



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر  
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال پانزدهم، شماره‌ی ۵۰  
تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۱۸-۱

بهروز سبجانی<sup>۱</sup>

## تعیین نواحی مستعد کاشت چغندر قند در استان اردبیل بر اساس نیازهای اکولوژیکی

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۰۳

### چکیده

چغندر قند یکی از محصولات استراتژیک کشور است. بر اساس شرایط اقلیمی و محیطی در استان اردبیل، کاشت آن در رونق اقتصادی کشاورزان نقش مهمی دارد. هدف از این تحقیق مطالعه نیازهای اکولوژیکی به منظور تعیین نواحی مستعد کاشت چغندر قند و استفاده بهینه از زمین‌های زراعی در استان اردبیل می‌باشد. بدین منظور با بررسی عناصر اقلیمی از قبیل، دمای سالانه، دمای طول دوره رشد (آوریل-اکتبر)، بارش سالانه، بارش طول دوره رشد (آوریل-سپتامبر) در دوره آماری ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۸ ایستگاه‌های هواشناسی استان تهیه گردید و همچنین نقشه لایه‌های سطوح ارتفاعی، شیب، جهت و عمق خاک ترسیم گردید. فرآیند تحقیق شامل، گردآوری داده‌ها، ارزش‌گذاری لایه‌ها با روش AHP، ورودی اطلاعات به محیط GIS، تلفیق اطلاعات و تهیه نقشه نهایی می‌باشد. نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که استان اردبیل می‌تواند به سه ناحیه‌ی مناسب (حدود ۳۷ درصد)، متوسط (۲۵ درصد) و نامناسب (۳۸ درصد) از لحاظ کاشت چغندر قند پهنه‌بندی شود.

**کلید واژه‌ها:** چغندر قند، نیازهای اکولوژیکی، مدل سلسله مراتبی، GIS، استان اردبیل.

## مقدمه

یکی از روش‌های برنامه‌ریزی کشاورزی تعیین و شناسایی نواحی مستعد برای کاشت گیاهان زراعی و باغی با توجه به شرایط اقلیمی و عوامل فیزیوگرافی زمین است. آگاهی از این امر کشاورزان را قادر می‌سازد که خسارت ناشی از شرایط نامساعد اقلیمی بر محصول را در طول دوره رشد بکاهد. در کشور ایران سطح زیر کشت چغندر قند حدود ۱۷۸ هزار هکتار برآورد شده که استان اردبیل ۲۵۰۰ هکتار را به خود اختصاص داده است؛ اما مطالعات نشان می‌دهد سهم استان می‌تواند حداقل تا ۲۰۰۰۰ هکتار افزایش یابد. در مورد کاشت این محصول مطالعاتی انجام شده که به چند مورد اشاره می‌گردد؛

جهانبخش اصل (۱۳۷۴: ۳۶) و خداینده (۱۳۷۶: ۴۵) با تحلیل داده‌های آگروکلیمایی مناطق مناسب به کاشت و برداشت محصول زراعی را تعیین کرده‌اند. گیوی (۱۳۷۶: ۱۰۰) و سید شریفی (۱۳۷۸: ۲۵۰) ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کاشت چغندر قند را بررسی و ارتفاع ۲۰۰۰ متری، بافت خاک متوسط و عمق خاک ۲۰ تا ۵۰ سانتی متری را مناسب‌ترین مکان برای کاشت چغندر قند مشخص کرده‌اند. قائمیان و همکاران (۱۳۸۱: ۱۰۶-۹۳)، فرج نیا (۱۳۸۴: ۵۴-۴۲) و همچنین سبحانی (۱۳۸۶: ۷۰) پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت چغندر قند را با استفاده از روش AHP انجام داده‌اند.

گودمن<sup>۲</sup> (۱۹۶۸: ۳۳۹-۳۳۵) خاک را مهم‌ترین عامل اقلیمی در پهنه‌بندی کاشت چغندر قند تعیین کرده است. فیدلر<sup>۳</sup> (۱۹۷۴: ۱۱-۹) نیازهای بارندگی چغندر قند را در ماه‌های آوریل تا سپتامبر برآورد نموده است. کورپلو و همکاران<sup>۴</sup> (۱۹۷۵) درجه حرارت تجمعی بین ۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰ درجه روز و متوسط دمای روزانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد را مناسب‌ترین دما برای کاشت این محصول تعیین نموده است. استهلفک<sup>۵</sup> (۱۹۸۲) در اروپای مرکزی بارندگی و در فرانسه تشعشع خورشید را عامل محدودکننده در کاشت چغندر قند تعیین نموده است. فرکاتون و همکاران<sup>۶</sup> (۱۹۹۹: ۹۳) عملکرد چغندر قند را در ارتباط با شرایط آب و هوایی مورد مطالعه قرار داده است.

وان دن دریشش<sup>۷</sup> (۲۰۰۰: ۳۵-۲۱) به منظور شناسایی مناطق مساعد برای کاشت چغندر قند از حداکثر و حداقل دما، بارندگی، سرعت باد، رطوبت نسبی و تابش آفتاب استفاده نموده است. پدیدگون<sup>۸</sup> (۲۰۰۱: ۱۵) تاثیر آب و هوا را در

2- Goodman

3- Fiedler

4- Khorpolo

5- Istahlaf

6- Freckleton et al

7- Vandendriessche

8- Pidgoon

میزان تولید چغندر قند مورد مطالعه قرار داده‌اند. کاربرسوس و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۰۲: ۶۹-۶۲) با استفاده از متغیرهای اقلیمی با روش طبقه‌بندی خوشه‌ای تقسیم‌بندی مناطق مناسب برای کاشت را مشخص کرده‌اند. جونس و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۳: ۹۳-۱۰۸) تاثیر آب و هوا را در میزان پیش‌بینی آبی چغندر قند مورد بررسی قرار داده‌اند. هولدن و بررتون<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۳: ۱۸۱-۱۹۶) نقش تغییرات آب و هوا را بر روی محصول زراعی چغندر قند با بهره‌گیری از دما و مقادیر بارش مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که دما و بارش، دو عنصر اصلی در شناسایی این گیاه زراعی می‌باشد. رترو<sup>۱۲</sup> (۲۰۰۵: ۱۵) خاک لومی با عمق ۳۰ سانتی‌متر و دمای بین ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد را برای کاشت این گیاه زراعی مشخص کرده است. کریستین و همکاران<sup>۱۳</sup> (۲۰۰۶: ۶۹-۶۲) تاثیر تغییرات آب و هوا را در عملکرد چغندر قند مورد بررسی قرار داده‌اند. کنتر و همکاران<sup>۱۴</sup> (۲۰۰۶) و رینالدی<sup>۱۵</sup> (۲۰۰۶: ۱۱۴-۱۰۳) و ویری‌ای جسن و همکاران<sup>۱۶</sup> (۲۰۰۷: ۲۸-۱۹) تابش آفتاب و نوع خاک را مهم‌ترین عامل برای کاشت چغندر قند تعیین کرده‌اند. هدف از این تحقیق استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره در انتخاب مناطق مستعد به کاشت چغندر قند در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

