امکان‌سنجی کشت محصول سویا در استان اردبیل با استفاده از روش SAW

برومند صلاحی [۱]، فاطمه وطن‌پرست قلعه جوق [۲*]

[۱] استاد اقلیم‌شناسی دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
[۲] دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۹/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴

چکیده

در بین عوامل مختلف تأثیرگذار در تولید محصول سویا، شرایط اقلیمی از مهم‌ترین متغیرهایی هستند که باید کنترل شود. در این پژوهش به‌منظور شناخت قابلیت‌های طبیعی۷ ایستگاه پارس‌آباد، اردبیل، خلخال، مشگین‌شهر، بیله سوار، سرعین و نیر برای کشت سویا از درجه روز رشد، بارش سالانه و فصلی، رطوبت نسبی، دمای میانگین، حداقل و حداکثر برای دوره آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ استفاده شد و با روش تصمیم‌گیری چند معیاره ANP وزنی برای هر معیار تعیین شد و برای محاسبه میزان تناسب اراضی از تکنیک وزن دهی ساده SAW بهره گرفته شد. با تلفیق نقشه‌های DEM وIDW نقشه‌های پهنه‌بندی در محیط GIS به دست آمد. نتایج پژوهش نشان داد که در بین ایستگاه‌های موردمطالعه پارس‌آباد و بیله سوار به دلیل ارتفاع کم‌تر از ۱۳۰۰ متر بدون محدودیت و مناسب برای کشت و اردبیل، خلخال، سرعین و نیر به دلیل ارتفاع بیشتر از ۱۳۰۰ متر نامناسب و دارای محدودیت زیاد برای کشت هستند.

کلمات کلیدی: سویا، روش چند معیاره ANP، سیستم اطلاعات جغرافیاییGIS، تکنیک SAW.

* نویسنده عهده دار مکاتبات g.abbasianfard@mail.sbu.ac.ir

مقدمه

امروزه سویا به‌عنوان یک کالای استراتژیک نه‌تنها پاسخگوی مصارف غذایی متنوع و متعدد در زنجیره غذایی است، بلکه مصارف صنعتی فراوانی نیز یافته است. کشت سویا هم در زراعت بهاره و هم در زراعت تابستانه صورت می‌گیرد که کشت دوم آن در ایران بعد از محصولاتی چون گندم، جو، سیب‌زمینی، کاهو و باقلا انجام می‌شود و بدین لحاظ نیاز به اختصاص زمینی خاص جهت کشت ندارد. مهم‌ترین مناطق کشت سویا در استان‌های گلستان و مازندران و استان‌های لرستان و اردبیل است (تقی نژاد، ۱۳۹٤، ص ۷). ازآنجاکه تمامی محصولات کشاورزی، مرزهای حقیقی و طبیعی از عناصر اقلیمی دارند که در خارج از آن مرزهای آستانه‌ای، قادر به رشد طبیعی خود نخواهند بود (محمدی،۱۳۸۷، ص ۹۵). سویا نیز مانند سایر محصولات کشاورزی ازنظر محدودیت‌ها و مرزهای تولید، وابسته به شرایط اقلیمی است. با شناخت پارامترهای آب‌وهوایی می‌توان امکانات بالقوه اقلیمی را در مناطق مختلف مشخص و از آن‌ها حداکثر بهره‌برداری را نمود (ساری صراف و همکاران، ۱۳۸۸، ص ٦). در بین عوامل مختلف تأثیرگذار در تولید محصولات کشاورزی، شرایط جوی و اقلیمی از مهم‌ترین متغیرهای محیط طبیعی بوده که انسان قادر به کنترل آن نیست؛ بنابراین تنها راه ممکن برای مقابله با محدودیت‌های طبیعی به‌خصوص محدودیت‌های اقلیمی، شناخت این محدودیت‌ها و سازگاری با آن‌ها و اعمال مدیریت مناسب در تولید محصولات زراعی است. ما در این پژوهش در پی یافتن این هستیم که در کدام منطقه از استان اردبیل امکان کشت محصول سویا و بهره‌برداری بهتر از آن وجود دارد.

ابوشناف و همکاران (۲۰۱۳، ص ٦۹) در طراحی مدل ارزیابی تناسب اراضی برای جو در منطقه بنغازی در شمال شرقی لیبی، فن GIS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی را به کار گرفتند. ترارو و همکاران (۲۰۱۳، ص ۱۱۵) تأثیر تغییر اقلیم در تولید پنبه، سویا و بادام‌زمینی با استفاده از داده‌های بلندمدت سال‌های ۲۰۰۵- ۱۹٦۵ در نتارلا*بررسی نموده و نشان دادند بیشینه دما و بارش سالانه با بارش فصلی رابطه‌ای مستقیم داشته و تولید پنبه در جنوب مالزی تحت تأثیر تغییرات توزیع بارندگی است. جان جوآ و همکاران (۲۰۱٤، ص ۱۳) به بررسی تأثیرگذاری‌های متغیرهای اقلیم بر تولید گندم در پاکستان با استفاده از الگوی خود رگرسیونی با وقفه توزیعی (ARDL) در سال‌های ۲۰۰۹- ۱۹٦۰ پرداختند. نتایج نشان داد تغییر اقلیم، تولید گندم در پاکستان را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. مداحی و همکاران (۲۰۱٤، ص ٦۳۹) به ارزیابی اراضی برای کشت محصول برنج در منطقه آمل ایران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی پرداختند و نتایج کار آن‌ها نشان داد که این روش یک روش تحلیل فضایی قدرتمند در مدیریت اراضی است. توکونگا و همکاران (۲۰۱۵، ص ۱٤۹) تأثیر تغییرات اقلیمی دما، تابش و بارش بر تولیدات محصولات کشاورزی اعم از برنج، سیب‌زمینی و سبزیجات در ژاپن را به کمک تجزیه‌وتحلیل داده‌های ترکیبی پویا بررسی نمودند. نتایج نشان داد که افزایش یک درجه سلسیوس در میانگین دمای سالانه، تولید برنج را در کوتاه‌مدت ۸/۵ درصد و در بلندمدت ۳/۹ درصد و تولید سیب‌زمینی

