Archive of SID

پهنه‌بندی آگروکلیماتولوژی کشت برنج با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS، (مطالعه موردی: شهرستان لنجان استان اصفهان)

بهروز سبحانی[۱*]، وحید صفریان زنگیر[۲] و لیلا زمانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶

چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین محصول استراتژیک کشاورزی است که در تأمین غذای انسان‌ها اهمیت زیادی دارد. با توجه به رشد جمعیت و نیاز روزافزون برای تولید برنج در سطح کشور، آگاهی از مناطق مستعد کشت برای استفاده بهینه از اراضی ضروری است. هدف این پژوهش پهنه‌بندی آگروکلیماتولوژی کشت برنج با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS در شهرستان لنجان استان اصفهان است. در این پژوهش داده‌های عناصر اقلیمی مانند؛ درجه حرارت، بارندگی، رطوبت نسبی، درجه روز و داده‌های عوامل فیزیوگرافی همچون؛ ارتفاع، شیب، جهت و خاک استفاده شد. با پردازش داده‌های مورد مطالعه در محیط GIS نقشه هر یک از لایه‌های داده‌ای تهیه شد. برحسب اهمیت هر یک از معیارها در ارتباط با کشت برنج با استفاده از روش AHP ارزش‌گذاری شد. با تلفیق و همپوشانی معیارهای موردمطالعه، نقشه نهایی نیازهای اقلیمی و فیزیوگرافی شهرستان لنجان جهت کشت برنج تهیه شد. نتایج بدست آمده بر اساس روش AHP نشان می‌دهد که حدود ۵ اراضی شهرستان لنجان بدون محدودیت، ۴۴ درصد با محدودیت متوسط، ۲۶ درصد با محدودیت کم و ۲۵ درصد با محدودیت شدید برای کشت برنج استان و هم‌چنین، بر اساس روش TOPSIS حدود ۱۹ درصد اراضی بدون محدودیت، ۳۲ درصد با محدودیت متوسط، ۲۶ درصد با محدودیت کم و ۲۳ درصد با محدودیت شدید برای کشت برنج است. بنابراین براساس نقشه حاصل از دو روش مورد مطالعه، نواحی شرق و شمال شرق لنجان برای کشت برنج مناسب است.

طبقه بندی JEL: Q54, Q25, Q3, Q20

واژه‌های کلیدی: هواشناسی کشاورزی، محصول برنج، شهرستان لنجان، روش‌های AHP و TOPSIS

[۱]- استاد گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۲]- دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۳]- فارغ التحصیل گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

*- نویسنده مسئول مقاله: Sobhani@uma.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

پیش‌گفتار

استعداد و قابلیت تولید محصول زراعی در یک ناحیه بستگی به شرایط اقلیمی منطقه دارد (کوین و ژوگوگن[1]، ۲۰۱۵: ۴۴-۳۵). برنج محصول عمده غذایی برای حدود نیمی از جمعیت دنیا است (مؤمنی و همکاران، ۱۳۸۲:۴۸۴). یکی از راههای اساسی برای تولید و ارتقاء فعالیت‌های زراعی در کشور استفاده بهینه از اراضی متناسب با شرایط اکولوژیک آن‌هاست (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶: ۲۰۱). محدودیت‌ها و مرزهای تولید محصولات کشاورزی وابسته به شرایط اقلیمی است (زمانی، ۱۳۸۸: ۲۰۴). گندم و برنج، جزو محصولات راهبردی و تأثیرگذار در روابط بین‌الملل بشمار می‌رود(حاجی پور، ۱۳۸۶: ۱۷) و (سبحانی و همکاران، ۲۰۱۹a). این گیاه زراعی در ایران پس از گندم در درجه دوم اهمیت قرار دارد. سطح زیر کشت برنج در ایران بیش از ۶۸۵ هزار هکتار و میانگین عملکرد ۴/۵ تن در هکتار است. کشت برنج نیز به‌عنوان یک پدیده اکولوژیکی و اقتصادی و یک الگوی رفتاری ناشی از کنش متقابل انسان و محیط، متأثر از شرایط محیطی، بویژه آب‌وهوا، منابع آب‌وخاک بوده و عوامل طبیعی یاد شده در تأمین شرایط مناسب جهت کشت برنج نقشی به سزا دارند (فرجزاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۳-۳۹). برنج غذای اصلی و مهم مردم ایران بوده و مصرف سرانه آن به ۳۸ کیلوگرم در سال می‌رسد. پیش‌بینی می‌شود که نیاز کشور به برنج تا سال ۲۰۲۰ میلادی به حدود چهار میلیون تن برسد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰). یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در فعالیت انسان‌ها به‌ویژه در بخش کشاورزی، آب‌وهواست (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۸ و شیدایان و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۱). امروز در ۱۰ درصد از کل زمین‌های زراعی جهان ۱۴۴ میلیون هکتار در ۱۱۰ کشور برنج تولید می‌شود و بعد از گندم ازلحاظ سطح زیر کشت رتبه دوم را دارد (مندل سون[2]، ۲۰۱۴: ۶۶۵-۶۶۰). اساس این پژوهش بر مبنای شناخت پارامترهای اقلیمی بمنظور تعیین مناطق مستعد کشت این محصول برای افزایش عملکرد آن است. برنج پس از گندم از مهم‌ترین غلات بشمار می‌رود و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان را تشکیل می‌دهد(لانسیگن، ۲۰۰۰: ۱۳۷-۱۲۹)، (کاکرو و آیاکو[3]، ۲۰۱۳: ۱۸-۱۱)، (سبحانی و صفریان‌زنگیر، ۲۰۱۹) و (سبحانی و همکاران، ۲۰۱۹b). بیش از ۸۰ در کالری و ۷۵ درصد پروتئین مصرفی مردم آسیا از برنج تأمین می‌شود (جونگ[4]، ۲۰۱۶، ۲۱-۱۴). پژوهش‌هایی درزمینه امکان‌سنجی کشت محصولات زراعی در نقاط گوناگون انجام شده که به چند مورد اشاره می‌شود. تول و تامر[5] (۱۹۸۲: ۲۵۸) در کشور فیلیپین به مقایسه مقدار تعرق محصول

[1]- Qing, Y., Y. Xiaoguang
[2]- Mendelsohn
[3]- Kakeru, H, I. Ayako
[4]- Jong
[5] -Toole, J.C.O., V.S. Tomar

