

## اثر شدت حذف پهنک برگ در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ریشه و کیفیت چغندر قند Effect of defoliation intensity at different growth stages on the root yield and quality of sugar beet

تورج جدیدی<sup>۱</sup>، سهراب حجام<sup>۲</sup>، غلامعلی کمالی<sup>۳</sup>، کیوان فتوحی<sup>۴</sup> و محمد عبداللهیان نوقایی<sup>۵</sup>

### چکیده

جدیدی، ت.، س. حجام، غ. ع. کمالی، ک. فتوحی و م. عبداللهیان نوقایی. ۱۳۸۹. اثر شدت حذف پهنک برگ در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ریشه و کیفیت چغندر قند. مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۳) ۲۶۴-۲۵۲.

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف حذف پهنک برگ در مراحل مختلف رشد رویشی بر عملکرد ریشه و کیفیت چغندر قند و همچنین تعیین حساس ترین مرحله رشدی گیاه نسبت به حذف پهنک برگ‌ها، آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل (۴×۵) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میان‌دوآب در سال زراعی ۱۳۸۶ اجرا گردید. حذف پهنک برگ (S) در چهار مرحله رشدی چغندر قند بر اساس تقسیم بندی فائو شامل مرحله اول (S1) از زمان استقرار بوته تا ۱۰ درصد پوشش سطح زمین، مرحله دوم (S2) از پوشش ۱۰ درصد تا ۷۰ درصد سطح زمین، مرحله سوم (S3) از انتهای مرحله دوم تا زمان رسیدگی گیاه و مرحله چهارم (S4) از انتهای مرحله سوم تا هنگام برداشت محصول انجام شد. شدت حذف برگ (I) در چهار سطح شامل قطع ۲۵ درصد (I1)، ۵۰ درصد (I2)، ۷۵ درصد (I3) و ۱۰۰ درصد (I4) پهنک برگ بلاوه یک سطح شاهد عدم حذف برگ (I5) اعمال گردید. در پایان فصل، محصول کرت های مختلف برداشت و عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد شکر، مقدار ناخالصی‌های چغندر قند (غلظت سدیوم، پتاسیم و نیتروژن مضره)، درصد قند قابل استحصال، درصد قند ماس، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد اثر اصلی مرحله حذف برگ روی خواص کیفی چغندر قند از جمله درصد قند، درصد قند قابل استحصال و ضریب استحصال شکر موثر و معنی دار بود ولی بر صفات زراعی نظیر عملکرد ریشه تاثیر معنی داری نداشت. اثر شدت حذف برگ بر صفات مربوط به عملکرد کمی و کیفی چغندر قند معنی دار شد، به طوریکه حذف ۱۰۰ درصد پهنک برگ ها نسبت به تیمار شاهد بدون حذف برگ (با عملکرد ریشه ۴۷/۴۹ تن در هکتار) باعث کاهش معنی دار عملکرد ریشه به میزان ۳۶ درصد شد. در ضمن کمترین عملکرد ریشه در تیمار حذف ۱۰۰ درصد پهنک برگ ها در مرحله دوم رشد (تیمار S2I4) به میزان ۲۳/۹۰ تن در هکتار بدست آمد. اثر متقابل شدت حذف برگ در مراحل مختلف رشد چغندر قند بر درصد قند و درصد قند قابل استحصال در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. به طوریکه درصد قند در تیمار حذف ۲۵ درصد پهنک برگ در مرحله چهارم رشد (S4I1) نسبت به تیمار شاهد عدم حذف برگ (با عیار ۲۱/۰۵ درصد)، ۴/۶۵ واحد (معادل ۲۲ درصد) کاهش یافت. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که حذف برگ‌های چغندر قند طی دوره رشد به هر میزانی که انجام شود، باعث افزایش ضایعات شکر در فرآیند استحصال شکر در کارخانه قند خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: حذف برگ چغندر قند، ضایعات شکر و مراحل رشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۰/۱۰

۱- کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی، اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی میان‌دوآب

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- عضو هیأت علمی پژوهشگاه هواشناسی تهران

۴- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات چغندر قند

۵- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات چغندر قند (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: noghabi@yahoo.com)

## مقدمه

(Alimoradi, 2001).

کمندی و همکاران (Kamandi *et al.*, 2009) با برگ زدایی چغندر قند در شدت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد طی شش مرحله رشد (از ۶ برگی تا ۱۲۶ روز بعد از کاشت چغندر قند) گزارش کردند که سطوح مختلف برگ چینی و مرحله رشد در کاهش عملکرد ریشه موثر است. مورو و همکاران (Muro *et al.*, 1998) به دوروش استفاده از قیچی و فشار آب، اثر برگ چینی را روی چغندر قند مورد ارزیابی قرار دادند. آنها در هفت مرحله رشدی گیاه (بر طبق واحد های حرارتی) در چهار سطح برگ چینی (کنترل شده، ملایم، متوسط و شدید) آزمایش خود را به اجرا گذاشتند. نتایج این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف برگ چینی و مرحله رشد در کاهش عملکرد چغندر قند موثر است.

سینگ و ستی (Singh and Sethi, 1993) یک مدل آماری برای پیش بینی خسارت محصول چغندر قند و میزان قند آن ارائه کردند. نتایج نشان داد که برگ چینی در ۱۲۰ و ۱۴۰ روز پس از کاشت و در سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد، کاهش محصولی نداشته است، لیکن ۱۰۰ درصد برگ چینی در ۱۲۰ روز بعد از کاشت، عملکرد ریشه را به مقدار قابل توجهی کاهش داد.

