پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۴۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴
ص. ۱۹۶-۱۷۹

تعیین اراضی مناسب کشت نخود دیم در استان کرمانشاه با استفاده از داده‌های اقلیمی و محیطی

حسن ذوالفقاری* ـ دانشیار گروه جغرافیا، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی کرمانشاه
امان‌الله فتح‌نیاـ استادیار گروه جغرافیا، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی کرمانشاه
مژگان شهریاری – دانشجوی کارشناسی‌ارشد جغرافیای طبیعی– اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی کرمانشاه

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۰۱ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۹/۱۳

چکیده

افزایش جمعیت و نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی، لزوم توسعهٔ کشاورزی را ایجاب می‌کند. در این پژوهش، نواحی مستعد از نظر شرایط اقلیمی و محیطی برای کشت نخود دیم در استان کرمانشاه شناسایی شد. داده‌های مورد نیاز شامل بارش سالانه، بارش فصل رشد، دمای کمینهٔ فصل رشد، میانگین دمای جوانه‌زنی، دمای گل‌دهی و رسیدگی، میانگین بیشینه و کمینهٔ ماهانهٔ رطوبت نسبی فصل رشد، میانگین ماهانهٔ ساعت‌های آفتابی فصل رشد طی دورهٔ آماری بیست‌ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۰) برای هفده ایستگاه سینوپتیک استفاده شد. داده‌های محیطی ارتفاع، شیب و نوع خاک نیز در این پژوهش وارد شد. بعد از تعیین وزن و استانداردسازی، متغیرها در روش تاپسیس وارد شد و پهنه‌بندی انجام گرفت. نتایج پژوهش نشان داد بارش سالانه با ۰/۴۵ بیشترین و باد با ۰/۳ کمترین تأثیر را بر تعیین توان کشت نخود دارد. همچنین، ۰/۱ مساحت استان دارای شرایط بسیار خوب، ۲۶/۴ شرایط خوب و ۷۳/۵ شرایط متوسطی برای کشت نخود دیم دارد. اثر ارتفاع زیاد بر بخش‌های شمال شرق، شیب تند بیش از ۳۰ درصد در نواحی شمالی و شرقی و همچنین دماهای بیش از آستانهٔ تحمل گیاه در غرب استان در دوره‌های گل‌دهی و رسیدگی، مطلوبیت شرایط اقلیمی و محیطی را برای کشت نخود کاهش داده است.

کلیدواژه‌ها: استان کرمانشاه، توان‌سنجی اقلیمی، روش تاپسیس، روش دلفی، نخود دیم.

مقدمه

با توجه به اینکه تولید مواد غذایی بهتر و بیشتر یکی از ضروریات دنیای امروز به‌شمار می‌آید و از آنجا که تولید محصول و قابلیت‌های کشاورزی هر منطقه به هوا و عوامل اقلیمی آن بستگی دارد، بررسی عناصر جوی مؤثر بر کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۳: ۱۲۳). استفاده از زمین بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های بوم‌شناختی و ظرفیت‌های محیطی، سبب پیامدهای ناگواری همچون فرسایش، بیابان‌زایی، آلودگی زمین و تخریب محیط‌زیست می‌شود که نتیجهٔ آن نابودی منابع طبیعی و دور کردن محیط از توسعهٔ پایدار است (فرجزاده و همکاران، ۱۳۸۳: ۲). قرار دادن نخود در تناوب به‌دلیل داشتن مقدار پروتئین خام بین ۱۷–۲۳ درصد (مالهوترا، ۱۹۸۸: ۱۵۲) و

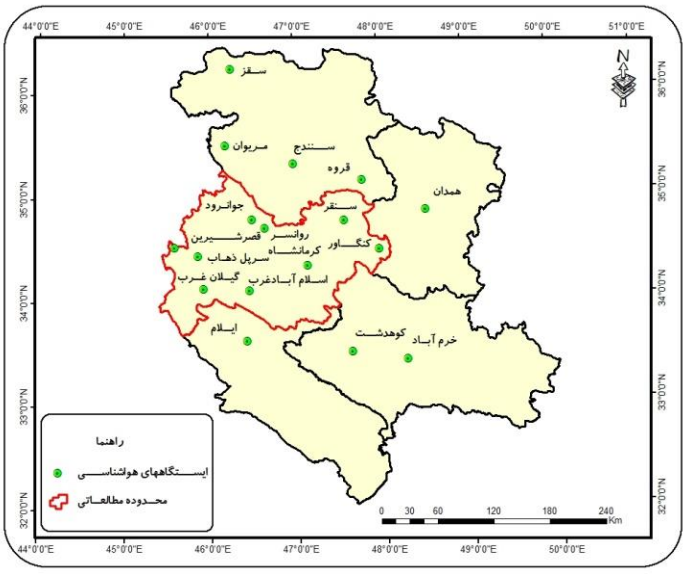
نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۸۱۳۲۳۹۵۴
* E- mail: h_zolfagari2002@yahoo.com

توانایی تثبیت ازت، به پایداری سامانه‌های زراعی کمک می‌کند (ساکسینا و سینگ، ۱۳۷۶: ۲۷۱). نخود یکی از حبوبات مهم است که در ۳۵ کشور جهان از جمله ایران کشت می‌شود و در بین گیاهان زراعی، از نظر اهمیت سطح زیر کشت در مقام نوزدهم قرار دارد (عسگری و همکاران، ۱۳۸۸: ۶۲). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، ایران هفتمین کشور تولیدکنندهٔ نخود در جهان است. نخود گیاهی مقاوم به خشکی است و به اقلیمی خشک و سرد نیاز دارد. این گیاه نه‌تنها دمای زیاد، بلکه دمای کم را تا حدودی به‌خوبی تحمل می‌کند. جوانه‌زنی بذرهای آن در دمای ۲ تا ۵ درجهٔ سانتی‌گراد آغاز می‌شود و شاخ و برگ آن گاهی تا دمای ۸ تا ۱۱ درجهٔ سانتی‌گراد زیر صفر را تحمل می‌کند (کوچکی،۱۳۷۲: ۱۰). در زمینهٔ آگروکلیما (اقلیم کشاورزی) تحقیقات زیادی را دانشمندان کلیماتولوژی و کشاورزی در ایران و جهان به‌انجام رسانده‌اند. نوروود (۲۰۰۰) دربارهٔ کاشت گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا پژوهش‌هایی را انجام داد؛ وی با تحلیل داده‌های اقلیمی، نواحی مناسب برای کشت گندم دیم را شناسایی کرد و به این نتیجه رسید که تبخیر و بارندگی نسبت به دیگر عناصر اقلیمی بیشترین تأثیر را بر طول مراحل رشد گندم دیم دارد. لاندو و همکاران (۲۰۰۰) طی تحقیقات خود به اثرهای منفی بارش قبل و در طول دورهٔ گل‌دهی و نیز دورهٔ پر شدن دانه، خطر یخبندان‌های بهاری، اثر مثبت دما بر پر شدن دانه و اثر مثبت تابش بر طول دورهٔ گل‌دهی نخود اشاره کرده‌اند. توبابیسر (۲۰۰۴) در پژوهشی اذعان می‌دارد که در بیشتر مناطق کشور به‌خصوص استان لرستان، همانند دیگر نواحی خشک آسیا و شمال آفریقا، نخود معمولاً به‌صورت بهاره کشت می‌شود و ناکافی بودن آب و خاک از جمله مهم‌ترین محدودیت‌های تولید این گیاه زراعی است. نیلسون (۲۰۰۵) پهنه‌بندی بوم‌شناسی- کشاورزی را برای موز و آناناس با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور انجام داد؛ روش او برای ارزیابی پهنه‌ها، روش چندمعیاری و استفاده از روش وزنی برای رتبه‌بندی متغیرها بود. رحمان و ساها (۲۰۰۸) با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، به تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقهٔ سیل‌خیز بوگرا در بنگلادش پرداختند. خان و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی به ارزیابی اراضی قابل کشت محصولات کشاورزی اقدام کردند؛ آنها عوامل ارتفاع، شیب، نوع خاک، دما، بارندگی، طول روز، مقدار تبخیر و تعرق و تأثیر هرکدام از آنها بر گیاهان زراعی را بررسی کردند و سپس با وزن‌دهی هرکدام از لایه‌ها در محیط GIS داده‌های به‌دست‌آمده را تلفیق کرده، در نهایت نقشهٔ مناطق مستعد کشت این گیاهان را تعیین کردند. چن و همکاران (۲۰۱۰) بررسی جامعی را برای تناسب‌بندی استان هنان در چین برای کشت تنباکو بر پایهٔ AHP و GIS انجام دادند. فرجزاده و تکلوبیغش (۱۳۸۰) با استفاده از GIS با تأکید بر گندم دیم استان همدان، با ایجاد لایه‌های مختلف عوامل اقلیمی و دیگر مؤلفه‌های طبیعی و هم‌پوشانی این لایه‌ها، به ایجاد نقشهٔ قابلیت اراضی به‌منظور کشت دیم پرداختند. قائمیان و همکاران (۱۳۸۱) به ارزیابی تناسب اراضی برای گندم، چغندرقند و یونجه به روش پارامتریک در اراضی منطقهٔ پیرانشهر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین خصوصیات اراضی محدودکنندهٔ توپوگرافی و سیل‌گیری است. فرجزاده و میرزابیاتی (۱۳۸۳) به امکان‌سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از GIS پرداختند. نتیجه نشان داد که ۲ هزار و ۱۴۶ کیلومترمربع از اراضی دارای استعداد بسیار خوب برای توسعهٔ کشت زعفران است. رسولی و همکاران (۱۳۸۹) به پهنه‌بندی کشت کلزا بر اساس نیازهای دمایی با استفاده از GIS در استان خراسان اقدام کردند که در آن با استفاده از دمای مناسب کاشت (۱۵-۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد) و فرمول

