

## مکان‌گزینی اراضی مستعد کشت بادام در استان آذربایجان شرقی

**دکتر غلامعلی کمالی**

استادیار پژوهشکده سازمان هواشناسی کشور

**دکتر پرویز ضیایان**

دانشیار جغرافیا دانشگاه تربیت معلم

**حجت‌اله یزدان‌پناه**

دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه تربیت معلم

**دکتر زهرا حجازی‌زاده**

دانشیار جغرافیا دانشگاه تربیت معلم

### چکیده

در این تحقیق به کمک سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی مناطق مستعد کشت بادام دیم تعیین شده است. از آنجا که بادام دارای نیازهای آب و هوایی خاصی است، در ابتدا برای هر یک از این نیازهای اقلیمی یک لایه‌ی جداگانه به کمک سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید. این لایه‌ها شامل لایه‌ی بارش، لایه‌ی احتمال وقوع سرمازدگی، لایه‌ی شاخص رطوبت در دسترس، لایه‌ی درجات روز رشد و نهایتاً لایه‌ی توزیع بارش در سال بود. تلفیق لایه‌های مذکور به کمک مدل تلفیق شاخص وزنی انجام شد. در این مدل ابتدا برای هر یک از عوامل اقلیمی شاخص وزنی خاصی تعیین شده و نهایتاً به کمک مدل تلفیق فاکتور وزنی، نقشه‌ی تعیین مناطق مستعد کشت بادام دیم برای استان آذربایجان شرقی به دست آمد.

کلیدواژه‌ها: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی. بادام. اقلیم.

### مقدمه

آب و هوا یکی از مهمترین عواملی است که در طول تاریخ مورد توجه بشر بوده است و کمتر کشاورزی است که در طول روز با یک یا چند عامل هواشناسی برخورد نداشته باشد. در کشور ما به خاطر محدودیت شدید بارش، وجود گرمای طاقت‌فرسا در تابستان و سرماهای شدید در زمستان، شناخت آب و هوا نقش ویژه‌ای در موفقیت کشاورزی ایفا می‌کند. میزان تولید محصولات کشاورزی همبستگی بالایی با نزولات جوی و مناسب‌بودن شرایط آب و هوایی در هر سال دارد.

انتشار آفات و امراض گیاهی تابع شرایط آب و هوایی است و پوشش گیاهی مراتع و حتی فلور علف‌های هرز مزارع نیز از شرایط آب و هوایی تبعیت می‌کند (خلیلی، ۱۳۵۲: ۲). محدودیت منابع موجود از یک طرف و افزایش روزافزون جمعیت و به تبع آن افزایش نیاز غذایی کشور ایجاد می‌کند که اولاً منابع موجود خود را به‌درستی بشناسیم و ثانیاً از این منابع محدود به نحو احسن استفاده نماییم. اقلیم، یکی از این منابع خدادادی است که تقریباً غیر قابل تغییر بوده و لذا موفقیت در امر کشاورزی مستلزم انتخاب و کشت گونه‌هایی است که بیشترین تطابق را با شرایط آب و هوایی منطقه داشته باشند (کوانتا، ۱۳۵۶: ۱۲۵). هدف از این تحقیق تعیین مناطقی از استان آذربایجان شرقی است که از لحاظ اقلیمی جهت کشت بادام دیم مناسب است.

### مواد و روش‌ها

#### موقعیت جغرافیایی و فیزیوگرافی منطقه‌ی مطالعاتی

استان آذربایجان شرقی در شمال غرب ایران واقع شده است. از شمال به رود بزرگارس، از شرق به استان اردبیل، از غرب به استان آذربایجان غربی و از جنوب به استان زنجان محدود می‌شود.

