



## استفاده از پهنه‌بندی آگروکلیمایی در تعیین دوره رشد مناسب، تاریخ کاشت و برداشت کاشت پاییزه چغندر قند در استان کرمان

محمدعلی جواهری<sup>۱</sup>، مهدی نادى<sup>۲</sup>، حمید نجفی نژاد<sup>۳</sup>

دریافت: ۹۷/۶/۳۰ پذیرش: ۹۷/۸/۲۶

### چکیده

کم آبی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید چغندر قند در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران است. کاشت پاییزه چغندر قند کارایی مصرف آب و مزیت‌های زراعی بیشتری از کاشت بهاره آن دارد. با توجه به عدم سابقه کاشت پاییزه چغندر قند در استان کرمان، استفاده از روش پهنه بندی اقلیمی-زراعی، که همزمان فاکتورهای مختلف موثر بر رشد چغندر قند را در نظر می‌گیرد، مناسبترین و سریع‌ترین روش جهت تعیین مناطق مستعد به کشت این گونه گیاهی می‌باشد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از آمار بلند مدت هواشناسی احتمال وقوع هر مرحله رشدی و دماهای آستانه بدست آمد. با توجه به تاثیرپذیری بسیار زیاد متغیرهای دمایی از ارتفاع، از معادلات گرادیان سه بعدی برای پهنه بندی این عوامل در سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. نتایج نشان داد در مناطق جنوبی و شرق استان کرمان تاریخ کاشت مناسب اول تا بیستم آبان می‌باشد. اما برای جنوب شهرستان بافت تاریخ دهم مهر ماه تا اول آبان برای کاشت مناسب است. برای قسمت‌های وسیعی از شهرستان‌های رفسنجان، سیرجان، زرنند و بردسیر تاریخ کاشت بیستم شهریور تا دهم مهرماه مناسب است. در مورد تاریخ برداشت چغندر قند برای مناطق جنوبی استان کرمان پانزدهم اردیبهشت تا اول خرداد بدست آمد. این مناطق بدلیل محدودیت‌های دمایی از طول دوره رشد کمتری نسبت به نواحی مرکزی برخوردار بوده‌اند. با این حال این مناطق درصد روزهای مناسب رشد و همچنین GDD بیشتری نسبت به نواحی مرکزی داشته‌اند. بنظر می‌رسد مناطق جنوبی استان شامل شهرستان‌های منوجان، جیرفت، ارزویه و عنبرآباد که با احتمال کمتر از ۳۰ درصد با خطر بهاره شدن و ساقه‌دهی روبرو می‌باشند کاملاً مناسب کاشت چغندر قند پاییزه هستند.

واژه‌های کلیدی: بهاره شدن، تاریخ کاشت، پهنه‌بندی، چغندر قند، کاشت پاییزه

جواهری، م.ع.، نادى، ح.، نجفی نژاد. ۱۳۹۹. استفاده از پهنه‌بندی آگروکلیمایی در تعیین دوره رشد مناسب، تاریخ کاشت و برداشت کاشت پاییزه چغندر قند در استان کرمان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴۱: ۱۶۱-۱۴۸.

۱- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران- مسئول مکاتبات. javaheri310@yahoo.com

۲- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی زراعی، گروه مهندسی آب، ساری، ایران

۳- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

## مقدمه

پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی<sup>۱</sup> مناسب‌ترین روشی است که با هزینه کم و در زمان کوتاهی امکان شناسایی مناطق مستعد را فراهم می‌نماید. پهنه‌بندی آگرواکولوژیک این قابلیت را دارد که بر اساس تحلیل تغییرات شاخص‌های اقلیمی و با توجه به دوره رشد و نمو گیاه، خطر تولید را پیش‌بینی نماید (آتی و همکاران، ۲۰۰۲، بیشنو، ۲۰۱۰). به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار در کشاورزی باید قبل از هرگونه برنامه‌ریزی در زمینه کشاورزی، نواحی اقلیمی کشاورزی هر منطقه تعیین و تعریف گردد (بیشنو، ۲۰۱۰).

کاشت پاییزه چغندر قند مزیت‌های زراعی و اقتصادی بیشتری از کاشت بهاره دارد. این نوع کشت به دلیل خطر بهاره شدن<sup>۲</sup> و ساقه‌دهی<sup>۳</sup> به همراه خسارت یخ‌زدگی گسترش نیافته است (رینسدورف و کچ، ۲۰۱۳). ساقه روی موجب کاهش عملکرد محصول از طریق کاهش وزن ریشه و عیار قند و همچنین سخت و فیری شدن ریشه‌ها می‌شود. گیاهان به ساقه رفته مشکلاتی در ماشین‌آلات برداشت در مزرعه و ماشین‌های آسیاب و تهیه خلال در کارخانه ایجاد می‌کنند (عزیز پور و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی امکان کاشت پاییزه و تعیین تاریخ کاشت و برداشت مناسب هزینه‌های بالایی دارد که مانع توسعه کاشت پاییزه در این دو استان شده است.

کشت پاییزه چغندر قند از منافع اقتصادی بیشتری نسبت به کشت بهاره برخوردار است (جاگارد و ورکر، ۱۹۹۹). دانشمندان نشان دادند که کار آبی مصرف آب در تولید ساکارز در کشت پاییزه (۱/۰۸ گرم در کیلوگرم) بیشتر از کاشت بهاره (۰/۸۴ گرم در کیلوگرم) است. همچنین آن‌ها بیان نمودند در کشت پاییزه چغندر قند نسبت به کشت بهاره ۲۶٪ در مصرف آب صرفه گردیده و عملکرد شکر سفید در هکتار افزایش می‌یابد (رینالدی و ونلا، ۲۰۰۶).

در مطالعاتی که توسط کافکا (۱۹۹۶) در ایالات متحده آمریکا صورت گرفته، از کشت پاییزه چغندر قند به‌عنوان محصولی مناسب در کشاورزی پایدار یاد شده است و توسعه آن در مناطق مستعد این کشور مورد تأکید قرار گرفته است. در آینده با گرم شدن کره زمین سطح کشت پاییزه چغندر قند افزایش خواهد یافت (توماس، ۱۹۸۹).

ساقه‌دهی شدیداً نسبت به تاریخ کاشت حساسیت نشان می‌دهند به‌طوری‌که کاشت در تاریخ ۸۴/۶/۳۱ نسبت به تاریخ کاشت ۸۴/۷/۳۰ از نظر میزان و درصد ساقه‌دهی ۴۱٪ افزایش داشته و لذا کشت مه‌ماه نسبت به شهریور برتری داشته است (محرم زاده، ۱۳۸۶).

جوهری و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی در شهرستان ارزوئیه (استان کرمان) بیان داشت که تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه در همه تاریخ‌های کشت در سطح یک درصد معنی‌دار است. عملکرد ریشه تاریخ کاشت اول (اول شهریور) کاهش پیدا کرده و عملکرد ریشه در تاریخ کاشت سوم (دهم مه‌ماه) نیز ۳۷/۹ درصد کمتر از تاریخ کاشت اول بوده است، اثر کاهشی تأخیر در کاشت باگذشت زمان بیشتر شده است. همچنین تأخیر در کاشت را نمی‌توان با عقب انداختن برداشت جبران نمود.