www.SID.ir

Archive of SID

برنج در طول فصل خشک پرداخته‌اند. مقدار تعرق در چهار نوع خاک زراعتی برنج به‌طور میانگین ۳/۷ میلی‌متر محاسبه شده است. بتچلرور و رابرتز[1] (۱۹۸۳: ۲۹-۱۱) در شمال شرق سریلانکا از بین پارامترهای گوناگون اقلیمی، تبخیر و تعرق شالیزارها را از راه اندازه‌گیری ترکیبی برگ با استفاده از داده‌های هواشناسی در یک معادله خطی محاسبه کردند. وی یو و همکاران (۲۰۱۲: ۷۵-۶۵) در پژوهشی با عنوان تغییرات در محصول برنج در چین از سال ۱۹۸۰ در ارتباط با بهبود رقم، آب‌وهوا و مدیریت محصول به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین عامل در افزایش عملکرد مزارع برنج بهبود ژنتیکی است. میشرا[2] و همکاران (۲۰۱۳: ۴۶۹-۴۶۱) تنوع فضایی عملکرد برنج و گندم را در اثر تغییرات آب‌وهوا در حوضه رودخانه گنگ هند مطالعه و نتایج حاصل از بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که در طول سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۴۰ عملکرد بالقوه برنج و گندم کاهش رخ خواهد داد. کوینگ[3] و همکاران (۲۰۱۴: ۲۲۷۹-۲۲۶۰) اثر تغییرات آب‌وهوا را در کاشت برنج در جنوب چین با استفاده از داده‌های آب و هوایی با بهره‌گیری از ۲۵۴ ایستگاه هواشناسی مطالعه و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییرات آب و هوایی باعث تغییر کشت برنج از جنوب به سمت شمال و غرب شده است. جی[4] و همکاران (۲۰۱۴: ۱۵۹۸-۱۵۸۶) نقش تغییرات آب‌وهوایی بر عملکرد محصول برنج مطالعه و به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش ۱ درجه سانتی پایه در فصل رشد در مزارع برنج عملکرد محصول را تا ۴٪ کاهش داده است. تاین[5] و همکاران (۲۰۱۴: ۱۵۸۵- ۱۵۷۵) تغییرات مکانی و زمانی کشت برنج را با استفاده از روش آنالیز مطالعه و به این نتیجه رسیدند که نواحی کشت برنج به سمت شمال توسعه‌یافته است. ون[6] و همکاران (۲۰۱۴:۱۵۷۴-۱۵۶۵) در پژوهشی در جیانگشی چین بر روی تغییرات آب و هوایی در تولید برنج با استفاده از GIS و داده‌های آماری به این نتیجه رسیدند که تابش خورشیدی (ساعات آفتابی) مهم‌ترین عامل برای تولید برنج در چین است. در مورد پهنه‌بندی کشت برنج و تأثیر تغییر اقلیم در عملکرد آن (بارنوال و کوتانی، ۲۰۱۳: ۱۰۹-۹۵) در ایالات آندرا پرادش هند، (بوسسهلیوا[7]، ۲۰۱۵: ۲۳۷-۲۲۳) در دره پو ایتالیا، (چان و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۰۴۳-۱۰۳۷) در نواحی جنوب چین، (فرریرو، ۲۰۰۶: ۱۲-۶) در نواحی مدیترانه اروپا، (جهو و همکاران ۲۰۱۰: ۳۸۱-۳۷۴) در چین پژوهش‌هایی انجام دادند. رمضانی گورابی (۱۳۷۴) به بررسی نقش اقلیم در تعیین کیفیت محصول برنج در رشت و قائم‌شهر به تحلیل پارامترهای اقلیمی مؤثر همچون دما

[1] -Batghelor, C. H., J. Roberts
[2]- Mishra
[3] -Qing
[4] -Jie
[5] -Tian
[6]- Wen
[7] -Bocchiola

www.SID.ir

Archive of SID

در مراحل گوناگون رشد و رطوبت نسبی، نور، بارندگی و نیازهای آبی و غیره در تعیین کیفیت محصول برنج اقدام نمودند و به این نتیجه رسیدند که تاثیر دما در منطقه مورد مطالعه نسبت به پارامتر اقلیمی دیگر مهم‌تر است. مجرد و همکاران (۱۳۸۴: ۵۹) مقادیر نیاز آب مصرفی محصول برنج در جلگه مازندران به تفکیک واریته‌های زودرس و دیررس، بر مبنای مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل و ضرایب رشد گیاهی در ده ایستگاه جلگه مازندران را محاسبه و ارائه کرده است. فرجزاده و پورنصیر (۱۳۸۹: ۳۳-۳۹) امکان‌سنجی کشت برنج در استان لرستان را با استفاده از سامانه داده‌های جغرافیایی انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که دما عامل مهم در کشت برنج در منطقه است.

امروزه واژه مدیریت در بخش‌های گوناگون استفاده می‌شود اما واژه مدیریت در بخش کشاورزی اهمیت فراوانی دارد با کم آبی وجود آمده در سال‌های اخیر به ویژه در مناطق کم بارش باید از محصولاتی استراتیژیک و مقرون به صرفه با نیاز آبی کم‌تر در تولیدات کشاورزی استفاده کرد. با توجه به مطالعات صورت گرفته در پژوهش‌های بالا بیش‌تر کارشناسان به اهمیت پارامترهای جوی- اقلیمی در تولیدات کشاورزی تاکید کرده‌اند، برای رشد مطلوب گیاه شرایطی ویژه موردنیاز است. بدین ترتیب هواشناسی کشاورزی از این لحاظ با تولید محصول مربوط است که از یک‌سو تولید زراعی به برهم‌کنش‌های بین عوامل هواشناسی و هیدرولوژی و از سوی دیگر به کشاورزی به مفهوم گسترده ارتباط دارد. هدف این پژوهش، پهنه‌بندی آگروکلیماتولوژی کشت برنج با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS در شهرستان لنجان است.

مفاهیم، دیدگاهها و مبانی نظری

هواشناسی کشاورزی: آگرومتئولوژی به معنای هواشناسی کشاورزی است که به آن اقلیم کشاورزی نیز گفته می‌شود. هواشناسی کشاورزی به معنی مطالعه آن جنبه‌هایی از هواشناسی است که ارتباط مستقیم با کشاورزی دارند. هواشناسی کشاورزی ابعاد و شکل‌های گوناگون علم هواشناسی را برای کمک به استفاده معقول و منطقی از زمین، تسریع در تولید غذا و پرهیز از استفاده نادرست جبران‌ناپذیر از منابع زمینی، به خدمت کشاورزی درمی‌آورد. وظیفه یک متخصص هواشناسی کشاورزی استفاده از هر مهارت مربوط به هواشناسی برای کمک به کشاورزی است تا او بتواند از محیط طبیعی که در اختیار دارد برای بهبود کمی و کیفی تولید کشاورزی مؤثرترین استفاده را کرد (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۸: ۱۰) و (سبحانی و همکاران، ۲۰۱۸).

نیازهای اقلیمی برای کشت برنج: برنج گیاهی گرما پسند بومی جنوب هندوستان و هند و چین است. برنج به دمای بالا، ذخیره آبی فراوان و رطوبت بالای هوا در طول دوره رویشی نیاز دارد. بیش‌تر ارقام برنج دیررس با بازده بالا به گرما حساس هستند و طول دوره رویشی و وضعیت رشد و

www.SID.ir

Archive of SID

نمو آن‌ها به مقدار زیاد به وسیله درجه حرارت محیط تحت تأثیر قرار می‌گیرد. برای سبز شدن، کمینه ۱۰ درجه سانتی گراد دما موردنیاز است. دمای مطلوب گل‌دهی ۲۲ تا ۲۳ درجه سانتی گراد و برای تشکیل دانه ۲۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد است. در دمای بالای ۲۲ درجه سانتی گراد مقدار تنفس سریع و طول دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد. این محصول دمای روز تا ۴۰ درجه سانتی گراد را تحمل کرده و آب مهیا شده عامل محدودکننده‌ای نیست. میانگین درجه حرارت حدود ۲۲ درجه سانتی گراد برای کل دوره رویشی محصول موردنیاز است. اگر درجه حرارت شبانه‌روزی در انتهای دوره رویشی به پایین‌تر از ۱۵ درجه سانتی گراد نزول کند، حتی آغاز گل‌دهی اصلی با شکست مواجه می‌شود. برنج نیاز رطوبتی بالائی دارد. برنج را می‌توان به‌عنوان گیاه آب‌دوست (هیدروفیت[1]) طبقه‌بندی کرد. بارش سنگین ۱۲۵ سانتی‌متر در طول دوره رویشی و بارش ماهانه ۲۰۰ میلی‌متر برای کاشت برنج در مناطق پست و ۱۰۰ میلی‌متر برای مناطق مرتفع موردنیاز است. پاگیاه باید از زمان سبز شدن تا مرحله شیری شدن دانه[2] در داخل آب غوطه‌ور باشد. در مرحله رسیدن و مومی شدن[3] آب در مزرعه ضروری نیست (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۸: ۹).