مراحل انجام این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است. نیاز اکولوژیکی چغندر قند چغندر قند محصول دو سالانه است که نسبتاً به دوره رشد طولانی نیاز دارد که از ۱۴۰ تا ۱۶۰ روز هم به طول می‌انجامد. نیاز آبی آن بستگی به تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ETO) دارد. ضریب گیاهی (kc) حدود ۰/۴ تا ۰/۵ در مرحله اول از (۲۵ تا ۳۰ روز) ۰/۷۵ تا ۰/۸۵، در مرحله توسعه (۳۵ تا ۶۰ روز) ۱۰/۵ تا ۱/۲، در مرحله اواسط فصل (۵۰ تا ۷۰ روز) ۰/۹ تا ۱/۰، در مرحله اواخر فصل (۳۰ تا ۵۰ روز) و در زمان برداشت ۰/۶ تا ۰/۷ می‌باشد. نیاز اکولوژیکی چغندر قند در جدول ۱ ارایه شده است.

9- Kaburlasos et al

10- Jones et al

11- Holden and Brrarton

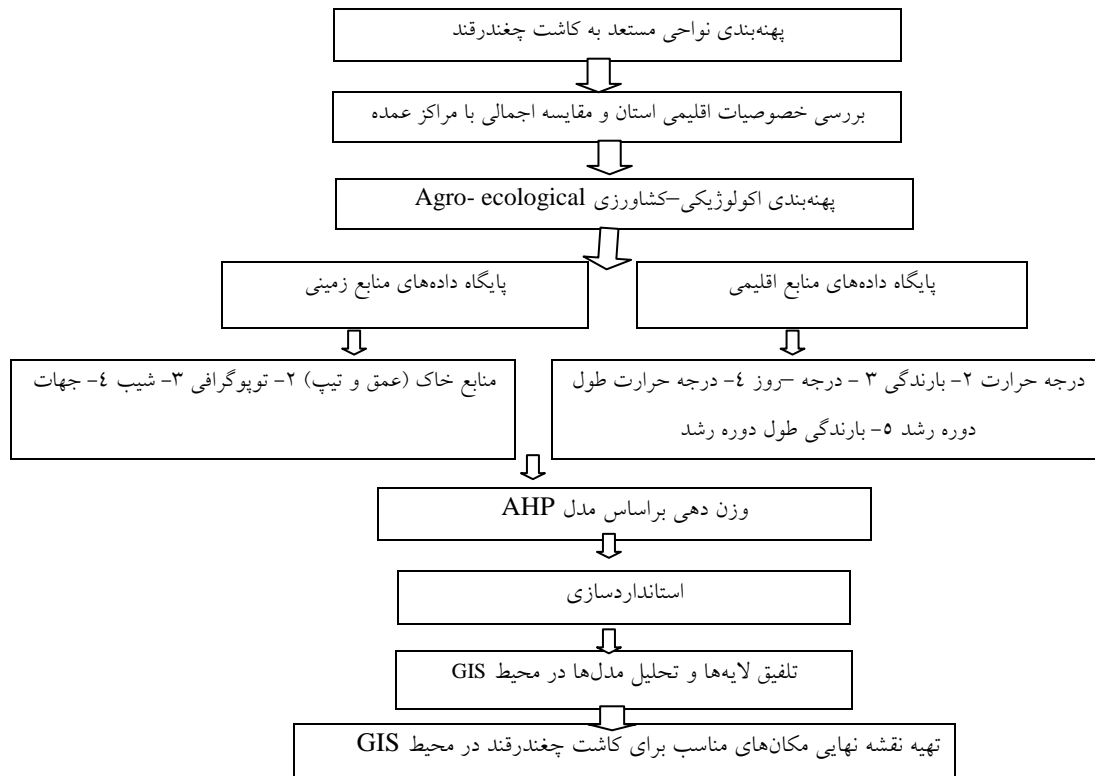
12- Rathore et al

13- Christine et al

14- Kenter et al

15- Rinaldi

16- Vereijssen et al



شکل ۱: مراحل تحقیق در مورد کاشت چغندرقد

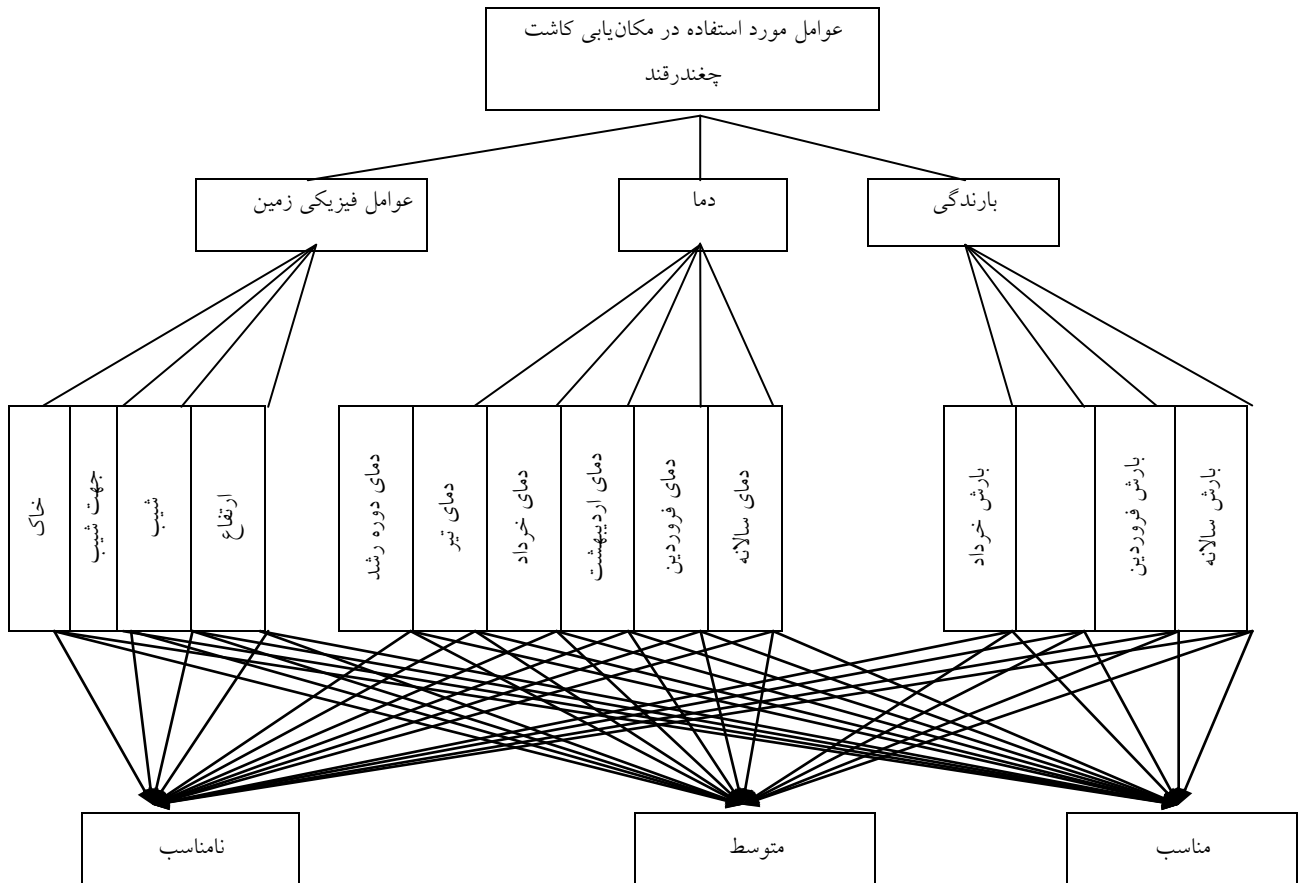
جدول ۱- نیازهای اکولوژیکی برای کاشت چغندرقد