همچنین جوهری و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیق دیگری نشان داد که دوره رشد چغندر قند در کاشت پاییزه بعد از ۲۴۰ روز کامل گردیده و پس‌از آن CGR منفی می‌شود. منفی شدن CGR به علت ریزش برگ‌های مسن، غیرفعال شدن برگ‌های قدیمی و درجه حرارت بالای خردادماه است (جوهری و همکاران، ۱۳۸۴).

پالوا و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند خسارت یخ‌زدگی در گیاهانی که توانایی مقاوم شدن به سرما را ندارند، مانند گیاه چغندر قند نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از عوامل تعیین‌کننده تاریخ کاشت خسارت مستقیم یخ‌زدگی بر روی گیاه چه چغندر قند است (درایکوت، ۲۰۰۶). جوانه‌زنی بحرانی‌ترین مرحله زندگی هر گیاهی است. پدید آمدن عوامل نامساعد از جمله دما بر استقرار بوته‌ها در مزرعه تأثیر زیادی دارد (آلبوکیورکیو و کاروالهو، ۲۰۰۳).

واحدهای گرمائی مورد نیاز از کاشت تا سبز شدن به‌طور متوسط ۱۵۴ درجه روز شد و حداقل دمایی که باعث خسارت یخ‌زدگی در گیاه چه چغندر قند بعد از سبز شدن می‌شود ۲- درجه سانتی‌گراد است (جلیلیان، ۱۳۸۴ و جلیلیان و همکاران، ۱۳۸۳). هولن و دکستر (۱۹۹۶) گزارش دادند که چغندر قند به ۳۶۰ درجه روز (GDD) از کاشت تا پایان مرحله چهار برگی نیاز دارد. چغندر قند تا پایان چهار برگی به دماهای ۴- درجه سانتی‌گراد حساس بوده و خسارت می‌بیند (کمپبل و ای ان ضد، ۱۹۹۱). در تحقیقی اثر تاریخ برداشت بر عملکرد و کیفیت انواع چغندر قند را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند تاریخ برداشت حداقل ۲۱۰ روز پس از کاشت، باعث عملکرد بیشتر

1 - Agro-climatic zoning

2 - Vernalisation

3 - Bolting

استان پهناور کرمان در جنوب شرقی فلات ایران واقع شده و به لحاظ وسعت مقام اول را در کشور دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه جنوبی، از شرق به استان سیستان و بلوچستان، از شمال غرب و غرب به استان یزد و از جنوب غرب به استان فارس و از جنوب به استان هرمزگان محدود می‌گردد (شکل ۱).

در بسیاری تحقیقات درصد بهاره‌شده در زراعت چغندر قند پاییزه بر اساس تعداد روزهای سرد محاسبه می‌گردد. همچنین مدل‌های قبلی این حقیقت‌ها را که دماهای بین صفر و ۱۲ درجه سانتی‌گراد از نظر کمی دارای اثر متفاوتی بر روی بهاره‌شده می‌باشند، را در نظر نمی‌گیرد (بوسمارک، ۱۹۹۳). لذا در این تحقیق از معادله (۱) برای تخمین بهاره‌شده استفاده گردید که وزن‌های مختلفی را برای دماهای مؤثر بر بهاره‌شده (۰-۱، ۱-۲، ۲-۳ تا ۱۳-۱۴ درجه سانتی‌گراد) محاسبه می‌کند (میلفورد و همکاران، ۲۰۱۰).

معادله (۱)

$$y = -1.256 + (1.260 + 0.131x) \times 0.9357x$$

در معادله (۱)  $y$  وزن سرمادهی و  $x$  دمای ساعتی ویژه است. با استفاده از فرمول فوق وزن مؤثر هر دما در بهاره‌شده محاسبه گردید. سپس وزن سرمادهی جایگزین دماهای ساعتی در طول روز گردید. با جمع جبری اعداد حاصل جمع ساعات بهاره‌شده به دست آمد. نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع کمتر از ۲۵ درصد مجموع ساعات بهاره‌شده در مناطق مورد مطالعه در محیط GIS رسم گردید. این روش نیاز به دماهای ساعتی روزانه دارد. برای محاسبه دماهای ساعتی روزانه از معادله (۲) استفاده گردید (میلفورد و همکاران، ۲۰۱۰).

معادله (۲)

$$T = (T_m + T_a) * \sin(\pi/12(h - h_x + \phi))$$

در معادله ۲،  $T$  دمای ساعت به ساعت،  $h$  ساعت در روز،  $T_m$  میانگین دمای روزانه،  $T_a$  دامنه دمای روزانه و  $h_x$  ساعتی که در آن  $T_{max}$  اتفاق می‌افتد است. برای محاسبه طول روز و ساعت طلوع آفتاب از برنامه ارائه‌شده توسط سازمان ملی مطالعات اقیانوسی و اتمسفری آمریکا (NOAA) استفاده گردید (کرنوال و همکاران، ۲۰۰۱).

محاسبه درجه روز رشد (معادله ۳) بر اساس تاریخ کاشت هر ایستگاه شروع شده و سپس واحدهای حرارتی مورد نیاز برای عبور گیاه از یک مرحله نموی به مرحله بعد انجام گردید (هاندل و همکاران، ۱۹۹۷).

ریشه و قند در انواع ارقام چغندر قند خواهد شد (السید و همکاران، ۲۰۱۲).

چغندر قند مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی مشخصی ندارد. بنابراین دما مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد است. از طرفی چغندر قند یک گیاه سه کربنه است و دماهای بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد تنفس نوری را افزایش داده و باعث افزایش تنفس، کاهش ماده خشک و کاهش درصد قند می‌گردد (پولی، ۲۰۰۲) و کتر و همکاران، ۲۰۰۶).

جواهری و همکاران (۱۳۸۵)، با استفاده از روش AHP و نرم‌افزار GIS به پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی و بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی پرداختند. بر اساس نقشه پهنه‌بندی نهایی ۴/۹۰ درصد اراضی این استان‌ها بسیار مناسب، ۱۶/۷۴ درصد مناسب، ۴۷/۹۸ درصد متوسط و ۳/۳۸ درصد نامناسب برای کاشت پاییزه چغندر قند می‌باشند. مناطق بسیار مناسب بیشتر شامل قسمت‌هایی در جنوب غربی و جنوب شرقی استان خراسان جنوبی است. در استان خراسان رضوی فقط قسمتی از جنوب غربی شهرستان بردسکن برای کاشت پاییزه چغندر قند کاملاً مناسب می‌باشد. همچنین در مطالعه دیگری در استان کرمانشاه با استفاده از لایه‌های دما، بارندگی، بارندگی مؤثر و نیاز آبی پهنه‌بندی امکان کاشت چغندر قند بهاره صورت گرفت. پس از وزن دهی لایه‌های فوق با استفاده از روش سلسله مراتبی نقشه پهنه‌بندی نهایی در محیط ARC-GIS تهیه گردید. طبق نقشه حاصل استان به چهار حوزه با پتانسیل بالا، متوسط، کم و غیرقابل کشت تقسیم گردید (پارما و همکاران، ۲۰۱۴).

