

دکتر بهلول علیجانی

رضا دوستان

دانشگاه تربیت معلم تهران

## تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS

### چکیده

تحقیق حاضر به دنبال مطالعه‌ی تعیین نواحی مستعد کشت زرشک با توجه به عوامل مؤثر در کشت زرشک در منطقه‌ی جنوب خراسان است. برای این منظور عناصر اقلیمی دما، بارش و نم نسبی روزانه در دوره‌ی آماری ۲۰۰۳-۱۹۸۵ و نقشه‌های سطوح ارتفاعی، شیب، جهت شیب و نقشه‌ی سه بعدی (TIN) منطقه، کشاورزی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و خاک منطقه‌ی جنوب خراسان تهیه و پردازش گردید. آمار کشاورزی مانند تولید سالانه و سطح زیر کشت زرشک از وزارت جهاد کشاورزی دریافت شد. داده‌ها ابتدا با استفاده از نرم افزارهای آمار یا کسل و اس ماداو و SPSS پردازش شدند و هر یک از ویژگی‌های مورد نیاز در تعیین نواحی مستعد کشت زرشک استخراج گردید. با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ایستگاه‌های منطقه بر اساس ویژگی‌ها و از نظر کشت زرشک مقایسه شده و امتیاز گرفتند. امتیاز ایستگاه‌ها در محیط جی. آی. اس به نقشه‌های رستری یا رقومی تبدیل شد، در نهایت با تلفیق لایه‌های مورد نظر در کشت زرشک، نقشه‌ی نهایی، که استعداد منطقه برای تولید و گسترش سطح زیر کشت زرشک بود، تهیه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در بین عوامل مؤثر بر تولید و گسترش کشت زرشک، شرایط اقلیمی نقش برجسته‌ای دارند و با استفاده از توانایی بالقوه‌ی محیط GIS می‌توان تحقیقات مکانی دقیق‌تر و سریع‌تر با نتایج روش‌تری انجام داد. در منطقه‌ی مورد مطالعه مساحت زمین‌های مستعد در نواحی مرکزی، شمالی و شمال غربی و قسمت‌های شمال شرقی استان قرار دارند.

**واژگان کلیدی:** زرشک، خراسان جنوبی، نواحی مستعد، شاخص‌های اقلیمی، روش تحلیلی سلسله‌مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

## درآمد:

کشاورزی یکی از بخش‌های مهم اقتصاد به شمار می‌آید، تا جایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی بدون توسعه‌ی کشاورزی امکان‌پذیر نیست. امروزه می‌توان براساس تحقیقات علمی دقیق و شناخت توان و قابلیت‌های محیطی هر منطقه، به توسعه‌ی کشاورزی اصولی و دقیق دست یافت. شرایط اقلیمی از عوامل مهم تولید و تعیین گونه‌ی محصول است و بهره‌برداری از مزیت‌های ابراساس کیفی این عامل استوار است. این موضوع در ارتباط با گیاهان زراعی و باغی از جمله درختچه‌ی زرشک هم صادق است. زرشک دارای بیش از ۶۶۰ گونه است که فقط نوع بی‌دانه‌ی آن به عنوان محصول باغی پرورش می‌یابد. زرشک بی‌دانه در هیچ جای جهان کاشت نمی‌شود و مخصوص ایران است. این درختچه در جنوب خراسان بیش از دویست سال قدمت دارد (کافی و همکار، ۱۳۸۱) و یکی از محصولات عمده کشاورزی منطقه است که در آمد هزاران خانوار به طور مستقیم و غیر مستقیم به آن وابسته است. در خشکسالی‌های اخیر خراسان جنوبی این درختچه نشان داد که در برابر کم‌آبی مقاوم و زنده می‌ماند، بنابراین، این محصول از منابع پایدار منطقه به حساب می‌آید و به گسترش و توسعه‌ی کشت آن نوعی اطمینان خاطر برای کشاورزان و ثبات اقتصادی منطقه می‌باشد. بدین جهت در این تحقیق سعی داریم نقش اقلیم را به عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر در کشت و توسعه‌ی زرشک بررسی کنیم و به سؤالاتی مانند این که: آیا می‌توان سطح زیر کشت زرشک منطقه را بر اساس استعدادهای اقلیمی آن توسعه داد؟ و چگونه می‌توان با استفاده از تکنولوژی GIS، توان اقلیمی منطقه را در تولید زرشک مشخص کرد؟ که در این تحقیق سعی دارد این سؤال را جواب داده و مناطق مستعد کشت را از نظر عوامل اقلیمی مشخص کند.

## پیشینه‌ی تحقیق

با توجه به این که کشاورزی یکی از ارکان مهم اقتصادی کشورهاست، از چندین دهه‌ی قبل در کشورهای پیشرفته‌ی دنیا و مجوزه‌های به این بخش از اقتصاد می‌شود و از تکنیک‌های پیشرفته‌ی روز دنیا در این زمینه

از جمله تکنیک‌های GIS، استفاده می‌شود و تلاش برای استفاده‌ی بهینه از زمین و برداشت بیشتر محصول (با توجه به میزان مصرف آب و خاک) پیش می‌روند. تحقیقات زیادی در زمینه‌ی اقلیم کشاورزی انجام شده است، از جمله، برای تعیین نیازهای بیولوژیکی محصول سیب زمینی، کیفیت و ویژگی‌های زمین برای کشت سیب زمینی در ناحیه‌ی کاجمنت کنت بریتانیا، با استفاده از GIS قبلی‌های این منطقه برای این کشت شناسایی شد (Ghaffari, et al., 2000). در ناحیه‌ی بهار هندوستان هم شرایط اقلیمی مناسب برای کشت سه محصول عمده گندم، ذرت و برنج با استفاده از الگوهای SPIC و GIS مورد بررسی قرار گرفت. هدف پریا و همکاران (۱۹۹۸) در این مطالعه تعیین عنصر اقلیمی مناسب و مورد نیاز برای کشت محصولاتی مانند ذرت، گندم و برنج می‌باشد. برای ایجاد الگوی ناحیه‌بندی آگروکلیماتی و اکولوژیکی صحرای چیتوان در نپال با استفاده از GIS، نواحی مستعد، غیر مستعد با کاربری مرتع، جنگل و ناحیه بستر رودخانه با پتانسیل محدود برای پوشش گیاهی تعیین شد (Priyar, et al., 1994). تویت و همکارانش با استفاده از آمار ۷۸ ایستگاه در دوره‌ی نرمال ۹۰-۱۹۶۱ در پنج کشور: فنلاند، دانمارک، سوئد، نروژ و ایسلند با استفاده از GIS نقشه آگروکلیمایی تهیه شد و کاربرد GIS و نقشه‌های رقمی در تحلیل‌های اقلیمی شناسایی ثابت شد (Tveit, et al., 2001). در چین نیز با استفاده از GIS، با در نظر گرفتن بیلان آبی به عنوان پارامتر اصلی، شرایط خاک شناسی و اقلیمی منطقه به پهنه بندی آگروکلیمایی استان یانان<sup>۲</sup> اقدام شده است (Tomas, 1992). در کشور مکزیک هم برای شناسایی مناطق مستعد کشت هلو از GIS استفاده شد. در این تحقیق، علاوه بر در نظر گرفتن پارامترهای اقلیمی، اطلاعات مربوط به خاک هم منظور شده است (Rumagor, 1996).

