Archive of SID

مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۶ (۱۳۹۵) ۲۷- ۱۱

پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت جو دیم استان لرستان با استفاده از مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فازی

محمود احمدی[۱،*]، مصطفی فلاحی خوشجی[۲] و شهریار خالدی[۱]

[۱]گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

[۲]گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

[*]نویسنده مسئول: 44ahmadi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۴

احمدی، م.، م. فلاحی خوشجی و ش. خالدی. ۱۳۹۵. پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت جو دیم استان لرستان با استفاده از مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فازی. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۶ (۱): ۲۷- ۱۱.

سابقه و هدف: شناخت مشخصه‌های اقلیمی و تأثیر آن‌ها روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر در افزایش عملکرد و بالا بردن تولید می‌باشد. این موضوع به ویژه در شرایط کشاورزی دیم اهمیت بیشتری دارد. جو دیم یک محصول راهبردی و از مهم‌ترین غلات است که بیشترین سطح زیر کشت استان لرستان را داشته و نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی منطقه دارد. در ایران و جهان در ارتباط با موضوع بررسی‌های زیادی انجام شده است ولی در بیشتر بررسی‌ها مشخصه‌های اقلیمی به صورت سالانه استفاده شده و کمتر تأثیرگذاری آن‌ها در مراحل مختلف رشد بررسی شده است.در این تحقیق تأثیر مشخصه‌های اقلیمی در مراحل فنولوژیکی (گذارشناسی) مورد توجه بوده و هدف از این بررسی، مقایسه مدل همپوشانی شاخص و فازی در پهنه‌بندی کشت جودیم در استان لرستان و شناسایی مناطق مستعد کشت جودیم می باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از عناصر اقلیمی دما و بارش در مراحل فنولوژی در یک دوره‌ی آماری ۱۵ ساله (۲۰۰۹-۱۹۹۵) و از آمار همدیدی (سینوپتیک) ۶ ایستگاه در استان استفاده شد همچنین مشخصه‌های زمینی شیب، خاک، ارتفاع استفاده شد. در مرحله آماده‌سازی داده‌ها، قابلیت اجرایی مدل تجزیه و تحلیل مربوط به کارکرد مورد نظر روی این لایه‌ها فراهم شد. در این تحقیق مدل یادشده عبارت از مدل تلفیق داده‌ها برای مکانیابی اراضی مستعد کشت دیم جو با استفاده از مدل AHP و فازی است و مراحل فنولوژی نیز از روش GDD (درجه روزهای رشد) به دست آمد. با توجه به آستانه های سازگاری کشت جو دیم نسبت به هر یک از مشخصه‌ها و معیارهای تعیین شده، برای هر یک از عامل‌های کلیدی نقشه‌ی جداگانه تهیه شد. آن‌گاه استانداردسازی و طبقه (کلاسه)بندی آنها انجام شد. در نهایت لایه‌های استانداردشده وزن دهی و در فرمول AHP قرار داده شد و نقشه نهایی تهیه و مکان‌های مناسب نیز شناسایی شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که بارش و دما به ترتیب بیشترین تأثیر را در کشت جو دارند. بارندگی مرحله گل‌دهی و دانه‌دهی و دمای مرحله جوانه‌زنی و پنجه‌زنی از عامل‌های عمده محدودکننده کشت جو دیم می‌باشند. در مرحله پنجه زنی در هیچ کجای سطح استان دمای مناسب کشت جو دیم وجود ندارد، لذا میانگین بارش ودما سالانه مهم نیست بلکه توزیع در مراحل فنولوژی است که مهم می‌باشد. در مدل تحلیل سلسله مراتبی(AHP) ۵۵/۱۸ درصد منطقه دارای شرایط بسیار مناسب و مناسب است که در قسمت‌های جنوب و جنوب-غرب استان قرار دارد و ۴۴/۸۱ درصد دارای شرایط متوسط وضعیف می‌باشد، در مدل فازی ۵۱/۱ درصد منطقه دارای شرایط بسیار مناسب و مناسب است که مناطق مستعد در این مدل به سمت مرکز استان کشیده می‌شود و ۴۸/۹ درصد منطقه دارای شرایط متوسط و ضعیف می‌باشد.در مدل تحلیل سلسله مراتبی انعطاف پذیری کمتری نسبت به مدل فازی دارد زیرا بر پایه معیارهای قطعی عمل می کند

www.SID.ir

Archive of SID

ولی برتری آن، این است که هیچ‌گونه خطر (ریسکی) را نمی‌پذیرد و زمین‌های انتخاب‌شده در این مدل به طور قطع دارای بهترین شرایط برای کشت می‌باشد. این مدل برای مناطقی که زمین مناسب، کم است یک کاستی به‌شمار می‌آید، چرا که توان مانور معیارهای مختلف در این مدل کم است. در روش فازی برجستگی بهتری بین طیف‌های مختلف موجود در لایه‌ها دیده می‌شود، این مورد نشان می‌دهد که مدل فازی این امکان را برای تصمیم‌گیر فراهم می‌آورد تا مناطق را با توجه به نیازهایی که برای کشت جو دیم لازم است انتخاب کند. در نتیجه مدل فازی دارای توان قابلیت و استعداد (پتانسیل‌سنجی) بیشتری نسبت به مدل تحلیل سلسله مراتبی بوده و مؤثرتر و سودمندتر عمل می‌کند.

نتیجه‌گیری: بنابراین با توجه به نتایج دو مدل مشخص شد بهترین مکان برای کشت جو دیم قسمت‌های جنوبی استان لرستان می‌باشد، همچنین مدل فازی برای استعدادیابی کشت محصولات مناسب تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: قابلیت‌سنجی ، تحلیل سلسله مراتبی، مکان یابی، GIS.

مقدمه

در بین عناصر مختلف تأثیرگذار در نوسان تولید محصولات کشاورزی، شرایط جوی یکی از مهم‌ترین متغیرهای محیطی بوده که بشر جزء در مقیاس کوچک، آن هم با صرف هزینه‌های گزاف، قادر به کنترل آن نیست (Mavi, 2003). شناخت مشخصه‌های اقلیمی و تأثیر آن‌ها روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عامل‌های موثر در افزایش عملکرد و بالا بردن تولید است. این موضوع به ویژه در شرایط کشاورزی دیم اهمیت بیشتری دارد و ارزیابی عملکرد محصول در شرایط ناهنجاریهای آب و هوایی یا تغییرات نظام‌یافته (سیستماتیک) آب و هوا برای کشاورزان، تجار، شرکت های بیمه و سیاستگذاران دارای منافع عمومی است(Christoph and Frank, 2016). با شناخت دقیق تأثیر هر یک از عناصر اقلیمی روی محصولات کشاورزی می‌توان عملیات کشاورزی را طوری تنظیم کرد، تا بهترین شرایط را برای رشد و نمو گیاه در منطقه فراهم شود (Yazdanpanah, 2001). صرف آگاهی از تأثیر عامل‌های اقلیمی بر فرآیندهای رشد و نمو گیاهان کافی نبوده و دستیابی به نتایج کاربردی به منظور تعیین استعداد زمین‌های کشاورزی از نظر کشت یک گیاه زراعی، نیازمند نگرش جامع بر عامل‌های تأثیرگذار می‌باشد (Bazgir, 1999). ترکیب فضایی ویژگی های اقلیمی با ویژگی های زمینی واحدهای همگنی را به وجود می آورد که دراصطلاح به آن‌ها واحدهای اقلیم کشاورزی می گویند(Farajzadeh, 2007). در مناطق همگن اقلیم-کشاورزی (آگروکلیمایی)، درجه تناسب اقلیم با محصولات کشاورزی کشت شده، بررسی شد (FAO, 1996). هدف از ارائه نواحی اقلیمی-کشاورزی، ایجاد نوعی پهنه بندی اراضی بر پایه توازن تولید کشاورزی با تاکید بر جنبه‌های اقلیمی (کلیمایی) است. جو یک محصول راهبردی و پس از گندم یکی از مهم‌ترین غلات بوده؛ و در تغذیه دام‌ها مهم‌ترین محصول به شمار می رود. جو دارای ویتامین‌های A-E-B1-B2-B12 است، همچنین از نظر مواد معدنی غنی می‌باشد(Behneya, 1996). در این تحقیق با تحلیل مشاهده‌های آب و هوایی و با استفاده از عملیات انطباق لایه‌های مختلف و تجزیه آماری، پهنه بندی اقلیمی-کشاورزی استان لرستان برای کشت جو دیم در محیط GIS (سامانه اطلاعات جغرافیایی) صورت گرفت؛ و در نتیجه استعداد اراضی برای کشت این گیاه شناسایی شده است. در جهان و ایران در زمینه‌ای ارتباط بین عامل‌های اقلیمی و تولیدات کشاورزی به‌ویژه کشت دیم تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. Mavi (1985) با در نظر گرفتن عامل‌های مختلف جغرافیایی از جمله ناهمواری‌ها، باران سالیانه و کیفیت آب زیرزمینی قابل دسترس، شش ناحیه اقلیمی-کشاورزی را در پنجاب هند مشخص کرد. Norwood (2000) در مورد کاشت گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا بررسی‌هایی را انجام داد. به این نتیجه رسید، تبخیر و بارندگی نسبت به دیگر عناصر اقلیمی، بیشترین تأثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارند. Jiang and Thelen (2004) با تحلیل عامل‌های فیزیکی در محیط GIS مناطق مناسب کاشت گندم دیم را مشخص کرده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

