

## پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت نخود (*Cicer arietinum* L.) با روش AHP در محیط GIS

### مورد مطالعه: استان اردبیل

بهروز سبحانی<sup>1\*</sup> و الهام شکرزاده<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 1395/06/08

تاریخ پذیرش: 1396/02/16

سبحانی، ب. و شکرزاده، ا. 1397. پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت نخود (*Cicer arietinum* L.) با روش AHP در محیط GIS. مورد مطالعه: استان اردبیل. بوم‌شناسی کشاورزی، 10(2): 459-472.

### 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 5272 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. هر کدام از داده‌ها با استفاده از روش AHP تحلیل شدند و ضریب وزنی معیارهای اصلی، فرعی و زیر گزینه‌ها مشخص شدند. در نتیجه ضریب وزنی معیارهای اصلی از قبیل اقلیم با 0/603، توپوگرافی 0/245، خاک 0/114 و کاربری اراضی 0/038 تعیین گردید. در مرحله بعد، نقشه‌های موضوعی مورد نیاز برای هر یک از داده‌ها مورد مطالعه در محیط GIS تهیه و برای هر یک از پلیگون‌های نقشه، ضریب وزنی لحاظ شد و هر یک 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 18 درصد از مساحت استان خیلی مناسب، 45 درصد مناسب، 25 درصد متوسط و 12 درصد نامناسب برای کشت نخود است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، داده‌های جوی، عوامل فیزیوگرافی، تناسب اراضی

### مقدمه

اراضی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر از منابع اراضی مورد استفاده 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 می‌باشد. (Kanouni et al., 2009).

در سال زراعی 93-1392 مجموع سطح زیر کشت، تولید و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در ایران به ترتیب 528 هزار هکتار، 269 هزار تن و 493 کیلوگرم در هکتار است (Ministry of Jihad & Agriculture, 2014). تولید جهانی نخود در سال 2013 بالغ بر 13/1 میلیون تن بوده که سطحی معادل 13/54 میلیون هکتار با متوسط عملکرد 955 کیلوگرم در هکتار به دست آمده است (FAO,

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 هر یک 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 قرار گرفته است و می‌تواند به‌عنوان الگویی برای ارزیابی

1. 2 به ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی  
(\*) نویسنده مسئول: (Email: sobhani@uma.ac.ir)

کشت بهاره با توجه به افزایش درجه حرارت موفقیت‌آمیز است (Zafarani et al., 2015). نخود محصولی است که به اقلیم خنک نیازمند است و میانگین درجه حرارت روزانه بهینه برای این محصول 17 درجه سانتی‌گراد با حداقل 10 و حداکثر 23 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. جوانه زدن محصول تحت تأثیر حرارت خاک است. در مناطق استوایی، کشت نخود تا ارتفاع 1500 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 37 درجه و 4 دقیقه تا 39 درجه و 42 دقیقه عرض شمالی و 47 درجه 3 دقیقه تا 48 درجه 55 دقیقه طول شرقی واقع است. مساحت آن 17953 کیلومترمربع، حدود 1/09 درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد (شکل 1). این استان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی است که در مجموع اراضی کشاورزی آن در حدود 718614 هکتار (40 درصد کل مساحت استان) است. از این مقدار نیز 234336 هکتار آبی، 451155 هکتار دیم و 33123 هکتار را باغات میوه تشکیل می‌دهد. (Ministry Jihad & Agricultural, 2014)

### داده‌های اقلیمی: داده‌های اقلیمی مورد مطالعه در این تحقیق،

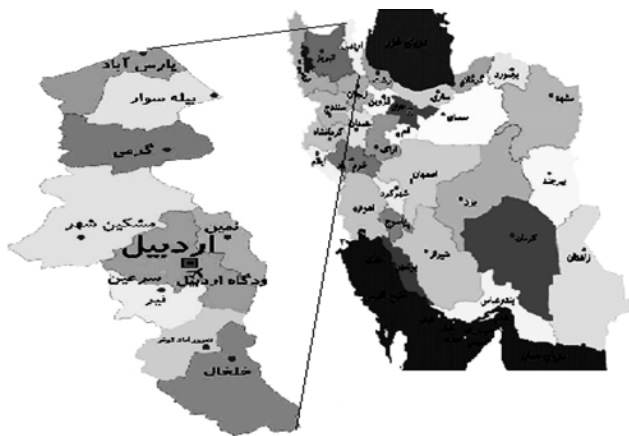
طی دوره آماری 25 ساله (سال‌های 1988 تا 2013 میلادی) تهیه شد و بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی طول دوره رشد گیاه نخود این داده‌ها ارزیابی شدند و برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌صورت نقطه‌ای وزن‌دهی به عمل آمد و در نهایت نقشه رقوم برای هر یک از داده‌های اقلیمی بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی نخود تهیه شد. با