* - N'Tarla

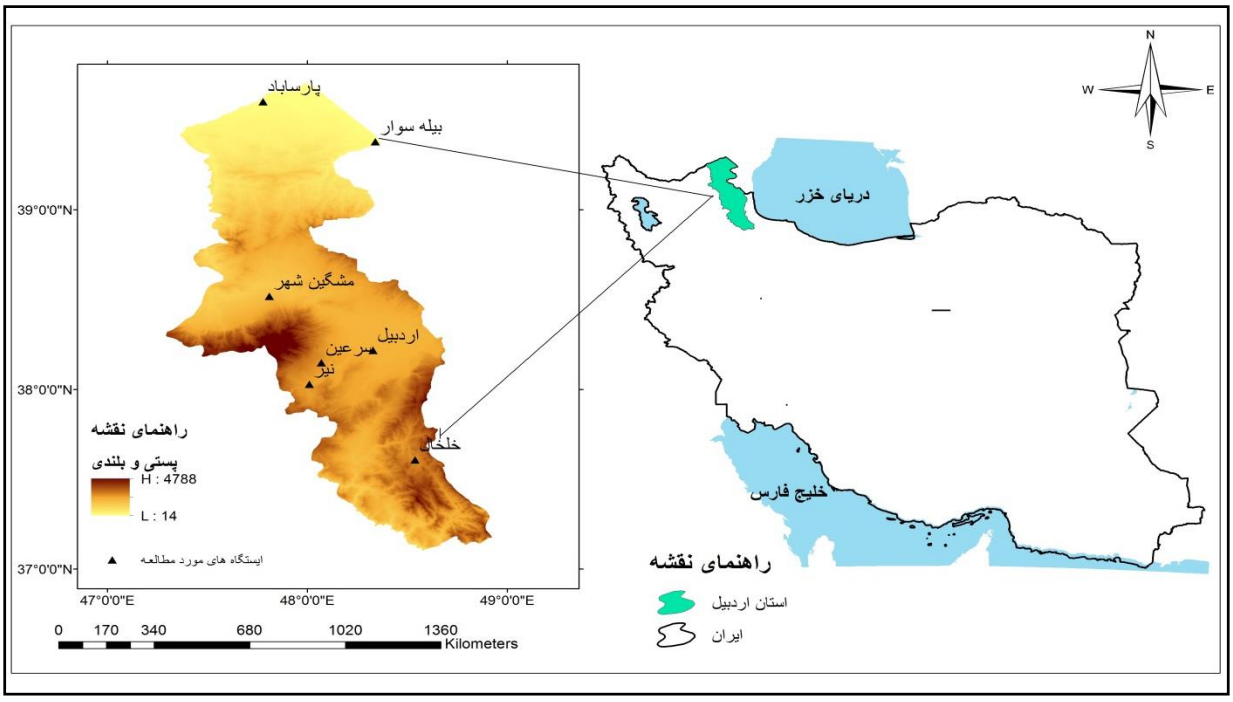
و سبزیجات را ۵۰ درصد در کوتاه‌مدت و ۸/٦ درصد در بلندمدت کاهش می‌دهد. شایی و همکاران (۲۰۱۵، ص ۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیرگذاری‌های متغیرهای اقلیمی دما و بارش بر تولید محصولات سویا و ذرت در چین با استفاده از داده‌های ترکیبی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد یک ارتباط غیرخطی میان تولید محصول سویا و ذرت با متغیرهای اقلیمی تحقیق وجود دارد. امیر نژاد و اسد پور کردی (۲۰۱۷، ص ۱٦۳) اثر تغییر اقلیم برکشت محصول گندم برای مدت ۵۰ سال را با استفاده از الگوی خود رگرسیونی با وقفه توزیعی (ARDL) در ایران موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد که تغییرات کوتاه‌مدت و بلندمدت اقلیم بر رشد گندم مثبت بوده و با افزایش میزان تغییر، تولید گندم افزایش می‌یابد. اسلام و همکاران (۲۰۱۸، ص ۱) به بررسی یک مدل مناسب زمینی برای تولید برنج با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی پرداختند و نتایج نشان داد که ۲۲/۷٤ درصد از منطقه بسیار مناسب و ۱٤/۸٦ درصد متوسط و ۲۸/۵٤ درصد برای تولید برنج مناسب بود. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۵، ص ۸۹) توان‌های اقلیمی ایران برای کشت سویا در دوره آماری ۲۰۰۸– ۱۹۸۹ را با استفاده از داده‌های دمای حداقل، حداکثر روزانه، فشار بخار و ساعات آفتابی و باد بررسی کردند و برای ارزش لایه از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده کردند. یافته‌ها نشان داد که نواحی غربی و جنوب غرب با کاهش بازده بیش از ۵۰ درصد دارای شرایط ضعیف تا متوسط ولی نیمه غربی نواحی شمالی کشور به‌عنوان منطقه مستعد برای کشت سویا در نظر گرفته شد. امیری کیا و ناجی دومیرانی (۱۳۹٦، ص ۷٤) به ارزیابی تناسب اراضی استان فارس برای کشت گندم دیم با استفاده از داده‌های اقلیمی متوسط سالانه، دمای جوانه‌زنی و گلدهی و بارش‌های سالانه، پاییزه، بهاره و داده‌های ارتفاع و شیب در محیط تاپسیس* و تحلیل سلسله مراتبی پرداخته‌اند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که ۱۳/٦۳ درصد از مساحت استان در پهنه بسیار خوب قرار دارد که شامل مناطق غرب و شمال غرب است و حدود ۲۸ درصد از مساحت در پهنه‌های خیلی ضعیف و ضعیف قرار دارد که بیش‌تر در نواحی شرق و شمال شرق قرار دارد. بنی عقیل و همکاران (۱۳۹٦، ص ۸۲۱) به پهنه‌بندی اقلیمی پتانسیل کشت گندم در استان گلستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی و روش خطی وزنی (WLC)† پرداختند نتایج نشان داد که در وزن دهی معیارها با روش تحلیل سلسله مراتبی، مقدار بارندگی در طول رشد با ۰/۳٤۰۷ بیشترین و حداقل دمای دوره سبز شدن با ۰/۰۳۰٦ درصد کمترین ضرایب را کسب کردند و بر اساس روش خطی وزنی بیش از ۵۵ درصد اراضی جهت کشت گندم در پهنه بسیار مستعد و مستعد قرار دارند. سبحانی و همکاران (۱۳۹٦، ص ۱۵) به ارزیابی توان محیطی استان مازندران برای کشت کلزا در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ با استفاده از داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی از قبیل درجه حرارت، درجه روز– رشد، بارش، ساعت آفتابی، تعداد روزهای یخبندان و رطوبت نسبی پرداختند و از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای اولویت‌بندی و برای وزن دهی از مدل تاپسیس استفاده کردند. نتایج نشان داد که بخش اعظمی از استان توان بوم‌شناختی و پتانسیل مناسب برای کشت کلزا را دارا می‌باشد. یاراحمدی و همکاران (۱۳۹٦، ص ۲۸۱) به پهنه‌بندی مناطق رویشی پسته ازنظر اقلیمی در استان آذربایجان شرقی با استفاده از مدل‌سازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. نتایج نشان داد که از کل مساحت استان حدود ۲۵ درصد کاملاً مناسب، ۲۷ درصد نامناسب و ٤۸/٤