شناسایی مناطق مستعد کاشت چغندر قند پاییزه از اولویت‌های وزارت جهاد کشاورزی و موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند است. اولین قدم در این راستا تعیین تاریخ کاشت و برداشت مناسب می‌باشد. اجرای طرح‌های تحقیقاتی مرسوم جهت تعیین تاریخ کاشت و برداشت و از طرفی شناسایی مناطق مناسب کاشت پاییزه چغندر قند هزینه زیادی دارد. روش پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی مناسب‌ترین، ارزان‌ترین و سریع‌ترین روش جهت تعیین تاریخ کاشت و برداشت و سایر برگ خریدهای لازم جهت توسعه کاشت پاییزه چغندر قند در استان است. با توجه به اینکه سابقه کاشت پاییزه چغندر قند در استان کرمان وجود ندارد لذا در این پژوهش با استفاده از روش فوق اقدام به پهنه‌بندی استان کرمان گردید.

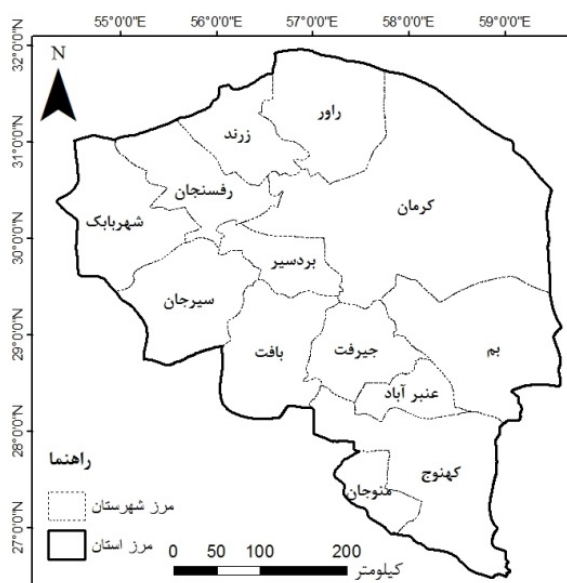
مواد و روش‌ها

معادله (۳)

$$DD = \sum_a^b \left( \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b$$

در معادله فوق Tmax حداکثر درجه حرارت روزانه، Tmin حداقل درجه حرارت روزانه، Tb درجه حرارت پایه برحسب درجه سانتی گراد هستند. همچنین a تاریخ شروع مرحله نموی گیاه زراعی و b تاریخ پایان مرحله نموی است. تاریخ برداشت مناسب نیز تاریخی است که به احتمال بیش از نود درصد ماکزیمم دمای روزانه به ۳۹ درجه سانتی گراد نرسد و یا آنکه (به احتمال بیش از ۷۵ درصد) متوسط دمای روزانه به

بیش از ۳۳ درجه سانتی گراد نرسد (دی پائو و همکاران، ۲۰۰۰). در مناطقی که محدودیت دمایی برای برداشت وجود ندارد، تاریخ برداشت نباید از ۱۵ تیر بیشتر در نظر گرفته شود. زیرا در کاشت پاییزه چغندر قند به محدودیت زمانی کار کارخانه های قند و همچنین نیاز به زمان کافی برای انجام کشت دوم باید توجه ویژه ای داشت. از طرفی نتایج تحقیقات زیادی نشان می دهد در برداشت های دیر ساقه دهی با سرعت افزایش می یابد (احمدی، ۱۳۸۸؛ جواهری و همکاران ۱۳۸۵). با توجه به محدودیت های فوق تاریخ برداشت مناسب برای هر ایستگاه تعیین گردید.



شکل ۱- نقشه محدوده مطالعاتی و مرز شهرستان های استان کرمان

پذیرفت. با توجه به اینکه یک مبدأ برای شمارش روزها در محاسبات تاریخ کاشت و برداشت و GDD بایستی در نظر گرفته شود، در این مطالعه اول مرداد به عنوان شروع شمارش روزها در نظر گرفته شده است. تحلیل داده ها و پهنه بندی نیز توسط نرم افزارهای ARC GIS و ARC view به عنوان سامانه های اطلاعات جغرافیایی انجام، و هر لایه مطالعاتی به ۴ طبقه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب تقسیم بندی گردید.

در این تحقیق جهت بررسی همگنی داده های هواشناسی از آزمون Run Test استفاده گردید. منای انتخاب ایستگاه های هواشناسی، طول دوره آماری و پیوسته بودن (نبودن آماری) ملاک قرار گرفته است. در ضمن از آمار و اطلاعات بعضی از ایستگاه های خارج از محدوده مطالعاتی به جهت داشتن آمار بلندمدت و نزدیکی به منطقه مورد مطالعه، به عنوان نقاط کمکی و نشانه برای پیدا کردن مناطق هم دما و هم باران استفاده شده است (جدول ۱).

سپس جهت محاسبه های لازم و فرمول نویسی از نرم افزار Matlab استفاده گردید. احتمال وقوع هر کدام از عوامل در هر ایستگاه توسط نرم افزار Easy Fit 5 محاسبه گردید. استخراج معادلات گرادینانی نیز توسط نرم افزار Minitab 17 انجام

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک در استان کرمان و برخی ایستگاه‌های کمکی

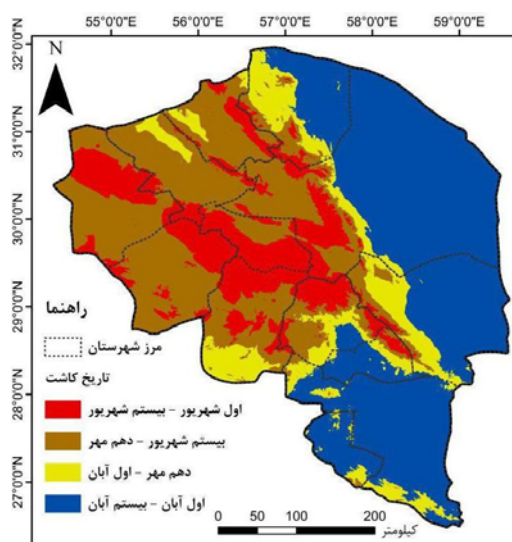
ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه-دقیقه)	عرض جغرافیایی (درجه-دقیقه)	ارتفاع (متر)	نوع ایستگاه
۱	کرمان	۵۸ ۵۶	۱۵ ۳۰	۱۷۵۴	سینوپتیک
۲	سیرجان	۴۱ ۵۵	۲۸ ۲۹	۱۷۳۹	سینوپتیک
۳	بم	۲۴ ۵۸	۰۶ ۲۹	۱۰۶۷	سینوپتیک
۴	جیرفت	۴۸ ۵۷	۳۵ ۲۸	۶۰۱	سینوپتیک
۵	کهنوج	۱۹ ۵۷	۵۸ ۲۷	۴۷۰	سینوپتیک
۶	بافت	۴۳ ۵۶	۱۴ ۲۹	۲۲۸۰	سینوپتیک
۷	شهربابک	۰۸ ۵۵	۰۶ ۳۰	۱۸۲۴	سینوپتیک
۸	رفسنجان	۰۳ ۵۶	۱۸ ۳۰	۱۶۰۵	سینوپتیک
۹	انار	۱۵ ۵۵	۵۳ ۳۰	۱۴۰۹	سینوپتیک
۱۰	حاجی آباد	۲۶ ۵۸	۱۹ ۲۸	۹۳۰	کمکی
۱۱	طیس	۵۵ ۵۶	۳۶ ۳۳	۷۱۱	کمکی
۱۲	خور	۲۶ ۵۸	۵۶ ۳۲	۱۱۱۸	کمکی
۱۳	یزد	۱۷ ۵۴	۵۴ ۳۱	۱۲۳۷	کمکی

