

تخمین مناسب‌ترین زمان کاشت چغندرقد با استفاده از پارامترهای اقلیمی در مناطق مختلف استان کرمانشاه

Estimation of the most appropriate sugar beet planting date based on climatic parameters in different regions of Kermanshah province

علی جلیلیان^{۱*} و رسول نجفی^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۲

ع. جلیلیان و ر. نجفی. ۱۳۹۶. تخمین مناسب‌ترین زمان کاشت چغندرقد با استفاده از پارامترهای اقلیمی در مناطق مختلف استان کرمانشاه. چغندرقد، ۳۳(۲): ۱۲۱-۱۳۳. DOI: 10.22092/jsb.2018.105040.1113

چکیده

تعیین مناسب‌ترین زمان کاشت چغندرقد، یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریتی کشت این محصول است. محدودیت اصلی در کشت زود هنگام چغندرقد، خطر بروز یخبندان بعد از سبزشدن و در مرحله گیاهچه‌ای می‌باشد. این تحقیق برای تعیین زمان بهینه تاریخ کشت و به حداقل رساندن خسارت یخ زدگی اجرا شد. بدین ترتیب مدلی بر اساس آمار بلند مدت هواشناسی (۱۳۷۲ تا ۱۳۸۶) برای تاریخ کشت در سه منطقه اسلام‌آباد غرب، کنگاور و کرمانشاه (شامل شهرستان‌های صحنه، بیستون و ماهیدشت) تعیین گردید. بعد از اطمینان از نرمال بودن داده‌های بلند مدت دمای هوا و خاک (آزمون شاپیرو-ویلک) در هر منطقه، ابتدا با استفاده از تابع توزیع نرمال احتمال وقوع دماهایی که به گیاهچه‌های چغندرقد خسارت وارد می‌کند (کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر) طی ماه‌های اسفند تا اردیبهشت تعیین شد. سپس با توجه به دمای پایه جوانه‌زنی چغندرقد و واحدهای گرمایی مورد نیاز از کاشت تا سبزشدن با در نظر گرفتن آمار بلند مدت دما در عمق پنج سانتی‌متری خاک در هر منطقه، زمان‌های محتمل کشت و زمان سبزشدن پیش‌بینی گردید. با تلفیق دو عامل احتمال کمتر از ۲۰ درصد وقوع یخ‌زدگی در دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر و زمان‌های فرضی کشت و پیش‌بینی زمان سبزشدن، یک مدل زمان کشت برای هر منطقه تهیه شد. نتایج نشان داد که میانگین واحدهای گرمایی مورد نیاز از کاشت تا سبزشدن چغندرقد برای همه مناطق ۱۷۳ درجه روز رشد بود. براساس مدل تهیه شده مشخص گردید زودترین تاریخ کشت قابل توصیه که کمترین خطر خسارت یخ‌زدگی (کمتر از ۲۰ درصد) برای گیاهچه چغندرقد را داشته باشد، در کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب و کنگاور به ترتیب در محدوده ۲۷ اسفند، دوم و بیستم فروردین ماه بود.

واژه‌های کلیدی: احتمال یخ‌زدگی، چغندرقد، زمان کشت، سبزشدن، مدل

۱- استادیار بخش تحقیقات چغندرقد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

*- نویسنده مسئول alijalilian@yahoo.com

۲- کارشناس اداره کل هواشناسی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

مقدمه

Hemayati *et al.* 2009; Mohamadian and Afshar (2005).

بررسی‌هایی هم که بر روی خسارت آفات در زمان‌های مختلف کشت در شرایط ایران صورت گرفته نشان داده است که کشت زود چغندر قند خسارت کم چغندر قند، سرخرطومی‌ها و کارادرینا که از مهم‌ترین آفات چغندر قند می‌باشد، را کاهش داده است (Ashraf Mansouri *et al.* 2006; Ashraf Mansouri *et al.* 2007b). باتوجه به اینکه دمای پایه جوانه‌زنی اکثر علف‌های هرز بیشتر از چغندر قند است در کشت‌های زودتر رقابت علف‌های هرز نیز کاهش می‌یابد (Scott *et al.* 1973). بر اساس تحقیقات مختلفی که بر روی تاریخ کاشت چغندر قند بهاره در مناطق مختلف کشور انجام شده مناسب‌ترین تاریخ کشت زمانی است که سرمای زمستان سپری شده باشد و میانگین دمای خاک ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد باشد (Khayamim and Taleghani 2008). به طور کلی کشت در اولین زمان ممکن که شرایط خاک مساعد باشد توصیه می‌شود. البته برای زود کشت کردن چغندر قند محدودیت‌هایی نیز وجود دارد که به موارد زیر می‌توان اشاره کرد (Draycott 2006):

یکی از عوامل تعیین کننده زمان کشت چغندر قند، دمای پایه جوانه‌زنی (Base temperature) است که در برخی از ارقام خارجی ۲/۸ درجه سانتی‌گراد تعیین گردیده است (Gummerson 1986). دمای پایه جوانه‌زنی برای ارقام ایرانی به طور متوسط ۲/۶ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است (Jalilian *et al.* 2006). یکی دیگر از محدودیت‌های کشت زود چغندر قند می‌تواند ساقه‌روی (bolting) باشد، باتوجه به این که دمای بحرانی برای ورنالیزاسیون ۱۲-۳ درجه سانتی‌گراد است، اگر چغندر قند به مدت طولانی در معرض این دما قرار گیرد به ساقه می‌رود (Smit 1946; Stout 1983). با توجه به این که همانند گذشته، عمل ساقه‌روی با وجود ارقام مقاوم و یا متحمل یک عامل محدودکننده

