

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

تورج جدیدی^۱، سهراب حجام^۲، غلامعلی کمالی^۳، کیوان فتوحی^۴ و محمد عبداللهان نوقابی^۵

چکیده

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

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف حذف پهنه‌ک برگ در مراحل مختلف رشد رویشی بر عملکرد ریشه و کیفیت چغندرقند و همچنین تعیین حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه نسبت به حذف پهنه‌ک برگ‌ها، آزمایشی مزروعه‌ای به صورت فاکتوریل (4×5) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در سال زراعی ۱۳۸۶ اجرا گردید. حذف پهنه‌ک برگ (S) در چهار مرحله رشدی چغندرقند بر اساس تقسیم بندی فائق شامل مرحله اول (S1) از زمان استقرار بوته تا ۱۰ درصد پوشش سطح زمین، مرحله دوم (S2) از ۱۰ پوشش تا ۲۰ درصد تا ۲۰ 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) پهنه‌ک برگ بعلاوه یک سطح شاهد عدم حذف برگ (I5) اعمال گردید. در پایان فصل، محصول کوتاه‌های مختلف برداشت و عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد شکر، مقدار ناخالصی‌های چغندرقند (غلظت سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره)، درصد قند قابل استحصال، درصد قند ملاس، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد اثر اصلی مرحله حذف برگ روی خواص کیفی چغندرقند از جمله درصد قند، درصد قند قابل استحصال و ضریب استحصال شکر موثر و معنی دار بود ولی بر صفات زراعی نظیر عملکرد ریشه تأثیر معنی داری نداشت. اثر شدت حذف برگ بر صفات مربوط به عملکرد کمی و کیفی چغندرقند معنی دار شد، به طوریکه حذف ۱۰۰ درصد پهنه‌ک برگ‌ها 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 پهنه‌ک برگ‌ها در مرحله دوم رشد (تیمار S2I4) به میزان ۲۳/۹۰ تن در هکتار بدست آمد. اثر متقابل شدت حذف برگ در مراحل مختلف رشد چغندرقند 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 پهنه‌ک 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 چغندرقند 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 چغندرقند، 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 چغندرقند

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

(Alimoradi, 2001)

مقدمه

(Kamandi *et al.*, 2009) کمندی و همکاران با برگ زدایی چغندرقند در شدت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد طی شش مرحله رشد (از ۶ برگی تا ۱۲۶ روز بعد از کاشت چغندرقند) گزارش کردند که سطوح مختلف برگ چینی و مرحله رشد در کاهش عملکرد ریشه موثر است. مورو و همکاران (Muro *et al.*, 1998) به دو روش استفاده از قیچی و فشار آب، اثر برگ چینی را روی چغندرقند مورد ارزیابی قرار دادند. آنها در هفت مرحله رشدی گیاه (برطبق واحد‌های 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 چغندرقند موثر است.

سینگ و سنتی (Singh and Sethi, 1993) یک مدل آماری برای پیش‌بینی خسارت محصول چغندرقند 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 درصدقند در برگ چینی‌های 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 درصدقند تاثیری نداشت.

افاناسیو (Afanasiev, 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 یخندهان، گرما، خشکی، تگرگ، باد، آفات و بیماری‌هایی که سطح برگ‌ها اصلی کاهش می‌دهند اشاره کرد. در گیاهان برگ‌ها اصلی ترین محل دریافت تابش خورشیدی و تولید مواد فتوسنتری 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 فتوسنتری 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 چغندرقند وجود دارد که هر کدام از آنها بر اساس برگ چینی شبیه سازی شده‌اند. در چغندر قند بدليل 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 کش‌ها 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 پهنه‌ک برگ در مراحل مختلف رشد رویشی بر عملکرد کمی و کیفی چغدرقند و همچنین تعیین حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه از نظر حذف پهنه‌ک برگ‌ها اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

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، $10/5$ درجه سانتیگراد، $61/4$ درصد نیز تعداد روزهای همراه با تگرگ با احتمال وقوع 80 درصد، دو روز در سال می‌باشد (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 بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل چهار مرحله رشد گیاه به ترتیب زیر بود:

S₁- مرحله ابتدایی رشد که از زمان استقرار گیاه تا هنگامی که 10 درصد سطح زمین را می‌پوشاند.