### نتایج و بحث

#### تعیین تاریخ کاشت و برداشت

شکل ۲ نقشه هم احتمال تاریخ‌های مناسب کاشت در استان کرمان را با احتمال بیش از ۷۵ درصد نشان می‌دهد. در استان کرمان برای مناطق جنوبی و شرق استان تاریخ کاشت مناسب اول تا بیستم آبان می‌باشد. همچنین برای جنوب شهرستان بافت تاریخ دهم مهرماه تا اول آبان برای کاشت مناسب است. برای

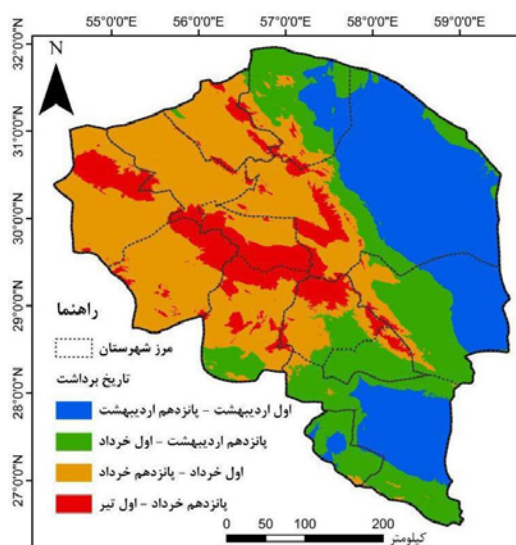
قسمت‌های وسیعی از شهرستان‌های رفسنجان، سیرجان، زرنده و بردسیر تاریخ کاشت بیستم شهریور تا دهم مهرماه مناسب است. تاریخ کاشتهای قبل از اول شهریور نیز برای نواحی مرکزی و مرتفع استان مناسب است. زیرا کاشت دیرتر در این مناطق به دلیل احتمال بروز یخ‌زدگی در مراحل حساس رشدی امکان‌پذیر نیست. این مناطق معمولاً جزو مناطق مرتفع این دو استان می‌باشند (شکل ۲).



شکل ۲- نقشه هم احتمال پهنه‌بندی تاریخ‌های مناسب کاشت در استان کرمان

شکل ۳ نقشه پهنه‌بندی تاریخ برداشت بر اساس محدودیت‌های موجود در استان مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تاریخ برداشت اول اردیبهشت تا پانزدهم اردیبهشت‌ماه برای مناطقی که در شرق و جنوب شرقی استان کرمان واقع شده‌اند مناسب است. همچنین تاریخ برداشت پانزدهم اردیبهشت تا اول خرداد برای مناطق جنوبی استان کرمان (شامل شهرستان‌های منوجان، عنبرآباد و جنوب شهرستان جیرفت و بافت و غرب شهرستان بم) مناسب می‌باشد. این مناطق به دلیل احتمال وقوع تنش گرمایی تاریخ برداشت زودتری از سایر مناطق دارند. برای مناطق غربی استان شامل قسمت‌های کم ارتفاع شهرستان‌های کرمان، سیرجان، شهرابک، زرنده، رفسنجان و راور تاریخ برداشت اول خرداد تا پانزدهم خرداد مناسب است. بایستی توجه نمود که برداشت زود در مناطق خصوصاً سردتر به علت عدم تأمین کافی GDD عملکرد ریشه را کاهش می‌دهد. از طرفی تأخیر بیش‌ازحد در برداشت نیز ساقه‌دهی را افزایش می‌دهد (جواهری و همکاران، ۱۳۸۵؛ اشرف منصوری، ۱۳۷۹ و شریفی، ۱۳۸۰).

تاریخ کشت‌های زودتر عملکرد بیشتری نسبت به تاریخ کاشت‌های دیر دارند (اشرف منصوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ محمدیان و افشار، ۱۳۸۴؛ جواهری، ۱۳۸۱؛ اشرف منصوری، ۱۳۷۹؛ طالقانی و همکاران ۱۳۷۸ و اشرف منصوری، ۱۳۷۵). برای تاریخ کشت‌های زود محدودیت‌های دمایی و بهاره شدن مانع از کاشت خیلی زود می‌شود، لذا بایستی احتمال وقوع این موارد برای هر منطقه تعیین گردد (جواهری و همکاران، ۱۳۸۵). کاشت زودتر خطر ساقه‌دهی را افزایش می‌دهد. زیرا بوته‌های جوان‌تر به علت دورنالی‌سایون ساقه گل‌دهنده کمتری تولید می‌نمایند. اگر تاریخ کاشت بیش‌ازحد دیر شود عملکرد ریشه به شدت کاهش خواهد یافت. بنابراین توازن ظریفی که بین این دو اصل متناقض وجود دارد بایستی حفظ گردد. نتایج این پهنه‌بندی با نتایج تحقیقات برخی تحقیقات اولیه در خصوص کاشت پاییزه بسیار نزدیک است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۶؛ جواهری و همکاران، ۱۳۸۴؛ اشرف منصوری و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۳- نقشه هم احتمال تاریخ‌های برداشت در استان کرمان

۲۷۰ روز می‌رسد و هر چه در یک منطقه با تغییر تاریخ کاشت بتوان طول دوره رشد را زیاد نمود عملکرد افزایش می‌یابد (اوراضی زاده، ۱۳۷۵؛ شریفی، ۱۳۸۰؛ شریفی، ۱۳۷۵ و شریفی، ۱۳۷۴).