کارتر و همکاران (Carter *et al.*, 1978) میزان خسارت در ایالت مینه سوتا را با برگ چینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، به ترتیب ۷، ۱۳، ۱۴ و ۲۸ درصد اعلام کردند. خسارت درصد قند در برگ چینی های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد محسوس نبوده است، لیکن در ۱۰۰ درصد برگ چینی، میزان خسارت بین ۹ تا ۱۲ درصد بود. آنها گزارش نمودند که مزارعی که در اوایل آگوست (اواسط مرداد) ۷۵ درصد از تگرگ خسارت دیده بودند، حدود ۱۷ درصد کاهش محصول داشتند، لیکن خسارت حاصله روی درصد قند تاثیری نداشت.

افاناسیو (Afanasiyev, 1964) اثر برگ چینی در

عوامل زنده و غیرزنده محیطی متعددی می‌تواند باعث آسیب به برگ بوته‌های چغندر قند شده و کاهش عملکرد آن شوند. از جمله این عوامل می‌توان به سرما و یخبندان، گرما، خشکی، تگرگ، باد، آفات و بیماری‌هایی که سطح برگ‌ها را کاهش می‌دهند اشاره کرد. در گیاهان برگ‌ها اصلی‌ترین محل دریافت تابش خورشیدی و تولید مواد فتوسنتزی هستند. از این رو هر گونه کاهش سطح برگ‌ها یا پایین بودن کارایی آنها عامل اصلی تقلیل توانایی گیاه در جذب و تحلیل دی اکسید کربن به شمار می‌رود (Ashley *et al.*, 2002) و باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای و یا رویشی و نقصان عملکرد گیاه می‌شود. به همین دلیل برآورد میزان کاهش عملکرد ناشی از ریزش برگ‌ها، نقش مهمی در مدیریت مزرعه دارد (Muro *et al.*, 2001; Abdi *et al.*, 2007). گزارشات متعددی در ارتباط با تاثیر عوامل یاد شده بر چغندر قند وجود دارد که هر کدام از آنها بر اساس برگ چینی شبیه سازی شده‌اند. در چغندر قند بدلیل طولانی بودن دوره رشد، احتمال مواجهه گیاه با شرایط نامساعد محیطی بیشتر است (Koocheki and Banayan-Aval, 1994). به علت عدم یکنواختی خسارت آفات یا شدت و ضعف حمله آنها و عدم امکان جمع آوری اطلاعات واقعی، تعیین تاثیر خسارت ناشی از آفات مشکل و بندرت امکان پذیر است. از طرفی آفت کش ها کنترل آفت را به صورت ناقص انجام داده و غالباً تاثیر ثانویه نیز دارند، بدین جهت سعی می‌شود که خسارت آنها در آزمایش‌های برگ چینی به صورت مصنوعی مورد بررسی قرار گیرد (Dewar and Cooke, 2006). اطلاعات به دست آمده از شبیه سازی خسارت تگرگ به صورت حذف برگ در ایالت متحده آمریکا، کانادا، انگلستان، هند و اسپانیا نشان می‌دهد که خسارت ناشی از تگرگ بر کمیت و کیفیت محصول چغندر قند بستگی به شدت خسارت در زمان و مرحله رشد دارد

در آن مزرعه صرف نظر شده و نسبت به انجام کشت جایگزین اقدام شود (Jamshidi *et al.*, 2009). این آزمایش به منظور تعیین اثر مقادیر مختلف حذف پهنک برگ در مراحل مختلف رشد رویشی بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند و همچنین تعیین حساس ترین مرحله رشدی گیاه از نظر حذف پهنک برگ ها اجرا گردید.

### مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب انجام گرفت. این ایستگاه در پنج کیلومتری شمال شهرستان میاندوآب قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالانه، دما، رطوبت نسبی در این ایستگاه به ترتیب ۲۷۵ میلی متر، ۱۰/۵ درجه سانتیگراد، ۶۱/۴ درصد و نیز تعداد روزهای همراه با تگرگ با احتمال وقوع ۸۰ درصد، دو روز در سال می باشد (Jadidi, 2007). بافت خاک مزرعه لوم سیلتی بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول یک ارائه شده است. آزمایش بصورت فاکتوریل با دو عامل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل چهار مرحله رشد گیاه به ترتیب زیر بود:

S<sub>1</sub>- مرحله ابتدایی رشد که از زمان استقرار گیاه تا هنگامی که ۱۰ درصد سطح زمین را می پوشاند.

S<sub>2</sub>- مرحله توسعه گیاه که از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه حدود ۷۰ درصد سطح زمین را می پوشاند.

S<sub>3</sub>- مرحله میانی که از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه شروع به رسیدن می کند و شاخص سطح برگ شروع به کاهش می نماید.

S<sub>4</sub>- مرحله نهایی، از شروع کاهش شاخص سطح برگ تا برداشت محصول.

چهار مرحله رشد مذکور که در این پژوهش مورد

چغندر قند را در دهه های ۱۹۴۰ و ۱۹۶۰ در مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب مونتانا مورد ارزیابی قرار داد. کاهش محصول در برگ چینی آخر ماه ژوئن (اویل تیر) ۵، ۱۰ و ۳۳ درصد، در آخر ماه جولای (اویل مرداد) ۱۰، ۱۵ و ۳۵ درصد و در آخر ماه آگوست (اویل شهریور) ۱۳، ۱۸، ۲۸ درصد به ترتیب برای کاهش های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصدی سطح برگ مشاهده شد. میزان قند بین ۲ تا ۴ درصد برای برگ چینی های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد در آخر ماه های ژوئن و جولای و ۱۳ درصد برای ۱۰۰ درصد برگ چینی در آخر ماه آگوست گزارش شده است. نتایج مربوط به دهه ۱۹۶۰ نشان داد که برگ چینی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کاهش عملکرد ریشه ۱۰ درصدی را به دنبال داشته و بر در صد قند تاثیری نداشته است. صد درصد برگ چینی در ماه های ژوئن تا آگوست، ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش محصول داشته است، لیکن خسارت برگ چینی در اواسط سپتامبر به پنج درصد رسید.

