پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی و امکان سنجی کشت پاییزه چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

Agroclimatic zonation for evaluating autumn sugar beet sowing feasibility in Khorasan Razavi and Khorasan-e-Jonobi Provinces

محمدعلی جواهری[1*]، محمود رمرودی[2]، محمدرضا اصغری پور[2]، مهدی دهمرده[3] و علیرضا قائمی[4]

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۷

م.ع. جواهری، م. رمرودی، م.ر. اصغری پور، م. دهمرده و ع.ر. قائمی. ۱۳۹٤. پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی و امکان سنجی کشت پاییزه چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی. **چغندرقند، ۳۱(۱): ۳۱- ۱۷**

چکیده

کشت پاییزه چغندرقند از نظر اقتصادی و کارآیی مصرف آب مزیت بیشتری نسبت به کشت بهاره آن دارد. کشت چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی فقط به صورت بهاره انجام می‌شود، از این رو امکان‌سنجی کشت پاییزه چغندرقند در این مناطق ضرورت داشت. بهترین و کم هزینه‌ترین روش جهت شناسایی مناطق مستعد، استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی است. بدین منظور عناصر اقلیمی دما و بارش این استان‌ها جمع‌آوری گردید. سپس احتمال وقوع واحدهای حرارتی تجمعی، شاخص قابلیت تولید زیست توده، ساعات بهاره شدن، یخزدگی، بارندگی و طول روز برای هر ایستگاه محاسبه گردید. لایه‌های شیب و ارتفاع مناطق از مدل رقومی ارتفاع استخراج گردید. سپس نقشه پهنه‌بندی لایه‌های مؤثر و هم‌چنین نقشه نهایی با استفاده از روش سلسله مراتبی در محیط ARC GIS تهیه گردید. نتایج نشان داد که در بسیاری از مناطق خراسان رضوی و نواحی مرکزی خراسان جنوبی احتمال ساقه‌وری بوته‌های چغندرقند وجود دارد. تنها در مناطق جنوب غربی استان خراسان جنوبی مجموع ساعات بهاره‌شدن کمتر از مقدار مورد نیاز چغندرقند می‌باشد. گرچه بارش کمتر از ۵۰ میلی‌متر در طول فصل زراعی در مناطق جنوبی استان خراسان جنوبی مزیت این کاشت را در این مناطق کاهش می‌دهد. بیشتر مناطقی که بارش بیش از ۱۹۰ میلی‌متر دارند با خطر یخزدگی، عدم دریافت درجه روز رشد (GDD) مناسب و بهاره شدن مواجه می‌باشند. بر اساس نقشه نهایی پهنه‌بندی ٤/۹۰ درصد اراضی زراعی این استان‌ها بسیار مناسب، ۱٦/۷٤ درصد مناسب، ٤۷/۹۸ درصد متوسط و ۳۰/۳۸ درصد نامناسب برای کاشت پاییزه چغندرقند تخمین گردید.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی اقلیمی، چغندرقند، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کاشت پاییزه

۱ - دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه زابل *- نویسنده مسئول javaheri310@yahoo.com
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل- زابل
۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل- زابل
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی- مشهد

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آب مهم‌ترین عامل محدودکننده کشاورزی در ایران می‌باشد، از این رو باید به افزایش کارآیی مصرف آن در تولید محصولات کشاورزی توجه ویژه‌ای شود. کشت پاییزه چغندرقند به‌دلیل استفاده از نزولات جوی و هم‌چنین وقوع خشکسالی‌های اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (Koulivand 1988). کشت پاییزه چغندرقند از منافع اقتصادی بیشتری نسبت به کشت بهاره برخوردار است (Jaggard and Werker 1999). در مطالعه‌ای که توسط کافکا (Kaffka 1996) در ایالات متحده آمریکا صورت گرفت، از کشت پاییزه چغندرقند به عنوان محصولی مناسب در کشاورزی پایدار یاد شده است. بهاره‌شدن (Vernalization) و ساقه‌روی (Bolting) به‌همراه خسارت یخزدگی عامل اصلی در عدم گسترش کشت پاییزه چغندرقند می‌باشند (Reinsdorf and Koch 2013).

شناسایی مناطق مستعد کشت چغندرقند پاییزه از اولویت‌های وزارت جهادکشاورزی و موسسه تحقیقات چغندرقند می‌باشد. با توجه به گستردگی استان‌های تحت مطالعه و وجود اقلیم‌های گوناگون در این مناطق اجرای طرح‌های تحقیقاتی زیادی لازم است تا مناطق مستعد شناسایی گردد. هزینه بالای اجرای طرح‌های 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 پهنه‌بندی آگرواکولوژیک (Agro-ecological zoning) می‌باشد. پهنه‌بندی آگرواکولوژیک این قابلیت را دارد که بر اساس تحلیل تغییرات شاخص‌های اقلیمی و با توجه به دوره رشد و نمو گیاه، خطرات فرا روی تولید را پیش‌بینی نماید (Ati *et al.* 2002; Bishnoi 2010). محققین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) و مدل‌های شبیه سازی رشد اقدام به پهنه‌بندی اروپا برای کاشت گندم در شرایط پتانسیل و محدودیت آب نمودند (Reidsma *et al.* 2009).

پهنه‌بندی آگرواکولوژیک به‌منظور تعیین پتانسیل کشت بهاره چغندرقند در استان خراسان بزرگ نشان داد، چهار درصد از اراضی این استان کاملا مناسب، ۱۸درصد اراضی جزو پهنه مناسب و ۳۲درصد اراضی نیز جزو پهنه متوسط کاشت می‌باشند. در نهایت ۴۶درصد اراضی که عمدتاً در مناطق جنوبی استان خراسان رضوی و بخش عمده ای از خراسان جنوبی واقع شده‌اند برای کاشت بهاره چغندرقند نامناسب می‌باشند (Sanjani 2013). تحقیق دیگری به منظور بررسی تناسب منطقه تربت حیدریه برای کشت بهاره چغندرقند نشان داد که ۵۹/۶۱ درصد سطح این شهرستان از قابلیت خیلی خوب برای کشت بهاره برخوردار بوده و ۲۴/۴۹ درصد از سطح این شهرستان فاقد استعداد اراضی برای کشت بهاره این محصول است. مناطق دشت رخ و بخش کدکن در شمال این شهرستان به عنوان مستعدترین مناطق و پس از آن دشت مرکزی به عنوان مناطق مناسب کشت پهنه‌بندی گردیدند (Khosravi et al., 2014).

محققین گزارش کرده‌اند که شروع طویل شدن ساقه گل‌دهنده توسط دو ژن که یکی مسئول واکنش گیاه به سرما (مرحله بهاره‌شدن) و دیگری مسئول واکنش گیاه به طول روز (مرحله بعد از بهاره‌شدن) می‌باشند، کنترل می‌گردد (Van Dijk 2009; Marquardt *et al.* 2006). گیاهان یکساله چغندرقند دارای این توانایی می‌باشند که بدون نیاز به بهاره‌شدن و یا در شرایط روزکوتاه ساقه گل‌دهنده تولید می‌نمایند. گیاهان دو ساله چغندرقند برای تولید ساقه گل‌دهنده و گل، هم به بهاره‌شدن و هم به روز بلند نیاز دارند

Archive of SID

www.SID.ir

(Abe *et al.*1977). زمان لازم جهت بهاره‌شدن بین هشت الی ۱۴ هفته متغییر است که به میزان مقاومت به ساقه‌روی مواد ژنتیکی ارقام بستگی دارد (Cooke and Scott 1993). آستانه تعداد ساعات بهاره‌شدن در زراعت پاییزه چغندرقند ۱۴۰ ساعت بوده و ارقام مقاوم تا ۱۶۵ ساعت را نیز تحمل می‌نمایند (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 یخ‌زدگی (Freezing) اتفاق می‌افتد (Reinsdorf and Koch 2013).