قسمت‌هایی که در مناطق گرم و کم ارتفاع استان واقع شده‌اند طول دوره رشد چغندر قند پاییزه در آن‌ها کمتر از

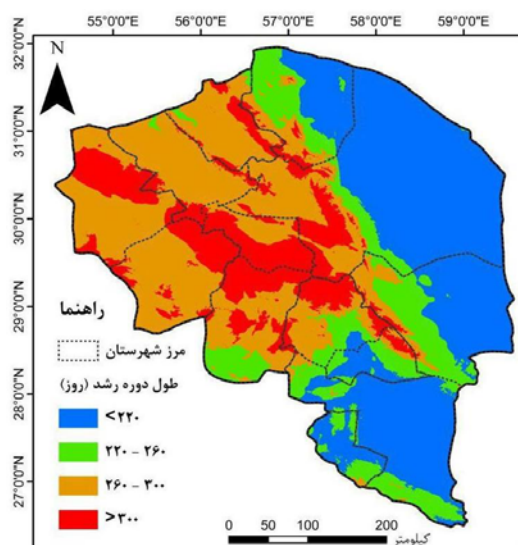
#### طول دوره رشد

طول دوره رشد محدود شده با دما، بازه زمانی است که گیاه با ریسک قابل قبولی از وقوع دماهای آستانه مواجه است (غفاری، ۲۰۰۸). دوره رشد چغندر قند از کاشت تا برداشت غده در شرایط اروپای مرکزی بین ۱۷۰ الی ۲۰۰ روز است. در کاشت زمستانی چغندر قند در خوزستان این دوره به حدود ۲۴۰ الی

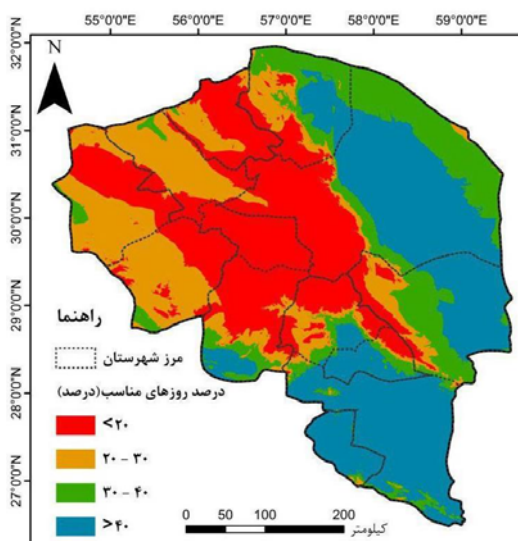
۲۲۰ روز است. همچنین طول دوره رشد ۲۲۰-۲۶۰ برای مناطق جنوبی شهرستان منو جان، کهنوج و بافت کافی است. برای مناطق غربی استان شامل قسمت‌های کم ارتفاع شهرستان‌های کرمان، سیرجان، شهربابک، زرنده، رفسنجان و راور نیز طول دوره رشد بین ۲۶۰ تا ۳۰۰ روز رادارند. طول دوره رشد مناسب چغندر قند پاییزه نیز در نواحی مرکزی و مرتفع استان بیش از ۳۰۰ روز است (شکل ۴).

ایزومیاما (۱۹۸۴) نشان داد طول دوره رشد چغندر قند بر تغییرات عملکرد تأثیر می‌گذارد، و افزایش طول دوره رشد گیاه در یک منطقه مجموع تولیدات فتوسنتزی را بیشتر نموده و ماده خشک گیاه را افزایش می‌دهد. باین‌حال زمانی که مناطقی با شرایط آب و هوایی مختلف بررسی می‌گردند، مهم‌ترین عامل که عملکرد را تعیین می‌نماید، GDD کسب‌شده و دریافت دماهای مناسب رشد در طول فصل زراعی است (کندیل و همکاران، ۲۰۰۴).

ایزومیاما (۱۹۸۴) نشان داد طول دوره رشد چغندر قند بر تغییرات عملکرد تأثیر می‌گذارد، و افزایش طول دوره رشد گیاه در یک منطقه مجموع تولیدات فتوسنتزی را بیشتر نموده و ماده خشک گیاه را افزایش می‌دهد. باین‌حال زمانی که مناطقی با شرایط آب و هوایی مختلف بررسی می‌گردند، مهم‌ترین عامل که عملکرد را تعیین می‌نماید، GDD کسب‌شده و دریافت دماهای مناسب رشد در طول فصل زراعی است (کندیل و همکاران، ۲۰۰۴).



شکل ۴- نقشه هم احتمال طول دوره رشد در استان کرمان



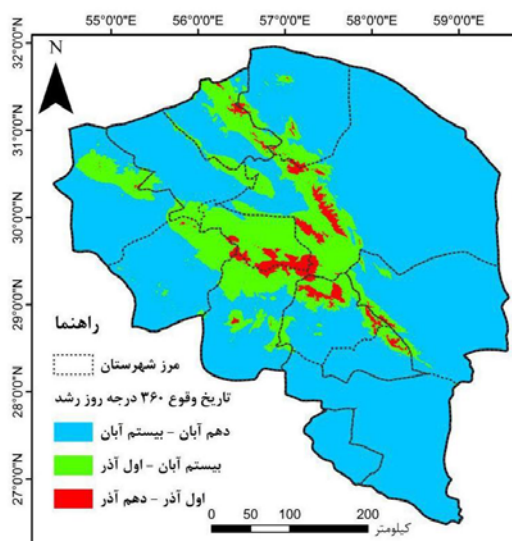
شکل ۵- نقشه هم احتمال درصد وقوع روزهای مناسب رشد در استان کرمان

## درصد روزهای مناسب رشد

روزهای که میانگین دمای روزانه بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد باشد به عنوان روزهای مناسب رشد در نظر گرفته شده است (دی پائو و همکاران، ۲۰۰۰). سپس درصد روزهایی که به احتمال بیش از ۷۵ درصد دما بین این محدوده است، برای هر ایستگاه محاسبه گردید و نقشه پهنه بندی درصد روزهای مناسب رشد برای مناطق مورد مطالعه رسم گردید (شکل ۵). با آنکه دوره رشد در نواحی مرکزی طولانی تر است ولی درصد روزهای مناسب رشد در این مناطق کمتر است (کمتر از ۲۰ درصد روزها در طول فصل زراعی مناسب رشد چغندر قند می باشند). لذا این نواحی جزو مناطق نامناسب پهنه بندی گردیده و انتظار می رود پتانسیل تولید بسیار کمتری داشته باشند. نواحی که بیش از ۴۰ درصد روزها در طول فصل زراعی مناسب رشد را دارند، انتظار می رود مناسب ترین مناطق برای کاشت پاییزه چغندر قند باشند (شکل ۵).

## شاخص GDD

محاسبه درجه روز رشد بر اساس تاریخ کاشت شروع شده و جهت تعیین تاریخ مراحل مختلف رشد از درجه حرارت های تجمعی استفاده گردید. هر یک از مراحل فنولوژی دارای اهمیت خاصی و ویژه ای است، ولی بعضی از مراحل به تغییرات آب و هوایی حساسیت بیشتری دارند. شکل ۶ نقشه هم احتمال ۳۶۰ درجه روز رشد را در سطح بیش از ۷۵ درصد را نشان می دهد، که مصادف با پایان مرحله چهار برگی چغندر قند است. تا این مرحله چغندر قند دماهای بیش از ۴- درجه را نمی تواند تحمل کند. ولی پس از این مرحله گیاه می تواند با افزایش سن دماهای تا ۱۵- درجه را نیز تحمل نماید. مرحله ۱۶ برگی پایان رشد مقدماتی و شروع رشد اصلی چغندر قند است. این مرحله پس از کسب حدود ۸۰۰ درجه روز رشد اتفاق می افتد، و پس از آن رشد ریشه به سرعت افزایش می یابد. زمانی که گیاه حدود ۱۶۰۰ GDD را دریافت کرد، پوشش کامل برگی مزرعه است (عبدالهیان، ۱۳۷۱).