در ایران در استان آذربایجان شرقی داده‌های ده ایستگاه هواشناسی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و تاریخ گلدهی درخت بادام با استفاده از تکنیک GIS به صورت نقشه نمایش داده شد و نقشه هم اقلیمی کشت بادام تهیه شد (یزدان پناه جزی، ۱۳۷۸). در این استان برادران راد (۱۳۷۸) هم با استفاده از آمار ۷۳ ایستگاه هواشناسی در یک دوره‌ی آماری سی ساله (۹۱-۱۹۶۱) تیپ‌های اقلیمی منطقه را با استفاده از الگوی اقلیمی سلیمانوف، شناسایی نمودند. در استان کردستان با استفاده از پارامترهای اقلیمی و فنولوژیکی گندم و با استفاده از GIS، هم‌پوشانی نقشه‌های مورد نیاز در کشت گندم صورت گرفت و مناطق مختلف برای کشت گندم دیم

1. priya, e al.

2. Yanan

طبقه‌بندی شد (بازیگر، ۱۳۷۸). رین (۱۳۷۹) در منطقه‌ی آذربایجان غربی به بررسی پارامترهای اقلیمی مؤثر در میزان عملکرد محصول دیم پرداخت. ایشان در نهایت، الگوهایی جهت پیش‌بینی میزان محصول گندم دیم در این منطقه به دست آورد. در تحقیقی میرزاییاتی (۱۳۸۳) در دوره‌ی آماری ۲۰۰۲-۱۹۹۱ با استفاده از عوامل مؤثر، یطی در کشت زعفران (عوامل اقلیمی، خاک، شیب، آبهای زیر زمینی، آبهای سطحی و سطوح ارتفاعی) و تهیه نقشه‌های و تلفیق آنها با استفاده از نرم افزار Arc gis نواحی مستعد کشت زعفران را در دشت نیشابور تعیین کرد. در استان اصفهان کاظمی (۱۳۸۳) بر اساس آمار روزانه و ماهانه و سالانه‌ی عناصر اقلیمی ۲۱ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی در دوره‌ی آماری ۲۰۰۲-۱۹۹۱ و پارامترهای محیطی، شرایط کشت زیتون را مطالعه و با استفاده از GIS، نواحی مستعد برای کشت زیتون تعیین شد. در کل در مورد درختچه‌ی زرشک تحقیقی مناسب انجام نشده است و این تحقیق اولین کار تحقیقی است که با استفاده از تعیین شاخص‌های مناسب برای کشت زرشک و توانمندی‌های GIS انجام گرفته است.

زرشک گیاه بومی ایران است و نوع بی‌دانه‌ی آن برای نواحی جنوب خراسان، به خصوص قاین و بیرجند شهرتی ایجاد کرده است. نخستین محل پرورش زرشک بی‌دانه، روستای «افین» در قائن می‌باشد، که دارای قدمتی تاریخی است. یکی دیگر از با سابقه‌ترین مناطق در زمینه‌ی کشت و پرورش زرشک بی‌دانه، بخش «درمیان» از توابع شهرستان بیرجند است. کشت زرشک بی‌دانه از دهه پنجاه سال گذشته و به ویژه در بیست سال اخیر به بیشتر روستاها و مناطق اطراف، گسترش یافته و در منطقه‌ی جنوب خراسان زرشک بی‌دانه به عنوان یک محصول اصلی، از شهرت و اهمیت اقتصادی خاصی برخوردار گردیده است (کافی و بالندری، ۱۳۸۱).

در مناطق زرشک‌کاری، آب و خاک بسیاری از این مناطق از کیفیت پایینی برخوردار است. آن گونه که بسیاری از زمین‌های زیر کشت موجود این محصول، برای تولید سایر محصولات کشاورزی مناسب نیستند. در مجموع با توجه به شرایط خاص منطقه‌ی جنوب خراسان، از جمله کمبود بارندگی و کم‌آبی عمومی، گرما و کاهش رطوبت نسبی هوا در تابستان، شوری آب و شور یا قلیایی بودن خاک‌ها که مانع گسترش کشت و کار بسیاری از گیاهان متداول به صورت تجاری شده است، کشت زرشک بی‌دانه اقتصادی می‌باشد.

#### الگوی AHP:

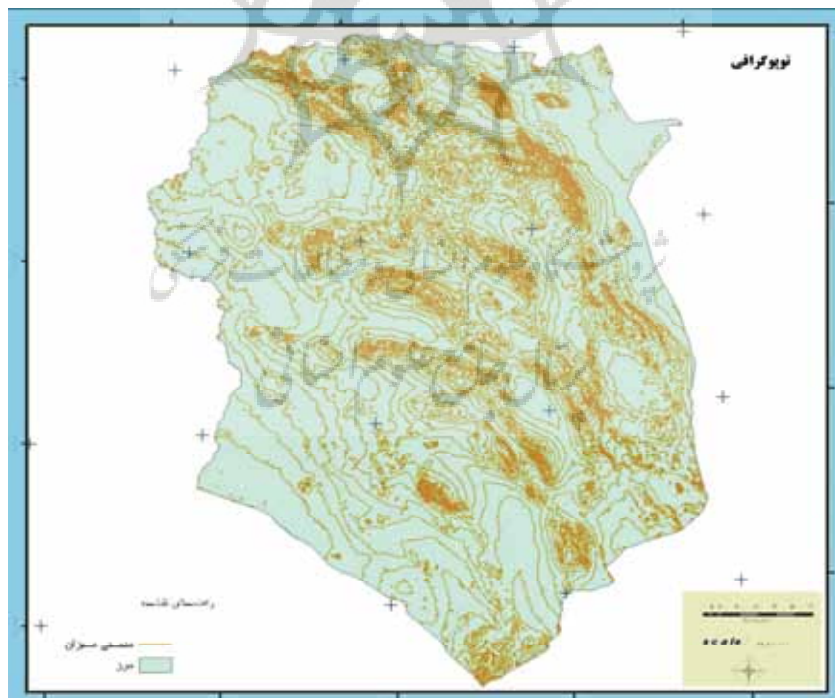
الگوی AHP یک نوع روش ترکیبی از GIS و آنالیزهای سلسله‌مراتبی است که برای شناخت و طبقه‌بندی مکان بهینه استفاده می‌شود. این الگو هم از پایه‌ی علمی و هم اطلاعاتی که در نقشه‌های GIS وجود

دارد، بهره می‌گیرد. در ارزیابی هر موضوعی ما نیاز به معیار اندازه‌گیری یا شاخص داریم. انتخاب شاخص‌های مناسب به ما امکان می‌دهد که مقایسه‌ی درستی بین جایگزین‌ها یا آلترناتیوها به عمل آوریم. یکی از ابزارها، الگوی تحلیلی سلسله‌مراتبی (AHP) است. روال کار این الگو با مشخص کردن عناصر و تصمیم‌گیری و اولویت‌دادن به آنها آغاز می‌شود. مرحله‌ی اول: وزن‌دهی به سنج‌ها، مرحله‌ی دوم: وزن‌دهی به جایگزین‌ها، مرحله‌ی سوم: ترکیب وزن‌ها، مرحله‌ی چهارم: آزمایش سازگاری.

