نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۸، ص. ۹۴۲-۹۲۳

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 6, Jan.-Feb. 2020, p. 923-942

توان‌سنجی کشت درخت انگور در ایران براساس شرایط اقلیمی

طیبه شجاعی[۱]- غلامعباس فلاح قالهری[۲*]- عبدالرضا کاشکی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶

چکیده

با توجه به کمبود منابع آبی در کشور و دگرگونی اقلیمی، شناخت نواحی مستعد کشت درختان میوه براساس شرایط اقلیمی به منظور استفاده بهینه حائز اهمیت است. مطالعه حاضر با هدف توان‌سنجی شرایط اقلیمی ایران برای کشت درخت انگور کشمشی براساس تکنیک‌های چند معیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی بررسی شده است. در این راستا از آمار ۲۰۰ ایستگاه هواشناسی عمده در سطح کشور در مقیاس‌های زمانی ساعتی، روزانه و ماهانه برای تعیین لایه‌های اطلاعاتی زیر معیارهای اقلیمی استفاده شد. آستانه‌های رشد و نمو درخت انگور براساس مطالعات کتابخانه‌ای مشخص شد. برای تعیین انباشت سرمایی مناطق مختلف کشور از مدل ساعات سرمایی CH استفاده شد. در ادامه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، معیارها و زیرمعیارهای اقلیمی لازم تعیین گردید. نتایج نشان داد که انباشت سرمایی دوره رکود که نیاز سرمایی را برطرف می‌کند، مهم‌ترین زیر معیار اقلیمی برای سنجش قابلیت‌های کشت درخت انگور محسوب می‌شود. همچنین در ایران ۴۲۱۹۵۶۳۷٫۸ هکتار دارای قابلیت نامناسب و ۴۲۷۲۱۳۳۶٫۲ دارای قابلیت ضعیف و ۷۵۴۹۲۵۱۰ هکتار از قابلیت مناسب برای کشت انگور در گستره ایران برخوردار می‌باشد. مناطق مناسب کشت درخت انگور منطبق بر دامنه‌های مناطق کوهستانی و نسبتاً مرتفع در نیمه غربی، شمال غرب، شمال شرق و مناطق پراکنده مرکز، شرق و جنوب شرق قرار دارد. محدوده مناسب کشت درختان انگور ۴۲ درصد از سطح مساحت کشور را شامل می‌شود. نتایج و دستاوردهای مطالعه حاضر به عنوان الگویی برای کشت درختان خزان کننده سردسیر بر مبنای توان اقلیمی و جغرافیایی در جهت استفاده بهینه از منابع طبیعی حائز اهمیت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ایران، توان‌سنجی، درخت انگور، شرایط اقلیمی

مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعه‌ی پایدار دارد (۷). باغبانی بالاخص میوه‌کاری از اهمیت خاصی در دنیا برخوردار می‌باشد. شناسایی مناطق مستعد کشاورزی بر پایه شناخت پتانسیل‌های طبیعی، می‌تواند ضمن فراهم سازی بسترهای مناسب برای فعالیت‌های انسانی، در امر برنامه‌ریزی محیطی و آمایش سرزمین نقش عمده ای ایفا نماید (۱۰). عوامل محیطی در انتخاب محل احداث باغ از اهمیت زیادی برخوردار است (۴۳). آب و هوا یک عامل تعیین کننده و قطعی در توزیع گیاهان و فرایندهای فیزیولوژیکی و فنولوژیکی آن‌ها محسوب می‌شود (۳۵). تمرکز تولید تجاری هر گونه بطور نسبی در چند منطقه به دلیل این که گونه‌ها به شرایط آب و هو ایی آن مناطق بهتر سازگار گشته‌اند، بوجود آمده است (۳۳). جهت ایجاد باغ میوه باید دقت لازم انجام گیرد. شرایط اقلیمی در پرورش میوه‌ها از اهمیت خاصی برخوردار بوده و در کل عوامل محیطی در انتخاب محل احداث باغات از اهمیت زیادی برخوردار است (۴۳). برای اینکه بتوان بهترین ارقام مناسب با شرایط هر منطقه را انتخاب و روی آن سرمایه‌گذاری کرد، باید اصل شرایط اقلیمی را ملاک قرار داد. عوامل محیطی مختلفی بر روی رشد و نمو درختان میوه بخصوص درختان سردسیر خزان کننده تأثیر می‌گذارد (۲۶). در میان عوامل محیطی شرایط اقلیمی مهم‌ترین پارامتر تعیین کننده برای رشد و نمو و سازگاری درختان میوه محسوب می‌شود (۲۲ و ۳۸). آب و هوا، محدوده پراکندگی گونه‌ها را تعیین می‌کند. آب و هوا نه تنها محدودیت‌هایی را برای کشت یک محصول مورد نظر به وجود می‌آورد، بلکه تا حد زیادی ثبات سالیانه تولید محصول را نیز تعیین می‌کند (۳۳). امروزه انگور در بیش از ۴۰ کشور دنیا کشت می‌شود. آب و هوا یکی از عوامل مؤثر طبیعی بر درخت انگور است. از میان عناصر اقلیمی آن، شاخص‌های حرارتی عامل مؤثر در چرخه تولید و کیفیت و کمیت انگور می‌باشد (۱۷). گیاه مولد انگور بنام مو یا تاک شناخته می‌شود. مو گیاهی از تیره Ampelidaceae است. گیاهان این تیره درختچه‌های هستند که دارای ساقه‌ای گره دار بوده و با توجه به پیچک‌هایی که دارند، بالا رونده می‌باشند. منشا اصلی تاک آسیایی–اروپایی بنام ویتیس وینی

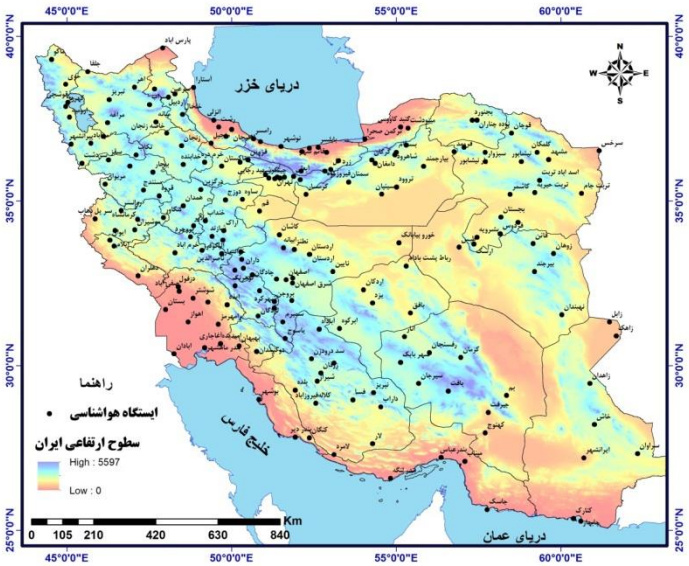
۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، دانشیار و استادیار اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: g.fallah@hsu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jsw.v33i6.74900

فرا اسیای صغیر است. انگور گیاهی رونده ایت که درازای آن بـه ۱۵-۱۰ متر می‌رسد. طول دوره رشد آن بین ۶-۵ ماه است. انگـور بـومی مناطق معتدله نیمه گرمسـیری بـوده و ارقـام مختلـف آن از منـاطق سردسیر کشور تا معتدل نیمه گرمسیری قابل پرورش مـی‌باشـد (۴۳). در ایران براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، درخـت انگـور ۲۹۴۲۴۹ هزار هکتار از کاربری باغات را به خود اختصاص می‌دهد. از این سطح زیر کشت، ۳۱۶۷۴۳۷ میلیون تن انگور در کشور تولیـد مـی‌شـود. بـه ازای هر هکتار در کشت ابی ۱۳۹۷۶ تن و در کشـت دیـم ۳۹۲۱ تـن عملکرد انگور مشخص شده است.