در انگلستان خسارت در مرحله ۴ تا ۸ برگی و با شدت ۱۲ تا ۷۵ درصد برگ چینی، تاثیری در محصول ریشه نداشته لیکن ۱۰۰ درصد برگ چینی باعث ۳۰-۲۵ درصد کاهش محصول گردید، در حالی که بر درصد قند تاثیری نداشت.

خسارت در قسمت هایی از برگ گاهی باعث افزایش فتوسنتز در سایر برگ های باقیمانده و جبران فتوسنتز برگ های از دست رفته می گردد. نتایج همچنین نشان داده است که برگ های جدید دارای فعالیت فتوسنتزی کمتری نسبت به برگ های مسن تر هستند (Alimoradi, 2001). تاثیر برگ چینی در مراحل مختلف رشد با شدت های مختلف بر عملکرد کمی و کیفی سایر گیاهان مثل آفتابگردان نیز ارزیابی شده و گزارش شده است که در صورت بروز هر نوع خسارت به برگ های آفتابگردان در مراحل ستاره ای شکل شدن طبق و گرده افشانی، بویژه با حذف کامل برگ ها، به دلیل اقتصادی نبودن محصول بهتر است از ادامه فعالیت

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Soil physical and chemical characteristics of the experimental site

عمق خاک Depth (cm)	بافت خاک Soil texture	وزن مخصوص ظاهری Bulk Density (g.cm <sup>-3</sup> )	نقطه پژمردگی PWP (%)	ظرفیت زراعی FC (%)	هدایت الکتریکی EC (dS. m <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH	کربن آلی OC (%)	درصد اشباع SP (%)	مس Cu	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe
									(mg.kg <sup>-1</sup> )			
0-30	لوم سیلتی Silty loam	1.32	9.85	26.55	1.27	7.9	1.09	45	1.64	0.86	7.58	9.62
30-60	لوم سیلتی Silty loam	1.37	10.32	26.57	1.30	7.9	1.13	46	1.48	0.84	5.28	6.12
60-90	لوم سیلتی Silty loam	1.48	9.94	26.20	1.32	7.8	1.15	45	--	--	--	--

جدول ۲- کیفیت آب آبیاری

Table 2. Quality of irrigation water

pH	EC×10 <sup>-3</sup> (dS.m <sup>-1</sup> )	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
8.5	548	--	4.4	1.2	1.2	3.2	15.0	--	3.7

(آن یون ها و کاتیون ها بر حسب میلی اکی والان در لیتر هستند)  
(Anions and cations: meq.lit.<sup>-1</sup>)

پذیرفت. به منظور سله شکنی و دفع علف های هرز نسبت به کولتیواتورزنی در سه مرحله اقدام شد.

آبیاری گیاه براساس نیاز آبی آن از بدو کاشت و تا دو هفته قبل از برداشت حسب نیاز و به طور مرتب و یکسان برای همه کرت ها انجام شد. پس از تنک و وجین، جهت اجرای تیمارهای مرحله اول رشد پس از رسیدن مزرعه به ۱۰ در صد پوشش سبز، اجرای برگ چینی به روش مکانیکی و با استفاده از قیچی در ۴ سطح خسارت به اجرا در آمد. به عنوان مثال از ۴ تا ۸ برگ موجود بر روی گیاه جهت اجرای ۲۵ در صد برگ چینی، یک چهارم سطح پهنک (در هر پهنک از قسمت نوک به سمت دم برگ) تمام برگ ها حذف شد و برای تیمار ۵۰ درصد نصف و برای ۱۰۰ درصد برگ چینی کل سطح پهنک در تمام برگ ها قطع شدند. در مراحل بعدی رشد نیز با تعیین در صد ورود گیاه به مراحل سه گانه، باقی تیمارها به روش یاد شده در مرحله اول انجام گرفت.

در طول فصل زراعی یادداشت برداری های لازم از قبیل درصد سبز، نمره رشد، میزان تلفات بوته ها انجام و در پایان فصل رشد (نیمه دوم مهر ماه) نسبت به برداشت دو خط میانی به طول هشت متر از هر کرت اقدام شد. از هر کرت تعداد ۳۰ ریشه به صورت تصادفی به عنوان معیار آن کرت انتخاب، برداشت و سرزنی شد. پس از شستشوی ریشه ها و توزین آنها، ۱۵۰ گرم خمیر ریشه (پلپ) در آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میان دو آب تهیه شد و بعد از انجماد برای تجزیه های کیفی و تعیین صفات درصد قند، نیتروژن مضره، املاح سدیم و پتاسیم به آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند ارسال گردید. درصد قند به روش پلاریمتری، میزان پتاسیم و سدیم به روش فلیم فتومتری و میزان نیتروژن مضره به روش عدد آبی اندازه گیری شدند. درصد قند ملاس با استفاده از فرمول راینفلد و همکاران (Reinfeld *et al.*, 1974) برآورد شد و عملکرد قند

استفاده قرار گرفت منطبق بر تقسیم بندی مراحل رشد چغندر قند توسط فائو (Doorenbos and Kassam, 1979) بود.