#### نیازمندی‌های اقلیمی بادام

بادام یکی از گونه‌های درختان میوه است که زودتر از سایرین شکوفه می‌دهد این مسأله باعث بروز خسارت سرماهای دیررس بهاره بر روی شکوفه‌ها می‌گردد (خامبت، ۱۹۹۲: ۹۰). گل‌ها و شکوفه‌های بازشده‌ی بادام در دمای کمتر از ۱- درجه سانتیگراد خسارت می‌بینند (وزوایی، ۱۳۷۸: ۱۰). لذا، در موقع تعیین مناطق مناسب برای کاشت این محصول، یکی از معیارهای اصلی باید تاریخ وقوع آخرین درجات حرارت منفی (زیر ۱- درجه سانتیگراد) باشد، به نحوی که از بروز سرمازدگی شکوفه‌ها اجتناب شود. علاوه بر گل‌ها که به سرمازدگی بسیار حساس هستند، میوه‌های تازه تشکیل شده‌ی بادام نیز به دماهای پایین‌تر از ۱- درجه بسیار حساس هستند. قابلیت تطبیق زیاد درخت بادام سبب می‌شود که تحت شرایط بدون آبیاری در مناطقی که میزان بارندگی سالانه از ۲۵۰ میلیمتر تجاوز می‌نماید، بروید و به زندگی ادامه دهد (ایمانی، ۱۳۷۸: ۱۸).

#### معرفی ایستگاه‌ها و پارامترهای هواشناسی مورد مطالعه

برای دستیابی به آمار میانگین دمای روزانه، دمای حداقل و حداکثر روزانه، تبخیر ماهانه، تبخیر و تعرق و بارش ماهانه از انواع ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی و همچنین بانک اطلاعاتی بخش تأمین آب وزارت کشاورزی (برای دو پارامتر باران مؤثر و تبخیر و تعرق) که

در منطقه آمار قابل قبولی دارند استفاده شده است. آمار مذکور در یک دوره ۲۵ ساله (۲۰۰۰ - ۱۹۸۶) از بانک اطلاعاتی سازمان هواشناسی استخراج گردید. نقشه‌ی شماره (۱) مشخصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه را نشان می‌دهد. علاوه بر اینها تاریخ‌های گلدھی بادام نیز در هر یک از ایستگاهها از آمار وزارت کشاورزی و تعدادی رساله‌ی دکتری (ایمانی، ۱۳۷۸) و کارشناسی ارشد (جلیوند، ۱۳۷۶) استخراج شد. عدم تجانس دوره‌های آماری ایستگاههای موجود از قبیل تأسیس غیر همزمان ایستگاهها و یا تغییر نوع ایستگاهها ایجاب می‌کرد که عمل کنترل کیفیت و احیاناً بازسازی داده‌ها انجام شود.

### تهیه لایه‌های مختلف اطلاعاتی در محیط GIS

#### تهیه مدل رقومی زمین (DEM)

برای تهیه‌ی مدل ارتفاعی (رقومی) زمین از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰۰ اداره جغرافیایی ارتش استفاده شده است. داده‌های ارتفاعی شامل یک سری نقاط با مختصات معین و ارتفاع مشخص است که در شبکه‌ای به فواصل ۱۰ کیلومتری از این نقشه‌ها استخراج شد. برای تهیه‌ی مدل رقومی ابتدا با مبنا قراردادن زون ۳۸ در سیستم تصویر UTM، کلیه‌ی نقاط به سیستم تصویر UTM تبدیل شدند. سپس لایه‌ای از نقاط ارتفاعی در فرمت وکتوری تهیه گردید. برای مشخص نمودن محدوده‌ی استان نیز لازم بود این محدوده ابتدا توسط دستگاه میز رقومی گر یا دیجیتالایزر در فرمت وکتوری تهیه گردد (برادران‌راد، ۱۳۷۸:۳۵). سپس به‌وسیله‌ی انجام عمل درون‌یابی (به روش کریجینگ)، مدل ارتفاعی زمین (DEM) تهیه گردید. از همپوشانی این لایه با لایه محدوده‌ی استان آذربایجان شرقی، مدل ارتفاعی زمین برای کل استان آذربایجان شرقی تهیه گردید (نقشه ۲).

#### تهیه‌ی لایه هم احتمال وقوع بارش بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال

برای تهیه‌ی لایه بارش در منطقه لازم بود که ابتدا معادلات رگرسیونی بین احتمال وقوع بارش بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر در هر ایستگاه و ارتفاع محاسبه گردد. برای این کار از نرم‌افزارهای آماری استفاده گردید. حال با اعمال معادلات رگرسیونی به دست آمده در مدل ارتفاع زمین (DEM)، لایه‌ی هم احتمال وقوع بارش به دست آمد. از آنجا که هر معادله‌ی رگرسیونی دارای مقداری خطا می‌باشد (به بیان دیگر مقادیر محاسبه شده و واقعی با هم اختلاف دارند). لذا لازم بود لایه‌ی خطا برای لایه‌ی هم احتمال وقوع بارش تهیه گردد. برای نیل به این هدف، برای هر ایستگاه اختلاف مقادیر محاسبه شده و واقعی مشخص و لایه‌ی خطای بارش نیز تهیه گردید. از همپوشانی این لایه با لایه‌ی بارندگی تصحیح نشده، لایه‌ی بارش تصحیح شده