اثر تغییرات عرض جغرافیایی بر زمان گلدهی در گیاهـان زراعـی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (Franks *et al.* 2007; Reusch and Wood 2007). در رابطه با تغییرات نیاز طول روز یا نیاز توأم طول روز و بهاره‌شدن طی عرض‌های مختلف جغرافیایی گزارش‌های زیادی وجود ندارد (Heide and Sonsteby 2007). نیاز بهاره‌شدن و فتوپریود همراه با اثرات متقابل آن‌ها موجب شده است گیاهان با ژنوم یکسان bb، نیازمند طول مدت زمان بهاره‌شدن و به‌دنبال آن افزایش فتوپریود متفاوتی باشند (Van Dijk 2009). در رقم مقاوم به ساقه‌روی Saxon برای شروع ساقه‌روی و گلدهی به ترتیب حداقل هشت و ۲۱ روز با طول روز ۱۸ ساعت لازم است تا گیاه به طول روز واکنش نشان دهد. رقم حساس بلافاصله پس از بهاره‌شدن به طول روز بلند واکنش نشان می‌دهد در صورتی‌که گیاهان رقم مقاوم برای تولید ساقه گل‌دهنده نیاز به هشت روز طول روز القاء کننده دارد (Chegini 1999).

با درنظر گرفتن شرایط منحصر به فرد اقلیمی کشور به نظر می‌رسد که معرفی پهنه‌های جدید تولید چغندرقند پاییزه در کشور امکان‌پذیر بوده و توسعه آن باعث تحول در زراعت این محصول استراتژیک خواهد گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در منطقه‌ای وسیع شامل دو استان خراسان رضوی و جنوبی انجام گردید. این دو استان جمعاً ۲۰۴۰۹۱ کیلومترمربع وسعت دارند. در شکل ۱ مرز دو استان خراسان رضوی و جنوبی و نام شهرستان‌ها آمده است. نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس یک دویست و پنجاه هزارم از سازمان نقشه‌برداری تهیه شده است.

در این پژوهش، مبنای انتخاب ایستگاه‌های هواشناسی بر مبنای طول دوره آماری و پیوسته بودن (نبود خلا آماری) اطلاعات صورت گرفته است. در ضمن از آمار و اطلاعات بعضی از ایستگاه‌های خارج از محدوده مطالعاتی به جهت داشتن آمار بلند مدت و نزدیکی به منطقه مورد مطالعه، به‌عنوان نقاط کمکی و نشانه برای پیدا کردن مناطق هم دما و هم باران استفاده شده است (جدول ۱). برای بررسی همگنی داده‌ها از آزمون Run Test استفاده گردید.

ایستگاه‌های سینوپتیک درجه حرارت را هر سه ساعت یکبار ثبت می‌نمایند. با توجه به این که دسترسی به دماهای ساعتی امکان‌پذیر نبود، در این تحقیق دماهای ساعتی برآورد گردیـد. جهـت این برآورد دماهای ساعتی بر اساس دماهای حداکثر و حداقل روزانه از مدل دو سینوسی استفاده گردید (Helali 2008).

جهت محاسبه طول روز و ساعت طلوع آفتاب از برنامه ارائه شده توسط سازمان ملی مطالعات اقیانوسی و آتمسفری آمریکا (National Oceanic and Atmospheric Administration) استفاده گردید (Cornwall *et al.* 2001). تاریخ کاشت و برداشت در اطراف هر ایستگاه هواشناسی بر

Archive of SID

www.SID.ir

اساس نتایج طرح‌های تحقیقاتی و هم‌چنین دماهای آستانه گیاهان در هنگام کاشت و برداشت تعیین گردید.

محاسبه‌های لازم از نرم‌افزار Matlab R2013b صورت گرفت. سپس احتمال وقوع هر کدام از عوامل در نرم‌افزار Easy Fit 5 محاسبه گردید. به منظور تعیین بهترین روش درون‌یابی، مدل‌های رگرسیونی، وزن‌دهی معکوس فاصله، کریجینگ و کوکریجینگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. استخراج معادلات گرادیانی توسط نرم‌افزار Minitab 17 و تحلیل داده‌ها و پهنه‌بندی با نرم‌افزار ARC GIS10.2 انجام پذیرفت. نهایتا با بهره‌گیری از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، پس از محاسبه وزن لایه‌های مؤثر، نقشه نهایی به‌دست آمد. مناطق مورد مطالعه بر اساس قابلیت کاشت به چهارکلاس، بسیار مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب طبقه‌بندی گردیدند.

مراحل رشدی چغندرقند، شامل مرحله جوانه‌زنی (از کاشت تا سبز شدن)، مرحله رشد اولیه (از دو برگی تا پایان شش برگی) و مرحله رشد اصلی (از شش برگی تا برداشت) نیز در هر ایستگاه تخمین گردید. برای تعیین شروع و پایان هر مرحله رشدی چغندرقند از درجه روزهای رشد (GDD) استفاده گردید. محاسبه درجه روز رشد بر اساس تاریخ کاشت در هر ایستگاه شروع شده و سپس واحدهای حرارتی مورد نیاز برای عبور گیاه از یک مرحله نموی به مرحله بعد به روش معادله ۱ انجام گردید، در این معادله درجه حرارت پایه برای چغندرقند پنج درجه سانتی‌گراد منظور شده است (Hundal *et al.* 1997)

$$GDD=\sum_{a}^{b}\left(\frac{Tmax+Tmin}{2}\right)-Tb \qquad (۱)$$

در این رابطه:

Tmax: حداکثر درجه حرارت روزانه بر حسب درجه سانتی‌گراد

Tmin: حداقل درجه حرارت روزانه بر حسب درجه سانتی‌گراد

Tb: درجه حرارت پایه بر حسب درجه سانتی‌گراد(برای چغندرقند پنج درجه سانتی‌گراد)

a: تاریخ شروع مرحله نموی گیاه زراعی

b: تاریخ پایان مرحله نموی

در این تحقیق شاخص تولید توده زیستی (Crop Biomass Productivity Indices) نیز برآورد گردید. این شاخص بیان‌گر مجموع درجه حرارت مناسب رشد در طول فصل زراعی و تجمع ماده خشک می‌باشد. این شاخص بر اساس اختلاف دمای روزانه نسبت به دمای بهینه برای رشد عمل کرده و از معادله ۲ محاسبه می‌شود (Depauw 2002).

$$CBPI=\sum_{i=GP\,on}^{GP\,end}(ATI)i.j \qquad (۲)$$

در رابطه فوق:

CBPI: شاخص قابلیت تولید زیست توده، j: گروه گیاه زراعی، i: تعداد روند، ATI: درجه حرارت اصلاح شده، GPon: شروع دوره رشد و GPend: پایان دوره رشد می‌باشد.

