نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۷۴۶-۷۳۳

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 733-746

پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت نخود (*Cicer arietinum* L.) با روش AHP در محیط GIS مورد مطالعه: استان اردبیل

بهروز سبحانی[1*] و یوسف حسن زاده[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۶

سبحانی، ب.، و حسن زاده، ی. ۱۳۹۷. پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت نخود (*Cicer arietinum* L.) با روش AHP در محیط GIS. مورد مطالعه: استان اردبیل. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۳): ۷۴۶-۷۳۳.

چکیده

یکی از روش‌های برنامه‌ریزی کشاورزی تعیین و شناسایی نواحی مناسب برای کاشت گیاهان زراعی و باغی بر اساس شرایط آب و هوایی و فیزیوگرافی است. این امر، کشاورزان را قادر می‌سازد که خسارت ناشی از شرایط نامناسب اقلیمی بر محصول را در طول دوره رشد به حداقل برسانند. نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از محصولات زراعی در استان اردبیل است که حدود ۵۲۷۲ هکتار از اراضی استان زیر کشت این گیاه زراعی است. هدف از این تحقیق، شناسایی نواحی مناسب استان اردبیل برای کشت نخود در محیط GIS است. برای این منظور، ابتدا نیازهای مطلوب اقلیمی در طول دوره رشد نخود تعیین گردید، سپس داده‌های مورد مطالعه از قبیل، بارندگی، دما، ارتفاع، شیب، خاک و کاربری اراضی جمع‌آوری شدند. هرکدام از داده‌ها با استفاده از روش AHP تحلیل شدند و ضریب وزنی معیارهای اصلی، فرعی و زیر گزینه‌ها مشخص شدند. درنتیجه ضریب وزنی معیارهای اصلی از قبیل اقلیم با ۰/۶۰۳، توپوگرافی ۰/۲۴۵، خاک ۰/۱۱۴ و کاربری اراضی ۰/۰۳۸ تعیین گردید. در مرحله بعد، نقشه‌های موضوعی موردنیاز برای هریک از داده‌ها موردمطالعه در محیط GIS تهیه و برای هریک از پلیگون‌های نقشه، ضریب وزنی لحاظ شد و هریک از نقشه‌ها بر اساس روش AHP در محیط GIS طبقه‌بندی شدند. در نهایت با تلفیق نقشه‌ها، نقشه نهایی پهنه‌بندی کشت نخود در استان اردبیل در چهار کلاس تهیه گردید که حدود ۱۸ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ۴۵ درصد مناسب، ۲۵ درصد متوسط و ۱۲ درصد نامناسب برای کشت نخود است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم کشاورزی، داده‌های جوی، عوامل فیزیوگرافی، تناسب اراضی، نیازهای مطلوب اقلیمی

مقدمه

شناخت مشخصه‌های اقلیمی و تأثیر آن روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر در افزایش عملکرد و بالا بردن تولید است. با شناخت دقیق تأثیر هریک از عناصر اقلیمی روی محصولات کشاورزی می‌توان عملیات کشاورزی را طوری تنظیم کرد تا بهترین شرایط برای رشد و نمو گیاه در منطقه فراهم شود. پهنه‌بندی آگروکلیماتیک یکی از انواع ارزیابی است که در این تحقیق مورد استفاده قرارگرفته است و می‌تواند به‌عنوان الگویی برای ارزیابی اراضی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر از منابع اراضی مورداستفاده قرار گیرد (Sarmadian & Taati., 2015). پهنه‌بندی آگروکلیماتیک، یک منطقه را بر اساس توانایی‌های آن از لحاظ استعداد اراضی، تولید و قابلیت اراضی تقسیم‌بندی می‌نماید و سامانه اطلاعات جغرافیایی یکی از ابزارهای مؤثر در پهنه‌بندی آگروکلیماتیک می باشد. (Kanouni et al., 2009).

در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ مجموع سطح زیر کشت، تولید و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در ایران به ترتیب ۵۲۸ هزار هکتار، ۲۶۹ هزار تن و ۴۹۳ کیلوگرم در هکتار است (Ministry Jihad & Agriculture, 2014). تولید جهانی نخود در سال ۲۰۱۳

۱، ۲ به‌ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، اقلیم شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*- نویسنده مسئول: (Email: sobhani@uma.ac.ir
DOI: 10.22067/jag.v10i3.57287

بالغ بر ۱۳/۱ میلیون تن بوده که سطحی معادل ۱۳/۵۴ میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۹۵۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست‌آمده است (FAO, 2013) و ایران پس از کشورهای هند، پاکستان، ترکیه و استرالیا پنجمین کشور تولیدکننده نخود در دنیا است (Kanouni, 2016). این محصول در دنیا پس از لوبیا رتبه سوم و در جنوب آسیا رتبه اول را در بین حبوبات دارد (Pirzadeh Mogadam et al., 2014).

شناخت متغیرهای آب و هوایی و اثر آن‌ها روی گیاه زراعی نخود، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و بالا بردن تولید هست. با در نظر گرفتن شرایط لازم و بهره‌گیری از فناوری مناسب برای تحلیل داده‌ها از جمله GIS می‌توان نتیجه مطلوب و متناسب با محیط دست‌یافت (Nasrollahi et al., 2015). در استان کرمانشاه با استفاده از داده‌های اقلیمی و عوامل محیطی، مکان‌یابی کشت نخود توسط ذوالفقاری و همکاران (Zolfgahari et al., 2015) انجام و نتایج نشان داد که بارش بیشترین تأثیر را در طول دوره رشد نخود دارد. نتایج ارزیابی تناسب اراضی شهرستان آق قلا جهت کشت نخود با استفاده از منطق بولین و فرایند سلسله مراتبی (AHP) توسط کاظمی و صادقی (Kazemi & Sadegi, 2014) نشان داد که حدود ۲۷ درصد زمین‌های کشاورزی شهرستان آق قلا برای کشت نخود مناسب می باشد.

