نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال هفدهم، شماره ۴۶، پاییز ۹۶

ارزیابی قابلیت های آگروکلیمایی استان های کرمانشاه و اصفهان از نظر استعداد کشت چغندر قند پاییزه

دریافت مقاله: ۹۶/۵/۸ پذیرش نهایی: ۹۶/۹/۲۲
صفحات: ۱۷۵-۱۵۹

زهرا حجازی زاده:[۱] استاد اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی.
Email: hejazizadeh@tmu.ac.ir
داریوش فتح الله طالقانی: دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
Email: taleghani@sbsi.ir
سمیرا علیقلی: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، پردیس بین الملل دانشگاه خوارزمی.
Email: aligholisamira2@gmail.com

چکیده

در این تحقیق عناصر اقلیمی اعم از دما، بارش، روزهای یخبندان، در ارتباط با کاشت چغندرقنده پاییزه مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجایی که مهمترین پارامتر اقلیمی موثر بر کشت چغندرقند دما است، از آمار درجه حرارت های روزانه ایستگاه های منتخب با طول دوره آماری ۱۰ ساله (۱۳۸۶-۱۳۹۴) برای محاسبه و تحلیل های آگروکلیمایی استفاده شده است. به منظور بررسی آگروکلیمایی کشت چغندرقند از روشهای، ارزیابی پتانسیل گرمایی، انحراف از شرایط بهینه، شاخص درجه روزهای فعال (GDD) استفاده گردیده است. ارزیابی پتانسیل گرمایی بر اساس آستانه صفر و چهار و ۱۰ درجه سانتیگراد در سطح ایستگاه های استان کرمانشاه نشان داد ایستگاه سرپل ذهاب دارای بیشترین واحد حرارتی تجمعی، و ایستگاه کنگاور دارای کمترین واحد حرارتی تجمعی واحد حرارتی هستند. در استان اصفهان ایستگاه خوروبیابانک دارای بیشترین واحد حرارتی تجمعی و ایستگاه خوانسار کمترین واحد حرارتی تجمعی، بر اساس انحراف از شرایط بهینه در استان کرمانشاه ایستگاه سرپل ذهاب دارای کمترین (۱۹/۷۲-) بودند و در استان اصفهان ایستگاه خوروبیابانک (۲۱/۷۸-) دارای کمترین انحراف از شرایط بهینه بودند. تاریخ کاشت در ایستگاه ها بر اساس

[۱] نویسنده مسئول، تهران، دانشگاه خوارزمی، ۰۰۹۱۲۱۰۹۲۴۰۵، Email: hejazizadeh@tmu.ac.ir

دمای پاییزه در نظر گرفته شد، در استان کرمانشاه ایستگاه سرپل ذهاب زود ترین تاریخ برداشت (۱۰ اردیبهشت) در استان اصفهان ایستگاه خوروبیابانک زودترین تاریخ برداشت (۱۸ اردیبهشت) را داشتند. از نظر مناطق مناسب کاشت در استان کرمانشاه مناطق شرق و شمال شرقی در بخش سرپل ذهاب و قصرشیرین مناسب ترین منطقه مشخص شدند در استان اصفهان مناطق شمال، غرب، در بخش خوروبیابانک و کاشان مناسب ترین و مناطق مرکزی در ردهای بعدی قرار گرفتند.

کلید واژگان: پهنه بندی، چغندرقند پاییزه، اگروکلیما، استان های کرمانشاه و اصفهان.

مقدمه

کشور پهناور ایران با داشتن اراضی مناسب و تنوع آب و هوایی در مناطق مختلف از یک طرف و سازگاری چغندر قند با این شرایط دارای محیط مناسبی برای زراعت این گیاه است. آب مهمترین عامل محدودکننده کشاورزی در ایران می باشد، از این رو باید به افزایش کارآیی مصرف آن در تولید محصولات کشاورزی توجه ویژهای شود. کشت پاییزه چغندرقند به دلیل استفاده از نزولات جوی و همچنین وقوع خشکسالی های اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (کولیوند، ۱۳۶۶). بهاره شدن[۲] و ساقه روی[۳] به همراه خسارت یخ زدگی عامل اصلی در عدم گسترش کشت پاییزه چغندرقند می باشند (Reinsdorf and Koch, 2013). شناسایی مناطق مستعد کشت چغندرقند پاییزه از اولویت های وزارت جهادکشاورزی و موسسه تحقیقات چغندرقند می باشد. با توجه گستردگی استان های تحت مطالعه و وجود اقلیم های گوناگون در این مناطق اجرای طرح های تحقیقاتی زیادی لازم است تا مناطق مستعد شناسایی گردد. هزینه بالای اجرای طرح های تحقیقاتی باعث شده، تاکنون بررسی جامعی در خصوص شناسایی مناطق مناسب کاشت پاییزه انجام نشود. یکی از راهکارهایی که میتواند در زمان کوتاهی مسئولان را به جواب رسانده و زمینه توسعه این کاشت را فراهم نماید، استفاده از پهنه بندی آگرواکولوژیک[۴] می باشد (javaheri et al., ۲۰۰۶). پهنه بندی آگرواکولوژیک این قابلیت را دارد که بر اساس تحلیل تغییرات شاخص های اقلیمی و با توجه به دوره رشد و نمو گیاه، خطرات فرا روی تولید را پیش بینی نماید (Ati et al., 2002; Bishnoi, 2010). محققین با

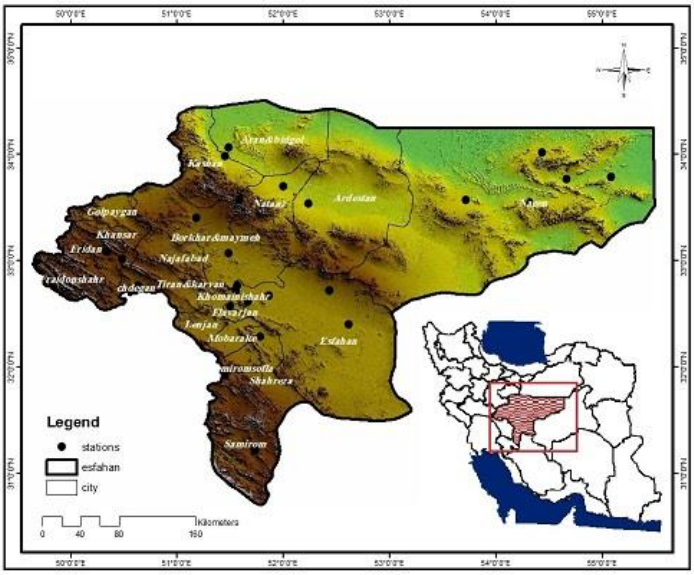
[2] Vernalization
[3] Bolting
[4] Agro-ecological zoning