ATI بر اساس متوسط درجه حرارت روزانه و طبق مجموعه معادلات ۳ محاسبه گردید.

(۳):

$$ATI=\begin{cases}0 & \text{اگر } Tday\le T0 \text{ یا } Tday\ge TX\\ Tday-T0 & \text{اگر } Tday>T0 \text{ و } Tday<Topt1\\ \dfrac{(Topt1+Topt2)}{2}-T0 & Tday\ge Topt1 \text{ و } Tday\le Topt2\\ TX-Tday & \text{اگر } Tday>Topt2 \text{ و } Tday<Tx\end{cases}$$

در روابط فوق Tday: دمای روزانه، T0: دمای پایه رشد، Topt1: حد پایینی دمای آستانه که بیش از آن سرعت تجمع ماده خشک به حداکثر می‌رسد، Topt2: حد بالایی دمای

Archive of SID

www.SID.ir

آستانه که در بالاتر از آن سرعت تجمع ماده خشک کاسته می‌شود و Tx: دمایی است که در بالاتر از آن هیچ‌گونه تجمعی از ماده خشک اتفاق نمی‌افتد.

برای گیاه چغندرقند T0، Topt1، Topt2 و Tx به ترتیب ۵، ۱۵، ۲۰ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Depauw *et al.* 2000).

مدل‌های قبلی این حقیقت را که دماهای بین صفر و ۱۲ درجه سانتی‌گراد از نظر کمی دارای اثر متفاوتی بر روی بهاره‌شدن می‌باشند، را در نظر نمی‌گیرد (Stout 1946; Bosemark 1993; Bell 1946). لذا در این تحقیق برای اولین بار در ایران از مدل زیر برای تخمین بهاره‌شدن استفاده گردید که وزن‌های مختلفی را برای دماهای مؤثر بر بهاره‌شدن (۰-۱، ۱-۲، ۲-۳ .... ۱۳ - ۱۴ درجه سانتی‌گراد) محاسبه می‌کند (Milford *et al.* 2010). معادله ۴ وزن سرمادهی را بر اساس دمای ساعتی ویژه نشان می‌دهد (Jaggard *et al.* 1983).

$$y= - 1.256 + (1.260 + 0.131x) \times 0.9357^{x} \quad (۴)$$

در معادله فوق y: وزن سرمادهی، و x دمای ساعتی ویژه می‌باشد.

این روش نیاز به دماهای ساعتی روزانه دارد، که محاسبات آن با مدل ارائه شده توسط Khalili در سال ۲۰۰۵ صورت پذیرفت.

قبل از مکانی کردن داده‌های بارندگی، از نرمال بودن آنها اطمینان حاصل گردید. سپس درون‌یابی داده‌های بارندگی به روش کریجینگ صورت پذیرفت. به منظور پهنه‌بندی نهایی لازم است ابتدا وزن هر لایه تعیین گردیده و اهمیت نسبی آن مشخص گردد. به این منظور پرسشنامه‌ای تهیه و در بین خبرگان توزیع گردید. پس از تکمیل پرسشنامه توسط کارشناسان، نظرات ارائه شده وارد ماتریس مقایسات زوجی در نرم‌افزار Expert Choice شد. وزن هریک از پارامترها (عوامل اصلی) و عوامل فرعی (طبقات هر عامل اصلی) محاسبه گردید، و وزن نهایی از حاصل ضرب این دو به‌دست آمد (جدول ۳). پس از انجام مقایسات زوجی پارامترها در نرم‌افزار Expert Choice، نرخ ناسازگاری مقایسات ۰/۰۶ گردید. باتوجه به این‌که مقدار نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ برآورد شده است، مقایسات انجام گرفته قابل پذیرش می‌باشد (Saaty 1980).

در این تحقیق از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید و پس از محاسبه وزن لایه‌های مؤثر، نقشه نهایی از طریق ضرب متوالی ماتریس‌ها به‌دست آمد. این نقشه بر اساس قابلیت کاشت به چهار طبقه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب تقسیم‌بندی گردید.

نتایج و بحث

اغلب پارامترهای هواشناسی از ارتفاع تأثیر می‌پذیرند و استفاده از ارتفاع به همراه طول و عرض جغرافیایی برای درون‌یابی داده‌ها، مناسب‌ترین روش می‌باشد (Taiti *et al.* 2006).

جدول ۲ محاسبه معادلات گرادیانی را که به‌منظور درون‌یابی پارامترها از آنها استفاده گردیده است را نشان می‌دهد. هم‌چنین دامنه و استعداد هر کدام از لایه‌های مطالعاتی به تفکیک در جدول ۳ آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیائی(X) (درجه-دقیقه)	عرض جغرافیائی(Y) (درجه-دقیقه)	ارتفاع از سطح دریا(Z) (متر)
۱	تربت جام	۶۰ ۳۵	۳۵ ۱۵	۹۵۰/۴
۲	کاشمر	۵۸ ۲۸	۳۵ ۱۲	۱۱۰۹/۷
۳	نهبندان	۶۰ ۰۲	۳۱ ۳۲	۱۱۸۸
۴	بیرجند	۵۹ ۱۷	۳۲ ۵۳	۱۵۰۴
۵	مشهد	۵۹ ۳۸	۳۶ ۱۶	۹۹۹/۲
۶	قوچان	۵۸ ۳۰	۳۷ ۰۴	۱۲۸۷
۷	سبزوار	۵۷ ۴۳	۳۶ ۱۲	۹۷۷/۶
۸	بجنورد	۵۷ ۱۹	۳۷ ۲۸	۱۰۹۱
۹	سرخس	۶۱ ۱۰	۳۶ ۳۲	۲۳۵
۱۰	گناباد	۵۸ ۴۱	۳۴ ۲۱	۱۰۵۶
۱۱	زابل	۶۱ ۲۱	۳۱ ۲۰	۴۸۹/۲
۱۲	قائن	۵۹ ۱۱	۳۳ ۴۴	۱۴۳۹
۱۳	نیشابور	۵۸ ۴۸	۳۶ ۱۶	۱۲۱۳
۱۴	بشرویه	۵۷ ۲۵	۳۳ ۵۱	۸۷۹
۱۵	فردوس	۵۸ ۱۱	۳۴ ۰۱	۱۲۹۲
۱۶	تربت حیدریه	۵۹ ۱۳	۳۵ ۱۶	۱۴۵۰/۸
۱۷	طبس	۵۵ ۵۶	۳۳ ۳۶	۷۱۱
۱۷	خور بیرجند	۵۸ ۲۶	۳۲ ۵۶	۱۱۱۷/۴
۱۸	گلمکان	۵۹ ۱۷	۳۶ ۲۹	۱۱۷۶
۱۹	سربیشه	۵۹ ۴۷	۳۲ ۳۶	۱۸۴۶