پارامترها	مفهوم	پارامترها	مفهوم
۲۶۰۰ تا ۳۰۰۰	تعداد واحدهای حرارتی	۱۷ تا ۱۹	میانگین دمای مناسب
۲۰ متر در ثانیه	شدت باد مضر	۱۴ تا ۱۵	میانگین دمای حداقل
۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر	نیاز آبی در مناطق مرطوب	۲۲ تا ۲۴	میانگین دمای حداکثر
۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ میلی‌متر	نیاز آبی در مناطق خشک	< ۳۵	حداکثر دما
خاک جلگه‌ای و لومی	مناسب‌ترین خاک	خاک عمیق	عمق مناسب خاک
۵	حداقل دما برای جوانه زدن	۵۰۰ تا ۱۴۰۰	مقدار آب مصرفی میلی‌متر
۱۱۰ تا ۱۰۰	واحد حرارتی برای جوانه زدن	۱۲ تا ۱۵	میانگین دما برای جوانه زدن
۱۸ تا ۲۰	دمای مناسب برای رشد برگی	۴۰	دما برای نابودی گیاه
		۲۰ تا ۲۴	دمای مناسب برای گل دادن

واحدهای دما بر حسب درجه سلسیوس می‌باشد.

ایجاد ساختار سلسله مراتبی

برای مکان‌یابی کاشت چغندرقد معیارهای اصلی؛ دما، بارندگی و عوامل فیزیکی زمین انتخاب شدند، هر یک از عوامل مذکور از زیر شاخه‌های مختلفی تشکیل شده‌اند (شکل ۲).



شکل ۲: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به منظور مکان‌یابی کاشت چغندر قند

تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها و گزینه‌ها

در فرایند سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه به خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه می‌شوند که وزن نسبی آن‌ها براساس جدول ۲ به دست می‌آید.

جدول ۲- مقیاس برای مقایسه زوجی در مدل AHP

مقدار عددی	ترجیحات	مقدار عددی	ترجیحات
۱	ترجیح یکسان	۳	کمی مرجح
۵	ترجیح بیش‌تر	۷	ترجیح خیلی بیش‌تر
۹	کاملاً	۲، ۴، ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل

## بررسی سازگاری در قضاوت

یکی از مزیت‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی، محاسبه ضریبی به نام سازگاری است که از تقسیم شاخص سازگاری به شاخص تصادفی بودن حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است و گرنه باید در قضاوت تجدیدنظر شود.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{شاخص سازگاری} \quad CI = \frac{\lambda \max - n}{n - 1} \quad \text{ضریب سازگاری}$$

شاخص تصادفی بودن با توجه به تعداد معیارها (n) از جدول ۳ قابل استخراج است:

جدول ۳- شاخص تصادفی بودن (R, I)

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R.I	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم  $\lambda \max$  از L به شرح زیر استفاده می‌شود:

$$L = \frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^n (AW_i / W_i) \right]$$

$AW_i$  برداری است که از ضریب ماتریس مقایسه دو دویی معیارها در بردار  $W_i$  (بردار وزن یا ضریب اهمیت معیارها) به دست می‌آید.

## بحث و یافته‌ها

به منظور تعیین قابلیت یا محدودیت کشت چغندر قند برای هر یک از معیارها، لایه مکانی ایجاد شد و اراضی استان از نظر قابلیت کاشت با توجه به نیاز اکولوژیکی طبقه‌بندی شدند. تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی به شرح جدول ۴ ازایه شد.

جدول ۴- معیارهای اصلی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

معیارهای اصلی	بارش	دما	توپوگرافی	ضریب اهمیت
بارش	۱	۳	۷	۰/۵۸۶
دما	۱/۳	۱	۳	۰/۲۴۳
توپوگرافی	۱/۷	۱/۳	۱	۰/۱۷۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مجموع ضریب اهمیت معیارهای سه‌گانه فوق معادل عدد ۱ است که این نشان‌دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است.

#### بارندگی

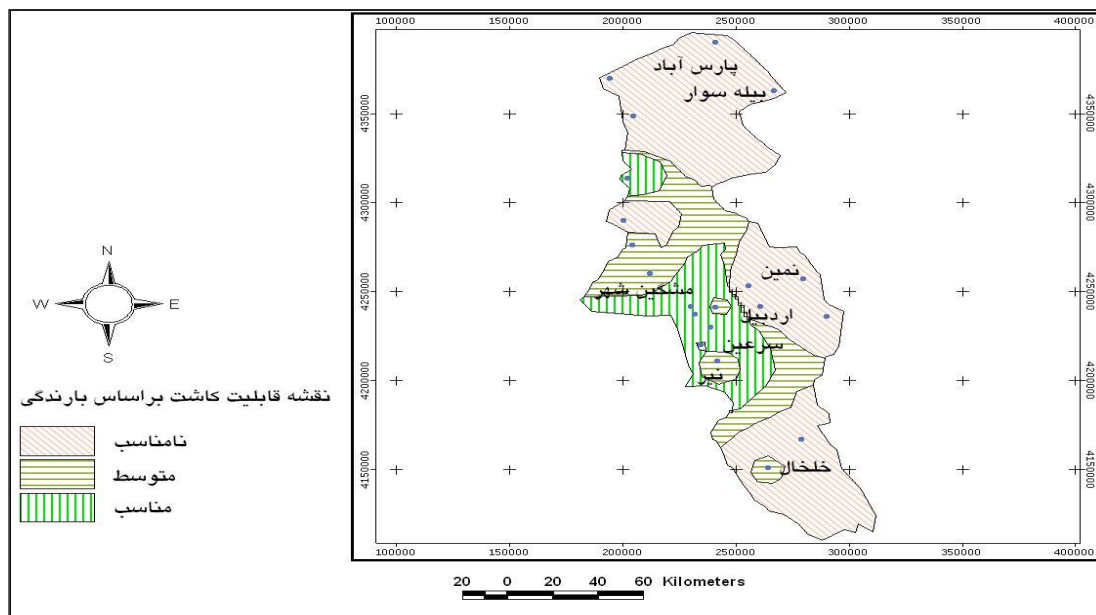
معیار بارش از بارش ماه‌های می، ژانویه و ژوئیه و سالانه تلفیق یافته است. در جدول ۵ ضریب اهمیت هر یک از آن‌ها ارایه شده است. میزان سازگاری معیارهای فرعی بارش در جدول ۶ محاسبه شده است. شکل ۳ قابلیت بارش را بر اساس ضریب جدول ۴ ارایه نموده است. چنانچه در شکل ملاحظه می‌شود، حدود ۱۷ درصد از مساحت استان مناسب، ۲۳ درصد متوسط و ۵۹ درصد نامناسب برای کاشت چغندر قند بر اساس محاسبه بارش می‌باشد.

