

## تأثیر عوامل اقلیمی بر افزایش عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ در ایران، مطالعه موردی: حوزه کارخانه قند چناران

Effect of climatic parameters on increase of sugar content of sugar  
beet in 2007 in Iran, Case study: Chenaran sugar factory

حمیدرضا احمدزاده اراجی<sup>۱</sup>، محمد عبداللهیان نوقابی<sup>۲\*</sup>، غلامعلی کمالی<sup>۳</sup> و سعید واحدی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۷

ح. ر. احمدزاده اراجی، م. عبداللهیان نوقابی، غ. ع. کمالی و س. واحدی. ۱۳۹۰. تأثیر عوامل اقلیمی بر افزایش عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ در ایران، مطالعه موردی: حوزه کارخانه قند چناران. مجله چغندر قند ۲۷(۱): ۱۱۵-۱۰۱

### چکیده

به منظور بررسی علل افزایش چشمگیر میانگین عیار قند چغندر قند تولیدی کشور در سال ۱۳۸۶ و ارتباط آن با پارامترهای اقلیمی، حوزه‌های چغندرکاری کارخانه قند چناران انتخاب شد. علت این انتخاب نزدیکی به ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گل‌مکان و آمار مطمئن هواشناسی و همچنین دسترسی به آمار و اطلاعات دقیق مربوط به بهره‌برداری کارخانه قند مذکور بود. مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی مؤثر بر عیار قند چغندر قند (دما، بارش، رطوبت نسبی، ساعت آفتابی و سرعت باد) و تغییرات آن‌ها در سال ۱۳۸۶ در مقایسه با سال‌های قبل مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه رگرسیونی بر روی عدد نهائی عیار قند چغندر قند این کارخانه طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶ به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای اقلیمی ماهانه به عنوان متغیر مستقل انجام شد. همچنین اثر پارامترهای اقلیمی بر تغییرات میزان افت و عیار چغندر قند طی دوره بهره‌برداری بررسی گردید. اطلاعات روزانه تغییرات افت و عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ بر پارامترهای اقلیمی منطقه برازش داده شد و ضرایب همبستگی خطی محاسبه گردید. با استفاده از روش گام به گام پیش‌رونده مهم‌ترین پارامتر از بین عوامل مؤثر بر عیار و افت چغندر قند تعیین شد. نتایج نشان داد که از بین متغیرهای اقلیمی، مهم‌ترین عامل مؤثر بر عیار چغندر قند در هر سال دمای کمینه در مردادماه (معادل ماه اوت) می‌باشد. از لحاظ تأثیر عوامل اقلیمی بر تغییرات افت و عیار چغندر قند طی دوره برداشت و تحویل چغندر قند، نتایج نشان داد که تعداد روزهای با دمای چهار درجه سانتی‌گراد زیر صفر و کمتر از آن (یخبندان) و رطوبت نسبی به ترتیب بیشترین همبستگی را با میزان افت و عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ داشته‌اند. بنابراین، توجه به پارامترهای اقلیمی مخصوصاً کمینه دما در مردادماه و در صورت گرم شدن شدید هوا آبیاری مناسب و به موقع ممکن است در افزایش عیار چغندر قند تأثیر قابل توجهی داشته باشد. برنامه‌ریزی صحیح برداشت و تحویل چغندر قند طی فصل پاییز با توجه به پیش‌بینی‌های هواشناسی می‌تواند در کاهش افت و ضایعات چغندر قند و افزایش عیار آن نقش مهمی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بارش، چغندر قند، دمای بیشینه، دمای کمینه، دامنه دما، رطوبت نسبی، ساعت آفتابی، سرعت باد، عیار قند

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - تهران  
۲- دانشیار مؤسسه تحقیقات چغندر قند - کرج \* - نویسنده مسئول [Noghabi@sbsi.ir](mailto:Noghabi@sbsi.ir)  
۳- دانشیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - تهران  
۴- کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات چغندر قند - کرج

## مقدمه

در یک تحقیق در آمریکا، عیار چغندر قند در طول یک دوره ۱۰ ساله از داده‌های اخذ شده از کارخانه‌های قند با آمار ۱۰ ساله پارامترهای جوی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که دمای ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر اثر چندانی روی عیار چغندر قند ندارد ولی دمای کمینه مرداد برای بیشتر مناطق همبستگی معنی‌داری با عیار چغندر قند داشت. اثر بارندگی بر عیار چغندر قند در طول ماه‌های شهریور و مهر منفی بود (Akeson 1981).

برای تعیین اثرات دمای شبانه و شدت نور بر درصد قند ریشه، آزمایشی در دشت مغان انجام شد. نتایج نشان داد که یکی از مهم‌ترین دلایل پایین بودن عیار چغندر قند در دشت مغان بالا بودن دمای شبانه در ماه‌های مرداد و شهریور و کاهش شدت نور در طی روز می‌باشد (Yadollahi and Shojaei- Asadiyeh 2009; Yadollahi 1998). فتح‌اله طالقانی و همکاران (Fathollah Taleghani et al. 2001) نیز کاهش عیار چغندر قند در دشت مغان را ناشی از ریزش برگ‌ها و کاهش وزن اندام‌هوایی چغندر قند طی ماه‌های تیر و مرداد و سپس رشد مجدد در شهریور ماه به دلیل شرایط اقلیمی خاص آن منطقه گزارش کردند. در پژوهشی که با هدف بررسی عکس‌العمل عملکرد شکر و اجزاء آن در تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه کرج انجام شد، نشان داد که دماهای بالا در مهر و آبان نامطلوب هستند. زیرا موجب تولید برگ‌های جدید شده و از ذخائر موجود در ریشه استفاده می‌نمایند (Habibi 2002). در

چغندر قند به همراه نیشکر مهم‌ترین منابع تولیدکننده ساکارز می‌باشند. ساکارز فرآورده‌ای است با خاصیت شیرین‌کنندگی و قابلیت نگهداری بالا که این امکان را می‌دهد تا به‌عنوان اجزاء تشکیل‌دهنده یا افزودنی در طیف وسیعی از غذاها، نوشیدنی‌ها و مواد داروئی مصرف گردد (Cooke and Scott 1993). تعیین عیار قند چغندر قند اولین قدم اصولی در سنجش کیفیت است که توسط دستگاه‌های عیارسنجی در کارخانه‌های قند اندازه‌گیری می‌شود. درصد قند یا عیار قند (درصد قند ناخالص) عبارت از مقدار شکر موجود در وزن تر ریشه چغندر قند می‌باشد که معمولاً به‌روش پولاریمتری اندازه‌گیری می‌شود (Abdollahian-Noghabi et al. 2005). این شاخص کیفی همراه وزن ریشه و منظور کردن میزان اُفت محموله مبنای پرداخت بهای چغندر قند به چغندرکاران، در هنگام تحویل محصول به کارخانه‌ها می‌باشد.