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل های شبیه سازی رشد اقدام به پهنه بندی قاره اروپا برای کاشت گندم در شرایط پتانسیل و محدودیت آب نمودند (Reidsma et al., 2009). پهنه بندی آگرواکولوژیک به منظور تعیین پتانسیل کشت بهاره چغندرقند در استان خراسان بزرگ نشان داد، چهار درصد از اراضی این استان کاملا مناسب، ۱۸ درصد اراضی جزو پهنه مناسب و ۳۲ درصد اراضی نیز جزو پهنه متوسط کاشت می باشند. در نهایت ۴۶ درصد اراضی که عمدتاً در مناطق جنوبی استان خراسان رضوی و بخش عمده ای از خراسان جنوبی واقع شدهاند برای کاشت بهاره چغندرقند نامناسب می باشند (Sanjani, 2013). گیاهان یک ساله چغندرقند دارای این توانایی می باشند که بدون نیاز به بهاره شدن و یا در شرایط روز کوتاه ساقه گل دهنده تولید می نماید. گیاهان دو ساله چغندرقند برای تولید ساقه گل دهنده و گل، هم به بهاره شدن و هم به روز بلند نیاز دارند (Abe et al., 1977). آستانه تعداد ساعات بهاره شدن در زراعت پاییزه چغندرقند ۱۴۰ ساعت بوده و ارقام مقاوم تا ۱۶۵ ساعت را نیز تحمل می نمایند (Milford et al., 2010). محققین نشان دادند هرچه دما از ۶ درجه سانتیگراد زیر صفر کمتر شود ریشه بیشتر آسیب خواهد دید. آنان با انجام آزمایشی در چهار منطقه با شرایط مختلف آب و هوایی در اروپای مرکزی نشان دادند که در مزارع کاشت پاییزه چغندرقند ۱۰ تا ۳۵ درصد خسارت یخ زدگی اتفاق می افتد (Reinsdorf and Koch, 2013). از مهم ترین محاسن تعیین فنولوژی یک گیاه استفاده بهینه از عوامل اکولوژی در جهت افزایش عملکرد آن می باشند؛ زیرا با توجه به آمار هواشناسی در هر منطقه و داشتن؛ نیاز حرارتی هر مرحله فنولوژی و کل دوره رشد گیاه می توان بسیاری از مسائل مربوط به کشاورزی از جمله تقویم زراعی را تعیین نمود. یافتن بهترین زمان کاشت هر محصول با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه از ضروریات مدیریت زراعی می باشد. (خالدی، ۱۳۷۴). جلیلیان و همکاران (۱۳۸۳) در تحقیقی در مورد برآورد دمای پایه و بررسی روند جوانه زنی، سبزشدن ارقام منوژرم چغندرقند در درجات مختلف حرارت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد؛ که درجه حرارت پایه برای جوانه زنی در ارقام مختلف بین دو تا سه با میانگین ۲/۶ درجه سانتی گراد می باشد. درصد جوانه زنی بذر چغندرقند در دمای ۱۲ تا ۲۷ درجه سانتی گراد بیشترین مقدار بود؛ اما دمای اپتیمم جوانه زنی دامنه هایی از ۲۴ تا ۲۷ درجه می باشد؛ که بیشترین سرعت جوانه زنی وجود دارد. ارقام چغندرقند مورد بررسی به طور متوسط تا زمان ۵۰ درصد جوانه زنی به حدود ۵۱ درجه روز و برای سبزشدن در شرایط مزرعه به۵۴۱ درجه روز واحدگرمائی نیاز دارند. با درنظر گرفتن شرایط منحصر به فرد اقلیمی کشور به نظر میرسد که معرفی پهنه های

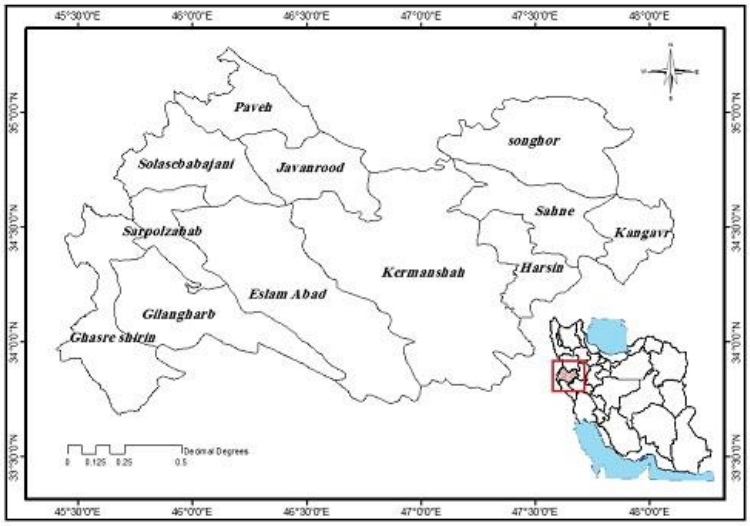
جدید تولید چغندرقند پاییزه درکشور امکانپذیر بوده و توسعه آن باعث تحول در زراعت این محصول استراتژیک خواهد گردید.

روش تحقیق

این تحقیق به منظور ارزیابی و پهنه بندی عناصر اقلیم - کشاورزی چغندرقند پاییزه در استان های کرمانشاه، اصفهان با استفاده ازنرم افزار GIS انجام خواهد شد. برای بررسی مرحله فنولوژی چغندرقند پاییزه، تحلیل واحدهای گرمایی، پتانسیل گرمایی منطقه، انحراف از شرایط بهینه و درجه روزهای فعال از آمار ۱۰ ساله استفاده شده است. در این تحقیق به منظور بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت چغندرقند پاییزه در مناطق مورد مطالعه، آمار و داده‌های لازم ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی منتخب استان‌های کرمانشاه، اصفهان از شبکه جامع ایستگاه‌های هواشناسی برای کل استان‌های کرمانشاه، اصفهان شامل ۱۲ ایستگاه سینوپتیک (کرمانشاه، اسلام آباد، روانسر، سرپل ذهاب، کنگاور، اصفهان، کاشان، خوانسار، شهر رضا، خورو بیابانک، اردستان و نایین)، می‌باشد. برای این پژوهش از داده‌های هواشناسی طی دوره آماری ۱۳۸۶- ۱۳۹۴ شکل (۱ و ۲) موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک استان‌های کرمانشاه و اصفهان را نشان می‌دهد. هریک از ایستگاه های سینوپتیک بخشی از منطقه مورد مطالعه را پوشش می دهند.