ریبول (احتمال ۷۵ درصد) تاریخ کاشت تعیین شد. خورشیددوست و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از GIS اقدام بـه تعیـین مکان‌های مناسب برای کشت کلزا در استان کردستان کردند که نتایج حاکی از عدم انطبـاق شـرایط اقلیمـی و محیطـی برای کشت کلزا بود. چالاکیان (۱۳۹۰) با استفاده از داده‌های بارنـدگی سـالانه، بارنـدگی دورهٔ رشـد، دمـای دورهٔ رشـد، رطوبت نسبی، ارتفاع، شیب، جهت و عمق خاک و سرعت باد به پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت نخود با استفاده از روش AHPدر استان اردبیل پرداخت؛ نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که در استان اردبیل عامل ارتفاع و دمـا تـأثیر بیشـتری دارد. فیضی‌زاده (۱۳۹۱) به پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم در سطح استان آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل‌های مکانی GIS اقدام کرد. نتایج حاصل نشان داد که مؤلفه‌های اقلیمی بارش و دما از شاخص‌های مؤثر بر فرایند کشت گندم دیـم محسوب می‌شود. سطح زیر کشت نخود دیم در استان کرمانشاه ۱۲۰ هزار تا ۱۵۰ هزار هکتار و متوسط عملکرد آن ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار است (حق‌پرست، ۱۳۹۱: ۱۳). جمع‌بنـدی پیشـینهٔ تحقیـق نشـان مـی‌دهـد کـه تمـام پـژوهش‌هـای انجام‌گرفته بر روی این محصول، تخصصی و منحصراً در حیطهٔ کشاورزی بوده است که این مقاله با رویکـرد اسـتفاده از توابع تحلیل‌های مکانی GIS، روش AHP و TOPSIS شناسایی مناطق قابل کشت نخود دیم در سطح استان کرمانشاه را درکانون توجه خود قرار داده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، داده‌های اقلیمی یک دورهٔ آماری بیست‌ساله (۱۹۹۱–۲۰۱۰) برای هفده ایستگاه سـینوپتیک (۹ ایسـتگاه در محدودهٔ مورد بررسی و ۷ ایستگاه در استان‌های همجوار) انتخاب و اسـتفاده شـد (شـکل ۱). عناصـر اقلیمـی شـامل میانگین مجموع بارش سالانه، میانگین مجموع ماهانهٔ بارش فصل رشد، دمای کمینهٔ فصل رشد، میانگین ماهانـهٔ دمـای جوانه‌زنی، دمای گل دهی و رسیدگی، میانگین، بیشـینه و کمینـهٔ ماهانـهٔ رطوبـت نسـبی فصـل رشـد، میـانگین ماهانـهٔ ساعت‌های آفتابی فصل رشد و مؤلفه‌های محیطی نیز شامل ارتفاع، شیب و نوع خاک بود که از آنها استفاده شد.



شکل ۱. پراکندگی ایستگاه‌های بررسی‌شده

برای دستیابی به شاخص‌های پژوهش از روش دلفی استفاده شد که بر مبنای سؤالی باز، ۱۴ شاخص پژوهش به‌دست آمده است. سپس از میان روش‌های وزن‌دهی بنا به سازگاری با مسئله، از روش مبتنی بر مقایسهٔ دوبه‌دو یا AHP (قدسی‌پور، ۱۳۸۹: ۷) استفاده شد. ماتریس مقایسهٔ زوجی متغیرها را ۴۰ تن از کارشناسان کشت دیم استان به‌صورت تصادفی تکمیل کردند و معیارهای نهایی از نرم‌افزار Expert choice استخراج شد. برای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به سطحی، با بررسی روش‌های واسطه‌یابی معلوم شد که بهترین روش برای عنصر بارش، روش کوکریجینگ و برای بقیهٔ عناصر اقلیمی روش وزن‌دهی عکس فاصله است (جدول ۱).

جدول ۱. مقادیر خطای مطلق، خطای بایاس و ضریب همبستگی عناصر اقلیمی

عناصر / مقادیر خطا	روش‌های زمین‌آماری	قدر مطلق خطا	خطای بایاس	ضریب همبستگی
بارش سالانه	وزن‌دهی عکس فاصله	۳۱/۷	−۰/۳	۰/۶
	کریجینگ	۲۶/۴	۲/۲	۰/۷
	کوکریجینگ	۲۵/۷	۱	۰/۷
بارش فصل رشد	وزن‌دهی عکس فاصله	۳۰/۶	−۰/۸	۰/۷
	کریجینگ	۲۸/۳	۱/۸	۰/۸
	کوکریجینگ	۲۷/۴	۱/۷	۰/۸
کمینه دمای فصل رشد	وزن‌دهی عکس فاصله	۲/۶	−۰/۰۱	۰/۹
	کریجینگ	۲/۶	۰/۱	۰/۹
	کوکریجینگ	۲	−۰/۲	۰/۹۲
میانگین دمای جوانه‌زنی	وزن‌دهی عکس فاصله	۱/۸	−۰/۲	۰/۹۴
	کریجینگ	۲/۲	۰	۰/۹۲
	کوکریجینگ	۲/۱	۰	۰/۹۲
دمای گل‌دهی	وزن‌دهی عکس فاصله	۴/۹	۰/۰۱	۰/۹۶
	کریجینگ	۵/۱	−۰/۲	۰/۹۳
	کوکریجینگ	۴/۹	۰/۰۱	۰/۹۴
دمای رسیدگی	وزن‌دهی عکس فاصله	۱/۹	۰/۰۱	۰/۹۵
	کریجینگ	۲/۱	−۰/۲	۰/۹
	کوکریجینگ	۲/۶	۰/۰۱	۰/۹
کمینه رطوبت نسبی	وزن‌دهی عکس فاصله	۵/۶	۰/۰۴	۰/۸۶
	کریجینگ	۵/۷	۰/۰۷	۰/۸۴
	کوکریجینگ	۶/۲	۰/۵	۰/۸

ادامه جدول ۱. مقادیر خطای مطلق، خطای بایاس و ضریب همبستگی عناصر اقلیمی

عناصر / مقادیر خطا	روش‌های زمین‌آماری	قدر مطلق خطا	خطای بایاس	ضریب همبستگی
	وزن‌دهی عکس فاصله	۴/۷	۰/۰۳	۰/۸۶
میانگین رطوبت نسبی	کریجینگ	۴/۷	۰/۰۳	۰/۸
	کوکریجینگ	۵/۱	۰/۲	۰/۸۶
	وزن‌دهی عکس فاصله	۱/۳	۰	۰/۸۴
بیشینه رطوبت نسبی	کریجینگ	۱/۹	−۰/۰۱	۰/۸
	کوکریجینگ	۱/۸	۰/۰۳	۰/۸۲
	وزن‌دهی عکس فاصله	۱/۶	−۰/۰۲	۰/۸۷
میانگین ساعت‌های آفتابی	کریجینگ	۲	۰/۰۳	۰/۸۲
	کوکریجینگ	۲/۱	۰/۰۴	۰/۸۳
	وزن‌دهی عکس فاصله	۱۵/۴	−۰/۸	۰/۸۶
سرعت باد	کریجینگ	۱۷/۵	۱/۷۱	۰/۷۲
	کوکریجینگ	۱۶/۳	۱/۶۲	۰/۷۷

جدول ۱ مقادیر خطا و ضریب همبستگی روش‌های درون‌یابی وزن‌دهی عکس فاصله، کریجینگ و کوکریجینگ را نشان می‌دهد. در خطای بایاس سمت مثبت یا منفی و در قدر مطلق خطا، مجموع میانگین برآورد می‌شود (فرجزاده و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۲).

همچنین، برای مؤلفه‌های ارتفاع و شیب از روش رقومی ارتفاعی ۱۰۰ متری (DEM) استفاده شد. برای به‌دست آوردن نقشهٔ خاک، از لایهٔ رقومی تهیه‌شده از منابع طبیعی استان کرمانشاه در مقیاس۱:۲۵۰۰۰۰ استفاده شد. این نقشه بعد از امتیازدهی به انواع خاک در ابعاد ۱۰۰ متری، به لایهٔ رستری تبدیل شد. در ادامه، با توجه به ورود لایه‌های مختلف، با هدف یکسان‌سازی مقادیر، استانداردسازی لایه‌ها انجام گرفت. در این حالت، اثر مستقیم یا معکوس هر لایه در توان‌سنجی کشت به‌هنگام استانداردسازی (مقدار ۰ تا ۱ از نامناسب تا عالی) لحاظ شد. سپس وزن‌های به‌دست‌آمده از AHP در لایه‌های مربوط ضرب شد. در مرحلهٔ بعد، مقادیر مطلوب مثبت و منفی هر لایه استخراج و در روش تاپسیس وارد شد. مراحل معادلهٔ تاپسیس به‌صورت خلاصه به شرح زیر است:

در مرحلهٔ اول، ماتریس تصمیم‌گیری یا هر متغیر با استفاده از رابطهٔ ۱ استاندارد می‌شود:

$$N_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2}} \qquad i=۱,۲, k \ldots, n \text{ and } j=۱,۲,\ldots., J$$ رابطهٔ ۱

a_{ij} = لایه‌های مؤثر؛ N_{ij} = مقادیر استانداردشدهٔ هر لایه.