کیفیت محصولات کشاورزی به‌ویژه چغندر قند همبستگی به نزولات جوی و مناسب بودن شرایط آب و هوایی در هر سال دارد. اقلیم و آب و هوا به مقدار قابل ملاحظه‌ای طی سال‌های مختلف و همچنین در مقایسه هر سال با سال‌های قبل و میانگین بلندمدت، متغیر است. این تغییرات اقلیمی در هر منطقه عامل تغییر در عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی بین سال‌های مختلف است (Habibi 2002).

می‌داند (Abdollahian-Noghabi 2008). بررسی‌های اولیه کارشناسان چغندر قند نشان می‌دهد که از بین عوامل مختلف مؤثر در رشد و توسعه چغندر قند، عوامل آب و هوایی مهم‌ترین علل افزایش عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ بوده است. با توجه به این که ارتباط افزایش عیار چغندر قند سال ۱۳۸۶ با تغییرات اقلیمی هنوز بررسی نشده است، این تحقیق در راستای تکمیل منابع موجود با استفاده از اطلاعات هواشناسی کارخانه قند چناران انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

### انتخاب منطقه مورد مطالعه و ایستگاه هواشناسی

کارخانه قند چناران به دلایل ذیل به عنوان کارخانه قند شاخص مورد مطالعه قرار گرفت. اولاً حوزه چغندرکاری محدود بوده به طوری بیشترین مزارع چغندرکاری این کارخانه قند در شعاع ۴۰ کیلومتری می‌باشد. ثانیاً ورود چغندر قند به کارخانه از مناطق خارج از محدوده نظارتی در حد صفر می‌باشد. ثالثاً نتایج بررسی‌های پرسشنامه‌ای در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ نشان داد که پیمانکاران در طی سال‌های مورد بررسی تقریباً یکسان بوده و از لحاظ کاربرد نهاده‌های کشاورزی مانند بذر و کود و مدیریت مزرعه نیز نسبتاً مشابه بوده‌اند. بنابراین با فرض این که دانش فنی پیمانکاران و مصرف نهاده‌های کشاورزی طی سال‌های قبل (۱۳۸۴-۱۳۸۰) تغییرات قابل توجهی نداشته است، مطالعه حاضر در حوزه این کارخانه انجام گردید. گام دوم بررسی موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی موجود در

بررسی جاگارد و همکاران (Jaggard et al. 2003) که در خصوص تأثیر آب و هوا بر عملکرد چغندر قند در سال ۲۰۰۳ در مقایسه با سال ۲۰۰۲ در انگلستان انجام شد، مشخص گردید که در سال ۲۰۰۳ عملکرد و درصد قند نسبت به سال قبل افزایش زیادی داشت. علت این افزایش را وجود بارش‌های خوب طی ماه‌های خرداد و تیر و کاهش بارش در مرداد تا مهر ماه نسبت به مدت مشابه در سال قبل دانسته‌اند.

در تحقیق دیگری در آلمان با هدف کمی کردن اثر دما، تابش خورشیدی و بارش به علاوه شاخص سطح برگ روی تغییرات عملکرد چغندر قند، اطلاعات آب و هوایی با اطلاعات عملکرد همبستگی داشته و نشان داد که دماهای بالا در تیر و مرداد عملکرد نهائی ریشه را کاهش داده و بنابراین عملکردشکر سفید در پاییز کم شد. در مهر ماه، انباشت ماده خشک در ریشه‌ها به طور واضح به وسیله شدت تابش متأثر شد و طی ماه‌های تابستان دماهای بالاتر از میانگین برای افزایش عملکرد زیان‌آور بود (Kenter and Hoffman 2003; Kenter et al. 2006)

مطالعه‌ای که جهت بررسی وضعیت زراعت و تولید چغندر قند کشور در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ انجام شد؛ نشان داد که در سال ۱۳۸۶ متوسط عیار چغندر قند تحویلی به کارخانه‌های قند کشور، بالاترین رکورد عیار قند در کشور بوده است. محقق دلیل آن را به خنک بودن هوا در تابستان و تأخیر در شروع بارندگی طی فصل برداشت چغندر قند در پاییز و تا حدودی به کاهش درصد رطوبت موجود در ریشه‌های چغندر قند محتمل

منطقه و انتخاب ایستگاهی بود که آمار و اطلاعات آن موجود و نزدیک به حوزه‌های چغندر کاری بوده به طوری که حتی الامکان به توان آمار هواشناسی را به این مزارع تعمیم داد. ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گل‌مکان در ۱۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان چناران و ارتفاع ۱۱۷۶ متر از سطح دریا (ارتفاع قابل قبول و متوسط دشت چناران) به عنوان ایستگاه شاخص اطلاعات اقلیمی در نظر گرفته شد.