فاکتور دوم سطوح مختلف شدت حذف برگ (برگ زدایی) در چهار سطح همراه با شاهد عدم حذف برگ به شرح زیر بود:

I<sub>1</sub> - حذف ۲۵ در صد پهنک برگ

I<sub>2</sub> - حذف ۵۰ در صد پهنک برگ

I<sub>3</sub> - حذف ۷۵ در صد پهنک برگ

I<sub>4</sub> - حذف ۱۰۰ در صد پهنک برگ

I<sub>5</sub> - عدم حذف پهنک برگ

بر اساس نتایج آزمون خاک، نیتروژن به میزان ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره (۵۰ درصد در هنگام کاشت و بقیه به صورت سرک در هنگام تنک بوته ها وجین) و فسفر به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل در پاییز سال قبل مصرف شدند. ضمناً ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در هنگام تهیه بستر بذر به خاک افزوده شد و با استفاده از دیسک با خاک مخلوط گردید. همچنین سولفات منگنز، روی، مس، منیزیم، آهن و اسید بوریک به ترتیب به مقدار ۲۰، ۳۰، ۳۰، ۵۰، ۵۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شدند.

ابعاد هر کرت آزمایشی به طول ۸ متر و عرض ۳/۶ متر (شش ردیف با فاصله ۶۰ سانتی متر) با مساحت ۲۸/۸ متر مربع بود. فاصله بین کرتها ۱/۸ متر و فاصله بین تکرارها، سه متر در نظر گرفته و بذر منورم هیبرید تریپلوئید رقم رسول که یک رقم جدید اصلاح شده ایرانی مقاوم به بولتینگ و سازگار به مناطق مختلف اقلیمی ایران می باشد، با فاصله متوسط ۱۸ سانتیمتر روی ردیف بر روی پشته هایی با فاصله ۶۰ سانتیمتر کشت گردید. تنک بوته ها و وجین علف های هرز در مرحله چهار تا هشت برگی انجام گرفت. مبارزه بر علیه آفات کک، سرخرطومی کوتاه، لیتا و برگ خواران با استفاده از حشره کش دیازینون با غلظت ۲-۳ در هزار صورت

کاهش یافت. در تیمار شاهد (بدون برگ زدایی) عملکرد ریشه به طور معنی داری بیشتر از هر چهار تیمار حذف برگ بود (جدول ۵). دوور و کوک (Dewar and Cooke, 2006) گزارش نمودند که آسیب شدید به برگ‌ها در اواسط فصل رشد می‌تواند موجب کاهش محصول شود، ولی در اواخر فصل رشد هنگامی که میزان جذب تابش خورشیدی کم است، خسارت به برگ تاثیر اندکی روی عملکرد ریشه دارد. تاثیر برگ زدایی در کاهش عملکرد چغندر قند توسط کارتر و همکاران (Carter *et al.*, 1978)، سینگ و ستی (Singh and Sethi, 1993) و موررو و همکاران (Muro *et al.*, 1998) و کمندی و همکاران (Kamandi *et al.*, 2009) نیز گزارش شده است.

اثر متقابل مراحل رشد و سطوح برگ زدایی بر عملکرد ریشه معنی دار نبود، ولی عملکرد در کلیه تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافت. همچنین کاهش عملکرد ریشه با افزایش میزان خسارت برای هر مرحله رشدی چشمگیرتر بوده است، به عبارتی در هر مرحله از رشد با افزایش میزان حذف برگ، عملکرد ریشه کاهش چشمگیری داشت، به طوریکه در مرحله دوم رشد، ۱۰۰ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد حذف برگ به ترتیب باعث کاهش ۴۹/۶ درصد، ۳۴/۷۶ و ۲۴/۹ درصد، در عملکرد ریشه نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۶). کاهش عملکرد چغندر قند در اثر شدت‌های مختلف خسارت برگ در مراحل مختلف رشد توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Kamandi *et al.*, 2009).

تاثیر مراحل رشد بر درصد قند ریشه بسیار معنی دار بود. بیشترین درصد قند از مرحله ابتدایی رشد و کمترین آن از مرحله نهایی رشد بدست آمد. درصد قند در چهار مرحله مورد آزمایش به ترتیب ۱۹/۸۲، ۱۹/۵۷، ۱۸/۵۵ و ۱۷/۸۱ درصد و در تیمار شاهد ۲۱/۰۵ درصد بود (جدول ۳). شدت حذف برگ بر درصد قند تاثیر معنی داری داشت ( $P < 0.01$ ). اثر متقابل

(SY)، درصد قند قابل استحصال (WSC)، عملکرد قند خالص (WSY) و ضریب استحصال شکر (ECS) با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید - Abdollahian (Noghabi *et al.*, 2005):

$$(1) \text{عملکرد ریشه} \times \text{میزان قند} = SY$$

$$(2) \text{میزان قند (ملاس)} - \text{میزان قند} = WSC$$

$$(3) \text{میزان قند قابل استحصال} \times \text{عملکرد ریشه} = WSY$$

$$(4) 100 \times (\text{درصد قند/میزان قند قابل استحصال}) = ECS$$

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C انجام گرفت. لازم به ذکر است که تجزیه واریانس به صورت آزمایش فاکتوریل (۴×۵) با ۴ تکرار انجام شد. با توجه به اینکه در هر مرحله رشدی و برای هر شدت حذف برگ یک کرت شاهد بدون حذف برگ نیز وجود داشت، چون کرت‌های شاهد ماهیت یکسان داشتند برای مقایسه میانگین‌ها، میانگین کل شاهد‌ها (۱۶ کرت شاهد) مورد استفاده قرار گرفت. لذا در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ۱۷ تیمار ارائه شده است.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که اثر اصلی مراحل چهارگانه رشد بر عملکرد ریشه معنی دار نبود، ولی اثر اصلی شدت حذف برگ روی عملکرد ریشه معنی دار ( $P < 0.01$ ) بود (جدول ۳). اثر متقابل مرحله رشد در شدت حذف برگ نیز برای عملکرد ریشه معنی دار نشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین تیمارهای حذف برگ در مراحل مختلف رشد تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۴) ولی بین سطوح شدت حذف برگ، اختلاف معنی داری مشاهده شد (جدول ۵). در هر یک از تیمارهای شدت حذف برگ، عملکرد ریشه نسبت به شاهد (۴۷/۴۹ تن در هکتار) عدم حذف برگ، کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت، به طوریکه که با حذف کامل پهنک برگ، عملکرد ریشه به ۳۰/۲۲ تن در هکتار

"اثر شدت حذف پهنک برگ در....."