نظر به طولانی و نامحدود بودن رشد رویشی چغندر قند، کشت زودتر علاوه بر افزایش عملکرد و استفاده از بارندگی‌های بهاره باعث کاهش خسارت برخی از آفات و بیماری‌ها خواهد شد (Campbell and Enz 1991). یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های کشت زود چغندر قند احتمال برخورد به سرمای دیررس و آخرین یخبندان‌های بهاره در مرحله گیاهچه‌ای است. یک روز کشت زود چغندر قند عملکرد را حدود ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط کرج افزایش داده است (Abdolahian 1993). در تحقیق دیگری مشخص شده است که تأخیر در کشت چغندر قند به مدت ۲۰ روز به مقدار هفت تن در هکتار کاهش عملکرد ریشه چغندر قند را به دنبال داشت (Stibbe and Marlander 2002). کشت زود چغندر قند علاوه بر افزایش عملکرد باعث افزایش کیفیت و قابلیت استحصال بهتر قند از ریشه نیز می‌شود (Cooke and scott 1993). با توجه به تغییرات آب و هوا در طول زمان، تاریخ کشت محصولات زراعی نیز تغییر خواهد کرد (Kucharki 2006) و لذا یکی از استراتژی‌هایی که کشاورزان می‌توانند در مقابل این تغییرات آب و هوایی برای افزایش عملکرد محصول اتخاذ کنند تنظیم تاریخ کشت با توجه به شرایط آب و هوایی جدید است (Laure *et al.* 2016).

در تحقیقاتی که تأثیر زمان کشت را در مناطق مختلف ایران بررسی کرده‌اند، مشخص شده است که هر چه چغندر قند زودتر کشت شود، عملکرد ریشه بیشتری به دست می‌آید و تأخیر در کشت سبب کاهش دریافت تشعشع خورشید و عملکرد چغندر قند می‌گردد (Ashraf Mansouri *et al.* 2006; Jalali *et al.* 1997; Ashraf Mansouri *et al.* 2007a; Ashraf Mansouri 1999; Taleghani *et al.* 2000; Sadeghzadeh

مورد نیاز از کاشت تا سبز شدن به طور متوسط ۱۵۴ روز - درجه و حداقل دمائی که باعث خسارت یخ‌زدگی در گیاهچه چغندرقد بعد از سبز شدن می شود کمتر از دو درجه سانتی گراد زیر صفر است (Jalilian *et al.* 2006; Jalilian 2007).

تمام ارقام مورد بررسی چغندرقد از نظر صفات ذکر شده مثل دمای پایه جوانه‌زنی، واحدهای گرمائی مورد نیاز و آستانه خسارت یخ‌زدگی تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. فقط در مورد واحدهای گرمائی مورد نیاز تا سبز شدن بسته به شرایط خاک، عمق کاشت و رطوبت خاک تفاوت‌های جزئی در مناطق مختلف وجود دارد که قابل چشم‌پوشی است. بنابراین به دلیل عدم تغییر معنی‌دار این صفات در همه ارقام مختلف، در صورت تهیه مدل زمان کاشت برای چغندرقد، برای همه ارقام قابل تعمیم و کاربرد خواهد بود (Jalilian *et al.* 2006; Jalilian 2007).

با توجه به این‌که سبز شدن چغندرقد یعنی بالا آمدن کوتیلدون‌ها از خاک رابطه مستقیمی با درجه حرارت دارد بنابراین برای پیش‌بینی زمان جوانه‌زنی و سبز شدن، از واحدهای گرمایی کسب شده توسط بذر و یا گیاهچه که ترکیبی از دما و زمان بوده و پارامتر مناسب‌تری از تنها پارامتر زمان برای پیش‌بینی نمو گیاه است، استفاده می‌شود (Ritchie and NeSmith 1991). برای محاسبه واحدهای گرمائی لازم برای سبز شدن از دمای خاک در عمق پنج سانتی‌متری استفاده می‌شود (Harvey and Forcella 1993; Forcella 1993).

در خصوص تعیین تاریخ کاشت چغندرقد بر اساس اطلاعات هواشناسی با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای مرتبط با گیاه در نقاط مختلف استان کرمانشاه بررسی مشخصی تا کنون انجام نشده است. در یک مورد تنها در شهرستان کرمانشاه بر اساس اطلاعات سی ساله هواشناسی بهترین تاریخ کاشت دهه دوم فروردین ماه تعیین و یادآوری شده است که کشت در این زمان کمترین خطر خسارت یخ‌زدگی را به دنبال دارد (Faraji

جدی نیست (Fortunne 2002) و عمل دورنالی‌زاسیون (Devernalization) نیز در دماهای بالای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد، بنابراین در مناطقی که قبل از شروع ساقه‌روی هوا گرم می‌شود تأثیر ورنالی‌زاسیون در شرایط کاشت زود را می‌توان نادیده گرفت. عامل اصلی محدودکننده کشت زود در چغندرقد خسارت مستقیم یخ‌زدگی بر روی گیاهچه چغندرقد است، در مناطقی که در بهار احتمال کم شدن دما در شب به زیر صفر وجود دارد خسارت یخ‌زدگی یک عامل بسیار محدود کننده تاریخ کشت است (Draycott 2006). در شرایط ایران یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده برای کشت زود همین عامل یخ‌زدگی در مرحله گیاهچه در نتیجه آخرین یخ‌بندان‌های بهاره است. بر اساس گزارش صندوق بیمه هر ساله حدود ۴۰ درصد از خسارت‌های پرداختی به چغندرکاران ناشی از خسارت سرما و یخ‌زدگی بوده است (Alimoradi *et al.* 2014). با بررسی آمار هواشناسی بلند مدت در هر منطقه و شناخت بیشتر روند دما و احتمال بروز یخ‌زدگی در زمان‌های مختلف، زمان و مشخصات این محدودیت مشخص می‌گردد. همچنین با داشتن اطلاعات مرتبط با گیاه چغندرقد و واکنش آن به دماهای مختلف، می‌توان در هر منطقه زمان کشت را در قالب مدلی تعیین کرد که چغندرقد در زمان سبز شدن با حداقل خطر خسارت یخ‌زدگی مواجه گردد و در هر منطقه از پتانسیل امکان کشت زود استفاده شود.