S₂- مرحله توسعه گیاه که از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه حدود 70 درصد سطح زمین را می‌پوشاند.

S₃- مرحله میانی که از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه شروع به رسیدن می‌کند و شاخص سطح برگ شروع به کاهش می‌نماید.

S₄- مرحله نهایی، از شروع کاهش شاخص سطح برگ تا برداشت محصول.

چهار مرحله رشد مذکور که در این پژوهش مورد

چغدرقند را در دهه های 1940 و 1960 در مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب مونتانا مورد ارزیابی قرار داد. کاهش محصول در برگ چینی آخر ماه ژوئن (اوایل تیر)، 10 و 33 درصد، در آخر ماه جولای (اوایل مرداد)، 10 ، 15 و 35 درصد و در آخر ماه آگوست (اوایل شهریور)، 13 ، 18 ، 28 درصد به ترتیب برای کاهش‌های 25 ، 50 و 100 درصدی سطح برگ مشاهده شد. میزان قند بین 2 تا 4 درصد برای برگ چینی‌های 25 ، 50 و 100 درصد در آخر ماه‌های ژوئن و جولای و 13 درصد برای 100 درصد برگ چینی در آخر ماه آگوست گزارش شده است. نتایج مربوط به دهه 1960 نشان داد که برگ چینی 25 ، 50 و 75 درصد کاهش عملکرد ریشه 10 درصدی را به دنبال داشته و بر درصد قند تاثیری نداشته است. صد درصد برگ چینی در ماه‌های ژوئن تا آگوست، 20 تا 30 درصد کاهش محصول داشته است، لیکن خسارت برگ چینی در اواسط سپتامبر به پنج درصد رسید.

در انگلستان خسارت در مرحله 4 تا 8 برگی و با شدت 12 تا 75 درصد برگ چینی، تاثیری در محصول ریشه نداشته لیکن 100 درصد برگ چینی باعث $25-30$ درصد کاهش محصول گردید، در حالی که بر درصد قند تاثیری نداشت.

خسارت در قسمت‌هایی از برگ گاهی باعث افزایش فتوستتر در سایر برگ‌های باقیمانده و جرمان فتوستتر برگ‌های از دست رفته می‌گردد. نتایج همچنین نشان داده است که برگ‌های جدید دارای فعالیت فتوستتری کمتری نسبت به برگ‌های مسن‌تر هستند (Alimoradi, 2001). تاثیر برگ چینی در مراحل مختلف رشد با شدت‌های 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 برگ‌های آفتابگردان در مراحل ستاره‌ای شکل شدن طبق و گرده افشاری، بویژه با حذف کامل برگ‌ها، 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

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

جدول ۲- کیفیت آب آبیاری

Table 2. Quality of irrigation water

پذیرفت. به منظور سله‌شکنی و دفع علف‌های 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 درصد 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 درصد برگ چینی، یک چهارم سطح پهنه‌ک (در هر پهنه‌ک از قسمت نوک به سمت دمبرگ) تمام برگ‌ها حذف شد و برای تیمار ۵۰ درصد نصف و برای ۱۰۰ درصد برگ چینی کل سطح پهنه‌ک در تمام برگ‌ها 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 برداری‌های لازم از قبیل درصد سبز، نمره رشد، میزان تلفات بوته‌ها 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 سرزنش شد. پس از شستشوی ریشه‌ها و توزین آنها، ۱۵۰ گرم خمیر ریشه (پلپ) در آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب تهیه شد و بعد از انجماد برای تجزیه‌های کیفی و تعیین صفات درصد قند، نیتروژن مضرمه، املاح سدیم و پتاسیم به آزمایشگاه تکنولوژی مضرمه ارسال شد. درصد قند به روش پلازیمتری، میزان پتاسیم و سدیم به روش فلیم فنومتری و میزان نیتروژن مضرمه به روش عدد آبی اندازه‌گیری 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 تقسیم‌بندی مراحل رشد چند رقت 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:

- I₁- حذف ۲۵ درصد پهنه‌ک برگ
- I₂- حذف ۵۰ درصد پهنه‌ک برگ
- I₃- حذف ۷۵ درصد پهنه‌ک برگ
- I₄- حذف ۱۰۰ درصد پهنه‌ک برگ
- I₅- عدم حذف پهنه‌ک 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 بوته‌ها و جین) 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 منورزم هیبرید تریپلوبئید رقم رسول که یک رقم جدید اصلاح شده ایرانی مقاوم به بولتینگ و سازگار به مناطق مختلف اقلیمی ایران می‌باشد، با فاصله متوسط ۱۸ سانتیمتر روی ردیف بر روی پشته‌هایی با فاصله ۶۰ سانتیمتر کشت گردید. تنک بوته‌ها و وجین علف‌های هرز در مرحله چهار تا هشت برگی انجام گرفت. مبارزه بر علیه آفات کک، سرخرطومی کوتاه، لیتا و برگ خواران با استفاده از حشره‌کش دیازینون با غلظت ۲-۳ در هزار صورت

کاهش یافت. در تیمار شاهد (بدون برگ زدایی) عملکرد ریشه به طور معنی‌داری بیشتر از هر چهار تیمار حذف برگ بود (جدول ۵). دور و کوک (Dewar and Cooke, 2006) گزارش نمودند که آسیب شدید به برگ‌ها در اواسط فصل رشد می‌تواند موجب کاهش محصول شود، ولی در اوخر 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 چندرقند توسط کارتر و همکاران (Carter *et al.*, 1978)، سینگ و سنتی (Singh and Sethi, 1993) و مورو 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 معنی‌دار 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 چندرقند 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 معنی‌دار 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 ۱۹/۵۷، ۱۹/۵۵، ۱۸/۸۱ و ۱۷/۸۱ درصد و در تیمار شاهد ۲۱/۰۵ درصد بود (جدول ۳). شدت حذف برگ بر درصد قند تاثیر معنی‌داری 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)

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

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

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

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

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C انجام گرفت. لازم به ذکر است که تجزیه واریانس به صورت آزمایش فاکتوریل (5×4) 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 اندازه گیری شده نشان داد که اثر اصلی مراحل چهارگانه رشد بر عملکرد ریشه معنی‌دار نبود، ولی اثر اصلی شدت حذف برگ روی عملکرد ریشه معنی‌دار ($P<0.01$) بود (جدول ۳). اثر متقابل مرحله رشد در شدت حذف برگ نیز برای عملکرد ریشه معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین تیمار‌های حذف برگ در مراحل مختلف رشد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴) ولی بین سطوح شدت حذف برگ، اختلاف معنی‌داری 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 پهنهک برگ، عملکرد ریشه به ۳۰/۲۲ تن در هکتار

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکرد و کیفیت چغدر قند در تیمارهای حذف پهنه‌ک 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. | متای تغیر | d.f | درجه آزادی | درصد قند ملاس | ضریب استحصال شکر | عملکرد شکر سفید | درصد قند قابل استحصال | Impurities | | | ناخالصی های چغدر قند | | | عملکرد ریشه | درصد قند | عملکرد شکر | درصد قند | عملکرد ریشه |
|---------------------------|-------------|-----|------------|---------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------|---------|---------|----------------------|----------|-----------|-------------|----------|------------|----------|-------------|
| | | | | | | | | WSY | WSC | α-N | نیتروژن مضره | سدیم | پتاسیم | K | | | | |
| Rep. | تکرار | 2 | | 0.36 ns | 2.63 ns | 0.91 ns | 1.06 ns | 0.17 ns | 0.53 ns | 1.21 ° | 1.24 ns | 2.63 ns | 2.63 ns | 67.86 ns | | | | |
| Growth stage (S) | مرحله رشد | 3 | | 0.16 ns | 24.74 ° | 0.69 ns | 14.76 ** | 0.22 ns | 0.30 ns | 0.55 ns | 0.48 ns | 12.88 ** | 30.88 ns | | | | | |
| Defoliation intensity (I) | شدت حذف برگ | 4 | | 0.27 ns | 30.17 ° | 29.86 ** | 19.42 ** | 0.29 ns | 1.27 + | 0.37 ns | 37.52 ** | 16.80 ** | 537.39 ** | | | | | |
| (S×I) | اثر متقابل | 12 | | 0.12 ns | 14.67 ns | 1.71 ns | 8.34 ** | 0.40 ° | 0.46 ns | 0.15 ns | 2.08 ns | 7.13 ** | 35.18 ns | | | | | |
| 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 چغدر قند در تیمارهای حذف پهنه‌ک 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 (%) | ضریب استحصال شکر (%) | عملکرد شکر سفید (t.ha ⁻¹) | درصد قند قابل استحصال (%) | ناخالصی های چغدر قند | | | عملکرد شکر (t.ha ⁻¹) | درصد قند (%) | عملکرد ریشه (t.ha ⁻¹) | | | |
|------------------|-----------|-------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------|--|---------|----------|----------------------------------|--------------|-----------------------------------|--|--|--|
| | | | | | | Impurities (mmol.100 ⁻¹ g beet) | | | | | | | | |
| | | | | | | نیتروژن مضره α-N | سدیم Na | پتاسیم K | | | | | | |
| Primary (S1) | ابتدايی | 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 دامنه‌ای 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