به دست آمد. سپس کلاسه بندی نقشه‌ی مذکور به ۴ پهنه هم احتمال با شرایط (جدول ۱) انجام گردید تا نقشه‌ی توزیع پهنه بندی بارش در استان به دست آید (نقشه ۳).

#### تهیه‌ی لایه احتمال وقوع سرمازدگی دیررس بهاره

از آنجا که بروز سرمازدگی در دماهای زیر ۱- درجه سانتیگراد باعث خسارت بر روی شکوفه‌ها و میوه‌های جوان بادام می‌شود، لذا نقشه‌ی هم احتمال وقوع سرمازدگی بر روی بادام تهیه شد. برای نیل به این هدف، ابتدا برای هر ایستگاه آخرین تاریخ‌های وقوع سرمای زیر ۱- درجه سانتیگراد در دوره‌ی آماری استخراج شده و سپس با برازش داده‌ها به بهترین توزیع آماری (با استفاده از نرم افزار HyFA)، احتمالات وقوع سرمازدگی بعد از تاریخ گلدهی محاسبه گردید (سارکر، ۱۹۸۸: ۳۵۰).

پس از محاسبه‌ی رابطه بین احتمال وقوع و ارتفاع ایستگاهها و اعمال آن در نقشه‌ی DEM منطقه، نقشه‌ی توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع سرمازدگی بعد از تاریخ گلدهی بدون احتساب خطای رگرسیون به دست آمد. پس از تهیه‌ی نقشه‌ی خطای رگرسیون در منطقه‌ی مطالعاتی و همپوشانی آن با نقشه‌ی قانونمند (نقشه‌ای که از اعمال رابطه‌ی رگرسیونی بین ارتفاع و احتمال سرمازدگی به دست آمد) نقشه‌ی نهایی احتمالات وقوع سرما به دست آمد. نهایتاً نقشه‌ی نهایی توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع سرما بر اساس معیارهای جدول (۱) به ۴ پهنه طبقه بندی گردید (نقشه ۴).

#### نقشه‌ی احتمال وقوع مجموعه درجه‌ی روزهای بزرگتر از ۳۵۰۰ درجه روز

هر گیاه برای کامل کردن مراحل مختلف فنولوژیکی خود نیازمند مقدار مشخصی واحد گرمایی جهت تکمیل مراحل مختلف رشدی خود دارد. اهمیت این مسأله باعث شد که لایه‌ای نیز برای پهنه‌های هم احتمال وقوع درجه‌ی روزهای تجمعی (GDD) بزرگتر از ۳۵۰۰ درجه روز (حداقل درجه روزهای مورد نیاز بادام جهت تکمیل رشد خود (لامب، ۱۹۹۱: ۲۱۲) تهیه شود. بدین منظور با استفاده از فرمول عمومی درجه روزها مقدار واحدهای حرارتی برای هر ایستگاه مطابق رابطه‌ی زیر محاسبه گردید:

$$GDD = \sum((T_{max} + T_{min})/2 - T_b)$$

$T_{max}$  : دمای حداکثر روزانه

$T_{min}$  : دمای حداقل روزانه

$T_b$  : دمای پایه (= ۰ درجه سانتیگراد)

#### درجه‌ی روزهای رشد (واحدهای حرارتی) GDD

پس از مشخص کردن توزیع آماری مناسب (توزیع لوگ نرمال که بر اساس خروجی نرم‌افزار HYFA مشخص شد)، احتمالات وقوع درجه روزهای تجمعی بزرگتر از ۳۵۰۰ درجه روز را برای هر ایستگاه محاسبه و طبق روند ذکر شده در تهیه‌ی لایه بارش، لایه‌ی احتمال وقوع درجه روزهای بزرگتر از ۳۵۰۰ درجه روز نیز تهیه گردید و بر اساس آن نقشه‌ی (۵) تهیه گردید.

