۲۰۰ صفحه
- کوچکی ع. حسینی م. و نصیری محلاتی م. ۱۳۷۶. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۵۶۰ صفحه

کوچکی ع. و سرمدنیا غ. ح. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۴۰۰ صفحه

گوهری ج. و جلیلیان ع. ۱۳۷۴. بررسی اثرات منابع و مقادیر کودهای ازته بر روی عارضه زردی برگ چغندر قند گزارش نهائی بخش تحقیقات بهزراعی مؤسسه تحقیقات چغندر قند کرج

گوهری ج. یوسف آبادی و.، روحی ا.، طالقانی د.، شرقی ه. و ا اوراتا. ۱۳۷۵. بررسی اثر زیرشکلی و کود نیتروژن بر روی توسعه ریشه و تغییرات کمی و کیفی محصول چغندر قند گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات چغندر قند کرج

Allison MF, Armstrong MJ, Jaggard KW, Todd AD, Milford GF J .1996. An analysis of the agronomic, economic and environmental effect of applying N fertilizer to sugar beet (*Beta vulgaris*). Journal of Agriculture Science Cambridge 127: 475-486

Board JE, Kamal M, Harville BG.1992. Temporal importance of greater light interception to increase yield in narrow-row soybean Agronomy Journal 84: 575-579

Hughes G, Keatinge JDH, Cooper PJM, Dee NF.1987. Solar radiation interception and utilization by chickpea (*Cicer arietinum L.*) crops in northern Syria Journal of Agriculture Science Cambridge 108:419-424

Jahansooz MR.1999. Wheat-chick pea yields performance, Competition and resource use in intercropping under rainfed condition of south Australia pH. D thesis The university of Adelaide

Keating BA, Carberry PS .1993. Resource captures and use in intercropping: solar radiation Field Crops Research 34: 273-301

Kiniry JR, Jones CA, O'Toole JC, Blanchet R, Guemem Cabel , Sarel DA.1989. Radiation use efficiency in biomass accumulation prior to grain filling for five-grain crop species Field Crops Research 20: 51-64

Kropff MJ, vanlaar HH.1993. Modeling crop-weed interactions CAB International P.273

- Sinclair TR, Horie T.1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency A review Crop Science 29:90-98
- Webb CR, Werker AR, Gilligan CA.1997. Modeling the dynamical components of sugar beet crop Annals of Botany 80: 427-436
- Werker AR, Jaggard KW .1998. Dependence of sugar beet yield on light interception and evapo-transpiration Agriculture and Forest Meteorology 89:229-240
- Yunusa IAM, Siddique KHM, Belford RK, Karimi MM.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 Crop Research 35:113-122