

## ارزیابی قابلیت‌های آگروکلیمایی استان‌های کرمانشاه و اصفهان از نظر استعداد کشت چغندر قند پاییزه

دریافت مقاله: ۹۶/۵/۸ پذیرش نهایی: ۹۶/۹/۲۲

صفحات: ۱۵۹-۱۷۵

زهرا حجازی زاده<sup>۱</sup>: استاد اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی.

Email: hejazizadeh@tmu.ac.ir

داریوش فتح الله طالقانی: دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، 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 چغندر قند پاییزه مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجایی که مهمترین پارامتر اقلیمی موثر بر کشت چغندر قند دما است، از آمار درجه حرارت‌های روزانه ایستگاه‌های منتخب با طول دوره آماری ۱۰ ساله (۱۳۹۴-۱۳۸۶) برای محاسبه و تحلیل‌های آگروکلیمایی استفاده شده است. به منظور بررسی آگروکلیمایی کشت چغندر قند 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 ایستگاه‌های 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 ایستگاه‌ها بر اساس

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول، تهران، دانشگاه خوارزمی، ۰۹۱۲۱۰۹۲۴۰۵، Email: hejazizadeh@tmu.ac.ir

دمای پاییزه در نظر گرفته شد، در استان کرمانشاه ایستگاه سرپل ذهاب زودترین 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، چغدرقند 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 چغدرقند 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 چغدرقند به دلیل استفاده از نزولات جوی و همچنین وقوع خشکسالی های اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (کولیوند، ۱۳۶۶). بهاره شدن<sup>۲</sup> و ساقه روی<sup>۳</sup> به همراه خسارت یخ زدگی عامل اصلی در عدم گسترش کشت پاییزه چغدرقند می باشند (Reinsdorf and Koch, 2013). شناسایی مناطق مستعد کشت چغدرقند پاییزه از اولویت های وزارت جهادکشاورزی و موسسه تحقیقات چغدرقند می باشد. با توجه گستردگی استان های تحت مطالعه 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 آگروکلوزیک<sup>۴</sup> می باشد (javaheri et al., ۲۰۰۶). پهنه بندی آگروکلوزیک 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