#### تهیه‌ی لایه شاخص رطوبت قابل دسترس

از آنجا که تبخیر و تعرق یکی از عوامل اصلی در بیلان آب خاک می‌باشد لذا برآورد این پارامتر و محاسبه شاخص رطوبت قابل دسترس (MAI) برای تعیین بهترین مناطق کشت بادام دیم لازم به نظر می‌رسد. مقدار شاخص رطوبت قابل دسترس از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید (توماس، ۱۹۹۲: ۲۱۵):

$$ETC/Pe = MAI$$

ETC: تبخیر و تعرق گیاه (بادام) بر حسب mm/month

Pe: بارش مؤثر (mm)

MAI: شاخص رطوبت قابل دسترس

لازم به ذکر است که آمار تبخیر و تعرق و بارش مؤثر از نتایج طرح تحقیقاتی وزارت کشاورزی (علیزاده، ۱۳۸۱: ۱۲۰) استخراج شد. پس از محاسبه MAI برای کل دوره‌ی رشد، نسبت به یافتن رابطه‌ی بین MAI و ارتفاع اقدام شد. برای ساختن لایه هم احتمال وقوع MAI در منطقه، لازم است که ابتدا خطای حاصل از رگرسیون بین MAI و ارتفاع محاسبه گردد. پس از ساختن لایه‌ی خطا، هم پوشانی لایه‌ی خطا با لایه MAI اصلاح نشده انجام شد و نهایتاً نقشه‌ی توزیع جغرافیایی شاخص رطوبت قابل دسترس اصلاح شده برای منطقه مطالعاتی به دست خواهد آمد (نقشه‌ی شماره ۶). لازم به ذکر است که در محاسبه‌ی شاخص رطوبت از فرمول پنمن استفاده شده است.

#### نقشه‌ی توزیع جغرافیایی نسبت بارش بهار و تابستان به کل بارش سالیانه

از آنجا که پراکنش بارندگی و توزیع زمانی آن در امر کشاورزی و بخصوص کشت دیم دارای اهمیت زیادی است (لامبا، ۱۹۹۱: ۲۱۵)، لذا برای منطقه‌ی مورد مطالعه نیز بر اساس داده‌های بارندگی ماهانه، نسبت بارش در طول فصل رشد (بهار و تابستان) به کل بارش سالیانه محاسبه گردید.

پس از محاسبه‌ی این نسبت و به دست آوردن رابطه‌ی رگرسیون آن با ارتفاع (جدول ۲)، نقشه‌ی توزیع جغرافیایی نسبت بارش بهار و تابستان به کل بارش به صورت تصحیح نشده

(بدون در نظر گرفتن لایه‌ی خطا) به‌دست آمد. برای به‌دست آوردن نقشه اصلاح شده (با در نظر گرفتن لایه‌ی خطا)، لازم بود که ابتدا نقشه‌ی توزیع جغرافیایی خطای نسبت بارش بهار و تابستان به کل بارش سالانه برحسب درصد به‌دست آید و سپس این نقشه با نقشه‌ی توزیع جغرافیایی خطا همپوشانی شود تا نقشه‌ی توزیع جغرافیایی نسبت بارش بهار و تابستان به کل بارش سالانه با در نظر گرفتن لایه‌ی خطا به‌دست آید نقشه (۷).

### نتیجه‌گیری

برای تعیین مناطق مستعد کشت بادام دیم لازم است که نقشه‌های هم احتمال وقوع سرما، بارندگی بیش از ۲۵۰ میلی‌متر، درجه‌ی روزهای بزرگتر از ۳۵۰۰، نسبت بارش و شاخص MAI با یکدیگر همپوشانی داده شوند. از آنجا که تاثیر هر یک از این عوامل در تعیین مناطق مستعد کشت بادام دیم یکسان نیست، لذا لازم است قبل از تلفیق این لایه‌ها با توجه به درجه‌ی تأثیر هر یک از این عوامل و مدل تلفیق وزن‌دهی به هر یک از این لایه‌ها فاکتور وزنی اختصاص یافته در نقشه‌ی مربوطه اعمال شود. جهت تعیین این فاکتورهای وزنی از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یا روش AHP استفاده گردید. در این روش با توجه به مقادیر شاخص وزنی نسبی هر یک از عوامل و مراجعه به جدول تعیین وزن‌ها (Saaty, 1980) و تهیه‌ی ماتریس داده‌ها وزن نهایی هر یک از لایه‌ها تعیین می‌گردد. در این تحقیق پس از تهیه ماتریس ورودی داده‌ها، وزن هر یک از لایه‌ها به کمک نرم‌افزار USAGE که جهت محاسبه‌ی وزن هر یک از لایه‌ها به روش تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است (Yousi, 1999)، به دست آمد. نتایج خروجی از این نرم‌افزار نشان داد که در بین عوامل اقلیمی مؤثر در عملکرد بادام دیم تأثیر دو عامل سرمازدگی و بارش بیشتر از سایر عوامل بوده و بایستی درجه‌ی تأثیر این دو عامل را در تلفیق لایه‌ها دو برابر سایر لایه‌ها در نظر گرفت. اعمال ضرایب وزنی به کمک رابطه‌ی زیر بر روی نقشه‌ها اعمال گردید:

$$S_i = w_i x_i$$

که در آن:

$S_i$ : مقدار ارزش پهنه  $i$  پس از اعمال ضرایب

$w_i$ : فاکتور وزنی

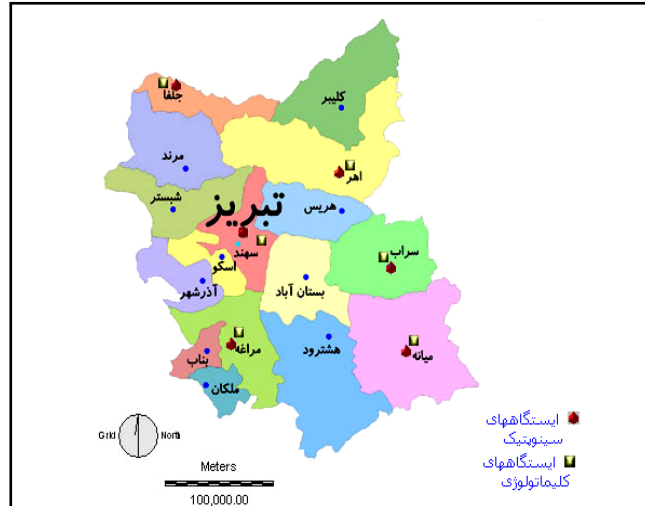
$x_i$ : مقدار اولیه ارزش پهنه  $i$

نهایتاً پس از اعمال ضرایب وزنی و همپوشانی این پنج نقشه، نقشه‌ی نهایی هم اقلیمی کشاورزی مناطق مستعد کشت بادام دیم در استان آذربایجان شرقی تهیه شد که این نقشه به ۴ پهنه‌ی زیر تقسیم‌بندی شده است نقشه (۸):

- ۱- مناطق بسیار مطلوب (درجه یک)؛ مناطقی از استان هستند که در آنها بیشترین تطابق بین پارامترهای اقلیمی و نیازهای آب و هوایی بادام دیم وجود دارد و در نتیجه عملکرد بالایی نیز خواهند داشت.
- ۲- مناطق نسبتاً مطلوب (درجه دو)؛ اگرچه این مناطق شرایط اقلیمی ضعیف تری نسبت به مناطق مستعد درجه یک دارند ولی به کمک عملیات زراعی مناسب و به موقع (مثلاً آبیاری تکمیلی) می‌توان عملکرد نسبتاً بالایی را انتظار داشت.
- ۳- مناطق ضعیف (درجه سه)؛ این مناطق دارای پتانسیل اقلیمی پایینی برای کشت بادام دیم می‌باشند و عملکرد حاصله نیز کم خواهد بود.
- ۴- مناطق نامناسب (درجه چهار)؛ همانگونه که از نام این مناطق مشخص می‌شود، مناطقی از استان را شامل می‌شوند که به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمی متناسب با نیازهای اکولوژیکی بادام دیم، کشت این محصول در این مناطق توصیه نمی‌شود.