جدول ۲ معادلات استفاده شده جهت درون‌یابی پارامترها به روش گرادیانی

ضریب تبیین(R^2)	معادله	پارامتر
۰/۶۶	P1= -۳/۱۵ + ۰/۰۳۱۷X + ۰/۰۳۴۲Y + ۰/۰۰۰۱۹۴Z	احتمال وقوع دمای کمتر از ۱۵- در دوره رشد
۰/۸۵	P2= ۲/۷۴ + ۰/۰۵۴۵X + ۰/۲۰۱۶Y + ۰/۰۰۰۷۳۷Z	طول روز (۱۴ روز قبل از برداشت)
۰/۷۲	P3= ۷۷۴۰ - ۳۰/۷X - ۹۶/۲Y - ۰/۳۴۵Z	GDD از کاشت تا برداشت
۰/۶۵	P4= ۴۰۴۳ - ۱۵/۶X - ۳۲/۳۸Y - ۰/۱۱۷۱Z	شاخص قابلیت تولید زیست توده از کاشت تا برداشت
۰/۹۱	P5= -۷۷۰ + ۵/۶۲X + ۱۶/۹۵Y + ۰/۰۵۲۲Z	مجموع ساعات بهاره‌شدن

در جدول فوق X طول جغرافیایی، Y عرض جغرافیایی و Z ارتفاع از سطح دریا می‌باشد.

ارتفاع از سطح دریا

با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، نقشه ارتفاع در استان‌های مورد مطالعه رسم گردید (شکل۲). مناطقی که کمتر از ۱۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا دارند، کاملاً مناسب کاشت پاییزه چغندقند می‌باشند. این اراضی بیشتر در جنوب استان خراسان جنوبی واقع شده‌اند. با افزایش ارتفاع خصوصاً در ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متری به‌دلیل کاهش دما خطر سرمازدگی افزایش می‌یابد. نواحی مرکزی دو استان مرتفع بوده و مناسب کاشت پاییزه نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

شیب

چغندرقند در مرحله جوانه‌زنی به تغییرات رطوبتی حساس می‌باشد. در شیب‌های بالا روان آب افزایش یافته و استفاده از مکانیزاسیون بسیار مشکل می‌شود. هم‌چنین در اراضی شیب‌دار فرسایش به شدت افزایش می‌یابد. اراضی که شیب کمتر از هشت درصد دارند، مناسب کاشت بسیاری از گیاهان زراعی می‌باشند (Makhdoom 1995).

شکل ۳ نقشه شیب استان‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. اراضی که شیب کمتر از چهار در صد دارند جزو مناطق کاملاً مناسب جهت کاشت چغندرقند طبقه‌بندی می‌گردند. جنوب خراسان رضوی و شرق استان خراسان جنوبی بیشترین اراضی شیب کاملاً مناسب را دارا هستند. مناطقی که شیب بین چهار تا هشت درصد دارند برای زراعت چغندرقند مناسب هستند. شیب‌های بیش از ۱۲ درصد نامناسب کاشت بوده و جزو مناطق نامناسب کاشت پهنه‌بندی می‌گردند.

درجه روز رشد

چغندرقند برخلاف گیاهان گل انتهایی تاریخ رسیدگی تکنولوژیکی مشخصی ندارد. بنابراین مناطقی که محدودیت دماهای آخر فصل دارد محصول زودتر برداشت می‌گردد، در صورتی که درجه روز رشد کافی را دریافت نمایند جزو اراضی مستعد کاشت پاییزه می‌باشند. حتی این مناطق به علت اشغال کمتر زمین زراعی مزیت نسبی بهتری نیز دارند.

چغندرقند پاییزه از کاشت تا برداشت به ۲۵۰۰ تا ۲۹۰۰ درجـه روز رشد نیاز دارد (Hossein pour 2007; Javaheri *et al.* 2006) در این تحقیق ابتدا درجه روز رشد از کاشت تا برداشت برای هر ایستگاه محاسبه گردید. سپس نقشه پهنه‌بندی رقومی احتمال وقوع بیشتر از ۷۵ درصد، واحدهای حرارتی تجمعی بر حسب درجه روز رشد (ساعت) آن تهیه گردید (شکل ۴). همان‌طور که در شکل مشخص است به جز نواحی جنوبی شهرستان‌های بیرجند و نهبندان سایر مناطق درجه روز رشد کمتری دریافت می‌نمایند. مناطقی که کمتر از ۲۰۰۰ واحد درجه روز رشد دریافت می‌نمایند جزو مناطق نامناسب کاشت پاییزه می‌باشند. اگر کاشت پاییزه در این مناطق انجام شود، عملکرد نهایی بسیار کم خواهد بود. مناطقی که بین ۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰ درجه روز رشد را دارا هستند جزو مناطق متوسط پهنه‌بندی می‌گردند. لذا نمی‌توان عملکرد بالایی را مشابه دزفول و ارزوییه انتظار داشت (Orazizadeh 1997; Javaheri *et al.* 2006). انتظار بیشترین عملکرد را می‌توان در مناطق جنوب‌غربی خراسان‌جنوبی، پس از آن در جنوب خراسان‌رضوی، شرق، غرب و جنوب خراسان‌جنوبی می‌توان انتظار عملکرد بیشتری داشت (شکل ۴).

شاخص تولید توده زیستی

شکل ۵ نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع بیشتر از ۷۵ درصد شاخص قابلیت تولید زیست توده از کاشت تا برداشت در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی را نشان می‌دهد. نواحی که این شاخص در آن‌ها کمتر از ۱۷۵۰ واحد است، شرایط مناسبی برای رشد چغندرقند پاییزه ندارند. در مناطقی که از کاشت تا برداشت این شاخص بیشتر است، مجموع درجه حرارت مناسب رشد در طول فصل زراعی و قابلیت تجمع ماده‌خشک بیشتر بوده و مناسب‌تر برای کاشت پاییزه چغندرقند می‌باشند که شامل نواحی جنوبی شهرستان درگز و شمال شهرستان‌های قوچان و چناران و نوار باریکی در مرکز استان خراسان‌رضوی می‌باشند (شکل ۵).

بهاره‌شدن

شکل ۶ نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع کمتر از ۲۵ درصد مجموع ساعات بهاره‌شدن در مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. ارقام چغندرقند فقط در مناطق کوچکی از جنوب

Archive of SID

www.SID.ir

استان خراسان‌جنوبی به آستانه بهاره‌شدن نرسیده و کمتر از ۱۴۰ ساعت سرمای مؤثر دریافت می‌کنند. این مناطق با ریسک کمی برای ساقه‌روی مواجه بوده و کاملاً مناسب کاشت پاییزه می‌باشند. مناطق مناسب مناطقی هستند که گیاه در دوره رشد خود تا ۱۷۰ ساعت بهاره‌شدن را تجربه می‌نماید (جنوب خراسان‌جنوبی). در این اراضی امکان کاشت ارقام متحمل به ساقه‌روی نیز وجود دارد. در مناطق با بیش از ۲۰۰ ساعت ارقام مقاوم هم بهاره شده و تولید ساقه گل‌دهنده خواهند نمود. لذا پیشنهاد می‌گردد در این مناطق کاشت ارقام بسیار مقاوم که به طول روز بالا برای ساقه‌روی نیاز دارند صورت پذیرد.