Reshmidevi *et al*. (2009) در بررسی خود با استفاده از سامانه استنتاج فازی در رویکردی تلفیقی با GIS توان کشاورزی حوضه آبخیز بنگال غربی را مشخص کردند. در تحقیقی Wan *et al*. (2011) به ارزیابی استعداد اراضی برای انتخاب مناطق مستعد کشت گندم زمستانه در چین پرداختند و چندین منطقه را مشخص کردند. Butler and Huybers (2013) نشان دادند که تأثیر دما بر برداشت ذرت در آمریکا در ارتباط با طول و عرض جغرافیایی و شرایط منطقه است.

Geng *et al*. (2014) در پژوهشی به مقایسه روش های طبقه بندی برای تقسیم مناطق اقلیمی خشک و مرطوب در شمال غربی چین پرداختند. آنان بر پایه چهار روش طبقه‌بندی، مناطق مختلف آن ناحیه را از نظر خشک و مرطوب بودن به منظور توسعه کشاورزی مشخص کردند. Madhumita (2015) در ارزیابی مناطق اقلیم کشاورزی و توسعه اقتصادی راجستان مشخص کرد که تنوع شرایط اقلیمی منطقه، قابلیت و استعداد لازم برای توسعه محصولات عمده را دارد، وی ناحیه راجستان را به ده منطقه اقلیمی- کشاورزی طبقه‌بندی کرد. Christoph and Frank (2016) مدل های رگرسون آماری را برای ارزیابی تأثیر آب و هوا روی میزان محصول ارزیابی کرد. Dinpejo and Movaheddanesh (1996) در نتیجه بررسی خود نشان دادند که نقش بارش در مناطق با نظام کشت دیم بیشتر از دیگر مشخصه‌های اقلیمی است. Farajzadeh and Taklobighash (2001) در نتیجه بررسی خود، همدان را از نظر کشت گندم دیم به چند ناحیه تقسیم کرده‌اند. Ghatreh samani (2003) اقدام به پهنه بندی اقلیمی- کشاورزی استان چهار محال از نظر قابلیت کشت گردو با استفاده از GIS کرد، Abdali (2007) به پهنه بندی اقلیم کشاورزی کشت گندم دیم در آذربایجان شرقی اقدام کرده است Shahivandi (2009) به پهنه بندی اقلیمی- کشاورزی کشت ذرت دانه ای در استان لرستان پرداخت. Khalafi and Damavandi (2010) به شناسایی و اولویت بندی اراضی مستعد کشت غلات دیم در استان زنجان با استفاده از GIS پرداختند، در بیشتر بررسی‌های پیشین مشخصه‌های اقلیمی به صورت سالانه استفاده شده و کمتر تأثیر مشخصه‌های اقلیمی در مراحل مختلف رشد ارزیابی شده است. لذا در این تحقیق تأثیر مشخصه‌های اقلیمی در مراحل فنولوژیکی مورد توجه بوده و مراحل حساس‌تر بیشتر تاکید شده است. بررسی های به‌عمل آمده نشان می‌دهد در این زمینه تحقیقات مؤثری در منطقه تاکنون انجام نشده است و این تحقیق به این مسئله مهم توجه دارد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از یک دوره‌ی آماری ۱۵ ساله (۱۹۹۵-۲۰۰۹) و از آمار همدیدی ۶ ایستگاه خرم آباد، بروجرد کوهدشت، الیگودرز، پل دختر، الشتر استفاده شد. در آغاز بر پایه عامل‌های مورد نظر، لایه‌های اطلاعاتی ارتفاع و شیب وخاک بود تهیه‌شد که فرمت همه‌ی آن‌ها[1]SHP می باشد و لایه‌های مربوط به مشخصه‌های اقلیمی نیز تهیه شد و چون می‌بایست از آمار و اطلاعات یکسانی برای همه‌ی ایستگاه‌ها استفاده کرد و همه‌ی ایستگاه‌ها دارای تاریخ تأسیس یکسانی نبود لذا برای دوره‌های که آمار وجود نداشت، با استفاده از نرم‌افزار Clim Gen داده‌ها را با احتمال ۹۵٪ اطمینان بازسازی کرده‌ایم .تا همه‌ی ایستگاه‌ها دارای آمار نسبی یکسانی باشند و با استفاده از روش‌های مختلف درونیابی مانند Kariging و Interpolation بسته به رابطه‌های همبستگی میان داده‌ها و میزان خطای میان آن‌ها، لایه‌ها به صورت رستری تولید شدند. در مرحله آماده‌سازی داده‌ها قابلیت اجرایی مدل تجزیه و تحلیل مربوط به کارکرد مورد نظر روی این لایه‌ها فراهم شد. در این تحقیق مدل یادشده عبارت است از مدل تلفیق داده‌ها برای کاربرد مکانیابی و انجام مکانیابی اراضی مستعد کشت دیم جو با استفاده از مدل AHP[2] و منطق فازی، سپس مراحل فنولوژی از روش GDD (درجه روزهای رشد) به دست آمد، مبنای کار در این روش جمع‌بندی دماهای موثر یعنی دماهایی است که بالاتر از صفر پایه یا صفر زیستی (بیولوژیکی) گیاه است (Koanta, 1974). همه‌ی شرایط اقلیمی و فنولوژیکی کشت جو دیم با توجه به منابع ثبت‌شده و نظر کارشناسان تعیین شده است، و با توجه به آستانه‌های سازگاری کشت جو دیم نسبت به هر یک از مشخصه‌ها و معیارهای تعیین شده برای هر یک از عامل‌های کلیدی نقشه‌ی جداگانه کشیده شد. و آن‌گاه استانداردسازی و طبقه بندی آنها انجام شد. در نهایت لایه‌های استانداردشده وزن دهی و در فرمول AHP قرار داده شد و عملیات overlay برای برآورد

[1] Shape file
[2] Analytical Hierarchy Process

www.SID.ir

Archive of SID

مکان های مستعد انجام پذیرفت و نقشه نهایی تولید و مکان‌های مستعد تعیین شدند.