### منابع و مأخذ

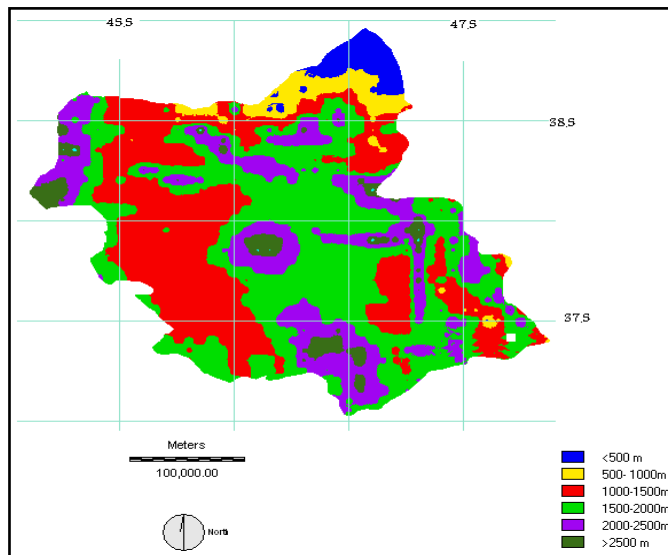
- ۱- ایمانی، ع (۱۳۷۸): بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی چند رقم بادام. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۲- برادران‌راد، ر (۱۳۷۸): پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از GIS مطالعه موردی شمال غرب ایران. پایان - نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.
- ۳- خلیلی، ع (۱۳۵۲): شناخت علمی اقلیم‌ها. نشریه هواشناسی سازمان هواشناسی. ۳۶:۲۵-۱۲.
- ۴- جلیوند، م (۱۳۷۶): تعیین برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بوتانیکی بادام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۵- علیزاده، ا (۱۳۸۱): مطالعات تعیین نیاز آبی در استان آذربایجان شرقی.
- ۶- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۵۰): گزارش طرح مطالعاتی طبقه‌بندی اقلیمی کشاورزی کوانتا.
- ۷- وزوایی، ع (۱۳۷۸): بررسی روند بادام‌کاری در ایران و مقایسه آن با چند کشور استرالیا و آمریکا. سخنرانی علمی. دانشکده کشاورزی کرج.
- 8- Khambete- NN (1992) Agroclimatic classification for assessment of the crop potential of karantaka, Mousam, 43:1, 91-89.
- 9- Sarker - RP (1988) A New approach to agroclimatic classification to find out crop potential, Mousam, 39: 4, 343-358.
- 10- Saaty-s (1986) Analytic Hierarchy Process - Arrozeira , 49: 428-1-12.
- 11-Lamba- BS (1991) Agroclimatic classification of Punjab and Haryana on the basis of moisture availability index, Mousam, 42:2211-213.
- 12- Thomas - A (1992) Agricultural water balance of yunnan province, PR china: agroclimatic zoning with GIS, Agricultural water management. 21 : 4, 249-263
- 13-Yousi, N (1999) Calculation Software for Weights of AHP, <http://www.isc.senshu-u.ac.jp/~thc0456/EAHP/AHPweb.html>



نقشه ۱: لیست ایستگاههای هواشناسی به کار برده شده در تحقیق حاضر (منبع: سازمان هواشناسی کشور)

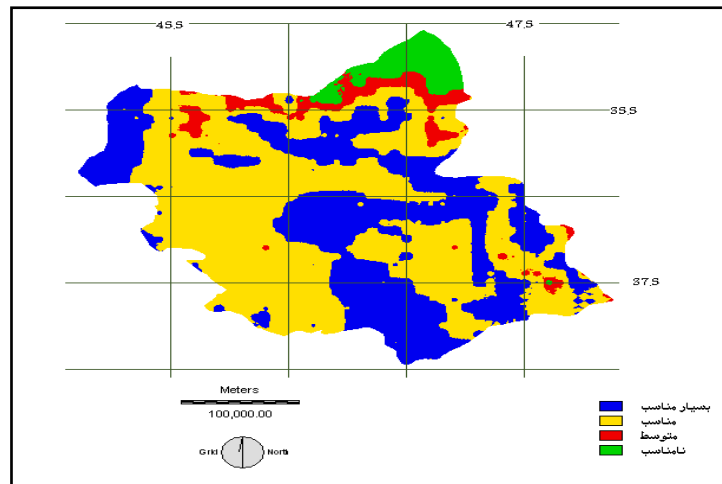
جدول ۱: معیارهای به کار گرفته شده جهت تهیه نقشه‌ی مناطق مستعد کشت بادام