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات عملکرد و کیفیت چغندرقند در تیمارهای شدت حذف پهنه‌ک 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 | درصد قند ملاس | | ضریب استحصال استحصال | درصد قند قبل از استحصال | ناخالصی های چغندرقند Impurities (mmol.100 ⁻¹ g beet) | | | درصد قند | درصد قند | عملکرد ریشه RY | |
|-----------------------------------|--------------------|------------|-------------------------|------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| | MS (%) | ECS (%) | | | عملکرد شکر شکر | عملکرد شکر سفید | WSY (t.ha ⁻¹) | WSC (%) | WSY (t.ha ⁻¹) | WSC (%) | پتاسیم K |
| | Defoliation levels | MS (%) | ECS (%) | WSY (t.ha ⁻¹) | WSC (%) | WSY (t.ha ⁻¹) | WSC (%) | پتاسیم K | SY (t.ha ⁻¹) | SC (%) | RY (t.ha ⁻¹) |
| 25% (I ₁) | 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 ₂) | 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 ₃) | 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 ₄) | 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 دامنه‌ای 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

S₁, S₂, S₃ and S₄: Growth stages of sugar beet (primary, development, middle and final, respectively)

I₁, I₂, I₃ and I₄: Defoliation intensity at 25, 50, 75 and 100% levels, respectively

به ترتیب مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و نهایی رشد چغندرقند

I₄ و I₃، I₂ و I₁ به ترتیب ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حذف پهنه‌ک برگ چغندرقند

می‌باشد (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 چغدرقند 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 مهم‌ترین شاخص اقتصادی در تولید چغدرقند 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 برگ‌های گیاه، عملکرد شکر سفید کاهش قابل ملاحظه‌ای 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 میانگین‌ها 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 به‌طور کلی حذف برگ‌های چغدرقند 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). کمتدی 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. چغدرقند 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 چغدرقند هستند. ریزش برگ‌های مسن موجب تحریک رشد برگ‌های جدید و مصرف قند ذخیره شده می‌گردد، زیرا برگ‌های جدیدی که بوجود می‌آیند، صرفاً با مصرف قند ذخیره شده در ریشه رشد می‌کنند (Khajehpour, 1996). کاهش درصد قند بر اثر برگ زدایی توسط کارت 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 به‌طور 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 چغندرقند