در مرحلهٔ دوم، مقادیر استانداردشده در وزن به‌دست‌آمده از روش AHP ضرب می‌شود:

رابطهٔ ۲ $V_{ij} = a_i \times N_{ij}$ i=۱ ,۲, …, n and j=۱ ,۲ ,...., J

a_i= وزن هر لایه در AHP؛ V_{ij}= لایهٔ نهایی استانداردشده با احتساب ضریب آن.

در مرحلهٔ سوم، مقادیر بیشینه و کمینهٔ هر ماتریس استخراج می‌شود:

رابطهٔ ۳ $A^+ = \{V_1^+, V_2^+, ..., V_n^+\}$ مقادیر بیشینه

$A^- = \{V_1^-, V_2^-, ..., V_n^-\}$ مقادیر کمینه

A^+ و A^- به‌ترتیب مقادیر بیشینه و کمینهٔ هر ماتریس است.

در مرحلهٔ چهارم، مقدار فاصلهٔ هر ماتریس از مطلوب مثبت استخراج می‌شود:

رابطهٔ ۴ $d_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(V_{ij} - V_j^-\right)^2}$ i= ۱ ،۲ ،۰۰۰ ،m

d^+_j= مطلوب مثبت؛ v^+_j= مقدار بیشینهٔ هر ماتریس.

در مرحلهٔ پنجم، مقدار فاصلهٔ هر ماتریس از مطلوب منفی استخراج می‌شود:

رابطهٔ ۵ $d_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(V_{ij} - V_j^-\right)^2}$ i= ۱ ،۲ ،۰۰۰ ،m

d^-_j= مطلوب مثبت؛ v^-_j= مقدار بیشینهٔ هر ماتریس.

در مرحلهٔ ششم، مقادیر مطلوب مثبت و منفی در رابطهٔ ۶ وارد می‌شود:

رابطهٔ ۶ $CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$ i= ۱ ،۲ ،۰۰۰ ،m

CL_i= مقادیر نهایی محاسبه‌شده برای هر مکان (مقیمی و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۵).

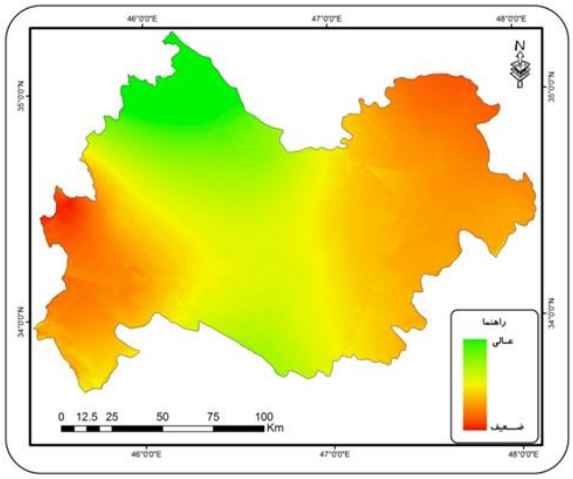
یافته‌های پژوهش

عناصر اقلیمی و عوامل محیطی مؤثر بر کشت نخود دیم در سطح استان شامل بارش سالانه، بارش فصل رشد، دمای کمینه، جوانه‌زنی، گل‌دهی، رسیدگی، رطوبت نسبی سالانه، کمینه، بیشینهٔ فصل رشد، میانگین ساعت‌های آفتابی طی فصل رشد، میانگین سرعت باد طی فصل رشد، ارتفاع، شیب و نوع خاک است که پس از امتیازدهی کارشناسان، معیارهای نهایی به‌صورت ارزش‌های عددی مشخص شد و حدود تعیین‌شده برای مقدار تأثیر مثبت یا منفی هر عامل اقلیمی یا عنصر محیطی معین شد (جدول ۲).

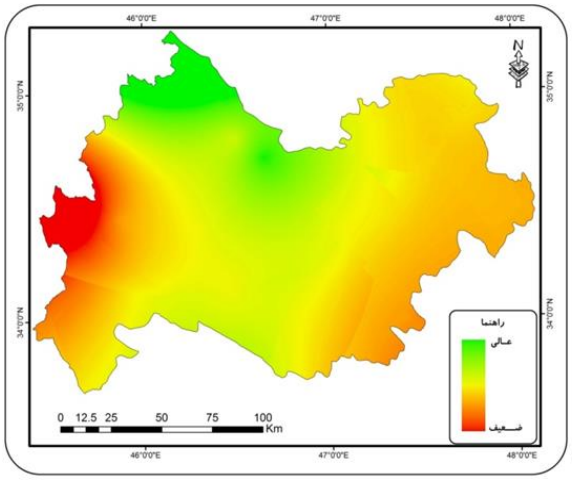
جدول ۲. ارزشگذاری طبقات بر اساس نظر کارشناسان

	خصوصیات اقلیمی	ارزشگذاری
۱	بارش سالانه و دورهٔ رشد	افزایش بارش رابطهٔ مستقیم دارد و در کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر، رابطه منفی و معکوس می‌شود.
۲	رطوبت نسبی	افزایش رطوبت نسبی رابطهٔ مستقیم دارد و در کمتر از ۳۰ درصد، رابطه منفی و معکوس
۳	دمای جوانه‌زنی	افزایش دما تا ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد رابطهٔ مستقیم دارد.
۴	دمای گل‌دهی	تا دمای ۱۹ درجه، رابطه مستقیم و مثبت و به‌سمت دماهای بیشتر از این مقدار، رابطه معکوس و منفی و در دمای بیش از ۲۷ درجه، شرایط نامساعد می‌شود.
۵	دمای رسیدگی	تا دمای ۲۸ درجه، رابطه مستقیم، از ۲۸ تا ۳۱ درجه اثر معکوس ودر بیش از ۳۱ درجه نامساعد می‌شود.
۶	متوسط کمینهٔ دما	افزایش دمای کمینه رابطهٔ مستقیم دارد.
۷	ساعت‌های آفتابی	افزایش ساعت‌های آفتابی از ۸ تا ۱۲ ساعت در روز رابطه مستقیم ودر کمتر از ۸ ساعت و بیشتر از ۱۲ ساعت رابطه معکوس و منفی می‌شود.
۸	سرعت باد	هر چه سرعت باد کمتر از ۴ متر بر ثانیه باشد، تأثیر مستقیم دارد و در سرعت بیشتر، رابطه معکوس و منفی می‌شود.
۹	شیب	هرچه شیب تا ۳۰ درصد افزایش یابد، اثر معکوس ودر بیش از ۳۰، نامناسب می‌شود.
۱۰	ارتفاع	افزایش ارتفاع از ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ متر اثر مستقیم دارد و در بیشتر و کمتر از آن رابطه معکوس
۱۱	نوع خاک	به‌ترتیب اولویت: خاک‌های شنی با هوموس زیاد، شنی- لومی، خاک‌های رسی- آهکی، خاک‌های رسی مرطوب و سنگین، امتیاز از ۱ تا صفر در توان کشت دریافت می‌کند.

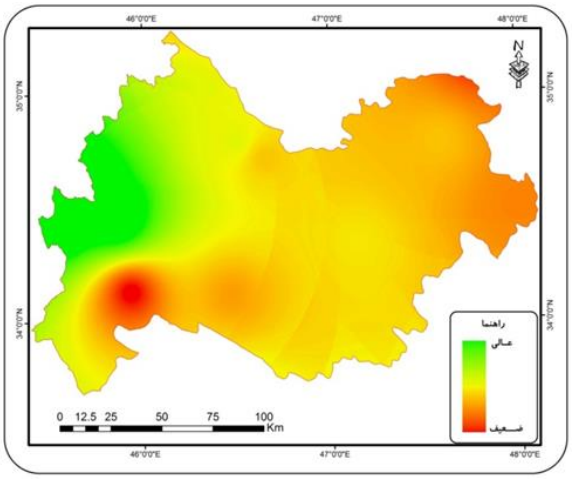
کمترین مقدار بارش سالانه با حدود ۳۱۶ میلی‌متر در جنوب غرب و شمال شرق و بیشترین مقدار بارش سالانه، ۹۳۱ میلی‌متر، در شمال غرب استان کرمانشاه مشاهده می‌شود. با دقت در شکل ۲الف مشخص است که با افزایش بارش، اثر مستقیم آن بر تعیین توان کشت بیشتر می‌شود. از آنجا که مقدار بارش کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در محدودهٔ استان مشاهده نمی‌شود، منطقهٔ نامناسب وجود ندارد. پراکندگی مجموع بارش فصل رشد (مارس تا ژوئیه) در شکل ۲ب نشان می‌دهد که مقدار بارش در بازهٔ ۸۷-۳۲۱ میلی‌متر قرار دارد که بیشترین مقدار در شمال غرب و شمال و کمترین مقدار در غرب استان مشاهده می‌شود. به‌طور کلی می‌توان گفت که شمال غرب و شمال استان امتیاز عالی و غرب استان کمترین امتیاز (ضعیف) را در مجموع بارش فصل رشد دریافت می‌کند.