طبقه	پارامتر	احتمال - سرمازدگی	احتمال بارش - مناسب	شاخص رطوبت	نسبت بارش	GDD>350 0
مناسب		<0.25	>0.80	>0.60	>0.60	>0.85
متوسط		0.25- 0.50	0.60 - 0.8	0.40 -0.60	0.40 - 0.60	0.65- 0.85
ضعیف		0.50- 0.75	0.40 -0.60	0.20- 0.40	0.20 - 0.40	0.45- 0.65
نامناسب		>0.75	<0.40	<0.20	<0.20	<0.45

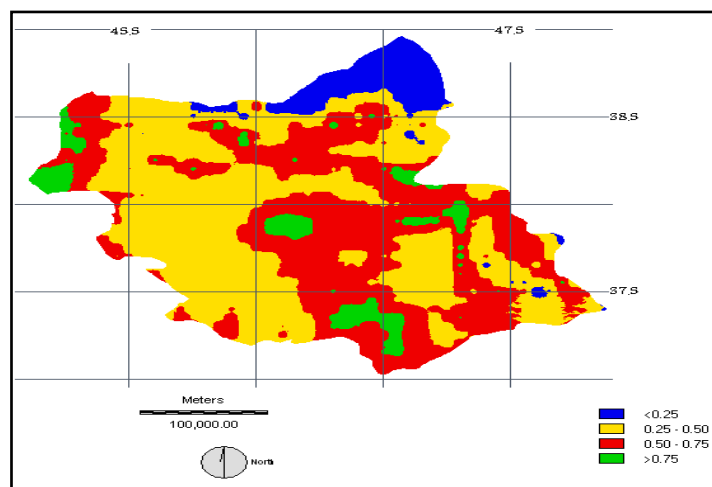


نقشه ۲: توزیع جغرافیایی ارتفاع در استان آذربایجان شرقی

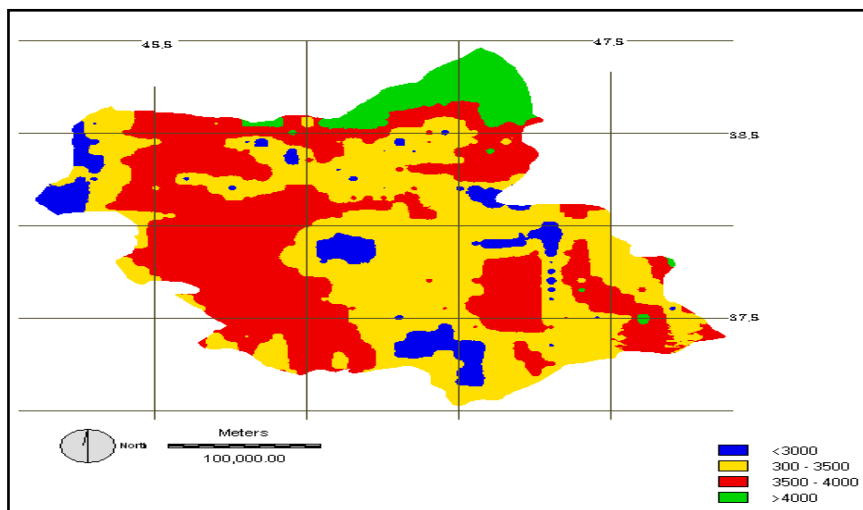




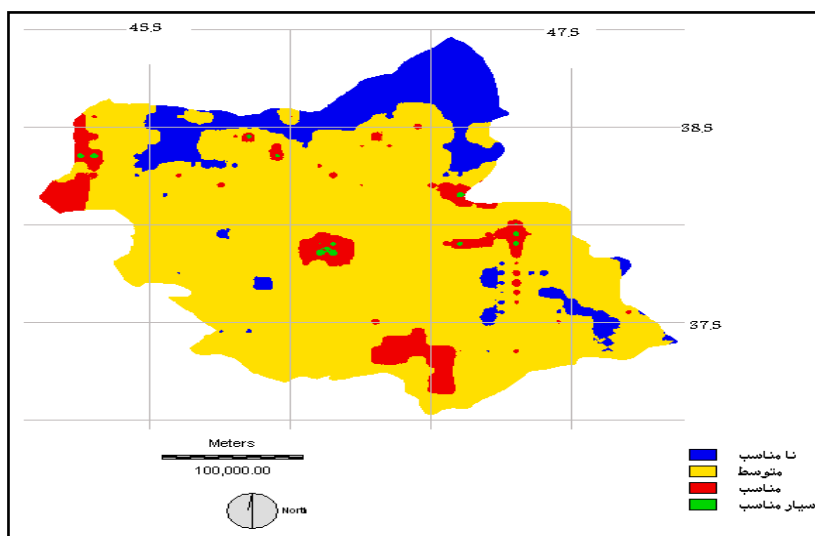
نقشه ۳: پهنه‌بندی استان از لحاظ وضعیت تناسب بارش برای بادام