جدول ۵- معیارهای مقادیر بارش

بارندگی	بارش سالانه	بارش آوریل	بارش مه	بارش ژوئن	ضریب اهمیت
بارش سالانه	۱	۲	۴	۶	۰/۵۱۴
بارش آوریل	۱/۲	۱	۲	۴	۰/۲۷۶
بارش مه	۱/۴	۱/۲	۱	۲	۰/۱۲۱
بارش ژوئن	۱/۶	۱/۴	۱/۲	۱	۰/۷۴۲

جدول ۶- محاسبه میزان سازگاری بارندگی

معیار	مرحله اول	مرحله دوم
بارش سالانه	$۰/۵۱۴(۱)+۲/۲۱۶(۲)+۱/۲۱(۴)+۰/۷۴(۶)$	$۱/۴۷۸ \div ۰/۵۱۴ = ۳/۶۵$
بارش آوریل	$۰/۵۱۴(۵)+۲/۲۱۶(۱)+۱/۲۱(۲)+۰/۷۴(۴)$	$۱/۰۱۱ \div ۲/۲۱۶ = ۴/۶۸$
بارش می	$۰/۵۱۴(۲۵)+۲/۲۱۶(۵)+۱/۲۱(۱)+۰/۷۴(۲)$	$۰/۵۰۵ \div ۱/۲۱ = ۴/۱۷$
بارش ژوئن	$۰/۵۱۴(۱۶۷)+۲/۲۱۶(۲۵)+۱/۲۱(۵)+۰/۷۴(۱)$	$۰/۲۷۴ \div ۰/۷۴ = ۳/۷۰$
$+۴/۶۸+۴/۱۷+۳/۷۰=۱۶/۲ \div ۴=۴/۰۵$		
$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4.05 - 4}{3} = \% ۰.۱۷$		$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{.017}{.90} = \% ۰.۱۹$



شکل ۳: قابلیت کاشت براساس بارندگی

دما

یکی از معیارهای اصلی در این تحقیق مطالعه دما است که از تلفیق دمای سالانه و دمای طول دوره رشد تعیین شده است. میزان سازگاری معیارهای فرعی دما در جدول ۸ محاسبه شده است. شکل ۴ بر اساس ضریب اهمیت جدول ۷ حاصل گردید که بیانگر آن است که از کل مساحت استان، حدود ۴۸ درصد مناسب، ۲۹ درصد متوسط و ۲۳ درصد نامناسب برای کاشت چغندر قند بر اساس دما است.

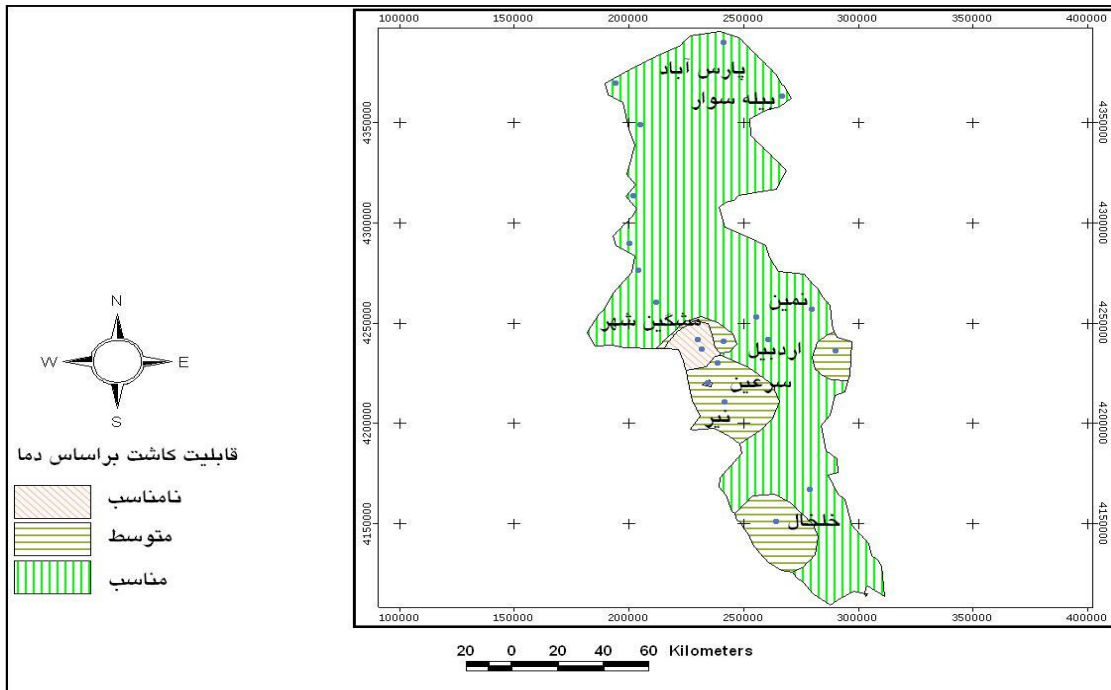
جدول ۷- معیارهای مقادیر دما

دما	دمای دوره رشد	دمای اوت	دمای ژوئیه	دمای ژوئن	دمای می	دمای سالانه	ضریب اهمیت
دمای دوره رشد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۰/۳۷۹
دمای اوت	۱/۲	۱	۲	۳	۴	۵	۰/۲۴۹
دمای ژوئیه	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	۴	۰/۱۶۰
دمای ژوئن	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	۰/۱۰۲
دمای می	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۲	٪۰۶۵
دمای سالانه	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	٪۰۴۳