مطالعات متعددی در مورد نقش هریک از عناصر اقلیمی در طول دوره رشد محصول نخود انجام شده است که به چند مورد اشاره می‌شود. نخود گیاهی است در نواحی سردسیر در فصل بهار و در نواحی گرمسیر در فصل پاییز کشت می‌شود (Soltani & Sinclair, 2012) کشت نخود بهاره از رطوبت ذخیره‌شده در خاک که از فصل زمستان مانده است در مرحله جوانه‌زنی استفاده می‌کند (Malhotra & Singh, 1991). این محصول، سرشار از پروتئین و نشاسته بوده و در جیره غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Sadeghipour & Aghai, 2012). نخود به‌دلیل قرار گرفتن در تناوب با گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.)، نقش بسیار مهم در حفظ و بقای کشاورزی دارد و عامل افزایش پایداری در نظام‌های تولیدی کشاورزی به شمار می‌رود (Naseri et al., 2015; Jalillian et al., 2005).

به‌رغم تولید و اصلاح ارقام پر محصول، آب و هوا از مهم‌ترین عوامل مؤثر در طول دوره رشد این گیاه می‌باشد (Kanouni et al., 2011). در مناطق مدیترانه‌ای، کشت زمستانه نخود نسبت به کشت بهاره آن، ۶۰ تا ۷۰ درصد عملکرد بیشتری دارد (Singh, 1991). در شرایط آب و هوایی منطقه سراوان، کاشت پاییزه نخود نسبت به کشت بهاره با توجه به افزایش درجه حرارت موفقیت‌آمیز است (Zafaranieh et al., 2015). نخود محصولی است که به اقلیم خنک نیازمند است و میانگین درجه حرارت روزانه بهینه برای این محصول ۱۷ درجه سانتی‌گراد با حداقل ۱۰ و حداکثر ۲۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. جوانه زدن محصول تحت تأثیر حرارت خاک است. در مناطق استوایی، کشت نخود تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر قابل رویش است (Naderi et al., 2013). بنابراین، پهنه‌بندی آگروکلیماتیک، اطلاعات مفیدی را در خصوص میزان بازدهی کشت محصولات مختلف و مناسب‌ترین مکان برای تولید هر محصول، جهت مدیریت متمرکز منابع و برنامه‌ریزی الگوی کشت مناسب منطقه، در اختیار قرار می‌دهد. مساعد بودن آب‌وهوای استان اردبیل برای کشت بهاره نخود موجب توسعه کشت این محصول در استان شده است. این تحقیق باهدف پهنه‌بندی آگروکلیماتیک استان اردبیل برای کشت محصول نخود، شناسایی توانمندی‌ها، استعدادها و محدودیت‌های اراضی به‌منظور برنامه‌ریزی کشاورزی، با بررسی متغیرهای اقلیمی و محیطی با روش AHP در محیط GIS انجام شده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی استان اردبیل

استان اردبیل در شمال غرب ایران بین مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه ۳ دقیقه تا ۴۸ درجه ۵۵ دقیقه طول شرقی واقع است. مساحت آن ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع، حدود ۱/۰۹ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد (شکل ۱). این استان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی است که در مجموع اراضی کشاورزی آن در حدود ۷۱۸۶۱۴ هکتار (۴۰ درصد کل مساحت استان) است. از این مقدار نیز ۲۳۴۳۳۶ هکتار آبی، ۴۵۱۱۵۵ هکتار دیم و ۳۳۱۲۳ هکتار را باغات میوه تشکیل می‌دهد (Ministry Jahad & Agricultural, 2014)

داده‌ها

داده‌های اقلیمی: داده‌های اقلیمی موردمطالعه در این تحقیق، طی دوره آماری ۲۵ ساله (سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۳ میلادی) تهیه شد و بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی طول دوره رشد گیاه نخود این داده‌ها ارزیابی شدند و برای هریک از ایستگاه‌های موردمطالعه به‌صورت نقطه‌ای وزن‌دهی به عمل آمد و در نهایت نقشه رقومی برای هریک از داده‌های اقلیمی بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی نخود تهیه شد. با تلفیق کلیه نقشه‌های اقلیمی نقشه پهنه‌بندی اقلیمی کشت نخود استان اردبیل تهیه گردید.

عوامل فیزیوگرافی: نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DTM[1]) استان اردبیل در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در محیط GIS تهیه و بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی کشت نخود، وزن‌دهی اعمال و نقشه طبقه‌بندی برای کشت نخود تهیه شد. با تلفیق نقشه‌های فوق‌الذکر نقشه عوامل فیزیوگرافی کشت نخود استان اردبیل تهیه گردید.

داده‌های خاک: به منظور تهیه نقشه رقومی خاک از مرکز تحقیقات و آب خاک کشور و از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اردبیل اطلاعات عمق خاک تهیه شد. پس از جمع آوری این اطلاعات از روش درون‌یابی نقشه عمق خاک استان تهیه شد. با توجه به اینکه در کشور ایران و همچنین در منطقه بیش از ۹۸/۲۸ درصد سطح کشت نخود به‌صورت دیم کاشته می‌شود (Ministry Jahad & Agricultural, 2014). لذا در این تحقیق به نقش عمق خاک اهمیت بیشتری داده‌شده است.

نقشه کاربری اراضی: این نقشه از اداره کل منابع طبیعی استان اردبیل به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ تهیه شد. با کمک این نقشه، نواحی زراعی به‌ویژه کشت‌های دیم و آبی استان استخراج شد.