یخ‌زدگی

یکی دیگر از مشکلات برای توسعه کاشت پاییزه چغندرقند علاوه‌بر ساقه‌روی، بقاء از نظر وقوع یخبندان در طی زمستان می‌باشد. در این مطالعه احتمال وقوع ۲۵ درصد و کمتر، دماهای یخ زدگی بر حسب درجه سانتی‌گراد از کاشت تا برداشت برای هر ایستگاه محاسبه گردید. سپس نقشه رقومی آن با استفاده از معادله استخراج شده (جدول ۲) در محیط GIS رسم گردید (شکل ۷).

مناطق کاملا مناسب محدوده‌هایی می‌باشند که به احتمال بالای ۷۵ درصد دما در طول فصل رشد به کمتر از ۷- نخواهد رسید. قسمت‌هایی از جنوب شهرستان بردسکن، نهبندان و بیرجند جزو این مناطق بوده و کاشت پاییزه در آن‌ها با مشکل یخ‌زدگی مواجه نمی‌گردد. مناطق مناسب نیز شامل شرق، غرب و جنوب استان خراسان جنوبی و جنوب خراسان رضوی و نواحی کوچکی در شمال شرق سرخس و غرب شهرستان سبزوار می‌باشد. در این نواحی نیز امکان کاشت پاییزه وجود دارد و خسارت سرما قابل برگشت می‌باشد، هرچند بر عملکرد اثر منفی می‌گذارد. مناطقی که به احتمال بالای ۲۵ درصد دمای آن‌ها به کمتر از ۱۵- درجه می‌رسد (بیشتر نواحی مرکزی دو استان) ریسک بسیار بالایی برای کاشت وجود دارد و در صورت وقوع دماهای کمتر از ۱۵- درجه خسارت غیر قابل برگشت و بسیار شدیدی به زراعت پاییزه چغندرقند وارد خواهد گردید. شناسایی مناطق مناسب و کاملاً مناسب از روی شکل ۷ امکان‌پذیر می‌باشد.

طول روز

شکل ۸ نقشه طول روز برحسب ساعت را دو هفته قبل از برداشت چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی نشان می‌دهد. مناطقی که طول روز در آن‌ها کمتر از ۱۳ ساعت است با خطر ساقه‌روی کمتر مواجه می باشند. جهت کاشت در این اراضی می‌توان از ارقام متحمل به ساقه‌روی نیز استفاده نمود. با افزایش طول روز احتمال ساقه‌روی به‌تدریج زیادتر شده و در صورتی‌که چغندرقند در طول فصل رشد بهاره شده باشد به راحتی تولید ساقه گل‌دهنده خواهد نمود. بنابراین در مناطقی که طول روز بیش از ۱۵ ساعت است ارقام بسیار مقاوم به ساقه‌روی بایستی کشت شوند.

بارندگی

شکل ۹ پهنه‌بندی بارندگی را از کاشت تا برداشت در استان‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. جنوب شرقی استان خراسان‌جنوبی که جزو مناطق بسیار مطلوب برای کاشت پاییزه چغندرقند می‌باشد، کمترین بارندگی را دریافت می‌نماید و از این نظر جزو مناطق نامناسب به‌شمار می‌آید. مناطقی که به احتمال بالای ۷۵ درصد در طول فصل زراعی بارندگی بیش از ۱۹۰ میلیمتر را داشته و جزو مناطق کاملا مناسب طبقه‌بندی می‌گردند، اکثرا با ریسک بهاره‌شدن و یخ‌زدگی مواجه می‌باشند. در صورتیکه برای میزان بارندگی اهمیت بیشتری قائل شویم، بایستی به پهنه‌های مناسب کاشت که در مناطقی با بارش بیش از ۵۰ میلی‌متر واقع شده‌اند بیشتر توجه گردد. این پهنه‌ها که شرایط مناسبتری از نظر دریافت بارش بیشتر و همچنین خطر بهاره‌شدن و سرمازدگی کمتری دارند، بیشتر در جنوب و

Archive of SID

www.SID.ir

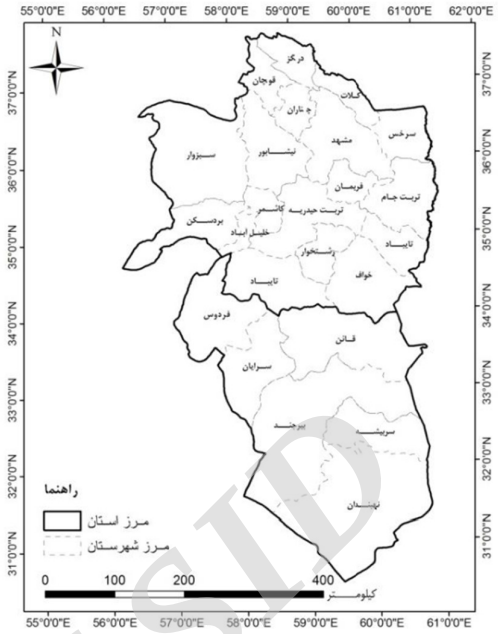
جنوب شرقی استان خراسان شمالی و همچنین در غرب و شرق خراسان جنوبی واقع شده اند (شکل ۹). مساحت و درصد کلاس‌های بارندگی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۳ وزن عوامل اصلی، طبقات شاخص‌ها و استعداد لایه‌های مطالعاتی