<sup>2</sup> Vernalization

<sup>3</sup> Bolting

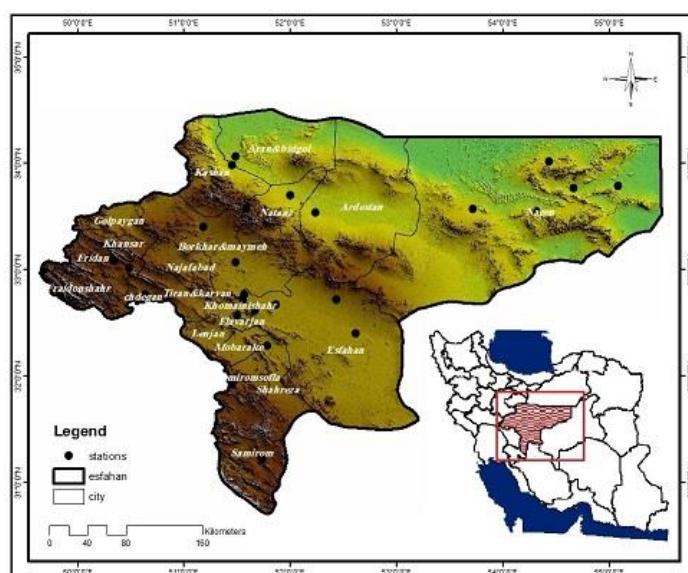
<sup>4</sup> Agro-ecological zoning

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های 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 آگروکلولوژیک به منظور تعیین پتانسیل کشت بهاره چغnderقند در استان خراسان بزرگ نشان داد، چهار درصد از اراضی این استان کاملاً مناسب، ۱۸ درصد اراضی جزو پهنه مناسب و ۳۲ درصد اراضی نیز جزو پهنه متوسط کاشت می‌باشند. در نهایت ۴۶ درصد اراضی که عمدتاً در مناطق جنوبی استان خراسان رضوی و بخش عمده‌ای از خراسان جنوبی واقع شده‌اند برای کاشت بهاره چغnderقند نامناسب می‌باشند (Sanjani, 2013). گیاهان یک ساله چغnderقند دارای این توانایی می‌باشند که بدون نیاز به بهاره شدن و یا در شرایط روز کوتاه ساقه گل دهنده تولید می‌نمایند. گیاهان دو ساله چغnderقند برای تولید ساقه گل دهنده و گل، هم به بهاره شدن و هم به روز بلند نیاز دارند (Abe et al., 1977). آستانه تعداد ساعت‌بهاره شدن در زراعت پاییزه چغnderقند ۱۴۰ ساعت بوده و ارقام مقاوم تا ۱۶۵ ساعت را نیز تحمل می‌نمایند (Milford et al., 2010). محققین نشان دادند هر چه 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 چغnderقند ۱۰ تا ۳۵ درصد خسارت یخ زدگی اتفاق می‌افتد (Reinsdorf and Koch, 2013). از مهم ترین محسن‌تعیین فنولوژی یک گیاه استفاده بهینه از عوامل اکولوژی در جهت افزایش عملکرد آن می‌باشند؛ زیرا با توجه به آمار هواشناسی در هر منطقه و داشتن؛ نیاز حرارتی هر مرحله فنولوژی و کل دوره رشد گیاه می‌توان 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 می‌باشد. (خالدی، ۱۳۷۴). جلیلیان و همکاران (۱۳۸۳) در تحقیقی در مورد برآورد دمای پایه و بررسی روند جوانه زنی، سیزشدن ارقام منوژرم چغnderقند 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 می‌باشد. درصد جوانه زنی بذر چغnderقند در دمای ۱۲ تا ۲۷ درجه سانتی گراد بیشترین مقدار بود؛ اما دمای اپتیمم جوانه زنی دامنه‌هایی از ۲۴ تا ۲۷ درجه می‌باشد؛ که بیشترین سرعت جوانه زنی وجود دارد. ارقام چغnderقند مورد بررسی به طور متوسط تا زمان ۵۰ درصد جوانه زنی به حدود ۵۱ درجه روز و برای سیزشدن در شرایط مزرعه به ۵۴۱ درجه روز واحدگرماهی نیاز دارند. با درنظر گرفتن شرایط منحصر به فرد اقلیمی کشور به نظر می‌رسد که معرفی پهنه‌های

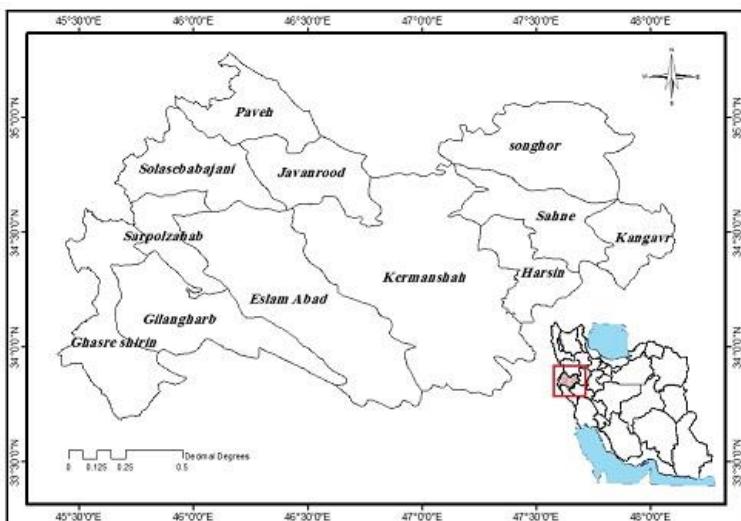
جديد تولید چندرقند پاییزه درکشور امکانپذیر بوده و توسعه آن باعث تحول در زراعت این محصول استراتژیک خواهد گردید.