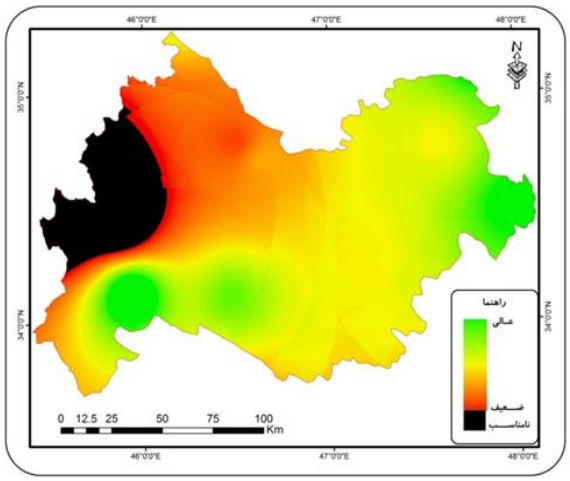
الف) استاندارد مجموع بارش سالانه



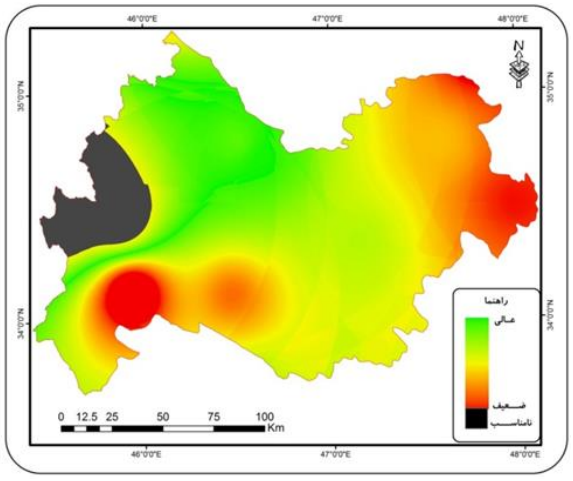
ب) استاندارد مجموع بارش ماهانهٔ فصل رشد



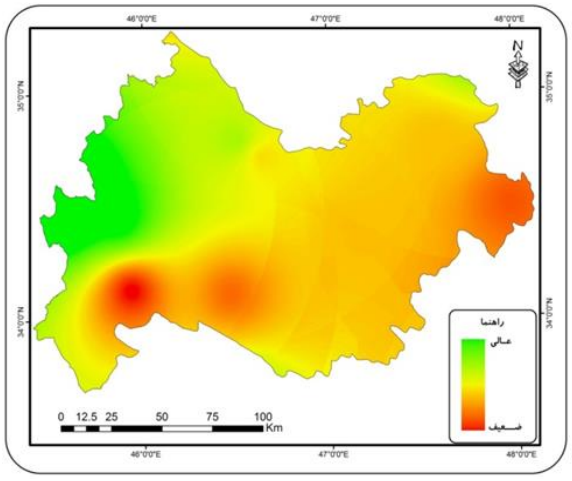
ج) استاندارد دمای جوانه‌زنی فروردین



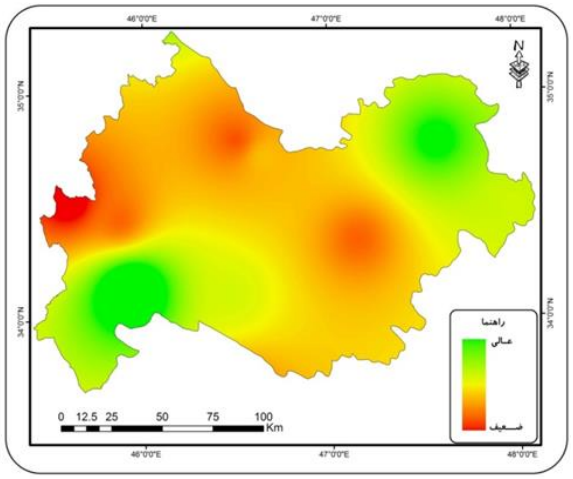
د) استاندارد دمای گل‌دهی خرداد



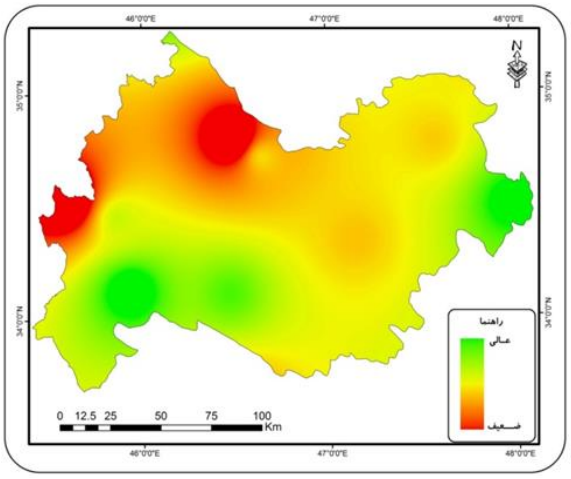
هـ) استاندارد دمای رسیدگی تیر



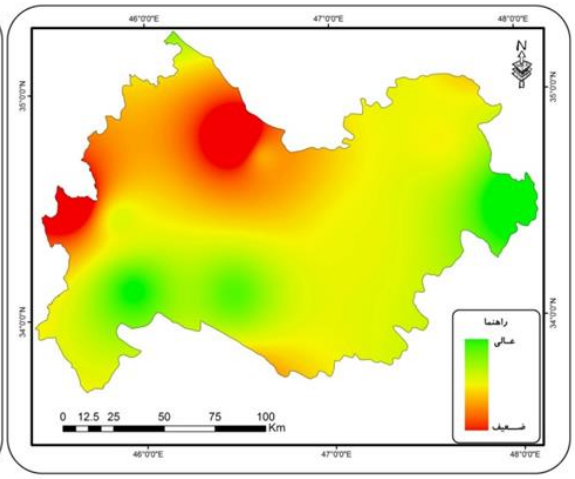
و) استاندارد دمای کمینهٔ ماهانهٔ فصل رشد



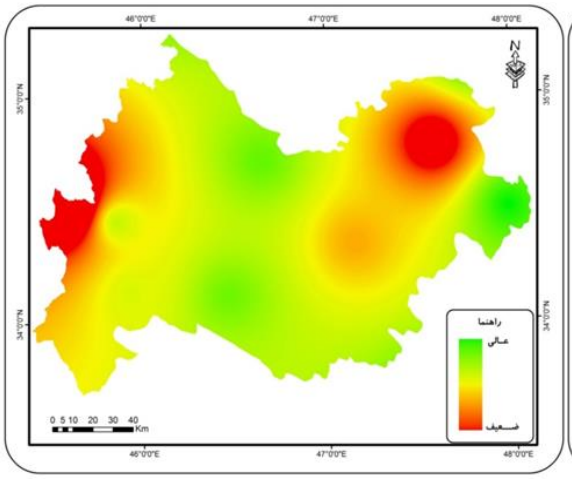
ز) استاندارد کمینهٔ رطوبت نسبی ماهانهٔ فصل رشد



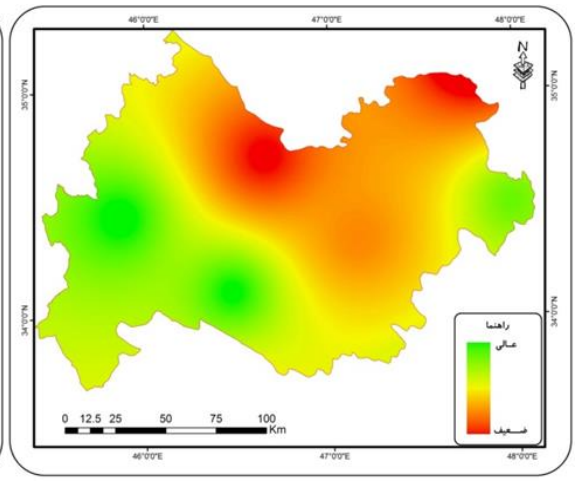
ح) استاندارد میانگین ماهانهٔ رطوبت نسبی فصل رشد



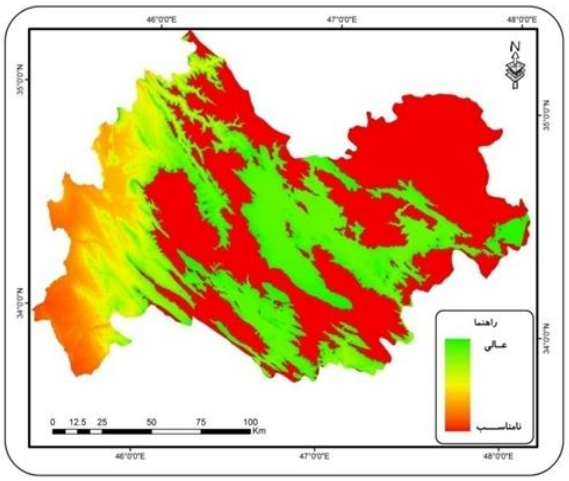
ط) استاندارد بیشینه رطوبت نسبی ماهانهٔ فصل رشد