### جمع‌آوری و بررسی اطلاعات مربوط به عیار و آفت چغندر قند و روش تحلیل داده‌ها

با توجه به این که تغییرات عیار چغندر قند همبستگی بالایی با وضعیت آب و هوا در طی دوره رشد گیاه دارد لذا جهت تحلیل تغییرات عیار چغندر قند ضرورت دارد وضعیت پارامترهای اقلیمی در قبل از زمان برداشت بررسی شود. از آمار سالانه عیار قند که توسط انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران، هر ساله منتشر می‌شود استفاده شد. عدد نهائی عیار چغندر قند کارخانه به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای اقلیمی ماهانه شامل دمای بیشینه و کمینه، میانگین دامنه دما، مجموع بارندگی، میانگین رطوبت نسبی، میانگین ساعات آفتابی و میانگین سرعت باد بر اساس ماه‌های میلادی به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. جهت ملموس بودن موضوع، معادل سازی ماه‌های میلادی به ماه‌های شمسی در متن مقاله انجام شد. جهت کاهش خطا و اطمینان بیشتر از اطلاعات هفت سال اخیر یعنی از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶ با توجه به

تغییرات کم نهاده‌های کشاورزی و مدیریت مزرعه در حوزه‌های کارخانه قند مورد استفاده قرار گرفت. ضرایب رگرسیون خطی به تفکیک، بین هریک از متغیرهای مستقل با متغیر وابسته به دست آمد. قبل از محاسبه ضریب همبستگی پیرسون (Pearson) با انجام آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) با استفاده از نرم‌افزار SPSS (V 15) از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل شد. برای انجام تجزیه رگرسیون چندمتغیره، تعداد پنج پارامتر اقلیمی که ضرایب رگرسیون خطی بیشتر از ۰/۷۸ با عیار چغندر قند داشتند، شامل دمای کمینه مرداد و مهر، بارندگی خرداد و سرعت باد خرداد و آبان برای آزمون در مدل مورد استفاده قرار گرفتند. پنج متغیر مستقل انتخاب شده برای مدل به طور ماهوی به یکدیگر وابسته نمی‌باشند. در عین حال عدم وجود چند هم‌خطی بین متغیرهای مستقل مذکور از طریق VIF با استفاده از گزینه Collinearity در نرم‌افزار SPSS (V 15) مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی، متغیرهای مستقلی در مدل باقیمانده که دارای تولرانس (Tolerance) بیش از ۰/۸ بودند (Fotouhi and Asghari 2008). در نهایت مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی ماهانه که در ترکیب با سایر پارامترهای اقلیمی ماهانه به روش گام به گام در مدل رگرسیون چند متغیره بیشترین اثرگذاری بر تغییرات عیار چغندر قند سالانه را داشتند، انتخاب شدند. در مدل رگرسیون چندگانه به روش گام به گام مدل به دست آمده به نحوی است که اولین پارامتر به عنوان مهم‌ترین عامل

متوسط عیار چغندر قند تحویلی به کارخانه‌های قند کشور در سال ۱۳۸۶ معادل ۱۸/۳۵ درصد و در عین حال بالاترین رکورد عیار در کشور بود و در مقایسه با سال قبل (عیار قند ۱۶/۸۴ درصد) معادل ۱/۵۱ واحد افزایش داشت (شکل ۱). متوسط عیار چغندر قند تحویلی به کارخانه قند چناران در سال ۱۳۸۶، ۱۹/۱۵ درصد بود که با اختلاف ۱/۴۴ درصد نسبت به میانگین شش سال گذشته، بیانگر افزایش چشمگیر عیار قند در سال ۱۳۸۶ نسبت به سال‌های قبل بوده است. همچنین در طی هفت سال گذشته کمترین عیار قند کارخانه در سال ۱۳۸۱ به ثبت رسیده است (شکل ۲).

#### دمای بیشینه ماهانه و عیار چغندر قند

با توجه به این که دمای بیشینه روزانه با دمای روزانه رابطه خطی دارد و مناسب‌ترین دمای روزانه برای افزایش درصد قند در چغندر قند دمای بین ۲۰ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است (Vassey 1989)، بنابراین انتظار می‌رود که هرچه دمای بیشینه در طی ماه‌های اصلی ذخیره‌سازی قند کمتر باشد، موجب افزایش عیار چغندر قند شود. نتایج میانگین‌گیری از دمای بیشینه در سه ماه مرداد، شهریور و مهر که مهم‌ترین ماه‌های ذخیره‌سازی قند می‌باشند، نشان داد که میانگین دمای بیشینه سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵ معادل ۲۷/۹ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۸۶ معادل ۲۷/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. طی هفت سال مورد بررسی این میانگین در سال ۱۳۸۶ کمترین مقدار را

در افزایش ضریب رگرسیون مشخص شده و سایر پارامترها به ترتیب اهمیت در افزایش ضریب رگرسیون در مدل مشخص می‌شوند.

علاوه بر بررسی‌های ذکر شده در پنج حوزه تحت نظارت کارخانه، حوزه درز آب که کمترین فاصله را با ایستگاه هواشناسی گل‌مکان داشت، انتخاب گردید و اطلاعات روزانه اُفت و عیار چغندر قند تحویلی به کارخانه در سال ۱۳۸۶ از کارخانه اخذ شد. با توجه به این که اثر آب و هوا بر تغییرات اُفت در زمان برداشت مشخص می‌شود برای تحلیل تغییرات اُفت، به علت زیاد بودن تعداد روزهای بهره‌برداری اطلاعات روزانه از زمان آغاز بهره‌برداری به صورت نه دوره ۱۰ روزه درآمده و میانگین ۱۰ روزه پارامترهای اقلیمی بر میانگین ۱۰ روزه اُفت برازش داده شد. برای بررسی همبستگی احتمالی بین عوامل اقلیمی و کاهش عیار قند، میانگین ۱۰ روزه پارامترهای اقلیمی با میانگین ۱۰ روزه عیار در طول هفت دهه به‌طور همزمان مقایسه شد. بعد از محاسبه همبستگی‌های ساده، در نهایت با استفاده از نرم افزار SPSS و روش گام به گام، رگرسیون چندگانه برای عیار و اُفت ۱۰ روزه نیز محاسبه گردید و مهم‌ترین متغیر مؤثر بر عیار و اُفت چغندر قند مشخص شد. همچنین عدم وجود چند هم‌خطی بین متغیرهای مستقل ۱۰ روزه از طریق VIF با استفاده از گزینه Collinearity نیز بررسی گردید.