### روش تحقیق

این تحقیق به منظور ارزیابی و پنهنه بندی عناصر اقلیم - کشاورزی چندرقند پاییزه در استان های کرمانشاه، اصفهان با استفاده از نرم افزار GIS انجام خواهد شد. برای بررسی مرحله فنلوجی چندرقند 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 چندرقند پاییزه در مناطق مورد مطالعه، آمار و داده های لازم ایستگاه های سینوپتیکی و کلیماتولوژی منتخب استان های کرمانشاه، اصفهان از شبکه جامع ایستگاه های هواشناسی برای کل استان های کرمانشاه، اصفهان شامل ۱۲ ایستگاه سینوپتیک (کرمانشاه، اسلام آباد، روانسر، سرپل ذهاب، کنگاور، اصفهان، کاشان، خوانسار، شهر رضا، خورو بیابانک، اردستان و نایین)، می باشد. برای این پژوهش از داده های هواشناسی طی دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۹۴ شکل (۱) و (۲) موقعیت ایستگاه های سینوپتیک استان های کرمانشاه و اصفهان را نشان می دهد. 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 جمع‌بندی 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. در این 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 چوندرقند پاییزه باید به ۲۹۰ 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 چوندرقند پاییزه ۴ درجه سانتیگراد محاسبه شده است. و از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

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

رابطه (۱):

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

$T_M$  = درجه حرارت حداقل 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 چوندرقدن پاییزه ۴ مرحله فنولوژیکی مهم وجود دارد و هر مرحله یک دمای اپتیمیم یا بهینه را داراست، که حداکثر رشد آن در این دمای بهینه می‌باشد. با شناسائی و تعیین این اپتیمیم‌ها 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 اپتیمیم‌ها یا درجه حرارت‌های بهینه تعیین گردیده و سپس با در نظر گرفتن میانگین آمار روزانه، مقادیر انحراف از شرایط بهینه برای بهای مختلف هر ماه محاسبه می‌گردد، بدین منظور ابتدا هر ماه را به سه دهه مختلف تقسیم کرده و سپس میانگین هر کدام از دهدها را محاسبه می‌شود. در مرحله بعد سپس اختلاف میانگین‌های به دست آمده از حدود اپتیمیم 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 حرارت‌های 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