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی شهرستان لنجان

شهرستان لنجان در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان واقع است. این شهرستان با مساحت ۱۰۹۶ کیلومترمربع بین ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه ۱۲ دقیقه تا ۳۲ درجه ۳۲ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع شهرستان از سطح دریا ۱۸۰۰ متر برآورد شده است و بر اساس داده‌های موجود ازلحاظ اقلیمی جزء مناطق سرد خشک دسته‌بندی می‌شود. مقدار بارندگی در این شهرستان ۱۵۴/۵ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۵/۸ درجه سانتی‌گراد و بشینه و کمینه دما به ترتیب ۲۴/۲ و ۷/۴ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. محصول عمده شهرستان لنجان، برنج است که با سطح زیر کشت ۲۱۰۰ هکتار و عملکرد ۵۵۰۰ تن در هکتار و تولید سالانه ۱۱۵۵۰ تن پس‌از آن گندم می‌باشد. لنجان ازلحاظ کشاورزی مهم‌ترین تولیدکننده برنج در استان اصفهان بشمار می‌آید و دارای ۹۷۸۳ هکتار زمین کشاورزی است که ۱/۸ درصد کل اراضی کشاورزی استان اصفهان را تشکیل می‌دهد (شکل ۱).

[1]-Hydrophyte
[2]- The Milk Stage of The Grain
[3]- Waxy ripeness

www.SID.ir

Archive of SID

روش پژوهش

معرفی متغیرها و شاخص‌ها

نیاز حرارتی

برنج از گیاهان حساس به سرما بوده و صفر بیولوژیکی آن حدود ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. بهترین درجه حرارت برای تولید گل و گرده‌افشانی ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. درجه حرارت اپتیمم برای جوانه‌زنی برنج ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است و در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی برنج نسبت به ۲۰ درجه سانتی‌گراد، ۴ روز زودتر انجام می‌شود (یوسف زاده، ۱۳۸۸: ۲۲۴) و (هاوان[1] و همکاران، ۲۰۱۱: ۳۲-۲۹). برای بدست آوردن درجه روز رشد کشت برنج از رابطه (۱) استفاده می‌شود.

$$(GDD) = \sum_{n-1}^{n} \left(\frac{T\,max+T\,min}{2} - Tt\right) \quad (۱)$$

$\frac{T\max+T\,min}{2}$ میانگین درجه حرارت روزانه و Tt آستانه کمینه حرارتی برای گیاه است.

GDD: درجه روز رش

نیاز به رطوبت هوا: مساعدترین رطوبت هوا برای گل‌دهی برنج حدود ۷۰ تا ۸۰ در صد است و رطوبت‌های کم‌تر از ۴۰ درصد یا بیش از ۹۵ درصد، گل‌دهی را با مشکلاتی مواجه می‌سازند (یوسف‌زاده، ۱۳۸۸: ۲۶۰).

خاک مورد نیاز: برنج محصول عمده مناطقی است که در طول فصل رشد غالب باران‌های مداوم و سنگین سبب استغراق خاک می‌گردد. عملکردهای بالاتر شلتوک معمولاً در خاک‌هایی تولید می‌شوند که دارای مقدار زیادی رس (۶۰-۴۰ درصد)، مقدار متوسطی مواد آلی با درجه هوموسی شدن زیاد و زهکشی کافی و نه زیاده از حد می‌باشند. (مجنون حسینی، ۱۳۸۰: ۷۷) خاک‌های آنتی‌سول به دلیل این‌که دارای رژیم رطوبتی آکوئیک می‌باشند برای کشت و تولید برنج‌های تیپ آبی مفید هستند.

باد: جریان بادهای ملایم برای برنج مفید است ولی بادهای شدید باعث افزایش تعرق، کاهش فتوسنتز، توسعه بیماری‌های باکتریائی، خوابیدگی ساقه و ریزش دانه خواهد شد (مجنون حسینی، ۱۳۸۰: ۷۷) و (صفریان‌زنگیر و همکاران، ۲۰۱۹).

آب: آب موردنیاز برنج از سایر غلات بیشتر است. ۸۰ درصد آب موردنیاز محصول برنج تولیدشده در جهان به‌ویژه در نقاط استوایی، از آب باران تأمین می‌گردد. ۲۰ درصد باقی‌مانده را از آب رودخانه و آب چاه تأمین می‌نماید (هاوان، ۲۰۱۲، ۴۲-۳۳). نتایج بدست‌آمده نشان داده است

[1] -Hwan

www.SID.ir

Archive of SID

که اگر دمای آب کم‌تر از ۱۹ درجه سانتی‌گراد باشد، زمان رسیدن دانه به تأخیر می‌افتد. اگر این مقدار از ۳۰ درجه بیش‌تر باشد، گسترش ریشه و مقدار عملکرد گیاه برنج به دلیل محدود بودن اکسیژن موجود در آب، کم می‌شود و بازدهی گیاه کاهش می‌یابد.

نیازهای اکولوژیکی گیاه برنج: برنج محصول نواحی مرطوب استوائی و مناطق نسبتاً گرم و یا معتدل است (جدول ۱). ازنظر پراکنش جغرافیایی برنج از استوا تا ۴۵ درجه عرض شمالی و ۴۰ درجه طول جنوبی می‌روید، تنها محدودکننده کشت برنج سرما است (لانسایگن، ۲۰۰۰،۱۳۷-۱۲۹).

روش AHP: روش AHP روشی است که می‌تواند معیارهای کیفی یک مسئله تصمیم‌گیری را به‌صورت کمی درآورد. نخستین مرحله در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تجزیه کردن مسئله تصمیم‌گیری به سلسله مراتبی با ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله است که شامل مهم‌ترین عناصر مسئله تصمیم‌گیری است (سبحانی و صفریان‌زنگیر، ۲۰۲۰). ساختار سلسله مراتبی شامل چهار سطح است: هدف اصلی، اهداف، صفات و گزینه‌ها. در پایگاه مبتنی بر GIS بازنمایی و نشان داده می‌شوند مرحله دوم، مقایسه دوبه‌دو با استفاده از مقیاسی است که از ترجیح یکسان تا بی‌اندازه مرجح طراحی‌شده، انجام می‌گیرد. در این مورد هم از (جدول ۲) استفاده شد.

روش تاپسیس: روش تاپسیس یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. اساس این فن بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی بایستی کمترین فاصله را با راه‌حل ایده ال مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. حل مسئله با این روش شامل ده مرحله است.

مرحله نخست: تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس n آلترناتیو و m شاخص که در آن x_{ij} معرف نمره خام پیکسل i ام در معیار j ام است.

مرحله دوم: در این مرحله با استانداردسازی داده‌ها، دامنه مقادیر (x_{ij}) را که در واحدهای اندازه‌گیری متفاوت (هم‌چون واحد اندازه‌گیری رتبه‌ای، درصدی و متریک) به یک دامنه استاندارد در حد فاصل بین ۰ و ۱ تبدیل و مقادیر استانداردشده داده‌ها را بدست می‌آوریم (صفریان‌زنگیر و سبحانی، ۲۰۲۰). در چنین روندی لایه‌های نقشه استاندارد که قابل‌مقایسه و قابل‌ترکیب باهم هستند بدست می‌آید.

مرحله سوم: وزن‌ها (w_j) اختصاص‌یافته به هر صفت را تعیین می‌کنیم، مجموع وزن‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که $0 \leq w_j \leq 1$ و $\sum_j w_j = 1$ بدست آید.