نتایج و بحث

بیشترین ارتفاعات در شرق و شمال استان قرار دارد، شیب به پیروی از ارتفاع در این قسمت زیادتر است. بهترین نوع خاک آن سپتی سول-ورتی سول ها هستند که بیشتر در قسمت‌های شرقی و مرکزی قرار دارند در مرحله جوانه زنی بیشترین بارش در قسمت‌های شرق استان قرار دارد و به سمت شمال غرب بارش مرحله‌ای جوانه زنی کاهش پیدا می‌کند. در مرحله پنجه زنی بارندگی در قسمت‌های مرکزی از شمال تا جنوب استان بیشتر از دیگر قسمت‌هاست ، در مرحله گلدهی میانگین بارندگی در قسمت‌های مرکزی و شمال غرب بیشتر و در مرحله پر شدن دانه نیز بارندگی در قسمت‌های جنوبی بیشتر از دیگر قسمت‌هاست ، در مرحله جوانه زنی میانگین دما در قسمت‌های جنوبی استان بالاتر از قسمت‌های دیگر به‌ویژه نیمه غربی است، در مرحله پنجه زنی بالاترین میانگین دما در بخش‌های جنوب غرب و شرق استان مشاهده می‌شود. و در هیچ جای سطح استان دمای مناسب پنجه زنی وجود ندارد. در مرحله گلدهی، دما در قسمت‌های غربی بیشتر از دیگر قسمت‌های استان و در مرحله پر شدن دانه نیز میانگین دما در قسمت‌های شرقی بیشتر از قسمت‌های دیگر است.

وزن دهی به لایه‌ها با استفاده از مدلAHP

با استفاده از نظر کارشناسان و مبانی نظری (تئوریک) به تعیین مطلوبیت ارزشی درون لایه‌ها پرداخته و با استفاده از نرم‌افزار GIS لایه‌ها را طبقه بندی و سپس به هرکدام از لایه‌ها ارزش می دهیم، وزن مخصو ص هر یک از لایه در جدول‌های(۱۱-۱) آمده است.

جدول۱- مشخصات وزن‌های مختلف بارش مرحله جوانه زنی جو دیم.

Table 1. Different weight characteristics of barley by precipitation at the germination stage.

بارش مرحله جوانه زنی جو دیم(میلی‌متر) Precipitation at germination stage (mm)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت(کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation (%)
>100	4	بسیار مناسب Supreme	24465.8	86.47
80-100	3	مناسب Proper	3683.9	13.02
60-80	2	متوسط Medium	1414.7	0.5

جدول۲- مشخصات وزن‌های مختلف بارش مرحله پنجه زنی جو دیم.

Table 2. Different weight characteristics of barley with precipitation at the tillering stage.

بارش مرحله پنجه زنی جو دیم (میلی‌متر) Precipitation at tillering stage (mm)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت(کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت(درصد) Area under cultivation (%)
100<	4	بسیار مناسب Supreme	27484.8	97.14
80-100	3	مناسب Proper	809.2	2.86

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مشخصات وزن‌های مختلف بارش مرحله گلدهی جو دیم .

Table 3. Different weight characteristics of barley with precipitation at the flowering stage.

بارش مرحله گلدهی جو دیم (میلی‌متر) Precipitation at flowering stage (mm)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت (کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation (%)
<50	4	بسیار مناسب Supreme	1647.5	5.82
50-30	3	مناسب Proper	11329	39.98
30-10	2	متوسط Medium	12516	44.18
<10	1	نامناسب Inappropriate	2839.7	10.02

جدول۴- مشخصات وزن‌های مختلف بارش مرحله دانه دهی جو دیم.

Table 4. Different weight characteristics of barley with precipitation at the grain set stage.

بارش مرحله دانه دهی جو دیم (میلی‌متر) Precipitation at the grain set stage (mm)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت (کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation (%)
15-10	3	مناسب Proper	1479.8	5.23
10- 5	2	متوسط Medium	18829.7	66.55
5- 0	1	نامناسب Inappropriate	7981.7	28.21

جدول۵- مشخصات وزن‌های مختلف دما مرحله جوانه دهی جو دیم.

Table 5. Different weight characteristics of barley by temperature at the germination stage.

دمای مرحله جوانه زنی جو دیم (سلسیوس) Temperature at germination stage ($^{\circ}C$)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت (کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation (%)
15-10	3	مناسب Proper	1479.8	5.23
10- 5	2	متوسط Medium	18829.7	66.55
5- 0	1	نامناسب Inappropriate	7981.7	28.21

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶- مشخصات وزن‌های مختلف دمای مرحله پنجه زنی جو دیم.

Table 6. Different weight characteristics of barley by temperature at the tillering stage.

دمای مرحله پنجه زنی جو دیم (سلسیوس) Temperature at germination stage (°C)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت (کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation (%)
10-5	2	متوسط Medium	22012.7	77.8
5- 0	1	نامناسب Inappropriate	6281.5	22.2

جدول۷- مشخصات وزن‌های مختلف دمای مرحله دانه دهی جو دیم.

Table 7. Different weight characteristics of barley by temperature at the flowering stage.

دمای مرحله دانه دهی جو دیم (سلسیوس) Temperature at the flowering stage (°C)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت (کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation (%)
20-22.5	4	بسیار مناسب Supreme	10168.9	35.94
19-20	3	مناسب Proper	5938.3	20.99
18-19	2	متوسط Medium	12183.4	43.06

جدول ۸- مشخصات وزن‌های مختلف دمای مرحله گلدهی جو دیم.

Table 8. Different weight characteristics of barley by temperature at the seeds stage.

دمای مرحله گلدهی جو دیم (سلسیوس) temperature of barley at flowering stage (°C)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت(کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت(درصد) Area under cultivation (%)
14-20	4	بسیار مناسب Supreme	3273.6	11.57
12-14	3	مناسب Proper	13261.4	46.87
10-12	2	متوسط Medium	11758.9	41.56

جدول۹- مشخصات وزن‌های مختلف شیب برای جو دیم.

Table 9. Different weight slope characteristics for barley.

شیب به درصد Slope(%)	ارزش طبقات Classes value	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت(کیلومتر) Area under cultivation(Km)	سطح زیر کشت(درصد) Area under cultivation(%)
<5	4	بسیار مناسب Supreme	24465.8	86.47
10-5	3	مناسب Proper	3683.9	13.02
15-10	2	متوسط Medium	1414.7	0.5
15<	1	نامناسب Inappropriate	990.3	0.035

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۰- مشخصات وزن‌های مختلف ارتفاع برای جو دیم.

Table 10. Different weight characteristics of precipitation of height for barley.

نوع خاک Soil	ارزش طبقات Value classes	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت(کیلومتر) Area under cultivation(Km)	سطح زیر کشت(درصد) Area under cultivation (%)
قهوه ای-بلوطی Vertisoil/ Inceptisoil	4	بسیار مناسب Supreme	2617.2	9.25
قهوه ای Entisoil	3	مناسب Proper	6434.1	22.74
صخره ای Rock outcrops	2	متوسط Medium	18589.3	65.73
بایر Bad lands	1	نامناسب Inappropriate	645.1	2.28

جدول۱۱- مشخصات وزن‌های مختلف خاک برای جو دیم.

Table 11. Different weight characteristics of soil for barley.