امروزه یکی از متداول‌ترین روش‌هـای برنامـه‌ریـزی، اسـتفاده از تکنیک‌هایی است که بتوان به کمک آن‌ها به بهتـرین گزینـه دسـت یافت. یکی از عمده‌ترین این تکنیک‌های چنـد معیـاره، فراینـد AHP می‌باشد (۱۹ و ۱۵). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در واقع یکـی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهـای چندگانه است. این فراینـد بـرای اولـین بـار توسـط تومـاس سـاعتی (۱۹۸۰) ارائه گردید. این فرایند یک روش سـاده محاسـباتی بـر روی ماتریس‌ها است که با ایجاد سلسله مراتب مناسب، می‌تـوان ضـرایب وزنی مختلـف را بـراورد نمـود (۳۶). فراینـد تحلیـل سلسـله مراتبـی براساس مقایسات زوجی است که قضاوت را اسان و دقت محاسبات را بالا می‌برد (۹). مزیت فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یـا تشـکیل سلسله مراتب پیچیدگی یک مسئله طی مـدارج طبقـه‌بنـدی شـده از بزرگ به کوچک یا از عمومی به مطالب خاص است (۱۵).

الفونس[1] (۵) کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در کشـاورزی در کشورهای در حال توسعه را بررسی نمودنـد. روش AHP بـه عنـوان یک روش چند معیاره در مطالعات کشاورزی حـائز اهمیـت مـی‌باشـد. کـالوگریو[2] (۲۳) براسـاس سـامانه هوشـمند و GIS بـه ارزیـابی امکان‌سنجی اراضی مختلف پرداختند. سامانه‌های هوشـمند و سـامانه اطلاعـات جغرافیـایی نقـش تعیـین کننـده در شاسـایی قابلیـت‌هـا و توان‌های محیطی برای کشاورزی دارا مـی‌باشـند. چـاوز[3] و همکـاران (۱۲) براساس فرایند مدل AHP امکان‌سنجی و تنـوع مکـانی کشـت تنباکو را مورد بررسی قرا داده‌اند. آنها با در نظر گرفتن آمار و اطلاعات اقلیمی، زراعی و زمینی منـاطق مسـتعد کشـت را مشـخص نمودنـد. آکنسی[4] و همکاران (۳) امکان‌سنجی کاربری اراضی مستعدکشـاورزی با استفاده از تکنیک AHP و سامانه GIS را بررسی نمودنـد. در ایـن مطالعـه معیارهـای اقلیمـی و جغرافیـایی را وزن دهـی نمودنـد و قابلیت‌های کشاورزی را مشـخص نمودنـد. محمـد و همکـاران (۳۰) مناطق مختلف ایالت کارناتاکا در هندوستان را براساس سامانه GIS و سنجش از دور برای کشـاورزی براسـاس تکنیـک‌هـای چنـد معیـاره واکاوی نمودند. حیدری و سعید آبادی (۱۷) به طبقه‌بندی اقلیمی چنـد معیاری نواحی کشت انگور در ایران پرداختند. نتایج آنها نشان داد کـه شرایط اقلیمی نقش مؤثری در طبقه‌بندی اقلیمی مناطق ایفا می‌نماید. یزدان پناه و همکـاران (۴۲) اراضـی مسـتعد کشـت بـادام در اسـتان آذربایجان شرقی را براساس تکنیک سلسله مراتبی مشخص نمودند و با تلفیق لایه‌های مختلف منـاطق مسـتعد کشـت بـادام را مشـخص نمودند. شـاهیوندی و همکـاران (۴۰) کشـت ذرت دانـه‌ای در اسـتان لرستان را براساس تکنیک سلسله مراتبی پهنه‌بندی نمودند. اشـرفی و همکاران (۷) توان‌های اکولوژیکی کشت عنـاب را مکانیـابی نمودنـد. آنها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبـی و بهـره‌گیـری از پارامترهـای اقلیمی و زمینی تـوان و قابلیـت‌هـای منطقـه را بـرای کشـت عنـاب پهنه‌بندی نمودند. علوی زاده و همکـاران (۴) نـواحی مسـتعد کشـت زعفـران در دشـت کاشـمر را امکـان‌سـنجی نمودنـد. بـا همپوشـانی معیارهای مکانی و اقلیمی نواحی مستعد را مکانیابی نمودند. ذوالفقاری و همکاران (۴۴) توان‌های اقلیمی ایران برای کشت سـویا را بررسـی نمودند. آنها در این رهیافت محدوده‌هایی که حداقل‌های اقلیمـی ایـن محصول را دارابوده شناسایی کردند و سپس با روش AHP در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، توان مناطق را تعیین نمودند. حجازی زاده و همکاران (۱۸) به مکانیابی کشت زیتون بـا اسـتفاده از پارامترهـای اقلیمی و زمینی به روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی: اسـتان فارس پرداختند. نتایج نشان داد که پارامترهای اقلمیی نقش بارزی در مکانیابی کشت زیتون ایفا می‌نمایند. مجرد و غفوری زاده (۳۱) قابلیت اقلیمی کشت زعفران در استان‌های کرمانشـاه و کردسـتان را بررسـی نمودند. آنها با استفاده از آمار و اطلاعات عناصـر اقلیمـی و وزن‌دهـی نسبی، قابلیت کشت هر عنصر اقلیمی را در سطح منطقه مورد مطالعه به صورت نقاط همارزش مشخص نمودند. جـواد بیـدادی و همکـاران (۹) مناطق کشت سویا در حـوزه قـره‌سـو را براسـاس تکنیـک AHP بررسی نمودند. میرموسوی و میریـان (۲۹) بـه مطالعـه و پهنـه‌بنـدی شرایط جغرافیایی کشـت پسـته در اسـتان زنجـان پرداختنـد. آنهـا از معیارهـای مکـانی در کنـار معیارهـای اقلیمـی و سـامانه اطلاعـات جغرافیایی، مناطق مسـتعد کشـت پسـته را مشـخص نمودنـد. فـلاح قالهری و همکاران (۱۳) برای تعیین مناطق مستعد کشت گنـدم دیـم (مطالعه مـوردی: اسـتان فـارس) از تحلیـل سلسـله مراتبـی بـر روی معیارهای اقلیمی استفاده نمودند. برنا و علیـزاده (۱۰) منـاطق مسـتعد کشت مرکبات در استان خوزستان را براساس تحلیـل AHP بررسـی نمودند. نتایج آنها مشخص نمود که مناطق شمالی و شرقی اسـتان از شرایط خوب تا عالی برای کشت مرکبات برخوردار است. بررسی منابع نشان داد که با توجه به کمبود منابع طبیعی در کشور بخصوص منـابع ابی، ضرورت استفاده بهینه از مناطق طبیعی حائز اهمیت است. نتـایج بررسی‌ها نشان داد که در گستره ایران زمین، مطالعات جامعی بر روی توان‌سنجی اقلیمی برای کشت درخت انگور در جهـت توسـعه پایـدار انجام نشده است. بخش کشاورزی همچنان در عرصه اقتصاد و امنیت غذایی دارای جایگاه ویژه‌ای است.

1- Alphonce
2- Kalogirou
3- Chavez
4- Akıncı



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در کشور

Figure 1- The position of the meteorological stations studied in the country

باغبانی مزیت شناخته شده اقتصاد کشاورزی ایران محسوب می‌شود. از آنجایی که کمبود منابع آبی یکی از تهدیدهای عمده محیطی در توسعه کشاورزی محسوب می‌شود، لذا توان‌سنجی مناطق مختلف برای استفاده بهینه از منابع حائز اهمیت است. با توجه به کمبود منابع آبی و تهدید تغییرات آب و هوایی، ضرورت توان‌سنجی و آمایش اقلیمی مناطق مختلف برای کشت بهنیه باغات حائز اهمیت است. بنابراین با توجه به تأثیر بالای شرایط اقلیمی بر مکانیابی باغات، مطالعه حاضر با هدف توان‌سنجی اقلیمی مناطق مختلف ایران برای کشت درخت انگور کشمشی بی‌دانه سفید بررسی شده است. در بخش مقدمه بخشی به روش مورد استفاده اختصاص داده شود و بعد مزیت این روش با دگر روش‌ها مقایسه بشود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نظر ماهیت از نوع تحقیقات آماری–تحلیلی و از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود. متناسب با محتوا و هدف از آمار و اطلاعات پارامترهای اقلیمی در مقیاس ساعتی و روزانه استفاده شد. در این مطالعه ۲۰۰ ایستگاه همدید و اقلیم‌شناسی که آمار طولانی مدت و معتبر برخوردا بوده از بدو تاسیس تا سال ۲۰۰۸ استفاده شد (شکل ۱). آمار لازم از سازمان هواشناسی کشور تهیه و سپس دوره آماری ۳۰ ساله از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۸ استخراج و پالایش گردید. در ادامه پایگاه داده اقلیمی از داده‌های، میانگین دما، کمینه دما، بیشینه دما، رطوبت نسبی، بارش، ساعات آفتابی، دمای دوره رشد و نمو برای محاسبات مشخص گردید.