برای تعیین مدل زمان کشت چغندرقد بر اساس آمار هواشناسی به اطلاعات دقیق در خصوص واکنش گیاه به پارامترهای اقلیمی به ویژه دما، شامل دمای پایه جوانه‌زنی (Base temperature)، واحدهای گرمایی (Heat Units) مورد نیاز برای سبز شدن و حداقل دمای بروز خسارت یخ‌زدگی در گیاهچه چغندرقد، نیاز است. بر اساس تحقیقات انجام شده بر روی ارقام موجود چغندرقد مشخص گردید، واحدهای گرمائی

۲- پردازش داده‌ها و آزمون همگنی داده‌های هواشناسی (Alizadeh et al. 2002).

۳- احتمال وقوع دمای کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر در ارتفاع پنج سانتی متری از سطح خاک در هر منطقه طی چهار ماه اسفند تا خرداد با استفاده توزیع نرمال تعیین شد. درجه حرارت و وقوع یخبندان در زمان‌های مختلف باید دارای توزیع نرمال باشند (Thom and Shaw 1958; Hashemi 1970; Nouhi et al. 2009). از این رو برای اطمینان از نرمال بودن داده‌های دمای روزانه هر ایستگاه، ابتدا میزان کشیدگی و چولگی داده‌ها محاسبه و سپس آزمون کلموگراف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) بر روی آنها انجام شد و پس از اطمینان از نرمال بودن آنها، احتمال یخزدگی با استفاده از توزیع نرمال و نرم‌افزار spss (ver. 16) محاسبه گردید.

۴- برای هر سه منطقه مدت زمان کشت تا سبز شدن چغندرقد و مجموع واحدهای گرمائی دریافت شده در این دوره در سطح مزارع کشاورزان طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۶ تعیین شد. برای این منظور در هر منطقه سه مزرعه انتخاب و زمان کشت تا زمان ۵۰ درصد سبز شدن آنها ثبت گردید و واحدهای گرمائی دریافت شده از کاشت تا سبز شدن بر اساس آمار هواشناسی همان سال محاسبه شد.

۵- با توجه به اینکه طول مدت زمان سبز شدن به شدت تحت تأثیر درجه حرارت می‌باشد برای پیش‌بینی مدت زمان سبز شدن چغندرقد برای زمان‌های کشت مختلف در هر منطقه از اول اسفند تا اردیبهشت ماه از میانگین بلند مدت دما در عمق پنج سانتی‌متری سطح خاک استفاده شد. سپس زمان کشت و زمان پیش‌بینی شده برای سبز شدن (بالا آمدن کوتیلدون‌ها به سطح خاک) در تاریخ‌های مختلف با استفاده از رابطه واحدهای گرمائی

(1997). هرچند که در تحقیق یاد شده دماهای صفر و کمتر از آن را معیار خسارت یخ‌زدگی به گیاهچه چغندرقد در نظر گرفته‌اند در صورتی که دمایی که خسارت اقتصادی به گیاهچه چغندرقد وارد می‌سازد کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر می‌باشد (Jalilian 2007). هدف از این بررسی تعیین احتمال وقوع یخبندان‌های کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر در اوایل فصل (از اسفند تا اردیبهشت ماه) بر اساس آمار هواشناسی بلند مدت دما در مناطق مختلف استان کرمانشاه و تعیین مدلی بود که بر اساس آن زودترین زمان کشت چغندرقد که حداقل خسارت یخ‌زدگی را در پی داشته باشد قابل پیش‌بینی باشد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سه حوزه چغندرکاری استان کرمانشاه شامل: ۱- اسلام آباد غرب (دارای اقلیم معتدل) ۲- کنگاور (دارای اقلیم سرد و معتدل) ۳- کرمانشاه (بیستون، صحنه و ماهیدشت) دارای اقلیم معتدل انجام شد. برای هر منطقه بر اساس آمار بلند مدت دمای هوا و خاک، و واکنش گیاه چغندرقد به آنها یک سری پارامترها، تعیین و در نهایت یک مدل تهیه گردید که زمان احتمال بروز یخبندان (کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر) و زودترین زمان کشت ممکن برای هر منطقه که حداقل ریسک خسارت یخ‌زدگی برای گیاهچه چغندرقد داشته باشد (دمای کمتر از منفی دو درجه و با احتمال کمتر از ۲۰ درصد) مشخص گردید. برای تهیه مدل زمان کاشت در هر منطقه به ترتیب بررسی‌های زیر انجام شد:

۱- گردآوری داده‌های هواشناسی شامل حداقل، حداکثر و میانگین دمای روزانه هوا در ارتفاع پنج سانتی‌متری سطح خاک و در عمق پنج سانتی‌متری خاک طی ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت در یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۷۲ تا ۱۳۸۶).

۶- تلفیق احتمال وقوع یخبندان (دمای کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر) از اسفند تا اردیبهشت ماه و تعیین زمان‌های مختلف کاشت فرضی همراه با پیش بینی زمان سبز شدن آنها (بند ۴) بر روی یک نمودار منجر به تهیه مدل نهائی زمان کشت برای هر منطقه گردید که زودترین زمان کشت ممکن که حداقل کمتر از ۲۰ درصد احتمال بر خورد به یخ‌زدگی در مرحله گیاهچه ای در آن زمان اتفاق بیفتد مشخص شد (جدول ۱ و ۲).