### کلیات جغرافیایی منطقه

استان خراسان جنوبی بین مدارهای ۳۱ تا ۳۴ درجه‌ی شمالی و ۵۸ تا ۶۱ درجه‌ی طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. به جهت وضع استقرار استان در بین کویرها و ارتفاعات پراکنده، اقلیم خشک و بیابانی گرم در مناطق جنوبی و جنوب غربی و اقلیم نیمه بیابانی ملایم و سرد در مناطق کوهستانی شمال و شمال شرق حاکم است. ارتفاعات و جهت شمال غربی - جنوب شرقی آنها باعث تنوع و نوسان شدید در اقلیم منطقه شده است.

شکل ۱: موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه



زرشک به عنوان محصول غالب باغی منطقه تا سال ۱۳۶۰، تنها ۷۰۴ هکتار سطح زیر کشت و ۹۴۱ تن، تولید داشته است. در سال ۱۳۶۱، به ۱۴۲۳ هکتار یعنی بیش از دو برابر افزایش یافت و این روند همچنان ادامه داشته است، تا این که در ۱۳۸۱ با ۵۷۵۶ هکتار زیر کشت بیش از هشت برابر شده است. در حال حاضر سطح زیر کشت زرشک تقریباً ۶۰۰۰ هکتار و تولید سالانه محصول خشک آن، ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ تن (معادل حدود ۲۲۰۰۰ تن محصول تر)، می‌باشد (مهندسين مشاور تام-ویسان، ۱۳۸۲).

### روش کار

با توجه به هدف مورد نظر در این مطالعه، شرایط اقلیمی برای کشت زرشک تعیین شد. شروع رشد زرشک در دمای روزانه ۱۵ تا ۱۸ درجه‌ی سانتی‌گراد، گلدهی در ۱۹ تا ۲۳ درجه و شروع رکود زمستانی آن در ۷ تا ۱۱ درجه‌ی سانتی‌گراد است (کافی و بالندری، ۱۳۸۱). زرشک بی دانه نسبت به سرما مقاوم است و در نواحی کوهستانی با زمستان‌های سرد به خوبی رشد و نمو می‌کند. از طرفی گرمای شدید تابستان در دشت‌های کم ارتفاع همراه با بادهای گرم (در منطقه به تف باد معروف است)، عامل محدود کننده در رشد محصول و تأثیر منفی روی میوه‌های زرشک دارد. دوره‌ی رویشی درختچه زرشک ۲۲۰ تا ۲۳۵ روز به طول می‌انجامد (کافی و بالندری، ۱۳۸۱) در حالی که سرمازدگی شکوفه‌های درختچه‌ی زرشک به دلیل ظهور دیر هنگام آنها به ندرت اتفاق می‌افتد، اما سرمازدگی میوه‌ها در صورت روبرو شدن با سرمای زودرس پاییزه و یا برداشت دیر هنگام آنها به محصول ضرر می‌رساند. مناطق زرشک کاری منطقه عمدتاً ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارند که از آب و هوای سردتر و معتدلتری برخوردار است. رشد جوانه‌های گیاه زرشک در منطقه‌ی مورد مطالعه از اوایل فروردین ماه شروع و تا زمان ظاهر شدن گل‌ها ۳۰ تا ۴۰ روز طول می‌کشد و گلدهی گیاه، اواسط اردیبهشت و حدود ۲۰ روز می‌باشد (کافی و بالندری، ۱۳۸۱). در این دوره در برخی از مناطق زرشک کاری، بادهای گرم بهاری، با ریزش گلها عملکرد محصول را کاهش می‌دهد. آغاز تشکیل میوه از اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد و در اواخر تیر ماه، میوه‌ها شروع به تغییر رنگ کرده و تا اواسط مرداد ماه رنگ آنها از سبز به ارغوانی تغییر می‌کند. در این دوره نیز بادهای گرم کویری با دمای بالا به میوه‌ها آسیب می‌رسانند. میوه‌ها در اواخر مهر ماه تا اواسط آبان ماه، کاملاً رسیده و آماده برداشت است. آستانه‌های شروع، پایان و تحمل فتولوژی درختچه‌ی زرشک در جدول شماره ۱ درج شده است. این آستانه‌ها بر اساس مقایسه‌ی بین منابع علمی

(کافی و بالندری، ۱۳۸۱)، شرایط اقلیمی شهرستان قاین به عنوان مرکز اصلی تولید زرشک (آمار روزانه پارامترهای اقلیمی) و مصاحبه (مهندسين و کشاورزان با تجربه) منطقه تعیین شد.

جدول ۱: آستانه‌های اقلیمی مراحل فنولوژیکی زرشک

مرحله فنولوژیکی	جوانه زنی	گلدهی	میوه دادن	پایان رشد
دوره رشد	اواخر اسفند تا اواخر فروردین	اواخر فروردین تا اواخر اردیبهشت	اواخر اردیبهشت تا اوایل آبان	اواسط آبان
عناصر اقلیمی مؤثر	۱۵ درجه	۱۹ درجه	۲۳ درجه	۷ درجه و کمتر روزانه
عوامل منفی	یخبندانهای دیر رس بهاره	دمای ۳۴ درجه و بیشتر روزانه	دمای ۳۴ درجه و بیشتر روزانه و یخبندانهای زود رس پاییزه	

مرجع: نگارنده

بر اساس آستانه‌های کشت زرشک (جدول ۱)، آمار روزانه بارش، دما (بیشینه، کمینومتو پط)، نم نسبی و تابش ایستگاههای هواشناسی منطقه (شکل ۱ و جدول ۲) از سازمان هواشناسی کشور برای دوره ۲۰۰۳-۱۹۸۷ شامل ایستگاههای سینوپتیک: قاین، بیرجند، فردوس، خور بیرجند و نهندان و ایستگاههای کلیماتولوژی: آموزش کشاورزی بیرجند، ارسک، خوسف، آسد آباد و سده به مدت، هفده سال مورد استفاده قرار گرفته است.

برای تهیه نقشه‌ی سطوح ارتفاعی، شیب، جهت شیب و نقشه‌ی سه بعدی (TIN) منطقه، نقشه‌ی توپوگرافی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله‌ی بعد نقشه‌ی کشاورزی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی از نقشه‌ی مقابلیت اراضی منطقه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مربوطه مؤسسه‌ی تحقیقات آب و خاک کشور استخراج گردید. سپس اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت و میزان تولید سالیانه زرشک از آمار و اطلاعات محصولات کشاورزی منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی استفاده شد. به منظور رقومی سازی و تهیه نقشه‌ها و تشکیل پایگاه داده‌های فضایی، از نرم‌افزار

Arc Gis استفاده شد. برای انجام محاسبات آماری و محاسبه‌ی احتمال وقوع‌ها، پس از رفع نواقص داده‌های آمار روزانه (۶ پارامتر اقلیمی) با روش آزمون نسبت‌ها، از نرم افزارهای آماری SPSS، Excel و Smada استفاده شد.