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله چهارم: با ضرب هر ارزش از لایه صفت استانداردشده v_{ij} در وزن متناظر بر آن (w_j)، لایه‌های نقشه استانداردشده وزنی را ایجاد می‌کنم، هر سلول از لایه‌ها، حاوی ارزش استانداردشده وزنی v_{ij} می‌باشند،

مرحله پنجم: ارزش حداکثر (v_{+j}) را در رابطه با هر یک از لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی، تعیین شد. (ارزش‌ها تعیین‌کننده نقطه ایده‌آل هستند) یعنی؛ $v_{+j}=(v_{max1}, v_{max2}, \cdots, v_{maxn})$.

مرحله ششم: ارزش حداقل (v_{-j}) را برای هر لایه نقشه استانداردشده وزنی تعیین می‌کنیم (ارزش‌ها تعیین‌کننده نقطه ایده‌آل منفی هستند) به صورتی که؛ $v_{-j}=(v_{min1}, v_{min2}, \cdots, v_{minn})$

مرحله هفتم: با استفاده از یک اندازه انفکاک، فاصله بین نقطه ایده‌آل و هر گزینه محاسبه شد، یک انفکاک را می‌توان با استفاده از متریک فاصله اقلیدسی (مستقیم‌الخط) محاسبه کرد رابطه (۲).

$$s_{i+} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{+j})^2} \qquad (۲)$$

مرحله هشتم: با استفاده از همان اندازه انفکاک، فاصله بین نقطه ایده‌آل منفی و هر گزینه را تعیین می‌کنیم رابطه (۳).

$$s_{i-} = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_{-j})^2} \qquad (۳)$$

مرحله نهم: با استفاده از رابطه زیر نزدیکی نسبی به نقطه ایده‌آل (c_{i+}) را محاسبه می‌کنیم رابطه (۴).

$$C_{i+} = \frac{s_{i-}}{s_{i+} + s_{i-}} \qquad (۴)$$

به گونه‌ای‌که $0 < c_{i+} < 1$ است. بر این اساس هراندازه یک گزینه به نقطه ایدئال نزدیک‌تر باشد c_{i+} به سمت ۱ میل می‌کند.

مرحله دهم: گزینه‌ها را برحسب یک ترتیب نزولی از c_{i+} رتبه‌بندی کرده گزینه‌ای که با بالاترین ارزش از c_{i+} همراه باشد بهترین گزینه است (قدسی پور، ۱۳۸۴).

در مرحله سوم، وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی بدست می‌آید که از تلفیق وزن‌های نسبی محاسبه می‌شود. در روش بردار ویژه w_i ما به‌گونه‌ای تعیین می‌شوند که رابطه (۵) نشان داده‌شده است

$$A \times W = \lambda . W \qquad (۵)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن A همان ماتریس مقایسه زوجی، {یعنی A= [aij]} و w بردار وλ یک اسکالر (عدد) است. بر اساس تعریف چنان‌چه این رابطه بین یک ماتریس (A) و بردار (W) و یک عدد (λ) برقرار باشد گفته می‌شود که W بردار ویژه و λ مقدار ویژه برای ماتریس A است (قدسی پور، ۱۳۸۴: ۴۵). با محاسبه ماتریس‌های مقایسه زوجی، وزن‌های هر یک از معیارهای مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار Expert choice به دست آمد (شکل ۲- الف تا ج).

هم‌چنین محاسبه نرخ ناسازگاری که یکی از مزایای تحلیل سلسله مراتبی کنترل سازگاری تصمیم است که نسبت به خوب و بد بودن و یا قابل‌قبول و مردود بودن آن قضاوت کرد. بررسی سازگاری معیارها (CR) مورد مطالعه بر اساس شاخص تصادفی بر اساس (جدول ۳) ارزیابی شدند. چنان چه نسبت پایداری یا ضریب بدست‌آمده CR< ۰/۱ باشد سطح قابل قبولی است و یا اگر CR ≥ ۰/ ۱ باشد نشان‌دهنده ناپایداری است و باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود (فرج زاده اصل، ۱۳۸۹: ۳۳-۳۹).

نتایج

تحلیل معیارها: نتایج بررسی صورت گرفته برداده‌های مورد استفاده در ماتریس مقایسه زوجی معیار اصلی و در (شکل ۳- الف تا ج) ماتریس مقایسه زوجی معیارهای فرعی برای کشت برنج را نشان شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از محاسبه وزن معیارها با بهره‌گیری از روش‌های پژوهش، هریک از داده‌های مورد مطالعه بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی محصول برنج در طول دوره رشد وزن دهی شدند. با تعیین وزن دهی معیارهای اصلی، وزن دهی زیر معیارها به‌صورت فرعی مشخص شدند و هریک از زیر معیارها به چهار عوامل (بدون محدودیت، محدودیت کم، محدودیت متوسط و محدودیت زیاد) برای کشت برنج تعیین و امتیاز آن‌ها مشخص گردید و درنهایت، امتیاز نهایی نتایج مربوط به هر کدام از پارامترهای مهم و زیر معیارها در (جدول ۴) ارائه شد.

نتایج شاخص سازگاری معیارها و زیر معیارها در (جدول ۵) نشان می‌دهد که ارزش‌های اعمال‌شده در مدل سلسله مراتبی صحیح هستند زیرا تمام موارد شاخص سازگاری کم‌تر از ۰/۱ است و درنتیجه سطح قابل قبولی را نشان می‌دهد.

تلفیق نهایی معیارها بر اساس روش‌های Topsis و Ahp: در این پژوهش ابتدا معیارهای اصلی موردمطالعه از قبیل، عناصر اقلیمی، توپوگرافی، کاربری اراضی و خاک مشخص شدند سپس معیارهای فرعی هرکدام از معیارهای اصلی تعیین و بر اساس روش‌های سلسله مراتبی و تاسیس وزن دهی شدند. اشکال هریک از معیارهای فرعی تهیه گردید و با تلفیق اشکال معیارهای فرعی، شکل‌های معیارهای اصلی تعیین شدند. در نهایت، با تلفیق همه معیارهای موردمطالعه نقشه نهایی

www.SID.ir

Archive of SID

کشت برنج بر اساس روش سلسله مراتبی (شکل ۴) و روش تاپسیس (شکل ۵) تهیه شد. اهمیت و تأثیرگذاری هرکدام از معیارها بر اساس (جدول ۴) تعیین شدند. نتایج بدست آمده از تحلیل داده‌ها به شرح زیر است.

۱- اراضی بدون محدودیت: این اراضی به دلیل دارا بودن شرایط مطلوب اقلیمی و فیزیوگرافی هرگونه سرمایه‌گذاری اقتصادی را جهت افزایش راندمان تولید ایجاب می‌کنند. تحلیل نقشه نهایی حاکی از آن است که مناطق خیلی مناسب یا بدون محدودیت بر اساس روش AHP حدود ۵ درصد و بر اساس روش TOPSIS حدود ۱۹ درصد است.

۲- اراضی با محدودیت کم: این اراضی شرایط نسبتاً ضعیف‌تری را نسبت به گروه نخست دارند، ولی می‌توان از آن ها عملکرد مناسبی را انتظار داشت. تحلیل نقشه نهایی حاکی از آن است که مناطق با محدودیت کم بر اساس روش AHP حدود ۴۴ درصد و بر اساس روش TOPSIS حدود ۳۲ درصد است.

۳- اراضی با محدودیت متوسط: این اراضی در نقشه‌های نیازهای اقلیمی و جغرافیایی در حدفاصل اراضی با محدودیت کم و محدودیت شدید قرارگرفته‌اند. راندمان تولید در این اراضی خیلی ضعیف است. تحلیل نقشه نهایی حاکی از آن است بر اساس روش AHP حدود ۲۶ درصد و بر اساس روش TOPSIS حدود ۲۶ درصد است.