نیازهای مطلوب اقلیمی جهت کشت نخود

برای پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت نخود، جهت انطباق نیازهای محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی، ابتدا نیازهای اقلیمی با استفاده از منابع موجود تعیین و رتبه‌بندی گردید که در جدول ۱ نشان داده‌شد. سپس بر اساس متغیرهای این جدول لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز در محیط GIS تهیه گردید و رتبه‌بندی هر لایه بر اساس جدول نیاز اقلیمی نخود، در چهار طبقه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف صورت گرفت.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[2]

با توجه به این‌که عوامل محیطی جهت تعیین پهنه‌بندی اراضی فراوان بوده و دارای اهمیت یکسانی نیز نمی‌باشد، لذا برای ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری لازم بود تا اهمیت نسبی هر عامل مشخص شود. در این تطبیق جهت اهمیت و ارزش متغیرها از فرآیند سلسله مراتبی استفاده شد.

به‌منظور وزن‌دهی به معیارها با روش AHP، ابتدا مسئله تصمیم‌گیری که همان یافتن نواحی مستعد کشت گیاه نخود می‌باشد، به‌صورت درخت سلسله مراتبی که شامل عناصر تصمیم‌گیری است، تجزیه شد. در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم معیارهای اصلی تأثیرگذار درکشت محصول (عناصر اقلیمی، عوامل فیزیوگرافی، خاک و کاربری اراضی) و در سطح سوم زیرشاخه‌ها یا زیر معیارهای هرکدام از عوامل سطح دوم دسته‌بندی شدند. تعیین وزن‌ها به‌وسیله نرم‌افزار Expert Choice انجام شد. مقایسه‌های زوجی این تحقیق در قالب ماتریس‌های مقایسه زوجی و بر اساس طیف نه قسمتی (۱ ترجیح یکسان و نه معادل ترجیح کامل) صورت گرفت (جدول ۲).

نتایج مقایسات زوجی روی n شاخص می‌تواند در یک ماتریس (n×n) به‌صورت معادله ۱ نشان داده شود. در این ماتریس a_{ij} نظر تصمیم‌گیرنده در مورد میزان ارجحیت عنصر i ام نسبت به عنصر j ام می‌باشد (Saaty, 2008). ماتریس‌های مقایسه زوجی هر یک از معیارها و زیر معیارها در ارتباط باهم محاسبه گردید.

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \qquad \text{معادله (۱)}$$

$$A=[a_{ij}]\ (1,2,\ldots n)$$

در این پژوهش برای پهنه‌بندی کشت نخود ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی از قبیل؛ اقلیم، توپوگرافی، خاک و کاربری اراضی استفاده شده است (جدول ۳).

1- Digital terrin model

2- Analytic hierarchy process (AHP)

جدول ۱- شرایط اقلیمی مطلوب برای کشت نخود

Table1- Favorable climatic conditions for for pea cultivation

کلاس Class	خیلی مناسب Very Suitable	مناسب Suitable	متوسط Average	ضعیف Weak
ارزش‌گذاری کلاس‌ها Valuation class	4	3	2	1
بارش دوره رشد Growing season rainfall	500–600	400–500	300–400	< 300
دمای دوره رشد Temperature growth period	25–30	20–25	15–20	10–15
رطوبت نسبی Relative humidity	50–60	40–50	30–40	< 25
دمای جوانه‌زنی Germination temperature	12–15	9–12	6–9	< 6
دمای گل‌دهی Flowering temperature	21–25	17–21	15–17	12–25
دمای رسیدگی Handle temperature	24–28	20–24	16–20	12–16
متوسط حداقل دما Average minimum temperature	3–6	0–3	0–3	< −3
ساعات آفتابی Sun shine	1500–2000	1000–1500	500–1000	< 500
سرعت باد Wind speed	4–7	7–11	11–15	> 15
شیب Slope	0–2	2–8	8–12	> 12
ارتفاع Altitude	0–400	400–800	800–1200	> 1200
عمق خاک Soil depth	200	150	100	< 100

منبع: پوتوب و همکاران (Potop et al., 2012) و خوشحال دستجردی و مصطفوی (Khoshhal Dastjerdi & Mostafavi, 2013)

References: Potop et al., 2012 and Khoshhal Dastjerdi & Mostafavi, 2013

جدول ۲- مقادیر ترجیحات در تصمیم‌گیری

Table 2- Preferred values in decision-making

مقدار عددی Numerical value	ترجیحات Perference
9	Extremely preferred ترجیح کامل
7	Very strongly preferred ترجیح خیلی قوی
5	strongly preferred ترجیح قوی
3	Moderately preferred ترجیح کم
1	Equally ترجیح یکسان
2,4,6,8	Preferences intermediate ترجیحات بینابین

جدول ۳- ماتریس مقایسه زوجی و وزن‌دهی معیارهای اصلی

Table 3- Paired comparison matrix and weighting main criteria

معیارهای اصلی The main criteria	اقلیم Climate	توپوگرافی Topography	خاک Soil	کاربری اراضی Land use
اقلیم Climate	1	6	7	9
توپوگرافی Topography	$\frac{1}{6}$	1	6	7
خاک Soil	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	1	6
کاربری اراضی Land use	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	1
ضریب اهمیت Impact factor	0.603	0.245	0.114	0.038

ماتریس معیار فرعی اقلیم از قبیل دمای فروردین‌ماه، دمای دوره رشد، دمای دوره گل‌دهی، دمای دوره رسیدگی، دمای متوسط، بارش دوره رشد، رطوبت نسبی و تبخیر در جدول ۴، ماتریس معیار فرعی کاربری اراضی در جدول ۵، ماتریس معیار فرعی عمق خاک در جدول ۶ و معیار فرعی فیزیوگرافی از قبیل شیب، جهت و ارتفاع در جدول ۷ مشاهده می‌شود که ضریب اهمیت هریک معیارها را در طول دوره رشد نخود به‌ترتیب اهمیت در جدول ها نشان می‌دهد.