جدول ۱: مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	ارتفاع (متر)	مختصات جغرافیایی	
				عرض N	طول E
۱	قاین	سینوپتیک	۱۴۳۲	۳۳° ۴۳	۵۹° ۱۰
۲	بیرجند	سینوپتیک	۱۴۹۱	۳۲° ۵۲	۵۹° ۱۲
۳	فردوس	سینوپتیک	۱۲۹۳	۳۴° ۰۰	۵۸° ۱۰
۴	خور بیرجند	سینوپتیک	۱۱۱۷/۴	۳۲° ۵۶	۵۸° ۲۶
۵	نهبندان	سینوپتیک	۱۲۱۱	۳۱° ۳۲	۶۰° ۰۲
۶	آموزش	کلیماتولوژی	۱۴۱۰	۳۲° ۵۰	۵۹° ۰۰
۷	ارسک	کلیماتولوژی	۱۲۴۰	۳۳° ۴۲	۵۷° ۲۳
۸	خوسف	کلیماتولوژی	۱۴۰۰	۳۲° ۴۶	۵۸° ۵۳
۹	اسدآباد	کلیماتولوژی	۱۵۰۰	۳۲° ۵۵	۶۰° ۰۱
۱۰	سده	کلیماتولوژی	۱۶۰۰	۳۳° ۲۰	۵۹° ۱۴

سپس مراحل زیر به ترتیب انجام گردید:

الف) احتمال وقوع (توزیع فراوانی) هر کدام از آستانه‌های اقلیمی در دور فنولوژی مربوط با احتمال

۹۵ درصد محاسبه شد. دوره‌های فنولوژی به شرح زیر تعیین شدند:

۱. جوانه زنی درختچه از اواخر اسفند تا اواخر فروردین؛

۲. گلدهی از اواخر فروردین تا اواخر اردیبهشت؛

۳. دوره میوه دادن از اواخر اردیبهشت تا اواسط آبان است. در این دوره دماهای زیان آور (۳۴ درجه و بیشتر

روزانه) در دوره میوه دادن ضرر می‌رساند؛

۴. آستانه پایان رشد در اواسط آبان.



ببانک ۱ اطلاعاتی شامل موارد زیر تهیه شد:

۱. نقشه‌ی هم‌دمای ۱۵ درجه‌ی روزانه. ۲. نقشه‌ی هم‌دمای ۱۱ درجه‌ی روزانه. ۳. نقشه‌ی احتمال وقوع یخبندان بهاره. ۴. نقشه‌ی احتمال وقوع یخبندان پاییزه. ۵. نقشه‌ی هم‌دمای شروع ۳۴ درجه و بیشتر روزانه. ۶. نقشه‌ی زمان پایان هم‌دمای ۳۴ درجه و بیشتر روزانه. ۷. متوسط نم‌نسیبی دوره رشد. ۸. بارندگی سالیانه. ۹. خاک. ۱۰. شیب. ۱۱. کاربری اراضی. ۱۲. سطوح ارتفاعی. (شکل شماره ۲).

نقشه‌ی خاک، کاربری اراضی و شیب رقومی هستند.

پ) استعداد هر منطق‌نظر کشت زرشک بر اساس منابع ۱ اطلاعاتی و با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP\*) تعیین شد. در این روش به هر یک از عوامل مؤثر در کشت زرشک، در مقایسه‌ی با یکدیگر نمره‌ای داده می‌شود. نمرات داده شده پس از یک سلسله‌پردازش‌های آماری به امتیازات استاندارد تبدیل و سپس بر اساس این امتیازات نقاط مختلف منطقه ارزشیابی شد. مراحل کار در این مرحله به شرح زیر است:

۱. هر کدام از ویژگی‌های مؤثر مانند بارندگی، خاک، شیب زمین و غیره به طبقات مختلف تقسیم و به هر کدام از ضعیف به قوی نمره داده شد. به عنوان مثال، پارامتر یخبندان (روزهای یخبندان سالانه) به عنوان یکی از عوامل مؤثر در کشت زرشک، به شرح جدول ۳ امتیاز داده شد. در هر ردیف، نمرات گروه‌ها در هم ضرب شده و به توان معکوس تعداد گروه‌ها رسیده است، که عدد حاصل ارزش ویژه می‌باشد. ارزش ویژه هر ردیف بر اساس جمع ستون استاندارد شده و وزن نسبی به دست آمده است. این فرایند برای همه لایه‌های مورد نیاز انجام شد و در آخر، لایه‌ها در مقایسه‌ی با هم، وزن دهی شدند.

استعداد هر ایستگاه از حاصل ضرب وزن‌های گروه‌های لایه‌ها در وزن‌های خود لایه‌ها به دست آمد و گروه مربوط به هر ایستگاه بر اساس ویژگی‌های آن تعیین شد.

ت) امتیازات ایستگاه‌ها در محیط Arc Gis وارد شد و پس از پردازش‌های لازم به لایه‌های رستری تبدیل گردید. لایه‌های رستری برای امتیازها در ایستگاه‌های مختلف، در هر کدام از لایه‌ها ۱ اطلاعاتی و در نهایت برای مجموع لایه‌ها ۱ اطلاعاتی تهیه شد.

\* Analytic Hierarchical Process

جدول ۳: امتیاز دهی گروه‌های مختلف یخبندان بهاره.

احتمال وقوع	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	>۳۰	ارزش ویژه	وزن نسبی
۵-۱۰	۱	۳	۴	۶	۲/۹۱۳	۰/۵۴۱
۱۰-۲۰	$\frac{1}{3}$	۱	۳	۴	۱/۴۱۴۲	۰/۲۶۳
۲۰-۳۰	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	۱	۳	۰/۷۰۷۱	۰/۱۳۱
>۳۰	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	۱	۰/۳۴۳۳	۰/۰۶۴

امتیاز عامل‌ها در روش ماتریسی در الگوی سلسله مراتبی (AHP) نسبت به یکدیگر سنجیده شد و با توجه به این که هر کدام از عوامل خود دارای وزن داخلی می باشد (جدول ۴) هر کدام از عوامل بر اساس اهمیت در کشت زرشک هر تب گردید و به هر کدام کد مخصوص داده شد و با روش ماتریسی، وزن هر کدام (امتیاز هر عامل) به دست آمد (جدول شماره ۴). امتیازهای نقشه‌ی نهایی استعداد هر نقطه را از نظر کشت زرشک مشخص می کند، در نهایت با توجه به تابع ذکر شده (تابع تلفیقی الگو) در آخر، نقشه‌ی نهایی در محیط GIS به دست آمد.

ث) مساحت زمین‌های مساعد برای کشت زرشک روی نقشه‌ی نهایی محاسبه گردید.

برای اطلاعات بیشتر درباره‌ی روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به (Yesilnacart and Doyurant, 2000) مراجعه شود.

### نتایج:

استعداد منطقه از نظر کشت زرشک (جدول ۴) تعیین شد. بر اساس این جدول بیشترین وزن را عوامل اقلیمی دارد. عوامل غیر اقلیمی کمترین وزن را در ایجاد شرایط مساعد کشت زرشک نشان می دهند. افزودن این لایه بر پردازش تحقیق اهمیت اقلیم را در کشت زرشک بسیار مشخص می کند.