* - TOPSIS model
† - Weighted linear combination

درصد نیز کاملاً نامناسب جهت کاشت پسته می‌باشد. سبحانی و همکاران (۱۳۹۸، ص۱۱۱) شرایط آب و هوایی دشت مغان را با استفاده از روش ANP برای کشت پنبه بررسی کرده‌اند و ٥٤/٠٤ درصد از اراضی را بدون محدودیت برای کشت شناسایی کردند. نیکزاد سلامی و همکاران (۱۳۹۸، ص ۸٦) تأثیر تغییر اقلیم بر روی دانه روغنی سویا را با استفاده از LARS-WG را در دشت مغان بررسی کرده و نتیجه گرفتند که ازنظر دمایی محدودیتی برای کشت در محدوده آبیاری شبکه خدا فرین وجود ندارد. در این پژوهش تلاش می شود تا با استفاده از عناصر اقلیمی مناطقی از استان اردبیل را که مستعد کاشت پنبه هستند با استفاده از روش ANP و تکنیک SAW، مورد بررسی و پهنه بندی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محدوده موردمطالعه در شمال غرب فلات ایران واقع گردیده و دارای مختصات ۳۷ درجه و ۷ دقیقه الی ۳۹ درجه و ٤۳ دقیقه عرض شمالی و ٤۷ درجه و ۱۹ دقیقه الی ٤۸ درجه و ٥٥ دقیقه‌ی طول شرقی است. وسعت این محدوده تقریباً معادل ۱۷۹٥۳ کیلومترمربع و معادل ۱/۱ درصد کل مساحت ایران می‌باشد که از طرف شمال با جمهوری آذربایجان، از طرف شرق با دریای خزر، از جنوب شرق با استان گیلان، از جنوب با استان زنجان و از طرف غرب با استان آذربایجان شرقی هم‌مرز است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های استان اردبیل را مشخص می‌نماید.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی استان اردبیل

در این پژوهش به‌منظور تناسب و پهنه‌بندی زمین‌های زراعی ایستگاه‌های اردبیل، خلخال، پارس‌آباد، مشگین‌شهر، بیله سوار، سرعین و نیر برای کشت سویا داده‌های موردنیاز عناصر اقلیمی (درجه روزرشد، بارش سالانه، بارش فصل رشد،

میانگین دمای فصل رشد، حداقل دمای فصل رشد، حداکثر دمای فصل رشد و رطوبت نسبی فصل رشد) ایستگاه‌های موردمطالعه برای دوره آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ جمع‌آوری و محاسبه شد.

- روش محاسبه شاخص درجه روزرشد (GDD)

رشد گیاه مانند تمام پدیده‌های بیولوژیکی تابع توان حرارتی محیط است. می‌دانیم که رشد هر گیاه از آستانه دمایی معینی آغاز می‌شود (آستانه رشد گیاه سویا ۱۰ درجه سانتی‌گراد است). رابطه (۱) برای محاسبه (GDD) به کار می‌رود (موسوی بایگی و اشرف، ۱۳۹۳، ۱۱۷).

$$GDD = \frac{T\ \max + T\ \min}{2} - T_{base}$$ رابطه [۱]

که در این رابطه T_{max} دمای بیشینه، T_{min} دمای کمینه و T_{base} دمای آستانه یا دمای پایه گیاه است. چنانچه درجه – روز، صفر و یا منفی باشد، آن روز در رشد تأثیری نخواهد داشت. پس می‌توان با داشتن دمای میانگین هرماه و تبدیل آن به دمای میانگین روزانه و دمای پایه (برای گیاه سویا عدد ۱۰) شاخص (GDD) را برای هر ایستگاه محاسبه کرد.

- محاسبه میانگین دما در زمان رشد (T)

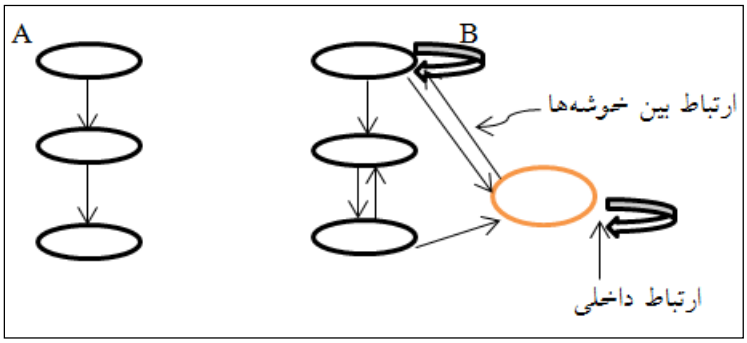
برای محاسبه آن از فرمول زیر استفاده می‌شود یعنی میانگین دمای ماه‌های رشد گیاه را که از زمان شروع رشد گیاه با جوانه‌زنی آغازشده و با گل دادن پایان می‌یابد، جمع نموده و متوسط آن را محاسبه می‌کنیم (رابطه ۲) (موسوی بایگی و اشرف، ۱۳۹۳، ۱۱۷).

$$T = \frac{T1 + T2 + T3 + \ldots + TN}{n}$$ رابطه [۲]

- فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP و مراحل آن

فرایند تحلیل شبکه‌ای یکی از فنون تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MADM) است (قدسی پور، ۱۳۸۹، ص۸۵). این مدل برحسب فرایند تحلیل سلسله مراتبی* طراحی‌شده و شبکه یا روش غیرخطی و یا سیستم بازخور را جایگزین سلسله‌مراتب کرده است (ارتای و همکاران، ۲۰۰۶، ۲۳). مدل ANP† از سلسله‌مراتب نظارت، خوشه‌ها، اجزاء و روابط متقابل بین خوشه‌ها و عناصر تشکیل می‌شود. شکل ۲ تفاوت قالب بین سلسله‌مراتب و شبکه را نشان می‌دهد (فرجی سبکبار، ۱۳۸۹، ص ۱۳۲).

* -Analytic Hierarchy Process
† -Analytic Network Process



شکل ۲: تفاوت ساختار سلسله‌مراتب (A) و شبکه (B)

در مدل ANP مانند سلسله مراتبی از طیف مقایسه‌ای ۹-۱ (جدول ۳) استفاده می‌شود و تصمیم‌گیرنده می‌تواند نظرش را در مورد هر جفت از عناصر با پاسخ‌های اهمیت برابر، نسبتاً مهم‌تر، مهم‌تر، بسیار مهم‌تر و بی‌نهایت مهم بیان کند و شامل چهار مرحله اصلی است: ۱) بنا کردن مدل و ساختار مسئله ۲) ماتریس مقایسه‌های زوجی نسبت به هدف ۳) تشکیل سوپر ماتریس ٤) انتخاب بهترین گزینه (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۹٦، ص ٦۳). در این مدل هر خوشه و عناصر هر خوشه با خوشه و عناصر دیگر خوشه‌ها دارای ارتباط متقابل بوده و ارتباط تک‌تک معیار و خوشه‌ها نسبت به همدیگر ارزیابی می‌شود و نمره بین ۱ تا ۹ را می‌گیرند و بعد از مراحل وزن دهی و برحسب نتایج ماتریس‌های وزنی، حدی و غیر وزنی، نمرات نهایی هرکدام از عناصر مشخص می‌شود. جدول ۱ مقیاس مقایسه‌های زوجی در ANP و جدول ۲ شرایط اقلیمی مناسب برای کاشت سویا را نشان می‌دهد.