(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 (Zolfghahari et al., 2015) انجام و نتایج نشان داد که بارش بیشترین تأثیر را در طول دوره رشد نخود دارد. نتایج ارزیابی تناسب اراضی شهرستان آق‌قلا جهت کشت نخود با استفاده از منطق بولین و فرایند سلسله‌مراتبی (AHP) توسط کاظمی و صادقی (Kazemi & Sadegi, 2014) نشان داد که حدود 27 درصد زمین‌های کشاورزی شهرستان آق‌قلا برای کشت نخود مناسب می‌باشد.

مطالعات متعددی در مورد نقش هر یک 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 به‌شمار می‌رود (Naseri et al., 2015; Jalillian et al., 2005).

به‌رغم تولید و اصلاح ارقام پر محصول، آب‌وهوا 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، 60 تا 70 درصد عملکرد بیشتری دارد (Singh, 1991). در شرایط آب و هوایی منطقه سراوان، کاشت پاییزه نخود نسبت به

تلفیق کلیه نقشه‌های اقلیمی نقشه پهنه‌بندی اقلیمی کشت نخود استان اردبیل تهیه گردید.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی استان اردبیل  
Fig. 1- Geographical location of Ardabil Province

#### 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 1 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.

#### فرایند تحلیل سلسله مراتبی<sup>2</sup>

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،

#### عوامل فیزیوگرافی: نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح

دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DTM<sup>1</sup>) استان اردبیل در مقیاس 1:50000 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 جمع‌آوری این اطلاعات از روش درون‌یابی نقشه عمق خاک استان تهیه شد. با توجه به اینکه در کشور ایران و همچنین در منطقه بیش از 98/28 درصد سطح کشت نخود به‌صورت دیم کاشته می‌شود (Ministry (Jahad & Agricultural, 2014). لذا در این تحقیق به نقش عمق خاک اهمیت بیشتری داده شده است.

#### نقشه کاربری اراضی: این نقشه از اداره کل منابع طبیعی

استان اردبیل به مقیاس 1/50000 تهیه شد. با کمک این نقشه، نواحی زراعی به‌ویژه کشت‌های دیم و آبی استان استخراج شد.

1- Analytic hierarchy process (AHP)

1- Digital terrain model

Expert Choice انجام شد. مقایسه‌های زوجی این تحقیق در قالب ماتریس‌های مقایسه زوجی و بر اساس طیف نه قسمتی (1) ترجیح یکسان و نه معادل ترجیح کامل) صورت گرفت (جدول 2).

تجزیه شد. در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم معیارهای اصلی تأثیرگذار در کشت محصول (عناصر اقلیمی، عوامل فیزیوگرافی، خاک و کاربری اراضی) و در سطح سوم زیرشاخه‌ها یا زیر معیارهای هر کدام از عوامل سطح دوم دسته‌بندی شدند. تعیین وزن‌ها به وسیله نرم‌افزار

جدول 1- 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 Height	0-400	400-800	800-1200	> 1200
عمق خاک Soil depth	200	150	100	≤ 100

Reference: Potop et al., 2012; Khoshhal Dastjerdi & Mostafavi, 2013

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

در این پژوهش برای پهنه‌بندی کشت نخود ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی از قبیل؛ اقلیم، توپوگرافی، خاک و کاربری اراضی استفاده شده است (جدول 3). 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 (4)، ماتریس معیار فرعی کاربری اراضی در جدول (5)،

نتایج مقایسات زوجی روی  $n$  شاخص می‌تواند در یک ماتریس  $(n \times n)$  به صورت معادله 1 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.

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

بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس اولویت‌بندی هستند.

### محاسبه نرخ سازگاری

نسبت اندک استحکام؛ (CI) براندکس میانگین (RI) بر اساس معادله (3) تعریف شد:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{معادله (3)}$$

RI: (شاخص ناسازگاری تصادفی) مقداری است که از جدول 8 تعیین می‌شود. در صورتی که نرخ سازگاری، کوچک‌تر یا مساوی 0/1 باشد، در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد. در غیر این صورت، تصمیم‌گیرنده باید در مقایسات زوجی تجدیدنظر کند.