جدول ۴: امتیازات عوامل مؤثر در کشت زرشک

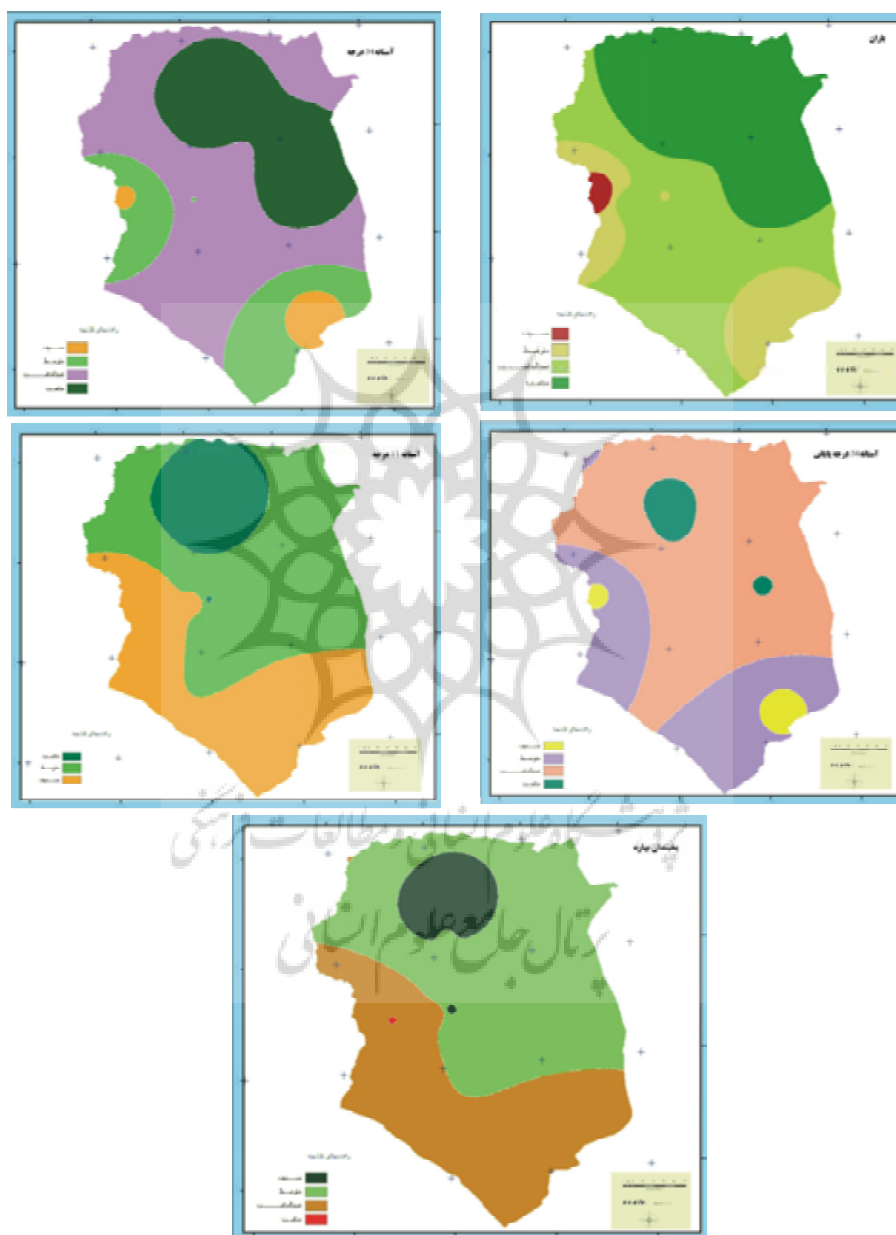
عوامل مؤثر		ارتفاع		شیب					
کرانه گروهها	<1000	>1600	1200-1000	1400-1200	1600-1400	>15	10-15	0-5	5-10
رتبه گروهها	5	4	3	2	1	7	3	2	1
امتیاز گروهها	0.062	0.097	0.16	0.263	0.417	0.045	0.11	0.254	0.6
امتیاز عوامل	0.016					0.022			
عوامل مؤثر	کاربری اراضی *					خاک**			
کرانه گروهها	e	d	c	b	a	e	d	c	b
رتبه گروهها	7	5	3	2	1	7	5	3	2
امتیاز گروهها	0.053	0.089	0.154	0.254	0.449	0.053	0.089	0.154	0.254
امتیاز عوامل	0.042				0.081				
عوامل مؤثر	دمای ۱۱ درجه	دمای ۱۵ درجه							
کرانه گروهها	>70	60-70	48-60	55-65	45-55	35-45	28-35		
رتبه گروهها	5	3	1	7	4	3	1		
امتیاز گروهها	0.105	0.258	0.637	0.06	0.129	0.258	0.553		
امتیاز عوامل	0.009			0.012					
عوامل مؤثر	یخبندان بهاره	یخبندان پاییزه							
کرانه گروهها	>30	20-30	10-20	5-10	>35	20-35	12-20	8-12	
رتبه گروهها	6	4	3	1	5	4	3	1	
امتیاز گروهها	0.064	0.131	0.263	0.542	0.068	0.134	0.269	0.529	
امتیاز عوامل	0.022				0.03				
عوامل مؤثر	دمای ۳۴ درجه آفتاب								
کرانه گروهها	>45	35-45	20-35	7-20	>60	45-60	20-45	14-20	
رتبه گروهها	9	5	4	1	9	5	3	1	
امتیاز گروهها	0.045	0.11	0.245	0.6	0.05	0.114	0.255	0.581	
امتیاز عوامل	0.111				0.151				
عوامل مؤثر	نم نسبی				بارش				
کرانه گروهها	>26	23-26	20-23	18-20	<100	120-100	150-120	180-150	
رتبه گروهها	5	3	2	1	7	3	2	1	
امتیاز گروهها	0.095	0.169	0.294	0.44	0.078	0.151	0.263	0.506	
امتیاز عوامل	0.201				0.263				

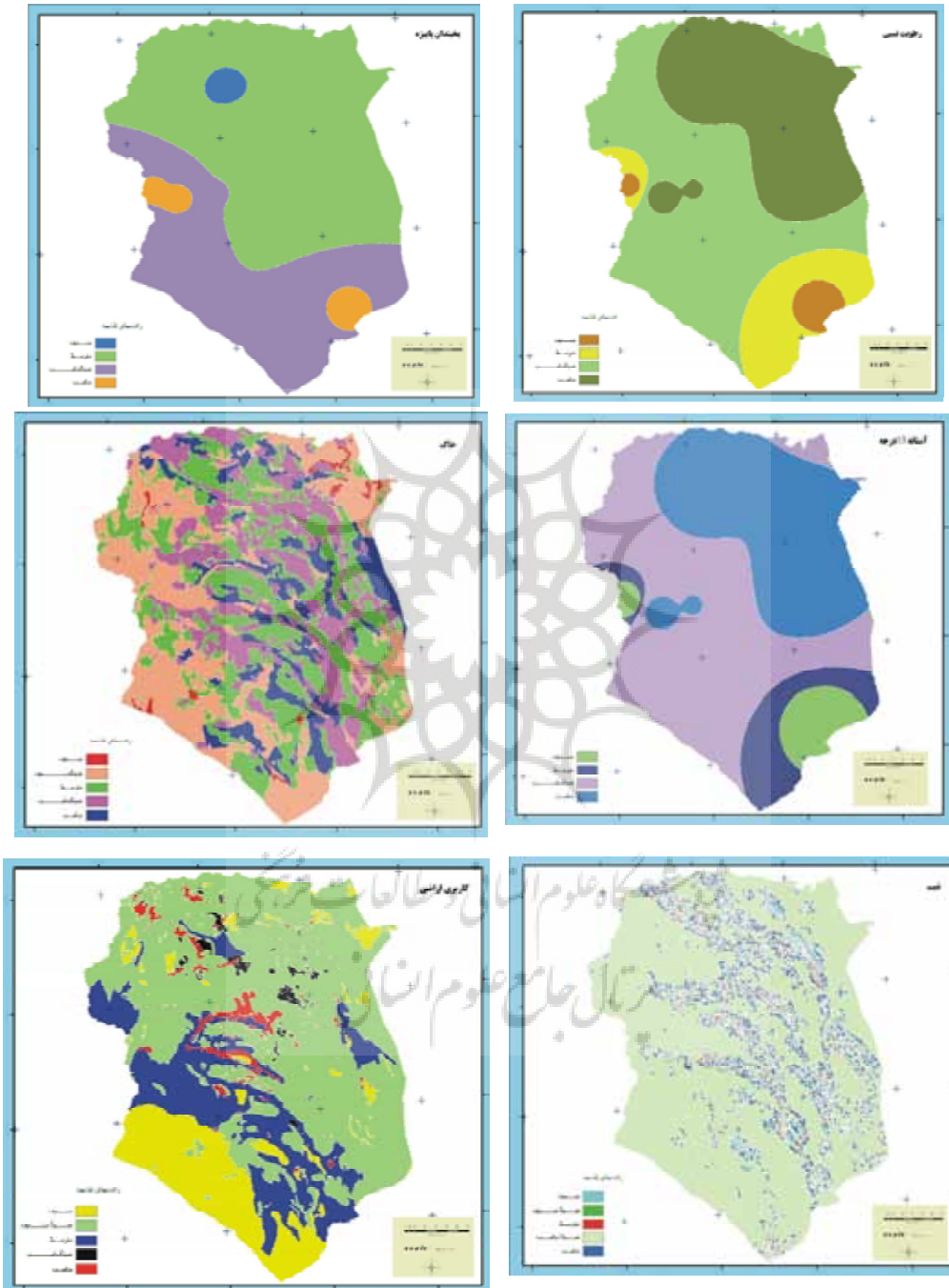
\* a=اراضی زراعی آبی. b=دیم و اراضی سیلابی. c=باغ. d=جنکلی و مرتع. e=شنزار، شهر، رخنمون سنگی و اراضی فاقد پوشش گیاهی.