جدول۱: مقیاس ۹ کمیتی ساعتی

تعریف	میزان اهمیت
اهمیت برابر	۱
نسبتاً مهم‌تر	۳
مهم‌تر	۵
بسیار مهم‌تر	۷
بی‌نهایت مهم	۹
حالت‌های متوسط	۸،٦،٤،۲

(گونری و همکاران، ۲۰۰۹، ۷۹۹۳)

جدول۲: معیارها و نحوه اثر درکشت سویا

ردیف	معیار	نحوه اثر و ضوابط
۱	بارش فصل رشد مناسب	۳۰۰ – ۷۵۰ (mm)
۲	درجه روزرشد مناسب (GDD)	۲۰۰۰ (°C)

۳	حداقل دما	(°C) ۱۲–۱۵
٤	حداکثر دما	(°C) ۲۰–۲۵
۵	میانگین دمای مناسب در زمان رشد	(°C) ۱۸–۲۵
٦	رطوبت نسبی مناسب	۸۱ – ٤۷ درصد

جدول۳: جدول امتیازدهی برمعیارها

درجه روزرشد GDD	بارش فصل رشد	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (°C)	میانگین دما (°C)	رطوبت نسبی	ارزش وزنی	توصیف قابلیت
۷۰۰-۰	کمتر از۳۰۰	بیشتر از ۱۰	کمتر از ۳۵	کم‌تر از ۳۳	کمتر از ۵۰ بیشتر از ۷۵	۱	نامناسب
۷۰۰–۱۰۰۰	۳۰۰–٤۰۰	۸–۱۰	۳۰–۳۵	۳۰–۳۳	۵۰–٦۰	۳	متوسط
۲۰۰۰–۱۵۰۰	٤۰۰–۵۰۰	۱۰–۱۲	۳۰–۲۵ و ۲۰–۱۵	۳۰–۲۵ و ۱۸–۱۵	٦۰–۷۰	۵	مناسب
بیش از ۲۰۰۰	۵۰۰–۷۵۰	۱۲–۱۵	۲۰–۲۵	۱۸–۲۵	۷۰-۸۱	۷	بسیار مناسب

-مراحل روش وزن دهی ساده (SAW)

اگر در یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره n معیار و m گزینه وجود داشته باشد، راه انتخاب بهترین گزینه، استفاده از روش وزن دهی ساده می‌باشد. روش وزن دهی ساده SAW* یکی از متداول‌ترین روش‌های مورداستفاده جهت تلفیق معیارها است. مراحل پیاده‌سازی روش SAW عبارت است از:

۱-تشکیل ماتریس تصمیم و کمّی سازی آن ۲- امتیازدهی برای یکسان‌سازی ۳- بی مقیاس سازی خطی مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری: چون اعداد موجود در ماتریس تصمیم قابل‌مقایسه باهم نمی‌باشند باید آن‌ها را بی مقیاس نمود و برای بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری درروش SAW به طریق زیر عمل می‌کنیم:

اگر معیار مثبت باشد طبق فرمول زیر تک‌تک اعداد آن ستون را بر بزرگ‌ترین عدد تقسیم می‌کنیم و اگر معیار منفی باشد مینیمم آن ستون تقسیم‌بر تک‌تک اعداد می‌شود. رابطه (۱) معیار مثبت و رابطه (۲) معیار منفی را نشان می‌دهد.

رابطه [۳] معیار سود یا مثبت $$rij = \frac{Xij}{xj\ \max}$$

رابطه [٤] معیار هزینه یا منفی $$rij = \frac{Xj\ \min}{xij}$$

* - Simple additive weighting

٤- تشکیل ماتریس وزن‌دار در اوزان شاخص‌ها: پس از تشکیل ماتریس، وزن معیارها تعیین می‌شود و در این گام با توجه به وزن‌های محاسبه‌شده از روش‌های دیگر ماتریس وزن‌دار را به دست می‌آوریم (رابطه ٥).

رابطه [٥] $$W_i = \sum_{j=1}^{n} wj \times rij$$

در این رابطه گزینه‌ای انتخاب می‌شود که مجموع حاصل‌ضرب اهمیت هر معیار (wi) در وزن نرمال شده گزینه ازنظر آن معیار (rij) بیشینه باشد.

٥- انتخاب بهترین گزینه: با جمع سطری ماتریس وزن‌ها امتیاز هر گزینه محاسبه می‌شود و بر اساس آن رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس بیشترین اهمیت انجام می‌شود (رابطه ٦).

رابطه [٦] $$A^* = \left\{ A_i \,|\max \frac{\sum_{j=1}^{n} wjrij}{\sum wj} \right\}$$

در این رابطه rij معرف مناسبت واحد i ام در ارتباط با معیار j ام و wj وزن استانداردشده معیار j ام است، به‌گونه‌ای که $\sum wj = 1$. وزن‌ها اهمیت نسبی هر معیار را به نمایش می‌گذارد. با تعیین ارزش حداکثر $(i = 1,2,...m)Ai$ ، اولویت دارترین واحد انتخاب می‌شود (بختیاری فر و همکاران، ١٣٩٠ و اصغر پور، ١٣٩٢). درنهایت ستون رتبه‌بندی جدول نهائی را به‌عنوان داده اصلی در محیط اکسل وارد نموده و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS فراخوانی کردیم و با تلفیق نقشه DEM و IDW پهنه‌بندی برای این ایستگاه‌ها را انجام دادیم.

یافته‌های تحقیق

ماتریس تصمیم روش SAW شامل جدول (٤) است که ستون‌های آن را معیارها یا زیرمعیارها و سطرهای آن را گزینه‌ها (ایستگاه‌ها) تشکیل می‌دهد.