مدل ساعات سرمایی CH برای تعیین انباشت و نیاز سرمایی

ساده‌ترین روش برای اندازه‌گیری نیاز سرمایی براساس ساعات سرمایی ارائه شده است. از قدیم زمان شروع فصل خواب اواسط آبان ماه در نظر گرفته می‌شد، اما در برخی منابع زمان شروع اندازه‌گیری ساعات سرمایی را اواخر تابستان یا اوایل پاییز (زمانی که دمای هوا به زیر ۷ درجه سانتی‌گراد تنزل کرد) بیان کرده‌اند (۲). معمولا تعداد ساعات سرمایی مورد نیاز برای شکستن خواب جوانه را برای یک گونه یا واریته را در چندین سال اندازه‌گیری می‌کنند و میانگین آن را به عنوان تعداد ساعات مورد نیاز آن گونه یا واریته منتشر می‌کنند (۳۴). به احتمال زیاد معمول‌ترین مدل سرمایی و یکی از پرکاربردترین مدل‌ها، مدل CH یا ساعات سرمایی است، همچنین این مدل به مدل واینبرگر[1] (۱۹۵۰) و بننت[2] (۱۹۴۹) معروف می‌باشد. به بیان لودلینگ[3] و همکاران(۲۷) این مدل اولین بار برای درختان هلو در جرجیا در ایالات متحده امریکا ارائه داده شد و تمام ساعات با دماهایی بین صفر تا ۷,۲ درجه سانتی‌گراد، به‌صورت مؤثر برای تجمع سرمایی تفسیر می‌کنند. این مدل قدیمی‌ترین روش محاسبه نیاز سرمایی است. تعداد ساعات سرمایی در زمان t (زمان از آغاز دوره رکود بر حسب ساعت) عبارتست از (۱۳):

1- Weinberger
2- Bennet
3- Luedeling

$$CH_t = \sum_{i=1}^{t} T_{7.2}, \qquad T_{7.2} = \begin{cases} 0°C < T < 7.2°C & :1 \\ \text{else} & :0 \end{cases} \qquad (۱)$$

عملیات این روش در محیط برنامه‌نویسی نرم‌افزار اکسل تهیه و تنظیم شده است. در ادامه با استفاده از آمار روزانه و ماهانه دیگر پارامترهای اقلیمی مورد نیاز پالایش و بررسی گردید.

مدل تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در واقع یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی انعطاف‌پذیر، قوی و ساده است و در شرایطی که معیارهای انتخاب گزینه‌ها متضاد هستند بهترین کارایی را دارد. برای تصمیم‌گیری دقیق و شناسایی اهمیت نسبی معیارهای اقلیمی برای کشت انگور از روش وزن‌دهی براساس رویکرد سلسله مراتبی استفاده شد. فرایند تحلیلی سلسله مراتبی بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید و همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد (۱۷). روش (AHP) در سال ۱۹۹۲ به وسیله توماس ساعتی به عنوان یک تکنیک چندمعیاره تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی توسعه و ارائه داده شده است (۳۷). هدف عمده تصمیم در بالاترین سطح سلسله مراتبی و معیار و زیر معیار و جایگزین‌های تصمیم، در سطوح پایین تر این سلسله مراتب قرار می‌گیرند (۵).

در این تحقیق از معیار اقلیم و معیار توپوگرافیکی یا جغرافیایی استفاده شده است. بعد از پالایش و محاسبات لازم برای زیر معیارهای اقلیمی لایه اطلاعاتی از طریق دیتابیس ۲۰۰ ایستگاه هواشناسی سازمان هواشناسی کشور تنظیم گردید. اطلاعات مکانی مانند ارتفاع از لایه رقومی کشور تهیه شد. مشخصات یا نیازهای اقلیمی برای کشت درخت سیب از منابع معتبر داخلی و خارجی استخراج شد. برای زیر معیارهای جغرافیایی از لایه‌های موجود در کشور استفاده گردید. در ادامه به منظور مکانیابی مناطق مستعد کشت درخت انگور از نظر اقلیمی، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط نرم‌افزار Epert choice11 (۱۵ و ۲۱) به معیارها و زیر معیارها ارزش و وزن داده شد. در ادامه شرایط سازگاری و ناسازگاری این وزن‌دهی مشخص شد. سپس با استفاده از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS، وزن هر متغیر یا معیار و زیر معیار در لایه مربوطه عمل همپوشانی لایه‌ها براساس وزن آنها انجام شد و نقشه نهایی از مناطق مستعد کشت انگور در ایران براساس شرایط اقلیمی مشخص گردید (شکل ۲).

محاسبه وزن در فرایند تحلیل سلسله مراتبی در دو مرحله به دست می‌اید: الف: وزن نسبی و ب: وزن مطلق. وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی به دست می‌آید و وزن مطلق، رتبه نهایی هر گزینه می‌باشد که تلفیق وزن‌های نسبی محاسبه می‌گردد. بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر نباید نرخ سازگاری سیستم (CR) از ۰,۱ بیشتر باشد، که CR از تقسیم شاخص سازگاری CI بر متوسط شاخص سازگاری RI محاسبه می‌شود (۲۴). پس از تعیین ارزش‌های نسبی معیارها ارزش نرمال و نهایی نیز محاسبه گردید. عملیات این فرایند در محیط نرم‌افزار انجام گردید.