محاسبه شاخص ناسازگاری

با محاسبه هر یک از ماتریس‌های مقایسه زوجی معیارها، وزن آن‌ها محاسبه گردید و شاخص ناسازگاری هر یک از معیارها از معادله (۲) برآورد گردید.

معادله (۲) $CI=n^{-1}$

در معادله ۲؛ CI، شاخص ناسازگاری، n مرتبه ماتریس و λ_{max} بزرگ‌ترین مقدار ویژه‌ماتریس اولویت‌بندی هستند.

محاسبه نرخ سازگاری

نسبت اندک استحکام؛(CI) براندکس میانگین (RI) بر اساس معادله (۳) تعریف شد:

معادله (۳) $CR= \frac{CI}{RI}$

RI؛ (شاخص ناسازگاری تصادفی) مقداری است که از جدول ۸ تعیین می‌شود. درصورتی‌که نرخ سازگاری، کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد، در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد. در غیر این صورت، تصمیم‌گیرنده باید در مقایسات زوجی تجدیدنظر کند.

نتایج بررسی سازگاری ماتریس مقایسه زوجی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های کشت نخود در جدول ۹ ارائه‌شده است که نرخ ناسازگاری در همه ماتریس‌های مقایسه زوجی کم‌تر از ۰/۱ است.

جدول ٤- ماتریس معیارهای اقلیم

Table 4- The criteria matrix of climatic parameters

معیارها Criteria	دمای فروردین April temperatures	بارش دوره رشد Growing season Rainfall	دمای دوره رشد Temperature growthperiod	رطوبت Humidity	متوسط دما average temperature	دمای دوره گل‌دهی Temperatureflowringperiod	تبخیر Evaporation	دمای دوره رسیدگی Temperature ofmaturity
دمای فروردین April temperature	1	2	3	4	5	6	7	8
بارش دوره رشد Growing season rainfall	1/2	1	2	3	4	5	6	7
دمای دوره رشد Temperature growth period	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6
رطوبت Humidity	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5
متوسط دما Average Temperature	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
دمای دوره گل‌دهی Temperature flowering	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
تبخیر Evaporation	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
دمای دوره رسیدگی Temperature of maturity	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1
باد Wind	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2
ضریب اهمیت Impact factor	0.304	0.216	0.154	0.108	0.076	0.053	0.037	0.026

جدول ٥- ماتریس معیارهای کاربری اراضی

Table 5- Land use criteria matrix

کاربری اراضی Landuse	زراعت Agriculture (water)	اراضی دیم Dry lands	مراتع جنگل Pastures and forests	سایر کاربری‌ها Other land uses
زراعت آبی Irrigated lands	1	3	6	9
اراضی دیم Dryfarming lands	1/3	1	3	6
مراتع و جنگل Pastures and forests	1/3	1/2	1	3
سایر کاربری‌ها Other land uses	1/9	1/6	1/3	1
ضریب اهمیت Impact factor	0.524	0.269	0.142	0.072

جدول ٦- ماتریس معیارهای عمق خاک
Table 6- Soil depth criteria matrix

عمق خاک (سانتی‌متر) Depth soil (cm)	200	150	100	100>
200	1	2	6	7
150	$\frac{1}{2}$	1	2	6
100	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2}$	1	2
100>	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2}$	1
ضریب اهمیت Impact Factor	541.0	0.284	0.115	0.06

جدول ۷- ماتریس معیارهای توپوگرافی
Table 7- Topography criteria matrix

معیارها Criteria	ارتفاع Altitude	شیب Slope	جهت Aspect
ارتفاع Altitude	1	2	3
شیب Slope	$\frac{1}{2}$	1	2
جهت Aspect	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1
ضریب اهمیت Impact Factor	0.539	0.297	0.164

جدول ۸- شاخص ماتریس تصادفی
Table 8-the random matrix index (RI)

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.42	1.45	1.49

نتایج و بحث

هر یک از داده‌های مورد مطالعه، بر اساس روش تحقیق و با توجه به نیاز مطلوب اقلیمی نخود، ارزش‌گذاری شدند و با روش درون یابی در محیط GIS نقشه هرکدام به شرح زیر تهیه شد:

معیار بارش: بارش از مهم‌ترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار در عملیات کشاورزی است و نوسانات آن در عملکرد محصول قابل‌توجه است (Fallah Ghalhari et al., 2015). تحقیقات نشان داده که در مناطقی که میزان بارندگی سالانه ۵۰۰–۴۰۰ میلی‌متر است برای کشت نخود مساعد است (Chalakian, 2012). بر اساس مقادیر بارش ایستگاه‌های هواشناسی استان حدود دو درصد خیلی مناسب، ۲۵ درصد مناسب، ۲۳ درصد متوسط و ۵۰ درصد نامناسب برای کشت نخود هست. در شهرستان آق قلا بارش سالانه بیشتر از ۴۰۰ میلی-متر، نواحی مناسب برای کشت نخود مکان‌یابی شده است (Kazemi & Sadegi, 2014).

معیار درجه حرارت: درجه حرارت از عوامل تعیین‌کننده در جغرافیای گیاهان زراعی و باغی است (Fraiedi, 2007). دما در هریک از مراحل رشد نخود دارای اهمیت ویژه می‌باشد. تحقیقات انجام‌شده نشان داد که دمای مناسب برای جوانه‌زنی نخود ۱۲–۹ درجه سانتی‌گراد، گل‌دهی ۲۱–۱۷ درجه سانتی‌گراد، رسیدگی ۲۲–۲۰ درجه سانتی‌گراد است (Nezami et al., 2010; Namdarian et al., 2015) ذالفقاری و همکاران (Zolfaghari et al., 2015) نیز در استان کرمانشاه دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد را برای جوانه زنی، ۱۹ درجه سانتی‌گراد را برای گل‌دهی و ۲۸ درجه سانتی‌گراد را برای رسیدگی نخود تعیین کرده اند. نتایج حاصل از تلفیق زیر معیارهای دما نشان داد که حدود ۴/۳۶ درصد از مساحت استان برای کشت نخود خیلی مناسب، ۱۵/۶۴ درصد مناسب، ۵۰/۴۸ درصد متوسط و

۲۹/۸ درصد که دمای کم‌تر از حد آستانه رشد دارند مناسب برای کشت نمی‌باشند. درجه حرارت بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دوره گل‌دهی نخود مقدار غلاف‌های تشکیل شده را در گیاه کاهش داده و باعث کاهش عملکرد می‌شود (Summerfield, 1987).