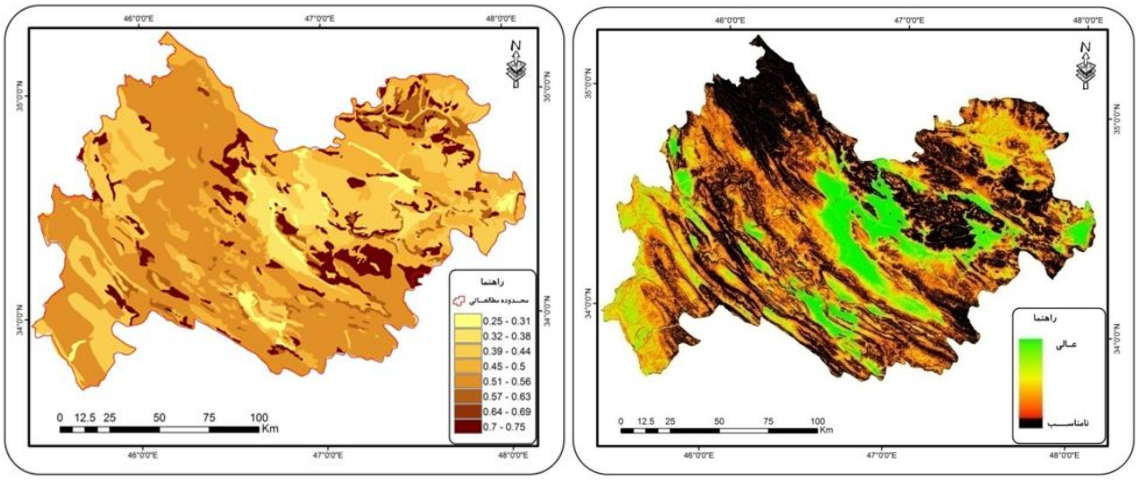
ی) استاندارد میانگین روزانهٔ ساعت‌های آفتابی فصل رشد



ک) استاندارد میانگین سرعت باد ماهانهٔ فصل رشد



ل) استاندارد توزیع سطوح ارتفاعی



م) استاندارد توزیع شیب ن) استاندارد توزیع انواع خاک

شکل ۲. مقادیر استاندارد عناصر اقلیمی و عوامل محیطی

با توجه به شکل ۲ج، وضعیت دمای مناسب جوانه‌زنی در مناطق مختلف استان بین ۱۰ تا ۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد متغیر است. دمای جوانه‌زنی از میانگین دمای فروردین استخراج شده است که عاملی کلیدی در کشت نخود دیم است؛ به‌طوری که هرچه مقدار آن افزایش پیدا کند، شرایط کشت بهتر خواهد شد. بنابراین، مناطق غربی استان به‌دلیل داشتن دمای زیادتر، بیشترین امتیاز و مناطق جنوب غربی، شرق و شمال شرقی کمترین امتیاز را دریافت می‌کند. نتایج توزیع دمای مرحلهٔ گل‌دهی در خرداد (شکل ۲د) نشان‌دهندهٔ مقدار بین ۱۸–۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد است. بنا بر نظر کارشناسان، افزایش دما تا حدود ۱۹ درجهٔ سانتی‌گراد اثر مثبت، ۱۹ تا ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد اثر منفی و بیشتر از این حد اثر نامساعد بر گل‌دهی نخود دیم دارد. با توجه به اینکه بخش‌هایی از غرب استان مانند شهرستان قصرشیرین و غرب سرپل‌ذهاب، دمایی بیش از ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد دارد، برای کشت نخود در مرحلهٔ گل‌دهی نامساعد است. در مجموع، دمای مرحلهٔ رسیدگی (تیر) از غرب به شرق کاهش می‌یابد که تا حد بسیار زیادی از افزایش ارتفاع ناشی می‌شود. با توجه به نظر کارشناسان، هرچه دمای این مرحله تا ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یابد، اثر مثبت بر توان محیط دارد. از دمای ۲۸ تا ۳۱ درجهٔ سانتی‌گراد، اثرهای منفی دمایی آشکار می‌شود و در بیش از ۳۱ درجهٔ سانتی‌گراد، شرایط به‌سمت نامساعد بودن کشیده می‌شود (شکل ۲هـ). شهرستان قصرشیرین در تیر، شرایط نامناسبی برای رسیدگی نخود دیم دارد؛ دلیل این امر، اثر افزایش دما بر تنش‌های آبی و مرگ گیاه است. با توجه به شکل ۲و، مقدار دمای کمینهٔ فصل رشد بین ۵–۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد متفاوت است. بیشترین مقدار کمینهٔ دما در شهرستان قصرشیرین و کمترین مقدار در شهرستان گیلان‌غرب مشاهده می‌شود. مناطق شرقی استان دمای کمتری نسبت به غرب استان دارد. مقادیر استاندارد نشان می‌دهد که هرچه دما افزایش یابد، شرایط مناسب‌تری برای جوانه‌زنی و رشد نخود فراهم می‌شود؛ بر این اساس، مناطق غربی استان (شکل ۲و) بیشترین امتیاز را کسب می‌کند.

رطوبت نسبی کمینه، اثر مستقیم بر توان‌سنجی محیطی کشت نخود دیم دارد (شکل ۲ز)؛ به‌عبارت دیگر، با توجه به اینکه استان کرمانشاه دارای آب‌وهوای نیمه‌خشک است، هر مقدار که بر رطوبت نسبی افزوده شود، اثر آن بر توان

محیطی افزایش می‌یابد. بنابراین، مناطق جنوب غربی و شمال شرقی استان، امتیاز نزدیک به ۱ و مناطق غربی استان به‌دلیل رطوبت نسبی کمتر، امتیازی نزدیک به صفر دریافت می‌کند. مقدار رطوبت نسبی میانگین تا حدود زیادی با دما و ارتفاع در ارتباط است؛ به‌طوری که بیشترین دما و پست‌ترین ارتفاع در شهرستان قصرشیرین با کمترین رطوبت نسبی و کمترین دما و بیشترین ارتفاع در ناحیهٔ شمال شرقی بیشترین رطوبت نسبی قرار دارد. تنها منطقهٔ جنوب غرب استان (شهرستان گیلان‌غرب) این پیوستگی را به‌هم می‌زند (شکل ۲ح). وضعیت بیشینهٔ رطوبت نسبی نشان می‌دهد که مقدار این متغیر از ۷۶ درصد در شرق استان تا حدود ۴۳ درصد در شهرستان جوانرود در نوسان است؛ از این نظر، شمال غرب و غرب استان کمترین امتیاز و جنوب و شرق استان بیشترین امتیاز را دریافت می‌کند (شکل ۲ط).

در سطح استان کرمانشاه بیشترین میانگین ساعت‌های آفتابی روزانهٔ فصل رشد به مقدار ۹/۹ در مناطق جنوبی و مرکزی استان و کمترین مقدار ۸/۴ در شمال‌غرب و غرب استان مشاهده می‌شود. اختلاف بیشترین و کمترین مقدار ساعت‌های آفتابی روزانه بسیار ناچیز است؛ اما در مجموع، بیشترین مقادیر در اینجا بیشترین امتیاز را کسب می‌کند (شکل ۲ی).

میانگین سرعت باد طی فصل رشد، بین ۳ تا ۷ متر بر ثانیه متغیر است که بیشترین مقدار در مناطق جوانرود، کرمانشاه و سنقر بین ۵ تا ۷ متر بر ثانیه و کمترین مقدار در منطقهٔ قصرشیرین مشاهده می‌شود. با توجه به توزیع سرعت باد در سطح استان، با افزایش ارتفاع و عرض جغرافیایی از غرب به شرق و جنوب به شمال، سرعت باد نیز افزایش می‌یابد. از نظر میانگین سرعت باد، کنگاور و در نواحی غربی استان قصرشیرین، سرپل‌ذهاب، گیلان‌غرب و اسلام‌آبادغرب شرایط مناسب‌تری دارد (شکل ۲ک).

با توجه به شکل ۲ل، از غرب به شرق و شمال به جنوب بر ارتفاع استان افزوده می‌شود. بر اساس نظر کارشناسان می‌توان گفت دشت‌های مرکزی استان کرمانشاه با ارتفاع متوسط ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ متر شرایط مناسب‌تر، اما بخش‌هایی از شرق و شمال‌شرقی استان مانند شهرستان سنقر با ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر شرایط نامناسبی دارد و همچنین مناطق غربی استان مانند قصرشیرین، سرپل‌ذهاب و غرب گیلان‌غرب با ارتفاع کمتر از ۸۰۰ متر شرایط متوسط تا ضعیفی دارد.

بررسی وضعیت شیب در شکل ۲م نشان می‌دهد که در سطح وسیعی از استان، شیب بین ۰–۳۰ درصد است و بیشتر در مناطق شمال غربی و شمال شرقی استان شاهد شیب‌های بیش از ۳۰ درصدیم. در شیب بیش از ۳۰ درصد، به‌دلیل نبود خاک عمیق و شرایط شخم زمین، وضعیت توان محیط نامساعد می‌شود؛ از این نظر، دشت‌های با شیب بسیار کم بین کوهستان‌های استان با جهت شمال غربی– جنوب شرقی وضعیت مناسب‌تری دارد.