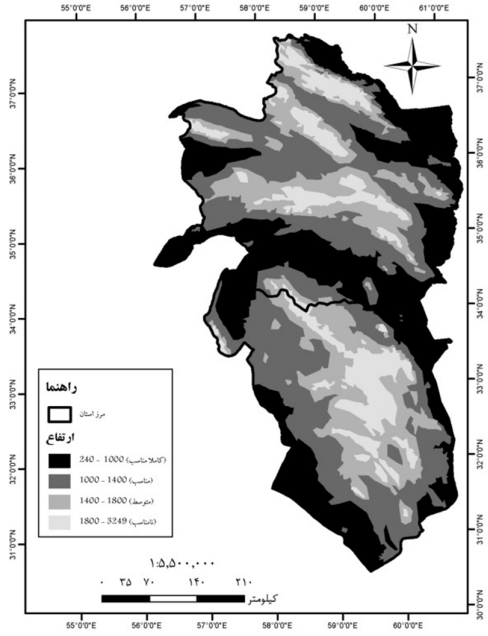
شاخص ها (عامل اصلی)	وزن عامل اصلی	کلاسه بندی لایه ها	طبقات هر عامل	درصد طبقات هر عامل	وزن نهایی	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)
ارتفاع (متر)	۰/۲۱	بسیار مناسب	۲۴۰ -۱۰۰۰	۰/۴۹۵	۰/۱۰۳۹۵	۱۲	۲۴۴۳۸/۲۳
		مناسب	۱۰۰۰ -۱۴۰۰	۰/۳۱۰	۰/۰۶۵۱	۲۱	۴۵۰۰۱/۸۱
		متوسط	۱۴۰۰ -۱۸۰۰	۰/۱۳۴	۰/۰۲۸۱۴	۳۶	۷۵۸۹۳/۶۸
		نامناسب	۱۸۰۰ -۳۲۴۹	۰/۰۶۱	۰/۰۱۲۸۱	۳۱	۶۵۵۹۴/۶۴
شیب (درصد)	۰/۲۱	بسیار مناسب	۰-۴	۰/۵۷۳	۰/۱۲۰۳۳	۳	۶۷۱۲/۰۲
		مناسب	۴-۸	۰/۲۷۱	۰/۰۵۶۹۱	۵	۱۰۶۰۱/۸۹
		متوسط	۸-۱۲	۰/۱۱۰	۰/۰۲۳۱	۱۶	۳۲۷۱۶/۴۳
		نامناسب	>۱۲	۰/۰۴۵	۰/۰۰۹۴۵	۷۵	۱۵۴۰۳۶/۴
بارندگی (میلیمتر)	۰/۱۹۹	بسیار مناسب	>۱۹۰	۰/۵۴۶	۰/۱۰۸۶۵۴	۴۸	۱۰۱۶۸۰
		مناسب	۱۲۰-۱۹۰	۰/۲۳۲	۰/۰۴۶۱۶۸	۳۴	۷۱۰۴۸
		متوسط	۵۰-۱۲۰	۰/۱۳۸	۰/۰۲۷۴۶۲	۱۴	۲۹۶۶۴
		نامناسب	<۵۰	۰/۰۸۴	۰/۰۱۷۶۴	۴	۸۵۸۴
بهاره‌شدن (درجه روز رشد)	۰/۱۱۴	بسیار مناسب	<۱۴۰	۰/۵۱۰	۰/۰۵۸۱۴	۶۰	۱۲۵۷۱۳/۹
		مناسب	۱۴۰-۱۷۰	۰/۲۷۱	۰/۰۳۰۸۹۴	۲۷	۵۷۹۳۸/۶۳
		متوسط	۱۷۰-۲۰۰	۰/۱۵۲	۰/۰۱۷۳۲۸	۱۰	۲۰۱۴۱/۲۶
		نامناسب	>۲۰۰	۰/۰۶۷	۰/۰۰۷۶۳۸	۳	۷۱۶۴/۷۷۹
دمای حداقل (سانتیگرد)	۰/۰۷۱	بسیار مناسب	>-۷	۰/۵۸۷	۰/۰۴۱۶۷۷	۵	۱۰۲۶۴/۵۵
		مناسب	-۷ - -۱۱	۰/۲۲۵	۰/۰۱۵۹۷۵	۳۱	۶۴۷۷۹/۳۱
		متوسط	-۱۱ - -۱۵	۰/۱۳۱	۰/۰۰۹۳۰۱	۴۱	۸۶۴۶۶/۹۴
		نامناسب	<-۱۵	۰/۰۵۷	۰/۰۰۴۰۴۷	۲۳	۴۹۳۹۷/۶۴
درجه-روز رشد (درجه روز)	۰/۰۷۱	بسیار مناسب	۲۶۰۰-۲۷۳۲	۰/۶۰۴	۰/۰۴۲۸۸۴	۱۲	۲۴۴۳۸/۲۳
		مناسب	۲۳۰۰-۲۶۰۰	۰/۲۰۱	۰/۰۱۴۲۷۱	۲۱	۴۵۰۰۱/۸۱
		متوسط	۲۰۰۰-۲۳۰۰	۰/۱۲۱	۰/۰۰۸۵۹۱	۳۶	۷۵۸۹۳/۶۸
		نامناسب	۱۳۰۷-۲۰۰۰	۰/۰۷۴	۰/۰۰۵۲۵۴	۳۱	۶۵۵۹۴/۶۴
شاخص زیست توده	۰/۰۴۳	بسیار مناسب	۲۰۰۰-۲۰۴۴۵	۰/۵۴۶	۰/۰۲۳۴۷۸	۳	۶۷۱۲/۰۲
		مناسب	۱۹۰۰-۲۰۰۰	۰/۲۳۲	۰/۰۰۹۹۷۶	۵	۱۰۶۰۱/۸۹
		متوسط	۱۸۰۰-۱۹۰۰	۰/۱۳۸	۰/۰۰۵۹۳۴	۱۶	۳۲۷۱۶/۴۳
		نامناسب	۱۵۶۲-۱۸۰۰	۰/۰۸۴	۰/۰۰۳۶۱۲	۷۵	۱۵۴۰۳۶/۴
طول روز (ساعت)	۰/۰۸۲	بسیار مناسب	۱۲/۷-۱۳	۰/۴۸۶	۰/۰۳۹۸۵۲	۴۸	۱۰۱۶۸۰
		مناسب	۱۳-۱۴	۰/۲۸۵	۰/۰۲۳۳۷	۳۴	۷۱۰۴۸
		متوسط	۱۴-۱۵	۰/۱۷۳	۰/۰۱۴۱۸۶	۱۴	۲۹۶۶۴
		نامناسب	۱۵-۱۵/۷	۰/۰۵۶	۰/۰۰۴۵۹۲	۴	۸۵۸۴

Archive of SID

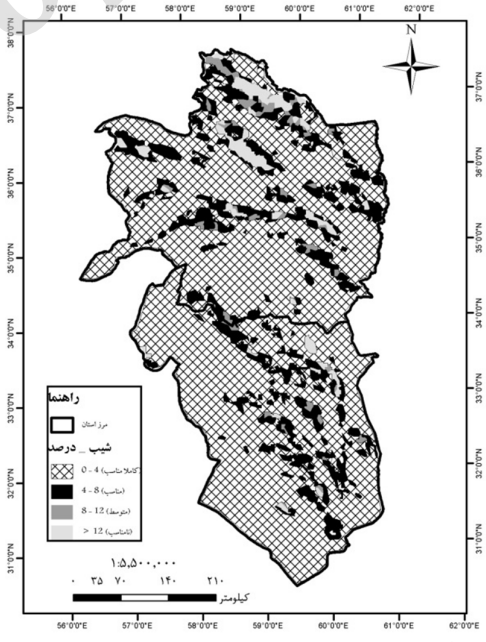
www.SID.ir



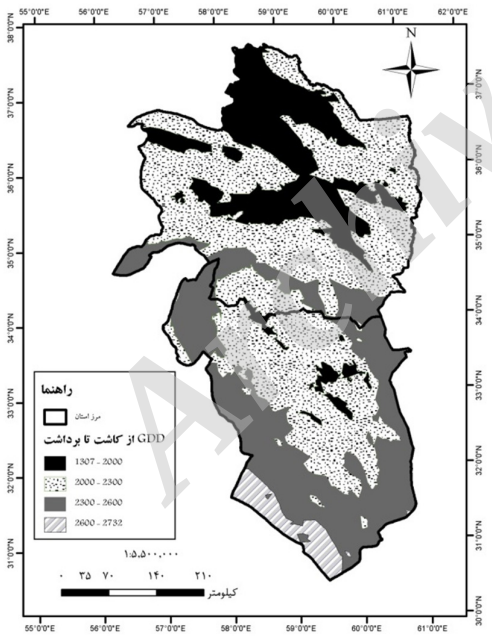
شکل ۱ نقشه مرز شهرستان و استان در مناطق مورد مطالعه



شکل ۲ نقشه کلاسه‌های ارتفاع (متر) استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