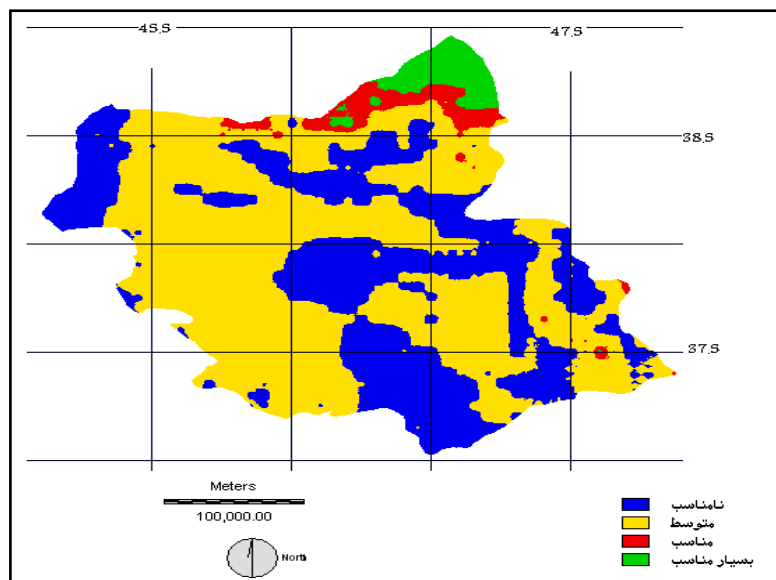
نقشه ۴: توزیع جغرافیایی احتمال وقوع سرمای بهاره روی بادام بر حسب درصد



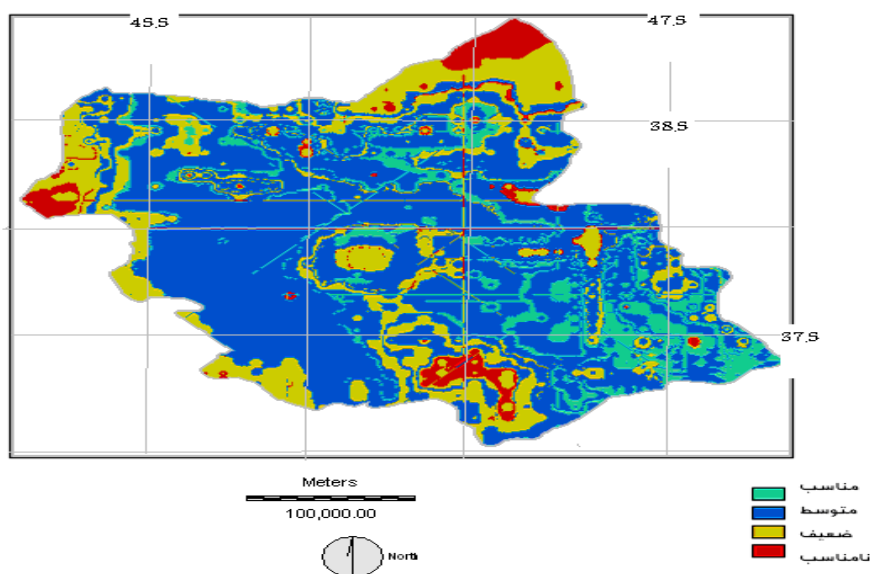
نقشه ۵: توزیع جغرافیایی واحدهای حرارتی در استان آذربایجان شرقی (درجه روز)



نقشه ۶: توزیع جغرافیایی تناسب استان از لحاظ شاخص رطوبت قابل دسترس



نقشه ۷: توزیع جغرافیایی تناسب استان از لحاظ نسبت بارش فصل رشد به کل بارش



نقشه ۸: پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت بادام در استان (از لحاظ نیازهای اقلیمی)