#### نتایج و بحث

##### تغییرات عیار چغندر قند کارخانه

نهائی می‌شود. معنی‌دار بودن ضریب همبستگی دمای کمینه ماه‌های مرداد و مهر با عیار قند به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد نشان‌دهنده این موضوع است که عیار چغندر قند به دمای کمینه مرداد و مهر وابسته است.

### میانگین دامنه دمای ماهانه

در سال‌هایی که در دوره رشد گیاه تعداد روزهای با دامنه دمای شبانه روزی بالاتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر است، قند قابل استحصال و عملکرد شکر سفید افزایش می‌یابد (Habibi 2002). نتایج میانگین‌گیری از دامنه شبانه روزی دما در سه ماه مرداد، شهریور و مهر که مهم‌ترین ماه‌های ذخیره‌سازی قند می‌باشند، نشان داد که میانگین دامنه دمای سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵ معادل ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۸۶ معادل ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد دامنه تغییرات شبانه روزی دما در سال ۱۳۸۶ معادل پنج درصد و برابر ۰/۹ درجه سانتی‌گراد بیشتر از میانگین دامنه سال‌های قبل بوده است. به عبارتی اختلاف دمای شب و روز بیشتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد در ذخیره‌ساز مؤثر می‌باشد (Karimi 1991). در طی هفت سال مورد بررسی، این میانگین در سال ۱۳۸۶ بیشتر بود، لذا عیار آن سال نیز بیشتر از سال‌های قبل است.

### مجموع بارش و میانگین رطوبت نسبی ماهانه

دارد، و بیان‌کننده این موضوع است که دمای بیشینه که متناظر با دمای روزانه می‌باشد بر تغییرات عیار چغندر قند اثر داشته است. با توجه به جدول ۱، نزدیک بودن ضریب همبستگی دمای بیشینه به سطح احتمال به مقدار مربوط به سطح احتمال پنج درصد در ماه مهر با نتایج آکسون (Akeson 1981) مبنی بر وجود رابطه منفی معنی‌داری بین دمای بیشینه مهر و عیار چغندر قند، منطبق می‌باشد.

### دمای کمینه ماهانه و عیار چغندر قند

با توجه به این که دمای کمینه با دمای شبانه رابطه خطی دارد و با توجه به این که درجه حرارت بهینه شبانه برای افزایش محتوی قند در چغندر قند در دمای شبانه ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد پدید می‌آید (Ulrich 1955)، انتظار می‌رود که هرچه دمای کمینه در طی ماه‌های اصلی ذخیره‌سازی قند کمتر باشد، موجب افزایش عیار چغندر قند شود. نتایج میانگین‌گیری از دمای کمینه در سه ماه مرداد، شهریور و مهر که مهم‌ترین ماه‌های ذخیره‌سازی قند می‌باشند، نشان داد که میانگین دمای کمینه سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵ معادل ۱۰/۹ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۸۶ معادل نه درجه سانتی‌گراد بود. طی هفت سال مورد بررسی، این میانگین در سال ۱۳۸۶ کمترین مقدار را دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دمای کمینه از جمله عوامل مؤثر در افزایش عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ بوده است. با توجه به جدول ۱، کاهش دمای کمینه در ماه‌های اصلی ذخیره‌سازی قند باعث افزایش عیار

عملکردشکر در هکتار می‌باشد (Cooke and Scott 1993; Yadollahi 1998). مجموع ساعات آفتابی از تیر تا آبان در میانگین سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵ معادل ۱۴۵۴ ساعت و در سال ۱۳۸۶ معادل ۱۵۸۱ ساعت بود. در طی هفت سال مورد بررسی مجموع ساعات آفتابی در سال ۱۳۸۶ بیشترین مقدار را دارد. این موضوع بیان می‌کند که ساعت آفتابی از جمله عوامل مؤثر در افزایش عیار چغندرقد در سال ۱۳۸۶ بوده است. با این حال جدول ۱ نشان می‌دهد که همبستگی مجموع ساعات آفتابی ماه نوامبر با عیار چغندرقد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و مثبت است.

به نظر می‌رسد به علت نفوذ ریشه چغندرقد به ژرفای خاک باد اثر چندانی بر عیار ندارد (Ghaibi 2004). با توجه به بررسی‌های انجام شده میانگین سرعت باد در تمامی ماه‌های سال ۱۳۸۶ نسبت به میانگین نرمال منطقه بیشتر ولی در تمام سال‌ها کمتر از ۵ متر بر ثانیه می‌باشد. بنابراین بر تغییرات عیار اثر نداشته و بیشترین اثرش بر افزایش تبخیر و تعرق در سال ۱۳۸۶ نسبت به سال‌های قبل بوده که با توجه به توزیع زمانی بارندگی و وضعیت آبیاری در سال ۱۳۸۶ گیاه دچار تنش کم آبی نشده است. میانگین سرعت باد، در ماه خرداد و آبان همبستگی مثبت و معنی‌دار با عیار چغندرقد در سطح احتمال پنج درصد داشته است.

#### بررسی آفت و پارامترهای اقلیمی

با توجه به این که زراعت چغندرقد در منطقه فاریاب است نمی‌توان اثر بارش را به درستی تعیین کرد. براساس گزارش محققان مختلف اثر بارندگی بر عیار چغندرقد در طی ماه‌های مرداد، شهریور و مهر منفی است (Akeson 1981; Jaggard et al. 2003) و در ماه خرداد و تیر مثبت است (Jaggard et al. 2003). براساس جدول ۱، ضرایب به دست آمده منطبق بر نتایج سایر محققان است (Jaggard et al. 2003 ; Akeson, 1981). همبستگی ماه خرداد و معنی‌دار بودن آن در سطح احتمال پنج درصد نشان‌دهنده احتمال اثر بارش این ماه بر عیار چغندرقد است. نتایج میلفورد و لاولر (Milford and Lawlor 1974) نشان داد در طی دو هفته در ماه مرداد، هوای مرطوب سرعت آسیمیلاسیون خالص و فتوسنتز را افزایش می‌دهد. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این تحقیق اختلاف رطوبت نسبی در ماه‌های ذخیره‌سازی قند در سال‌های مورد بررسی بسیار جزئی است. بنابراین رطوبت نسبی نمی‌تواند به طور مستقیم عامل افزایش عیار سال ۱۳۸۶ نسبت به سال‌های قبل باشد. بدین لحاظ همبستگی معنی‌داری بین رطوبت نسبی و عیار چغندرقد مشاهده نشد.