معیار ارتفاع: پستی‌و بلندی یک ناحیه تعیین‌کننده ارزش آن ناحیه برای انجام فعالیت‌های زراعی و باغ است. زیرا افزایش ارتفاع به‌نوعی از عوامل عمده محدودکننده زراعت و باغداری محسوب می‌شوند (Naderi et al., 2013). در استان گلستان در محدوده منطقه آق قلا ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا برای کشت نخود مناسب می باشد (Kazemi & Sadegi, 2014) کشت نخود در استان اردبیل در دشت مغان تا ارتفاع ۸۰۰ متر و سایر مناطق تا ۱۵۰۰ متری از سطح دریا مناسب است (Chalakian, 2012).

معیار شیب: نقشه شیب از نقشه توپوگرافی در محیط GIS استخراج گردید. بر اساس نیاز مطلوب کشت نخود در شیب‌های مختلف که جدول ۱ نشان داده‌شده است، شیب دو تا هشت درصد، شیب مناسب برای کشت نخود تعیین شده است (Chalakian, 2012). نتایج حاصل تحلیل نقشه شیب نشان داد که حدود ۴۵ درصد خیلی مناسب، ۲۲ درصد نامناسب و ۳۳ درصد نامناسب برای کشت است.

معیارخاک: خاک در فرآیند رشد محصولات زراعی و باغی نقش مؤثر دارد. مناسب‌ترین خاک‌ها برای رشد نخود خاک‌های شنی، رسی، لومی شنی و لومی رسی (عاری از نمک‌های محلول) است. نتایج حاصل از نقشه خاک استان نشان داد که حدود ۴۵ درصد خیلی مناسب، ۲۲ درصد مناسب و ۳۳ درصد نامناسب برای کشت نخود است.

معیار کاربری اراضی: از کل مساحت استان ۴۰ درصد اراضی کشاورزی، ۵۶/۵ درصد مرتع، ۲/۹ درصد جنگل و مابقی را سایر کاربری‌ها تشکیل می‌دهد. استان اردبیل با داشتن بالاترین کاربری اراضی کشاورزی نسبت به‌کل وسعت استان، رتبه اول را در بین استان‌های کشور داراست.

پهنه‌بندی کشت نخود بر اساس عناصر اقلیمی

با تلفیق عناصر اقلیمی از قبیل مقادیر بارش‌های طول دوره نخود، دماهای طول رشد و رطوبت نسبی ویژگی هرکدام از داده‌ها بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی برای کشت نخود، بر اساس روش AHP تحلیل و ماتریس زوجی آن‌ها تهیه شد. بر اساس مدل همپوشانی لایه‌ها، در محیط GIS با همدیگر تلفیق و نقشه نهایی ارزیابی کشت محصول نخود بر اساس عناصر اقلیمی تهیه گردید (شکل ۱). نتایج نشان داد که حدود ۳۷ درصد خیلی مناسب، ۲۱ درصد مناسب، ۲۰ درصد مناسب و ۲۲ درصد نامناسب برای کشت نخود بر اساس داده‌های عناصر اقلیمی است.

پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت نخود با تلفیق داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی

علاوه بر بررسی نقش مستقل داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی در پهنه‌بندی کشت نخود که در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. پس از تهیه تمام لایه‌های اطلاعاتی و تعیین عوامل مؤثر در امکان‌سنجی مناطق مستعد کشت نخود و با تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی به کمک GIS به تهیه نقشه‌های معیارهای مؤثر در طول دوره رشد نخود اقدام شد. نتایج نشان داد که حدود ۱۸ درصد خیلی مناسب، ۴۵ درصد مناسب، ۲۵ درصد متوسط و ۱۲ درصد استان برای کشت نخود نامناسب می باشد. ذوالفقاری و همکاران (Zolfagari et al., 2015) نیز با مطالعه داده‌های اقلیمی و محیطی مکان‌یابی کشت نخود دیم در استان کرمانشاه به این نتیجه رسیده‌اند که حدود ۰/۱ درصد مساحت استان دارای شرایط بسیار خوب، ۲۶/۴ درصد شرایط خوب و ۷۳/۵ درصد شرایط متوسطی برای کشت نخود دارد. همچنین نتایج حاصل از عوامل تأثیر گذار برکشت نخود در شهرستان آق قلا نشان داد که معیار اقلیم با وزن ۰/۶۱۹، دارای بالاترین اهمیت و توپوگرافی با ارزش وزنی ۰/۱۱۰ در رتبه آخر قرار گرفته است (Kazemi & Sadegi, 2014). با وزن‌دهی به نقشه‌های تهیه‌شده بر اساس روش AHP، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌منظور تلفیق و همپوشانی نقشه‌ها استفاده شد و نقشه پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت نخود تهیه گردید (شکل ۲). نقشه حاصل در چهار کلاس به شرح زیر طبقه‌بندی گردید.