۴- اراضی با محدودیت زیاد: این اراضی ازنظر پتانسیل‌های اقلیمی و فیزیوگرافی فاقد هرگونه بهره‌برداری در جهت کشت غلات می‌باشند. هم‌چنین، سرمایه‌گذاری در این اراضی مقرون‌به‌صرفه نیست که بر اساس روش AHP حدود ۲۵ درصد و بر اساس روش TOPSIS حدود ۲۳ درصد است.

بحث و نتیجه‌گیری

هریک از معیارهای مورد مطالعه نقش مؤثر در پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی دارد. بدین منظور در این پژوهش معیارهای اصلی و عوامل فرعی و زیر معیارهای پارامترهای اقلیمی و فیزیوگرافی زمین مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱۰). سپس نقش هریک از معیارها بر اساس روش‌های سلسله مراتبی و تاپسیس تحلیل شد. نتایج بدست آمده از این پژوهش بیانگر آن است که در معیارهای اصلی، عناصر اقلیمی باارزش وزنی ۰/۵۱۳، توپوگرافی ۰/۲۷۵، خاک ۰/۲۷۵ و کاربری اراضی ۰/۰۷۴ به ترتیب اولویت در پهنه‌بندی کشت برنج نقش دارند. در معیارهای فرعی دما باارزش وزنی ۰/۶۶۷ و ارتفاع از سطح دریا باارزش وزنی ۰/۶۱۴ به ترتیب مهم‌ترین عوامل در کشت برنج در منطقه لنجان بشمار می‌روند. از تحلیل ۱۶ زیر معیار مورداستفاده در این پژوهش (جدول ۵) چنین نتیجه‌گیری می‌شود که هرکدام از آن‌ها با توجه به ارزش وزن نسبی و ارزش وزن نهایی آن‌ها در طول دوره رشد

www.SID.ir

Archive of SID

برنج مؤثر هستند. بر اساس نقشه نهایی که از همپوشانی داده‌های اقلیمی و منابع زمینی بدست‌آمده است (اشکال ۴ و ۵) می‌توان نتیجه گرفت که قسمت‌هایی از شرق و شمال شرق شهرستان از شرایط مطلوب و قسمت‌های مرکزی شهرستان با محدودیت کم و قسمت‌های غرب، جنوب و قسمت‌های شمال شرق با محدودیت شدید روبه‌رو است. در ادامه با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱- توصیه جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی شهرستان به کشاورزان جهت کشت برنج در مناطقی از شهرستان که مناسب جهت کشت می‌باشد و بازده محصول را بالاتر می‌برد.

۲- استفاده از نقشه‌های عوامل اقلیمی دقیق‌تر در ارزیابی کیفی تناسب اراضی شهرستان لنجان برای افزایش عملکرد بهتر محصول.

۳- توجه به مسأله کم آبی شهرستان و انتخاب ارقام بهتر و مناسب‌تر برای افزایش عملکرد محصول در آینده.

منابع

- اخوت، م، وکیلی، د. (۱۳۷۶). برنج (کاشت، داشت، برداشت)، انتشارات فارابی، ص ۲۱۲.
- حاجی پور، ر. (۱۳۸۶). برنج محصولی با رنج، پاییز ۸۶، انتشارات فرهنگ سبز، ص ۱۳۳.
- حسینی، ص، خالدی، م. (۱۳۸۳). بررسی آثار اقتصادی پژوهشات کشاورزی در ایران (مطالعه موردی: ارقام پر محصول برنج)، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۲.
- رمضانی‌گورابی، ب. (۱۳۷۴). پایان‌نامه نقش اقلیم در تعیین کیفیت محصول برنج (دشت قائم‌شهر)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران.
- زمانی، ق. (۱۳۸۸). شناخت برنج ایران، تهران: انتشارات پلک، ص ۲۰۴.
- شیدایان، م، ضیاء تبار، خ، فضل‌اولی، ر. (۱۳۹۳). تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری و عملکرد محصول برنج، نشریه آب‌وخاک، شماره ۶، صص ۱۲۹۷-۱۲۸۴.
- عزیزی، ق، روشنی، م. (۱۳۸۸). تحلیل بر مفاهیم و اثرات تغییر اقلیم بر روی دما و تقویم زراعی برنج گیلان، فصل‌نامه چشم‌انداز جغرافیایی، شماره ۸، صص ۱۵۵-۱۴۳.
- فرجزاده، م، پورنصیر، ف. (۱۳۸۹). امکان‌سنجی کشت برنج در استان لرستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله کاربرد GIS.RS در برنامه‌ریزی، شماره ۱، صص ۳۳-۳۹.
- قدسی‌پور، ح. (۱۳۸۴). فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، چاپ چهارم، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ص ۲۲۰.

www.SID.ir

Archive of SID

- مؤمنی، ع، یزدی‌محمدی، ب، لئوگ، هی. (۱۳۸۲). مطالعه و ارزیابی مقاومت نسبی به بیماری بلاست در ارقام گوناگون برنج، مجله علوم کشاورزی ایران.
- مجرد، ف، قمرنیا، ه، نصیری، ش. (۱۳۸۴). برآورد بارش مؤثر و نیاز آبی برای کشت برنج در جلگه مازندران، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، صص ۷۶-۵۹.
- مجنون‌حسینی، ن. (۱۳۸۰). زراعت غلات (گندم، جو، برنج و ذرت)، تهران: انتشارات نقش مهر، ص ۱۲۶.
- وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۰). آمارنامه جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.
- یوسف زاده، س. (۱۳۸۸). زراعت (زراعت عمومی، غلات، نباتات صنعتی، گیاهان علوفه‌ای، دیم‌کاری)، تهران: مرکز نشر جهش، ص ۵۱۲.

Refrences

- Barnwal, P., Kotani, K. (2013). Climatic impacts across agricultural crop yield distributions: An application of quantile regression on rice crops in Andhra Pradesh, India, Ecological Economics, Vol 87: 95–109.
- Batghelor, C. H., Roberts, J. (1983). Evaporation from the Irrigation Water, and panicles of Paddy Rice in North East Lanka, Agricultural Meteorology, Vol 26: 11 -29.
- Bocchiola, D. (2015). Impact of Potential Climate Change on Crop Yield and Water Footprint of Rice in the Po Valley of Italy, Agricultural Systems. Vol 139: 223–237.
- Chen, J., Huang, J. (2011). Mapping rice planting areas in southern China using the China Environment Satellite data, Mathematical and Computer Modelling, Vol 54: 1037–1043.
- Ferrero, A. (2006). Challenges and Opportunities for a Sustainable Rice Production in Europe and Mediterranean Area (Preface). Paddy Water Environ. Vol 4: 11–12.
- Gao, X., Y. Shi & Giorgi, F. (2010). High Resolution Simulation of Climate Change Over China. Scince China. Vol 40: 911–922.
- Gao, X., Y. Shi., D. Zhang, & Filippo, G. (2012). Climate Change in China in the 21st Century as Simulated by a High Resolution Regional Climate Model. Chin Scince. Vol 57: 374–381.
- Han, B., Y. Lu, W.Wang., S.Peng, & Jiao, X. (2011). Impacts of Cimate Change on Rice Growing Period and Irrigation Water Requirements. Journal Irrigation, Vol 30: 29–32.
- Hwan Yoo, S., Y. C. Jin., H. N. Won, & Eunmi, H. (2012). Analysis of design water requirement of paddy rice using frequency analysis affected by climate change in South Korea, Agricultural Water Management, Vol 112: 33– 42.
- Jie,Y., & Wei, X. (2014). Geographic Variation of Rice Yield Response to Past Climate Change in China. Journal of Integrative Agricultural, Vol 13:1586-1598.