#### مجموع ساعات آفتابی و میانگین سرعت ماهانه

##### باد

میانگین مجموع ساعات تابش آفتاب از خرداد تا آبان تعیین‌کننده عملکرد چغندرقد خصوصاً

رطوبت نسبی با میانگین اُفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۲).

### مجموع ساعات آفتابی و اُفت

از آن جا که مجموع ساعات آفتابی همبستگی مثبت با دمای هوا دارد می‌توان نتیجه گرفت اثر آن مانند دماست. با افزایش مجموع ساعت آفتابی میانگین اُفت کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده این موضوع را ثابت می‌کند. همبستگی مجموع ساعات آفتابی در سال ۱۳۸۶ با میانگین اُفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

### رگرسیون چندگانه بین پارامترهای اقلیمی و عیار چغندر قند

با استفاده از جدول ۱، پارامترهای اقلیمی با ضرایب همبستگی بیشتر از ۰/۷۸ در رگرسیون گام به گام وارد شد. اثر پنج متغیر انتخاب شده در ترکیب با یکدیگر بر تغییرات عیار چغندر قند سالانه بررسی گردید و تنها متغیر دمای کمینه مرداد (Tmin) در مدل باقی ماند. نتایج رگرسیون گام به گام بین پارامترهای اقلیمی و عیار چغندر قند (SC) منتهی به یک مدل به شرح ذیل گردید.

معادله (۱)

$$SC = 39.6 - 1.403T_{min} \quad R^2_{adj} = 0.84$$

معادله ۱ نشان می‌دهد که به ازای یک درجه سانتی‌گراد کاهش میانگین دمای کمینه مرداد، ۱/۴ درصد عیار نهایی چغندر قند افزایش می‌یابد. نتیجه به‌دست آمده با

اُفت به موادی اطلاق می‌شود که در هر محموله همراه با ریشه چغندر قند به کارخانه تحویل داده می‌شود. این مواد ممکن است برگ، دمبرگ، خاک، سنگ و غیره باشند. بخش عمده اُفت محموله‌ها به خاک چسبیده به ریشه چغندر قند ارتباط دارد که خود رابطه مستقیمی با پارامترهای اقلیمی بویژه بارندگی دارد. با توجه به جدول ۲، نتایج حاصل از بررسی همبستگی‌های میانگین‌های ۱۰ روزه پارامترهای اقلیمی با میانگین اُفت ۱۰ روزه به شرح زیر است.

### دما و اُفت

همبستگی دمای بیشینه، کمینه و تعداد روزها با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد زیر صفر و کمتر با میانگین اُفت ۱۰ روزه چغندر قند در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. براساس جدول ۲، با کاهش دما (بیشینه، کمینه) و افزایش تعداد روزها با دمای چهار درجه سانتی‌گراد زیر صفر و کمتر، اُفت افزایش می‌یابد که در حقیقت این واقعیت را بیان می‌کند که با افزایش دما، رطوبت خاک کم شده و در نتیجه چسبندگی خاک به ریشه چغندر قند کمتر و در نهایت اُفت کاهش می‌یابد.

### مجموع بارش، میانگین رطوبت نسبی و اُفت

بارش و رطوبت نسبی ارتباط مستقیمی با میزان رطوبت خاک دارد. نتایج به‌دست آمده ارتباط معنی‌داری بین میانگین اُفت و مجموع بارش ۱۰ روزه نشان نمی‌دهد ولی ضریب همبستگی نشان‌دهنده افزایش درصد اُفت با افزایش بارش است. میانگین



مجموع بارش با عیار چغندرقد در سال ۱۳۸۶ ارتباط معنی‌داری نداشت. ضریب همبستگی میانگین رطوبت نسبی با عیار در سال ۱۳۸۶ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. علامت ضرایب همبستگی نشان می‌دهد که با افزایش بارش و رطوبت نسبی در دهه‌های بهره‌برداری عیار چغندرقد کاهش می‌یابد.

#### مجموع ساعت آفتابی با عیار

مجموع ساعات آفتابی با عیارقد در سال ۱۳۸۶ ارتباط معنی‌داری نداشت. علامت ضرایب همبستگی نشان می‌دهد که با افزایش ساعات آفتابی عیارقد نیز افزایش می‌یابد.

#### رگرسیون چندگانه بین پارامترهای اقلیمی و عیار چغندرقد

با استفاده از نتایج جدول ۲، رگرسیون چندگانه بین میانگین عیار چغندرقد (SC) با شش پارامتر اقلیمی ۱۰ روزه طی دوره بهره‌برداری کارخانه‌قد با روش گام به گام انجام شد. نتایج نشان داد از بین متغیرهای وارد شده به مدل در نهایت دو متغیر شامل میانگین رطوبت نسبی ۱۰ روزه (RH) و مجموع بارش ۱۰ روزه (P) باقی‌مانده و منتهی به یک مدل به شرح زیر گردید.

معادله (۲)

$$SC = 22.115 - 0.60RH + 0.646P \quad R^2_{adj} = 0.94$$

#### رگرسیون چندگانه بین پارامترهای اقلیمی و افت چغندرقد

نتایج آکسان (1981) که دمای کمینه مرداد و مهر به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد با عیار چغندرقد همبستگی دارد و مهم‌ترین عامل در افزایش عیار چغندرقد دمای کمینه مرداد است، منطبق می‌باشد. البته با توجه به کم بودن سال‌های آماری (هفت سال) برای پیش‌بینی دقیق‌تر بهتر است از مدل‌های با داده‌های طولانی مدت برای پیش‌بینی میانگین نهایی عیار چغندرقد کارخانه‌قد استفاده گردد.