ماتریس معیار فرعی عمق خاک در جدول (6) و معیار فرعی فیزیوگرافی از قبیل شیب، جهت و ارتفاع در جدول (7) مشاهده می‌شود که ضریب اهمیت هر یک معیارها را در طول دوره رشد نخود به ترتیب اهمیت در جدول‌ها 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 (2) برآورد گردید.

معادله (2)  $CI = n^{-1}$  در معادله 2؛ CI، شاخص ناسازگاری، n مرتبه ماتریس و

### جدول 2- 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 3- 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

جدول 4- 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 Temperaturefloweringperiod	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	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	7
دمای دوره رشد Temperature growth period	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6
رطوبت Humidity	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5
متوسط دما Average Temperature	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4
دمای دوره گل‌دهی Temperature flowering	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3
تبخیر Evaporation	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2
دمای دوره رسیدگی Temperature of maturity	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1
باد Wind	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
ضریب اهمیت Impact factor	0.304	0.216	0.154	0.108	0.076	0.053	0.037	0.026

جدول 5- 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 Agriculture water	1	3	6	9
اراضی دیم Dry lands	$\frac{1}{3}$	1	3	6
مراتع و جنگل Pastures and forests	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	1	3
سایر کاربری Other land uses	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	1
ضریب اهمیت Impact factor	0.524	0.269	0.142	0.072

جدول 6- ماتریس معیارهای عمق خاک

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 7- ماتریس معیارهای توپوگرافی

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 8- شاخص ماتریس تصادفی

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

بارش ایستگاه‌های هواشناسی استان حدود دو درصد خیلی مناسب، 25 درصد مناسب، 23 درصد متوسط و 50 درصد نامناسب برای کشت نخود هست. در شهرستان آق قلا بارش سالانه بیشتر از 400 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 9-12 درجه سانتی‌گراد، گل‌دهی 17-21 درجه سانتی‌گراد، رسیدگی 20-22 درجه سانتی‌گراد است (Nezami et al., 2010; Namdarian et al., 2015). همکاران (Zolfaghari et al., 2015) نیز در استان کرمانشاه دمای 20 درجه سانتی‌گراد را برای جوانه زنی، 19 درجه سانتی‌گراد را برای گل‌دهی و 28 درجه سانتی‌گراد را برای رسیدگی نخود تعیین کرده‌اند. نتایج حاصل از تلفیق زیر معیارهای دما نشان داد که حدود 4/36 درصد از مساحت استان برای کشت نخود خیلی مناسب، 15/64 درصد مناسب، 50/48 درصد متوسط و

نتایج بررسی سازگاری ماتریس مقایسه زوجی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های کشت نخود در جدول 9 ارائه شده است که نرخ ناسازگاری در همه ماتریس‌های مقایسه زوجی کم‌تر از 0/1 است.

## 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 درون‌یابی در محیط GIS نقشه هر کدام به شرح زیر تهیه شد:

**معیار بارش:** بارش از مهم‌ترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار در عملیات کشاورزی است و نوسانات آن در عملکرد محصول قابل توجه است (Fallah Ghalhari et al., 2015). تحقیقات نشان داده که در مناطقی که میزان بارندگی سالانه 400-500 میلی‌متر است برای کشت نخود مساعد است (Chalakian, 2012). بر اساس مقادیر

لومی شنی و لومی رسی (عاری از نمک‌های محلول) است. نتایج حاصل از نقشه خاک استان نشان داد که حدود 45 درصد خیلی مناسب، 22 درصد مناسب و 33 درصد نامناسب برای کشت نخود است.

**معیار کاربری اراضی:** از کل مساحت استان 40 درصد اراضی کشاورزی، 56/5 درصد مرتع، 2/9 درصد جنگل و مابقی را سایر کاربری‌ها تشکیل می‌دهد. استان اردبیل با داشتن بالاترین کاربری اراضی کشاورزی نسبت به کل وسعت استان، رتبه اول را در بین استان‌های کشور داراست.