نتایج و بحث

تعیین مناطق و محدوده کشت انگور در ایران براساس شرایط اقلیمی

مقایسه زوجی[1] معیارها و زیر معیارها براساس تحلیل سلسله مراتبی

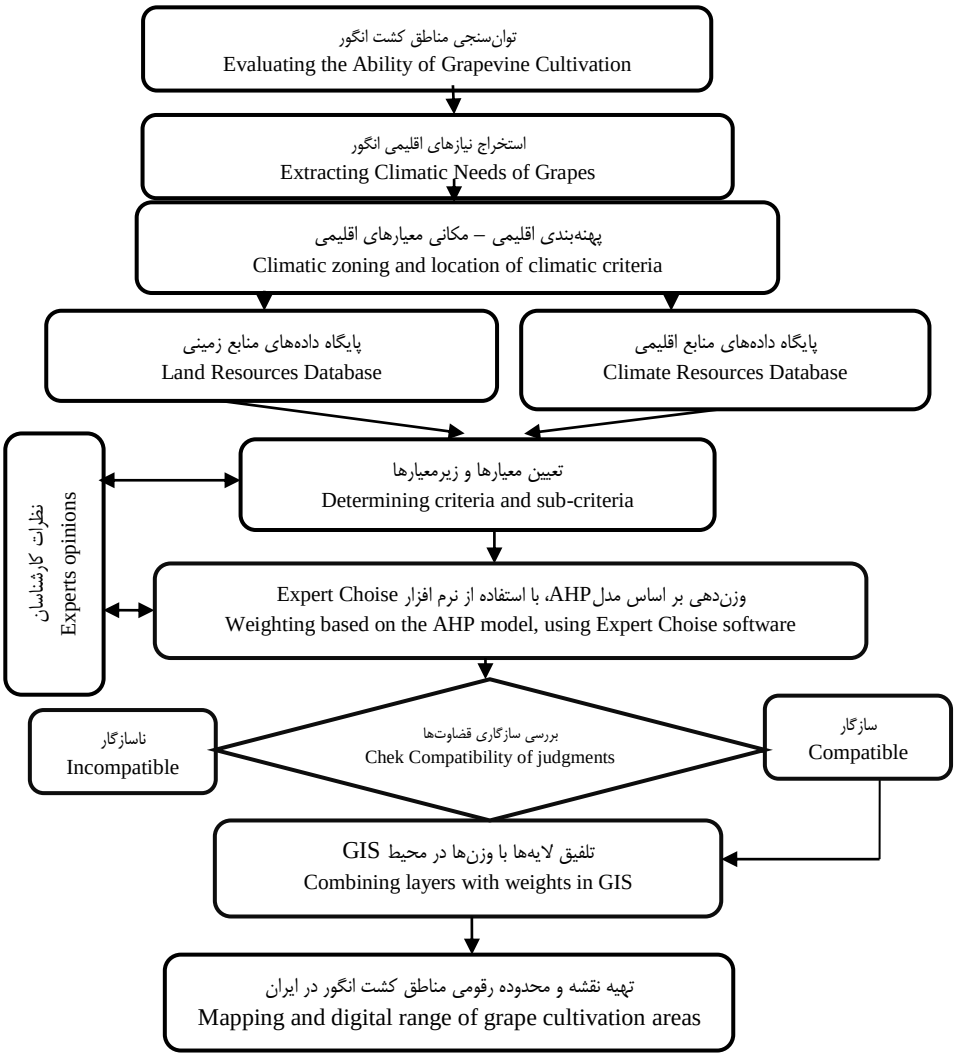
مقایسه زوجی معیارها

به منظور تعیین مناطق مستعد کشت درخت انگور از نظر شرایط اقلیمی، دو معیار عمده محیطی، شرایط اقلیمی و شرایط جغرافیایی یا توپوگرافیکی در مقابل همدیگر مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند و وزن هر کدام از معیارها و اولویت آن در جدول ۱ مشخص گردید. معیار شرایط اقلیمی با وزن ۰,۶۳ مهم‌ترین معیار مؤثر در تعیین مناطق مستعد کشت درختان انگور محسوب می‌شود. شرایط اقلیمی مهم‌ترین فاکتور در کشت درختان میوه است. هر درختی می‌تواند فقط در محدوده محیطی که متناسب با خواص ذاتی آن باشد، رشد و نمو کند (۲۸). معیار توپوگرافی که شرایط شیب و ارتفاع را در بر می‌گیرد در مرتبه دوم از اهمیت و وزنی برابر با ۰,۲۰ برخوردار می‌باشد. شرایط توپوگرافی و ارتفاع مناسب برای درختان انگور از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. مطالعات بدر و همکاران[2](۲۰۱۸) مشخص نموده که در میان فاکتورهای محیطی، عامل اقلیم بالاترین نقش را در مکانیابی کشت درختان انگور ایفا می‌نماید (۸).

مقایسه زوجی زیر معیار شرایط اقلیمی

برای ارزیابی شرایط اقلیمی پارامترهای (دمای کمینه مطلق، دمای بیشینه مطلق، بارش، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی، دمای دوره رشد، دمای دوره رکود و نیاز سرمایی) بررسی شده است. نتایج مقایسه زوجی این زیرمعیارهای اقلیمی در جدول ۲ مشخص شده است. زیرمعیار نیاز سرمایی با ۰,۴۵۱ بالاترین وزن را در بین زیرمعیارهای اقلیم در درخت انگور ایفا می‌نماید. زیرمعیارهای دمایی به صورت دماهای دوره رکود و دوره رشد بیشترین وزن را به خود اختصاص می‌دهند. زیرمعیارهای بارش و رطوبت نسبی از وزن کمتری نسبت به زیرمعیارهای دمایی برخوردار می‌باشند.

1- Paired comparison
2- Badr et al



شکل ۲- مدل مفهومی تهیه نقشه مکان‌یابی مناطق کشت انگور به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
Figure 2- Conceptual model mapping of grape cultivars using AHP process

جدول ۱- مقایسه زوجی معیارهای اصلی در تعیین مناطق مستعد کشت درخت انگور
Table 1- Comparison of the main criteria for determining areas susceptible to grapevine cultivation

	شرایط اقلیمی Climate conditions	توپوگرافی Topography	وزن Weight
شرایط اقلیمی Climate conditions	1	5	0.63
توپوگرافی Topography	-	1	0.20

نرخ ناسازگاری (۰،۰۵)
Compatibility rate (0.05)

مقایسه زوجی و توزیع فضایی زیر معیار اقلیمی نیاز سرمایی

تعیین و برآورد نیاز و انباشت سرمایی در دوره رکود یا زمستان، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها برای طراحی باغات تجاری می‌باشد (۲). در انتخاب محل باغ، نیاز سرمایی درخت، منطقه‌ای که کشت می‌کنیم سرمای زمستانه باید به حد کافی باشد که نیاز سرمایی درخت را تأمین کند، اگر زمستان گرم باشد به طور غیر عادی باعث تأخیر در گلدهی، کاهش درصد گلدهی و کاهش تشکیل میوه بر روی درخت می‌شود (۳۹).

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی زیر معیارهای اقلیم برای کشت درخت انگور

Table 2- Comparison of the pair of matrices under climatic criteria for grapevine cultivation

	نیاز سرمایی Need for the cold	دمای دوره رشد The temperature of the growth period	دمای دوره رکود The temperature of the recession period	دمای کمینه Minimum temperature	دمای بیشینه Maximum temperature	ساعات آفتابی Sunny hours	رطوبت نسبی Relative humidity	بارش Precipitation	وزن Weight
نیاز سرمایی Need for the cold	1	2	4	3	4	7	7	7	0.451
دمای دوره رشد The temperature of the growth period	-	1	3	1	3	7	7	6	0.355
دمای دوره رکود The temperature of the recession period	-	-	1	1	2	5	5	5	0.119
دمای کمینه مطلق Absolute minimum temperature		-	-	1	3	6	6	3	0.047
دمای بیشینه مطلق Absolute maximum temperature	-	-	-	-	1	7	7	1	0.090
ساعات آفتابی Sunny hours	-	-	-	-	-	1	2	2	0.036
رطوبت نسبی Relative humidity	-	-	-	-	-	-	1	1	0.026
بارش Precipitation	-	-	-	-	-	-	-	1	0.025

نرخ ناسازگاری (۰,۰۶)

Compatibility rate (0.06)

نتایج مقایسه زوجی زیر معیار اقلیمی نیاز سرمایی برای درخت انگور در جدول ۳ مشخص شده است. با توجه به اهمیت تأمین سرما در فصل رکود درختان خزاندار مانند انگور، هر چقدر نیاز سرمایی یک منطقه بالاتر باشد، از توانمندی اقلیمی بالاتری برای کاربری باغات خزان کننده برخوردار می‌باشد. بنابراین، گزینه طبقه سرمایی ۱۶۰۰ – ۱۲۰۰ با ۰,۵۸۶ بیشترین وزن را در امکان‌سنجی کشت درختان انگور برخوردار می‌باشد. بعد ازاین طبقه، طبقه ۱۲۰۰– ۸۰۰ ساعت سرمایی، از قابلیت بالاتری برخوردار است.

مشخصات لایه نیاز سرمایی و اعمال وزن بر روی لایه کشور در جدول ۴ مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که طبقه مناسب کشت انگور از نظر انباشت سرمایی، از وزنی برابر با ۰,۱۶۷ برخوردار می‌باشد. این طبقه ۵۲۹۳۷۹۹۵,۶۴ هکتار از مساحت کشور را در بر می‌گیرد. انباشت سرمایی کمتر از ۸۰۰ ساعت برای درختان انگور مناسب نمی‌باشد. بررسی منابع (۲۸ و ۳۳) کدام منابع؟ نشان داد که مقدار ۸۰۰ ساعت سرمایی برای درخت انگور ناکافی است. شکل (۳ الف) توزیع فضایی انباشت سرمایی کشور براساس مدل ساعات سرمایی در دوره رکود را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که بخش وسیعی از کشور، قابلیت تأمین سرمایی زمستانه یا انباشت سرمایی لازم برای درختان خزان‌دار انگور را دارا نمی‌باشد. مناطق نیمه جنوبی به طور کامل به دلیل وجود زمستان‌های ملایم برای کشت تجاری درختان خزان‌دار مانند انگور مناسب نیست. فقط مناطق مرتفع و نسبتاً کوهستانی واقع در شمال غرب، شمال شرق، غرب، محدوده شمال خراسان رضوی و خراسان شمالی و جنوبی ومناطق کوهپایه‌ها و دامنه‌های داخلی فلات ایران از توان تأمین کنندگی سرمای لازم برای واریته‌های انگور برخوردار می‌باشد. از شمال به جنوب و از غرب شرق از میزان انباشت سرمایی در ایران کاسته می‌شود. مناطق منیمه جنوبی و عرض‌های کم ارتفاع به دلیل عدم تأمین سرمای زمستانه، از توان سرمایی نامناسبی برای درخت انگور برخوردارند. در تعیین الگوی فضایی انباشت سرمای درختان انگور، عامل ارتفاع و عرض جغرافیایی نقش مهمی ایفا می‌نمایند.