بنا بر نظر کارشناسان، عالی‌ترین نوع خاک برای کشت نخود دیم، خاک شنی با ۶۰ درصد رس است که در سطح استان، خاکی با این خصوصیت وجود ندارد. در رده‌های بعدی، به‌ترتیب خاک شنی– لومی با هوموس زیاد، خاک رسی– آهکی با تخلخل مناسب و خاک رسی سنگین و مرطوب قرار دارد. بر اساس شکل ۲ن، به‌طور کلی استان از نظر نوع خاک دارای شرایط متوسط تا خوبی است و امتیاز ۰/۲۵ تا ۰/۷۵ دریافت می‌کنند. انواع خاک موجود در سطح استان و امتیاز هرکدام در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. امتیاز نوع خاک‌های محدودهٔ استان بر اساس نظر کارشناسان

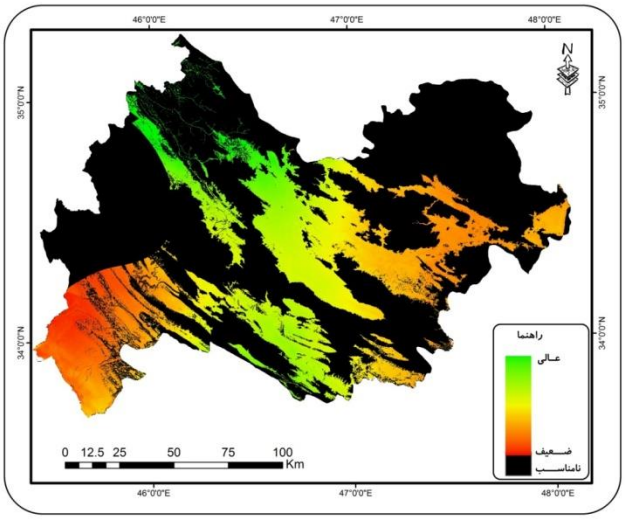
نوع خاک	مشخصات	امتیاز
کالکریک- لیتوسل- ریگوسل	خاک‌های کم‌عمق سنگریزه‌دار با بافت سبک تا متوسط، با فرسایش متوسط بر روی مواد مادری آهکی و مارن	۰/۵
کالکریک کمبیسول- یوتریک کمبیسول	خاک‌های عمیق با بافت سنگین همراه با مقداری تجمع مواد آهکی در لایه‌های زیرین	۰/۴۵
کلسیس کمبیسل	خاک عمیق با بافت سنگین تا بسیار سنگین توأم با تجمع مواد آهکی در لایه‌های زیرین	۰/۵
کالکریک کمبیسول- کالکریک ریگوسل	خاک‌های نیمه‌عمیق با بافت سنگین بر روی سنگریزه و مواد آهکی	۰/۶
کمبیسول	خاک عمیق با بافت سنگین تا بسیار سنگین	۰/۳
کمبیسول- ورتی سول	خاک‌های عمیق با بافت بسیار سنگین	۰/۳۵
کالکاریک ریگوسل- لیتوسل	خاک‌های کم‌عمق سنگریزه‌دار با بافت سبک تا متوسط بر روی مواد مادری آهکی و مارن	۰/۶۵
یوتریک- کمبیسول	خاک عمیق با بافت سنگین تا بسیار سنگین و بدون سنگریزه	۰/۴
یوتریک- کمبیسول ژلی‌سول	خاک‌های عمیق با بافت سنگین تا بسیار سنگین، مرطوب بدون سنگریزه	۰/۲۵
یوتریک- کمبیسول- کلسیس	خاک عمیق با بافت سنگین بدون سنگریزه	۰/۲۵
لیتوسل	خاک‌های بسیار کم‌عمق، متشکل از مارن‌های گچی	۰/۴
لیتوسل- کالکریک- ریگوسل	خاک‌های کم‌عمق تا نیمه‌عمیق بر روی سنگ‌ها و مواد آهکی و مارنی	۰/۵۵
لیتوسل- ریگوسل	خاک‌های عمیق تکامل‌نیافته متشکل از مارن‌های گچی یا نمکی	۰/۵۵
ریگوسل- کالکریک- ریگوسل	خاک‌های کم عمق تا نیمه‌عمیق سنگریزه‌دار با بافت سبک تا متوسط، بر روی مواد مادری آهکی یا شیستی	۰/۷۵
کالکریک- ریگوسل- ریگوسل	خاک کم‌عمق تا نیمه‌عمیق با بافت سبک تا متوسط سنگریزه‌دار بر روی تجمع سنگریزه و سنگ و مواد آهکی	۰/۶

جدول ۴ وزن‌های کلی، فرعی و نهایی به‌دست‌آمده از AHP برای مؤلفه‌های مؤثر بر توان‌سنجی کشت نخود دیم را نشان می‌دهد. در مجموع، عناصر اقلیمی بارش، ۰/۴۵، دما ۰/۲، رطوبت‌نسبی ۰/۱۲، ساعت‌های آفتابی ۰/۰۷، سرعت باد ۰/۰۳ و عوامل محیطی نوع خاک ۰/۰۵، ارتفاع ۰/۰۵ و شیب ۰/۰۴ امتیاز کسب کرد.

جدول ۴. وزن مؤلفه‌ها در AHP همراه با زیرمعیارها

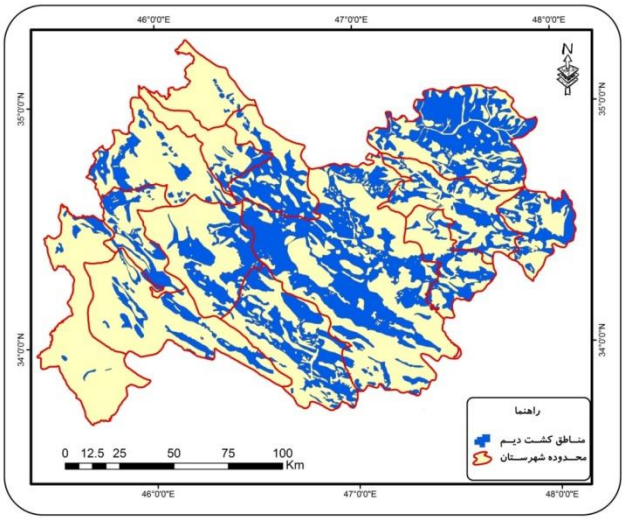
ردیف	لایه‌های مؤثر بر توانسنجی کشت	وزن کلی	وزن فرعی	وزن نهایی
۱	مجموع بارش سالانه	۰/۴۵	۰/۸	۰/۳۶
۲	مجموع بارش دورهٔ رشد		۰/۲	۰/۰۹
۳	دمای جوانه‌زنی	۰/۲	۰/۵۹	۰/۱۲
۴	دمای گل‌دهی		۰/۲۳	۰/۰۵
۵	دمای رسیدگی		۰/۱۱	۰/۰۲
۶	میانگین کمینه دمای فصل رشد		۰/۰۷	۰/۰۲
۷	میانگین رطوبت نسبی فصل رشد	۰/۱۲	۰/۷۱	۰/۰۹
۸	کمینه رطوبت نسبی فصل رشد		۰/۱۹	۰/۰۲
۹	بیشینه رطوبت نسبی فصل رشد		۰/۱	۰/۰۱
۱۰	میانگین مجموع ساعت‌های آفتابی	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷
۱۱	میانگین سرعت باد فصل رشد	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۱۲	ارتفاع	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۱۳	شیب	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴
۱۴	نوع خاک	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵

نتایج روش تاپسیس، به‌صورت نقشهٔ توانسنجی کشت نخود دیم در استان کرمانشاه ارائه شده است (شکل ۳). بر این اساس می‌توان گفت که مناطق شمال شرقی استان مانند شهرستان سنقر، به‌علت ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر و بخش زیادی از شمال شهرستان‌های صحنه، کنگاور، پاوه، جوانرود و شمال روانسر و غرب منطقهٔ باباجانی نیز به‌دلیل ارتفاع و شیب زیاد، جزء مناطق نامناسب برای کشت محصول نخود دیم است. شهرستان قصرشیرین، شمال شهرستان سومار و بخش وسیعی از سرپل‌ذهاب به‌علت دمای زیاد در خرداد و تیر، در دو مرحلهٔ اساسی گل‌دهی و رسیدگی، جزء مناطق نامساعد قرار می‌گیرد. بدون توجه به نوع کاربری‌های موجود در سطح استان، از مجموع مساحت استان، مساحتی معادل ۸۲۹۳/۶ کیلومترمربع را می‌توان به کشت نخود دیم اختصاص داد. از این مقدار، ۰/۱ کیلومترمربع در سطح عالی، ۴۱/۶ کیلومترمربع در سطح بسیار خوب، ۱۸۰۷/۹ کیلومترمربع در سطح خوب و ۶۴۴۴ کیلومترمربع در سطح متوسط قرار می‌گیرد که به‌لحاظ درصد پوشش منطقه به‌ترتیب ۰/۱، ۰/۴، ۲۱/۸، ۷۷/۷ را شامل می‌شود.