جدول٤: ماتریس تصمیم‌گیری در ایستگاه‌های موردمطالعه

معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	مقدار بارش سالانه(mm)	بارش فصل رشد(mm)	حداقل دما (°C)	حداکثر دما(°C)	میانگین دما(°C)	رطوبت نسبی (٪)
اردبیل	١٧٠٠	٢٩٤	١٥٦/٥	٣/٣	١٥/٥	٩/٤	٧١
پارس‌آباد	٣٠٠٠	٢٧٥	١٥٨/٨	٩/٩	٢٠/٦	١٥/٣	٧١
خلخال	٢٠٠٠	٣٦٨	١٨٦/٢	٢/٣	١٤/٧	٨/٥	٦٤
مشگین‌شهر	٢٢٠٠	٣٨٨/٣	٢٥٠/٩	٦/٤	١٥/٦	١١	٥٨

سرعین	۱۶۰۰	۲۸۴/۶	۱۹۶/۷	۴/۷	۱۵/۲	۹/۹	۶۱
بیله سوار	۲۹۰۰	۳۹۵/۵	۱۹۱/۶	۱۰/۷	۲۰/۶	۱۵/۶	۶۸
نیر	۱۶۵۰	۳۵۳	۱۷۴/۷	۴	۱۶/۳	۱۰/۲	۶۲

سپس با استفاده از جدول (۵) امتیازدهی یکسان‌سازی جدول را انجام دادیم و ماتریس مربوط به امتیاز گزینه‌ها ازلحاظ معیارهای اصلی که به روش ساعتی نرمال شده است را در نظر گرفتیم.

جدول۵: تشکیل ماتریس گزینه‌ها ازلحاظ معیار اصلی برای یکسان‌سازی

معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	بارش سالانه	بارش فصل رشد(mm)	حداقل دما (°C)	حداکثر دما(°C)	میانگین دما(°C)	رطوبت نسبی (٪)
اردبیل	۷	۱	۳	۳	۷	۱	۵
پارس‌آباد	۷	۵	۵	۷	۷	۷	۷
خلخال	۷	۳	۷	۱	۱	۱	۱
مشگین‌شهر	۷	۷	۷	۱	۱	۵	۱
سرعین	۷	۵	۵	۵	۳	۳	۱
بیله سوار	۷	۷	۷	۷	۵	۷	۵
نیر	۷	۵	۳	۱	۳	۳	۱

جدول (٦) بی مقیاس سازی خطی مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری را نمایش می‌دهد. بعد از تشکیل ماتریس وزن‌دار بر اساس آن رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس بیشترین اهمیت انجام می‌شود (جدول۷).

جدول٦: ماتریس تصمیم‌گیری بی مقیاس شده بر مبنای نرم خطی و معیار مثبت

معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	بارش سالانه(mm)	بارش فصل رشد(mm)	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (°C)	میانگین دما(°C)	رطوبت نسبی (٪)
اردبیل	۱	۰/۱۴	۰/۴۲	۰/۴۲	۱	۰/۱۴	۰/۷۱
پارس‌آباد	۱	۰/۷۱	۰/۷۱	۱	۱	۱	۱
خلخال	۱	۰/۴۲	۱	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
مشگین‌شهر	۱	۱	۱	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۷۱	۰/۱۴
سرعین	۱	۰/۷۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۱۴
بیله سوار	۱	۱	۱	۱	۰/۷۱	۱	۰/۷۱

نیر	۱	۰/۷۱	۰/٤۲	۰/۱٤	۰/٤۲	۰/٤۲	۰/۱٤
وزن	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۱٦	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۳

جدول۷: انتخاب برترین گزینه و رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس روش Saw در ایستگاه‌های موردمطالعه

معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	بارش سالانه(mm)	بارش فصل رشد(mm)	حداقل دما(°C)	حداکثر دما(°C)	میانگین دما(°C)	رطوبت نسبی (٪)	رتبه‌بندی یا جمع ∑
اردبیل	۰/۲۵	۰/۰۲۸	۰/۱۱۷	۰/۰۶۷	۰/۱۲	۰/۰۱۶۸	۰/۰۲۱۳	۰/۶۱
پارس‌آباد	۰/۲۵	۰/۱٤۲	۰/۱۹۸	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۳	۱/۷٦
خلخال	۰/۲۵	۰/۰۸۴	۰/۲۸	۰/۰۲۲	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۶۸	۰/۰۰۴۲	۰/۶۵
مشکین‌شهر	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲۸	۰/۰۲۲	۰/۰۱۶۸	۰/۰۸۵	۰/۰۰۴۲	۰/۸۵
سرعین	۰/۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۱۷	۰/۰۶۷	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰۴	۰/۰۰۴۲	۰/۶۸
بیله سوار	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۰۸۵۲	۰/۱۲	۰/۰۲۱۳	۱/۱۱
نیر	۰/۲۵	۰/۱٤۲	۰/۱۱۷	۰/۰۲۲	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰۴	۰/۰۰۴۲	۰/۶۹

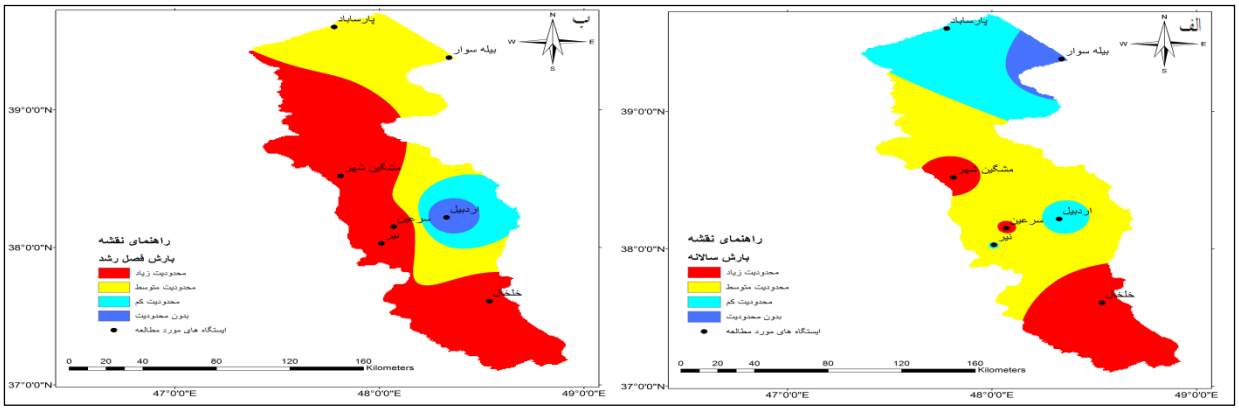
-ارزیابی عناصر اقلیمی بر اساس مدل ANP

نقشه‌های پارامتر بارش، دما، درجه روز رشد و رطوبت نسبی داده‌های ۷ ایستگاه همدیدی استان اردبیل با استفاده از وزن دهی به هریک از لایه‌ها بر اساس مدل ANP و ترکیب آن‌ها در محیط GIS کلاس‌بندی و ترسیم شدند. مطابق وزن نهایی به‌دست‌آمده در نرم‌افزار (Super Decisions) پارامتر بارش فصل رشد با وزن نسبی ۰/۲٦۳۲۳ دارای بیشترین وزن نسبت به دیگر پارامترها است. بر اساس شکل‌های ۳، ٤ و ۵ اراضی استان اردبیل برای کاشت پنبه با چهار کلاس طبقه‌بندی شدند:

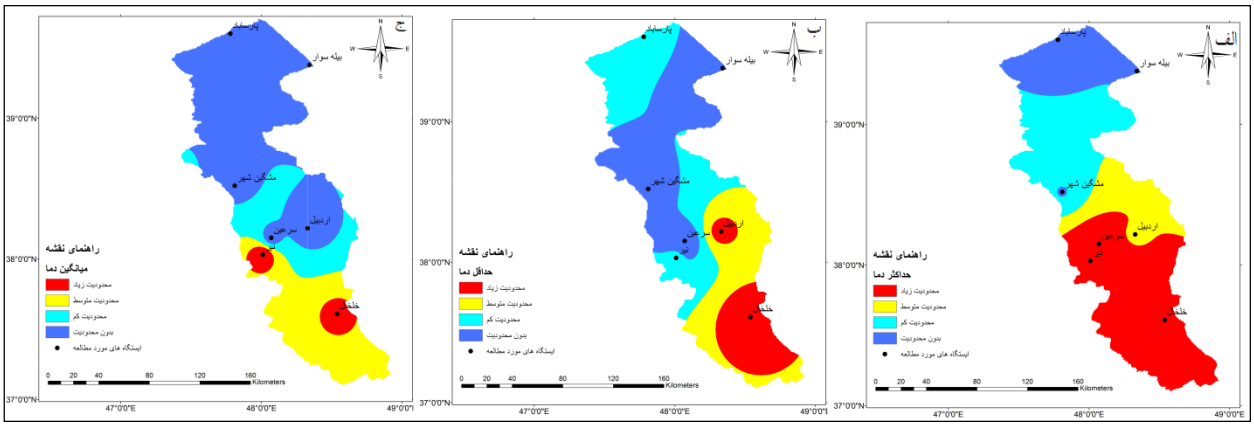
-اراضی بدون محدودیت و دارای محدودیت کم: این اراضی به دلیل داشتن شرایط اقلیمی و ویژگی‌های محیطی خوب، به‌عنوان مناسب‌ترین مکان جهت کاشت پنبه می‌باشد. این اراضی شامل ایستگاه‌های پارس‌آباد و بیله سوار برای همه پارامتر موردبررسی به‌جز پارامتر رطوبت نسبی هست و ایستگاه اردبیل در همه پارامترها به‌جز پارامتر دمای حداکثر و حداقل و رطوبت نسبی دارای محدودیت کم تا بدون محدودیت برای کشت بوده و برای پارامتر درجه روز رشد و رطوبت نسبی ایستگاه‌های سرعین و نیر بدون محدودیت هستند و ازلحاظ شرایط دمایی ایستگاه مشکین‌شهر جزء مناطق بدون محدودیت تا محدودیت کم به‌حساب می‌آید.

-اراضی با محدودیت متوسط: این اراضی شرایط ضعیف‌تری نسبت به اراضی دارای محدودیت کم دارند که شامل ایستگاه اردبیل برای حداکثر دما و پارس‌آباد برای بارش فصل رشد می‌باشد.

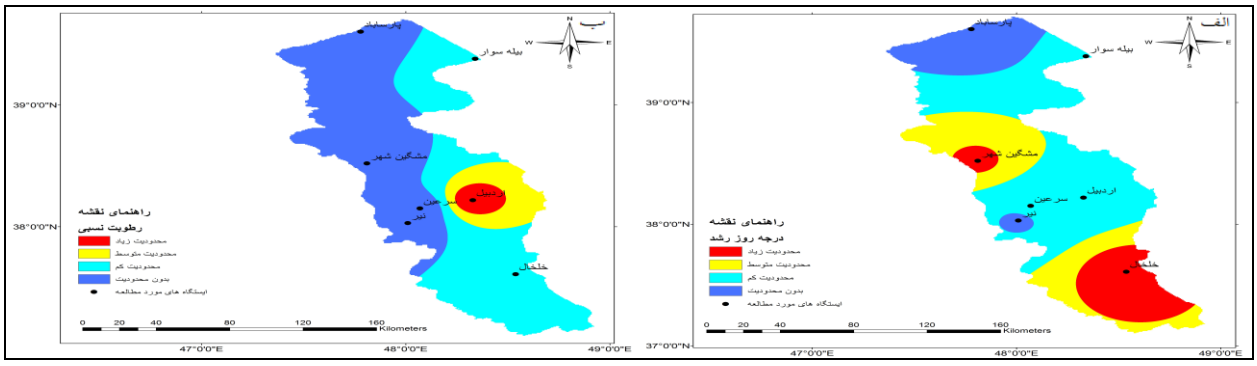
-اراضی با محدودیت زیاد: این اراضی فاقد توانمندی برای کشت پنبه می‌باشند که شامل ایستگاه خلخال برای همه پارامترها و ایستگاه‌های مشگین شهر، سرعین و نیر در بیشتر پارامترها است. لذا می‌توان گفت که ایستگاه‌های بیله سوار و پارس‌آباد به‌عنوان مناسب‌ترین مکان و ایستگاه خلخال به‌عنوان نامناسب‌ترین مکان برای کشت پنبه ازلحاظ این رتبه‌بندی به شمار می‌آیند.