جدول ۸- محاسبه میزان سازگاری دما

مرحله دوم	مرحله اول	معیار
$2/348 \div 0/379 = 6/20$	$0/379(1) + 0/249(2) + 0/160(3) + 0/102(4) + 0/65(5) + 0/43(6)$	دمای دوره رشد
$1/054 \div 0/249 = 6/18$	$0/379(0/5) + 0/249(1) + 0/160(2) + 0/102(3) + 0/65(4) + 0/43(5)$	دمای اوت
$0/982 \div 0/160 = 6/14$	$0/379(0/333) + 0/249(0/5) + 0/160(1) + 0/102(2) + 0/65(3) + 0/43(4)$	دمای جولای
$0/619 \div 0/102 = 6/07$	$0/379(0/25) + 0/249(0/333) + 0/160(0/5) + 0/102(1) + 0/65(2) + 0/43(3)$	دمای ژوئن
$0/393 \div 0/65 = 6/05$	$0/379(0/2) + 0/249(0/25) + 0/160(0/333) + 0/102(0/5) + 0/65(1) + 0/43(2)$	دمای مه
$0/263 \div 0/43 = 6/04$	$0/379(0/166) + 0/249(0/2) + 0/160(0/25) + 0/102(0/333) + 0/65(0/5) + 0/43(1)$	دمای سالانه

$\lambda = 6/20 + 6/18 + 6/14 + 6/07 + 6/05 + 6/04 = 36/735 \div 6 = 6/122$   
 $CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{6.122 - 5}{5} = 0.245$        $CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.245}{1.24} = 0.2\%$



شکل ۴: قابلیت کاشت بر اساس دما

## عوامل فیزیکی زمین

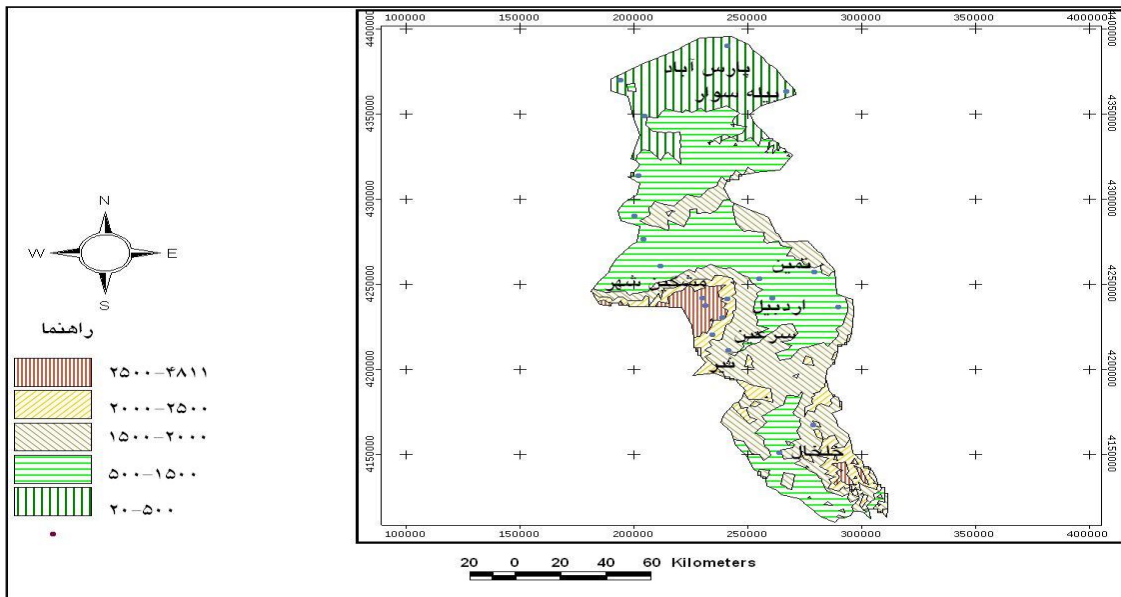
در این تحقیق، عوامل فیزیکی زمین از قبیل، ارتفاع، شیب، جهت و عمق خاک که در روند رشد چغندر قند نقشی مهم دارند انتخاب گردید. جدول ۹ ضریب اهمیت معیار فرعی عوامل فیزیکی زمین را نشان می‌دهد. میزان سازگاری عوامل فیزیکی زمین در جدول ۱۰ محاسبه گردید. شکل ۵ موقعیت مکانی کاشت چغندر قند را در توپوگرافی مختلف نشان می‌دهد که بر اساس تحلیل نقشه توپوگرافی، حدود ۴۴ درصد مساحت استان برای کاشت چغندر قند مناسب است و همچنین شکل ۶ درصد شیب را نشان می‌دهد که حدود ۴۵ درصد از مساحت استان برای کاشت مناسب می‌باشد و شکل ۷ نقشه عمق خاک است که حدود ۲۶ درصد از مساحت استان خاک مناسب برای کاشت چغندر قند دارند.

جدول ۹- معیارهای فرعی عوامل فیزیکی زمین

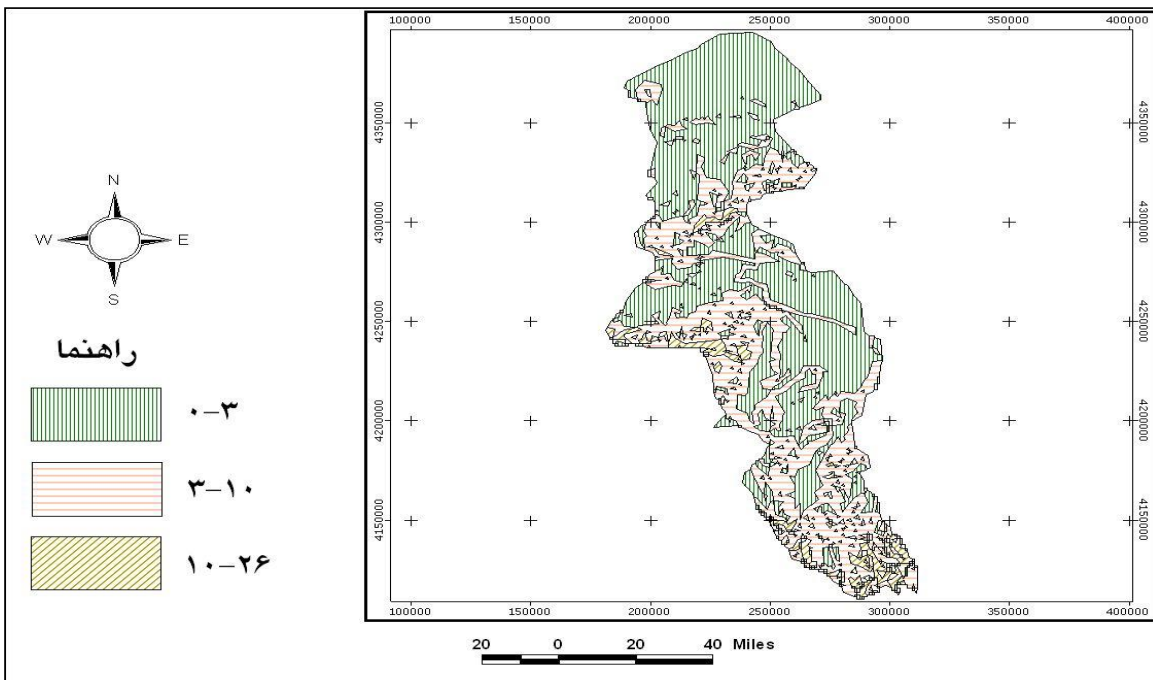
ضریب اهمیت	خاک	جهت	شیب	ارتفاع	
۰/۵۴۹	۸	۴	۳	۱	ارتفاع
۰/۲۵۶	۴	۳	۱	۱/۳	شیب
۰/۱۳۲	۳	۱	۱/۳	۱/۴	جهت
۰/۰۶۰	۱	۱/۳	۱/۴	۱/۸	خاک