شکل ۳. نقشهٔ نهایی حاصل از تلفیق لایه‌ها به روش تاپسیس

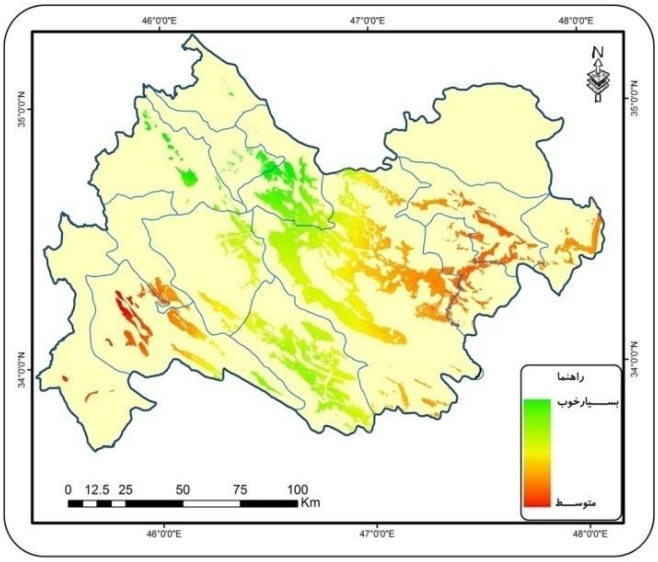
برای افزایش دقت کار باید توان استان با در نظر گرفتن اراضی دیم به‌دست آید؛ بنابراین با توجه به نقشهٔ پراکندگی اراضی دیم می‌توان گفت که بیشترین کشت دیم در مناطق مرکزی و شرق استان دیده می‌شود که شامل کرمانشاه، اسلام‌آبادغرب، روانسر، سنقر، کنگاور، هرسین و صحنه است و به‌سمت مناطق غربی شامل شهرستان‌های قصرشیرین، سرپل‌ذهاب، گیلان‌غرب و جوانرود از وسعت مناطق دیم کاسته می‌شود (شکل ۴). با توجه به شکل ۴، مساحت اراضی دیم استان کرمانشاه ۸۸۶۳ کیلومترمربع است.



شکل ۴. پراکندگی اراضی دیم در سطح استان کرمانشاه

با لحاظ کردن محدودهٔ اراضی دیم استان، نقشهٔ نهایی به‌دست آمد (شکل ۵) که بر اساس آن، مناطق مستعد کشت نخود دیم در سطح استان در سه سطح بسیار خوب تا متوسط طبقه‌بندی شد. بر اساس همین پهنه‌بندی، از کل مساحت استان کرمانشاه به‌ترتیب ۲/۸ کیلومترمربع در سطح بسیار خوب، ۱۰۱۴/۳ کیلومترمربع در سطح خوب و ۲۸۱۹/۵ کیلومترمربع در سطح متوسط قرار می‌گیرد که در مجموع، ۳۸۳۶/۷ کیلومترمربع از اراضی دیم استان را می‌توان به کشت

نخود دیم اختصاص داد که این مقادیر شامل ۰/۱ درصد در سطح بسیار خوب، ۲۶/۴ درصد در سطح خوب و ۷۳/۵ درصد در سطح متوسط است.



شکل ۵. پراکندگی اراضی مستعد کشت نخود دیم با لحاظ کردن اراضی دیم استان

پس از تطابق لایهٔ توان و لایهٔ کاربری می‌توان نتیجه گرفت که ارتفاع بسیار زیاد در شمال شرقی، شیب بیش از ۳۰ درصد در شمال و شرق و دمای بیش از حد در مناطق غربی استان کرمانشاه مانند شهرستان قصرشیرین در دوره‌های گل‌دهی و رسیدگی، شرایط کشت نخود دیم را نامساعد کرده است. اراضی با استعداد بسیار خوب در شهرستان‌های روانسر و بخشی از جوانرود و نوسود قرار دارد. مناطق با استعداد متوسط در شهرستان‌های صحنه، هرسین، کنگاور و بخش‌هایی از جنوب استان کرمانشاه و مناطق با استعداد خوب در قسمت زیادی از شهرستان اسلام‌آبادغرب،کرمانشاه و شرق سرپل‌ذهاب قرار دارد.

نتیجه‌گیری

شناخت مؤلفه‌های آب‌وهوایی و اثر آنها بر گیاهان از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به‌تبع آن بالا بردن سطح تولید است؛ این موضوع به‌ویژه در کشاورزی دیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش، برای آگاهی از تأثیر عناصر اقلیمی و عوامل محیطی بر پهنه‌بندی کشت نخود دیم، بارش سالانه، بارش فصل رشد، دمای کمینهٔ فصل رشد، دمای جوانه‌زنی، گل‌دهی و رسیدگی، میانگین، بیشینه و کمینهٔ ماهانهٔ رطوبت نسبی فصل رشد، ساعت‌های آفتابی فصل رشد، ارتفاع، شیب (درصد) و نوع خاک، پس از وزن‌دهی با روش همپوشانی شاخص‌ها تلفیق شد و پهنه‌بندی بر اساس این عناصر انجام گرفت. نتایج نشان داد که بارش سالانه با ۰/۴۵ درصد بیشترین و باد با ۰/۰۳ درصد کمترین تأثیر را بر کشت نخود دیم دارد. مقدار بارش اثر مثبت دارد و چون بارش کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در محدودهٔ استان مشاهده نشد، منطقهٔ نامساعد وجود ندارد. مناطق غربی استان بیشترین توان و مناطق جنوب غرب، شرق و شمال شرق استان کمترین توان برای جوانه‌زنی را دارد. بخش‌های غربی استان مانند قصرشیرین و سرپل‌ذهاب به‌دلیل دمای بیش از

۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد، برای کشت نخود در مرحلهٔ گل‌دهی نامناسب است و مناطق جنوب غربی، شمال شرقی و شرق استان امتیاز بیشتری دریافت می‌کند. شهرستان قصرشیرین شرایط نامناسبی از نظر دمای رسیدگی در تعیین توان کشت نخود دیم دارد. مقدار دمای کمینه بین ۵–۱۵ درجه متفاوت است؛ هرچه کمینه دمای فصل رشد افزایش پیدا کند، شرایط مناسب‌تری برای جوانه‌زنی و رشد نخود فراهم می‌شود. بنابراین، مناطق غربی استان بیشترین توان را دارد. کمترین مقدار میانگین رطوبت نسبی با حدود ۲۸ درصد، در شهرستان قصرشیرین و بیشترین مقدار ۵۲ درصد در جنوب غرب و شمال شرق استان مشاهده می‌شود؛ هرچه مقدار این متغیر افزایش یابد، امتیاز بیشتری دریافت می‌کند. از نظر مقدار رطوبت نسبی کمینه، مناطق جنوب غربی و شمال شرقی استان امتیاز نزدیک به ۱ و مناطق غربی امتیازی نزدیک به صفر دریافت می‌کند. در اغلب منطقهٔ بررسی‌شده، مقدار بیشینهٔ رطوبت نسبی حدود ۶۰ درصد است و بنابراین، شهرستان‌های کرمانشاه، سنقر و اسلام‌آبادغرب در رتبهٔ خوب قرار دارند. بیشترین ساعت‌های آفتابی روزانهٔ فصل رشد به مقدار ۹/۹ ساعت در مناطق جنوبی و مرکزی و کمترین مقدار ۸/۴ ساعت در شمال غرب و غرب استان مشاهده می‌شود. میانگین سرعت باد طی فصل رشد، بین ۳ تا ۷ متر بر ثانیه متغیر است که بیشترین سرعت در نواحی جوانرود، کرمانشاه و سنقر بین ۵–۷ متر بر ثانیه است. کنگاور و نواحی غربی شامل قصرشیرین، سرپل‌ذهاب، گیلان‌غرب و اسلام‌آبادغرب شرایط مناسب‌تری دارد. دشت‌های مرکزی استان با ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ متر شرایط مناسب‌تری دارد و از نظر وضعیت شیب، اغلب سطح استان بین ۰–۳۰ درصد است. از نظر نوع خاک، استان کرمانشاه دارای شرایط متوسط تا خوبی است. با تلفیق لایه‌ها و لحاظ کردن لایهٔ کاربری اراضی دیم استان مشخص شد که چهار متغیر ارتفاع نامناسب بیش از ۱۵۰۰ متر در نواحی شمال غرب و شمال شرق، شیب بیش از ۳۰ درصد جز در نواحی مرکزی استان، زیاد بودن دما در مرحلهٔ گل‌دهی و رسیدگی در نواحی غرب استان (قصرشیرین و سرپل‌ذهاب)، شرایط را برای کشت محصول نخود دیم نامساعد کرده است و در دیگر نواحی استان، مناطق مستعد کشت در سه سطح بسیار خوب با ۰/۱ درصد، خوب ۲۶/۴ درصد و متوسط ۷۳/۵ درصد از منطقه بررسی‌شده را شامل می‌شود. اراضی با استعداد بسیار خوب در شهرستان‌های روانسر و بخشی از جوانرود و نوسود قرار دارد. مناطق با استعداد متوسط در شهرستان‌های صحنه، هرسین، کنگاور و بخش‌هایی از جنوب استان کرمانشاه و مناطق با استعداد خوب در قسمت زیادی از شهرستان اسلام‌آبادغرب،کرمانشاه و شرق سرپل‌ذهاب قرار دارد.

منابع

پزشکپور، پ.، شاهوردی و م.، احمدی، ع. (۱۳۸۱). «کشت پاییزه زمستانهٔ نخود رهیافتی بر افزایش طول دورهٔ رشد زایشی در مناطق نیمه‌گرم و کاهش اثرات وقوع خشکی و گرما به‌موجب فرار از خشکی». هفتمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران. پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۲۷۶–۲۷۸.