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 ⁻¹) | درصد قند قابل استحصال WSC (%) | ناخالصی های چغندرقند | | | | عملکرد ریشه SC (%) | عملکرد ریشه RY (t.ha ⁻¹) | | |
|--|---------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--|---------|----------|---------|--------------------------|--|--|--|
| | | | | | Impurities (mmol.100 ⁻¹ g beet) | | | | | | | |
| | | | | | نیتروژن مضره α-N | سدیم Na | پتاسیم K | | | | | |
| S1×I ₁ | 2.62ab | 84.08abc | 6.72bc | 16.99abc | 1.07ab | 2.48ab | 5.76a | 7.95bc | 20.17ab | 39.57abc | | |
| S1×I ₂ | 2.58ab | 83.81abcd | 5.87cd | 16.55abcd | 0.79bc | 2.66ab | 5.55 a | 6.96cd | 19.73abc | 35.31cde | | |
| S1×I ₃ | 2.47ab | 81.30bcd | 3.83e | 13.48e | 0.23c | 2.60ab | 5.44 a | 4.71e | 16.55d | 28.56def | | |
| S1×I ₄ | 2.00b | 87.89a | 5.01cde | 18.93a | 0.57bc | 1.45b | 5.14 a | 5.68de | 21.53a | 26.28ef | | |
| S2×I ₁ | 2.75a | 82.84abcd | 6.03cd | 16.63abcd | 0.52bc | 2.64ab | 6.14 a | 17.19cd | 19.98abc | 35.61cde | | |
| S2×I ₂ | 2.82a | 81.03bcd | 4.51be | 14.64cde | 0.53bc | 2.94a | 6.02 a | 5.56de | 18.07bcd | 30.94cdef | | |
| S2×I ₃ | 2.53ab | 84.37ab | 5.49cde | 17.06abc | 0.59bc | 2.13ab | 5.99 a | 6.50cde | 20.20ab | 32.43cdef | | |
| S2×I ₄ | 2.50ab | 83.16abcd | 3.74e | 15.44bcde | 0.29bc | 2.62ab | 5.50 a | 4.47e | 18.55bcd | 23.90f | | |
| S3×I ₁ | 2.64ab | 81.05bcd | 4.88cde | 13.92de | 0.28bc | 2.96a | 5.57 a | 5.98cde | 17.16d | 34.32cdef | | |
| S3×I ₂ | 2.70ab | 80.50bcd | 4.25de | 13.66dc | 0.16c | 2.91a | 5.81 a | 5.27de | 16.96d | 31.14cdef | | |
| S3×I ₃ | 2.35ab | 85.12ab | 5.22cde | 17.05abc | 0.62bc | 2.11ab | 5.48 a | 6.17cde | 20.00abc | 31.34 cdef | | |
| S3×I ₄ | 2.37ab | 82.65abcd | 4.75cde | 14.60cde | 0.29bc | 2.53ab | 5.22 a | 5.70de | 17.58cd | 32.23 cdef | | |
| S4×I ₁ | 2.94a | 78.33cd | 4.47de | 12.85e | 0.21c | 3.11a | 6.31 a | 5.65de | 16.40d | 33.82 cdef | | |
| S4×I ₂ | 2.50ab | 82.99abcd | 5.29cde | 15.34bcde | 0.56bc | 2.32ab | 5.73 a | 6.36cde | 18.45bcd | 34.59 cdef | | |
| S4×I ₃ | 2.39ab | 82.07bcd | 4.48de | 13.69de | 0.24c | 2.28ab | 5.51 a | 5.47de | 16.68d | 32.93 cdef | | |
| S4×I ₄ | 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 میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانک 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

S₁, S₂, S₃ and S₄: Growth stages of sugar beet (primary, development, middle and final, respectively)

I₁, I₂, I₃ and I₄: Defoliation intensity at 25, 50, 75 and 100% levels, respectively

S₄, S₃, S₂, S₁: به ترتیب مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و نهایی رشد چغندرقند

I₁, I₂, I₃ و I₄: به ترتیب ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حذف پهنه ک برگ چغندرقند

تکنولوژیکی چغدرقند به عنوان ماده اولیه کارخانه‌های قند ضرورت دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین ضایعات شکر موقعی ایجاد می‌شود که برگ چینی چغدرقند در مراحل آخر دوره رشد انجام شود. حذف برگ با هر شدتی که طی دوره رشد انجام شود، باعث افت کیفیت تکنولوژیکی ریشه چغدرقند 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 چغدرقند را تحت تاثیر قرار داد. بنابراین با توجه متداول بودن برگ چینی چغدرقند برای تعییف دام در مناطقی مثل کرمانشاه یا امکان بروز خسارت آفاتی نظیر کرم برگ خوار چغدرقند 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).

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. Miltion 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.¹, S. Hajjam², Gh. Kamali³, K. Fotouhi⁴ and M. Abdollahian-Noghabi⁵

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 (S₁), from 10 up to 70% ground cover (S₂), from the S₂ to root maturity (S₃), and from the S₃ to harvest time (S₄). Five levels of defoliation intensities (I) were: blade removal up to 25% (I₁), 50% (I₂), 75% (I₃), 100% (I₄) and no defoliation as check (I₅). 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⁻¹). In the meantime the least root yield (23.90 t.ha⁻¹) was recorded at S₂ with 100% defoliation (S₂I₄). The interactions between defoliation intensity × growth stages were significant ($P<0.01$) for sugar content and white sugar content. At the 25% defoliation (I₁) at final growth stage (S₄), 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, Metereological 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)