شکل (۱). موقعیت ایستگاه های هواشناسی منتخب استان اصفهان



شکل (۲). موقعیت ایستگاه های هواشناسی منتخب استان کرمانشاه

روش ارزیابی پتانسیل گرمایی (درجه حرارت‌های فعال)

شناسایی و تشخیص پتانسیل‌های آگروکلیمایی یک منطقه در ارتباط با کاشت یک گیاه خاص مستلزم به کارگیری داده‌های اقلیمی حداکثر و حداقل‌های روزانه می‌باشد. دما یکی از عوامل اصلی موثر در رویش گیاهان است. با توجه به اهمیت شرایط حرارتی در کشاورزی و برای بررسی خصوصیات حرارتی منطقه، از ۱۰ سال آمار درجه حرارت حداقل و حداکثر روزانه ایستگاه‌های هواشناسی منتخب از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۴ میانگین آنها در محیط نرم افزار Excel بررسی شد. پس از آن تاریخ‌های وقوع حدود مورد نظر (صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی-گراد) مشخص و سپس از طریق روش جمع بندی درجه حرارت تا تاریخ وقوع همان رخدادها مقادیر محاسبه و به صورت جدول ارائه شد. با شناسائی و تعیین پتانسیل‌های گرمایی هر منطقه می‌توان هر گونه گیاهی را با داشتن شرایط فنولوژی با این نمودارها سنجیده و ریتم و نرخ رشد آن را به دست آورد. دراین مورد بر اساس تحقیقات احمدی و همکاران (۱۳۸۹) برای افزایش دقت از مجموع ماهانه و سالانه درجه حرارت فعال و بالای صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی گراد و همین طور مجموع سالانه درجه حرارت‌های فعال و کمتر از صفر که از نقطه نظر کشاورزی حائز اهمیت است محاسبه شده و به صورت نمودارهای پتانسیل گرمایی برای هر ایستگاه ترسیم می‌شود.

روش ضریب حرارتی یا مجموع درجه روزهای موثر

اکثر تحولات بیولوژیکی مانند رشد گیاهان و برخی پدیده‌های هیدرولوژیکی تابع توان حرارتی محیط می‌باشد. برای این منظور از شاخص درجه-روز به عنوان نیاز حرارتی استفاده می‌شود. هر فرایند از آستانه دمای معین فعال می‌شود و مقدار رشد بستگی به تعداد درجه-روز بالای آن آستانه دارد. چنانچه تعداد درجه- روز صفر یا منفی باشد آن روز در رشد تاثیری نخواهد داشت . هر گیاه برای آنکه بتواند در یک منطقه رشد نماید نیاز به تعداد مشخصی درجه ، روز دارد که آن منطقه باید قادر به تامین آن در طول دوره رشد باشد در غیر اینصورت حتی اگر در محل آب هم وجود داشته باشد نباید چنین گیاهی را برای کاشت در طرح کشاورزی توصیه نمود. بنابرین در هر منطقه فصل رشد طولانی ترین دوره ممتدی است که در آن تعداد درجه، روز مورد نیاز گیاه تامین می‌گردد. مجموع درجه حرارت‌های مثبت از کاشت تا برداشت ، محصول چغندرقند پاییزه باید به ۲۹۰۰ درجه-روز برسد (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۲). برای جمع بندی درجه حرارت دو روش اصلی وجود دارد که عبارتند از: مجموع موثر و مجموع فعال در این تحقیق از مجموع روز موثر استفاده می‌شود. مبنای کار در این روش جمع بندی درجه حرارت موثر یعنی درجه حرارت‌های است که بالاتر از صفر پایه یا صفر بیولوژیکی گیاه است. این درجه حرارت به نوع گیاه بستگی دارد. برای گیاه چغندرقند پاییزه ۴ درجه سانتیگراد محاسبه شده است. و از طریق رابطه (۱) محاسبه می شود.

$$H_U = \sum_{i}^{n}\left[\frac{T_M + T_m}{2} - T_t\right]$$

رابطه (۱):

H_U = واحد حرارتی (درجه – روز) که در طی N روز جمع آوری شده است

T_M = درجه حرارت حداکثر روزانه

T_m = درجه حرارت حداقل روزانه

T_t = درجه حرارت پایه

N = تعداد روزها در یک مدت زمان مشخص

روش انحراف از شرایط بهینه

تعیین بهینه‌های زمانی در هر منطقه بر اساس آمار ایستگاه‌های هواشناسی و درجه حرارت روزانه رشد محصول حائز اهمیت است. در گیاه چغندرقند پاییزه ۴ مرحله فنولوژیکی مهم وجود دارد و هر مرحله یک دمای اپتیمم یا بهینه را داراست، که حداکثر رشد آن در این دمای بهینه می‌باشد. با شناسائی و تعیین این اپتیمم‌ها برای هر مرحله فنولوژیکی و میانگین درجه حرارت روزانه حاصل از دیده‌بانی‌های حداقل و حداکثر روزانه می‌توان بهینه‌های زمانی را در مقاطع زمانی مختلف به خصوص ماه‌های سال مشخص نمود و در واقع آن زمانی که کمترین انحراف از شرایط بهینه را داشته باشد، به عنوان زمان بهینه محسوب شود. در این روش برای به دست آوردن بهینه‌های مقاطع زمانی مختلف، ابتدا اپتیمم‌ها یا درجه حرارت‌های بهینه تعیین گردیده و سپس با در نظر گرفتن میانگین آمار روزانه، مقادیر انحراف ازشرایط بهینه برای دهه-های مختلف هر ماه محاسبه می‌گردد، بدین منظور ابتدا هر ماه را به سه دهه مختلف تقسیم کرده و سپس میانگین هر کدام از دهه‌ها را محاسبه می‌شود. در مرحله بعد سپس اختلاف میانگین‌های به دست آمده از حدود اپتیمم محاسبه و در نتیجه میزان انحراف از شرایط بهینه برای مقاطع زمانی فوق به دست آمده و نتایج آن به صورت جدول مشخص می‌گردد.