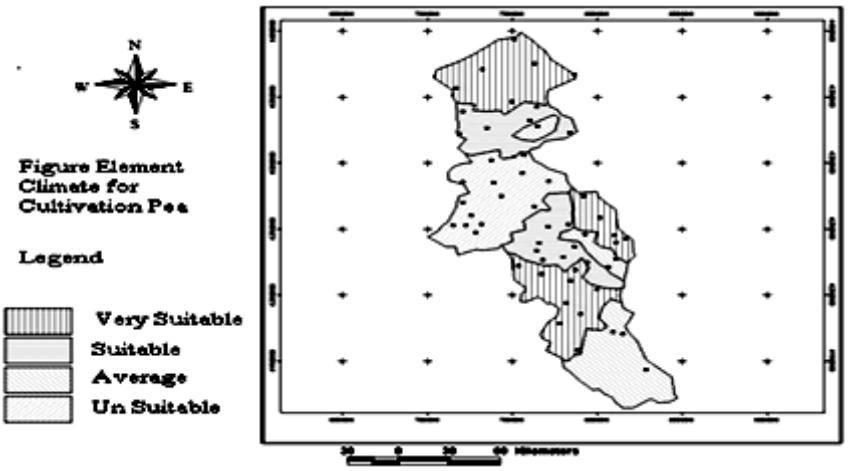
۱- نواحی خیلی مناسب، شامل دشت اردبیل و شمال شهرستان مشکین‌شهر می‌باشد که منطبق بر مناسب‌ترین نواحی کشاورزی استان است و محدودیت برای کشت نخود وجود ندارد حدود ۱۸ درصد از مساحت استان اردبیل را تشکیل می‌دهد.

۲- نواحی مناسب که این نواحی در اطراف شهرستان‌های خلخال و کوثر، سرعین، نیر، بیله سوار را تشکیل می‌دهند. محدودیت عمده در این مناطق نیاز آبی، حداقل دما است که حدود ۴۵ درصد از

مساحت استان را تشکیل می‌دهد.

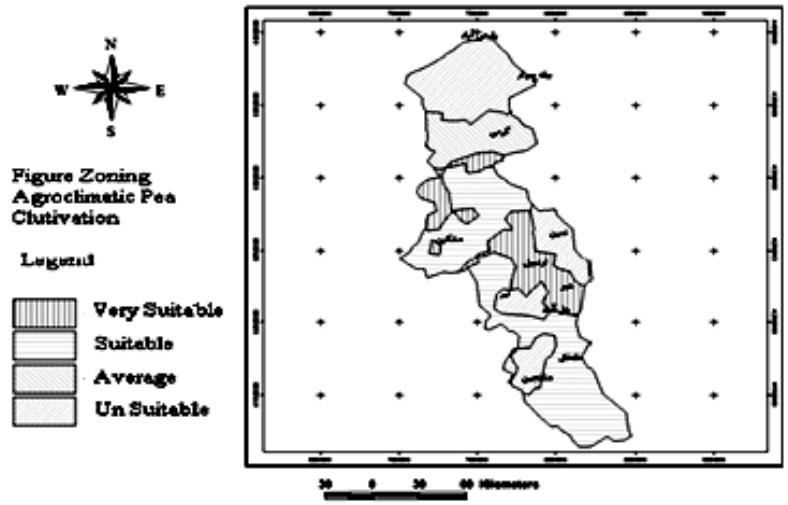
۳- نواحی که برای کشت نخود در حد متوسط هستند، معیارهای شیب، عمق خاک، ارتفاع و نوسانات دمایی عامل عمده در محدودیت کشت می‌باشد که شامل نواحی جنوبی، شمالی استان و اطراف شهرستان مشکین‌شهر را تشکیل می‌دهند که حدود ۲۵ درصد از مساحت استان به خود اختصاص داده است.

۴- نواحی که نامناسب برای کشت نخود می‌باشد که به‌علت کوهستانی بودن منطقه، برودت هوا و نبود افق مناسب خاک امکان کشت با محدودیت شدید مواجه است که حدود ۱۲ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد.



شکل ۱- پهنه‌بندی کشت نخود بر اساس عناصر اقلیمی

Fig. 1- Zoning chickenpea cultivation based on climatic elements



شکل ۲- پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت نخود بر اساس عناصر اقلیمی و فیزیوگرافی

Fig. 2- Zoning Agroclimatic of chickempea based on physiographic and climatic elements

جدول ۹- بررسی سازگاری معیارها و زیر معیارها

Table 9- The compatibility criteria and sub-criteria

شاخص سازگاری Compatibility Index	گزینه‌ها Options	شاخص سازگاری Compatibility index	عناصر عوامل اقلیمی Elements and climati cfactors	شاخص سازگاری Compatibility index	
0.017	دمای فروردین April temperatures				
0.081	بارش دوره رشد Growing season rainfall				
0.175	دمای دوره رشد Temperature growth period				
0.011	رطوبت Humidity				
0.056	متوسط دما Average temperature				
-0.029	دمای دوره گل‌دهی Temperature flowering period	0.035	اقلیم Climate		معیارها Criterions
0.022	تبخیر Evaporation			0.016	
0.368	دمای دوره رسیدگی Temperature of maturity				
0.0037	باد Wind				
0.045	ارتفاع Altitude		توپوگرافی Topography		
0.015	شیب slope	0.007			
0.013	جهت Direction				
0.021			خاک Soil		
0.0037			کاربری اراضی Land use		

منابع: محاسبات نگارندگان

Sources: Author's calculations

نتیجه‌گیری

شناسایی استعدادها و محدودیت‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها، به‌نحوی‌که بهترین بهره‌برداری از محیط صورت گیرد، از طریق مطالعه جامع اقلیمی-کشاورزی امکان‌پذیر است. کشت نخود علاوه بر تأمین غذای انسان و دام، از اجزاء مهم الگوهای کشت و عامل افزایش پایداری در نظام‌های تولیدی کشاورزی به شمار می‌رود. نتایج وزن‌دهی حاصل از یافته تحقیق نشان داد که هرکدام از داده‌های مورد مطالعه در پهنه‌بندی کشت نخود مؤثر هستند، چنان‌که در جدول ۱۰ نشان داده‌شده میزان سازگاری هر یک از داده‌ها کم‌تر از ۰/۱ است که بیان‌گر دقت وزن‌دهی به داده‌ها می‌باشد.