ردیف	نام ایستگاه	آغاز	پایان	زمان	آستانه‌ها									
					۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۴۰۴۵	۲۳۳۲	۲۶۶۸	۲۱۲۰	۱۶۹۲	۱۴۳۴	۱۲۴۸	۱۱۵۶	۱۱۰۹	۱۰۶۴	۹۱۲	۵۸۵	۰		
۳۸۵۵	۲۱۴۲	۲۴۷۹	۱۹۳۱	۱۵۰۳	۱۲۴۵	۱۱۲۰	۱۰۳۱	۱۰۲۱	۹۱۲	۵۸۵	۴			
۳۱۶۰	۲۴۴۴	۱۷۸۳	۱۲۳۵	از ۱	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۸۰۷	۵۸۵	۱۰		
۴۳۵۱	۲۵۷۰	۲۸۴۸	۲۲۴۷	۱۷۸۷	۱۵۱۴	۱۳۶۰	۱۲۵۲	۱۱۹۴	۱۱۲۶	۹۵۱	۵۹۰	۰		
۴۰۲۷	۲۲۴۶	۲۵۲۴	۱۹۲۳	۱۴۶۳	۱۱۹۰	۱۰۴۷	۱۱۲۰	۱۱۰۸	۹۵۱	۵۹۰	۴			
۳۶۱۱	۲۸۳۰	۲۱۰۸	۱۵۰۷	از ۱۹	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۹۰۸	۵۹۰	۱۰		
۴۵۳۰	۲۷۵۲	۳۰۳۷	۲۴۲۴	۱۹۵۱	۱۶۴۱	۱۴۵۶	۱۳۲۸	۱۲۳۳	۱۱۳۸	۹۵۵	۵۸۷	۰		
۴۲۸۶	۲۶۰۷	۲۸۸۲	۲۲۸۰	۱۸۰۶	۱۴۹۶	۱۳۱۲	۱۱۸۳	۱۱۵۶	۱۱۳۸	۹۵۵	۵۸۷	۴		
۳۶۴۰	۲۸۶۱	۲۱۳۶	۱۵۳۴	۱۰۸۰	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۹۱۰	۵۸۷	۱۰		
۳۶۹۱	۳۰۰۱	۲۳۵۴	۱۸۲۳	۱۴۱۹	۱۱۷۰	۱۰۶۶	۹۷۳	۹۴۴	۹۳۱	۸۲۰	۵۱۱	۰		
۳۴۵۸	۲۷۶۸	۲۱۲۱	۱۵۹۰	۱۱۸۶	۹۳۷	۱۰۹۹	۱۰۹۹	۱۰۷۸	۱۰۵۱	۸۲۰	۵۱۱	۴		
۲۹۶۷	۲۲۷۷	۱۶۳۰	۱۰۹۹	از ۱	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۶۹۵	۵۱۱	۱۰		
-		۶۵۷۲	۶۳۱۴	۵۹۴۰	۵۴۷۲	۴۷۵۴	۳۸۲۰	۳۹۲۱	۲۱۵۲	۱۵۰۲	۳۸۸	۰		
۶۳۵۴	۵۴۱۹	۴۵۱۹	۳۷۵۰	۳۱۱۷	۲۶۷۰	۲۳۱۷	۲۰۵۰	۱۸۲۰	۱۵۶۲	۱۱۲۱	۷۱۹	۴		
۵۵۵۱	۴۶۱۶	۳۷۱۷	۲۹۴۸	۲۳۱۴	۱۸۶۷	۱۵۱۵	۱۴۷۳						۱۰	
۴۴۰۶	۳۷۳۹	۲۹۶۱	۲۱۷۹	۱۵۷۴	۱۱۵۷	۸۶۵	۷۵۴							
۴۴۲۷	۳۶۶۰	۲۸۸۱	۲۱۰۰	۱۴۹۵	۱۰۷۷	۷۸۶	۷۱۰						۵	