نتایج

بررسی پتانسیل گرمایی منطقه (درجه حرارت‌های فعال)

درجه حرارت فعال محدوده حرارتی است که در آن گیاهان دارای فعالیت رشد و نمو می‌باشند. مجموع درجه حرارت های فعال بیشتر از صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتیگراد بسیاری از آستانه‌های حرارتی و حدود زیستی گیاهان مختلف در این دامنه قرار می‌گیرند. در جدول ۵ تاثیر ارتفاع بر پتانسیل‌های گرمایی و ضرایب حرارتی بررسی و مجموع سالانه درجه حرارت‌های فعال در سطح ایستگاه‌های منتخب در ارتفاعات مختلف بررسی شده است. همچنین در جدول در جدول ۵ درجه حرارت‌های فعال و غیر فعال که بیانگر سکون بسیاری از فعالیت‌های گیاهی است برای استان‌های کرمانشاه و اصفهان محاسبه شده است جدول (۱).

جدول (۱) مجموع درجه حرارت‌های فعال بیشتر از صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد ایستگاه‌های منتخب استان کرمانشاه و اصفهان

ایستگاه / زمان		۳۰ مهر	۳۰ آبان	۳۰ آذر	۳۰ دی	۳۰ بهمن	۲۹ اسفند	۳۱ فروردین	۳۱ اردیبهشت	۳۱ خرداد	۳۱ تیر	۳۱ مرداد	۳۱ شهریور
اسلام اباد	۰	۵۸۵	۹۱۲	۱۰۶۴	۱۱۰۹ تا ۲۲	۱۱۵۶ از ۹	۱۲۴۸	۱۴۳۴	۱۶۹۲	۲۱۲۰	۲۶۶۸	۳۳۳۲	۴۰۴۵
	۴	۵۸۵	۹۱۲	۱۰۳۱ تا ۲۱	غیر فعال	غیر فعال	۱۱۲۰ از ۶	۱۲۴۵	۱۵۰۳	۱۹۳۱	۲۴۷۹	۳۱۴۲	۳۸۵۵
	۱۰	۵۸۵	۸۰۷ تا ۱۸	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۱۲۳۵ از ۱	۱۷۸۳	۲۴۲۴	۳۱۶۰
روانسر	۰	۵۹۰	۹۵۱	۱۱۲۶	۱۱۹۴ تا ۲۵	۱۲۵۲ از ۹	۱۳۶۰	۱۵۱۴	۱۷۸۷	۲۲۴۷	۲۸۴۸	۳۵۷۰	۴۳۵۱
	۴	۵۹۰	۹۵۱	۱۱۲۰ تا ۲۸	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۱۱۹۰ از ۲۰	۱۴۶۳	۱۹۲۳	۲۵۲۴	۳۲۴۶	۴۰۲۷
	۱۰	۵۹۰	۹۰۸ تا ۲۵	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۱۰۴۷ از ۱۹	۱۵۰۷	۲۱۰۸	۲۸۳۰	۳۶۱۱
کرمانشاه	۰	۵۸۷	۹۵۵	۱۱۳۸	۱۲۳۳	۱۳۲۸	۱۴۵۶	۱۶۴۱	۱۹۵۱	۲۴۲۴	۳۰۳۷	۳۷۵۲	۴۵۳۰
	۴	۵۸۷	۹۵۵	۱۱۳۸	۱۱۵۶ تا ۶	۱۱۸۳ از ۲۷	۱۳۱۲	۱۴۹۶	۱۸۰۶	۲۲۸۰	۲۸۸۲	۳۶۰۷	۴۳۸۶
	۱۰	۵۸۷	۹۱۰	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۱۰۸۰	۱۵۳۴	۲۱۳۶	۲۸۶۱	۳۶۴۰
کنگاور	۰	۵۱۱	۸۲۰	۹۳۱	۹۴۴ تا ۷	۹۷۳ از ۲۰	۱۰۶۶	۱۱۷۰	۱۴۱۹	۱۸۲۳	۲۳۵۴	۳۰۰۱	۳۶۹۱
	۴	۵۱۱	۸۲۰	۸۷۸ تا ۱۲	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۹۳۷ از ۲۰	۱۱۸۶	۱۵۹۰	۲۱۲۱	۲۷۶۸	۳۴۵۸
	۱۰	۵۱۱	۶۹۵ تا ۱۴	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۱۰۹۹ از ۱	۱۶۳۰	۲۲۷۷	۲۹۶۷
سربل ذهاب	۰	۳۸۸	۱۵۰۲	۲۱۵۲	۲۹۲۱	۳۸۲۰	۴۷۵۴	۵۴۷۲	۵۹۴۰	۶۳۱۴	۶۵۷۲		-
	۴	۷۱۹	۱۱۲۱	۱۵۶۲	۱۸۲۰	۲۰۵۰	۲۳۱۷	۲۶۷۰	۳۱۱۷	۳۷۵۰	۴۵۱۹	۵۴۱۹	۶۳۵۴
	۱۰	۷۱۹	۱۱۲۱	۱۴۷۳ تا ۲۱	غیر فعال	غیر فعال	۱۵۱۵ از ۲۶	۱۸۶۷	۲۳۱۴	۲۹۴۸	۳۷۱۷	۴۶۱۶	۵۵۵۱
اصفهان	۰	۴۶۹	۷۰۶	۷۵۴ تا ۲۲	غیر فعال	غیر فعال	۸۶۵ از ۱	۱۱۵۷	۱۵۷۴	۲۱۷۹	۲۹۶۱	۳۷۳۹	۴۴۰۶
	۵	۴۶۹	۷۰۶	۷۱۰ تا ۲	غیر فعال	غیر فعال	۷۸۶ از ۱۷	۱۰۷۷	۱۴۹۵	۲۱۰۰	۲۸۸۱	۳۶۶۰	۴۳۲۷