#### پهنه‌بندی کشت نخود بر اساس عناصر اقلیمی

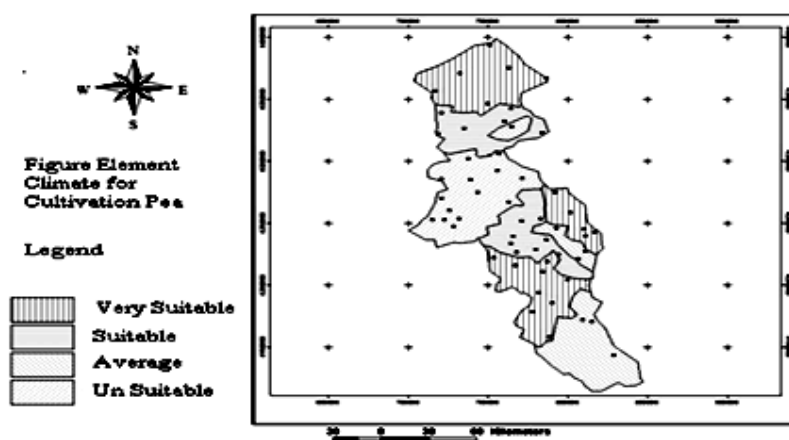
با تلفیق عناصر اقلیمی از قبیل مقادیر بارش‌های طول دوره نخود، دماهای طول رشد و رطوبت نسبی ویژگی هر کدام از داده‌ها بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی برای کشت نخود، بر اساس روش AHP تحلیل و ماتریس زوجی آن‌ها تهیه شد. بر اساس مدل همپوشانی لایه‌ها، در محیط GIS با همدیگر تلفیق و نقشه نهایی ارزیابی کشت محصول نخود بر اساس عناصر اقلیمی تهیه گردید (شکل 2). نتایج نشان داد که حدود 37 درصد خیلی مناسب، 21 درصد مناسب، 20 درصد مناسب و 22 درصد نامناسب برای کشت نخود بر اساس داده‌های عناصر اقلیمی است.

29/8 درصد که دمای کم‌تر از حد آستانه رشد دارند مناسب برای کشت نمی‌باشند. درجه حرارت بالاتر از 25 درجه سانتی‌گراد در دوره گل دهی نخود مقدار غلاف‌های تشکیل شده را در گیاه کاهش داده و باعث کاهش عملکرد می‌شود (Summerfield, 1987).

**معیار ارتفاع:** پستی و 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 آقی قلا ارتفاع 1000 متر از سطح دریا برای کشت نخود مناسب می‌باشد (Kazemi & Sadegi, 2014) کشت نخود در استان اردبیل در دشت مغان تا ارتفاع 800 متر و سایر مناطق تا 1500 متری از سطح دریا مناسب است (Chalakhian, 2012).

**معیار شیب:** نقشه شیب از نقشه توپوگرافی در محیط GIS استخراج گردید. بر اساس نیاز مطلوب کشت نخود در شیب‌های مختلف که جدول 1 نشان داده شده است، شیب دو تا هشت درصد، شیب مناسب برای کشت نخود تعیین شده است (Chalakhian, 2012). نتایج حاصل تحلیل نقشه شیب نشان داد که حدود 45 درصد خیلی مناسب، 22 درصد نامناسب و 33 درصد نامناسب برای کشت است.

**معیار خاک:** خاک در فرآیند رشد محصولات زراعی و باغی نقش مؤثر دارد. مناسب‌ترین خاک‌ها برای رشد نخود خاک‌های شنی، رسی،



شکل 2- پهنه‌بندی کشت نخود بر اساس عناصر اقلیمی

Fig. 2- Zoning chickpea cultivation based on climatic elements



نقشه پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت نخود تهیه گردید (شکل 4).  
نقشه حاصل در چهار کلاس به شرح زیر طبقه‌بندی گردید.

1- 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 18 درصد از مساحت استان اردبیل را تشکیل می‌دهد.

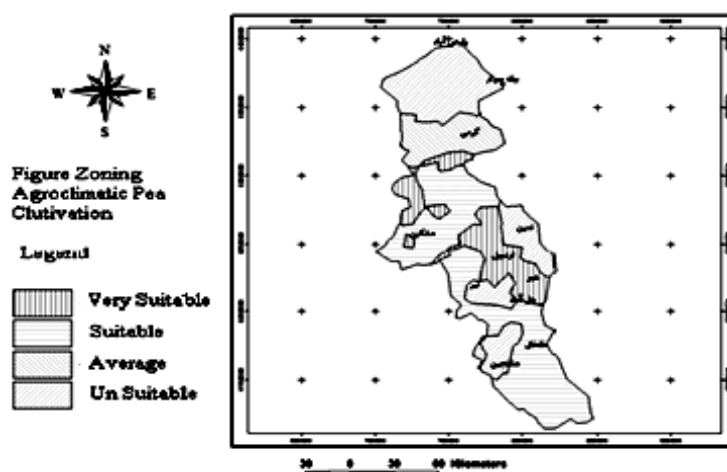
2- نواحی مناسب که این نواحی در اطراف شهرستان‌های خلخال و کوثر، سرعین، نیر، بيله سوار را تشکیل می‌دهند. محدودیت عمده در این مناطق نیاز آبی، حداقل دما است که حدود 45 درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد.