**ارزیابی قابلیت‌های آگروکلیمایی استان کرمانشاه و اصفهان از نظر ...**

۱۶۷	۴۰۰	۳۳۳۲	۲۵۵۴	۱۷۷۲	۱۱۶۷	۷۵۰ از ۱۶	-	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۵۷۷ تا ۱۱	۴۶۹	۱۰	
۴۹۰۱	۴۲۱۵	۳۴۲۶	۲۶۴۹	۲۰۱۷	۱۵۴۸	۱۲۳۶	۱۰۲۶ از ۲۰	۹۸۷ تا ۲۴	۹۴۵	۸۱۶	۵۱۳	۰		
۴۷۷۸	۴۰۹۲	۳۳۰۳	۲۵۲۷	۱۸۹۴	۱۴۲۵	۱۱۱۳ تا ۲	غیر فعال	غیر فعال	۹۰۷ تا ۱۹	۸۱۶	۵۱۳	۵		کاشان
۴۲۴۵	۳۵۵۹	۲۷۷۰	۱۹۹۴	۱۳۶۱	۸۹۲ از ۱۶	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۷۱۳ تا ۱۷	۵۱۳	۱۰			
۴۳۹۲	۳۷۳۶	۲۹۶۲	۲۱۹۲	۱۵۸۷	۱۱۶۳	۸۸۸	۷۵۲ از ۲۵	۷۴۶ تا ۲۲	۷۰۳	۴۶۵	۰			
۴۳۰۶	۳۶۴۰	۲۸۶۶	۲۰۹۶	۱۴۹۱	۱۰۶۸	۷۹۲ از ۱۶	غیر فعال	غیر فعال	۶۹۶ تا ۲۸	۴۶۵	۵			خوانسار
۳۸۶۶	۳۲۰۰	۲۴۲۶	۱۶۵۶	۱۰۵۱	۶۲۷ از ۲۷	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۵۷۲ تا ۱۱	۴۶۵	۱۰			
۴۵۵۶	۳۹۰۲	۳۱۴۵	۲۳۹۶	۱۷۹۴	۱۳۴۶	۱۰۳۶	۸۵۸ از ۱۹	۸۳۹ تا ۳	۸۳۴	۷۴۵	۴۸۲	۰		
۴۴۴۱	۳۷۸۷	۳۰۳۰	۲۲۸۱	۱۶۷۹	۱۲۳۱	۹۲۱ از ۷	غیر فعال	غیر فعال	۷۶۴ تا ۴	۷۴۵	۴۸۲	۴		
۳۹۹۶	۳۳۴۴	۲۵۸۵	۱۸۳۷	۱۲۳۴	۷۸۶ از ۱۵	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۶۰۱ تا ۱۰	۴۸۲	۱۰			
۵۸۲۲	۵۵۰۴۴	۴۱۶۸	۳۳۰۰	۲۵۲۵	۱۹۶۱	۱۵۴۹	۱۲۹۹ از ۷	۱۲۰۱ تا ۲۴	۱۱۳۸	۹۷۸	۶۱۴	۰		
۵۶۷۴	۴۸۹۶	۴۰۲۲	۳۱۵۲	۲۳۸۷	۱۸۱۳	۱۴۰۱	۱۱۵۱ از ۲۵	۱۱۱۹ تا ۲۵	۹۷۸	۶۱۴	۴			
۵۲۵۶	۴۴۷۷	۳۶۰۲	۲۷۳۴	۱۹۶۹	۱۳۹۵	۹۹۲ از ۷	غیر فعال	غیر فعال	۹۰۵ تا ۲۳	۶۱۴	۱۰			
۵۰۳۲	۴۳۲۱	۳۵۲۳	۲۷۴۴	۲۱۰۱	۱۶۲۷	۱۲۹۳	۱۰۸۶ از ۱۰	۱۰۲۶ تا ۲۴	۹۷۸	۸۴۰	۵۲۹	۰		
۴۹۱۲	۴۲۱۲	۳۴۰۳	۲۶۲۴	۱۹۸۱	۱۵۰۸	۱۱۷۴	۹۶۶ از ۲۸	۹۵۱ تا ۲۲	۸۴۰	۵۲۹	۵			
۴۳۴۱	۳۶۴۰	۲۸۳۲	۲۰۵۲	۱۴۱۰	۹۳۷ از ۱۳	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	۸۴۰ تا ۱۵	۵۲۹	۱۰			

\*اعداد داخل جدول درجه حرارت‌های فعال را نشان می‌دهند

### بورسی روش انحراف از شرایط بهینه

در این تحقیق برای چندرقند پاییزه چهار مرحله فنولوژیکیه جوانه‌زدن، هشت برگی، مرحله حجمی 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 چندرقند پاییزه با توجه به بررسی انجام شده بهترین رقم‌های کاشت شامل رقمهای مولتیژرم دز و BR1 و رقمهای منوژرم شامل رسول و شریف هستند که در منطقه فراوانی بیشتری دارند مبنای قرار گرفته است. جدول (۲) میزان انحراف از شرایط بهینه برای هر مرحله فنولوژیکی بر پایه میانگین درجه حرارت روزانه در سطح ایستگاه‌های منتخب استان‌های کرمانشاه و اصفهان را نشان می‌دهد. بر این اساس در استان کرمانشاه در جوانه‌زدن، هشت برگی، مرحله حجمی شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل، ایستگاه سرپل ذهاب دارای انحراف کمتر و شرایط بهینه بیشتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برای کشت چندرقند پاییزه می‌باشد و بقیه ایستگاه‌ها به دلیل سرمای زیاد همچنین نداشتن شرایط فنولوژیکی گیاه چندرقند پاییزه شرایط کشت در این ایستگاه‌ها وجود ندار. در نتیجه ایستگاه سرپل ذهاب نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارای انحراف از شرایط بهینه کمتر می‌باشد این به این معناست، که این ایستگاه از شرایط بهینه دمایی برای کشت چندرقند 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 مرحله حجمی شدن ریشه و تجمع قند ایستگاه خوروبیابانک و کاشان و نایین دارای انحراف کمتر می‌باشد. به صورت کلی ایستگاه‌های خوروبیابانک و کاشان و نایین بهترین شرایط دمایی را برای کشت چندرقند پاییزه را دارا می‌باشند. و بقیه ایستگاه‌ها به دلیل سرمای زیاد همچنین نداشتن شرایط فنولوژیکی گیاه چندرقند پاییزه شرایط کشت در این ایستگاه‌ها وجود ندارد.