در بین معیارهای اصلی، اقلیم ۰/۶۰۳، توپوگرافی ۰/۲۴۵، خاک ۰/۱۱۴ و کاربری اراضی ۰۳۸/ و معیارهای فرعی ارتفاع با ضریب

اهمیت ۰/۵۳۹، دما با ضریب اهمیت ۰/۳۰۴ و بارندگی با ضریب اهمیت ۰/۲۱۶ به‌ترتیب اولویت نقش بیش‌تری را در مکان‌یابی کشت نخود دارند. نتایج بررسی شاخص سازگاری معیارها نشان می‌دهد (جدول ۹) کلیه معیارهای مورد استفاده دارای شاخص سازگاری کم‌تر از ۰/۱ می‌باشند که بیان‌گر تأثیرگذاری داده‌ها در طول دوره رشد و دقت وزن انتخابی است.

با توجه به توزیع بارش طول دوره رشد نخود و رعایت تقویم زراعی کشت، مناطق دیم‌زار مرکز استان (دامنه‌های شرقی و شمالی کوه سبلان) نواحی مناسب برای کشت این محصول می باشد. در مناطق دشت نیاز آبی و نوسان دمایی به‌خصوص بعد از گل‌دهی عامل محدودیت کشت نخود محسوب می‌شود.

منابع

Chalakian, J. 2012. Agroclimatological zoning the chickpea cultivation by using AHP method in GIS in Ardabil Province. MSc Thesis Climatology. University of Mohaghagh Ardabili, Ardabil, Iran. (In Persian with English Summary)

Fallah Ghalhari, G., Asadi, M., and Dadashi Roudbari, A. 2015. Determination of suitable regions for wheat cultivation in Fars Province. Journal of Agricultural Meteorology 2: 68-73.

FAO. 2013. Available in http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

Fraiedi, Y. 2007. Study of agronomic characteristic and cold hardiness in Pea genotypes in an Utumn rainfed sowing conditions. Seed and Plant 23: 489-503. (In Persian with English Summary)

Gholipoor, M., and Soltani, A. 2009. Future climate impacts on pea in Iran. Reserch Journal Environment Science 3: 16-28.

Jalilian, J., Modarese Sanavi, S.A.M., and Sabbaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and supplemental irrigation on yield, yield components and protein content of pea cultivars under dry land condition. Journal Agriculture Science and Nature Resources 5: 1-9. (In Persian with English Summary)

Kanouni, H. 2016. The present status and future prospects of agriculture chickpea production in the Iran. Sixth National Conference, 5 May, Khorram Abad, Iran p. 49. (In Persian)

Kanouni, H., Khalily, M., and Malhotra, R.S. 2009. Assessment of cold tolerance of Pea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science 5: 250-254.

Kanouni, H., Taleei, A., and Okhovat, M. 2011. Ascochyta blight of pea breeding strategies for resistance. International Journal of Plant Breeding and Genetics 5: 1-22.

Kazemi, H., and Sadegi, S. 2014. Land suitability evaluation of Aq-Qalla region for rainfed chickpea cropping by Boolean logic and analytical hierarchy process (AHP). Iranian Journal of Dry Farming 1: 1-19. (In Persian with English Summary)

Khoshhal Dastjerdi, J., and Mostafavi Owners, S.M. 2013. Meteorological Agricultural Crops. The Science Done Isfahan, Iafahan, Iran 532 pp. (In Persian)

Malhotra, R.S., and Singh, K.B. 1991. Gene action for cold tolerance in pea. Theoretical and Applied Genetics 82: 598-601.

Ministry of Jihad Agriculture. 2014. Statistics of agricultural for field crop cultivation. (In Persian)

Naderi, H., Shokrpur, M., Ali, A., Homaun, K., and Esfandiari, E. 2013. Evaluation of cold tolerance in autumn sowing Pea phonological and morphological traits used in the Kurdistan region. Iranian Journal of Cereals 1: 80-69. (In Persian with English Summary)

Namdarian, K., Naseri, A., Izadpanah, Z., and Maleki, A. 2015. Comparsion the FAO Penman-Monteith method and class evaporation pan with lysimeter data in estimating evapotranspiration in Khorramabad. Iranian Journal of Pulses Research 1: 92-99. (In Persian with English Summary)

Naseri, R., Rahimi, M.J., Siyadat, S.A., and Mirzaei, A. 2015. The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea in Sirvan region in Ilam province. Iranian Journal of Pulses Research 1: 78-91. (In Persian with English Summary)

Nasroallahi, N., Kazami, H., and Kamkar, B. 2015. Feasibility of annual alfalfa cropping in Aq. Qalla town ship (Golestan Province). Journal of Agroecology 7(3): 397-411. (In Persian with English Summary)

Nezami, A., Sedaghatkhahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A.R. 2010. Evaluation of autumn sowing pea

genotypes of cold tolerant under supplemental irrigation. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 415-423. (In Persian with English Summary)

Pirzadeh Moghaddam, M., Bagheri, A., and Malekzadeh-Shafaroudi, S., and Ganjeali, A. 2014. Multivariate statistical analysis in chickpea under limited irrigation. Iranian Journal of Pulses Research 2: 99-110. (In Persian with English Summary)

Potop, V., Martin Mozny, M., and Soukup, J. 2012. Drought evolution at various time scales in the lowland regions and their impact on vegetable crops in the Czech Republic. Agricultural and Forest Meteorology 156: 121-123.

Saaty, T.L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal Services Sciences 1: 83-98.