(رابطه ۱) مشخص گردید (Foti et al. 2002; Campbell and Enz 1991)

$$Hu = \Sigma(T-t_b) \quad (\text{واحدهای گرمائی}) \quad (1)$$

که در آن T میانگین دمای روزانه در عمق پنج سانتی متری خاک و t_b دمای پایه جوانه زنی می‌باشد که در تحقیقات قبلی برای ارقام مختلف چغندر قند ۲/۶ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است (Jalilian et al. 2006).

جدول ۱ مجموع واحدهای گرمایی دریافت شده از کاشت تا زمان ۵۰ درصد سبز شدن چغندر قند در مناطق مختلف اجرای طرح (۱۳۸۶)

منطقه	شماره مزرعه	تاریخ کاشت	تاریخ ۵۰ درصد سبز شدن	مدت زمان کاشت تا سبز شدن (روز)	مجموع واحدهای گرمایی دریافت شده تا ۵۰ درصد سبز شدن (درجه سانتی‌گراد)
کرمانشاه	۱	۸۶/۱/۲۹	۸۶/۲/۱۳	۱۵	۱۶۸/۹
	۲	۸۶/۱/۲۵	۸۶/۲/۸	۱۴	۱۷۵/۷
	۳	۸۶/۱/۲۵	۸۶/۲/۸	۱۴	۱۷۵/۷
کنگاور	۱	۸۶/۲/۷	۸۶/۲/۱۷	۱۰	۱۷۱
	۲	۸۶/۲/۷	۸۶/۲/۱۷	۱۰	۱۷۱
	۳	۸۶/۲/۶	۸۶/۲/۱۵	۹	۱۶۵
اسلام آباد	۱	۸۶/۱/۲۶	۸۶/۲/۱۰	۱۵	۱۸۳/۱
	۲	۸۶/۱/۲۶	۸۶/۲/۱۱	۱۶	۱۷۹/۱
	۳	۸۶/۲/۷	۸۶/۲/۱۷	۱۰	۱۶۴/۴
میانگین	-	-	-	۱۲/۶	۱۷۲/۷

جدول ۲ مجموع واحدهای گرمایی دریافت شده از کاشت تا زمان ۵۰ درصد سبز شدن چغندر قند در مناطق مختلف اجرای طرح (۱۳۸۷)

منطقه	شماره مزرعه	تاریخ کاشت	تاریخ ۵۰ درصد سبز شدن	مدت زمان کاشت تا سبز شدن (روز)	واحدهای گرمایی دریافت شده تا ۵۰ درصد سبز شدن (درجه سانتی‌گراد)
کرمانشاه	۱	۸۷/۱/۲۰	۸۷/۱/۳۰	۱۱	۱۶۱/۵
	۲	۸۷/۱/۱۵	۸۷/۱/۲۷	۱۳	۱۷۸/۷
	۳	۸۷/۱/۱۷	۸۷/۱/۲۸	۱۲	۱۶۸/۹
کنگاور	۱	۸۷/۲/۲۰	۸۷/۲/۲۹	۱۰	۱۷۲/۴
	۲	۸۷/۲/۲۰	۸۷/۲/۳۰	۱۱	۱۹۲/۳
	۳	۸۷/۲/۲۰	۸۷/۲/۳۰	۱۱	۱۹۲/۳
اسلام آباد	۱	۸۷/۱/۲۵	۸۷/۲/۳	۹	۱۵۹/۲
	۲	۸۷/۱/۲۶	۸۷/۲/۴	۱۱	۱۶۱
	۳	۸۷/۲/۶	۸۷/۲/۱۳	۸	۱۷۱/۷
میانگین	-	-	-	۱۰/۶	۱۷۳/۱

نتایج و بحث

سهولت در انجام محاسبات و تهیه مدل، میانگین دوسال همه مزارع و مناطق که برابر با ۱۷۳ درجه روز-رشد بود به عنوان معیار پیش‌بینی واحدهای گرمایی موردنیاز تا سبزشدن مد نظر قرار گرفت.

تعیین مدل تاریخ کشت برای منطقه کرمانشاه

تلفیق نتایج پیش‌بینی زمان سبز شدن و احتمال خسارت یخ‌زدگی در منطقه کرمانشاه براساس آمار بلند مدت ۱۵ ساله (۱۳۷۲ تا ۱۳۸۶) و در نظر گرفتن آستانه خسارت یخ‌زدگی در گیاه چغندر قند (دمای کمتر از دو درجه زیر صفر) در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که قابل ملاحظه است احتمال وقوع درجه حرارت کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر در منطقه کرمانشاه تا ۲۹ اسفند بیشتر از ۵۰ درصد، از ۲۹ اسفند تا ۱۴ فروردین بین ۲۰ تا ۵۰ درصد، از ۱۴ فروردین تا یکم اردیبهشت بین ۱۰ تا ۲۰ درصد و از آن به بعد کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد. که با توجه به مدت زمان سبز شدن چغندر قند در این منطقه، زودترین تاریخ کشت قابل توصیه در این شهرستان ۲۷ اسفند می‌باشد و با توجه به میانگین دمای عمق پنج‌سانتی‌متری خاک در این زمان حدود ۱۸ روز طول می‌کشد که چغندر قند سبز شود. لذا زمان سبز شدن آن بعد از ۱۴ فروردین اتفاق می‌افتد که احتمال خسارت یخ‌زدگی کمتر از ۲۰ درصد می‌باشد. اگرچه تاریخ کشت زودتر هم امکان پذیر است اما ریسک برخورد به یخ‌زدگی و خسارت بیشتر خواهد بود.