\*\* a=خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق با بافت متوسط و اغلب مطب و تکامل یافته. b=خاک بسیار عمیق، تکامل یافته با بافت متوسط تا سنگین با شوری متوسط. c=خاک کم عمق تا نیمه عمیق سنگریزه دار بافت متوسط تا سنگین و با شوری و قلیاژ پست متوسط تا زیاد. d=خاک بسیار عمیق شنی و شوری و قلیاژ پست زیاد. e=خاک بسیار عمیق با بافت متوسط تا خیلی سنگین و شوری و قلیاژ پست بسیار زیاد با آب زیر زمینی بالا و ماسه‌ی بادی.

لایه‌های رستری هر کدام از عوامل در شکل شماره ۲ ترسیم شده‌اند.

شکل شماره ۲: نقشه‌های درون یابی شده عوامل مؤثر در کشت زرشک





نقشه‌های شکل ۲ (نقشه‌های درون یابی شمع‌وامل مؤثر در کشت زرشک) که در واقع وضع طبیعی منطقه را به‌خوبی منعکس کرده است، نظر قابل‌یت برای کشت زرشک از مناسب تا خوب، طبقه‌بندی شده است. براساس نقشه‌ی خاک، مناطق متوسط برای کشت زرشک بیشترین مساحت منطقه (۳۲ درصد) و مناطق مناسب برای کشت زرشک فقط ۱۳ درصد منطقه را پوشش می‌دهد. چنان‌که براساس نقشه‌ی خاک مناطق کویری با خاک شور، که در جنوب شرقی و شرق منطقه قرار دارند، شرایط مناسبی برای کشت زرشک ندارند. هرچه به درون منطقه و پایکوه‌ها نزدیک می‌شویم، خاک مساعدتر می‌شود. شیب مناسب برای کشت زرشک ۵ تا ۱۰ درجه است. در این گروه شیب‌های مناسب برای کشت زرشک ۱۲ درصد مساحت منطقه و شیب‌های ضعیف، ۳ درصد از مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش می‌دهد. عمده مساحت (۷۹ درصد)، شیب‌های بین ۰ تا ۵ درجه را در بر می‌گیرند. نسبتاً ضعیف در نقشه‌ی کاربری اراضی با ۵۸ درصد پوشش منطقه، بیشترین مساحت و مناطق مناسب، ۲ تا ۳ درصد مساحت منطقه را پوشش می‌دهند. براساس نقشه‌ی بارش، جنوب و جنوب غربی، خشک و از نظر کاربری اراضی هم شرایط لازم برای کشت را ندارد. مناطق مناسب محدوده‌ی بسیار کوچکی را روی نقشه در بر می‌گیرد. هرچند بیشتر بارندگی در زمان غیر رشد (فصل سرد سال) می‌باشد، ولی با افزایش آب‌های زیر زمینی تأثیر زیادی بر رشد محصول می‌گذارد. در نتیجه وزن بارندگی در کشت محصول زرشک بیشتر از همه‌ی عوامل است. مناطق مناسب با رطوبت نسبی بیشتر از ۲۶ درصد، در قسمت‌های شمال و شمال شرق و قسمتی از شرق منطقه که ۳۶ درصد از مساحت منطقه را در بر می‌گیرد. بیشترین مساحت (۴۸ درصد) مربوط به مناطق نسبتاً مساعد و مناطق ضعیف با رطوبت نسبی ۲۰-۱۸ درصد در حاشیه‌ی جنوب شرقی و شرقی با پوشش ۳ درصد می‌باشند. توجه نقشه‌ی آستانه‌ی ۱۵ درجه روزانه، نواحی مساعد با احتمال وقوع (۲۸-۳۵) درصد در قسمت‌های شمال شرقی و شرق و شمال استان، ۳۶ درصد مساحت منطقه مناطق نسبتاً مساعد با ۴۷ درصد، عمده مساحت منطقه و مناطق ضعیف با احتمال وقوع بیش از ۵۵ درصد در حاشیه‌ی جنوب شرقی و قسمتی از شرق منطقه قرار دارد.

در نقشه‌ی آستانه‌ی دمای ۱۱ درجه‌ی سانتی‌گراد روزانه، مکان‌های مناسب در شمال منطقه با احتمال وقوع ۶۰-۴۸ درصد با پوشش ۱۵ درصد مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه از کمترین مساحت برخوردار است. مناطق ضعیف در حاشیه‌ی جنوب و جنوب غربی تقریباً شرق منطقه مورد مطالعه، ۳۶ درصد منطقه را با احتمال وقوع بیش از ۷۰ درصد در بر می‌گیرد. در نقشه‌ی احتمال یخبندان بهاره، مکان‌های مناسب با احتمال وقوع

۱۰-۵ درصد، ناحیه‌ی بسیار کوچک در قسمت شرقی منطقه قرار دارد. مکان‌های ضعیف با احتمال وقوع بیش از ۳۰ درصد در شمال و مرکز ناحیه، ۸ درصد از مساحت منطقه را در بر می‌گیرد. در نقشه‌ی یخبندان پاییزه، مکان‌های مناسب با احتمال وقوع ۱۲-۸ درصد در غرب و جنوب شرقی قرار دارد، که ۳ درصد از مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش می‌دهند. مکان‌های ضعیف با احتمال وقوع بیش از ۳۵ درصد، ۲ درصد از منطقه را در بر می‌گیرد. در نقشه‌ی آستانه ۳۴ درجه مکان‌های مناسب با احتمال وقوع ۲۰-۷ درصد، ۲۷ درصد مساحت منطقه و مکان‌های ضعیف با احتمال وقوع بیش از ۴۵ درصد تنها ۴ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش می‌دهد. مکان‌های مناسب در نقشه‌ی آستانه ۳۴ درجه‌ی پایانی با احتمال ۲۰-۱۴ درصد، بایستترین وزن، ۴ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش می‌دهند. مناطق ضعیف با احتمال بیش از ۶۰ درصد، کمترین وزن، ۳ درصد از منطقه را پوشش می‌دهند. مساحت مناطق نسبتاً مناسب به خود اختصاص داده است.