#### رگرسیون ساده خطی بین پارامترهای اقلیمی و عیار چغندرقد دما و عیار

با توجه به شکل ۳، میانگین ۱۰ روزه عیار چغندرقد در اواسط آبان تا ۲۳ آبان در سال ۱۳۸۶ به بیشترین مقدار خود رسید و سپس روند کاهشی پیدا کرد. در سال ۱۳۸۶ ارتباط معنی‌داری بین میانگین ۱۰ روزه دمای بیشینه و کمینه با میانگین عیار چغندرقد مشاهده نشد. براساس جدول ۲، با کاهش دما (بیشینه، کمینه) عیار چغندرقد نیز کاهش می‌یابد. این نتایج منطبق با نتایج کارتر (Carter 1985) است که دمای خنک در اواخر اکتبر (آبان) و بعد از آن فتوستنتز و انباشت ساکارز در ریشه‌ها را متوقف کرده یا کاهش می‌دهد. تعداد روزها با دمای چهار درجه سانتی‌گراد زیر صفر و کمتر، با عیار چغندرقد ارتباط معنی‌داری نداشت که نشان‌دهنده کم‌بودن اثر یخبندان بر عیار است.

#### مجموع بارش و میانگین رطوبت نسبی با عیار

طولانی‌تر شدن دوام شاخص سطح برگ از یکسو و همچنین کاهش تنفس گیاه شده و در نتیجه موجب افزایش عیار چغندر قند گردد.

در رابطه با نقش عوامل اقلیمی بر تغییرات اُفت و عیار چغندر قند طی دوره بهره‌برداری کارخانه‌قند نتایج نشان داد که بیشترین پارامتر اقلیمی مؤثر بر میزان اُفت چغندر قند تعداد روزهای با دمای چهار درجه سانتی‌گراد زیر صفر و کمتر (یخبندان) و مجموع بارش ۱۰ روزه می‌باشد. به طوری که تغییرات تعداد روزهای با دمای چهار درجه سانتی‌گراد زیر صفر و کمتر همراه با مجموع بارش‌های ۱۰ روزه طی دوره بهره‌برداری در سال ۱۳۸۶ به تنهایی می‌تواند ۸۷ درصد تغییرات اُفت چغندر قند را توجیه کند. ضمناً رطوبت نسبی طی دوره برداشت چغندر قند همراه با مجموع بارش‌های ۱۰ روزه نیز بیشترین همبستگی با میزان عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ داشت. مفهوم آن این است که تغییرات میانگین رطوبت نسبی و مجموع بارش‌های ۱۰ روزه طی دوره بهره‌برداری کارخانه‌قند در سال ۱۳۸۶ قادر است ۹۴ درصد تغییرات متوسط ۱۰ روزه عیار چغندر قند را توجیه نماید. بنابراین، توجه به پارامترهای اقلیمی طی فصل رشد چغندر قند، مخصوصاً کمینه دما در مردادماه و در صورت گرم شدن شدید هوا آبیاری مناسب و به موقع ممکن است در عیار چغندر قند تأثیر قابل توجهی داشته باشد. برنامه‌ریزی صحیح برداشت و تحویل چغندر قند طی فصل پاییز با توجه به پیش‌بینی‌های هواشناسی در هر منطقه می‌تواند در کاهش اُفت و ضایعات چغندر قند و افزایش عیار نقش مهمی داشته باشد. با توجه به این

با استفاده از جدول ۲، رگرسیون چندگانه بین میانگین اُفت ریشه چغندر قند (Soil tare= ST) و پارامترهای اقلیمی ۱۰ روزه طی دوره بهره‌برداری محاسبه گردید. مهم‌ترین متغیرها در ترکیب با یکدیگر و مؤثر بر تغییرات اُفت سالانه به ترتیب اهمیت عبارت از: تعداد روزهای با دمای چهار درجه سانتی‌گراد زیر صفر و کمتر (T) و مجموع بارش ۱۰ روزه (P) می‌باشد. نتایج رگرسیون گام به گام بین پارامترهای اقلیمی و اُفت ۱۰ روزه منتهی به مدل ۳ به شرح ذیل گردید:

معادله (۳)

$$ST = 0.695 + 0.937T + 2.129P \quad R^2_{adj} = 0.87$$

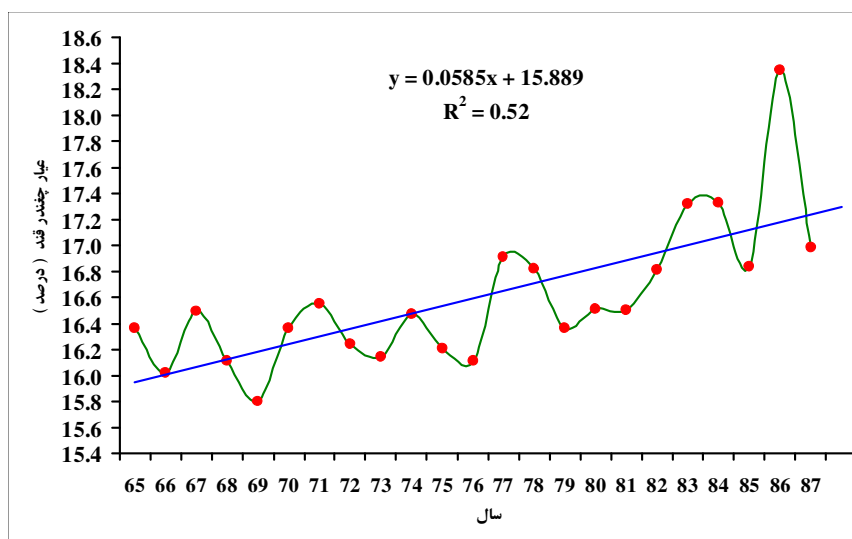
معادله ۳، ارتباط بین تعداد روزها با دمای چهار درجه سانتی‌گراد زیر صفر و مجموع بارش ۱۰ روزه طی دوره برداشت را با میزان اُفت چغندر قند نشان می‌دهد. در نهایت برنامه‌ریزی صحیح برداشت و تحویل چغندر قند طی فصل پاییز با توجه به پیش‌بینی‌های هواشناسی در هر منطقه می‌تواند در کاهش اُفت و ضایعات چغندر قند نقش مهمی داشته باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