www.SID.ir

Archive of SID

- Jong, A. C., L. Sanai., W. Qingguo., L. Woo-Seop, & Eun-Jeong, L. (2016). Assessing Rice Productivity and Adaptation Strategies for Southeast Asia Under Climate Change Through Multi-Scale Crop Modeling, Agricultural Systems. Vol 143:14–21.
- Kakeru, H, I. Ayako., M. Tomoaki, & Mae., H. (2013). Effects of Early Planting on Growth and Yeld of Rice Cultivars Under a Cool Climate, Field Crops Research, Vol 144: 11–18.
- Lansigan, F. P., D. L. Santos, & Coladilla, J. O. (2000). Agronomic Impacts of Climate Variability on Rice Production in the Philippines, Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol 82: 129–137.
- Mendelsohn, R. (2014). The Impact of Climate Change on Agriculture in Asia, Journal of Integrative Agriculture. Vol 13: 660-665.
- Mishra, A., Singh, R. Raghuwanshi. N. S. Chatterjee, C. & Froebrich, J. (2013). Spatial Variability of Climate Change Impacts on Yeld of Rice and Wheat in the Indian Ganga Basin, Science of the Total Environment, Vol 133: 461-469.
- Qing, Y., & Xiao- guang, Y. (2014). The Effects of Climate Change on the Planting Boundary and Potential Yield for Different Rice Cropping Systems in Southern China, Journal of Integrative Agricultural. Vol 12: 2260-2279.
- Qing, Y., & Xiaoguang. Y. (2015). Effects of Climate Change on Suitable Rice Cropping Areas, Copping Systems and Crop Water Requirements in Southern China, Agricultural Water Management. Vol 159: 35–44.
- Safarianzengir V, & Sobhani, B. (2020). Simulation and Analysis of Natural Hazard Phenomenon, Drought in Southwest of the Caspian Sea, IRAN, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, Vol. 15, No. 1, p. 127 - 136; DOI:10.26471/cjees/2020/015/115
- Safarianzengir V, Sobhani B, Asghari, S. (2019). Modeling and Monitoring of Drought for forecasting it, to Reduce Natural hazards Atmosphere in western and north western part of Iran, Iran. Air Qual Atmos Health (2019) doi:10.1007/s11869-019-00776-8
- Senteihas, P., D. L. dos Santos, & Monteiro. L. A. (2016). Agro-climatic favorability zones for sugarcane orange rust as a tool for cultivar choice and disease management, Crop Protection 84: 88-97.
- Sobhani B, Safarianzengir V, Kianian, M.K. (2019a). Drought monitoring in the Lake Urmia basin in Iran. Arabian Journal of Geosciences 12:448. https://doi.org/10.1007/s12517-019-4571-1
- Sobhani B, Safarianzengir V, Kianian, M.K. (2019b). Modeling, Monitoring and Prediction of Drought in Iran. Iranian (Iranica) Journal of Energy and Environment 10: 216 - 224. doi: 10.5829/ijee.2019.10.03.09
- Sobhani B, Safarianzengir V, Kianian, M.K. (2018). Potentiometric Mapping for Wind Turbine Power Plant Installation guilan province in Iran. J. Appl. Sci. Environ. Manage 22: 1363 –1368. https://dx.doi.org/10.4314/jasem.v22i8.36

www.SID.ir

Archive of SID

- Sobhani B, Safarianzengir, V. (2019). Modeling, monitoring and forecasting of drought in south and southwestern Iran, Iran. Modeling Earth Systems and Environment 5: https://doi.org/10.1007/s40808-019-00655-2
- Sobhani, B., Safarianzengir, V. (2020). Evaluation and zoning of environmental climatic parameters for tourism feasibility in northwestern Iran, located on the western border of Turkey, Modeling Earth Systems and Environment, (2020). https://doi.org/10.1007/s40808-020-00712-1.
- Tian, X., Wen-bin, W. (2014). Spatio- Temporal Changes in the Rice Planting Area and Their Relationship to Climate Change in Northeast China: A Model-Based Analysis, Journal of Integrative Agricultural, Vol. 13: 575-1585.
- Toole, J.C.O., Tomar, V.S. (1982). Transpiration, Leaf Tempetature and Water Potential of Nice and Bamyard Grass in Fooded Flooded Fields, Agricultural Meteorology. Vol 26: 296-285.
- Wen, J., J. Hua., & Zhi-hao, T. (2014). Climate change Impact and Its contribution share to Paddy Rice Production in Jiaangxi. China, Journal of Integrative Agriculture, 45: 1565-1574.
- Yu, Y., Y. Huang., & Zhang, W. (2012). Changes in Rice Yields in China Since 1980 Associated with Cultivar Improvement, Climate and Crop management, Field Crops Research. Vol 136: 65-75.
- Zhang, S., F. Tao, & Zhang, Z. (2016). Changes in extreme temperatures and their impacts on rice yields in southern China from 1981 to 2009, Field Crops Research, 189: 43–50.

پیوست‌ها

جدول ۱- نیازهای مطلوب اقلیمی برای کشت برنج.

خصوصیات اقلیمی	بدون محدودیت یا خیلی مناسب	محدودیت کم یا مناسب	محدودیت متوسط یا متوسط	محدودیت شدید یا ضعیف
دمای دوره رشد (°C)	۲۵-۳۰	۱۸ ـ ۲۵	۱۰-۱۸	X > ۳۰X, <۱۰
رطوبت نسبی ٪	۸۰<	۶۰ ـ ۸۰	۴۰ ـ ۶۰	۴۰>
دمای جوانه‌زنی (°C)	۳۰ ـ ۴۰	۲۰ -۳۰	۱۰ ـ ۲۰	X >۴۰ X,<۱۰
دمای گل‌دهی (°C)	۳۵-۴۰	۲۵ -۳۵	۱۵ -۲۵	X>۴۰ X,<۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

دمای رسیدگی (°C)	۳۵-۴۰	۳۵ ـ ۲۵	۱۹ -۲۵	X>۴۰ , X<۱۹
کمینه دما (°C)	۳۵- ۳۸	۲۰ ـ ۳۵	۱۰- ۲۰	X>۳۸, X <۱۰
ساعات آفتابی (h)	۱۶۰۰ ـ ۱۸۰۰	۱۴۰۰ ـ ۱۶۰۰	۱۲۰۰ ـ ۱۴۰۰	X>۱۸۰۰X,<۱۲۰۰
شیب٪	۰-۵	۵-۸	۸-۱۲	۱۲<
ارتفاع (m)	<۱۷۰۰	۱۷۰۰-۱۹۰۰	۱۹۰۰ ـ ۲۰۰۰	>۲۰۰۰
عمق خاک (cm)	۱۶۰-۵۰	۵۰-۳۰	۱۰-۳۰	۱۰<
کاربری اراضی	زراعت (آبی)	دیم و مراتع	جنگل	باتلاق، ساحل، منطقه حفاظت‌شده

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

ماخذ: یافته‌های پژوهش

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

ماخذ: یافته‌های پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- ضریب نسبی معیاره، گزینه‌ها و امتیاز نهایی محاسبه‌شده برای گیاه برنج بر اساس مدل AHP.