به دلیل نیاز سرمایی نسبتاً بالای درخت انگور، امکان کشت ارقام معمولی این درخت عمدتاً در نیمه شمالی کشور، جایی که نیاز سرمایی بیش از ۸۰۰ ساعات را با دمای ۴ تا ۷ درجه سانتی‌گراد برای آن تأمین می‌کند وجود دارد. کشت این درخت در مناطق جنوبی‌تر کشور فقط محدود به ارتفاعات بالای استان فارس، کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان، سیستان و بلوچستان محدود می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه زوجی انباشت سرمایی برای درخت انگور
Table 3- Comparison of paired cumulative accumulation for grapevine

وزن Weight	0–400	400–800	800–1200	>1200	
0.586	7	6	3	1	1200-1600
0.268	5	4	1	–	800-1200
0.102	4	1	–	–	400-800
0.050	1	–	–	–	0-400

نرخ ناسازگاری (۰,۰۹)
Compatibility rate (0.09)

جدول ۴- وضعیت لایه انباشت سرمایی در گستره ایران
Table 4- Status of the Cold Storage Layer in Iran

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight	مساحت (هکتار) Area/ha
1	>1200	عالی Excellent	0.167	52937995.64
2	1200-800	مناسب Appropriate	0.076	447202109.3
3	800-400	نامناسب Inappropriate	0.029	31246411
4	0-400	نامناسب Inappropriate	0.014	33492821.16

مقایسه زوجی و توزیع فضایی زیر معیار اقلیمی دمای دوره رکود

براساس پژوهش های تونیتو و کاربنو[1]، یکی از فاکتور های مهم برای انتخاب مکان کشت باغات انگور، درجه حرارت می‌باشد (۴۱) دمای دوره رکود در درختان میوه خزان کننده مانند انگور نقش مهمی دارد. دمای هوا در دامنه خاصی می‌تواند در شکستن دوره رکود یا خواب درختان انگور با تأمین سرمای لازم مؤثر باشد. با بررسی منابع و مطالعات کتابخانه‌ای، نتایج مقایسه زوجی دمای دوره رکود در چهار طبقه در جدول ۵ مشخص شده است. دماهای ۳ –۰ درجه سانتی‌گراد با بیش از ۰,۵۸۷ بیشترین وزن را دارا می‌باشند. میانگین دمای دوره رکود در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه در گستره ایران زمین، ۶ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. بررسی لایه وزن دمای رکود در کشور در جدول ۶ مشخص شده است. همانطور که مشخص شده به ترتیب ۵۰۹۳۷۹۹۵,۶ هکتار و ۵۴۷۲۰۲۱۰۹,۳ هکتار به طبقه مناسب اختصاص دارد. بعد از این طبقات دمای دوره رکود ضعیف بوده و ودر واقع مناطق دیگر با زمستان ملایم همراه هستند و قادر به تأمین دمای سرد برای دوره خواب درختان انگور نیستند. شکل (۳ ب)، توزیع فضایی دمای دوره رکود برای درخت انگور در ایران را نشان می‌دهد. بیشترین توزیع فضایی به طبقه متوسط در حاشیه مناطق مرتفع و عرض‌های بالا کشور اختصاص دارد. منطقه مناسب محدود به مناطق مرتفع و کوهستانی غرب، شمال غرب، شمال و مناطق شمالی خراسان شمالی می‌باشد. مناطق نیمه جنوبی جزو مناطق ضعیف و نامناسب قرار دارند. از شمال به جنوب و از غرب به شرق، دمای دوره رکود افزایش می‌یابد و از توان تامین سرمایی این مناطق کاسته می‌شود. توزیع دمای دوره رکود از عامل ارتفاع و عرض جغرافیایی، برای الگوی فضایی حاکم، تبعیت می‌نماید.

مقایسه زوجی و توزیع فضایی زیر معیار دمای دوره رشد

مناطق خنک با آفتاب کافی، برای کشت درخت انگور مناسب می‌باشد. در مناطقی که دمای بالای ۳۹ درجه سانتی‌گراد دارند یا آفتاب شدید دارند برای کشت انگور مناسب نیست (۳۹ و ۳۲). تغییر مرحله‌های فنولوژیکی درخت انگور بیشتر تحت تأثیر دما است، لذا دما در مکان‌یابی درختان انگور حائز اهمیت حیاتی دارد.

بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که طول فصل رشد درخت انگور ۵ تا ۶ ماه معادل ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز به طول می‌انجامد دارد. در این راستا، دمای دوره رشد برای درخت انگور از اوایل فصل بهار متناسب با رخداد آخرین آستانه دمای فیزیولوژیکی یا دمای پایه رشد و جوانه‌زنی انگور یعنی ۱۰ درجه سانتی‌گراد، تا اواسط پاییز متناسب با زمان اولین زمان رخداد آستانه دمای پایه ۱۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت شش ماه در بازه دمایی ۲۰ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته است.

1- Tonietto & Carbonneau

جدول ۵- مقایسه زوجی دمای دوره رکود (ماه‌های نوامبر تا مارس) یا خواب برای درخت انگور

Table 5- Comparison of the temperature of the period of recession (November to March) or sleep for the grapevine

	0-3	3-6	6-9	9-12	وزن Weight
0-3	1	1	2	4	0.587
3-6	-	1	1	4	0.356
6-9	-	-	1	5	0.298
9-12	-	-	-	1	0.117

نرخ ناسازگاری (۰،۰۳)

Compatibility rate (0.03)

جدول ۶- مشخصات لایه میانگین دمای دوره رکود (ماه‌های نوامبر تا مارس) برای درخت انگور

Table 6- Specification of the average temperature of the period of recession (November to March) for the grapevine

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight	مساحت (هکتار) Area/ha
1	0-3	مناسب Appropriate	0.131	50937995.64
2	3-6	مناسب Appropriate	0.079	547202109.3
3	6-9	ضعیف Weak	0.066	29246411
4	9-12	نامناسب Inappropriate	0.026	26492821.16

در مطالعات کوانتا (۳۲) مشخص شده که بهینه دمایی برای رشد انگور ۲۰ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، در همین راستا وضعیت دمای دوره رشد انگور به ۴ طبقه مختلف تقسیم شد. جدول ۷ مقایسه زوجی این زیر معیار اقلیمی را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص شده طبقه دمایی ۲۶-۲۵ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است، دماهای پایین‌تر از این طبقه از وزن کمتری برخوردار بوده و در دوره رشد از نقش پایین‌تری برخوردار می‌باشند. بررسی‌ها دماها از طریق ایستگاه‌های مورد مطالعه در گستره ایران نشان داد که میانگین دوره رشد در سطح ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه برابر با ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. توزیع داده‌ها بیشتر در بازه دمایی ۱۵ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته است. بیشترین فراوانی در بازه دمایی ۱۹ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود.