سطوح ارتفاعی height	ارزش طبقات Value classes	قابلیت کشت جو دیم The potential for barley cultivation	سطح زیر کشت(کیلومتر) Area under cultivation(Km)	سطح زیر کشت(درصد) Area under cultivation(%)
<1500	4	بسیار مناسب Supreme	10050	35.52
1800-1500	3	مناسب Proper	5746.5	20.31
2100-1800	2	متوسط Medium	6182.2	21.85
>2100	1	نامناسب Inappropriate	6315.2	22.32

استانداردسازی لایه‌ها: برای آماده‌سازی و استانداردسازی لایه‌ها با استفاده از منطق فازی از نرم‌افزارGIS و برای مدل‌سازی، Extension مربوط به Spatial Analyst به‌کار گرفته شد. برای انتخاب پیش‌فرض (سناریوی) مناسب برای مکانیابی از شاخص‌های مختلفی مانند شیب کمتر در کلاس باارزش تر یا بارندگی بیشتر در کلاس باارزش تر استفاده می‌شود که این امر به معیارهای به‌کار گرفته شده در مکانیابی بستگی دارد. برای تبدیل ارزش‌های هرکلاس به امتیاز، باید ارزش‌ها، با یکی از روش‌های استاندارد کردن به امتیاز استاندارد تبدیل شوند که این روش‌ها به صورت زیر می‌باشند.

افزایشی: این روش برای کلاس مطلوبیت بالا استفاده می‌شود. و ارزش‌ها به صورت Max goal و min goal استاندارد می‌شود. هرچه ارزش‌ها بالاتر باشند، امتیاز داده‌شده به ۱ نزدیکتر است. برای مثال ارزش‌های کلاس بارندگی بالاتر به ۱ نزدیک‌تر و بارندگی کمتر به صفر نزدیک‌تر می‌شود. و از رابطه‌ای (۱) استفاده می‌شود:

$$Z_i = \frac{X_i - X_{max}}{X_{max} - X_{min}} X_i \qquad (۱)$$

X_{min} =کمینه ارزش موجود در لایه، Z_i =لایه مورد نظر ، X_{max} =بیشینه ارزش موجود در لایه

کاهشی: در این روش کلاس‌های با مطلوبیت پایین‌تر، امتیاز بالاتری می‌گیرند. برای مثال لایه شیب، هرچه شیب کمتر باشد، ارزش آن در لایه استاندارد شده بالاتر و به ۱ نزدیک‌تر است. و از رابطه (۲) استفاده می‌شود:

$$Z_i = \frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}} \qquad (۲)$$

برای استاندارد کردن لایه‌ها در این بررسی در بیشتر موارد تلفیقی از دو روش استفاده شد، جدول (۱۳) فرمول نهایی استاندارد سازی لایه ها را نشان می دهد. با توجه به اینکه خاک یک زمینه و لایه توصیفی و اسمی است، لذا برای استاندارد کردن، درآغاز به هر کدام از خاک‌ها به ترتیب اهمیت آن‌ها برای جو دیم ارزشی از ۰ تا ۱۰ در نظر گرفت، جدول(۱۲). آن‌گاه این لایه با توجه به زمینه ارزشی آن به رستر تبدیل شد و با توجه به امتیازهای داده‌شده به خاک‌ها با فرمول افزایشی استاندارد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

پس از به دست آمدن فرمول استاندارد سازی هر کدام از لایه ها، نقشه فازی شده هر یک از عناصر اقلیمی و مشخصه‌های محیطی تهیه شد. شکل‌های (۱۴-۱) نقشه-های استاندارد شده هر کدام از لایه ها را نشان می‌دهند.

جدول۱۲- ارزش عددی خاک منطقه.

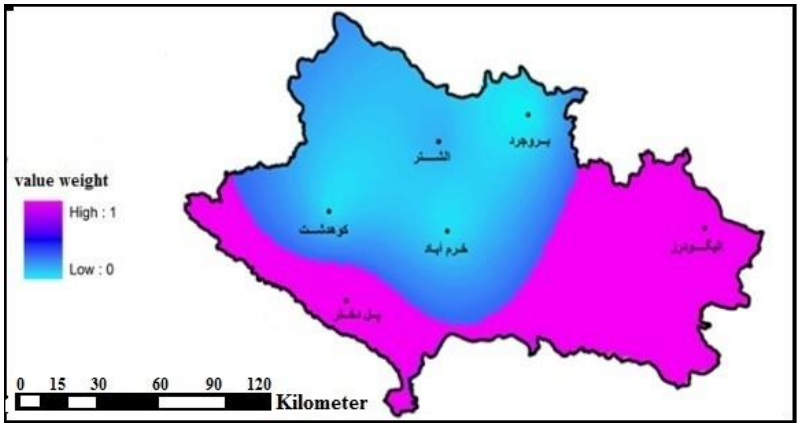
Table 12. Values of the area's soil.

نوع خاک Soil	قهوه ای-بلوطی Vertisoil/ Inceptisoil	قهوه ای Inceptisoil	آبرفتی Entisoil	صخره ای Rock outcrops	بایر Bad lands
ارزش Value	10	8	4	2	0

جدول۱۳- فرمول استاندارد سازی لایه ها.

Table 13. Standardization formula of layer.

پارامتر Parameter	فرمول استاندارد کردن Standardization formula	فرمول Formula
بارش مرحله جوانه زدن جو دیم Precipitation at germination stage	Con([X_i] <= 100,([X_i] - 61) / 129,[X_i] > 100,1)	صعودی Rise
بارش مرحله پنجه زنی جو دیم Precipitation at tillering stage	Con([X_i] <= 100,([X_i] - 61) / 129,[X_i] > 100,1)	صعودی Rise
بارش مرحله گل دهی جو دیم Precipitation at flowering stage	Con([X_i] < 85,([X_i] - 41) / 90,[X_i] >= 85,1)	صعودی Rise
بارش مرحله دانه دهی جو دیم Precipitation of barley at the grain set stage	Con([X_i] < 55,([X_i] - 3) / 62.3,[X_i] >= 55,1)	صعودی Rise
دما مرحله جوانه زدن جو دیم Temperature at germination stage	Con([X_i] < 10,([X_i] - 1.6) /9,[X_i] >= 10,1)	صعودی Rise
دما مرحله پنجه زنی جو دیم Temperature at tillering stage	Con([X_i] < 10,([X_i] - 3) / 6,[X_i] >= 10,1)	صعودی Rise
دما مرحله گل دادن جو دیم Temperature at flowering stage	Con([X_i] < 14,([X_i] - 10.8) / 4,[X_i] >= 14,1)	صعودی Rise
دما مرحله دانه دهی جو دیم Temperature at the grain set stage	Con([X_i] < 21,(([X_i] - 18) / 4.5,[X_i] > 21,1)	صعودی Rise
خاک Soil	Con[X_i] == 1,0,[X_i] == 2,0.3, [X_i] == 3,0.75, [X_i =4,1)	صعودی Rise
ارتفاع Height	Con([X_i] <= 1500,1,[X_i] > 1500 & [X_i] <= 2100,(2100 - [X_i]) / 600,[X_i] > 2100,1)	نزولی Descent
شیب Slope	Con([X_i] <= 5,1,[X_i] > 5 & [X_i] <= 15,(31885314 - [X_i]) / 10,[X_i] > 15,0)	نزولی Descent

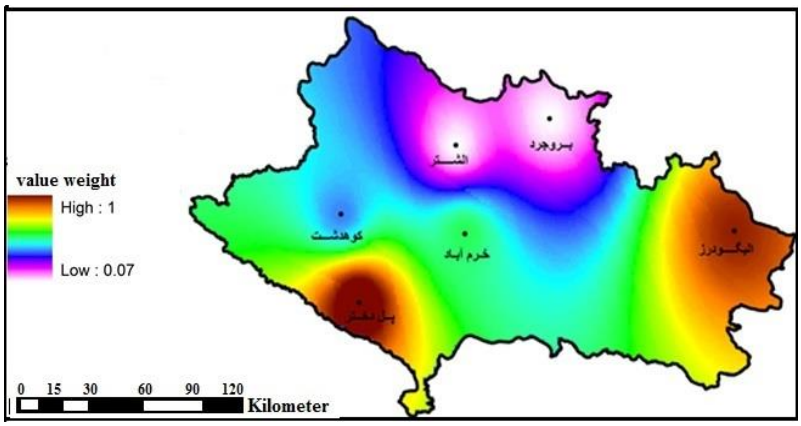


شکل ۱- نقشه فازی شده بارش مرحله جوانه زدن جو دیم.