	۱۰	۴۶۹	۵۷۷ تا ۱۱	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	-	۷۵۰ از ۱۶	۱۱۶۷	۱۷۷۲	۲۵۵۴	۳۳۳۲	۴۰۰۰
کاشان	۰	۵۱۳	۸۱۶	۹۴۵	۹۸۷ تا ۲۴	۱۰۲۶ از ۲۰	۱۲۳۶	۱۵۴۸	۲۰۱۷	۲۶۴۹	۳۴۲۶	۴۲۱۵	۴۹۰۱
	۵	۵۱۳	۸۱۶	۹۰۷ تا ۱۹	غیر فعال	غیر فعال	۱۱۱۳ تا ۲	۱۴۲۵	۱۸۹۴	۲۵۲۷	۳۳۰۳	۴۰۹۲	۴۷۷۸
	۱۰	۵۱۳	۷۱۳ تا ۱۷	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۸۹۲ از ۱۶	۱۳۶۱	۱۹۹۴	۲۷۷۰	۳۵۵۹	۴۲۴۵
خوانسار	۰	۴۶۵	۷۰۳	۷۴۶ تا ۲۲	غیر فعال	۷۵۲ از ۲۵	۸۸۸	۱۱۶۳	۱۵۸۷	۲۱۹۲	۲۹۶۲	۳۷۳۶	۴۳۹۲
	۵	۴۶۵	۶۹۶ تا ۲۸	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۷۹۲ از ۱۶	۱۰۶۸	۱۴۹۱	۲۰۹۶	۲۸۶۶	۳۶۴۰	۴۳۰۶
	۱۰	۴۶۵	۵۷۲ تا ۱۱	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۶۲۷ از ۲۷	۱۰۵۱	۱۶۵۶	۲۴۲۶	۳۲۰۰	۳۸۶۶
شهرضا	۰	۴۸۲	۷۴۵	۸۳۴	۸۳۹ تا ۳	۸۵۸ از ۱۹	۱۰۳۶	۱۳۴۶	۱۷۹۴	۲۳۹۶	۳۱۴۵	۳۹۰۲	۴۵۵۶
	۴	۴۸۲	۷۴۵	۷۶۴ تا ۴	غیر فعال	غیر فعال	۹۲۱ از ۷	۱۲۳۱	۱۶۷۹	۲۲۸۱	۳۰۳۰	۳۷۸۷	۴۴۴۱
	۱۰	۴۸۲	۶۰۱ تا ۱۰	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۷۸۶ از ۱۵	۱۲۳۴	۱۸۳۷	۲۵۸۵	۳۳۴۳	۳۹۹۶
خوروبیابانک	۰	۶۱۴	۹۷۸	۱۱۳۸	۱۲۰۱ تا ۲۴	۱۲۹۹ از ۷	۱۵۴۹	۱۹۶۱	۲۵۳۵	۳۳۰۰	۴۱۶۸	۵۵۰۴۴	۵۸۲۲
	۴	۶۱۴	۹۷۸	۱۱۱۹ تا ۲۵	غیر فعال	۱۱۵۱ از ۲۵	۱۴۰۱	۱۸۱۳	۲۳۸۷	۳۱۵۲	۴۰۲۲	۴۸۹۶	۵۶۷۴
	۱۰	۶۱۴	۹۰۵ تا ۲۳	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۹۹۲ از ۷	۱۳۹۵	۱۹۶۹	۲۷۳۴	۳۶۰۲	۴۴۷۷	۵۲۵۶
نایین	۰	۵۲۹	۸۴۰	۹۷۸	۱۰۲۶ تا ۲۴	۱۰۸۶ از ۱۰	۱۲۹۳	۱۶۲۷	۲۱۰۱	۲۷۴۴	۳۵۲۳	۴۳۳۱	۵۰۳۲
	۵	۵۲۹	۸۴۰	۹۵۱ تا ۲۲	غیر فعال	۹۶۶ از ۲۸	۱۱۷۴	۱۵۰۸	۱۹۸۱	۲۶۲۴	۳۴۰۳	۴۲۱۲	۴۹۱۲
	۱۰	۵۲۹	۸۴۰ تا ۱۵	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۹۳۷ از ۱۳	۱۴۱۰	۲۰۵۳	۲۸۳۲	۳۶۴۰	۴۳۴۱

***اعداد داخل جدول درجه حرارت‌های فعال را نشان می دهند**

بررسی روش انحراف از شرایط بهینه

در این تحقیق برای چغندرقند پاییزه چهار مرحله فنولوژیکیه جوانه‌زدن، هشت برگی، مرحلهٔ حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل که از نقطه نظر آگروکلیمایی که با اهمیت هستند در نظر گرفته و مورد بررسی قرار گرفته. هر مرحله یک دمای اپتیمم یا بهینه را دارد، که حداکثر رشد آن در این دمای بهینه می‌باشد. به منظور بررسی فنولوژیکی چغندرقند پاییزه با توجه به بررسی انجام شده بهترین رقم های کاشت شـــامل رقمهای مولتیژرم دز و BR1 و رقمهای منـوژرم شـامل رسول و شریف هستند که در منطقه فراوانی بیشتری دارند مبنا قرار گرفته است. جدول (۲) میزان انحراف از شرایط بهینه برای هر مرحله فنولوژیکی بر پایه میانگین درجه حرارت روزانه در سطح ایستگاه های منتخب استان‌های کرمانشاه و اصفهان را نشان می‌دهد. بر این اساس در استان کرمانشاه در جوانه زدن، هشت برگی، مرحلهٔ حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل، ایستگاه سرپل ذهاب دارای انحراف کمتر و شرایط بهینه بیشتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برای کشت چغنر قند پاییزه می باشد و بقیه ایستگاه ها به دلیل سرمای زیاد همچنین نداشتن شرایط فنولوژیکی گیاه چغندرقند پاییزه شرایط کشت در این ایستگاها وجود ندار. در نتیجه ایستگاه سرپل ذهاب نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارای انحراف از شرایط بهینه کمتر می باشد این به این معناست، که این ایستگاه از شرایط بهینه دمایی برای کشت چغندرقند پاییزه بر خوردار است. در استان اصفهان در مرحله جوانه زنی، ایستگاه خوروبیابانک دارای انحراف کمتر و شرایط بهینه بیشتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌باشد. در مرحله هشت برگی ایستگاه خورو بیابانک دارای انحراف کمتر از ایستگاه‌های دیگر بوده ولی تفاوت فاحشی در این مرحله از نظر انحراف از شرایط بهینه بین ایستگاه‌ها وجود ندارد. در مرحله مرحلهٔ حجیم شدن ریشه و تجمع قند ایستگاه خوروبیابانک و کاشان و نایین دارای انحراف کمتر می‌باشد. به صورت کلی ایستگاهای خوروبیابانک و کاشان و نایین بهترین شرایط دمایی را برای کشت چغندرقند پاییزه را دارا می باشند. و بقیه ایستگاه ها به دلیل سرمای زیاد همچنین نداشتن شرایط فنولوژیکی گیاه چغندرقند پاییزه شرایط کشت در این ایستگاها وجود ندارد.