Sadeghipour, O., and Aghaei, P. 2012. Comparison of autumn and spring sowing on performance of pea varieties. International Journal of Biosciences 2: 49-58. (In Persian with English Summary)

Sarmadiam, F., and Taati, A. 2015. Agroecological zoning of the Qazivn area for wheat using RS and GIS. Journal of Agroecology 7(3): 368-380. (In Persian with English Summary)

Singh, K.B. 1991. Winter Pea: problems and potential in the Mediterranean region. Ciheam-Options Mediterranean's 9: 25-34.

Soltani, A., and Sinclair, T.R. 2012. Optimizing pea phenology to available water under current and future climates. European Journal of Agronnomy 38: 22-31.

Summerfield, R.J., Roberts, E.H., and Hadley, P. 1987. Photothermal effects on flowering in chickpea and other grain legumes. In: Adaptation of Chickpea and Pigeonpea to Abiotic Stress p. 33-48. Proc. of the Consultation Workshop, 19-21 Dec. 1984, ICRISAT. Patancheru, India: ICRISAT.

Zafaranieh, M., Nezami, A., Ziaee, S.M., and Jabbari, M. 2015. Possibility of Pea autumn planting in Saravan condition. Iranian Journal of Pulses Research 1: 23-32. (In Persian with English Summary)

Zolfaghari, H., Fatahneya, A., and Shahriar, M. 2015. Determine suitable land cultivation in Kermanshah province using data on climate and the environment. Researches in Geography 2: 179-190.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 733-746

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۷۴۶-۷۳۳

Zoning Agroclimatic Chickpea in the GIS Environment Case Study: Ardebil Province

B. Sobhani[1*] and Y. Hasanzadeh[2]

Submitted: 23-08-2016
Accepted: 15-04-2017

Sobhani, B., and Hasanzadeh, Y. 2018. Zoning Agroclimatic chickpea in the GIS environment. Case study: Ardebil Province. Journal of Agroecology. 10(3): 733-746.

Introduction

In many parts of the world, there is not enough precise information about suitable land for cultivation. Understanding climate and the required parameters during the growth period of crops is the most important factor in the zoning Agroclimate. In Iran, lentils with acreage of 240 thousand hectares and the production of 166 thousand tons per year after the peas in second place is important. Agro-ecological zoning is one of the land evaluating method that can be used to find better lands and improve the planning and management of land resources. The purpose of this research, zoning Agroclimatic Ardabil Province for the cultivation of lentils, In order to identify the characteristics of land resources for the planning and organize and optimal land, Assessing of land suitability, in any of the zone by using AHP is Agroclimatic.

Material and Methods

Ardabil Province is in northwestern Iran, with an area of 17953 square kilometers, 1.09 percent of the country's total area. The present study was conducted across Ardabil Province which is located in 37° 25' and 39° 42' N latitude and between 47° 03' and 48° 55' E longitude. Data used in this research; climatic factors such as rainfall, temperature, relative humidity, sunshine duration and degree-days during the growing season are the data of 37 synoptic and meteorological and data physiographic such as elevation, slope, aspect, soil and land use map of the study area were collected from relevant organizations. By performing the necessary calculations using SPSS and EXCEL software, the database was frormed in GIS environment. Then for each of the parameters in the GIS environment with generalized point data, linear and polygon surrounding surfaces (Interpolation) were performed, as the data layers and maps. Each of the layers of the study, based on favorable climatic requirements lentils were categorized based on AHP.

Results and Discussion:

According to the purpose of this study, the role of the main criteria such as Climate, Soil, Physiography and land use criteria selected under Options AHP were calculated and then using the weighted important factor, weight and final weight of all criteria were determined.

Lentil planting zoning based on climatic factors: Data of climatic elements during the growing season lentils have an influential role. The sudden change of climate data is effective on crop yield. In this study, the rate of climate data based on hierarchical, weight coefficient was determined as follows: Temperature 0.382, precipitation 0.250, humidity 0.160, sunshine hours 0.101, evaporation 0.064 and wind 0.043. By overlaying maps of climatic elements, about 20.42 percent with a very suitable, 37.75 percent was suitable, 24.47 percent average and 17.34 percent of conditions are unsuitable for cultivation of lentils.

Zoning planting lentils, based on physiographic factors: For evaluation the cultivation of lentils, map each datas, elevation, slope and aspect were prepared in GIS environment. Based on the favorable climatic lentils product to physiographic factors, weighting layers were based on AHP. Therefore, the height by a factor of 0.614, slope 0.268 and slope were determined 0.117. By combining maps of physiographic province, 22.68 percent has a very suitable, 21.11 percent sutitable, 17.33 percent average and 38.86 percent conditions are

1 and 2- Associate Professor and Graduate M.Sc.Student of the Department of Climatology, Climatology, Faculty of Humanities, Mohaghegh Ardebil University, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: sobhani@uma.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.57287

unsuitable for cultivation of lentils.

Zoning lentil cultivation, on the basis of physiographic and climatic elements: By combining all the maps of climatic and physiographic factors that were prepared based on hierarchical method weighting coefficient, the final zoning map Agroclimate lentil cultivation in this province was prepared. Based on the final map, in Ardebil province about 17% very suitable, 32% was suitable, 27% moderately and 24% had poor conditions for the cultivation of lentils.

Conclusion

This study aimed to Agroclimate land zoning for planning agriculture in the province of Ardabil. Based on the favorable climate condition for lentil crop, land evaluation of each data was done for production of lentils. So the the main criteria including; climate 0.565 factor, physiographic by a factor of 0.262, soil 0.188 and land the highest weight by a factor of 0.055 respectively has an effective role in the lentils, as well as minimum temperature during the growing season and maximum temperatures and low rainfall (during seed germination and flowering) altitude and the high slope is the limiting factor for the cultivation of lentils in the province.

Keywords: AHP**,** Ardabil Prvince, Climate, GIS, Lentil Crop, Physiography