اولین تاریخ کشت برابر اولین بارندگی و یا آبیاری است که باعث شروع جوانه‌زنی در بذر می‌گردد، با توجه به این‌که بارندگی به صورت روزانه بر اساس آمار بلند مدت قابل پیش‌بینی نیست و در بررسی‌هایی بر روی آمار بلند مدت بارندگی کرمانشاه

با توجه به بافت خاک، عمق کاشت و روش آبیاری در هر منطقه واحدهای گرمایی مورد نیاز و یا به عبارت دیگر مدت زمان سبز شدن از حدود ۱۶۱ تا ۱۹۲ درجه روز - رشد متفاوت می‌باشد. در منطقه کنگاور سردی هوا و غرقابی بودن روش آبیاری علاوه بر ایجاد سله شدید در نتیجه زیاد بودن گرمای نهان آب، گرما صرف تبخیر آب می‌شود و لذا مجموع واحدهای گرمایی بیشتری برای سبز شدن لازم بود. اما در منطقه اسلام آباد غرب، مزارع انتخاب شده به روش بارانی آبیاری شدند که با دریافت واحدهای گرمایی کمتری سبز شدن اتفاق افتاد (جدول ۱ و ۲). به هر حال تجزیه واریانس مرکب بین واحدهای گرمایی دریافت شده در دو سال برای سه منطقه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین واحدهای گرمایی دریافت شده از کاشت تا سبزشدن در سال‌ها و مناطق مختلف مشاهده نمی‌شود، هر چند در مناطق مختلف به دلیل تغییرات آب و هوایی در هر سال اثر متقابل معنی‌دار است که طبیعی می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳ نتایج تجزیه مرکب واحدهای گرمایی دریافت شده تا سبز شدن چغندر قند در سال‌ها و مناطق مختلف

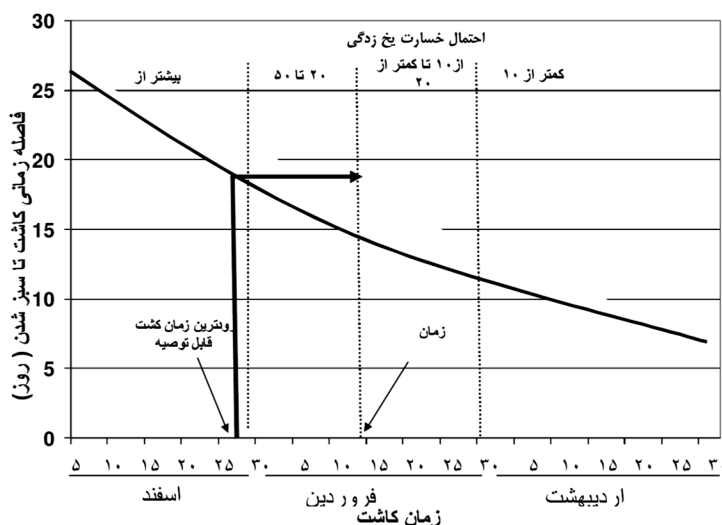
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۱	۰/۴۷ ^{ns}
خطا	۴	۹۵/۰۲
مکان (مناطق)	۲	۱۰۶/۰ ^{ns}
سال در مکان	۲	۳۳۶/۰ ^{**}
خطای آزمایش	۸	۳۴/۹
درصد ضریب تغییرات		۳/۴

میانگین واحدهای گرمایی دریافت شده تا زمان سبز شدن در شهرستان کرمانشاه، کنگاور و اسلام آباد غرب به ترتیب ۱۷۱/۵، ۱۷۷/۳ و ۱۶۹/۷ درجه روز-رشد بوده است که برای

کاشت پس از گذشت ده سال حدود دو روز زودتر انجام شده است (Menzel 2006). با افزایش میانگین دما احتمال یخبندان نیز کاهش می‌یابد براساس تحقیقاتی که در هلند انجام شده با افزایش میانگین دما به ازای هر یک درجه امکان کشت دو روز زودتر چغندر قند فراهم می‌شود (Van Oort et al. 2012).

بنابراین با استفاده از داده‌های هواشناسی جدید و بررسی روند تغییرات آب و هوا و تهیه مدل‌های ساده‌ی تخمین زمان کاشت چغندر قند با حداقل خطر خسارت یخ‌زدگی، می‌توان از امکان کشت زود و افزایش عملکرد چغندر قند به خوبی استفاده کرد. این نوع مدل‌ها بایستی هر چند سال یکبار با استفاده از داده‌های هواشناسی جدید مجدداً تهیه شوند. به طور کلی مدل‌های گیاهان زراعی که برای پیش‌بینی عملکرد محصول به کار می‌روند بسیار پیچیده می‌باشند و از فاکتورهای زیادی بایستی استفاده شود، اما در مورد تخمین تاریخ کاشت خصوصاً در مورد محصولات بهاره در مناطق معتدل استفاده از دما و گاهی رطوبت خاک، کافی می‌باشد (Williams et al. 2010).

از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۴ به مدت ۵۵ سال مشخص گردیده که بارندگی دارای نوسانات شدید و دارای انحراف معیار و ضریب تغییرات بسیار زیادی است که امکان پیش‌بینی روزانه و ماهیانه را غیر ممکن می‌کند، هم‌چنین ۲۹ درصد بارندگی از میانگین سالیانه ۴۴۹ میلی‌متر در استان کرمانشاه در فصل بهار یعنی از فروردین تا آخر خرداد اتفاق می‌افتد (Ghasemi and Jamea 2006). بنابراین با توجه به شرایط آب و هوایی کرمانشاه در صورتی که کاشت به موقع و در اوایل فروردین انجام شود احتمال استفاده از بارندگی بهاره بسیار زیاد است. اما پیش‌بینی دقیق و به صورت روزانه برای بارندگی امکان‌پذیر نیست. در هر حال برآورد تاریخ کشت می‌تواند به عوامل مختلفی وابسته باشد ولی مهم‌ترین آنها دمای هوا و خاک است، که با روند افزایش دما در جهان برخی از مدل‌های پیش‌بینی تاریخ کاشت نشان می‌دهند که تاریخ کشت برخی از محصولات مانند ذرت و گندم برای سال‌های ۲۰۷۰ تا ۲۱۰۰ در حدود ۱۲ تا ۱۷ روز زودتر امکان‌پذیر خواهد بود (Laura et al. 2016). بررسی تاریخ کاشت محصولات زراعی در سال‌های گذشته در دنیا نشان داده که تاریخ