جدول ۱۰- محاسبه میزان سازگاری عوامل فیزیکی زمین

مرحله دوم	مرحله اول	معیار
$۲/۳۲۵ \div ۰/۵۴۹ = ۴/۲۳$	$۰/۵۴۹(۱) + ۲/۲۵۶(۳) + ۱/۳۲(۴) + ۰/۰۶۰(۸)$	ارتفاع
$۱/۰۷۵ \div ۰/۲۵۶ = ۴/۱۹$	$۰/۵۴۹(۳۳۳) + ۲/۲۵۶(۱) + ۱/۳۲(۳) + ۰/۰۶۰(۴)$	شیب
$۰/۵۳۴ \div ۰/۱۳۲ = ۴/۰۴$	$۰/۵۴۹(۲۵) + ۲/۲۵۶(۳۳۳) + ۱/۳۲(۱) + ۰/۰۶۰(۳)$	جهت
$۰/۲۳۱ \div ۰/۰۶۰ = ۳/۹۵$	$۰/۵۴۹(۱۲۵) + ۲/۲۵۶(۲۵) + ۱/۳۲(۳۳۳) + ۰/۰۶۰(۱)$	خاک
$۴/۲۳ + ۴/۱۹ + ۴/۰۴ + ۳/۹۵ = ۱۶/۴۱ \div ۴ = ۴/۱۰۳$		
$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4.103 - 4}{3} = ۰/۰۰۳۴$	$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{.034}{.90} = \%۰.۳۸$	



شکل ۵: قابلیت کاشت بر اساس ارتفاع



شکل ۶: قابلیت کاشت بر اساس شیب

جدول ۱۱- وزن دهی معیارها در کاشت چغندر قند بر اساس روش (AHP)

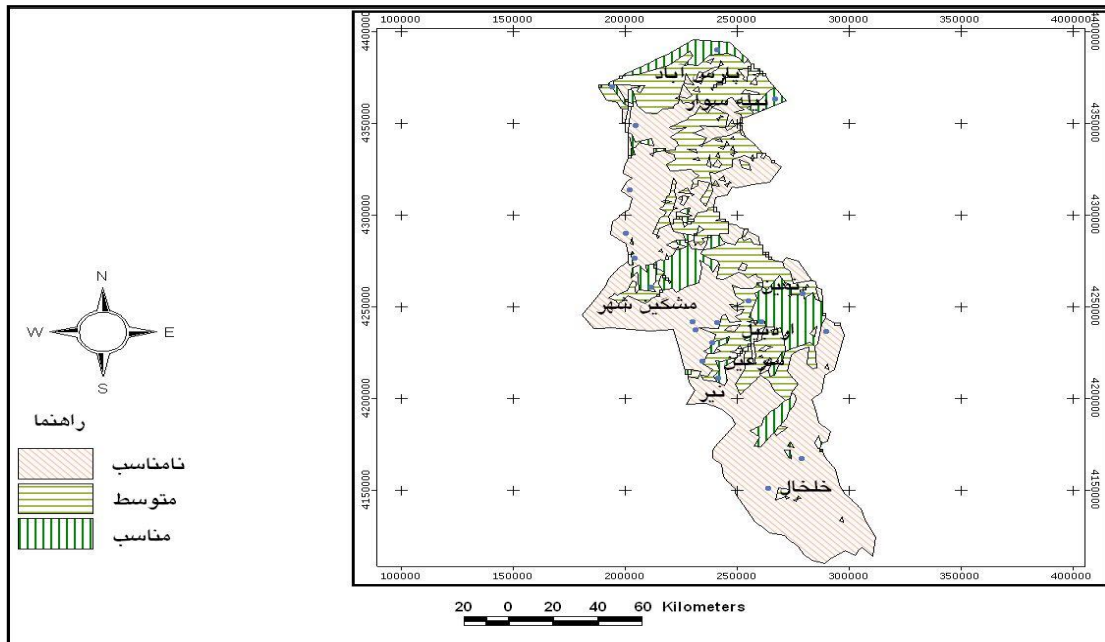
وزن نهایی	وزن نسبی	عوامل فرعی	وزن نسبی	عوامل	وزن نسبی	معیار
۰/۰۶۸	۰/۶۷۰	مناسب	۰/۵۱۴	بارش سالانه	۰/۲۰۰	بارندگی
۰/۰۲۴	۰/۲۴۳	متوسط				
۰/۰۰۸	۰/۰۸۵	نامناسب				
۰/۰۲۴	۰/۵۷۱	مناسب	۰/۲۱۶	بارش ماه آوریل		
۰/۰۱۲	۰/۲۸۵	متوسط				
۰/۰۰۶	۰/۱۴۳	نامناسب				
۰/۰۱۵	۰/۶۳۲	مناسب	۰/۱۲۱	بارش ماه می		
۰/۰۰۸	۰/۲۶	متوسط				
۰/۰۰۱	۰/۰۶	نامناسب				
۰/۰۰۸	۰/۶۰۴	مناسب	۰/۰۷۴	بارش ژوئن		
۰/۰۰۴	۰/۲۷۲	متوسط				
۰/۰۰۱	۰/۱۲	نامناسب				
۰/۰۲۹	۰/۵۳۳	خیلی مناسب	۰/۵۴۹	ارتفاع	۰/۱	توپوگرافی
۰/۰۱۴	۰/۲۶۳	مناسب				
۰/۰۰۶	۰/۱۳۷	متوسط				
۰/۰۰۴	۰/۰۷۴	نامناسب				
۰/۰۱۲	۰/۴۸۲	خیلی مناسب	۰/۲۵۶	شیب		
۰/۰۰۶	۰/۲۷۱	مناسب				
۰/۰۰۴	۰/۱۵۷	متوسط				
۰/۰۰۲	۰/۰۸۸	نامناسب				
۰/۰۰۵	۰/۴۳۷	خیلی مناسب	۰/۱۳۲	جهات		
۰/۰۰۳	۰/۲۵۷	مناسب				
۰/۰۰۲	۰/۱۵۷	متوسط				
۰/۰۰۱	۰/۰۹۶	نامناسب				
۰/۰۰۸	۰/۰۶۵	خ-نامناسب	۰/۰۶۰	خاک		
۰/۰۰۴	۰/۶۷۰	مناسب				
۰/۰۰۱	۰/۲۴۳	متوسط				
۰/۰۰۱	۰/۰۸۵	نامناسب	۰/۲۴۹	دمای اوت	۰/۵۷۱	دما
۰/۰۱۳	۰/۶۰۸	مناسب				
۰/۰۵۸	۰/۲۷۲	متوسط				
۰/۰۲۵	۰/۱۲۰	نامناسب				
۰/۰۷۸	۰/۵۳۸	مناسب				