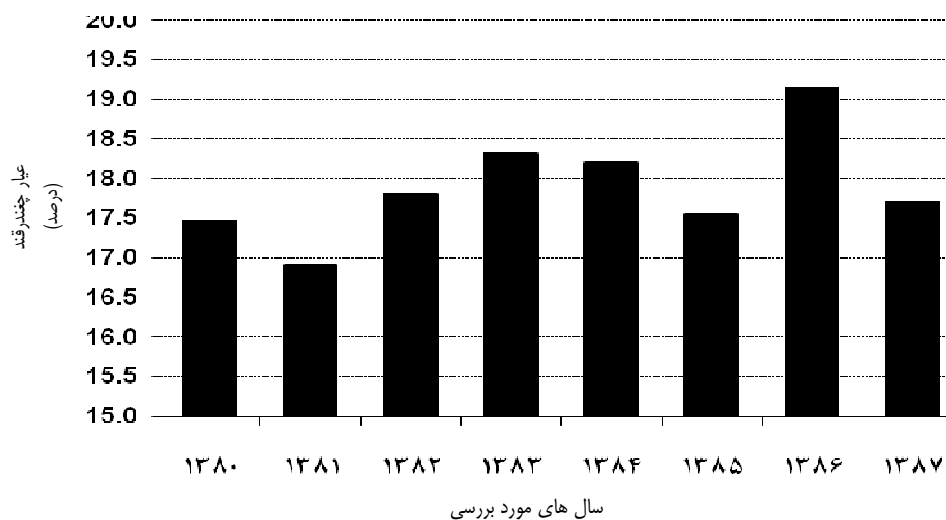
به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که از بین پارامترهای اقلیمی، مهم‌ترین عامل مؤثر بر عیار چغندر قند در هر سال دمای کمینه مرداد ماه (معادل ماه اوت) می‌باشد. به طوری که تغییرات دمای کمینه در مرداد ماه به تنهایی می‌تواند ۸۴ درصد تغییرات عیار چغندر قند سالانه را توجیه کند. کاهش دمای کمینه در زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ می‌تواند باعث

کارخانه قند و داده‌های هواشناسی موجود است و هم چنین تأثیر پارامترهای غیراقليمی در طی سال‌های طولانی ناچیز بوده است، از چنین مدل‌هایی استفاده شود.

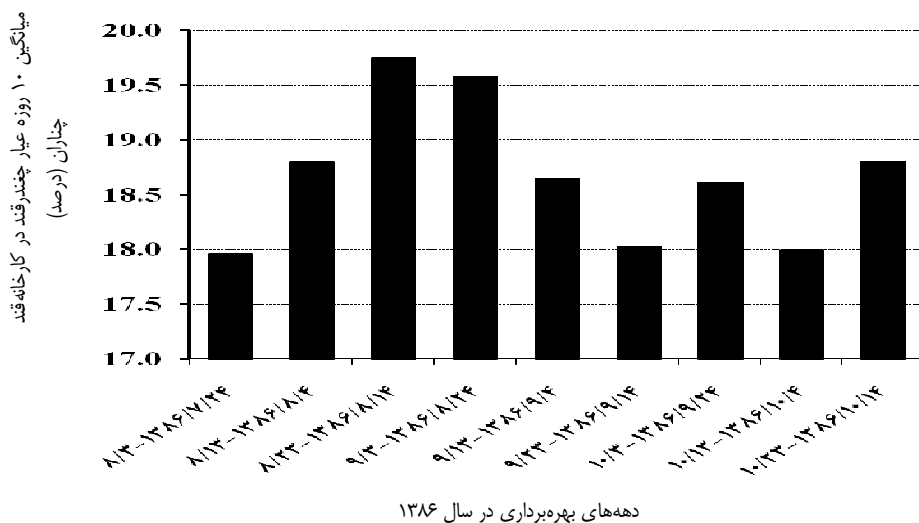
که داده‌های مورد استفاده در این مطالعه کم بوده است لذا به‌طور قطع نمی‌توان با توجه به مدل‌های ارائه شده توصیه نمود. تنها توصیه می‌شود برای کاربرد دقیق‌تر استفاده از مدل، در مناطقی که آمار بلندمدت



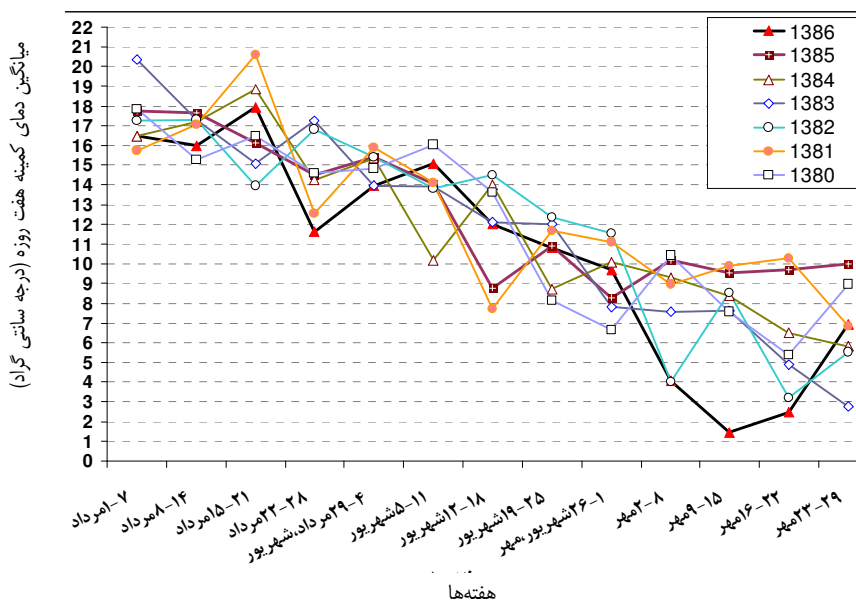
شکل ۱ تغییرات میانگین سالانه عیار چغندر قند در کارخانه‌های قند ایران در دوره ۸۷-۱۳۶۵