نتایج مشخصات لایه زیر معیار دمای دوره رشد در جدول ۸ مشخص شده است. لایه مذکور از قابلیت مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی شده است. مناطق کم ارتفاع و پست عرض‌های جنوبی و جلگه خرزی به دلیل دمای بالا و مناطق ستیغ کوهستان‌ها به دلیل دمای پایین از حد بهینه رشد انگور، خارج از قابلیت اقلیمی لازم برای کشت انگور قرار دارند. مناطق حاشیه و دامنه کوهستان‌های مرتفع بخصوص در غرب، شمال غرب و شمال شرق و ارتفاعات مرکزی از قابلیت بالاتری از نظر دمایی برای رشد انگور برخوردار می‌باشند. مناطق کویری و بیابانی و نیمه جنوبی به دلیل گرمای بالاتر از آستانه مناسب درختان انگور، از قابلیت ضعیف و نامناسب برخوردار می‌باشند. شکل (۳ ج) توزیع مکانی زیر معیار دمای دوره رشد درخت انگور را نشان می‌دهد. الگوی فضایی در این زیر معیار از وضعیت ارتفاعات و عرض جغرافیایی به شدت تبعیت می‌نماید. از شمال به جنوب و از غرب به شرق از قابلیت‌های مناسب برای کشت درختان انگور کاسته می‌شود.

جدول ۷- مقایسه زوجی زیر معیار اقلیمی دمای دوره رشد برای درخت انگور

Table 7- Comparison of the pair under climate criterion. Growth temperature for grapevine

	25-26	24-25	23-24	22-23	وزن Weight
25-26	1	1	2	3	0.455
24-25	-	1	2	3	0.263
23-24	-	-	1	2	0.141
22-23	-	-	-	1	0.141

نرخ ناسازگاری (۰،۰۱)

Compatibility rate (0.01)

جدول ۸- مشخصات لایه زیر معیار اقلیمی دمای دوره رشد انگور در سطح کشور

Table 8- Characteristics of the layer under the criterion of the criterion of the temperature of growth of grapes in the country

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight	مساحت (هکتار) Area/ha
1	25-26	مناسب Appropriate	0.034	48937995.6489
2	24-25	مناسب Appropriate	0.019	43202109.3
3	23-24	ضعیف Weak	0.010	33246411
4	22-23	نامناسب Inappropriate	0.010	39492821.16

مقایسه زوجی و توزیع مکانی زیر معیار اقلیمی دمای کمینه مطلق

مقاومت درختان انگور در مقابل سرما به مراتب کمتر است. درخت انگور تا ۱۵- درجه سانتیگراد قدرت تحمل دارد (۱۹). دمای کمینه هوا برای درخت انگور در ۴ طبقه مختلف از کم به زیاد طبقه‌بندی شده است (جدول ۹). بررسی داده‌های دمای کمینه مطلق نشان داد که میانگین دمای کمینه در سطح کشور براساس آمار ۲۰۰ ایستگاه هواشناسی برابر با ۱۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بیشترین دمای کمینه مطلق ۳۶- درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. نتایج نشان داد که طبقه دمایی (۰) تا (۱۰-) درجه سانتی‌گراد از وزن بالاتری برای درخت انگور برخوردار است. بعد از این طبقه دماهای بین ۱۰- تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد مناسب هستند. طبقات دمایی بالاتر از ۲۰- درجه سانتی‌گراد، برای درخت انگور نامناسب و کشنده است. توزیع مکانی دمای کمینه مطلق کشور از نظر کشت درخت انگور براساس ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در شکل (۳ د) مشخص شده است. همانطورکه نتایج نشان می‌دهد در بخش‌هایی از کشور از نظر دمای کمینه مطلق، برای درخت انگورمحدودیت وجود دارد. این مناطق عمدتاً کمربندهای کوهستانی زاگرس مرتفع و منطقه سردسیر شمال غرب و محدودهایی از شمال شرق ایران را در بر می‌گیرد. در واقع بجز مناطق مرتفع ستیغ کوهستان‌ها، بیشتر مناطق ایران از نظر دمای مطلق برای درخت انگور محدودیتی ندارند و در قابلیت مناسب قرار می‌گیرند. در کشور ایران دماهای کمینه مطلق منطبق بر محور وضعیت ناهمواری‌ها و عرض جغرافیایی در مناطق کوهستانی غرب و شمال غرب و شمال شرق رخ می‌دهد که در سردترین ایستگاه در کشور یعنی سقز، دمای ۳۶- مشاهده شد که از آستانه تحمل درخت انگور بسیار بالاتر است.

جدول ۹- مقایسه زوجی دمای کمینه برای درخت انگور

Table 9- Comparison of minimum temperature for grape tree

	0-(-10)	(-10) – (-20)	(-20) – (-30)	(-30) – (-40)	وزن Weight
0-(-10)	1	2	3	5	0.483
(-10) – (-20)	-	1	2	3	0.272
(-20) – (-30)	-	-	1	2	0.157
(-30) – (-40)	-	-	-	1	0.058

نرخ ناسازگاری (۰،۰۱)

Compatibility rate (0.01)

جدول ۱۰- مشخصات لایه دمای کمینه مطلق در سطح کشور

Table 10- Specifications for the minimum absolute temperature layer in the country

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight	مساحت (هکتار) Area/ha
1	0-(-10)	مناسب Appropriate	0.014	42937995.6489
2	(-10) – (-20)	مناسب Appropriate	0.008	52202109.3
3	(-20) – (-30)	نامناسب Inappropriate	0.004	28246411
4	(-30) – (-40)	نامناسب Inappropriate	0.001	39492821.16

جدول ۱۱- مقایسه زوجی زیر معیار اقلیمی دمای بیشیینه دمایی مطلق

Table 11- Paired comparison under the climate criterion of over-temperature absolute temperature

	35-40	40-45	45-50	>50	وزن Weight
35-40	1	4	5	9	0.666
40-45	-	1	2	6	0.175
45-50	-	-	1	6	0.116
>50	-	-	-	1	0.043

نرخ ناسازگاری (۰,۰۷)

Compatibility rate (0.07)

جدول ۱۲- مشخصات لایه بیشینه دمای هوا در سطح کشور

Table 12- Specifications for the maximum air temperature in the country

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight	مساحت (هکتار) Area/ha
1	35-40	مناسب Appropriate	0.037	41937995.6489
2	40-45	متوسط Medium	0.009	397202109.3
3	45-50	نامناسب Inappropriate	0.006	40246411
4	>50	نامناسب Inappropriate	0.002	38492821.16

مقایسه زوجی و توزیع مکانی زیر معیار اقلیمی بیشینه دمای هوا

آستانه دمای حداکثر برای درخت انگور ۳۸ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۳۲ و ۲۰). درخت انگور یک درخت منطقه سردسیر محسوب می‌شود و دماهای گرم دوره رشد و نمو موجب کاهش عملکرد و عدم بازدهی می‌گردد. دماهای بیشینه مطلق با توجه به آستانه دمای بیشینه انگور (۴۰-۳۸) در ۴ طبقه مجزا جهت مقایسه زوجی در جدول ۱۱ مشخص شده است. نتایج نشان داد که در بین طبقات، بیشترین وزن به طبقه دمایی ۴۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. دماهای بین ۴۵-۴۰ به علت نزدیکی به آستانه دمای حداکثر، در شرایط قابل تحمل و قابلیت متوسط قرار می‌گرند. دماهای بالاتر از آستانه ۴۰ درجه سانتی‌گراد، اثر منفی بر وی کیفیت و بازدهی درخت انگور می‌گذارند. مشخصات لایه دماهای بیشینه مطلق از نظر قابلیت و مساحت در گستره کشور، در جدول ۱۲ مشخص شده است. نتایج نشان داد که طبقه با قابلیت مناسب، از وزن و مساحت بالاتری برخوردار می‌باشد. در واقع بیش از نیمی از گستره مساحت کشور در شرایط نامناسب و نیمی دیگر در شرایط مناسب تا متوسط از نظر دماهای بیشینه مطلق قرار دارد.

توزیع مکانی دمای بیشینه در سطح کشور برای درخت انگور در شکل (۳ ر) مشخص شده است. شرایط نشان داد که توزیع مکانی دماهای بیشینه در وهله اول از عامل ارتفاع از سطح دریا و سپس از عامل عرض جغرافیایی تبعیت می‌نماید. از غرب به شرق و از شمال به جنوب از قابلیت مکانی ایران برای درخت انگور از نظر دماهای بیشینه مطلق کاسته می‌شود. مناطق مرتفع غرب و شمال غرب و شمال شرق و نواحی البرز، جزو جزو مناطق با قابلیت مناسب قرار دارند. در نواحی مرکزی هر جا شرایط ارتفاعی بارز بوده مانند یزد، کرمان و نواحی خراسان جنوبی و شمال سیستان و بلوچستان، نیز شرایط دماهای بیشینه مطلق شرایط مناسب تا متوسط برای درخت انگور را فراهم می‌نماید. در نواحی جنوبی و جلگه خزری به دلیل گرما و رطوبت زیاد، شرایط برای درخت انگور از نظر دماهای حداکثر مطلق قابلیت لازم را ندارد.