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکرد و کیفیت چغندر قند در تیمارهای حذف پهنک برگ در مراحل مختلف رشد

Table 3. Analysis of variance for yield and quality of sugar beet in defoliation intensity treatments at various growth stages

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)									
			درصد قند ملاس MS	ضریب استحصال شکر ECS	عملکرد شکر سفید WSY	درصد قند قابل استحصال WSC	ناخالصی های چغندر قند Impurities			عملکرد شکر SY	درصد قند SC	عملکرد ریشه RY
							نیتروژن مضره $\alpha$ -N	سدیم Na	پتاسیم K			
Rep.	تکرار	2	0.36 <sup>ns</sup>	2.63 <sup>ns</sup>	0.91 <sup>ns</sup>	1.06 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	1.21 <sup>o</sup>	1.24 <sup>ns</sup>	2.63 <sup>ns</sup>	67.86 <sup>ns</sup>
Growth stage (S)	مرحله رشد	3	0.16 <sup>ns</sup>	24.74 <sup>o</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	14.76 <sup>oo</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	0.30 <sup>ns</sup>	0.55 <sup>ns</sup>	0.48 <sup>ns</sup>	12.88 <sup>oo</sup>	30.88 <sup>ns</sup>
Defoliation intensity (I)	شدت حذف برگ	4	0.27 <sup>ns</sup>	30.17 <sup>o</sup>	29.86 <sup>oo</sup>	19.42 <sup>oo</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	1.27 <sup>+</sup>	0.37 <sup>ns</sup>	37.52 <sup>oo</sup>	16.80 <sup>oo</sup>	537.39 <sup>oo</sup>
(S×I)	اثر متقابل	12	0.12 <sup>ns</sup>	14.67 <sup>ns</sup>	1.71 <sup>ns</sup>	8.34 <sup>oo</sup>	0.40 <sup>o</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	2.08 <sup>ns</sup>	7.13 <sup>oo</sup>	35.18 <sup>ns</sup>
Error	خطا	38	0.14	8.59	1.04	2.38	0.17	0.52	0.39	1.28	1.66	29.63

ns: Non-significant

ns: غیر معنی دار

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

\*, \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات عملکرد و کیفیت چغندر قند در تیمارهای حذف پهنک برگ در مراحل مختلف رشد

Table 4. Mean comparison of yield and quality of sugar beet in defoliation treatments at various growth stages

Growth stage	مرحله رشد	درصد قند ملاس MS	ضریب استحصال شکر ECS	عملکرد شکر سفید WSY	درصد قند قابل استحصال WSC	ناخالصی های چغندر قند Impurities (mmol.100 <sup>-1</sup> g beet)			عملکرد شکر SY	درصد قند SC	عملکرد ریشه RY
						نیتروژن مضره $\alpha$ -N	سدیم Na	پتاسیم K			
Primary (S1)	ابتدایی	2.41 a	84.56 a	6.00 a	16.80 a	0.69 a	2.23 a	5.51 a	7.07 a	19.82 a	35.45 a
Development (S2)	توسعه	2.60 a	83.24 ab	5.63 a	16.36 ab	0.55 a	2.47 a	5.86 a	6.70 a	19.57 a	33.84 a
Middle (S3)	میانی	2.49 a	83.02 ab	5.58 a	15.46 bc	0.44 a	2.50 a	5.55 a	6.68 a	18.55 b	35.55 a
Final (S4)	نهایی	2.64 a	81.45 b	5.52 a	14.57 c	0.68 a	2.57 a	5.86 a	6.74 a	17.81 b	37.43 a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

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

MS : Molasses sugar, ECS: Extraction coefficient of sugar, WSY: White sugar yield, WSC: White sugar content, K, Na and  $\alpha$ -N: Concentration of impurities, SY: Sugar yield, SC: Sugar content and RY: Root yield

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات عملکرد و کیفیت چغندر قند در تیمارهای شدت حذف پهنک برگ در مراحل مختلف رشد

Table 5. Mean comparison of yield and quality of sugar beet in defoliation intensity treatments at various growth stages

شدت حذف برگ Defoliation levels	ضریب استحصال		عملکرد شکر	درصد قند قابل	ناخالصی های چغندر قند			عملکرد شکر	درصد قند	عملکرد ریشه
	درصد قند ملاس	شکر	سفید	استحصال	Impurities (mmol.100 <sup>-1</sup> g beet)			SY	SC	RY
	MS	ECS	WSY	WSC	WSY	WSC	پتاسیم	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )
	(%)	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	K			
25% (I <sub>1</sub> )	2.74 a	81.57 b	5.52 b	15.01 b	0.52 ab	2.79 a	5.94 a	6.69 b	18.44 b	35.83 b
50% (I <sub>2</sub> )	2.65 ab	82.08 b	4.98 bc	15.05 b	0.51 ab	2.71 a	5.78 a	6.04 b	18.03 b	32.98 bc
75% (I <sub>3</sub> )	2.43 ab	83.21 b	4.76 bc	15.32 b	0.42 b	2.28 ab	5.61 a	5.17 b	18.35 b	31.31 bc
100% (I <sub>4</sub> )	2.47 ab	82.96 b	4.57 c	15.47 b	0.67ab	2.43 ab	5.48 a	5.52 b	18.54 b	30.22 c
Control	2.39 b	85.72 a	8.60 a	18.05 a	0.82a	1.99 b	5.66 a	10.03 a	21.05 a	47.49 a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

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

MS : Molasses sugar, ECS: Extraction coefficient of sugar, WSY: White sugar yield, WSC: White sugar content, K, Na and α-N: Concentration of impurities, SY: Sugar yield, SC: Sugar content and RY: Root yield

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> and S<sub>4</sub>: Growth stages of sugar beet (primary, development, middle and final, respectively)

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> and I<sub>4</sub>: Defoliation intensity at 25, 50, 75 and 100% levels, respectively

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> و S<sub>4</sub>: به ترتیب مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و نهایی رشد چغندر قند  
I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub>: به ترتیب ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حذف پهنک برگ چغندر قند

می باشد (جدول ۵).