پارامترهای مهم در ارزیابی	وزن نسبی	عوامل	وزن عوامل	زیر معیار	وزن نسبی	عوامل فرعی	وزن نسبی	وزن نهایی
	۰/۵۱۳	دما	۰/۶۶۷	دمای دوره رشد	۰/۴۱۹	بدون محدودیت	۰/۵۱۳	۰/۰۷۴
						محدودیت کم	۰/۲۷۵	۰/۰۳۹
						محدودیت متوسط	۰/۱۳۸	۰/۰۲۰
						محدودیت زیاد	۰/۰۷۴	۰/۰۱۱
عناصر اقلیمی				دمای جوانه‌زنی	۰/۲۶۳	بدون محدودیت	۰/۵۱۳	۰/۰۴۶
						محدودیت کم	۰/۲۷۵	۰/۰۲۵
						محدودیت متوسط	۰/۱۳۸	۰/۰۱۲
						محدودیت زیاد	۰/۰۷۴	۰/۰۰۷
				دمای گلدهی	۰/۱۶۰	بدون محدودیت	۰/۵۱۳	۰/۰۲۸
						محدودیت کم	۰/۲۷۵	۰/۰۱۵
						محدودیت متوسط	۰/۱۳۸	۰/۰۰۸
						محدودیت زیاد	۰/۰۷۴	۰/۰۰۴
				دمای رسیدگی	۰/۰۹۷	بدون محدودیت	۰/۵۱۳	۰/۰۱۷
						محدودیت کم	۰/۲۷۵	۰/۰۰۹
						محدودیت متوسط	۰/۱۳۸	۰/۰۰۵

www.SID.ir

Archive of SID

							محدودیت زیاد	۰/۰۰۲
							بدون محدودیت	۰/۰۱۱
							محدودیت کم	۰/۰۰۶
							محدودیت متوسط	۰/۰۰۳
							محدودیت زیاد	۰/۰۰۲
							بدون محدودیت	۰/۰۸۸
							محدودیت کم	۰/۰۴۷
							محدودیت متوسط	۰/۰۲۴
							محدودیت زیاد	۰/۰۱۳
		۰/۲۷۵	ارتفاع	۰/۶۱۴			بدون محدودیت	۰/۰۸۷
							محدودیت کم	۰/۰۴۶
توپوگرافی							محدودیت متوسط	۰/۰۲۳
							محدودیت زیاد	۰/۰۱۲
			شیب	۰/۲۶۸			بدون محدودیت	۰/۰۳۸
							محدودیت کم	۰/۰۲۰
							محدودیت متوسط	۰/۰۱۰
							محدودیت زیاد	۰/۰۵۵
			جهت	۰/۱۱۷			بدون	۰/۰۱۷
						۰/۰۶۲	حداقل درجه حرارت	
					۰/۳۳۳		رطوبت نسبی	

www.SID.ir

Archive of SID

			شیب		محدودیت	
				۰/۲۷۵	محدودیت کم	۰/۰۰۹
				۰/۱۳۸	محدود. دیت متوسط	۰/۰۰۴
				۰/۰۷۴	محدودیت زیاد	۰/۰۰۲
	۰/۰۷۴	زراعت آبی	۰/۵۳۶	۰/۵۱۳	بدون محدودیت	۰/۰۲۰
کاربری اراضی		زراعت دیم	۰/۲۷۶	۰/۲۷۵	محدودیت کم	۰/۰۰۶
		مرتع	۰/۱۲۴	۰/۱۳۸	محدودیت متوسط	۰/۰۰۱
		سایر موارد	۰/۰۶۴	۰/۰۷۴	محدودیت زیاد	۰/۰۰۰
عمق خاک	۰/۱۳۸		عمیق	۰/۵۱۳	بدون محدودیت	۰/۰۴۳
			عمق متوسط	۰/۱۳۸	محدودیت متوسط	۰/۰۰۵
			کم‌عمق	۰/۰۷۴	محدودیت زیاد	۰/۰۰۱

ماخذ: یافته‌های پژوهش

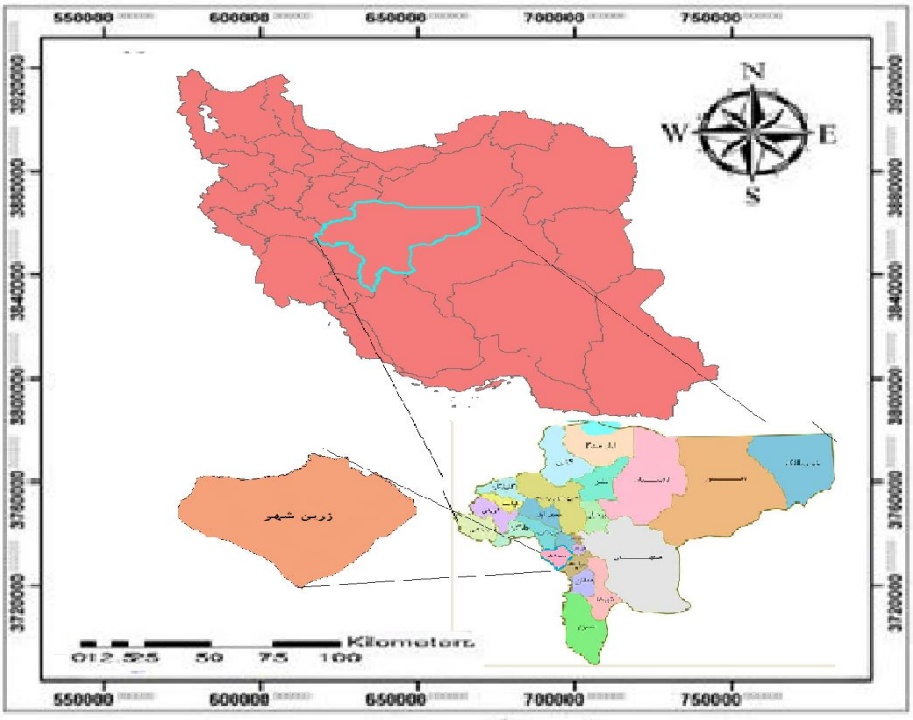
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- نتایج بررسی سازگاری ماتریس مقایسه زوجی معیارها

	ضریب ناسازگاری	پارامترها	زیر معیار	ضریب ناسازگاری
معیار	۰/۰۰	اقلیم	درجه حرات	۰/۰۲
			رطوبت نسبی	۰/۰۰
		توپوگرافی	ارتفاع	۰/۰۷
			شیب	۰/۰۶
			جهت شیب	۰/۰۷
		خاک		۰/۰۰
		کاربری اراضی		۰/۰۱

ماخذ: یافته‌های پژوهش

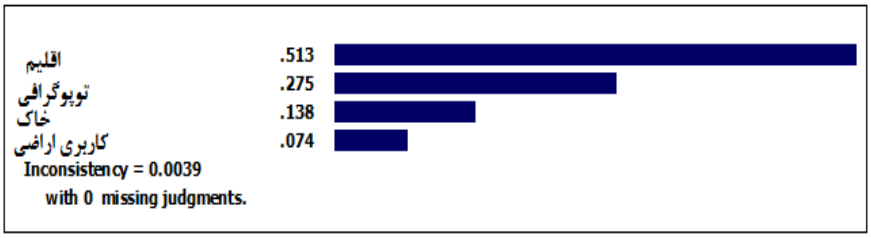


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان لنجان.