مقایسه زوجی و توزیع مکانی زیر معیار اقلیمی بارش

درخت انگور برای رشد مناسب به بیش از ۷۰۰ میلی‌متر بارندگی نیاز دارد. در مناطق با بارش کمتر از ۷۰۰ میلی‌متر، شرایط رشد بدون آبیاری مقدور نیست. درختان انگور برای رشد در شرایط دیم، به ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر بارندگی نیاز دارند (۲۰ و ۳۲). در این راستا، نتایج مقایسه زوجی بارش از نظر رشد درخت انگور در جدول ۱۳ مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که بارش بیشتر از ۷۰۰ میلی‌متر از وزن بالاتری برای کشت درختان انگور برخودار می‌باشد. نتایج قابلیت‌های لایه بارش در کشور از نظر کشت درخت انگور در جدول ۱۴ مشخص شده است. همانطور که مشخص شده، تقریباً کل کشور از نظر بارش برای کشت انگور نامناسب است و فقط حاشیه دریای خزر در استان گیلان و مازندران، بارش کافی برای کشت دیم را دارا می‌باشد. توزیع مکانی بارش سالانه ایران در شکل (۳ ز) مشخص شده است. درخت انگور بیش از ۷۰۰ میلی‌متر بارش سالانه نیاز دارد

تا براساس مهیایی اب باران بتواند نیاز آبی خود را تامین نماید، که با توجه به وضعیت بارش کشور این شرایط فقط در محدوده بسیار کمی در حاشیه جنوب غربی دریای خزر در استان گیلان و مازندران فراهم می‌باشد. این نکته قابل ذکر است که این مناطق به دلیل زمستان‌های ملایم نیاز سرمایی برای درختان سردسیری مانند انگور تامین نمی‌شود و مناسب کشت درخت انگور نیست. بنابراین با توجه به وضعیت بارش ایران، درخت انگور برای باردهی و رشد و نمو نیاز به آبیاری سالانه و تأمین آب لازم دارد.

جدول ۱۳- مقایسه زوجی زیرمعیار اقلیمی بارش
Table 13- Comparison of paired sub-climatic precipitation

	>700	500-700	300-500	<300	وزن Weight
>700	1	6	7	9	0.594
500-700	-	1	4	4	0.248
300-500	-	-	1	5	0.122
<300	-	-	-	1	0.035

نرخ ناسازگاری (۰،۰۹)
Compatibility rate (0.09)

جدول ۱۴- مشخصات لایه بارش ایران
Table 14- Specification of Iran precipitation layer

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight	مساحت (هکتار) Area/ha
1	>700	مناسب Appropriate	0.013	5142142.42
2	500-700	مناسب Appropriate	0.005	37181178.321
3	300-500	نامناسب Inappropriate	0.002	73465617.16
4	<300	نامناسب Inappropriate	0.0007	45123214.44

جدول ۱۵- مقایسه زوجی رطوبت نسبی
Table 15- Relative humidity pair comparison

	>50	40-50	35-40	<35	وزن Weight
>50	1	3	4	6	0.572
40-50	-	1	3	4	0.240
35-40	-	-	1	4	0.127
<35	-	-	-	1	0.062

نرخ ناسازگاری (۰،۰۸)
Compatibility rate (0.08)

مقایسه زوجی و توزیع مکانی زیر معیار اقلیمی رطوبت نسبی

نتایج مقایسه زوجی زیر معیار رطوبت نسبی در جدول ۱۵ مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که رطوبت نسبی بالاتر از ۵۰ درصد، ۰،۵۷۲ وزن را به خود اختصاص می‌دهد. برای درخت انگور براساس ایستگاه‌های مورد مطالعه، میانگین رطوبت نسبی برابر با ۴۸،۵ درصد مشاهده گردید. توزیع میزان رطوبت نسبی نشان می‌دهد که بازه ۴۰ تا ۵۰ بیشترین فراوانی رطوبت نسبی در سطح کشور را برخوردار می‌باشد. توزیع مکانی قابلیت های رطوبت نسبی ایران برای کشت درخت انگور در شکل (۳ ح) مشخص شده است. نتایج نشان داد که با توجه به نیاز رطوبت نسبی پایین درخت انگور نسبت به خیلی از درختان میوه، در ایران قابلیت رطوبت نسبی برای درخت انگور، زیاد است (جدول ۱۶). در مناطق مرکزی و کویری کشور، کمترین میزان رطوبت نسبی مشاهده گردید. در کل بیشتر ایران از میزان رطوبت نسبی لازم برای درخت انگور برخوردار می باشد.

جدول ۱۶- مشخصات و قابلیت‌های لایه رطوبت نسبی

Table 16 - Specifications and capabilities of the relative humidity layer

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight	مساحت (هکتار) Area/ha
1	>50	مناسب Appropriate	0.009	7591914.382
2	40-50	مناسب Appropriate	0.003	18034235.92
3	35-40	مناسب Appropriate	0.002	57071598.48
4	<35	نامناسب Inappropriate	0.001	78542113.52

مقایسه زوجی و توزیع مکانی زیر معیار اقلیمی ساعات آفتابی

یکی از مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی در احداث باغات انگور، نور و آفتاب کافی می‌باشد. درخت انگور وابستگی بسیار بالایی به ساعات آفتابی مناسب برای تنظیم درصد شیرینی و قند و اسید دارد. به طوری‌که، شیرینی و مزه میوه انگور، همبستگی مثبتی با افزایش ساعات آفتابی دارد (۱۱). نتایج مقایسه زوجی زیر معیار اقلیمی ساعات افتابی در جدول ۱۷ مشخص شده است. با توجه به بررسی‌ها و مطالعات کتابخانه‌ای هر مکانی که از افتاب بیشتری برخودار باشد برای رشد و نمو درختان میوه خزان کننده مانند انگور، مناسب می‌باشد. نتایج نشان دادکه مناطق با ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ ساعت در مجموع سالانه، از وزن بالاتری به نسبت دیگر مناطق برخودار می‌باشد. براساس مشخصات لایه، در کشور ایران به عنوان سرزمینی با تابش مناسب، بجز مناطق نوارشمالی و سواحل دریای خزر، به دلیل ابرناکی زیاد، بقیه نقاط کشور از ساعات آفتابی مناسب برخودار می‌باشند. توزیع مکانی ساعات آفتابی ایران برای درخت انگور در شکل (۳ خ) مشخص شده است. توزیع مکانی نشان می‌دهد که قابلیت‌های فلات ایران از نظر ساعات آفتابی محدودیتی برای کشت درخت انگور ایجا نخواهد کرد. توزیع ساعات آفتابی از عامل عرض جغرافیایی تأثیر می‌پذیرد و از شمال به جنوب بر میزان ساعات آفتابی افزاوده می‌شود. کشور ایران از نظر ساعات افتابی از شرایط لازم برای رشد و نمو بیشتر درختان میوه برخوردار می‌باشد. در واقع نور افتاب است که میزان قند و کیفیت میوه انگور را مشخص می‌سازد. توزیع ساعات افتابی نشان داد که بجز مناطق حاشیه دریای خزر به دلیل ابرناکی ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ ساعات افتابی سالانه را دارا هستند دیگر مناطق بیش از ۲۰۰۰ و در نیمه جنوبی و مرکزی کشور تا بیش از ۳۰۰۰ ساعت، شرایط افتابی حاکم می‌باشد. بنابراین شرایط افتابی کشور برای درخت انگور محدودیتی نداشته و شرایط افتابی در کل کشور فراهم می‌باشد.