اثر مراحل رشد بر هیچیک از مقادیر پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره ریشه اثر معنی دار نداشت، ولی اثر شدت حذف برگ فقط بر غلظت سدیم در سطح احتمال ۱۰ درصد معنی دار بود. اثر متقابل این عوامل تنها بر میزان نیتروژن مضره در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین ناخالصی نیتروژن مضره در تیمار ۱۰۰ درصد خسارت برگ در مرحله چهارم رشد چغندر قند به میزان ۱/۵۴ میلی مول در یکصد گرم خمیر ریشه و نیز کمترین آن در تیمار مرحله سوم رشد با ۵۰ درصد حذف برگ مشاهده شد (جدول ۶).

درصد قند قابل استحصال تحت تاثیر اثر اصلی مرحله رشد، شدت حذف برگ و همچنین اثر متقابل آنها قرار گرفت ( $P < 0.01$ ). کمترین درصد قند قابل استحصال در تیمار ۲۵ درصد حذف برگ در مرحله چهارم رشد (۱۲/۸۵ درصد) بدست آمد که نسبت به شاهد (۱۸/۰۵ درصد) بیش از ۵ واحد کاهش داشت (جدول های ۳ و ۶).

پتانسیل واقعی، تولید شکر سفید در واحد سطح بعنوان مهم ترین شاخص اقتصادی در تولید چغندر قند است. اثر مرحله رشد و همچنین اثر متقابل مراحل رشد و شدت حذف برگ بر عملکرد شکر سفید معنی دار نبود، ولی اثر اصلی شدت حذف برگ بر عملکرد شکر سفید در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). با افزایش شدت خسارت به برگ های گیاه، عملکرد شکر سفید کاهش قابل ملاحظه ای یافت و از ۸/۶۰ تن در هکتار در تیمار شاهد با حدود ۵۰ درصد کاهش به ۴/۵۷ تن در هکتار تقلیل یافت. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که از لحاظ عملکرد شکر سفید بین ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حذف برگ، اختلاف چشمگیری وجود نداشت (جدول ۵).

نتایج این آزمایش نشان داد که به طور کلی حذف برگ های چغندر قند در مراحل مختلف رشد، روی خواص کیفی ریشه از جمله درصد قند، درصد قند قابل

مراحل رشد و شدت حذف برگ نیز بر درصد قند بسیار معنی دار ( $P < 0.01$ ) بود (جدول ۳). کمندی و همکاران (Kamandi *et al.*, 2009) نیز اثر متقابل معنی دار زمان برگ زدایی × شدت برگ زدایی را برای درصد قند گزارش نمودند. کمترین درصد قند (۱۶/۵۰ درصد) در تیمار ۱۰۰ درصد حذف برگ در مرحله نهایی رشد بدست آمد که نسبت به شاهد عدم حذف برگ (۲۱/۰۵ درصد) چهار و نیم واحد کاهش داشت. به طور کلی، اعمال حذف برگ در هر مرحله از رشد گیاه منجر به کاهش درصد قند ریشه شد. چغندر قند ساز و کار خاصی برای تجمع قند ندارد، بلکه به تحریکات محیطی وابسته است. عوامل محیطی از جمله دما، نور، طول روز و رطوبت خاک تاحدی تعیین کننده نحوه رشد و ذخیره قند در ریشه چغندر قند هستند. ریزش برگ های مسن موجب تحریک رشد برگ های جدید و مصرف قند ذخیره شده می گردد، زیرا برگ های جدیدی که بوجود می آیند، صرفاً با مصرف قند ذخیره شده در ریشه رشد می کنند (Khajepour, 1996). کاهش درصد قند بر اثر برگ زدایی توسط کارتر و همکاران (Carter *et al.*, 1978)، سینگ و ستی (Singh and Sethi, 1993) و مورو و همکاران (Muro *et al.*, 1998) و نیز گزارش شده است.

اثر مرحله رشد و همچنین اثر متقابل مراحل رشد و شدت حذف برگ بر عملکرد شکر معنی دار نبود، ولی اثر اصلی شدت حذف برگ بر عملکرد شکر در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). به طور کلی با افزایش شدت حذف برگ از عملکرد شکر به طور بسیار معنی داری کاسته شد، به نحوی که در تیمار شاهد عملکرد شکر معادل ۱۰/۰۳ تن در هکتار بود و در تیمار ۷۵ درصد حذف برگ به ۵/۱۷ تن در هکتار کاهش یافت. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بین ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد برگ زدایی اختلاف قابل توجهی وجود نداشت. عملکرد شکر با ۲۵ درصد خسارت، ناشی از عملکرد ریشه و افزایش درصد قند

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مرحله رشد و شدت حذف برگ بر عملکرد و کیفیت چغندر قند

Table 6. Interaction effect of growth stage × defoliation intensity on yield and quality of sugar beet