www.SID.ir

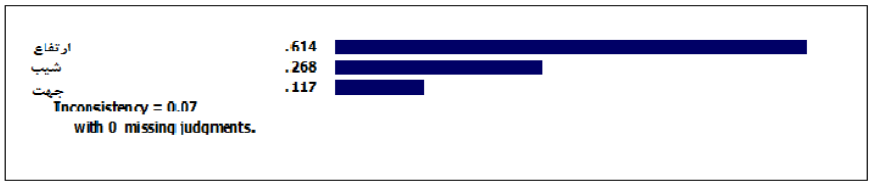
Archive of SID

ماخذ: نویسندگان

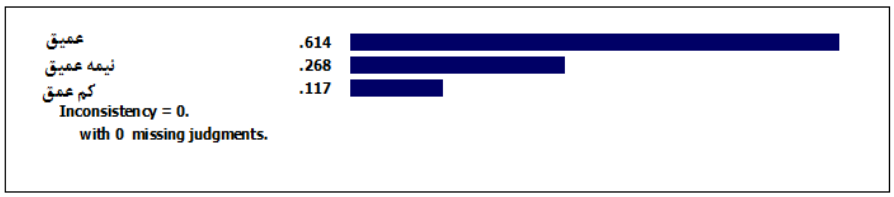


الف- محاسبه وزن معیارهای اصلی

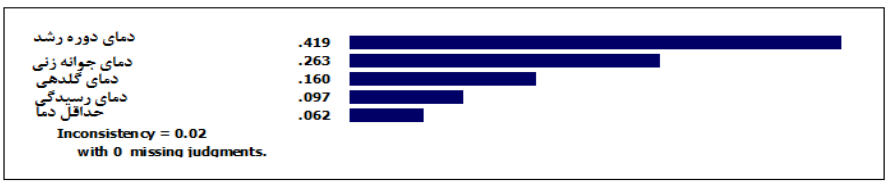
ب- محاسبه وزن معیارهای اقلیمی



پ- محاسبه وزن معیارهای توپوگرافی



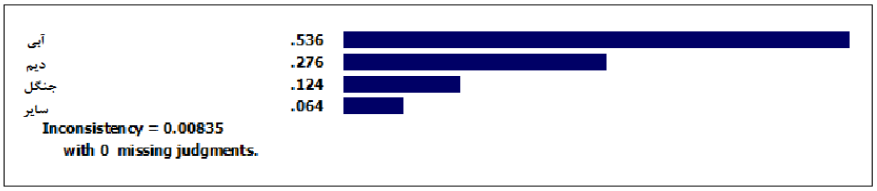
ت- محاسبه وزن معیارهای خاک



ث- محاسبه وزن معیارهای درجه حرارت

www.SID.ir

Archive of SID



ج- محاسبه وزن معیارهای کاربری اراضی

شکل ۲- محاسبه وزن‌های پارامترهای بکار رفته.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

	اقلیم	توپوگرافی	خاک	کاربری اراضی
اقلیم		2.0	4.0	6.0
توپوگرافی			2.0	4.0
خاک				2.0
کاربری اراضی	Incon: 0.00			

الف- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی

	دما	
دما		2.0
رطوبت نسبی	Incon: 0.00	

ب- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اقلیمی

	ارتفاع	شیب	جهت
ارتفاع		3.0	4.0
شیب			3.0
جهت	Incon: 0.07		

پ- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای توپوگرافی

	عمیق	نیمه عمیق	کم عمق
عمیق		3.0	4.0
نیمه عمیق			3.0
کم عمق	Incon: 0.00		

ت- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای خاک

www.SID.ir

Archive of SID

	دما دوره رشد	دمای جوانه زنی	دمای گلدهی	دمای رسیدگی	حداقل دما
دمای دوره رشد		2.0	3.0	4.0	5.0
دمای جوانه زنی			2.0	3.0	4.0
دمای گلدهی				2.0	3.0
دمای رسیدگی					2.0
حداقل دما	Incon: 0.02				

ث- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای درجه حرارت

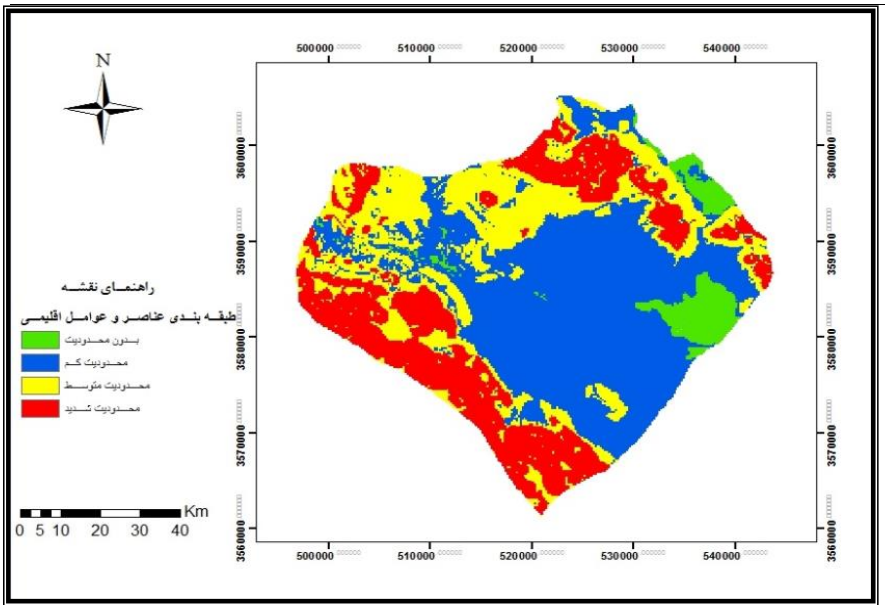
	آبی	دیم	جنگل	سایر
آبی		2.0	5.0	7.0
دیم			2.0	5.0
جنگل				2.0
سایر	Incon: 0.01			

ج- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای کاربری اراضی

شکل ۳- ماتریس مقایسه زوجی معیارها، منبع: یافته‌های پژوهش.

www.SID.ir

Archive of SID

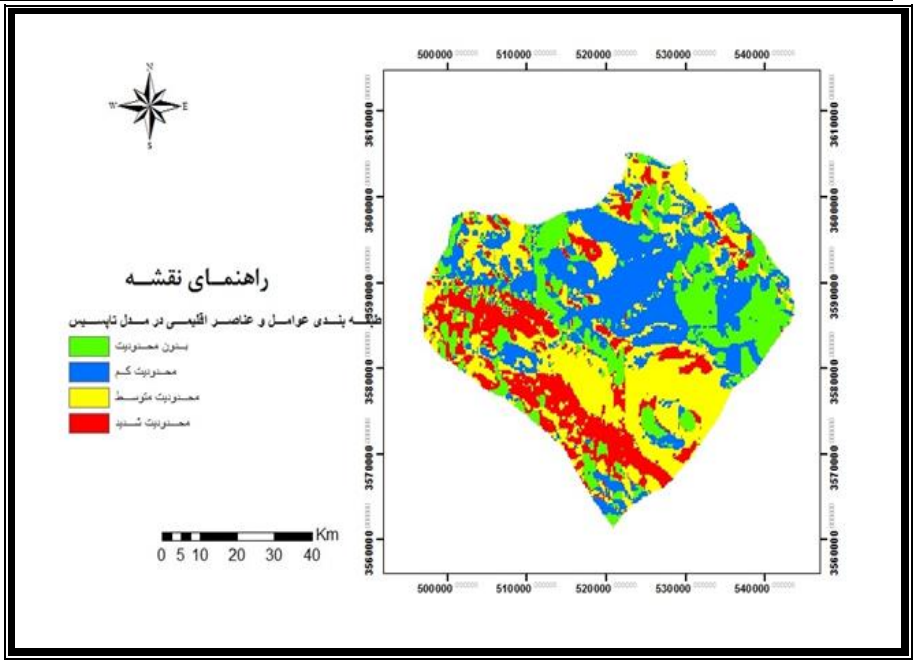


شکل ۴- پهنه‌بندی کشت محصول برنج بر اساس عناصر و عوامل اقلیمی با روش AHP.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- پهنه‌بندی کشت محصول برنج بر اساس عناصر و عوامل اقلیمی با روش TOPSIS.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

www.SID.ir