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

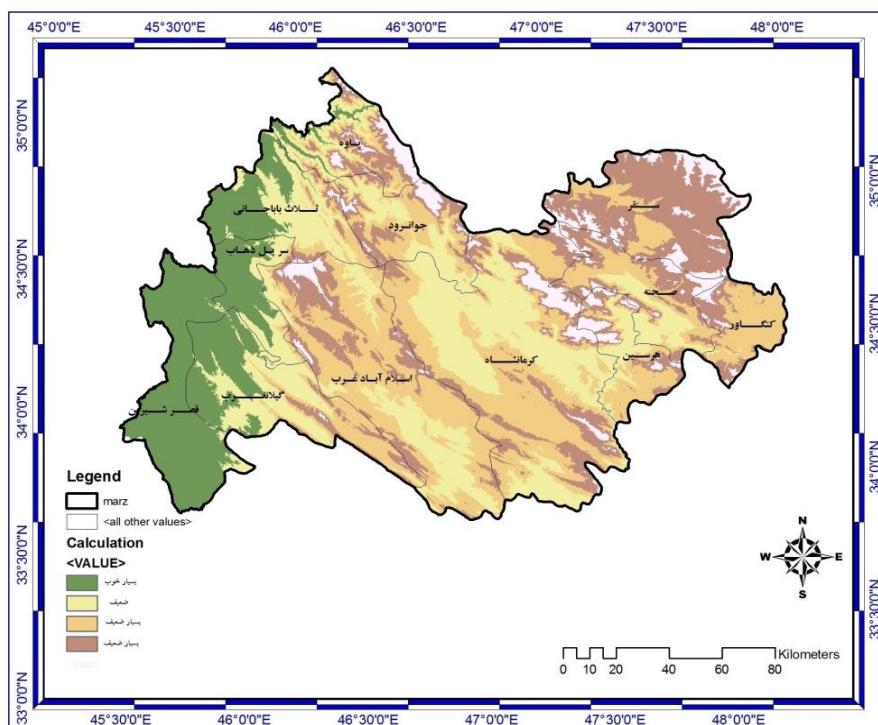
مجموع انحرافات	رسیدن کامل		مرحله حجیم شدن ریشه و تجمع قند		هشت برگی		جوانه‌زن		مراحل رشد ایستگاه
	انحراف از شرایط بهینه	بهینه	انحراف از شرایط بهینه	بهینه	انحراف از شرایط بهینه	بهینه	انحراف از شرایط بهینه	بهینه	
-	-	۳۵	-	۲۳	-	۱۷	-۸/۶۴	۱۰	اسلام- آبادغرب
-	-	۳۵	-	۲۳	-	۲۵	-	۱۴	روانسر
-۱۹/۷۲	-۳/۷۲	۳۵	-۳/۸۷	۲۳	-۵/۴۷	۲۵	-۶/۶۷	۱۴	سرپل ذهاب
-	-	۳۵	-	۲۳	-	۲۵	-۱۰/۵۸	۱۴	کرمانشاه
-	-	۳۵	-	۲۳	-	۲۵	-۸/۳۷	۱۴	کنگاور
-۲۴	-۶/۰۸	۳۵	-۵/۶۴	۲۳	-۶/۰۵	۲۵	-۶/۲۳	۱۴	شهرضا
-	-	۳۵	-	۲۳	-	۲۵	-۷/۵۹	۱۴	خوانسار
-۲۲/۱۵	-۵/۱۲	۳۵	-۵/۶۱	۲۳	-۵/۴۰	۲۵	-۵/۸۲	۱۴	کاشان
-۲۴/۴۶	-۶/۸۵	۳۵	-۵/۳۰	۲۳	-۵/۸۶	۲۵	-۶/۴۵	۱۴	نایین
-	-	۳۵	-	۲۳	-	۲۵	-۷/۴۴	۱۴	اصفهان
-۲۱/۷۸	-۴/۸۷	۳۵	-۵/۸۹	۲۳	-۵/۳۴	۲۵	-۵/۶۸	۱۴	خوروبیانک