Fig. l- Fuzzy map of precipitation at the germination stage.

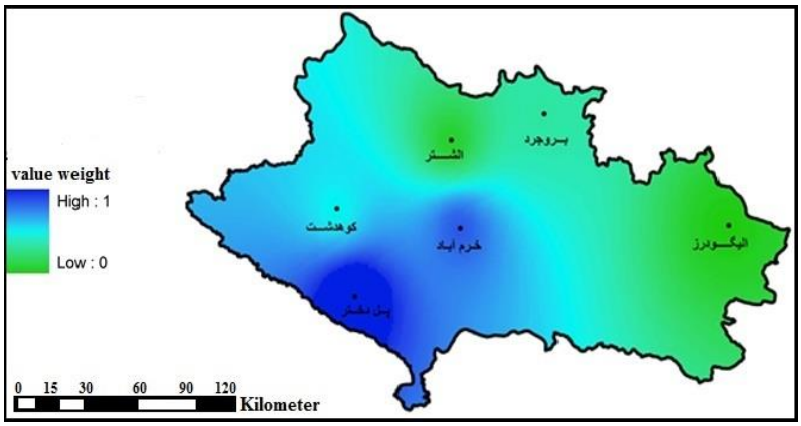
www.SID.ir

Archive of SID



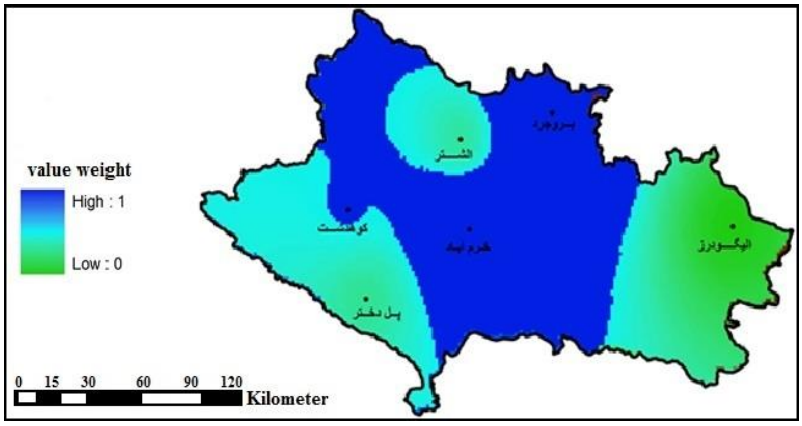
شکل۲- نقشه فازی شده بارش مرحله پنجه زدنی جو دیم.

Fig. 2- Fuzzy map of precipitation at the tillering stage.



شکل۳- نقشه فازی شده بارش مرحله گل دهی جو دیم.

Fig. 3- Fuzzy map of precipitation at the flowering stage.

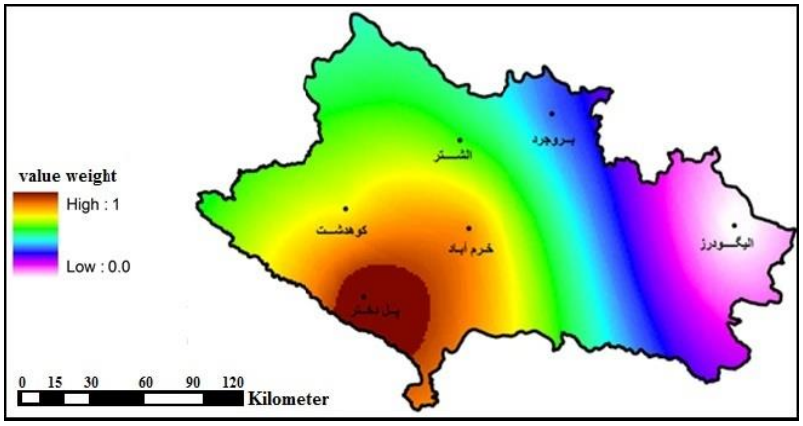


شکل۴- نقشه فازی شده بارش مرحله پر شدن دانه جو دیم.

Fig. 4- Fuzzy map of precipitation at the grain set stage.

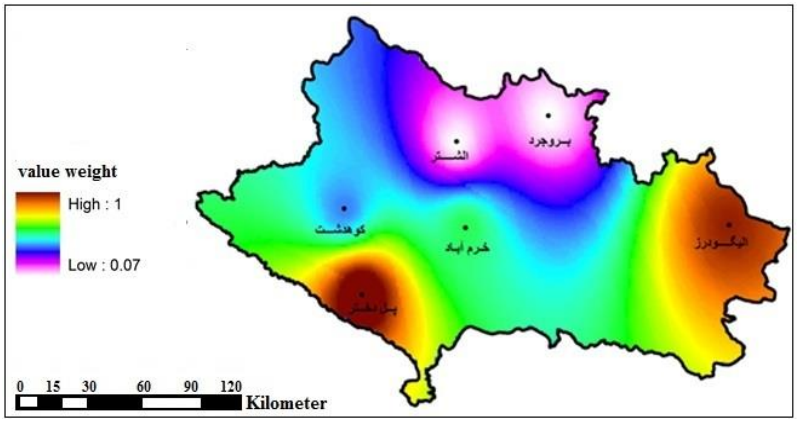
www.SID.ir

Archive of SID



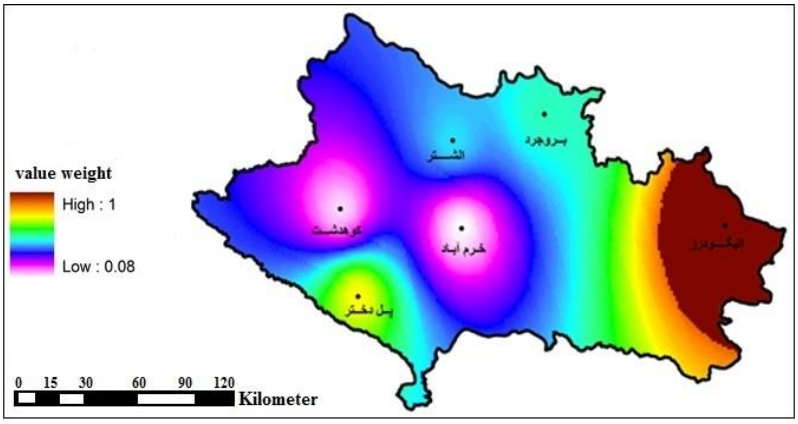
شکل۵- نقشه فازی شده دمای مرحله جوانه زنی جو دیم.

Fig. 5- Fuzzy map of temperature at the germination stage.



شکل۶- نقشه فازی شده دمای مرحله پنجه زنی جو دیم.

Fig. 6- Fuzzy map of temperature at the tillering stage.