نقشه‌ی نهایی بر اساس وزن‌های نسبی نقاط در نقشه‌های عوامل و با استفاده از توابع شرطی و تلفیق لایه‌های مورد نیاز برای کشت زرشک در محیط Arc Gis تهیه شد (شکل ۳). این نقشه به شش گروه از نظر کل شرایط برای کشت زرشک، طبقه‌بندی شده است. مناطق کاملاً ضعیف و ضعیف در حاشیه‌ی جنوب شرق، جنوب، جنوب غرب و شمال شرق واقع شدند، که این در طبیعت هم صادق است (مناطق خشک و کویری) و از نظر شرایط اقلیمی هم وضعی مطلوبی ندارند. اما هر چه به طرف شمال و درون منطقه پیش می‌رویم، به دلیل مساعد شدن شرایط اقلیمی مناطق عالی، خوب، نسبتاً خوب و متوسط برای کشت زرشک وجود دارد.

مقایسه‌ی نقشه‌ی نهایی با محدوده‌ی باغات منطقه در نقشه‌ی کشاورزی موجود (شکل ۳)، نشان می‌دهد که در ناحیه‌ی جنوب خراسان مناطق مستعد کشت زرشک بسیار بیشتر از آنچه که در شرایط فعلی کاشت می‌شود، می‌باشد و مناطق وسیعی در این منطقه توان رشد این درختچه را دارند. در نقشه‌ی فعلی کشاورزی منطقه‌ی باغات میوه که اغلب آن درختچه‌ی زرشک است، محدوده‌ی بسیار کوچکی را اشغال کرده‌اند. حال آن‌که در نقشه‌ی نهایی مناطق مستعد، مناطق مساعد برای کشت این محصول با درجه‌بندی مختلف، محدوده‌ی بسیار وسیعی را به خود اختصاص داده است، بنابراین منطقه توان زیادی برای گسترش این درختچه دارد. مساحت طبقات مختلف نقشه‌ی نهایی و نقشه‌ی کشاورزی موجود به ترتیب در جدول شماره ۵ و ۶ قابل مشاهده است. منطقه‌ی عالی خوب و نسبتاً خوب هر یک به ترتیب مساحت ۱۳۱۸، ۵۹۱۵ و ۱۹۱۶۹ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول شماره ۵: مقایسه‌ی امتیاز عوامل در مقایسه با یکدیگر در الگوی AHP

عامل	باران	ارتفاع	رطوبت نسبی	۳۴ درجه پایان	۳۴ درجه شروع	شیب	خاک	یخبندان پاییزه	یخبندان بهاره	کاربری اراضی	آستانه ۱۵ درجه	آستانه ۱۱ درجه
کد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
ارزش ویژه	5/253	4/035	3/018	2/222	1/62	1/174	0/850	0/616	0/449	0/330	0/247	0/190
امتیاز نهایی	0/262	0/201	0/151	0/111	0/081	0/058	0/042	0/03	0/022	0/016	0/012	0/009

همان‌طور که در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود، بالاترین امتیازات را عوامل اقلیمی به خود اختصاص داده‌اند، که این حکایت از تأثیر عناصر اقلیمی در تعیین مکان مناسب برای کشت زرشک دارد، بنابراین عناصر اقلیمی در کشت این محصول تعیین‌کننده است.

تابع تلفیقی الگوی AHP:

$$SI = \sum_{i=1}^{N2} \{ RIW_i^2 \sum_{j=1}^{N3i} ((RIW_{ij}^3) \times 100) \}$$

SI = گزینگی مناسب.

N2 = تعداد فاکتورهای مشخص شده سطح دوم.

N3i = تعداد زیرفاکتورهای سطح سوم که مستقیماً با فاکتورهای تعیین شده (i) سطح دوم مرتبط است.

$RIW_i^2$  = اولین وزن اهمیت نسبی از فاکتورهای تعیین شده (i) سطح دوم.

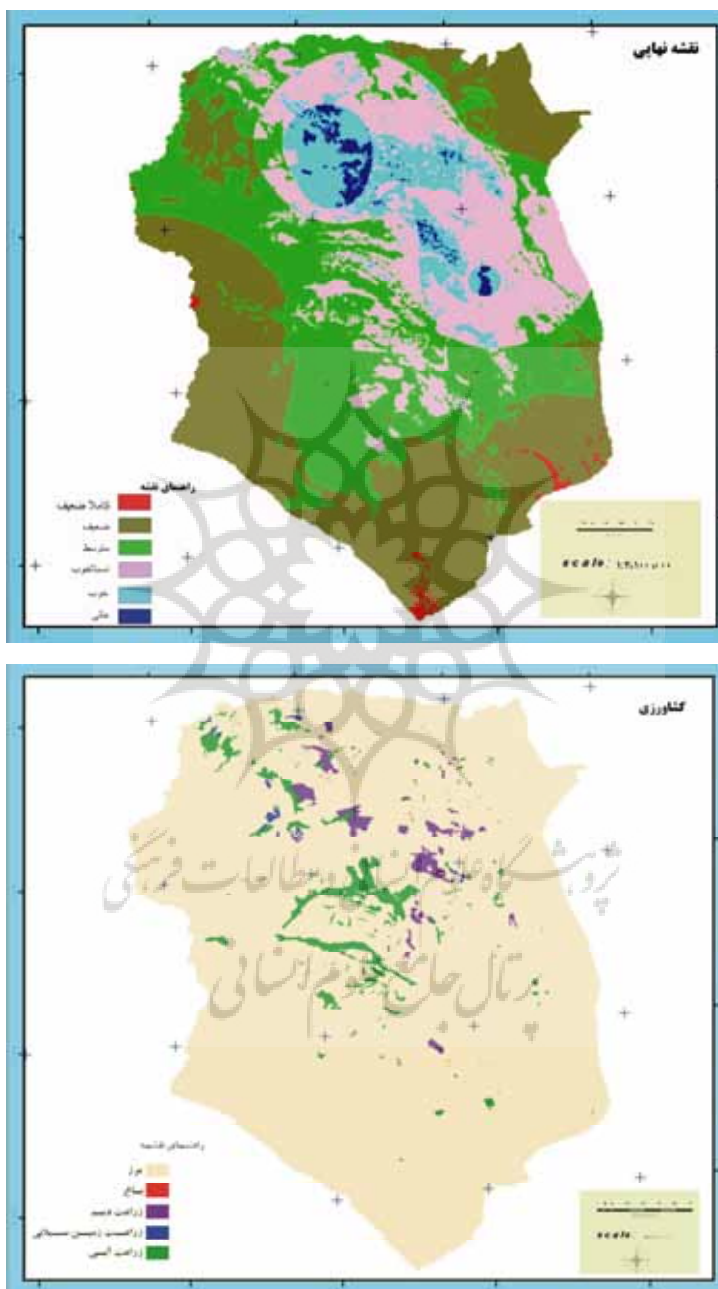
$RIW_{ij}^3$  = وزن اهمیت از زیر فاکتورهای سطح سوم (j) از فاکتورهای تعیین شده (i) سطح دوم.