### مناطق مناسب کاشت

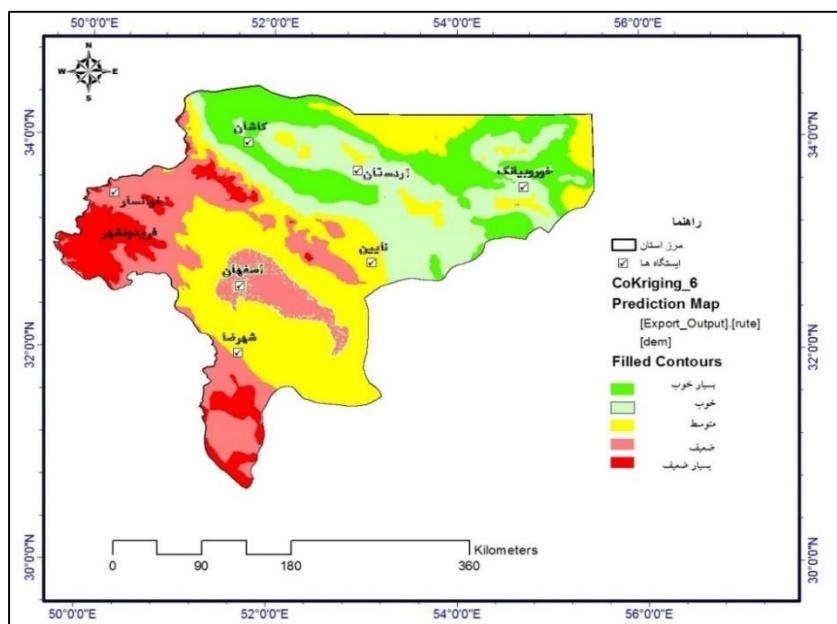
مناطق مناسب برای کشت (چند رند پاییزه) در استان‌های کرمانشاه و اصفهان از نظر فنولوژیکی برای مشخص شدن مناطق مناسب چند رند پاییزه از نظر مراحل فنولوژیک از مقادیر انحراف از شرایط بهینه استفاده می‌شود (جدول ۲) این مقادیر بر اساس مجموع آستانه‌های حداقل وحداکثر تقسیم بر دو (متوسط هر طبقه) به دست آمده است. سپس 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 نرم افزار GIS شکل‌های (۳ و ۴) ترسیم گردید است.

\* با توجه به اینکه تغییرات 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 تحلیل‌های آگرولوکلیمایی بهترین مناطق کشت چغندر قند پاییزه در استان کرمانشاه مناطق غربی استان کرمانشاه (سرپل ذهاب و قصرشیرین و گیلانغرب) 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). پنهانه بندی مجموع مراحل فنولوژیکی (جوانه زدن، هشت برگی، مرحله حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل) بر اساس انحراف از شرایط بهینه چغندر قند پاییزه از نظر دمایی در استان کرمانشاه



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

### نتیجه گیری

#### رژیم حرارتی

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

#### یخندان

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

در استان کرمانشاه کمترین تعداد روز یخندان همچنین دیرترین احتمال یخندان پاییزه و زودترین احتمال یخندان بهاره (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) در ایستگاه سرپل ذهاب بود. همچنین بیشترین تعداد روز یخندان زودترین احتمال وقوع یخندان پاییزه و دیرترین احتمال وقوع یخندان 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 یخندان زودترین احتمال وقوع یخندان پاییزه و دیرترین احتمال وقوع یخندان 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 یخندان پاییزه (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) در ایستگاه شهرضا رخ می‌دهد که تفاوت زیادی با ایستگاه خوانسار ندارد تاریخ آخرین یخندان پاییزه در بین ایستگاه‌های 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 یخندان و همچنین آغاز زودتر این پدیده در این ایستگاه‌ها است.