جدول (۲). تعیین انحراف از شرایط بهینه مراحل فنولوژیکی چغندر قند پاییزه در ایستگاه‌های منتخب استان کرمانشاه و اصفهان

مراحل رشد / ایستگاه	جوانه‌زدن		هشت برگی		مرحلهٔ حجیم شدن ریشه و تجمع قند		رسیدن کامل		مجموع انحرافات
	بهینه	انحراف از شرایط بهینه	بهینه	انحراف از شرایط بهینه	بهینه	انحراف از شرایط بهینه	بهینه	انحراف از شرایط بهینه	
اسلام-آبادغرب	۱۰	-۸/۶۴	۱۷	-	۲۳	-	۳۵	-	-
روانسر	۱۴	-	۲۵	-	۲۳	-	۳۵	-	-
سرپل‌ذهاب	۱۴	-۶/۶۷	۲۵	-۵/۴۷	۲۳	-۳/۸۷	۳۵	-۳/۷۲	-۱۹/۷۲
کرمانشاه	۱۴	-۱۰/۵۸	۲۵	-	۲۳	-	۳۵	-	-
کنگاور	۱۴	-۸/۳۷	۲۵	-	۲۳	-	۳۵	-	-
شهرضا	۱۴	-۶/۲۳	۲۵	-۶/۰۵	۲۳	-۵/۶۴	۳۵	-۶/۰۸	-۲۴
خوانسار	۱۴	-۷/۵۹	۲۵	-	۲۳	-	۳۵	-	-
کاشان	۱۴	-۵/۸۲	۲۵	-۵/۴۰	۲۳	-۵/۶۱	۳۵	-۵/۳۲	-۲۲/۱۵
نایین	۱۴	- ۶/۴۵	۲۵	-۵/۸۶	۲۳	-۵/۳۰	۳۵	-۶/۸۵	-۲۴/۴۶
اصفهان	۱۴	-۷/۴۴	۲۵	-	۲۳	-	۳۵	-	-
خوروبیابانک	۱۴	-۵/۶۸	۲۵	-۵/۳۴	۲۳	-۵/۸۹	۳۵	-۴/۸۷	-۲۱/۷۸

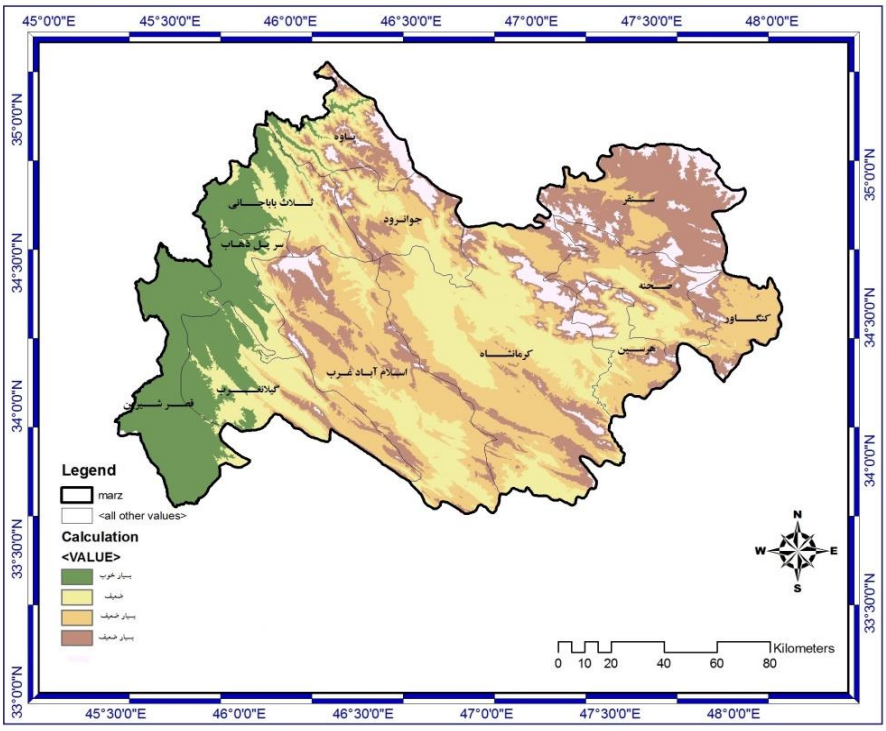
مناطق مناسب کاشت

مناطق مناسب برای کشت (چغندرقند پاییزه) در استان‌های کرمانشاه و اصفهان از نظر فنولوژیکی

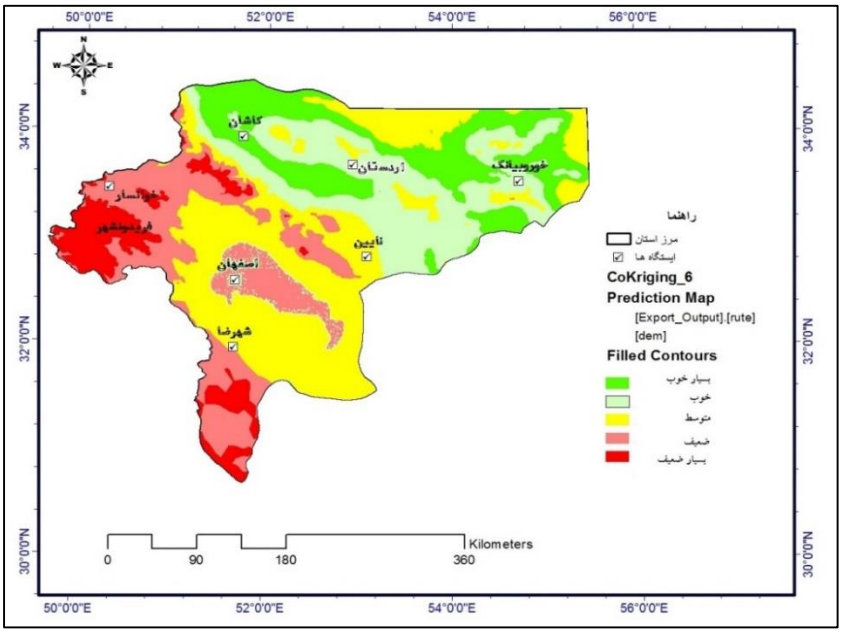
برای مشخص شدن مناطق مناسب چغندرقند پاییزه از نظر مراحل فنولوژیک از مقادیر انحراف از شرایط بهینه استفاده می‌شود (جدول ۲) این مقادیر بر اساس مجموع آستانه های حداقل وحداکثر تقسیم بر دو (متوسط هر طبقه) به دست آمده است. سپس مقادیر مربوط به شرایط دمای روزانه دوره‌های مختلف فنولوژی در هر ایستگاه از مقدار فوق کسر گردید و تحت عنوان مقادیر انحراف از شرایط بهینه تعریف شد. ضریب همبستگی مناسب در بخش گرادیان حرارتی اجازه استفاده از داده‌های انحراف از شرایط بهینه را با نرم افزار GIS به ما می‌دهد، سپس با ایجاد شبکه ایستگاه‌ها در هر استان و با استفاده از از نرم افزار GIS شکل‌های (۳ و ۴) ترسیم گردید است.