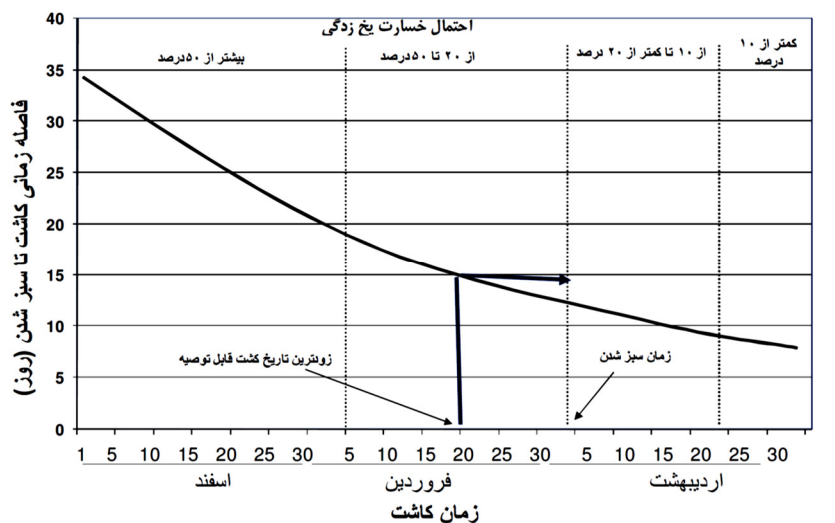


شکل ۱ مدل تاریخ کشت چغندر قند برای شهرستان کرمانشاه شامل پیش‌بینی زمان سبز شدن و احتمال خسارت یخ‌زدگی در طی ماه‌های اسفند تا اردیبهشت

زمان سبز شدن چغندر قند در این منطقه زودترین تاریخ کشت قابل توصیه در این شهرستان ۲۰ فروردین می‌باشد. با در نظر گرفتن دمای عمق پنج سانتی متری خاک در این زمان، حدود ۱۵ روز طول می‌کشد که چغندر قند سبز شود (شکل ۲). در نتیجه زمان سبز شدن آن بعد از ۴ اردیبهشت اتفاق می‌افتد که احتمال خسارت یخ‌زدگی کمتر از ۲۰ درصد می‌باشد.

تعیین مدل تاریخ کشت برای منطقه کنگاور

احتمال وقوع درجه حرارت کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر در منطقه کنگاور تا پنجم فروردین بیشتر از ۵۰ درصد، پنجم فروردین تا چهارم اردیبهشت بین ۲۰ تا ۵۰ درصد، چهارم اردیبهشت تا ۲۴ اردیبهشت بین ۱۰ تا ۲۰ درصد و از ۲۴ اردیبهشت به بعد کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد. با توجه به مدت

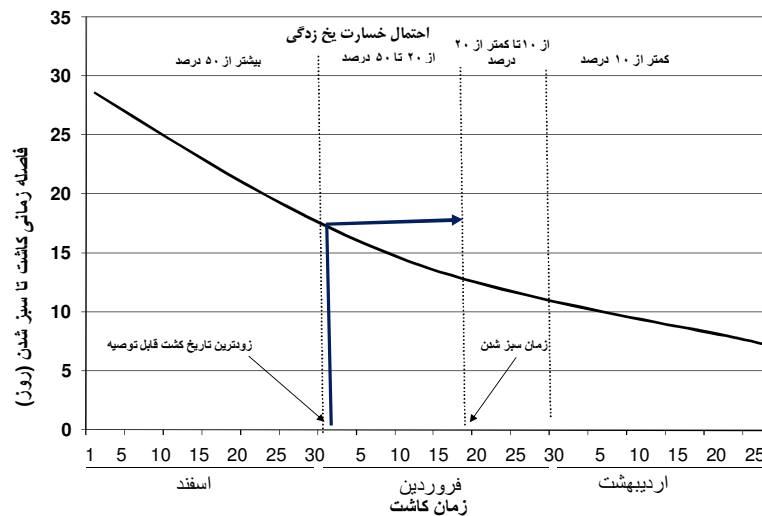


شکل ۲ مدل تاریخ کشت چغندر قند برای شهرستان کنگاور شامل پیش‌بینی زمان سبز شدن و احتمال خسارت یخ‌زدگی در طی ماه‌های اسفند تا اردیبهشت

(شکل ۳). لذا زمان سبز شدن آن بعد از ۱۹ فروردین اتفاق می‌افتد که احتمال خسارت یخ‌زدگی کمتر از ۲۰ درصد می‌باشد. تاریخ کشت مرسوم در این منطقه نیمه دوم فروردین ماه است هر چند به ندرت در اواخر اسفند و یا اوایل فروردین هم کشت انجام می‌شود. دلیل عمده زود کشت نکردن چغندر قند در این منطقه نگرانی از خسارت یخ‌زدگی است و مورد دیگر که در برخی از سال‌ها اتفاق می‌افتد بارندگی زیاد در بهار می‌باشد که اجازه آماده‌سازی و کشت را به کشاورزان نمی‌دهد. به هر حال بر اساس این مدل پیش‌بینی مشخص گردید که در کشت دوم فروردین به بعد از بابت خسارت یخ‌زدگی نگرانی زیادی وجود ندارد و در اولین فرصتی که زمین آماده کشت باشد می‌توان اقدام به کشت نمود.