۰/۰۳۶	۰/۲۵۷	متوسط			
۰/۰۲۳	۰/۱۶۳	نامناسب			
۰/۰۵۹	۰/۶۵۳	مناسب			
۰/۰۲۳	۰/۲۵۵	متوسط	۰/۱۶۰	دمای ژوئیه	
۰/۰۰۸	۰/۰۹۵	نامناسب			
۰/۰۳۵	۰/۶۰۸	مناسب			
۰/۰۱۵	۰/۲۷۲	متوسط	۰/۱۰۲	دمای ژوئن	
۰/۰۰۶	۰/۱۲	نامناسب			
۰/۰۲۲	۰/۶۰۸	مناسب			
۰/۰۱۰	۰/۲۷۲	متوسط	۰/۰۶۵	دمای می	
۰/۰۰۴	۰/۱۲	نامناسب			
۰/۰۲۴	۰/۶۷۳	مناسب			
۰/۰۰۵	۰/۲۴۴	متوسط	۰/۰۴۳	دمای سالانه	
۰/۰۰۲	۰/۰۸۵	نامناسب			

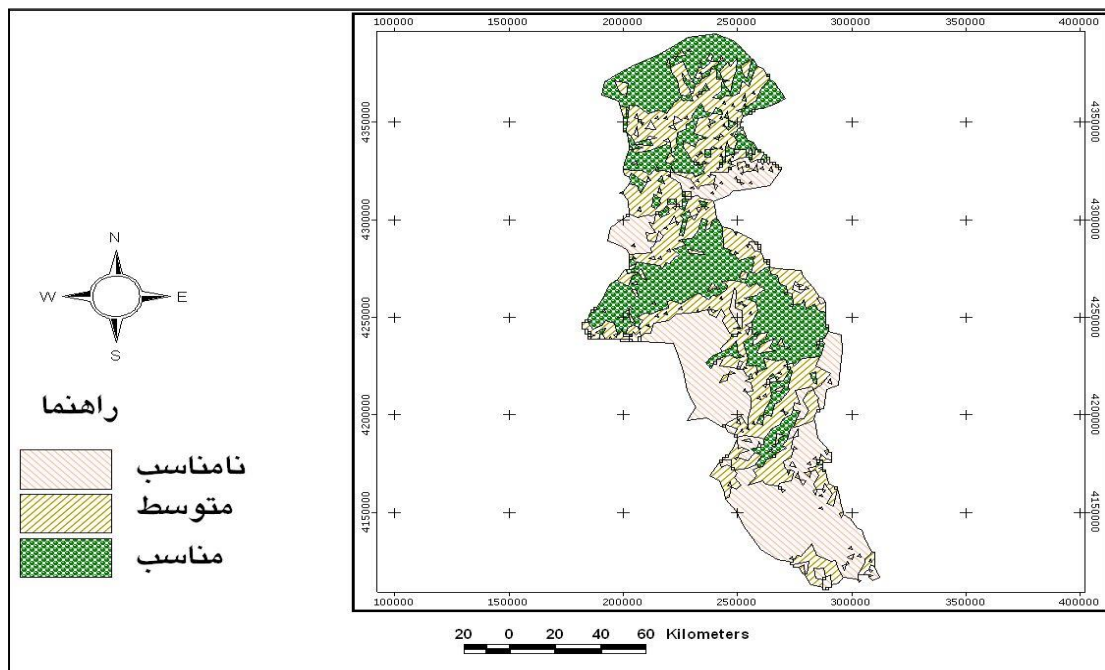
## نواحی مستعد به کاشت چغندر قند

با بررسی نیازهای اکولوژیکی هر یک از پارامترهای مورد مطالعه و وزن‌دهی بر طبق جدول ۱۱، مدل‌سازی داده‌ها به کمک GIS انجام و نقشه قابلیت کاشت چغندر قند بر اساس AHP تهیه گردید (شکل ۸). میزان سازگاری هر یک از معیارها، در جدول ۱۲ تهیه گردید. چنانچه در شکل ۸ نشان داده شد، سطح استان از نظر قابلیت کشت چغندر قند به سه طبقه‌بندی تقسیم شده است. طبقه اول بخش وسیعی از دشت‌های اردبیل، مشگین شهر، مغان و اطراف رودخانه‌های جنوب استان را در بر می‌گیرد که عمدتاً منطبق بر نواحی کشاورزی است و در صورت تامین آب زراعی محدودیت برای کاشت چغندر قند وجود ندارد و ۳۷ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد. گروه دوم مناطق کوهپایه‌ای و دشت‌های کوهستانی واقع در شمال و مرکز استان تشکیل می‌دهد و محدودیت محیطی عمده، شیب زمین، دما و عمق خاک است برای کاشت چغندر قند توصیه نمی‌شود و ۲۵ درصد از مساحت استان را تشکیل

می‌دهد. گروه سوم نواحی کوهستانی، حاشیه‌های غربی و شرقی و جنوبی استان را تشکیل می‌دهند. محدودیت عمده محیطی دارای ارتفاع و شیب زیاد، فاقد عمق خاک مناسب و برودت هوا است. برای کاشت چغندر قند کاملاً نامناسب است و ۳۸ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد.