* با توجه به اینکه تغیرات انحراف از شرایط بهینه در همه مراحل در ایستگاه‌های مورد بررسی مشابه بود یک شکل کلی برای مجموع مراحل رشد برای هر استان رسم شد.

بر اساس تحلیل های آگروکلیمایی بهترین مناطق کشت چغندرقند پاییزه در استان کرمانشاه مناطق غربی استان کرمانشاه (سرپل ذهاب و قصرشیرین و گیلان غرب) و در استان اصفهان مناطق کم ارتفاع شرقی و شمال شرقی (ایستگاه خوروبیابانک و شهرستان اردستان و کاشان و همچنین ایستگاه شهرضا در جنوب) در استان اصفهان و می‌باشد.



شکل(۳). پهنه بندی مجموع مراحل فنولوژیکی (جوانه زدن، هشت برگی، مرحلهٔ حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل) بر اساس انحراف از شرایط بهینه چغندرقند پاییزه از نظر دمایی در استان کرمانشاه



شکل (۴). پهنه بندی مجموع مراحل فنولوژیکی (جوانه زدن، هشت برگی، مرحلهٔ حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل) بر اساس انحراف از شرایط بهینه چغندرقند پاییزه از نظر دمایی در استان اصفهان

نتیجه گیری

رژیم حرارتی

چغندرقندپاییزه در دماهای بین صفر تا حداکثر ۴۷ درجه سانتی‌گراد در مراحل مختلف نمو قابلیت رشد دارد که البته دماهای ذکر شده الزاما دماهای مناسب نیستند (خدابنده، ۱۳۶۷، نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۲). بر اساس یافته‌های تحقیق در همه ایستگاه‌های مورد بررسی طی دوران رشد چغندرقندپاییزه دمای مناسب برای تکمیل مراحل مختلف رشد چغندرقندپاییزه وجود ندارد و گیاه از نظر تامین دما طی مراحل مختلف رشد با کمبود مواجه است.

یخبندان

تحقیقات عزیزی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد میزان زیان اقتصادی سرما و یخبندان بر محصولات زراعی کشور، به مراتب بیش تر از زیان‌های سایر پدیده‌های مخرب جوی و حتی گاهی بیشتر از خسارات آفات و بیماری‌ها می‌باشد.

در استان کرمانشاه کمترین تعداد روز یخبندان همچنین دیرترین احتمال یخبندان پاییزه و زودترین احتمال یخبندان بهاره (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) در ایستگاه سرپل ذهاب بود. همچنین بیشترین تعداد روز یخبندان زودترین احتمال وقوع یخبندان پاییزه و دیرترین احتمال وقوع یخبندان بهاره در ایستگاه‌های دیگر این استان (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت. این امر به علت تفاوت زیاد ارتفاع در ایستگاه سرپل ذهاب با دیگر ایستگاه‌های استان کرمانشاه و تفاوت کم ارتفاع زیاد بین ایستگاه‌های دیگر می‌باشد بر این اساس ایستگاه اسلام آباد غرب و کنگاور که ارتفاع بیشتری نسبت به ایستگاه‌های کرمانشاه و روانسر داشتند بیشترین تعداد روز یخبندان زودترین احتمال وقوع یخبندان پاییزه و دیرترین احتمال وقوع یخبندان بهاره (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) را داشتند.

در استان اصفهان تعداد روز بیشترین (خوانسار) و کمترین (خور و بیابانک) تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارند اولین یخبندان پاییزه (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) در ایستگاه شهرضا رخ می-دهد که تفاوت زیادی با ایستگاه خوانسار ندارد تاریخ آخرین یخبندان پاییزه در بین ایستگاه-های استان اصفهان تفاوت چشمگیری وجود دارد.

با توجه به اینکه بین ایستگاه‌های استان اصفهان با قرار گرفتن ایستگاه‌های اصفهان ، خوانسار و شهرضا در عرض‌های بالاتر عامل افزایش اندک تعداد روزهای یخبندان و همچنین آغاز زودتر این پدیده در این ایستگاه‌ها است.

با توجه به پیشبینی مراحل رشد آخرین یخبندان بهاره (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) در همه ایستگاه‌های در مرحله ایجاد مرحلهٔ حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل می‌باشد بر این اساس کشاورزان باید اقدامات مدیریتی را برای جلوگیری از خسارت سرمازدگی بهاره را در مزارع انجام دهند، همچنین باید احتمالات کمتر یخبندان پاییزه و بهاره را را در نظر گرفت تا از خسارت‌های یخبندان پیش‌گیری نمود.

پتانسیل‌های دمایی (درجه حرارت‌های فعال)

تحقیقات جواهری (۱۳۹۴)، عزیزی و همکاران (۱۳۹۲)، و دیگران بر روی چغندرقند (پاییزه و بهاره) نشان داد ارقام (پاییزه و بهاره) بین حداقل ۲۳۰۰ درجه روز رشد تا حداکثر ۲۹۰۰ درجه روز رشد در شرایطی که دمای پایه صفر درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود نیاز دارند. در این تحقیق به دلیل کشت چغندرقند پاییزه و دمای پایه ۴ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی لازم تا رسیدگی کامل ۲۹۰۰ واحد حرارتی در نظر گرفته شد. بر اساس این محاسبه تجمع حرارتی در همه ایستگاه‌ها این مقدار تجمع حرارتی برای کاشت چغندرقند پاییزه در دسترس نیست و

از نظر تجمع دمایی با محدودیت وجود دارند. در استان کرمانشاه ایستگاه سر پل ذهاب با ارتفاع کمتر دارای بیشترین تعداد روز فعال و ایستگاه کنگاور با ارتفاع بیشتر داری کمترین روزهای فعال می‌باشد. در استان اصفهان ایستگاه خوروبیابانک با قرار گرفتن در عرض‌های پایین‌تر و ارتفاع کمتر داری بشترین تعداد روزهای فعال و ایستگاه خوانسار با قرار گرفتن در عرض‌های بالاتر و ارتفاع بیشتر دارای کمترین تعداد روزهای فعال است.