به دلیل این که اعداد به دست آمده برای اهمیت نسبی وزن‌ها قابل فهم‌تر باشد، آن‌را در ۱۰۰ ضرب کرده‌ایم.

منبع: (yesilnacart E, Doyurant V.2000).



شکل شماره ۳: مقایسه‌ی نقشه‌ی نهایی با نقشه‌ی کشاورزی فعلی



جدول شماره ۵: مساحت هر طبقه در نقشه‌ی نهایی

توان	کام‌الاضعیف	ضعیف	متوسط	نسبتاً خوب	خوب	عالی
مساحت km <sup>2</sup>	۵۲۴	۳۰۰۶۳	۲۵۵۰۳	۱۹۱۶۹	۵۹۱۵	۱۳۱۸

جدول شماره ۶: مساحت هر طبقه در نقشه کشاورزی

توان	باغ	اراضی زراعی آبی	اراضی دیم	اراضی سیلابی
مساحت km <sup>2</sup>	۱۵	۲۶۹۱	۱۰۹۲	۱۵۹



## منابع و مآخذ:

۱. آی آرنون، ۱۳۶۵، اصول زراعت در مناطق خشک، ترجمه‌ی دکتر عوض کوچکی، علیزاده، ا. جلد اول، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
۲. احمد پور، م. ۱۳۸۳، تبدیلّت سنجی محیط طبیعی شهرستان برداسکن برای کشاورزی با استفاده از GIS و سنجش از دور، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.
۳. بازیگر، س. ۱۳۸۷، بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران.
۴. برادران راد، ر. ۱۳۷۸، پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از GIS، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران.
۵. حسینی، غ. ۱۳۸۱، زرشک، فضای سبز، سال دوم، شماره هشتم، صفحه ۵۷-۵۶.
۶. دانشور، م و مظهری، م. ۱۳۷۹، نگرش اقتصادی اجتماعی بر جایگاه محصولات راهبردی ویژه خراسان، مطالعه‌ی موردی محصول زرشک، فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۸، شماره ۳۰، ۱۰۸-۸۹.
۷. زرین، آ. ۱۳۷۹، مدل‌سازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیمی شناسی کشاورزی استان آذربایجان غربی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. سازمان کشاورزی (واحد باغبانی، طرح و برنامه)، ۱۳۸۱، کاشت، داشت و برداشت و خصوصیات دارویی محصول زرشک.
۹. شریفی کیا، م. ۱۳۷۴، بررسی نقش و جایگاه محصول زرشک در توسعه‌ی ناحیه‌ای. خلاصه مقالات اولین سمینار فرایند زرشک، بیرجند ۱۱ و ۱۲ آبان ماه.
۱۰. علیچانی، ب و م، کاویانی، ۱۳۷۸، آب و هواشناسی عمومی، انتشارات سمت.
۱۱. علیزاده، ا و کوچکی، ع. ۱۳۷۴، کشاورزی و آب و هوا، چاپ اول، انتشارات نشر مشهد.
۱۲. فخر طباطبائی، س. م. ۱۳۷۴، گیاهان دارویی و اثر عوامل تنش‌زایی آن‌ها بر جنبه‌ی منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷، ۱۰۲-۸۲.
۱۳. کافی، م و بالندری، ا. ۱۳۸۱، زرشک، تولید و فناوری. چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۴. کرباسی، ع و دانشور، م. ۱۳۷۹، بررسی وضعیت اشتغال در بخش کشاورزی استان خراسان در برنامه‌ی سوم توسعه، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۸، شماره ۳۰، ۲۴۷-۲۶۳.

۱۵. کاظمی، م. ۱۳۸۳، بررسی نواحی مستعد کشت زیتون در استان اصفهان با استفاده از تکنولوژی GIS، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
۱۶. کوچکی، ع و خیابانی، ح، ۱۳۷۱، مبانی اکولوژیکی کشاورزی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۷. مظهری، م. دانشور، م. ۱۳۷۶، تحلیل اقتصادی تولید زرشک. فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۸، ۲۴۳-۲۳۱.
۱۸. مقتدری، ق. ۱۳۸۳، بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت نخل در ایران، رساله‌ی دکتری، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران.
۱۹. مهندسین مشاور تام-ویسان، ۱۳۸۲، مطالعات سستر کشاورزی استان خراسان، جلد هفتم، باغداری مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.
۲۰. میرزایی، ر، ۱۳۸۳، بررسی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت نیشابور با استفاده از GIS و RS، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

21. Carsjens, G. Wim G.M.Van. 1996. *Multi-Criteria techniques integrated in Gis applied for land use alloction problems*. int geographical information. pp.575-578.
22. Chapman, L. Thomes, J.E. 2002. *The use of Geographical Information System in climatology and meteorology*. Climate and atmospheric research group, school of geography and Environmental science, University of Birmingham, Birmingham B1.52tt, UK.
23. E.yesilnacar, V. Doyuran. 2000. *Selection of settlement Areas using GIS and Statistical method (Spatial - AHP)*, Middle East university, Ankara.
24. Fischer, G. Velthuizen, H. Shah, M. Nachtergaele, F. 2002. *Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st century methodology and results, international institute for applied systems analysis laxenburg, Austria & Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle terme dicaracalla Rome, Italy.*
25. Gafari, A, Cook, H.F and Lee, H, C. 2000. *Intergrating climate, Soil and crop information: A land suitability study using GIS*. GIS/EMU NO, 129.
26. Panigrahy, S. Chakraborty, M. 1998. *An integrated approach for potato crop intensification using temporal remote sensing data*. ISPRS journal of photogrammetric engineering and remote sensing 53: 54-60.
27. Priya, S. Shibasaki, R. 2001. *National spatial crop yield simulation using GIS -based crop production model*. Ecological modelling 136: 113-129.
28. Priya, S, Shibasaki, R, Ochi, Sh. 1998. *Modeling spatial crop production: a GIS approach*. GIS development. Net, AA RS, ACRS, Agriculture/Soil.
29. Priyar, M, P. Singh, G. 1994. *GIS based model for Agro-Economical Zoning: A Cas study of chitwan district*, Nepal. GIS development, AARS, ACRS, Agriculture/Soil.

30. Randhir, Sing, Anil Rai, and Prachi Misra. 2000. *Use of GIS for sampling designs for agricultural surveys*, International conference map India.
31. Saha, S.K. Pande, L.M. 1996. Agro-ecological zoning using satellite remote sensing and GIS based on Integrated approach - a case study of Doon Valley, India. Proc. INDO-US Symposium - Workshop on Remote Sensing and its Applications, IIT, Mumbai.
32. Shanvad, U, K. Precision Farming.2003. *A ray of hop for sustainable Agriculture international conference map India*.
33. Tveito, O.E. Forland, E.J. Alexanderson, H. Drebs, A. Jonson, T. Tuomenvirta, H. Vaarby Laursen, E. 2001. *Nordic climat maps*. DNMI Report 06/01 Klima.