شکل ۳: پهنه‌بندی اقلیمی کاشت پنبه بر اساس پارامتر بارش



شکل ٤: پهنه‌بندی اقلیمی کاشت پنبه بر اساس پارامتر دمایی

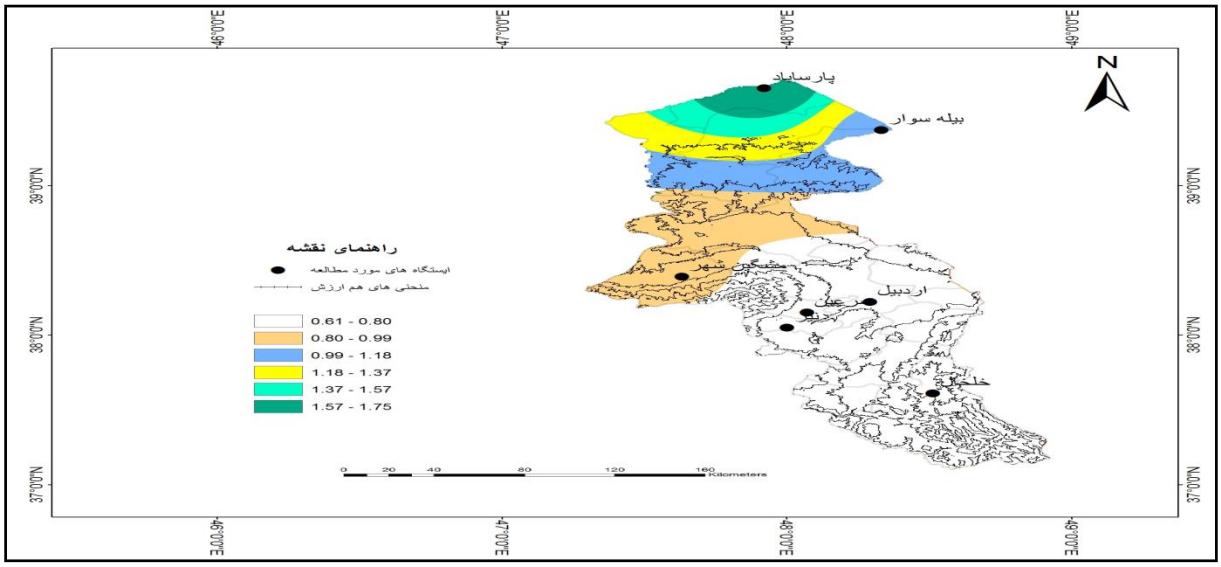


شکل۵: پهنه‌بندی اقلیمی کاشت پنبه بر اساس پارامتر درجه روز رشد و رطوبت نسبی

- پهنه‌بندی و ترسیم نقشه به کمک GIS

با توجه به اینکه برای رشد گیاه سویا ارتفاع باید بین ۷۰ تا ۱۳۰۰ متر باشد. لذا با استفاده از نقشه DEM و ترکیب آن با نقشه IDW، نقشه نهائی اصلاح‌شده را به دست آوردیم.

مطابق شکل (٦) شمال استان یعنی منطقه پارس‌آباد، اصلاندوز، جعفرآباد، گرمی و بخش‌هایی از تازه کند انگوت به دلیل ارتفاع کمتر از ۱۳۰۰ متر و بالاتر از ۷۰ متر مناسب برای کشت سویا تشخیص داده شد. ضمناً بخش‌هایی از مشگین‌شهر، ارشق و لاهرود دارای محدودیت کمتر و در گروه متوسط برای کشت سویا شناسایی شد و نامناسب‌ترین منطقه برای کشت سویا قسمت جنوب شرقی مشگین شهر، اردبیل، نیر، سرعین و خلخال به دلیل ارتفاع بالاتر از ۱۳۰۰ متر است که در نقشه بارنگ سفید نمایان شده است. البته بقیه مناطق استان نیز برای کشت مناسب هستند و فقط محدودیت برای مناطق خیلی پست و خیلی مرتفع می‌باشد. پس می‌توان نتیجه گرفت که گیاه سویا گیاه مناسبی برای کشت بیشتر مناطق این استان بوده و توصیه می‌شود.



شکل٦: پهنه‌بندی کشت سویا به روش Saw

بحث و نتیجه‌گیری:

آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب‌وهوایی آن لازمه هرگونه فعالیت کشاورزی است. در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق مستعد جهت کشت سویا مراحل پهنه‌بندی در ۷ ایستگاه همدیدی استان اردبیل با در نظر گرفتن فاکتورهایی نظیر درجه روزرشد، میانگین دمای فصل رشد، حداکثر و حداقل دمای فصل رشد، بارش سالانه، بارش فصل رشد و رطوبت نسبی فصل رشد انجام گرفت و پس از وزن دهی به پارامترهای مؤثر درکشت سویا بر اساس مدل ANP و انجام استانداردسازی و تشکیل ماتریس تصمیم به کمک روش Saw رتبه‌بندی بر

مبنای این امتیازها انجام گرفت و نقشه پهنه‌های مستعد برای کشت سویا در این ایستگاه‌ها به کمک GIS تهیه شد. در این نقشه سطح استان ازنظر پتانسیل کشت با روش ANP به چهار گروه طبقه‌بندی‌شده است. گروه اول و دوم مناطق بدون محدودیت تا محدودیت کم را در برمی‌گیرد که شامل قسمت‌هایی از پارس‌آباد و بیله سوار است گروه سوم شامل مناطق با محدودیت متوسط برای کشت می‌باشد که شامل ایستگاه اردبیل است و گروه چهارم مناطق دارای محدودیت زیاد است که شامل ایستگاه خلخال و بخش‌هایی از مشگین شهر، نیر و سرعین است. برحسب روش Saw مناطق نامناسب شامل قسمت جنوب شرقی مشگین‌شهر، اردبیل، خلخال، سرعین و نیر است و مناطق بسیار مناسب برای کشت ایستگاه‌های پارس‌آباد، جعفرآباد و اصلاندوز را دربرمی‌گیرد و دلیل عمده مناسب بودن این نواحی برای کشت ارتفاع کمتر از ۱۳۰۰ بوده و سایر بخش‌های استان قسمت‌هایی از مشگین شهر، ارشق و لاهرود را دربر می‌گیرد که این نواحی ازنظر کشت دارای شرایط نسبی متوسط تا مناسب هستند. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل نقشه پهنه‌بندی عوامل محدودیت کشت در برخی از نواحی استان اردبیل پست و مرتفع بودن این نواحی برای کشت سویا می‌باشد. نتایج این بررسی درمجموع با مطالعات انجام‌گرفته توسط کاظمی و همکاران (۱۳۹۲)، بیدادی و همکاران (۱۳۹۳) و سبحانی و همکاران (۱۳۹۸) که به امکان‌سنجی کشت محصولات زراعی پرداخته و محدودیت‌ها و نواحی مستعد را شناسایی نمودند تا حدودی همسویی دارد.

منابع:

۱. آذر، عادل، رجب‌زاده، علی،۱۳۹٦، تصمیم‌گیری کاربردی (رویکرد MADM)، چاپ ۷، انتشارات نگاه دانش، ص ۳۰٤.

۲. اصغر پور، محمدجواد.، ۱۳۹۲، تصمیم‌گیری چند شاخصه، چاپ یازدهم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ص ٤۰۰.

۳. امیری کیا، فرزانه و ناجی دومیرانی، صادق، ۱۳۹٦، ارزیابی تناسب اراضی استان فارس برای کشت گندم دیم بر اساس عوامل اقلیمی، فیزیوگرافی و مدل تلفیقی TOPSIS-AHP در محیط GIS، نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، دوره سی، شماره ٤، ص ۹۵ –۷٤.