شکل ۲ تغییرات میانگین عیار چغندر قند کارخانه قند چناران طی دوره ۸۷-۱۳۸۰



شکل ۳ میانگین ۱۰ روزه عیار در کارخانه‌قند چناران در سال ۱۳۸۶



شکل ۴ مقایسه میانگین دمای کمیته هفتگی در طی دوره ۸۶-۱۳۸۰

جدول ۱ ضرایب همبستگی (r) بین پارامترهای هواشناسی ماهانه و میانگین عیار سالانه کارخانه‌قند چناران

ماه های سال	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
دمای بیشینه ماهانه	۰/۰۵	۰/۱۵	-۰/۳۷	-۰/۱۳	-۰/۶۹	۰/۱۴
دمای کمینه ماهانه	۰/۳۰	۰/۲۰	-۰/۹۳**	-۰/۱۷	-۰/۸۴*	-۰/۰۷
میانگین دامنه دمای ماهانه	-۰/۳۹	۰/۰۸	۰/۱۳	-۰/۰۵	۰/۴۰	۰/۷۱
مجموع بارش ماهانه	۰/۸۱*	۰/۳۶	-۰/۲۸	-۰/۲۶	-۰/۴۷	۰/۲۷
میانگین رطوبت نسبی ماهانه	۰/۲۷	۰/۳۷	-۰/۰۶	۰/۰	-۰/۶۶	-۰/۴۸
مجموع ساعات آفتابی ماهانه	-۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۴۱	۰/۳۸	۰/۷۴	۰/۷۵*
میانگین سرعت ماهانه باد	۰/۷۸*	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۵۹	۰/۵۲	۰/۸۰*

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲ ضرایب همبستگی (r) بین پارامترهای هواشناسی ۱۰ روزه با میانگین عیار و اُفت ۱۰ روزه چغندرقد در سال ۱۳۸۶

سال	میانگین عیار ۱۰ روزه (n=7)	میانگین اُفت ۱۰ روزه (n=9)
میانگین دمای بیشینه ۱۰ روزه	۰/۷۰	-۰/۸۶*
میانگین دمای کمینه ۱۰ روزه	۰/۵۴	-۰/۸۲*
تعداد روزها با دمای ۴- درجه سانتی گراد و کمتر	-۰/۵۱	۰/۸۸*
مجموع بارش ۱۰ روزه	-۰/۲۱	۰/۵۳
میانگین رطوبت نسبی ۱۰ روزه	-۰/۸۵*	۰/۷۳*
مجموع ساعات آفتابی ۱۰ روزه	۰/۶۹	-۰/۶۹*

\* معنی دار در سطوح احتمال پنج درصد

## منابع مورد استفاده:

## References:

- Abdollahian-Noghabi M. A review on growth and production of sugar beet crops in Iran during the recent years. Sugar Beet J. 2008; 23(2): 197-198. (in Persian, abstract in English)
- Abdollahian-Noghabi M, Sheikholeslami R, Babaei B. Technical terms of sugar beet quantity and quality. Sugar Beet J. 2005; 21 (1):101-104. (in Persian, abstract in English)
- Akeson WR. Relationship of climate and sucrose content of sugar beet roots. Journal of the A.S.S.B.T. 1981. 21 (1): 27-40.
- Carter JN, Kemper WD, Traveller DJ. Yield and quality as affected by early and late fall and spring harvest of sugar beets. 1985. 23 (1&2): 8-27.

- Cooke DA, Scott RK. The sugar beet crop, science into practice. Chapman & Hall Press. 1993, 675 pp.
- Fathollah Taleghani D, Moharramzadeh M, Gohari J, Kashani A, Tohidloo Gh, Chegini M. Study of correlation between reduction of sugar content and leaf regrowth of sugar beet in Moghan. Sugar Beet J. 2001; 16 (2): 13-20. (in Persian, abstract in English)
- Fotouhi A, Asghari F. Statistical analysis of data with SPSS V. 15.0. Kanoon Nashr-e-Oloom Press. 2008, 624 PP. (in Persian)
- Ghaibi M. Effect of annual windbreak plants on sugar beet. Final report of research activity. Sugar Beet Seed Institute. No. 89/431. 2009. (in Persian)
- Jaggard K, Clark C, Qi A. Growth of beet in 2003. British sugar beet review. 2004. 72 (1): 2-4.
- Habibi D. Modeling of estimating sugar beet root yield and sugar content in Karaj district. Ph. D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research branch, Tehran, Iran. 2002.
- Karimi MM. Agro-meteorology of Moghan Plain. Ministry of Agriculture, Iran comprehensive advisor engineers. 1991.
- Kenter C, Hoffmann C. Impact of weather on yield formation of sugar beet in Germany. In: Advances in Sugar Beet Research, 5. Institute International de Recherches Betteravières. 2003. pp. 19-32.
- Kenter C, Hoffmann C, Märlander B. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). Eur. J. Agronomy. 2006. 24: 62-69.
- Milford, GFJ, Lawlor DW. Effects of varying air and soil moisture on the water relations and growth of sugar beet. Ann. Appl. Biol. 1975. 80: 93-102.
- Ulrich A. Influence of night temperature and nitrogen nutrition on the growth sucrose accumulation and leaf minerals of sugar beet. Plant physiology. 1955. 30: 250-257.
- Vassey TL. Light dark profiles of sucrose phosphate synthase, sucrose synthase, and acid invertase in leaves of sugar beets. Plant physiology. 1989. 89(1): 347-351.

Yadollahi A. Effects of night temperature and light intensity on the some quantity, quality and physiological traits of sugar beet in Moghan plain. Ph. D. Thesis, School of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. 1998.

Yadollahi A, Shojaei-Asadiyeh Z. some physiological parameters and sugar concentration changing of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under controlled climatic conditions. Asian J. Crop Sci. 2009. 1 (1): 49-57.