چالاکیان، ج. (۱۳۹۰). «پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت نخود با استفاده از روش AHP در محیط GIS در استان اردبیل». پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد. گرایش اقلیم‌شناسی. دانشگاه محقق اردبیلی. ۱۰۰ ص.

حق‌پرست، ر. (۱۳۹۱). «گزارش شورای ملی نخود، اهمیت تولید و تجارت نخود». معاونت مؤسسهٔ تحقیقات کشاورزی دیم.

خورشیددوست، ع.، حسینی، س.ا. و پورمحمد، ک. (۱۳۹۰). «تعیین مکان‌های مناسب برای کشت کلزا در استان کردستان با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی GIS». نشریهٔ دانش آب و خاک. ج ۳. ش ۷۴. ص ۳۳–۴۲.

رسولی، س.ج. و قائمی، ع. (۱۳۸۹). «پهنه‌بندی کشت کلزا بر اساس نیازهای دمایی اقلیمی با استفاده از GIS در استان خراسان». مجلهٔ الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ج ۳. ش ۱. ص ۱۲۱–۱۳۸.

رضوانی‌مقدم، پ. و صادق‌ثمرجان، ر. (۱۳۸۱). «بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد نخود (Cicerarietinum) رقم ۳۲۷۹– ILC در شرایط آب‌وهوایی نیشابور». دانشگاه فردوسی مشهد. مجلهٔ پژوهش‌های زراعی ایران. ش ۲. ص ۳۱۵–۳۲۵.

ساکسینا، م.س. و سینگ،ک.ب. (۱۳۷۶). *زراعت و اصلاح نخود*. ترجمهٔ عبدالرضا باقری، احمد نظامی، علی گنجعلی و مهدی پارسا. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

عسکری، م.ص.، خدادادی، م.، سرمدیان، ف. و گزنی، ر. (۱۳۸۸). «کارایی شبکه‌های مصنوعی در برآورد محصولات گندم، جو و ذرت دانه‌ای». مجلهٔ پژوهش و سازندگی. ش ۸۵. ص ۶۲–۷۱.

فرج‌زاده، م. و تکلوبیغش، ع. (۱۳۸۰). «ناحیه‌بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم دیم». پژوهش‌های جغرافیایی. ش ۴۱. ص ۹۳–۱۰۵.

ـــــــــ فتح‌نیا، ا.، علیجانی، ب. و ضیائیان، پ. (۱۳۹۰). «ارزیابی اثر عوامل اقلیمی بر پوشش گیاهی منطقهٔ زاگرس با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره‌ای». تحقیقات مرتع و بیابان. ج ۱۸. ش ۱. ص ۱۰۷–۱۲۳.

ـــــــــ و میرزابیاتی، ر. (۱۳۸۳). «امکان‌سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از GIS». فصلنامهٔ مدرس علوم انسانی. ش ۱. ص ۱–۱۱.

فیضی‌زاده، ب.، ابدالی، ح.، رضایی، م. و محمدی، غ. (۱۳۹۱). «پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم در سطح استان آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل‌های مکانی GIS». نشریهٔ زراعت. ش ۹۶. ص ۱–۱۶.

قائمیان، ن.، برزگر، ع.ر.، محمودی، ش. و عماری، پ. (۱۳۸۱). «ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم، چغندرقند و یونجه به روش پارامتریک در اراضی منطقهٔ پیرانشهر». مجلهٔ خاک و آب. ج ۱۶. ش ۱. ص ۹۳–۱۰۵.

قدسی‌پور، س.ح. (۱۳۸۱). *مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره*. چ ۳. تهران: انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

کوچکی، ع. و بنایان، م. (۱۳۷۲). *زراعت حبوبات*. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

محمدی، ح.، کاظمی، م. و گودرزی، ن. (۱۳۸۶). «کاربرد GIS در امکان‌سنجی کشت زیتون در استان اصفهان». مجلهٔ پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ش ۷۴. ص ۱۲۳–۱۳۳.

Askari, M.S., Khodadadi, M., Sarmadian, F. and Gazni, R. (2010). "Evaluation of artificial neural network techniques for estimating maze, wheat and barley yields". Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 85 pp: 62-71. (In Persian).

Chalakian, J. (2012). "Agroclimatological Zoning the Chickpea Cultivation by Using AHP Method in GIS in Ardabil Province". MSc. Thesis. Climatology. University of Mohaghagh Ardabili. 100 p. (In Persian).

Chen, H.S., Liu, G.S., Yang Y.F.,Ye,X.F. and Shi, Z. (2010). "Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS". Agri. Sci. China. 9: 583-592.

Faraj-zadeh, M. and Mirza-bayati, R. (2004). "Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Nishabor plain using GIS". Human Sciences Modares. No. 1. pp: 1-11. (In Persian).

Faraj-zadeh, M. and Taklobighash, A. (2002). "the agroclimatological zoning in Hamadan Province by Using GIS with emphasis the Wheat of dry farming". Geogarphical research. No. 41. pp. 93-105. (In Persian).

Feizi-zadeh, B., Abdali, H., Rezaei, M. and Mohammadi, G.H. (2013). "Zoning of susceptible area to rainfed wheat in the Eastern Azerbaijan province by Geospatial analysis of GIS". Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi). No. 96. pp. 75-91. (In Persian).

Ghaemian, N., Barzegar, A., Mahmoudi, S. and Ammari, P. (2003). "land suitability evaluation in piranshahr for wheat, sugarbeet, and alfalfa, using parametric methosd". soil and water science. Vol. 16. No. 1. pp. 93-105. (In Persian).

Ghodsi-pour, S.H. (2003). *Multiple Objective Decision Making (Mood) (Methods for A Posteriori Articulation of Preference Information Given)*. 3th Edition. Tehran: Amirkabir University Publication. (In Persian).

Hagparast, R. (2013). "report of national council the Chickpe, production importance and Chickpea commerce". assistance of institute the dryland agriculture. (In Persian).

Khan, M.R., Debie, C.A.J.M., Van keulen, H., Smaling, E.M.A. and Real, R. (2009). "Disaggregating and mapping crop statistics using hypertemporal remote sensing". International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. G Mode JAG-281; No of Pages 11. journal homepage: www.elsevier.com/locate/jag.

Khorshid-doust, A., Hosseini S.A. and Mohammad-pour, K. (2012)."Suitable Site Selection for Conola Cultivation in Kurdestan Province Using Geographical Information System (GIS)". Water and soil science. Vol. 3. No. 74.pp. 33-42. (In Persian).

Kochaki, A. and Bannayan, M. (1994). *Puls Crops*. Mashhad: academic center for education Mashhad. (In Persian).

Landau, A. and et al. (2000). *a parsimonious, Multiple-regression model of wheat yield response to environment*. Agri and fores M ET. 101.

Malhotra, R.S. (1998). *Breeding Ckick pea for Cold tolerance*. European Conference on Crain Legumes. 152.

Moghimi, R., Anvari, A., Amoozesh, N. and Ghesary, T. (2013). "An integrated fuzzy MCDM approach, and analysis, to the evaluation of the financial performance of Iranian cement companies". Life Science Journal 2013.10 (5s). pp. 570-586. (In Persian).

Mohamadi, H., Kazemi, M. and Goodarzi, N. (2008). "application GIS in possibility the Olive Cultivation in Isfahan Province". journal of pazhohesh va Sazandegi. No. 74. pp. 123-133. (In Persian).

Nilsson, E., and Svensson, A. (2005). "Agro-Ecological Assessment of Phonxay District, Louan Phrabang Province". Lao PDR. Physical Geography and Ecosystems Analysis Lund University.

Norwood, Charles, A. (2000). "Dry land Winter Wheat as Affected by Previous Crops". Agronomy Journal.

Pezeshk-pour, P., Shahverdi, M. and Ahmadi, A. (2003). "cultivation autumnal- Winteral of Chickpea for increasing period of growing in semiwarm and reduction effects of reduction dryness and temperature for avoidance from dryness. seventh of cultivation and breeding plants congress in Iran". institute plant science of Mashhad Unversity. pp. 276-278. (In Persian).

Rahman, R. and Saha, S.K. (2008). "Remote sensing, spatial multi criteria evaluation (SMCE) and analytical hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a flood prone area". J. Spatial Sci. 53. pp. 161-177.

Rasooli, S. J. and Ghaemi, A.R. (2011). "Canola cultivation area dividing about climatic temperature needs used GIS in Khorasan Provinces". EJCP. Vol. 3 (1). pp. 121-138. (In Persian).

Rezvani-Moghadam, P. and Sadegh-Samarjan, R. (2003). "study effect of different time cultivation and different regime of irrigation on morphological characteristics and efficiency Cicerarietinum (LLC-3279 type) in climatology of Nayshabour". Unversity of Mashhad. Journal Research Agriculture of Iran. No. 2. pp. 315-325. (In Persian).

Saxena, M.C. (1998). *The Chickpea, Translated Bageri***.** Translated by A.R., Nezami, A., Ganjali, A., Parsa, M.. Mashhad: Academic Center for Education Mashhad. (In Persian).

Tuba Bicer, B., Narin kalender, A. and Akar, D.A. (2004). "The Effect of Irrigationon Spring-Sown chickpea". Journal of agronomy Asian Network for scientific Information. 3. pp. 154-158.