با توجه به پیش‌بینی مراحل رشد آخرین یخندان بهاره (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) در همه ایستگاه‌های در مرحله ایجاد مرحله حجمی شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل می‌باشد بر این اساس کشاورزان باید اقدامات مدیریتی را برای جلوگیری از خسارت سرمآذگی بهاره را در مزارع انجام دهند، همچنین باید احتمالات کمتر یخندان پاییزه و بهاره را در نظر گرفت تا از خسارت‌های یخندان 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 حداً کش 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 بیشترین 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 (چغnderقند پاییزه)

در استان کرمانشاه مناطق غربی این استان با وجود آنکه از نظر 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 چغnderقند پاییزه نبودند. در حالی که بخش‌های شمالی از نظر بارش بیشتر مناطق مناسب‌تری برای کشت چغnderقند پاییزه هستند. اما نظر دما که اولویت اول این پژوهش می‌در کاشت چغnderقند پاییزه می‌باشد مناطق مناسب کشت نیستند.

تحقیق 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 چغnderقند 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 چغnderقند پاییزه به دما اهمیت بیشتری نسبت به بارش داده شد برای مثال خوانسار که از نظر بارش تقریباً شرایط مناسبی داشت ولی از نظر دمای در ایستگاه خوروبیابانک شرایط مناسب‌تری نسبت به ایستگاه خوانسار برای کشت چغnderقند پاییزه تشخیص داده شد.

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

#### منابع و مأخذ

- احمدی، حمزه، ۱۳۸۹، بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت سیب زمینی در سطح ایستگاه‌های منتخب استان ایلام، رساله کارشناسی ارشد، استاد راهنمای دکتر اکبر شائemi، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان.

۲. ج. ش، بساطی، م. کولیوند، ع. نعمتی و ا. ا. زارعی، ۱۳۸۱. بررسی امکان کشت پاییزه چندرقند در مناطق گرم استان کرمانشاه. چندرقند ۱۸(۲): ۱۱۹-۱۳۰.
- 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 شاخص‌های فیزیولوژیکی موثر بر رشد چغندر قند تحت تاثیر تاریخ و آرایش‌های مختلف کاشت، علوم کشاورزی: دوره ۹، شماره ۱، ۱۲۳ - ۱۰۵.
۶. ع. جلیلیان، د. مظاہری، ر. توکل افشار، ح. رحیمیان، م. عبدالهیان نوقابی و ج. گوهري. ۱۳۸۳ . برآورد دمای پایه و بررسی روند جوانه زنی و سبزشدن ارقام منوزرم چغندرقند در درجات مختلف حرارت. چندرقند ۹۷-۱۱۲.
۷. کولیوند، م. ۱۳۶۶. زراعت چندرقند. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی. صفحه ۲۲۶.
۸. عزیزی، محسن، ۱۳۹۲، بررسی پتانسیل‌های آگروکلیمایی کشت چغندرقند در استان اردبیل، رساله کارشناسی ارشد، استاد راهنمای، اکبر شائemi، 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. ۳۴۳-۳۵۲.
۱۰. م.ع. جواهری، م. رمودی، م.ر. اصغری پور، م. دهمردی و ع.ر. قائمی. ۱۳۹۴. پهنه بندی اقلیمی-زراعی و امکان سنجی کشت پاییزه چندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی. چندرقند، دوره ۳۱، شماره ۱، ۳۱-۱۷۶.

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-climatology**. 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).