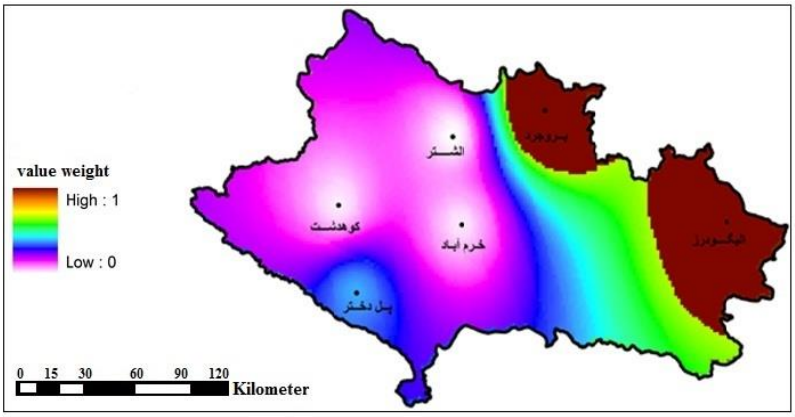


شکل۷- نقشه فازی شده دمای مرحله گل دهی جو دیم.

Fig. 7- Fuzzy map of temperature at the flowering stage.

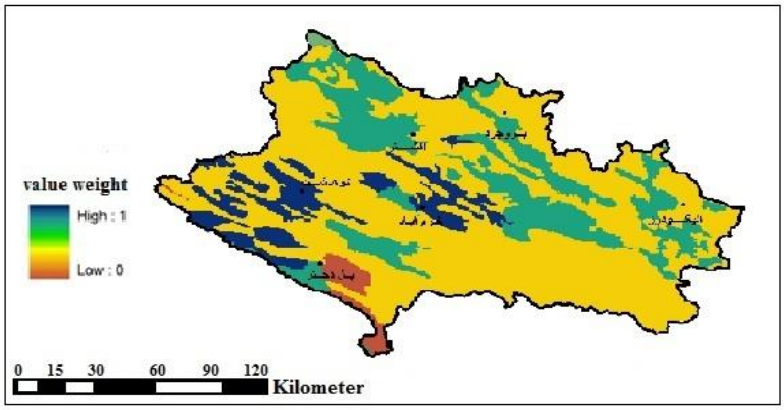
www.SID.ir

Archive of SID



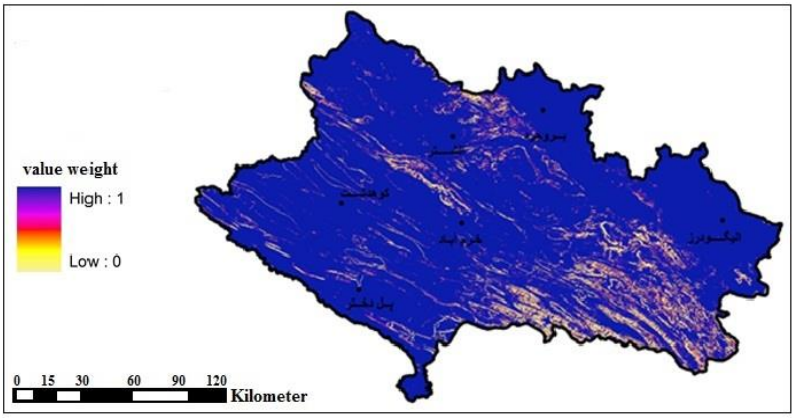
شکل۸- نقشه فازی شده دمای مرحله دانه دهی جو دیم.

Fig. 8- Fuzzy map of temperature at the grain set stage.



شکل۹- نقشه فازی شده خاک.

Fig. 9- Fuzzy map of soil.

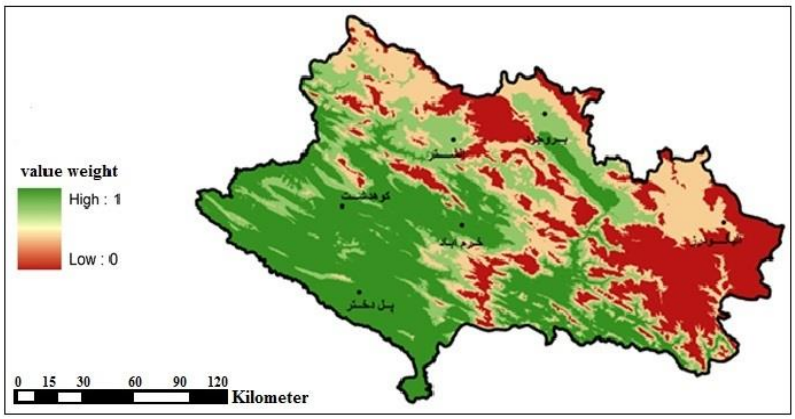


شکل۱۰- نقشه فازی شده شیب.

Fig. 10- Fuzzy map of slope.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۱- نقشه فازی شده ارتفاع.

Fig. 11- Fuzzy map of height.

وزن دهی نهایی لایه‌ها با استفاده از روش AHP

در این مرحله به تخصیص وزن هر لایه اطلاعاتی با روش AHP پرداخته می‌شود. به منظور وزن دهی به این روش در آغاز مسئله تصمیم‌گیری که یافتن نواحی مستعد کاشت جو دیم در استان می‌باشد به سلسله‌مراتبی که شامل مهم‌ترین عناصر تصمیم‌گیری است، تجزیه شد. در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم مشخصه‌های اصلی تأثیرگذار در کاشت جو دیم، در سطح سوم زیرشاخه‌های هر کدام از مشخصه‌های سطح دوم و در نهایت در سطح چهارم ویژگی‌های هر لایه اطلاعاتی دسته‌بندی شده است. پس از ایجاد سلسله‌مراتب به مقایسه مؤلفه‌های هر سطح در قالب یک ماتریس پرداخته شد. این کار از سطوح بالا به سمت سطوح پایین می‌باشد. پس از تشکیل ماتریس، وزن لایه‌ها توسط فرمول AHP محاسبه شد، جدول(۱۴).

باید توجه کرد که مقدار (RS) باید کمتر از ۰/۱ باشد که در اینجا مقدار آن۰/۰۴ بوده است. پس از وزن دهی به لایه‌ها ، نقشه نهایی مکان‌های مناسب کشت جو دیم در استان به روش فازی و سلسله‌مراتبی تهیه شد.

پس از تهیه وزن های نهایی هر کدام از لایه ها معادله نهایی لایه ها برای تهیه مکان های مناسب تهیه شد که در معادله (۳) نمایان است.

$$f(x) = (br \times 0.2705) + (bg \times 0.2031) + (dj \times 0.1504) + (dp \times 0.1107) + (bj \times 0.0805 \quad (۳)$$

بارش رسیدن= br ، بارش دمای جوانه زنی=dj ، دمای پنجه زنی=dp ، بارش جوانه زدن= bj ، بارش پنجه زنی=bp ، دمای گل دادن=dg، دمای رسیدن=dr ، خاک=s ، ارتفاع=e ، شیب=sl ، گل دادن=bg

در آخر دو نقشه یکی به روش AHP و دیگری به روش فازی تهیه شد. در نقشه ی که به روش فازی تهیه شد مناطق مستعد کشت دیم جو در قسمت های جنوبی و مرکزی قرار دارد، شکل (۱۲). این نقشه به ۴ طبقه تقسیم شد شکل (۱۳). و نشان داد که ۵۰/۱ درصد از سطح استان دارای قابلیت مناسب و بسیارمناسب و ۴۸/۹ درصد دارای شرایط متوسط و ضعیف می باشد، جدول(۱۵).