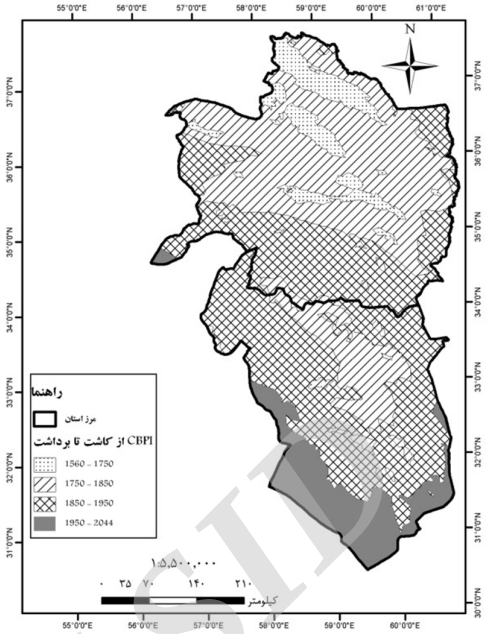


شکل ۳ نقشه کلاسه‌های شیب (درصد) استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

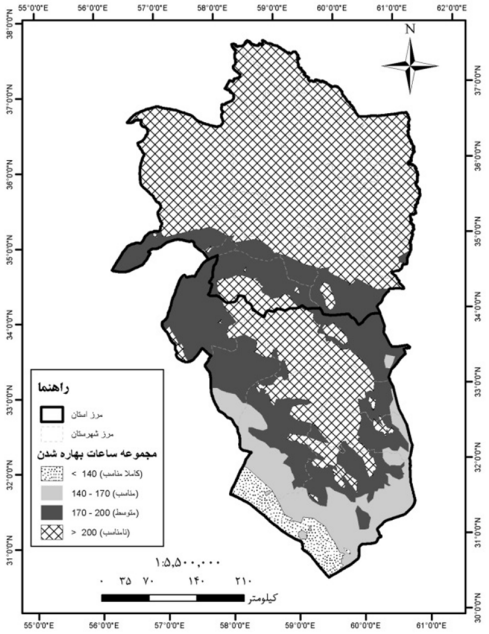


شکل٤ نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع بیشتر از ۷۵ درصد واحدهای حرارتی تجمعی بر حسب درجه روز رشد (ساعت) از کاشت تا برداشت در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

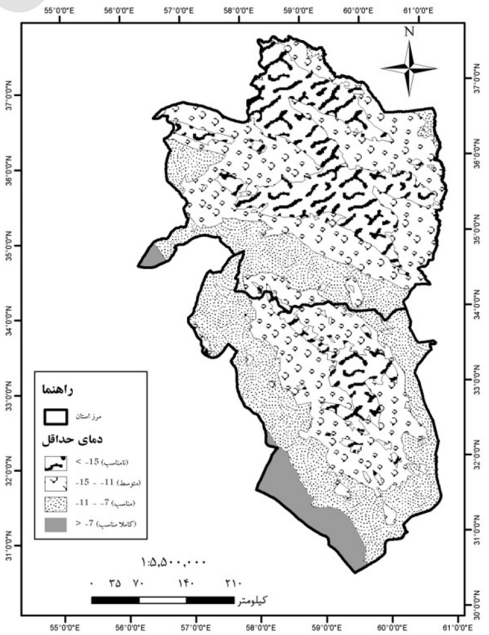
Archive of SID
www.SID.ir



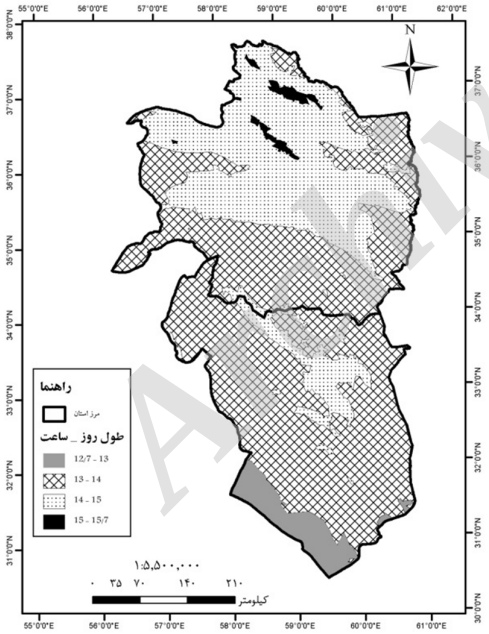
شکل ۵ نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع بیشتر از ۷۵ درصد شاخص قابلیت تولید زیست توده از کاشت تا برداشت در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی



شکل ٦ نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع کمتر از ۲۵ درصد مجموع ساعات بهاره‌شدن از کاشت تا برداشت در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی



شکل ۷ نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع ۲۵ درصد و کمتر، دماهای یخ زدگی بر حسب درجه سانتی‌گراد از کاشت تا برداشت در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی



شکل ۱ نقشه طول روز (ساعت) دو هفته قبل از برداشت در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

Archive of SID

www.SID.ir

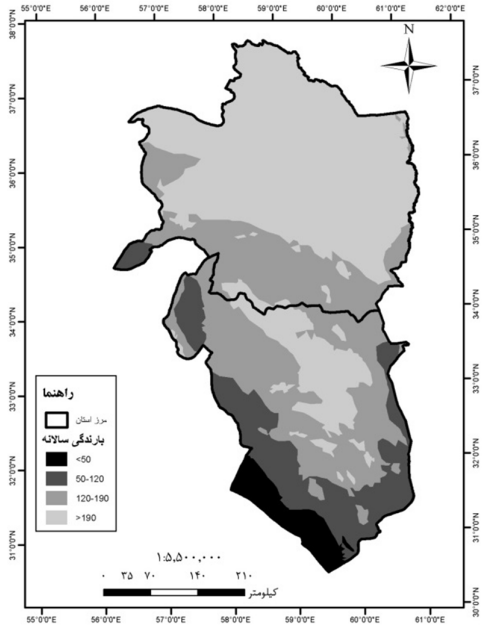
پهنه‌بندی مناطق مستعد

مناطق بسیار مناسب کشت چغندرقند فقط حدود پنج درصد کل مساحت استان‌های خراسان رضوی و جنوبی را تشکیل می‌دهند. این مناطق بیشتر شامل قسمت‌هایی در جنوب غربی و جنوب شرقی استان خراسان جنوبی می‌باشد (جدول ۴). در استان خراسان رضوی فقط قسمتی از جنوب غربی شهرستان بردسکن برای کاشت پاییزه چغندرقند کاملاً مناسب می‌باشد (شکل۱۰).