3- 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 25 درصد از مساحت استان به خود اختصاص داده است.

4- نواحی که نامناسب برای کشت نخود می‌باشد که به‌علت کوهستانی بودن منطقه، برودت هوا و نبود آفق مناسب خاک امکان کشت با محدودیت شدید مواجه است که حدود 12 درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد.

## 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 2 و 3 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 18 درصد خیلی مناسب، 45 درصد مناسب، 25 درصد متوسط و 12 درصد استان برای کشت نخود نامناسب می‌باشد. ذوالفقاری و همکاران (Zolfaghari et al., 2015) نیز با مطالعه داده‌های اقلیمی و محیطی مکان‌یابی کشت نخود دیم را در استان کرمانشاه انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که حدود 0/1 درصد مساحت استان دارای شرایط بسیار خوب، 26/4 درصد شرایط خوب و 73/5 درصد شرایط متوسطی برای کشت نخود دارد. همچنین نتایج حاصل از عوامل تأثیر گذار بر کشت نخود در شهرستان آق‌قلا نشان داد که معیار اقلیم با وزن 0/619، دارای بالاترین اهمیت و توپوگرافی با ارزش وزنی 0/110 در رتبه آخر قرار گرفته است (Kazemi & Sadegi, 2014). با وزن‌دهی به نقشه‌های تهیه‌شده بر اساس روش AHP، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور تلفیق و همپوشانی نقشه‌ها استفاده شد و



شکل 4- پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت نخود بر اساس عناصر اقلیمی و فیزیوگرافی

Fig. 4-Zoning agroclimatic of chickempea based on physiographic and climatic elements

جدول 9- 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 c factors	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 Criteria
0.022	تبخیر Evaporation			0.016
0.368	دمای دوره رسیدگی Temperature of maturity			
0.0037	باد Wind			
0.045	ارتفاع Height		توپوگرافی Topography	
0.015	شیب Slope	0.007		
0.013	جهت Direction			
0.021			خاک Soil	
0.0037			کاربری اراضی Land use	

منبع: محاسبات نگارندگان

Sources: Author's calculations

## نتیجه‌گیری

وزن‌دهی حاصل از یافته تحقیق نشان داد که هرکدام از داده‌های مورد مطالعه در پهنه‌بندی کشت نخود مؤثر هستند چنان‌که در جدول 10 نشان داده‌شده میزان سازگاری هر یک از داده‌ها کم‌تر از 0/1 است که بیان‌گر دقت وزن‌دهی به داده‌ها می‌باشد. در بین معیارهای اصلی، اقلیم 0/603، توپوگرافی 0/245، خاک 0/114 و کاربری اراضی 0/38 و معیارهای فرعی ارتفاع با ضریب اهمیت 0/539، دما با ضریب اهمیت 0/304 و بارندگی با ضریب

شناسایی استعدادها و محدودیت‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها، به‌نحوی که 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 به‌شمار می‌رود. نتایج

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 می‌باشد. در مناطق دشت نیاز آبی و نوسان دمایی به‌خصوص بعد از گل‌دهی عامل محدودیت کشت نخود محسوب می‌شود.

اهمیت 0/216 به‌ترتیب اولویت نقش بیش‌تری را در مکان‌یابی کشت نخود دارند. نتایج بررسی شاخص سازگاری معیارها نشان می‌دهد کلیه معیارهای مورد استفاده دارای شاخص سازگاری کم‌تر از 0/1 می‌باشند که بیان‌گر تأثیرگذاری داده‌ها در طول دوره رشد و دقت وزن انتخابی است.

Chalakan, J. 2012. Agroclimatological zoning the chickpea cultivation by using AHP method in GIS in Ardabil Province. MSc Thesis Climatology. University of Mohaghigh 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. Journal Environment Science Research 3: 16-28.

Jalilian, J., Modarese Sanavi, S.A.M., and Sabaghpour, 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. Six<sup>th</sup> 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). Journal of Dry Farming Iranian 1: 1-19.