شکل ۷: قابلیت کاشت بر اساس عمق خاک تعیین



شکل ۸: قابلیت کاشت چغندر قند بر اساس AHP

جدول ۱۲- نتایج بررسی شاخص سازگاری معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها

شاخص سازگاری	گزینه	شاخص سازگاری	زیر معیار	شاخص سازگاری	معیار
۰/۰۹۷	بارش سالانه	/۰۱۹	بارش	/۰۳۷	
۰/۰۱۲	بارش آوریل				
۰/۰۳	بارش می				
-۰/۷۹	بارش ژوئن				
-۰/۰۱	ارتفاع	/۰۳۸	توپوگرافی		
۰/۰۰۸	شیب				
۰/۰۶۷	جهات				
۰/۰۹۹	خاک				
۰/۰۶۶	دمای می	/۰۲	دما		
۰/۰۶۶	دمای ژوئن				
۰/۰۶	دمای ژوئیه				
۰/۰۲	دمای اوت				
۰/۰۳۹۷	طول دوره رشد				
۰/۰۹	دمای سالانه				

## نتیجه‌گیری

در این تحقیق با بررسی نیازهای اکولوژیکی چغندر قند و وزن دهی برای هر یک از پارامترهای مورد مطالعه بر اساس مدل سلسله مراتبی (AHP) و مدل‌سازی داده‌های اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین به کمک GIS، نقشه مناطق مستعد به کاشت چغندر قند تهیه گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که بارش بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر مناسب‌ترین و کم‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر نامناسب‌ترین مکان برای کشت چغندر قند می‌باشد و دمای متوسط ۱۷ الی ۲۱ درجه سانتی‌گراد مشخص‌کننده نواحی مناسب و دمای کم‌تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد و بیش‌تر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد نامناسب برای کاشت این محصول است. در مناطقی که ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر، شیب بیش از ۱۰ درصد و خاک فاقد عمق مناسب است برای کشت این محصول مناسب نمی‌باشد؛ بنابراین مهم‌ترین نواحی کشت چغندر قند دشت مغان ما بین شهرستان پارس‌آباد، بيله سوار و اصلاندوز، دشت اردبیل محدوده ارتفاع کم‌تر از ۱۴۵۰ متر و دشت مشگین‌شهر در مسیر شمالی رودخانه قره‌سو و محدوده کوچکی از جنوب شهر کوثر

می‌باشد. این نتیجه با مطالعات میدانی در مورد شناسایی کاشت چغندر قند دو وضع موجود هم‌خوانی دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مجموع ضریب اهمیت معیارهای سه‌گانه فوق معادل عدد ۱ است که این نشان‌دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است. آمارنامه کشاورزی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که در طی سال‌های مختلف حداکثر ۲۵۰۰ هکتار از مساحت استان اردبیل به کشت چغندر قند اختصاص یافته است؛ اما نتایج تحقیق بیانگر آن است در استان حداقل بیش از ۲۰۰۰۰ هکتار استعداد کشت این محصول را دارا می‌باشد.

## منابع

- جهانبخش اصل، س (۱۳۷۴)، «استفاده از داده‌های آگروکلیمایی و پیش‌بینی هوا در فراوری‌های کشاورزی»، تبریز، *مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی*، شماره ۲، صص ۵۵ - ۳۶.
- خدابنده، ن (۱۳۶۷)، «*زراعت غلات*»، تهران، انتشارات سپهر.
- سبحانی، ب (۱۳۸۶)، «پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت چغندر قند در استان اردبیل»، طرح تحقیقاتی، دانشگاه محقق اردبیلی.
- سید شریفی، ر (۱۳۸۷)، «*گیاهان زراعتی صنعتی*»، اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، ۲۳۰ ص.
- شرکت کوانتا و سازمان هواشناسی کشور (۱۳۵۴)، «مطالعه اقلیم کشاورزی ۱۵ محصول زراعی کشور»، تهران، انتشارات سازمان هواشناسی کشور، ۳۲۰ ص.
- فرج نیا، ا (۱۳۸۴)، «ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندر قند در دشت یکانات مرنده»، *مجله چغندر قند*، شماره ۱، صص ۵۴ - ۴۲.
- قائمیان، ن؛ برزگر، ع؛ محمودی، ش؛ عماری، پ (۱۳۸۱)، «ارزیابی تناسب اراضی برای گندم، چغندر قند و یونجه در پیرانشهر»، *مجله علوم خاک و آب*، شماره ۱، صص ۱۰۶ - ۹۳.
- گیوی، ج (۱۳۷۶)، «ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی»، تهران، موسسه تحقیقات آب و خاک. نشریه ۱۰۱۵، ۱۰۰ ص.
- Carol, L. W., Hargrove, W.W., ( 2008), "Agro-ecoregionalization of Iowa using multivariate geographical clustering, Agriculture", *Ecosystems and Environment*, 123: 161-174.
- Bruno, B., Matteo, B., Luigi, S., Martin, E.C., ( 2007), "Analysis the effects of climate to variability on spatial pattern of yield in a maize wheat , soyban relation", *European Journal of Agronomy*, 26: 82-91.
- Christine, K., Christa, M.J., Bernmard, M., ( 2006), "Effects of weather variables on sugar beet yield development", *European Journal of Agronomy*, 24: 62-69.
- Fiedler, I., (1974), "**Symposium on the effect of weather on sugar beet growth**", 24: 11-90.
- Freckleton, R.P., Watkinson, A.R., Webb, D.J., Thomas, T.H., ( 1999), "Yield of sugar beet inrelation to weather and nutrient", *Agricultural and Forest Meteorology*, 93: 93-101.

- Good man, P.G., (1968), "Physical analysis of the effects of different soils on sugar beet crops in different years", *Journal of Applied Ecology*, 2:335-357.
- Holden, N.M., Brereton, M., (2003), "Possible change in Irish climate and impact on barley and potato yield", *Agricultural and Forest Meteorology*, 114: 181-196.
- Jones, D.H., Lister, D.H., Jaggard, K.W., Pigeon, J.D., (2003), "Future climate impact on the productivity of sugar beet in Europe", *Climate Change*, 58: 93-108.
- Kaburlasos, V.G., Spais, V., Petridis, V., Petrou, L., (2002), "Intelligent clustering techniques for prediction of sugar production", *Mathematics and Computers*, 60: 159-168.
- Kenter, C., Christa, M.H., Bernward, M., (2006), "Effect of weather variable on sugar beet yield development", *European Journal of Agronomy*, 27-4: 62-69.
- Kurpelova, M., (1975), "Agroclimatic condition of Czechoslovakia", *Hydrometeorology USTA, Priroda*, Bratislava.
- Pidgoon, J.P., (2001), "Climatic impact on the productivity of sugar beet in Europe", *Agricultural and Forest Meteorology*, 109: 22-37.
- Rathore, P.S., (2005), "Techniques and management of field crop production", *Agrobios India, Andhra Pradesh*, 525 Page.
- Rinaldi, M., (2006), "The response of autumn and spring sown sugar beet to irrigation in southern Italy", *Water and Radiation Use Efficiency Field Crops Research*, 95: 103-114.
- Stehlik, V., (1982), "Biology of the species, variants and forms of beet of the beta L genus with respect to large scale production", Academia Praha Padres Venga.
- Vandendriessche, H.L., (2000), "A model of growth and sugar accumulation of sugar beet for potential production condition", 67: 21-35.
- Vereijssen, J., Schneider, J.H.M., Jeger, M.J., (2001), "Supervised control of cercospora spot in sugar beet", *Crop Protection*, 26: 19-28