مناطق مناسب برای کشت (چغندرقند پاییزه)

در استان کرمانشاه مناطق غربی این استان با وجود آنکه از نطر دمایی شرایط مناسب‌تری داشتند به علت آنکه بارش در این مناطق کمتر از سایر مناطق استان بود اما از نظر اهمیت بارش در بهینه سازی مصرف آب مناطق مناسب‌تری برای چغندرقند پاییزه نبودند. درحالی که بخش‌های شمالی از نظر بارش بیشتر مناطق مناسب‌تری برای کشت چغندرقند پاییزه هستند. اما نظر دما که اولویت اول این پژوهش می در کاشت چغندرقند پاییزه می باشد مناطق مناسب کشت نیستند.

تحیق بساطی و همکاران (۱۳۸۱) برای استان کرمانشاه با استفاده از شاخص‌های دما، بارش انطباق بسیار زیادی با تحقق حاضر داشت و شهرستان سرپل ذهاب مناطق مجاور آن را مناسب برای کشت چغندرقند پاییزه نشان داد و مناطق جوانرود روانسر و اسلام آباد مشابه تحقیق حاضر جزء مناطق مناسب کشت در این تحقیق نبودند.

در استان اصفهان با توجه به کشت چغندرقند پاییزه به دما اهمیت بیشتری نسبت به بارش داده شد برای مثال خوانسار که از نظر بارش تقریبا شرایط مناسبی داشت ولی از نظر دمای در ایستگاه خوروبیابانک شرایط مناسب‌تری نسبت به ایستگاه خوانساربرای کشت چغندرقند پاییزه تشخیص داده شد.

نکته مهم آن است که این دو استان به صورت جدا از هم مورد مطالعه قرار گرفته‌اندو مناطق مساعد برای هر استان مجزا مشخص شده است.

منابع و مآخذ

۱. احمدی، حمزه، ۱۳۸۹، **بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت سیب زمینی در سطح ایستگاهای منتخب استان ایلام**، رساله کارشناسی ارشد، استاد راهنما ،دکتر اکبر شائمی، گروه جغرافیا،دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان.

۲. ج, ش, بساطی, م. کولیوند, ع. نعمتی و ا. ا., زارعی، 1381. **بررسی امکان کشت پاییزه چغندرقند در مناطق گرم استان کرمانشاه.** چغندرقند۱۸(۲):130-119

۳.. خالدی، شهریار.۱۳۷۴. **آب و هواشناسی کاربردی**، انتشارات قومس.

۴. خدابنده، ن ، ۱۳۶۷، **زراعت غلات**، تهران، انتشارات سپهر

۵. سلیمانی، علی, خواجه پور، محمدرضا, نورمحمدی، قربان, صادقیان، سیدیعقوب. **۱۳۸۲، بررسی برخی از شاخص های فیزیولوژیکی موثر بر رشد چغندر قند تحت تاثیر تاریخ و آرایش های مختلف کاشت**، علوم کشاورزی: دوره ۹ , شماره ۱ , ۱۲۳ - ۱۰۵.

۶. ع. جلیلیان, د. مظاهری, ر. توکل افشار, ح. رحیمیان, م. عبدالهیان نوقابی و ج. گوهری. ۱۳۸۳ . **برآورد دمای پایه و بررسی روند جوانه زنی و سبزشدن ارقام منوژرم چغندرقند در درجات مختلف حرارت**. چغندرقند ۹۷-۱۱۲.

۷. کولیوند، م. ۱۳۶۶. **زراعت چغندرقند. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی**. صفحه ۲۲۶.

۸. عزیزی، محسن، ۱۳۹۲، **بررسی پتانسیل های آگروکلیمایی کشت چغندرقند دراستان اردبیل**، رساله کارشناسی ارشد، استاد راهنما، اکبر شائمی، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان.

۹. عزیزی، هما، نظامی، احمد، خزاعی، حمیدرضا، نصیری محلاتی، مهدی، ۱۳۸۷، **ارزیابی تحمل به سرمای ارقام گندم در شرایط مزرعه**، پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۲. ۳۵۲ -۳۴۳.

۱۰. م.ع. جواهری، م. رمرودی، م.ر. اصغری پور، م. دهمرده و ع.ر. قائمی. ۱۳۹۴. **پهنه بندی اقلیمی-زراعی و امکان سنجی کشت پاییزه چغندرقند در استان های خراسان رضوی و جنوبی**. چغندرقند، دوره ۳۱، شماره ۱، ۳۱-۱۷,۶.

Abe J, Guan GP, Shimamoto Y. **A gene complex for annual habit in sugar beet (Beta vulgaris L.)**. Euphytica, 1997.94: 129-135.

Ati OF, Stigter CJ, Olandipo EO. **A comparison of methods to determine the onset of the growing season in northern Nigeria**.International Journal of Climatology, 2002. 22:732–742.

Bishnoi OP. **Applied agro-climetology**. Oxford Book Company. Jaipur, India. 2010. pp540.

Javaheri MA, Najafinezhad H, AzadShahraki F. **Study of autumn sowing of sugar beet in Orzouiee area (Kerman province)**.Journal of Scientific and

Research Quarterly of Agricultural Jahad ISSN:1019-9632. No 71. 2006.(in Persian)

Milford GFJ, Jarvis PJ, Walters CA. **Vernalization-intensity model to predict bolting in sugar beet**. Journal of Agricultural Sciences, 2010. 148:127–137.

Reidsma P, Ewert F, Boogaard HL, Van Diepen CA. **Regional crop modeling in Europe. The impact of climatic conditions and farm characteristics on maize yields**. Agricultural Systems. 2009. 100:51-60.

Reinsdorf E, Koch HJ. **Modeling crown temperature of winter sugar beet and its application in risk assessment for frost killing in Central Europe.** Agric. For Meteorology, 2013. 182–183, 21–30.

Sanjani S. **Agro-Ecological zoning and yield gap for wheat, sugar beet and corn in Khorasan Province (PhD thesis)**. Faculty of Agriculture, Ferdosi University; 2013. (In Persian, abstract in English).