Khoshhal Dastjerdi, J., and Mostafavi Owners, S.M. 2013. Meteorological Agricultural Crops. The Science Done Isfahan, Isfahan, 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 phenological 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. Comparison 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)

Nasroollahi, 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 supplementary 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)

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)

Sarmadiazadeh, F., and Taati, A. 2015. Agroecological zoning of the Qazvin area for wheat using RS and GIS. *Journal of Agroecology* 7(3): 368-380.

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 Agronomy* 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.

Zafarani, 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.



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

B. Sobhani<sup>1\*</sup> and E. Shokrzadeh<sup>2</sup>

Submitted: 29-08-2016

Accepted: 06-05-2017

Sobhani, B., and Shokrzadeh, E. 2018. Zoning Agroclimatic chickpea in the GIS environment. Case study: Ardebil Province. *Journal of Agroecology*. 10(2): 459-472.

### Introduction

Pea plants are grown in hot and arid and semi arid weather conditions in cold areas in spring and autumn in the tropics. Iran is the fourth largest producer of peas in the world after India, Turkey and Pakistan. Despite the high-yielding cultivars development, weather is one of the most important determinants of the plant's performance. In this study, with the use of meteorological data, physiographic regions favorable for the cultivation of pea in Ardabil are identified.

### Materials and Methods

Collecting of data in this study is as follows. 1- Collecting climatic elements such as temperature and precipitation in the Province Ardabil during the period 1988 to 2013. 2- The preparation of topographic map with a scale of 1: 50,000 of the Armed Forces Geographical Organization. 3- Preparation maps of slope, elevation 4- Preparing soil maps and land use 5- Preparation of physiographic and climatic zonation map of pea cultivation of combining all data using AHP.

### Results and Discussion

In this study, each of the data after a review of the valuation methods were studied in GIS environment and the combination of the following options, criteria and sub-criteria, the final map was prepared. Precipitation play an important role in maintaining moisture and water requirement of pea. In this study, the amount of precipitation was used in the weather stations in April, May, June and July. Temperature is one of the decisive factors in the geography of plants and garden areas. Climatic factors such as: the distribution of the amount of rainfall during the growing of peas, average minimum temperature, germination, flowering temperature, temperature and relative humidity during their growth and climate elements by analyzing the data was about 37 percent very suitable, 21 percent suitable, 20 percent average and 22 percent was unsuitable for the cultivation of peas. Physiographic data played a significant role and is a limiting factor during the growing season of pea. The results of physiographic maps show that about 55 percent very suitable, 25 percent fair and 20 percent is unsuitable for cultivation of pea.

The aim of this study was to investigate the role of physiographic and climatic elements in the cultivation of pea, each of them prepared in different forms and was weighted, and results of zoning pea cultivation in this Province are as follows.

1. The areas are very suitable for cultivation of peas, plain and south of the cities of Ardabil is Meshkinshahr that is consistent with agricultural areas and there are no limitations for pea and constitute about 18 percent of Ardabil Province.

2. The regions in terms of Pea has the perfect conditions surrounding cities of Khalkhal and Sareyn, Kowsar and central areas of the city, Nir, northeast and constitute Meshkinshahr cities. A major constraint in the areas of water requirements and minimum temperature that is about 45 percent of the total area of the province.

3- Areas that slope, soil depth, elevation, temperature fluctuations are considered a major factor in limiting Pea-are the northern and southern areas and around the city Meshkinshahr form and about 27 percent of the total area of the province.

1 and 2- Associate Professor and Graduate student of the Department of Climatology, Climatology, Faculty of Humanities, Mohaghegh Ardebili University, Iran, respectively.

(\*- Corresponding author Email: sobhani@uma.ac.ir)

DOI: 10.22067/jag.v10i2.57154

4-The areas of the Ardabil province due to the mountainous area, cold air and a lack of proper soil horizon with severe limitation is facing the possibility of planting about 12 percent of the Province Ardabil.

### **Conclusion**

In addition to the fact that peas are cultivated as human and animal food, the cultivation of this plant should be included in the crop pattern due to the contribution of soil fertility as one of the components of sustainable agricultural systems.

The final results show that:

1- Among the main criteria, 0.603 climate, topography, 0.245, 0.114 soil and land use 0.038 higher priority on locating the pea are grown.

2-The results show consistency index criteria, all criteria are used with consistency index less than 0.1.

**Keywords:** Atmospheric data, Climate, Land use, Physiographic factors