شکل ۶- نقشه هم احتمال کسب (بیش از ۷۵ درصد) ۳۶۰ درجه روز-رشد در استان کرمان

بگذرانند. لذا گیاهان در این مناطق در شروع بهار شاخص سطح برگ کمتری داشته و از کارایی مصرف نور کمتری برخوردار خواهند بود.

چغندر قند برخلاف گیاهان گل انتهایی تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک مشخصی ندارد. بنابراین مناطقی که در اثر محدودیت دماهای آخر فصل زودتر برداشت می گردند، در صورتی که GDD کافی را دریافت نمایند جزو اراضی مستعد

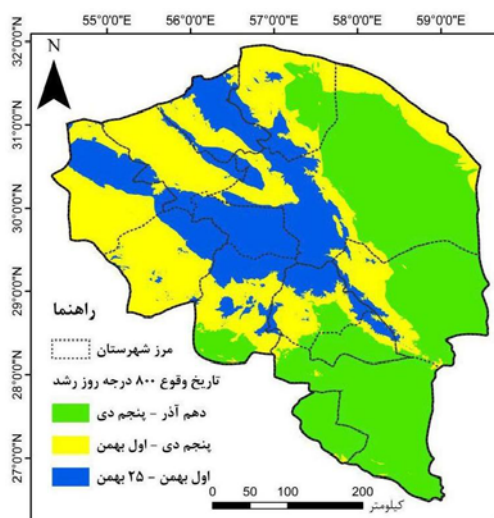
شکل ۷ نقشه هم احتمال رسیدن به ۸۰۰ و شکل ۸ نقشه پهنه بندی زمان رسیدن به حداقل ۱۶۰۰ درجه روز رشد را با احتمال بیش از ۷۵ درصد نشان می دهد. همان طور که در شکل مشخص است با آنکه تاریخ کاشت در مناطق جنوبی دیرتر بوده ولی به دلیل شرایط مناسب این مناطق زودتر به پوشش کامل برگی رسیده اند. ولی مناطق مرکزی دو استان به دلیل زمستان های سردتر نتوانسته اند مانند سایر مناطق مراحل فنولوژی را به موقع



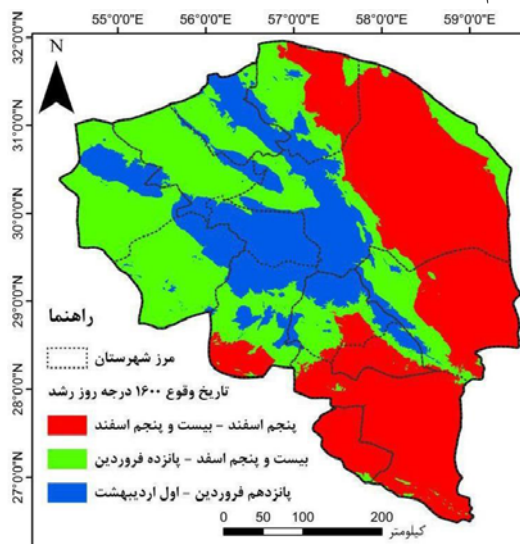
روزرشد (ساعت) آن تهیه گردید (شکل ۴). پهنه‌هایی که به‌احتمال بیش از ۹۰ درصد حداقل ۲۳۰۰ واحد GDD دریافت می‌نمایند جز مناطق بسیار مناسب رشد قرار می‌گیرند. همان‌طور که در شکل ۹ مشخص است به‌جز نواحی جنوبی و شرق استان کرمان سایر مناطق GDD کمتری دریافت می‌نمایند. مناطقی که به‌احتمال بیش از ۴۰ درصد کمتر از ۲۳۰۰ واحد GDD دریافت می‌نمایند جزو مناطق نامناسب کاشت پاییزه چغندر قند می‌باشند.

کاشت پاییزه می‌باشند. حتی این مناطق به علت اشغال کمتر زمین زراعی مزیت نسبی بهتری نیز دارند.

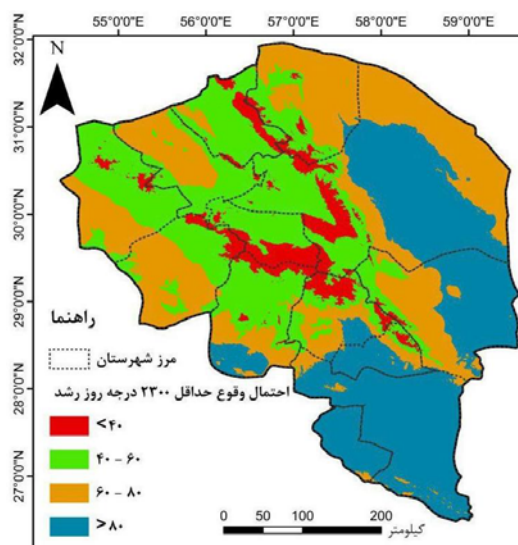
چغندر قند از کاشت تا برداشت به ۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰ درجه روزرشد نیاز دارد (جواهری و آزادشهرکی، ۱۳۸۵ و حسین پور، ۱۳۸۵). هر چه این عدد بیشتر باشد عملکرد در هکتار بیشتر خواهد بود. در این تحقیق ابتدا GDD از کاشت تا برداشت برای هر ایستگاه محاسبه گردید. سپس نقشه پهنه‌بندی رقمی احتمال وقوع ۲۳۰۰ واحدهای حرارتی تجمعی برحسب درجه



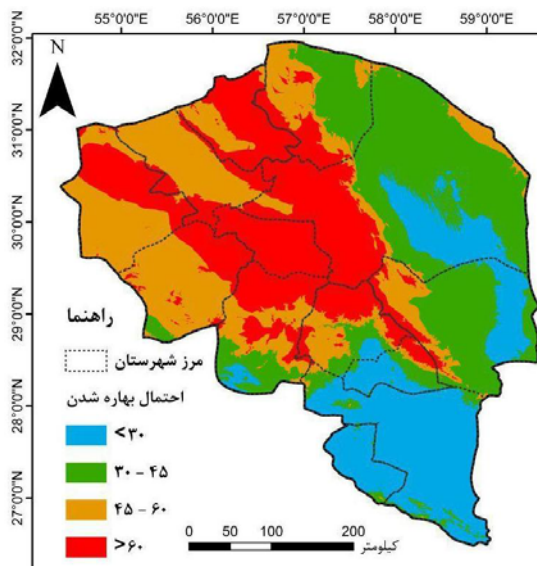
شکل ۷- نقشه هم احتمال کسب (بیش از ۷۵ درصد) ۸۰۰ درجه روز-رشد در استان کرمان