مرحله رشد × شدت حذف Growth stage (S) × Defoliation intensity (I)	درصد قند ملاس MS (%)	ضریب استحصال شکر ECS (%)	عملکرد شکر سفید WSY (t.ha <sup>-1</sup> )	درصد قند قابل استحصال WSC (%)	ناخالصی های چغندر قند Impurities (mmol.100 <sup>-1</sup> g beet)			عملکرد شکر SY (t.ha <sup>-1</sup> )	درصد قند SC (%)	عملکرد ریشه RY (t.ha <sup>-1</sup> )
					نیتروژن مضره					
					α-N	سدیم Na	پتاسیم K			
S1×I <sub>1</sub>	2.62ab	84.08abc	6.72bc	16.99abc	1.07ab	2.48ab	5.76a	7.95bc	20.17ab	39.57abc
S1×I <sub>2</sub>	2.58ab	83.81abcd	5.87cd	16.55abcd	0.79bc	2.66ab	5.55 a	6.96cd	19.73abc	35.31cde
S1×I <sub>3</sub>	2.47ab	81.30bcd	3.83e	13.48e	0.23c	2.60ab	5.44 a	4.71e	16.55d	28.56def
S1×I <sub>4</sub>	2.00b	87.89a	5.01cde	18.93a	0.57bc	1.45b	5.14 a	5.68de	21.53a	26.28ef
S2×I <sub>1</sub>	2.75a	82.84abcd	6.03cd	16.63abcd	0.52bc	2.64ab	6.14 a	17.19cd	19.98abc	35.61cde
S2×I <sub>2</sub>	2.82a	81.03bcd	4.51be	14.64cde	0.53bc	2.94a	6.02 a	5.56de	18.07bcd	30.94cdef
S2×I <sub>3</sub>	2.53ab	84.37ab	5.49cde	17.06abc	0.59bc	2.13ab	5.99 a	6.50cde	20.20ab	32.43cdef
S2×I <sub>4</sub>	2.50ab	83.16abcd	3.74e	15.44bcde	0.29bc	2.62ab	5.50 a	4.47e	18.55bcd	23.90f
S3×I <sub>1</sub>	2.64ab	81.05bcd	4.88cde	13.92de	0.28bc	2.96a	5.57 a	5.98cde	17.16d	34.32cdef
S3×I <sub>2</sub>	2.70ab	80.50bcd	4.25de	13.66dc	0.16c	2.91a	5.81 a	5.27de	16.96d	31.14cdef
S3×I <sub>3</sub>	2.35ab	85.12ab	5.22cde	17.05abc	0.62bc	2.11ab	5.48 a	6.17cde	20.00abc	31.34 cdef
S3×I <sub>4</sub>	2.37ab	82.65abcd	4.75cde	14.60cde	0.29bc	2.53ab	5.22 a	5.70de	17.58cd	32.23 cdef
S4×I <sub>1</sub>	2.94a	78.33cd	4.47de	12.85e	0.21c	3.11a	6.31 a	5.65de	16.40d	33.82 cdef
S4×I <sub>2</sub>	2.50ab	82.99abcd	5.29cde	15.34bcde	0.56bc	2.32ab	5.73 a	6.36cde	18.45bcd	34.59 cdef
S4×I <sub>3</sub>	2.39ab	82.07bcd	4.48de	13.69de	0.24c	2.28ab	5.51 a	5.47de	16.68d	32.93 cdef
S4×I <sub>4</sub>	2.99a	78.17d	4.78cde	12.90e	1.54a	3.13a	6.06 a	6.20cde	16.50d	38.48 bcd
Control	2.39ab	85.72d	8.59e	18.05ab	0.82bc	1.99ab	5.66 a	10.02a	21.05a	47.43ab

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

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> and S<sub>4</sub>: Growth stages of sugar beet (primary, development, middle and final, respectively)

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> and I<sub>4</sub>: Defoliation intensity at 25, 50, 75 and 100% levels, respectively

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> و S<sub>4</sub>: به ترتیب مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و نهایی رشد چغندر قند

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> و I<sub>4</sub>: به ترتیب ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حذف پهنک برگ چغندر قند

تکنولوژیکی چغندر قند به عنوان ماده اولیه کارخانه‌های قند ضرورت دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین ضایعات شکر موقعی ایجاد می‌شود که برگ چینی چغندر قند در مراحل آخر دوره رشد انجام شود. حذف برگ با هر شدتی که طی دوره رشد انجام شود، باعث افت کیفیت تکنولوژیکی ریشه چغندر قند شده و در نتیجه موجب افزایش ضایعات شکر در فرآیند استحصال شکر در کارخانه قند می‌شود.

استحصال و ضریب استحصال شکر موثر بود، ولی بر عملکرد ریشه تاثیر قابل ملاحظه‌ای نداشت، در حالی که شدت‌های مختلف حذف برگ، صفات کمی و کیفی چغندر قند را تحت تاثیر قرار داد. بنابراین با توجه متداول بودن برگ چینی چغندر قند برای تعلیف دام در مناطقی مثل کرمانشاه و یا امکان بروز خسارت آفاتی نظیر کرم برگ خوار چغندر قند و یا بلایای طبیعی مثل تگرگ، ارزیابی تاثیر برگ زدایی روی کیفیت