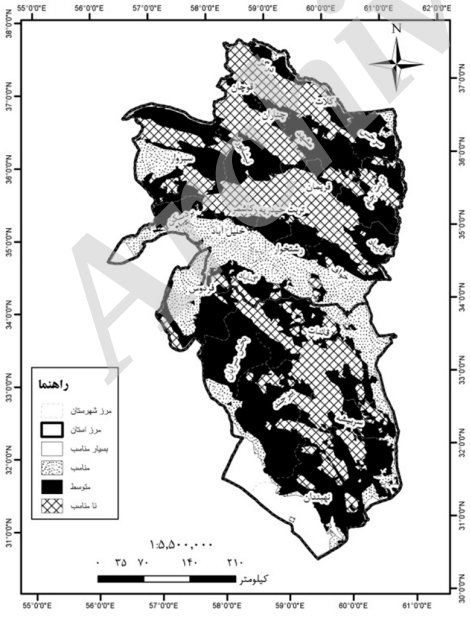
جدول ٤ استعداد اراضی استان‌های خراسان رضوی و جنوبی جهت کاشت پاییزه چغندرقند

استعداد اراضی	استعداد اراضی به درصد	مساحت (کیلومتر مربع)
بسیار مناسب	۴/۹۰	۹۹۶۴/۲۵
مناسب	۱۶/۷۴	۳۴۱۷۶/۱۳
متوسط	۴۷/۹۸	۹۷۹۴۵/۶۹
نامناسب	۳۰/۳۸	۶۲۰۱۳/۸۸

مناطق مناسب نیز که ریسک قابل قبولی برای کاشت پاییزه چغندرقند داشته ولی از پتانسیل عملکرد و عملکرد شکر سفید کمتری در هکتار نسبت به مناطق بسیار مناسب برخوردار می‌باشند، این اراضی شامل قسمت‌هایی از شهرستان سبزوار، شمال شرقی شهرستان سرخس و هم‌چنین نواری در جنوب استان خراسان رضوی می‌باشد. هم‌چنین قسمت‌های زیادی از شرق استان خراسان جنوبی این شرایط را دارد (شکل۱۰). اراضی که استعداد متوسطی برای کاشت پاییزه چغندرقند را دارا می‌باشند قسمت بزرگی از خراسان رضوی و نواحی نزدیک به مرکز خراسان جنوبی و غرب آن را شامل می‌شوند (شکل۱۰).



شکل ۹ نقشه پهنه‌بندی مجموع بارندگی (میلیمتر) از کاشت تا برداشت در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی



شکل ۱۰ نقشه پهنه‌بندی استعداد مناطق مستعد کاشت چغندرقند پاییزه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در صورت استفاده از ارقام مقاوم و متحمل به ساقه‌روی امکان کاشت پاییزه چغندرقند در مساحت قابل توجهی از مناطق مورد مطالعه وجود دارد. با توجه به تعداد کارخانه‌های قند استان‌های خراسان رضوی و جنوبی، کاشت پاییزه چغندرقند در این استان‌ها باعث افزایش بهره‌وری و اشتغال‌زایی مناسب می‌گردد. جهت توسعه این زراعت در مناطقی که ریسک بالایی دارند بایستی نسبت به اصلاح و کاشت ارقام مقاوم به ساقه‌روی اقدام نمود. یکی از کاربردهای مهم این پهنه‌بندی تعمیم نتایج طرح‌های تحقیقاتی و پایلوت‌های اجرا شده (بر اساس ساقه‌روی و خصوصیات کمی و کیفی ریشه) در این استان‌ها، به پهنه‌های مشابه محل‌های اجرای آزمایشات است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولین و محققین مؤسسه تحقیقات چغندرقند و سایر همکاران که در تمام مراحل اجرای این تحقیق همکاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده:

References:

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.

Bell GDJ. Induced bolting and anthesis in sugar beet and the effect of selection of physiological types. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 1946. 36, 167-83.

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

Bosemark NO. Genetics and breeding. In The Sugar Beet Crop : Science into Practice (Eds D. A. Cooke &R. K. Scott), 1993. pp. 67–119. London : Chapman and Hall.

Chegini MA. Effect of environment (Temperature and Photoperiod) on bolting, flowering and seed production in sugar beet. A thesis to The University of Reading for the Degree of Doctor of Philosophy. 1999. pp181–207.

Cooke DA, Scott RK, Sugar beet crop: Science in to practice, Chapman and Hall, London. 1993.

Cornwall C, Horiuchi A, Lehman C."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. An Agro-ecological exploration of the Arabian peninsula. ICARDA. Aleppo, Syria, 77 pp. ISBN. 2002. 92-9127-119-5.

De Pauw E, Göbel W, Adam H. Agro-meteorological aspects of agriculture and forestry in the arid zones. Agric. For. Meteorology, 2000. 103:43–58.

Archive of SID

www.SID.ir

Franks SJ, Sim S, Weis AE. Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA.2007. 104: 1278–1282.

Heide OM, Sonsteby A. Interactions of temperature and photoperiod in the control of flowering of latitudinal and altitudinal populations of wild strawberry (Fragaria vesca). Physiologic Plant Arum, 2007.130: 280–289.

Helali J. Relationships GDD values (GDD) and growing degree hours (GDH) of wheat in two climatic zones (MA thesis), Department of Irrigation and Reclamation. Tehran University; 2008. (in Persian)

Hossein poor M. Effect of nitrogen management of irrigation water and period growth during on water and light use efficiency in winter sugar beet (PhD thesis), Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University; 2007. (In Persian, abstract in English)

Hundal SS, Singh R, Dhaliva L.K. Agro-climatic indices for predicting phonology of wheat (*Triticum aestivum* L.) in Punjab. Journal of Agricultural Sciences, 1997.67: 265- 268.

Jaggard KW, Werker AR. An evaluation at the potential benefits and of autumn–sown sugar beet in NW. Journal of Agricultural Sciences, 1999. 132: 91-102.

Jaggard KW, Wickens R, Webb DJ, Scott RK. Effects of sowing date on plant establishment and bolting and the influence of these factors on yields of sugar beet. Journal of Agricultural Sciences, 1983. 161:101-147.

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)

Kaffka S. Sugar beet production and the environment. 1996. Annual Report of the California Sugar Beet Growers Association.

Khalili A. Anew index for quantifying human climate comfort and it's three-dimensional analysis for west zagros region (Iran), 17 th international congress of biometeorology ICB, Volume 1, 2005.pp267-269.

Khosravi M, Amani M, Hosseinzadeh Kermani M. Assessment of environmental suitability for sugar beet planting in Torbat- e- Heydarieh city using Geographic Information System (GIS). Journal of Sugar Beet, 2014. 30(1):101-116. (In Persian, Abstract in English)

Koulivand M. The sugar beet crop. Press and Cultural department of Shahid Beheshti University Jihad. 1988. pp 246. (in Persian)

Makhdoom M. Infrastructure and land logistics. Tehran University Press. 1995. (in Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

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

Marquardt S, Boss PK, Hadfield J, Dean C. Additional targets of the Arabidopsis autonomous pathway members, FCA and FY. Journal of Experimental Botany, 2006. 57, 3379–3396.

Orazizadeh MR. Determination of the most appropriate sowing date of seed of three monogerm cultivars of sugar beet for obtains the best plant density per hectare. Final report No. 7934 .Agricultural research center Safiabad of Dezful. 1997. (in Persian)

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.

Reusch TBH, Wood TE. Molecular ecology of global change. Molecular Ecology, 2007. 3973–3992.

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)

Stout M. Relation of temperature to reproduction in sugar beets. Journal of Agricultural Research, 1946. 72, 49-68.

Taiti A, Henderson R, Turner R, Zheng X. Thin-plate smoothing spline interpolation of dailiny rainfall for New Zealand using a climatological rainfall surface. International. Journal of Climatology. 2006. pp 2097-2115.

Van Dijk H. Evolutionary change in flowering phenology in the iteroparous herb Beta vulgaris ssp. maritima: a search for the underlying mechanisms. Journal of Experimental Botany, 2009. 60(11): 3143–3155.

Archive of SID

www.SID.ir