٤. بختیاری فر، مهرنوش، سعدی مسگری، محمد، کریمی، محمد و چهرقانی، ابوالقاسم، ۱۳۹۰، مدل‌سازی تغییر کاربری زمین با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS، مجله محیط‌شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۵۸، ص ۵۲–٤۳.

۵. بنی عقیل، افروغ سادات، راحمی کاریزکی، علی، بیابانی، عباس و فرامرزی، حسن، ۱۳۹٦، پهنه‌بندی اقلیمی پتانسیل کشت گندم (Triticum aestivum L.) استان گلستان، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۹، شماره ۳، ص ۸۳۳–۸۲۱.

٦. بیدادی، محمدجواد، کامکار، بهنام، عبدی، امید، ۱۳۹۳، پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت سویا در حوزه قره‌سو با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ۷، شماره ۲، ص ۱۸۷ – ۱۷۵.

٧. تقی نژاد، جبرائیل، ١٣٩٤، آرایش کاشت دو ردیف سویا روی پشته، نشریه فنی، چاپ اول، شماره ٥٢، انتشارات سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل – مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، ص ١٦ – ١.

٨. ذوالفقاری، حسن، فرهادی، بهمن، رحیمی، حمید، ١٣٩٥، توان‌های اقلیمی ایران برای کشت سویا، نشریه علمی – پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال بیستم، شماره ٥٦، ص ١٠٥– ٨٩.

٩. ساری صراف، بهروز، بازگیر، سعید، محمدی، غلام‌حسین، ١٣٨٨، پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ١٣، ص٢٦-٥

١٠. سبحانی، بهروز، صلاحی، برومند، روشنعلی، محمد، ١٣٩٦، ارزیابی توان محیطی کشت کلزا با مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در استان مازندران، فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی، جلد ١٣، شماره ٣، ص ٢٤– ١٥.

١١. سبحانی، بهروز، صفریان زنگیر، وحید، قاسم‌آبادی، زهرا، ١٣٩٨، بررسی شرایط آب و هوایی دشت مغان برای کشت پنبه با روش ANP، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال دهم، شماره ٣٧، ص ١٢٢– ١١١.

١٢. محمدی، حسین، ١٣٨٧، آب‌وهوا شناسی کاربردی، چاپ دوم، مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ٢٦٠.

١٣. فرجی سبکبار، حسنعلی، ١٣٨٩، مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرایند شبکه‌ای تحلیل (ANP)، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ١٤، شماره ١٤، ص ١٤٩–١٢٧.

١٤. قدسی پور، سید حسن، ١٣٨٩، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

١٥. کاظمی، حسین، طهماسبی سروستانی، زین‌العابدین، کامکار، بهنام، شتایی، شعبان و صادقی، سهراب ١٣٩٢، پهنه‌بندی زراعی– بوم‌شناختی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ٢٣، شماره ٢٤، ص ٤٠– ٢١.

١٦. موسوی بایگی، اشرف، بتول، ١٣٩٣، هوا و اقلیم شناسی در کشاورزی، چاپ سوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ص ٣٨٤.

١٧. نیکزاد سلامی، میکائیل، برنا، رضا، اسدیان، فریده، ١٣٩٨، تأثیر تغییرات اقلیم بر محصولات کشاورزی با تأکید بر دانه روغنی سویا با استفاده از LARS-WG (مطالعه موردی: دشت مغان)، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال دوازدهم، شماره ٤٥، ص ٨٦– ٧٥.

18. Abushnaf, F.F., K.J., Spence, I.D. Rotherham(2013): Developing a land evaluation model for the Benghazi region in Northeast Libya using a Geographical Information System and Multi- criteria Analysis. J. APCBEE Procedia., Vol. 5. pp. 69-75.
19. Amirnejad, H., M. Asadpour kordi(2017): Effects of Climate Change on Wheat Production in Iran. J. Research Paper., Vol. 9(35). pp. 163-182.

20. Ertay, T., D., Ruam, U.R. Tuzkaya (2006): Integrating Data Envelopment Analysis and Analytic Hierarchy for the Facility Design in Manufacturing Systems. Information Sciences., Vol. 176. PP. 237-262.
21. Islam, m., T. Ahamed, R. Noguchi (2018): Land Suitability and Insurance Premiums: A GIS-based Multicriteria Analysis Approach for Sustainable Rice Production. J. Sustainability., Vol. 10. pp. 1-28.
22. Guneri A.F., M.S. Cengiz (2009): A Fuzzy ANP Approach to Shipyard Location Selection. Department of Industarial Engineering Yildiz Technical University., 34349, Yildiz, Turkey. PP. 7992-7999.
23. Janjua, P.Z., G. Samad, N. Khan (2014): Climate Change and WheatProduction in Pakistan; autoregressive distributed lag approach. NJAS ◦ Wageningen Journal of Life Sciences.,Vol. 68. pp. 13-19.
24. Maddahi, z., A. Jalalian, M.M. Kheirkhah Zarkesh, N. , Honarjo(2014) :Pelagia Research Library Land suitability analysis for rice cultivation usin g multi criteria evaluation approach and GIS. J. European Journal of Experimental Biology., Vol. 4(3). pp. 639-648.
25. Traore, B., M. Corbeels, M.T. van Wijk, M.C. Rufino, K.E. Giller(2013): Effects of Climate Variability and Climate Change on Crop Production in Southern Mali. European Journal of Agronomy., Vol. 49. pp. 115-125.
26. Tokunaga, S., M. Okiyama, M. Ikegawa(2015): Dynamic Panel Data Analysis of the Impacts of Climate Change on Agricultural Production in Japan. Japan Agricultural Research Quarterly., Vol. 49(2). pp. 149-157.
27. Shuai, C., C. Xiaoguang, X. Jintao(2015): Impacts of climate change on agriculture: Evidence from China. Journalof Environmental Economics and Management. Environment for Development Discussion Paper Series, Volume null. pp. 1-26.

Feasibility of soybean cultivation in Ardabil province using SAW method

Abstract

Among the various influencing factors in soybean production, climatic conditions are one of the most important variables that must be controlled. In this research, in order to know the natural capabilities of 7 stations of Parsabad, Ardabil, Khalkhal, Meshginshahr, Bileh Sawar, Sarein and Nair for soybean cultivation from the growth day degree, annual and seasonal rainfall, relative humidity, average, minimum and maximum temperature for the statistical period of 2001 to 2018. was used and with ANP a weight was determined for each criterion and SAW technique was used to calculate land suitability. By combining DEM and IDW maps, zoning maps were obtained in GIS. The results of the research showed that Parsabad and Beile Sawar are suitable for cultivation due to their altitude less than 1300 meters and Ardabil, Khalkhal, Sarein and Nair are highly restricted for cultivation due to their altitude greater than 1300 meters.

Keywords: soybean, Analytic Network Process, GIS, SAW technique