## References

## منابع مورد استفاده

- Abdi, S., A. Moghaddam and M. Ghadimzadeh. 2007.** Effect of defoliation intensity in different reproductive stage of two sunflower (*Helianthus annus* L.) cultivars on grain and oil yield. J. Sci. Tech. Agric. Nat. Resour. 11(40): 245-255. (In Persian with English abstract).
- Abdollahian-Noghabi, M., R. Shaikholeslami and B. Babaei. 2005.** Technical terms of sugar beet yield and quality. J. Sugar Beet. 21(1): 101-104. (In Persian with English abstract).
- Afanasiev, M. M. 1964.** The effect of simulated hail injuries on growth, yield and sugar contents of beets. J. Am. Soc. Sugarbeet Tech. 13: 225-237.
- Alimoradi, I. 2001.** Effect of defoliation during the growing periods on the yield and quality of sugar beet. J. Iran. Sugar Indust. 151: 311-318. (In Persian).
- Ashley, R. O., E. D. Eriksmoen, M. B. Whitney and B. Rettinger. 2002.** Sunflower date of planting study in Western North Dakota. Annual Report, Dickinson Research Extension. pp. 48.
- Carter, J. N., D. J. Traveller and S. M. Bosma. 1978.** Sugarbeet yield and seasonal growth characteristics as affected by hail damage and nitrogen level. J. Am. Soc. Sugarbeet Tech. 20: 73-83.
- Dewar, A. M. and D. Cooke. 2006.** Pests. , p. 316-354. In A.P. Draycott (Ed.) Sugar Beet. Blackwell.
- Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1979.** Yield response to water. Irrigation and Drainage paper No 33. FAO. Rome, Italy. 193 pp.
- Jadidi, T. 2007.** Representing the climate of Miandoab from agricultural point of view. Proceedings of the potentials of agriculture and industry in the north-west of Iran. Islamic Azad University of Miandoab, p. 129-145. (In Persian).
- Jamshidi, E., M. AghaAlikhani and A. Ghalavand. 2009.** Effect of defoliation intensity at different reproductive stages on seed and oil yields in sunflower (*Helianthus annus* L.). Iran. J. Crop Sci. 10 (4): 349-361. (In Persian with English abstract).
- Kamandi, A., A. Nezami, A. Koocheki and M. Nassiri Mahallati. 2009.** Effect of timing and intensity of defoliation on yield and quality of sugar beet. Iran. J. Field Crop Res. 6 (2): 371-382. (In Persian with

English abstract).

**Khajehpour, M. 1996.** Production of industrial crop. Jehade\_Daneshgahi Publication, Isfahan Univ. of Technology. (In Persian).

**Koocheki, A. and M. Banayan-Aval. 1994.** Physiology of yield in crop. Jehade\_Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian).

**Muro, J., I. Irigoyen and C. Lamsfus. 1998.** Defoliation timing and severity in sugar beet. Agron. J. 90: 800–804.

**Muro, J., I. Irigoyen, A. F. Militon and C. Lamsfus. 2001.** Defoliation effects on sunflower yield reduction. Agron. J. 93: 634-637.

**Reinfeld, E., A. Emmerich, G. Baumgarten, C. Winner and U. Beiss. 1974.** Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker. 27: 2-15.

**Singh, D. P. and A. S. Sethi. 1993.** A statistical model to assess the effect of leaf defoliators on root and sugar yields of sugarbeet. J. Insect Sci. 6: 72–74.

## Effect of defoliation intensity at different growth stages on the root yield and quality of sugar beet

Jadidi, T.<sup>1</sup>, S. Hajjam<sup>2</sup>, Gh. Kamali<sup>3</sup>, K. Fotouhi<sup>4</sup> and M. Abdollahian-Noghabi<sup>5</sup>

### ABSTRACT

Jadidi, T., S. Hajjam, Gh. Kamali, K. Fotouhi and M. Abdollahian-Noghabi. 2010. Effect of defoliation intensity at different growth stages on the root yield and quality of sugar beet. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 12 (3) 252-264. (In Persian)

To evaluate the effect of artificial defoliation intensity at different growth stages on the root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) a field experiment was carried out at Miyandoab Agricultural Research and Natural Resources Field Station in 2007 growing season. Experimental treatments were arranged as factorial (4×5) in RCBD with three replications. Defoliation were practice at four growth stages (S) of sugar beet including: plant establishment to 10% ground cover (S<sub>1</sub>), from 10 up to 70% ground cover (S<sub>2</sub>), from the S<sub>2</sub> to root maturity (S<sub>3</sub>), and from the S<sub>3</sub> to harvest time (S<sub>4</sub>). Five levels of defoliation intensities (I) were: blade removal up to 25% (I<sub>1</sub>), 50% (I<sub>2</sub>), 75% (I<sub>3</sub>), 100% (I<sub>4</sub>) and no defoliation as check (I<sub>5</sub>). At final harvest, sugar beet roots were harvested and root yield, sugar content, white sugar content, white sugar yield and extraction coefficient of sugar were determined. Results showed that the main effect of growth stage was significant on quality traits of sugar beet such as sugar content, white sugar content and sugar extraction coefficient, however, its effect on agronomic traits such as root yield was not significant. However, different levels of defoliation affected both quality and quantitative traits of sugar beet. At the 100% defoliation level, root yield reduced by 36% as compared to no defoliation (47.49 t.ha<sup>-1</sup>). In the meantime the least root yield (23.90 t.ha<sup>-1</sup>) was recorded at S<sub>2</sub> with 100% defoliation (S<sub>2</sub>I<sub>4</sub>). The interactions between defoliation intensity × growth stages were significant ( $P<0.01$ ) for sugar content and white sugar content. At the 25% defoliation (I<sub>1</sub>) at final growth stage (S<sub>4</sub>), sugar content decreased by 4.65 units which was 22% of no defoliation (sugar content of 21.50%). In conclusion, any defoliation during the growing season may increase sugar losses in the sugar factory.

**Key words:** Defoliation, Growth stage, Root yield, Sugar losses and Sugar beet.

Received: July, 2009 Accepted: December, 2009

1- M.Sc., Agricultural Meteorology, Miandoab Agricultural Meteorology Office, Miandoab, Iran

2- Faculty member, Sciences and Research Unit of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Faculty member, Meteorological Research Institute of Tehran, Tehran, Iran

4- Faculty member, Sugar Beet Seed Research Institute, Karaj, Iran

5- Faculty member, Sugar Beet Seed Research Institute, Karaj, Iran (Corresponding author) (E-mail: noghabi@yahoo.com)