شکل ۸- نقشه هم احتمال کسب (بیش از ۷۵ درصد) ۱۶۰۰ درجه روز-رشد در استان کرمان



شکل ۹- نقشه هم احتمال کسب ۲۳۰۰ درجه روز-رشد در استان کرمان



شکل ۱۰- نقشه هم احتمال دریافت ۱۴۰ ساعت دمای لازم برای بهاره شدن در استان کرمان

درصد بهاره شدن در زراعت چغندر قند پاییزه بر اساس تعداد روزهای سرد (دماهای بین صفر تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد) محاسبه می‌گردد. در تحقیقی لانگدن و همکاران (۱۹۹۵) تا ۳۰ تا ۴۰ روز خنک، از زمان کاشت تا برداشت را مبنای بهاره شدن چغندر قند قرار دادند. مدل‌های قبلی این حقیقت‌ها را که دماهای بین صفر و ۱۲ درجه سانتی‌گراد از نظر کمی دارای اثر متفاوتی بر روی بهاره شدن می‌باشند، را در نظر نمی‌گیرد. لذا در این تحقیق از مدل زیر برای تخمین بهاره شدن استفاده گردید که وزن‌های مختلفی را برای دماهای مؤثر بر بهاره شدن (۰-۱، ۱-۲، ۲-۳ تا ۱۳ - ۱۴ درجه سانتی‌گراد) محاسبه می‌کند (میلفورد و همکاران،

حتی اگر کاشت پاییزه در این مناطق قابل انجام باشد، عملکرد نهایی بسیار کم خواهد بود. مناطقی که ۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰ GDD را دارا هستند جزو مناطق متوسط پهنه‌بندی می‌گردند. لذا نمی‌توان عملکرد بالایی را مانند دزفول و منطقه ارزوئیه در استان کرمان از این مناطق انتظار داشت (اوراضی زاده، ۱۳۷۵ و جواهری و آزادشهرکی، ۱۳۸۵). بنابراین بیشتر بودن طول دوره رویش بدون توجه به GDD کسب‌شده مزیت محسوب نمی‌گردد.

بهاره شدن

## نتیجه گیری

با توجه به نقشه ۱۰ در مناطق وسیعی از استان کرمان (خصوصاً در مناطق جنوبی) خطر دورنالیزاسیون و ساقه‌دهی زیاد نبوده و کاشت پاییزه چغندر قند در این مناطق قابل انجام است. با استفاده از نقشه‌های ۲ و ۳ نیز تاریخ کاشت و برداشت در پهنه‌های مناسب کاشت پاییزه چغندر قند را می‌توان تعیین کرد. لذا با استفاده از پهنه‌بندی حاضر از صرف هزینه زیاد جهت اجرای پروژه‌های تحقیقاتی به منظور شناسایی مناطق مناسب کشت و تعیین تاریخ کاشت و برداشت مناسب، جلوگیری می‌گردد.

## سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از مسئولین و محققین موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج و سایر همکاران که در اجرای این تحقیق ما را یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

۲۰۱۰). آستانه تعداد ساعات بهاره شدن در زراعت پاییزه چغندر قند ۱۴۰ ساعت بوده و ارقام مقاوم تا ۱۶۵ ساعت را نیز تحمل می‌نمایند (میلفورد و همکاران، ۲۰۱۰).

شکل ۱۰ نقشه پهنه‌بندی احتمال دریافت ۱۴۰ ساعت و بیشتر دمای لازم برای بهاره شدن را از کاشت تا برداشت نشان می‌دهد. کاشت چغندر قند در مناطقی که با احتمال بیش از ۶۰ درصد ۱۴۰ ساعت دمای بهاره شدن را دریافت می‌نمایند، باعث بهاره شدن می‌گردد. این مناطق جزو مناطق نامناسب کاشت پاییزه چغندر قند از نظر خطر بهاره شدن قرار می‌گیرند. همان‌طور که در شکل مشخص است کاشت چغندر قند فقط در مناطق جنوبی استان با احتمال کمتر از ۳۰ درصد خطر بهاره شدن و ساقه‌دهی روبرو است.

## منابع

- احمدی، م.، طالقانی، د.، شهبازی، ح.ع. ۱۳۸۶. بررسی اثرات رقم، تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد و خصوصیات کیفی چغندر قند پاییزه در استان خراسان رضوی. بیست و نهمین دوره سمینارهای کارخانه‌های قند و شکر ایران. مشهد.
- احمدی، م. ۱۳۸۸. دستورالعمل مطالعات کشت پاییزه برای پایداری تولید چغندر قند در استان خراسان. خبرنامه مرکز بررسی و تحقیق و آموزش صنایع قند ایران. شماره ۲۲۴. شهریور ۱۳۸۸.
- اشرف منصوری، غ.ر. ۱۳۷۹. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته روی عملکرد ریشه و قند دو رقم چغندر قند در منطقه داراب. گزارش نهائی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس.
- اشرف منصوری، غ.ر. ۱۳۷۵. تأثیر طول دوره رویش بر کمیت و کیفیت چغندر قند در فسا. انتشارات مرکز تحقیقات فارس. ۳۶ صفحه.
- اشرف منصوری، غ.ر.، شریفی، م.، حمدی، ف. ۱۳۹۲. بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند در منطقه فسا. نشریه چغندر قند. ۲۹(۱): ۸۴-۷۱.
- اوراضی زاده، م.ر. ۱۳۷۵. تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت سه رقم بذر منوژرم چغندر قند برای به دست آوردن مطلوب‌ترین تراکم بوته در هکتار. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول.
- حسین پور، م. ۱۳۸۵. تأثیر مدیریت نیتروژن آب آبیاری و طول دوره رشد بر کارایی مصرف آب و نور در چغندر قند زمستانه. پایان‌نامه دکترا. دانشگاه تربیت مدرس.
- جلیلیان، ع. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر دمای پائین و تنش یخ‌زدگی بر فرآیندهای جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاه چه چغندر قند. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.
- جوهری، م.ح.، زین‌الدینی، ع.، نجفی نژاد، ح. ۱۳۸۴. اثر تاریخ کاشت بر شاخص‌های رشد چغندر قند در دشت ارزوئیه. پژوهش و سازندگی. شماره ۶۲.
- جوهری، م.ح.، نجفی نژاد، ح.، آزاد شهرکی، ف. ۱۳۸۵. بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند در منطقه ارزوئیه (استان کرمان). پژوهش و سازندگی. ۱۹(۲): ۸۵-۱۰۵.
- جوهری، م.ح.، رمرودی، م.، اصغری پور، م.ر.، دهمرده، م.، قائمی، ع.ر. ۱۳۹۴. پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی و امکان‌سنجی کشت پاییزه چغندر قند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی. مجله علمی پژوهشی چغندر قند. ۳۱(۱): ۳۱-۱۷.
- شریفی، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر زمان کاشت و برداشت بر روی ارقام جدید معرفی شده چغندر قند. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول.