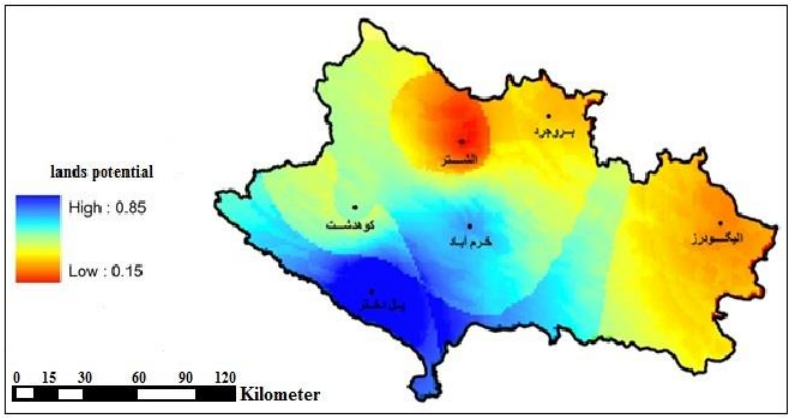
جدول۱۴- محاسبه نهایی وزن‌ها.

Table 14. Final calculated weights.

لایه Layer	ارزش وزنی Value weight	لایه Layer	ارزش وزنی Value weight
بارش مرحله دانه دهی Precipitation at the grain set stage	0.2705	دمای مرحله گلدهی Temperature at flowering stage	0.0422
بارش مرحله گلدهی Precipitation at flowering stage	0.2031	دمای مرحله رسیدن Temperature at Seed stage	0.0305
دمای مرحله جوانه زدن Temperature at germination stage	0.1504	خاک Soil	0.0227
دمای مرحله پنجه زنی Temperature at tillering stage	0.1107	ارتفاع Height	0.0172
بارش مرحله جوانه Precipitation at germination stage	0.0805	شیب Slope	0.0136
بارش پنجه زنی Precipitation at tillering stage	0.0584		

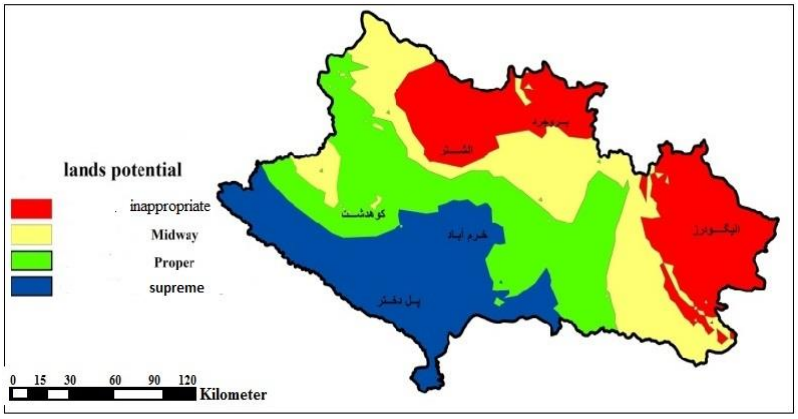
www.SID.ir

Archive of SID



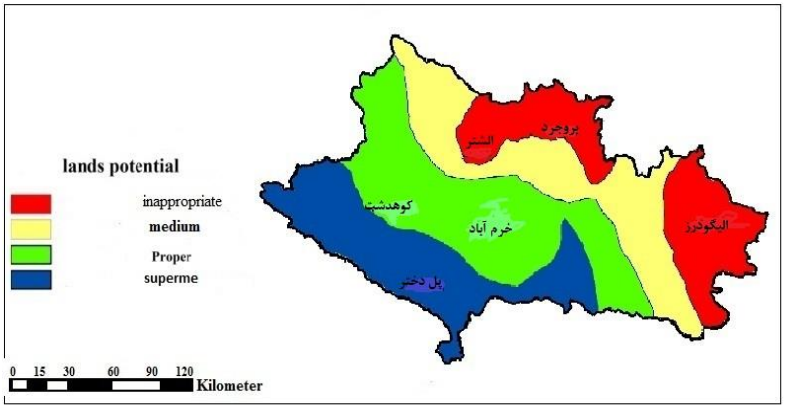
شکل۱۲- نقشه استعداد اراضی استان لرستان برای کشت جو دیم به روش فازی.

Fig. 12- Potential Land of Lorestan province for cultivation of barley using the fuzzy method.



شکل۱۳- نقشه فازی طبقه‌بندی شده استعداد اراضی استان لرستان برای کشت جو دیم .

Fig. 13- Fuzzy map classification of land in Lorestan province with potential for the cultivation of barley.



شکل۱۴- نقشه استعداد اراضی استان لرستان برای کشت جو دیم به روش AHP.

Fig. 14- Land classification map in Lorestan province with potential for the cultivation of barley using AHP method.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۵- گستره هریک از طبقات برای کشت جو دیم به روش فازی.

Table 15. Area of each of the classes for the cultivation of barley with the fuzzy method.

استعداد اراضی برای کشت جو دیم Lands potential for cultivation of barley	کلاس Class	سطح زیر کشت (کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation (%)
بسیار مناسب Supreme	1	21.4	674240
مناسب Proper	2	29.7	840330
متوسط Medium	3	23.81	709758
نامناسب Inappropriate	4	25.09	720800

جدول۱۶- گستره هریک از طبقات برای کشت جو دیم به روش AHP.

Table 16. Area of each of the classes for the cultivation of barley with the AHP method.

استعداد اراضی برای کشت جو دیم Lands potential for cultivation of barley	کلاس Class	سطح زیر کشت(کیلومتر) Area under cultivation (Km)	سطح زیر کشت (درصد) Area under cultivation(%)
بسیار مناسب Supreme	1	23.87	675380
مناسب Proper	2	31.4	888430
متوسط Medium	3	25.11	710460
نامناسب Inappropriate	4	19.6	554580

در نقشه‌ی که با مدل تحلیل سلسله مراتبی تهیه شد نیز مناطق مستعد کشت دیم جو در قسمت های جنوب و جنوب غرب استان قرار دارد شکل(۱۴). در این مدل ۵۵/۱۸ درصد از منطقه دارای شرایط مناسب و بسیار مناسب و ۴۴/۸۱ درصد از منطقه دارای شرایط متوسط و ضعیف می باشد جدول(۱۶). نتایج این مدل نیز نتایج به دست آمده از مدل فازی را تایید می‌کند.

مقایسه مدل‌ها

نقشه‌های به دست آمده از دو مدل نشان می‌دهد که در روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انعطاف‌پذیری زیادی وجود ندارد زیرا زمین‌ها بر پایه معیار قطعی انتخاب می‌شود، در مقابل برتری این مدل این است که هیچ‌گونه خطری را نمی‌پذیرد و زمین‌های انتخاب‌شده در این مدل به طور قطع دارای بهترین شرایط برای کشت می‌باشد. این مدل برای مناطقی که زمین مناسب، کم است یک کاستی به‌شمار می‌آید، چرا که توان مانور معیارهای مختلف در این مدل کم است. در روش فازی برجستگی بهتری بین طیف‌های مختلف موجود در لایه‌ها دیده می‌شود و این مورد نشان می‌دهد که مدل فازی این امکان را برای تصمیم گیر فراهم می‌آورد تا مناطق را با توجه به نیازهایی که برای کشت جو دیم لازم است انتخاب کند. مدل فازی توان قابلیت و استعدادسنجی بیشتری نسبت به مدل تحلیل سلسله‌مراتبی دارد، بنابراین مؤثرتر و سودمندتر عمل می‌کند.

نتیجه گیری

به طور کلی بارش و در مرتبه بعد دما بیشترین تأثیر را در کشت جو داشته‌اند. بارندگی مرحله گلدهی و دانه دهی و دمای مرحله جوانه زنی و پنجه زنی از عامل‌های عمده محدودکننده کشت جو دیم می‌باشند. لذا میانگین بارش و

www.SID.ir

Archive of SID

دمای سالانه مهم نیست بلکه توزیع در مراحل فنولوژی مهم تر است. بر پایه مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) ، ۵۵/۱۸ درصد از منطقه دارای قابلیت بسیار مناسب و مناسب بوده، که در قسمت‌های جنوب و جنوب غرب استان قرار دارد . در مدل فازی ۵۰/۱ درصد از منطقه دارای شرایط بسیار مناسب و مناسب می‌باشد، و نواحی مستعد به سمت مرکز استان کشیده می‌شود. مدل فازی توان قابلیت‌سنجی بیشتری نسبت به مدل همپوشانی شاخص(AHP) دارد، بنابراین مؤثرتر و سودمندتر عمل می‌کند.