تعیین مدل تاریخ کشت برای منطقه اسلام آباد غرب

احتمال وقوع درجه حرارت کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر در منطقه اسلام آباد غرب تا ۳۰ اسفند بیشتر از ۵۰ درصد، ۳۰ اسفند تا ۱۹ فروردین بین ۲۰ تا ۵۰ درصد، ۱۹ فروردین بین ۱۰ تا ۲۰ درصد و ۳۰ فروردین به بعد کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد. با توجه به پیش‌بینی مدت زمان سبز شدن چغندر قند در این منطقه بر اساس میانگین دمای عمق پنج سانتی متری سطح خاک، زودترین تاریخ کشت قابل توصیه در این منطقه دوم فروردین می‌باشد. با توجه به درجه حرارت خاک در این دوره زمانی سبز شدن چغندر قند حدود ۱۵ روز طول می‌کشد



شکل ۳ مدل تاریخ کشت چغندر قند برای شهرستان اسلام آباد غرب شامل پیش‌بینی زمان سبز شدن و احتمال خسارت یخ زدگی در طی ماه‌های اسفند تا اردیبهشت

دارد. از مزایای این مدل می‌توان به سادگی آن، عدم نیاز به اطلاعات و محاسبات پیچیده و امکان به روز کردن آن بر اساس آمار هواشناسی جدید اشاره کرد.

بر اساس بررسی‌های انجام گرفته علیرغم گرم شدن کره زمین در اثر تغییرات آب و هوا و فراهم شدن امکان کشت زودتر برای خیلی از محصولات زراعی از جمله چغندر قند، بر اساس آزمایش‌های انجام شده و مدل‌های رشد اما همچنان کشاورزان کشت را با تأخیر نسبت به تاریخ کشت بهینه انجام می‌دهند (Scott *et al.* 1973; Lauer 1997; Öztürk *et al.* 2008; Hoffmann and KlugeSeverin 2010, 2011; Smit 1993; Jones *et al.* 2003; Richter *et al.* 2006; Jaggard *et al.* 2007)

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که با استفاده از پارامترهای اقلیمی می‌توان برای هر منطقه بدون نیاز به آزمایش‌های معمول تعیین تاریخ کشت چغندر قند که با صرف وقت و هزینه همراه خواهد بود تاریخ کشت مناسب چغندر قند بهاره را تعیین کرد. با توجه به این که در این روش زودترین تاریخ کشت ممکن تعیین می‌شود از حداکثر پتانسیل دوره رشد هر منطقه می‌تواند به خوبی استفاده شود و در کشت به موقع علاوه بر افزایش عملکرد از بارندگی‌های اول فصل نیز بهره‌برداری لازم صورت گیرد. کشت زود چغندر قند مزایای دیگری از جمله کاهش رقابت علف‌های هرز و خسارت آفات و بیماری‌ها را نیز در پی خواهد داشت. مدل ساده‌ای که در این تحقیق برای تعیین تاریخ کشت تعیین شد بر اساس دمای ۱۵ سال اخیر بود که تا حدود زیادی با تاریخ کشت‌های واقعی و مرسوم هر منطقه مطابقت

References:

منابع مورد استفاده:

- Abdolahian Nogabi M. The investigation of quantity and quality parameters of sugar beet growth in various planting date. (MSc. thesis) Tarbit Modares University. 1993. (in Persian, abstract in English)

- Alimoradi A, Karimi H, Ardestani HM. Effects of climate factors on sugar beet growth. P. 247-267. In: Members of scientific board of sugar beet seed institute. Completion of standards for determine of potentials and damage assessment separation to management and enforcement factors in different growth stages of sugar beet. 2014. Education and Excitation Press. Tehran, Iran. Pp. 467.
- Alizadeh A, Kamali G, Mosavi F, Mosavi Baigi M. Weather and climatology. Ferdosi University press, 2002. Pp. 382
- Ashraf Mansori S. Effects of growing period on quality and quantity of sugar beet in Fasa. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). The final report of research project. 1997. Series No.89/433. (in Persian, abstract in English)
- Ashraf Mansouri S. Effects of planting date and density on root yield and quality of two variety of sugar beet in Darab region. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). The final report of research project. 1999. Series No. 79/304. (In Persian, abstract in English)
- Ashraf Mansouri S, Rastegari N, Eghtedari A, Farsinejad K. The investigation of biology of *Choetocnema tibialis* III and determination of infected in different planting date. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). The final report of research project. 2006. Series No.83/1127. (in Persian, abstract in English)
- Ashraf Mansouri S, Darabi S, Taghizadeh M, Jokar L, Khajah A. Effects of different planting date on reduce damage of curly top disease on sugar beet yield. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). The final report of research project. 2007 a. Series No. 84/570. (In Persian, abstract in English)
- Ashraf Mansouri S, Rastegari N, Farsinejad K. The investigation of biology of *Tomunorhinus brevirrostris* Gyl1 and determination of infected in different planting. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). The final report of research project. 2007 b. Series No.84/94. (in Persian, abstract in English)
- Campbell LG, Enz JW. Temperature effects on sugar beet seedling emergence. Journal of Sugar Beet Research. 1991. 28:129-140.
- Cooke DA, Scott RK. The sugar beet crop: science to practice. Chapman and Hall, London. 1993 678 pp.
- Draycott AP. Sugar beet. Blackweel Publishing LTD. 2006. 473 pages.
- Farajie S. The investigation weather condition for planting of sugar beet in Kermanshah. Azad University of Tehran (MSc. Thesis). 1997. . (In Persian, abstract in English)
- Forcella F. Seedling emergence model for velvet leaf. Agronomy Journal. 1993. 85:929-933.