- شریفی، ح. ۱۳۷۵. بررسی تأثیر تاریخ کاشت طول دوره رشد و مقادیر مختلف کود ازته بر روی کمیت و کیفیت چغندر قند زمستانه در دزفول. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول.
- شریفی، ح. ۱۳۷۴. بررسی ارقام زودرس چغندر قند در منطقه دزفول. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول.
- عبداللهیان، ع. ۱۳۷۱. بررسی تغییرات پارامترهای کمی و کیفی رشد چغندر قند در تاریخ‌های مختلف کاشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
- عزیزپور، م.ح.، طالقانی، د.، آقایی زاده، م.، حسین پور، م. ۱۳۹۵. ارزیابی ساقه روی و صفات کمی و کیفی هیبریدهای تریپلوئید در کشت پاییزه چغندر قند. مجله علمی پژوهشی چغندر قند. ۳۲(۲):۹۹-۱۰۶.
- محمدیان، ر.، افشار، ه. ۱۳۸۴. بررسی اثر زمان شروع آبیاری در کشت انتظار بر روی برخی صفات چغندر قند. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان.
- محرم زاده، م. ۱۳۸۶. طرح ارزیابی مقامت لا ین‌ها و هیبریدهای مختلف چغندر قند جهت مقامت به بولتینگ. گزارش پژوهشی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند.
- Albuquerque, M.C., Carvalho, N.M. 2003. Effects of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and maize (*Zea maize* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Sci. and Technol.* 31:465-479.
- Ati, O.F., Stigter, C.J., Olandipo, E.O. 2002. A comparison of methods to determine the onset of the growing season in northern Nigeria. *Int. J. Climatol.* 22:732-742.
- Bishnoi, O.P. 2010. Applied agroclimatology. Oxford book company. Jaipur, India. pp540.
- Bosemark, N.O. 1993. Genetics and breeding. In *The Sugar Beet Crop: Science into Practice* (Eds D. A. Cooke & R. K. Scott), pp. 67-119. London: Chapman and Hall.
- Campbell, L.G., Enz., J.W. 1991. Temperature effects on sugar beet seedling emergence. *Journal of Sugar Beet Research.* 28:129-140.
- Cornwall, C., Horiuchi, A., Lehman, C. 2001. "NOAA Solar Calculator". U.S.A: Department of Commerce. 27 Aug 2112. [Online] <<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/sunrise.html>>.
- De Pauw, E., Göbel, W., Adam, H. 2000. Agro-meteorological aspects of agriculture and forestry in the arid zones. *Agric. For. Meteorol.* 103:43-58.
- Draycott, A.P. 2006. Sugar beet. Blackwell Publishing LTD. pp473.
- El-Sayed et al. 2012. in a study on the effect of harvest date on the yield and quality of sugar beet
- Ghaffari, A. 2008. Agro-climatic zoning of Iran, Rainfed crop production areas with particular emphasis to agro ecological characterization. Report, Agricultural Extension, Education and Research Organization (AEERO), Dry land Agricultural Research Institute (DARI). ICARDA Technical Report.
- Holen, C.D., Dexter, A.G.A. 1996. Growing degree day equation for early sugarbeet leaf stages. *Research and extension Reports.* 27:152-157.
- Hundal, S.S., Singh, R. Dhaliva, L.K. 1997. Agro-climatic indices for predicting phenology of wheat (*Triticum aestivum*) in Punjab. *J. Agric. Sci.* 67:265-268.
- Izumiyama, Y. 1984. Production and distribution of dry matter as a basis of sugar beet yields. *J. A. R. Q.* 17(4):219-224.
- Jaggard, K.W., Wickens, R., Webb, D.J., Scott, R.K. 1983. Effects of sowing date on plant establishment and bolting and the influence of these factors on yields of sugar beet. *Journal of Agricultural Science, Cambridge.* 101:147-61.
- Jaggard, K.W., Werker, A.R. 1999. An evaluation at the potential benefits and of autumn-sown sugar beet in NW Europe. *J. Agric. Sci.* 121:93-51.
- Kaffka, S. 1996. Sugar beet production and the environment. Annual Report of the California Sugar Beet Grower's Assoc.
- Kandil, A.A., Badawi, M.A., EI-Moursy, S.A., Abdou, U.M.A. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on 1: growth attributes of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Scientific Journal of King faisal Univ.* 5(2): 227-237.
- Kenter, C., Hoffmann, C.M., Marlander, B. 2006. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy.* 24:62-69.

- Longden, P.C., Clarke, N.A., Thomas, T.H. 1995. Control of bolting and flowering in sugar beet. In Proceedings of the 58th Winter Congress of the Institut de Recherches sur la Betterave, Brussels, pp.71-75. Brussels: IIRB.
- Milford, G.F.J., Jarvis, P.J., Walters, C. 2010. A vernalization-intensity model to predict bolting in sugar beet. *Journal of Agricultural Sciences*. 148:127-137.
- Palva, E.T., Htiharju, S.T., Taminen, I., Puhakainen, T., Laitinen, R., Svensson, J., Helenius, E., Heino, P. 2002. Biological mechanism of low temperature stress response: cold acclimation and development of freezing tolerance in plants. *JIRCAS Working Report* 9-15.
- Parmah, E., Negaresh, H., khosravi, M. 2014. Agroclimatic zoning of sugar beet in Kermanshah province using GIS. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 4: 345-354.
- Polley, H.W. 2002. Implications of atmospheric and climatic change for crop yield and water use Yciency. *Crop Science*. 42:131-140.
- Reinsdorf, E., Koch, H.J. 2013. Modeling crown temperature of winter sugar beet and its application in risk assessment for frost killing in Central Europe. *Agric. For Meteorology*. 182-183,21-30.
- Rinaldi, M., Vonella, A.V. 2006. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris*) to irrigation in Southern Italy: Water and radiation use efficiency. *Field Crop Research*. 95:103-114.
- Thomas, T.H. 1989. Sugar beet in the greenhouse- a global warming warning. *British Sugar Beet Review*. 57(3):24-6.

## Use of agro-climatic zoning in determining zoning of determining the appropriate growth period, planting date and harvesting date of autumn sowing of sugar beet in Kerman province

M.A. Javaheri<sup>1</sup>, M. Nadi<sup>2</sup>, H. Najafinezhad<sup>3</sup>

Received: 2018-9-21 Accepted: 2018-11-27

### Abstract

Water scarcity is of most important limiting factor of sugar beet production in arid and semi-arid world, like Iran. Autumn cultivation of sugar beet has greater advantage in terms of water use efficiency and agronomic characteristics in comparison with spring cultivation. Due to the lack of autumn cultivation of sugar beet in Kerman province, using Agro-climate zoning, concerning various affecting factors on the growth of sugar beets is of the best and lowest-cost method for identification of prone areas for this crop species. In this study, using long-term weather data, occurrence probability of threshold temperatures and developmental stage were calculated. Due to influence of altitude on temperature variables, three-dimensional gradient equations were used for mapping of these factors in geographical information system. The results showed that in the South and east parts of Kerman province, the optimum planting date is the late of October and first days of November. But for the southern of Baft city, first half of October is suitable for planting. For a large parts of the cities of Rafsanjan, Sirjan, Zarand and Bardsir, appropriate planting date was obtained on second half of September. For southern of Kerman province, mid-May is determined of harvest date. Due to temperature limitations, length of growth seasons in these regions are less than central parts. However, these regions have more GDD and appropriate growth days than central parts. It seems that the southern regions of the province, including the cities of Manoujan, Jiroft, Arzuiyeh and Anbarabad with less than 30% probability of vernalisation risk and stemming are quite perfect for sugar beet autumn cultivation.

**Key words:** Vernalization, sowing date, zoning, sugar beet, autumn cultivate

---

1- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran. javaheri310@yahoo.com

2- Assistant Professor, Sari Agricultural sciences and Natural Resources University. Faculty of Agricultural Engineering, Department of Irrigation. mehdi.nadi@gmail.com

3- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran. hnajafinezhad@yahoo.com