منابع

Abdali, H., 2007. Climate zoning for agricultural dryland wheat. Case study East Azarbaijan province. MS.c. Thesis. Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Behniya, M., 1997. Cold Cereal, Publications Tehran University, Tehran, Iran.

Butler, E.E. and Huybers, P., 2013. Adaptation of us maize to temperature variations. Nature Climate Change. 3, 68–72.

Christoph, G. and Frank, WP., 2016. Statistical regression models for assessing climate impacts on cropyields: A validation study for winter wheat and silage maize in Germany. Agricultural and Forest Meteorology. 217 (2016), 89–100.

Dinpejo, Y. and Movahed Danesh, A., 1996. Determine suitable areas for rainfed cereal production according to the monthly rainfall west Azerbaijan and Ardabil. Journal of Nueva. 3, 25-38.

FAO, 1996. FAOSTAT. Available online at: http://faostat.fao.org.

Farajadeh, M. and Taklobighash, A., 2001. Climate zoning for agricultural of hamedan province with using GIS with an emphasis on wheat. Journal of Geographical Research. 41, 93-105.

Geng, Q., Wu, P., Zhao, X. and Wang, Y., 2014. Comparison of classification methods for three divisions of wet/dry climate regions in northwest China. International Journal of Climatology. 34, 2163-2174.

Ghatreh Samani, M., 2003 . The Potential Survey Walnut Cultivation with Using GIS. Weather Center shahreh kord Report. Iran.

Jiang. P. and Thelen, K.D., 2004. Affect of soil and topographic properties on crop yield in a north center corn– soybean cropping system published. Agronomy Journal. 98, 252-267.

Khalafi, J. and Damavand, A., 2010. Identify and prioritize areas prone grain-fed the Zanjan province with using GIS. In Proceedings 7th National on Geomatics Conference, 9th-10th May, Tehran, Iran. pp. 547-554.

Madhumita, H. 2015. Agro– Climatic zone and economic development of Rajastan. International Journal of Humanities and Social Science Invention. 4(2), 50-57.

Mavi, H.S., 2003. Agriculture Climate Basics, Publication of Nik Pendar, Tehran, Iran.

Mozafari, Gh., 2001. Evaluation of environmental performance dryland wheat (Kermanshah agriculture climate). Ph.D. Thesis. Tehran University, Tehran, Iran.

Mozafari., Gh. and Ghaemi, H., 2002. Analysis of precipitation in rainfed areas, case study East Kermanshah. Journal of Geographical Research. 34(42), 103-119.

Norwood Charles, A., 2000. Dryland winter wheat as affected by previous crops. Agronomy Journal. 31, 12-86.

Reshmidevi, T.V., Eldho, T.L. and Jana, R., 2009. A GIS-integrated fuzzy rule-basedinference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds. Agricultural Systems, 101, 101 –109.

Shahivandi, M., 2009. Climate zoning for agricultural with an emphasis on sowing corn. MS.c. Thesis. Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Wang, D., Cun-jun, S., Xiao, W., Ji-hua, Y., Xiao, H., Wen, W. and Zhou, J., 2011. Assessment of land suitability potentials for selecting winter wheat cultivation areas in Beijing, China, using RS and GIS. Agricultural Sciences in China. 10(9), 1419-1430.

Yazdan Panah, H., 2006. Potential detection and modeling most products east Azarbaijan province. Ph.D. Thesis. Tarbiyat Moalem University of Tehran, Tehran, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

Agtoclimatic zoning of barley cultivattion in Lorestan province using analytical hierarchy process (AHP) and fuzzy models

Mahmoud Ahmadi,[1,*] Mostafa Fallahi Khoshji[2] and Shahriyar Khaledi[1]

[1]Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University G.C., Tehran, Iran.

[2]Department of Geography, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran.

[*]Corresponding author: 44ahmadi@gmail.com

Introduction: Understanding climatic parameters and their effect on crop plants is one of the most important factors for increasing performance and enhancing the product (Yazdanpanah, 2001).This is especially true in rain-fed agriculture where it is extremely important (Farajzadeh, 2007). The very important cereal grain barley is a strategic product that has the largest area under cultivation in Lorestan Province and plays an important role in the agricultural economy of the region. In Iran and worldwide, although many studies have been undertaken on the topic, most studies have been of climatic parameters used annually at various stages of growth and their effects have been studied less. The effect of climatic parameters on phenological stages has been considered, and the aim of this study was to compare the AHP and fuzzy models for zoning barley cultivation in the province and identify susceptible areas where barley is cultivated.

materials and methods: A study of temperature and precipitation on the phenological stages over a period of 15 years (1995-2009) and at six synoptic stations was applied. The ground parameters of slope, soil, altitude were used. In the preparation phase, the data analysis model applicable to the intended function of this layer was prepared. In this study, the model is the application of an integrated model for locating fertile lands for cultivation of barley using AHP and fuzzy models, The phenological stages of GDD (growing degree days) Obtained (Koanta,1974). All climatic and phenological barley cultivation was determined according to the written sources and expert opinion and, according to the margin of compatibility and barley cultivation than any of the parameters and criteria, a separate map was prepared for each of the key factors. The standardization and classification was conducted and the layers were standardized about the value of was placed in the AHP formula. And overlay operation was conducted to estimate potential areas and the final map was produced and locations were identified.

Results and discussion: The results showed that rainfall and temperature on the order of the barley has the greatest impact on barley. Overall rainfall and temperature during the flowering, seed germination and tillering stages of barley are the major factors limiting crop growth. Nowhere in the province is barley planted at the right temperature at the tillering stage: The average annual temperature and precipitation are not important but that matter is distributed at the corresponding stages. The results showed that the AHP model of the 55.18 percent overlap region has an optimal condition and is suitable in southern and southwestern parts of the Province, while 44.18 percent of it show medium and inappropriate conditions. In the Fuzzy model, 51.1 percent demonstrated an optimal condition and is suitable for areas that are prone regions in the model, and is drawn towards the center of the province, with 48.9 percent representing medium and poor areas. The AHP model is less flexible than the fuzzy model and serves as the basis of certain criteria. But its advantage is that it does not accept any risk and selected areas in this model certainly enjoy the best conditions for cultivation. This model is suitable for those areas where low-lying land is a disadvantage, because different criteria in this model lead to low flexibility. The bumps better fuzzy approach between the different spectra can be seen in layers, and this case demonstrates that the fuzzy model provides the possibility of deciding which areas are suitable for the needs of barley cultivation and should be chosen. As a result, potentiometric power was found to be more hierarchical than in the fuzzy model and operates more efficiently.

Conclusion: Thus, according to the results of the model showed the southern part of the province to be the best place to grow barley, and the fuzzy model showed the potential of finding suitable crops.

Keywords: Zoning, Farming climate, Lorestan province, Dry barley, GIS.

www.SID.ir

Archive of SID

Reference:

Abdali, H., 2007. Climate zoning for agricultural dryland wheat. Case study East Azarbaijan province. MS.C. Thesis. Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Farajadeh, M. and taklobighash, A., 2001. Climate zoning for agricultural of hamedan province with using GIS with an emphasis on wheat. Journal of Geographical Research. 41, 93-105.

Yazdan panah, H., 2006. Potential detection and modeling most products east Azarbaijan province. Ph.D. Thesis. Tarbiyat Moalem University of tehran, Tehran, Iran.

www.SID.ir