- Fortunne RA. Effects of cultural technique on establishment and growth of early- sown sugar beet. Crop Research Center, Oak Park, Carlow. WWW.teagasac.ie/index.html.2002.
- Foti S, Cosentino SL, Patane C, Dagosta GM. Effect of osmocoditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) under low temperatures. Seed Science and Technology. 2002. 30:521-533
- Ghasemi M, Jameh A, The investigation of rain regime at synoptic weather station of Kermanshah. Scientific Bolton of Institute of climatology. 2006. 14-24. (in Persian)
- Gummerson RJ. The effect of constant temperatures and osmotic potentials on the germination of sugar beet. Journal of Experimental Botany. 1986. 37:729-741.
- Harvey SJ, Forcella F. Vernal seedling emergence model for common lambsquarters (*Chenopodium album*). Weed Science. 1993. 41:309-316.
- Hashemi F. Statistically analysis of Tehran cold. meterological organization of Iran (Research and Scientific Office). 1970. (in Persian)
- Hoffmann CM, Kluge Severin S. Light absorption and radiation use efficiency of autumn and spring sown sugar beets. Field Crops Research 2010; 119 (2-3) 238-244.
- Hoffmann CM, Kluge Severin S. Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. European Journal of Agronomy 2011; 34 (1):1-9.
- Jalali S, Baghari M, Jahadakbar M, Hatami H. Effect of planting date of 6 variety of sugar beet on rate of infection by Curly Top virus and fluctuation of population of plant hoopers carrier. Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center. The final report of research project. 2006. Series No. 83/910. (in Persian, abstract in English)
- Jalilian A. Effects of low temperature and freezing stress on germination, emergence and seedling growth of sugar beet. (PhD. thesis) Tehran University. 2007. (in Persian, abstract in English)
- Jalilian A, Mazahri D, Tavakol Afshari A, Rahimian H, Abdolahian Noghahi M. Estimation of base temperature and investigation of germination and emergence of variety of monogerm sugar beet in different temperature. Journal of Sugar Beet. 2006. 20(2): 97-112.
- Jaggard KW, Qi A, Semenov MA. The impact of climate change on sugar beet yield in the UK: 1976-2004. Journal of Agricultural Science 2007; 145 (4), 367-375.
- Jones PD, Lister DH, Jaggard KW, Pidgeon JD. Future climate impact on the productivity of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Europe. Climatic Change 2003; 58(1-2) 93-108.
- Khayamim S, Taleghani DF. Short note- Review of agronomical calendar research on sugar beet in Iran. Journal of Sugar beet. 2008; 24(1):121-124.
- Kucharki CJ. A multi decadal trend of earlier corn planting in the central USA. Agronomy Journal. 2006; 98:1544-1550.

- Lauer JG. Sugar beet performance and interaction with planting date, Genotype, and harvest date. *Agronomy Journal*. 1997; 89: 469-475.
- Laura D, Zolatan B, Tomas H, Tamas A, Tamas S. Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields. *Agricultural Forest Meterology*, 2016; 223:103-115.
- Menzel A, von Vopelius J, Estrella N, Schleip C, Dose V. Farmers' annual activities are not tracking the speed of climate change. *Climate Research* 2006.; 32 (3), 201–207.
- Mohamadian R, Afshar H. Effects of time of Irrigation dormant seeding on some characteristic of sugar beet. Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). The final report of research project. 2005. Series No. 74/95. (in Persian, abstract in English)
- Nouhi K, Sahraeian F, Pedram M, Sedaghatkarder A. Determine the length of frost-free period with start and end dates advection frost and radiant areas of Zanjan, Qazvin and Tehran. *Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Research*. 2009; 12(46): 449-460. (in Persian)
- Öztürk Ö, Topal A, Akinerdem F, Akgün N Effects of sowing and harvesting dates on yield and some quality characteristics of crops in sugar beet/cereal rotation system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2008;88 (1):141–150.
- Richter GM, Qi A, Semenov M A, Jaggard KW. Modeling the variability of UK sugar beet yields under climate change and husbandry adaptations. *Soil Use and Management* 2006; 22 (1):39–47.
- Ritchie JT, Nesmith DS. Temperature and crop development. Pp. 15-29. In: Hanks J, Ritchie JT, (Eds.) *Modeling plant and soil systems*. Agronomy No. 31. Madison, WI: American Society of Agronomy.1991.
- Sadeghzadeh Hemayati S. Fetholla Taleghani D. Kashani A. Siadat A. S. and Normouhamadi G. Effect of sowing date, planting density and cultivar on solar radiation interception indices in sugar beet. II Radiation use efficiency. *Journal of Sugar beet*. 2009; 25(1): 53-69. (in Persian, abstract in English)
- Scott RK, English SD, Wood DW, Unsworth MH. The yield of sugar beet in relation to weather and length of growing season. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 1973; 81: 339-347.
- Smit AL. Influence of external factors on growth and development of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) *Agricultural Research Report*. No. 914.1983.
- Smit AL. The influence of sowing date and plant density on the decision to resow sugar beet. *Field Crops Research* 1993; 34 (2):159–173.
- Stibbe C, Marlander B. Field emergence dynamics significance to intra specific competition and growth efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*. 2002; 17:161-171.
- Stout M. Relation of temperature to reproduction in sugar beet. *Journal of Agricultural Research*. 1946; 72: 49-68.

- Taleghani D, MoharamZadeh M, Gohari J, Yousefabadi V, Rohi A, Golizadeh R. Effects of variation of growth period and genotype in Moghan region on quality and quantity of sugar beet. Sugar beet seed institute. The final report of research project. 2000. (in Persian, abstract in English). No 78/402
- Thom HCS, Shaw RH. Climatologically analysis of freeze data for Iowa. *Monthly Weather Review*. 1958; 87: 251-257
- Van Oort PAJ, Timmermans BGH, Meinke H, van Ittersum MK. Key weather extremes affecting potato production in the Netherlands. *European Journal of Agronomy* 2012; 37 (1):11–22.
- Williams JS, Delphine D, Jonathan A, Ramankutty F, and Ramakutty N. Crop planting dates: an analysis of global patterns. *Global Ecology and Biogeography* 2010; 19: 607-620