مقایسه زوجی زیر معیارهای جغرافیایی یا توپوگرافیکی

نتایج زیر معیارهای توپوگرافی یا عوامل جغرافیایی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت) در جدول ۱۸ مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که زیر معیار ارتفاع با ۰٫۶۶۵ وزن، بالاترین و جهت با ۰٫۱۲۱ درصد، کمترین وزن را در بین زیرمعیارهای توپوگرافیکی دارا می‌باشند. بنابراین زیرمعیار ارتفاع در مکانیابی درختان انگور بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

مقایسه زوجی و توزیع مکانی زیر معیار جغرافیایی ارتفاع از سطح دریا

ارتفاع نقش مؤثری در مکانیابی باغات انگور ایفا می‌نماید. ارتفاع مناسب کاشت درختان انگور ۲۰۰ تا ۱۴۰۰تعیین شده است (۲۰ و ۲۸). بنابراین با بررسی‌های کتابخانه‌ای وضعیت ارتفاع در چهار طبقه مختلف کلاس‌بندی شد.

جدول ۱۷- مقایسه زوجی زیر معیار اقلیمی ساعات آفتابی

Table 17- Paired comparison below sunny climatic criteria

	2500-3000	2000-2500	1500-2000	1000-1500	وزن Weight
2500-3000	1	1	2	3	0.495
2000-2500	-	1	2	3	0.232
1500-2000	-	-	1	3	0.136
1000-1500	-	-	-	1	0.023

نرخ ناسازگاری (۰٫۰۸)

Compatibility rate (0.08)

جدول ۱۸- مقایسه زوجی زیرمعیارهای توپوگرافیکی یا جغرافیایی
Table 18- Comparison of the pair of topographic or geographic subcategories

	ارتفاع Height	شیب Slope	وزن Weight
ارتفاع Height	1	4	0.665
شیب Slope	-	2	0.441

نرخ ناسازگاری (۰,۰۶)
Compatibility rate (0.06)

نتایج نشان داد که هر چند از ارتفاع ۲۰۰ تا ۱۴۰۰ برای درخت انگور مناسب می‌باشد، اما طبقه ارتفاعی (۱۴۰۰-۱۰۰۰) متر از سطح دریا، بیشترین وزن را به خود اختصاص می‌دهد، در واقع ارتفاع نسبتاً بالا نقش مؤثرتری در باغات انگور ایفا می‌نمایند (جدول ۱۹). در جدول ۲۰، مشخصات و قابلیت‌های لایه ارتفاعی مشخص شده که مناطق تا بالاتر از ۲۰۰ متر تا ۱۴۰۰ متری از قابلیت مناسب برخودار می‌باشند. ارتفاعات بیش از ۱۴۰۰ متری و کمتر از ۲۰۰ متری، از قابلیت نامناسب برای کشت درخت انگور برخوردارند.

توزیع مکانی سطوح ارتفاعی کشور در شکل (۳ ک) مشخص شده است. مناطق مناسب از نظر ارتفاعی محدود به مناطق مرتفع و کوهستانی نیمه غربی، نیمه شمالی و شمال شرق کشور می‌باشد. مناطق حاشیه رشته کوه‌های اصلی نیز در شرایط متوسط از نظر ارتفاعی قرار دارند. مناطق مرکزی و نیمه جنوبی به دلیل ارتفاع کمتر برای کشت درخت سردسیری مانند انگور مناسب نیستند. در مناطقی از کرمان و یزد ارتفاعات پراکنده مرتفعی وجود دارد که شرایط رشد و نمو انگور در آن نواحی فراهم می‌باشد. از شمال به جنوب و از غرب به شرق با تغییر چشم‌انداز مرتفع به یک چشم‌انداز هموار و کم ارتفاع، شرایط قابلیت نواحی برای کشت درخت انگور به شدت کاهش می‌یابد و در شرایط نامناسب قرار می‌گیرد.

مقایسه زوجی و توزیع مکانی زیر معیار جغرافیایی شیب

شیب لازم برای کاشت درختان انگور تا ۶۰ درصد مشخص شده است. این نشان می‌دهد که این درختان با توجه به شرایط فیزیولوژیکی، توانایی رشد در شیب های مختلف را دارا می‌باشند. بنابراین نتایج از نظر درخت انگور در ۴ طبقه در جدول ۲۱ مشخص شده است. نتایج نشان داد که شیب‌های بالاتر در محدوده ۶۰-۴۰ از وزن بالاتری برخوردار می‌باشند. در واقع کاشت درختان میوه بخصوص انگور، در سطوح شیب دار مقرون به صرفه تر است.

جدول ۱۹- مقایسه زوجی زیر معیار جغرافیایی ارتفاع از سطح دریا
Table 19- Comparison of the pair below the geographic level of the altitude

	1000-1400	600-1000	200-600	<200	وزن Weight
1000-1400	1	2	4	6	0.607
600-1000	-	1	3	6	0.228
200-600	-	-	1	4	0.119
<200	-	-	-	1	0.066

نرخ ناسازگاری (۰,۰۵)
Compatibility rate (0.05)

جدول ۲۰- مشخصات لایه ارتفاعی در کشور
Table 20- Elevation profile of the country

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight
1	1000-1400	0.080	مناسب Appropriate
2	600-1000	0.030	مناسب Appropriate
3	200-600	0.015	مناسب Appropriate
4	<200	0.008	نامناسب Inappropriate

جدول ۲۱- مقایسه زوجی زیر معیار جغرافیای شیب برحسب درصد

Table 21- Comparison of the pair under the gravity geographic scale in percent

وزن Weight	0	0-20	20-40	40-60	
0.426	3	2	1	1	40-60
0.231	2	1	1	-	20-40
0.195	2	1	-	-	0-20
0.148	1	-	-	-	0

نرخ ناسازگاری (۰,۰۲)

Compatibility rate (0.02)

جدول ۲۲- وضعیت لایه شیب به عنوان زیر معیار جغرافیایی

Table 22- Tilting Layer Status as a sub geographic criterion

ردیف Row	کلاس Class	وضعیت Condition	وزن نرمال Normal weight
1	15-20	0.029	مناسب Appropriate
2	10.15	0.015	مناسب Appropriate
3	5-10	0.013	مناسب Appropriate
4	0-5	0.010	مناسب Appropriate

در جدول ۲۲ وضعیت زیرمعیار شیب مشخص شده است. از شیب ۰ تا ۶۰ درصد، قابلیت مناسب برای درختان انگور وجود دارد. بالاتر از ۶۰ درصد از قابلیت نامناسبی برای کاشت انگور برخوردار می‌باشند. بررسی‌ها نشان داده که درخت انگور به عنوان یکی از کاربری‌های باغات در مدیریت حوضه‌های آبخیز در جهت جلوگیری از فرسایش خاک و توسعه اقتصادی در سطوح شیب دار محسوب می‌شود.

توزیع مکانی قابلیت های ایران از نظر شیب برای درخت انگور در شکل (۳ گ) مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که با توجه به قدرت سازگاری بالا و شرایط فیزیولوژیکی درخت انگور، تقریبا تمام مناطق ایران بجز نواحی بسیار مرتفع و ستیغ کوهستان‌ها، از شرایط مناسب برای کاشت انگور برخوردار می‌باشد.

مناطق مستعد کشت درخت انگور براساس همپوشانی لایه‌های مختلف اقلیمی و جغرافیایی

تلفیق لایه براساس وزن‌های محاسبه شده و قابلیت‌های مناطق مختلف کشور برای کشت درخت انگور بصورت قابلیت مناسب تا نامناسب در شکل (۳ ل) مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۴۲۱۹۵۶۳۷,۸ هکتار دارای قابلیت نامناسب و ۴۲۷۲۱۲۳۶,۲ دارای قابلیت ضعیف و ۷۵۴۹۲۵۱۰ هکتار از قابلیت مناسب برای کشت انگور در گستره ایران برخوردار می‌باشد. در واقع ۷۵۴۹۲۴ کیلومتر مربع از مساحت کشور برای کشت درخت انگور مستعد می‌باشد. مناطق مناسب کشت درخت انگور منطبق بر دامنه‌های مناطق کوهستانی و نسبتاً مرتفع در نیمه غربی، شمال غرب، شمال شرق و مناطق پراکنده مرکز، شرق و جنوب شرق قرار دارد. محدوده مناسب کشت درختان انگور ۴۲ درصد از سطح مساحت کشور را شامل می‌شود.

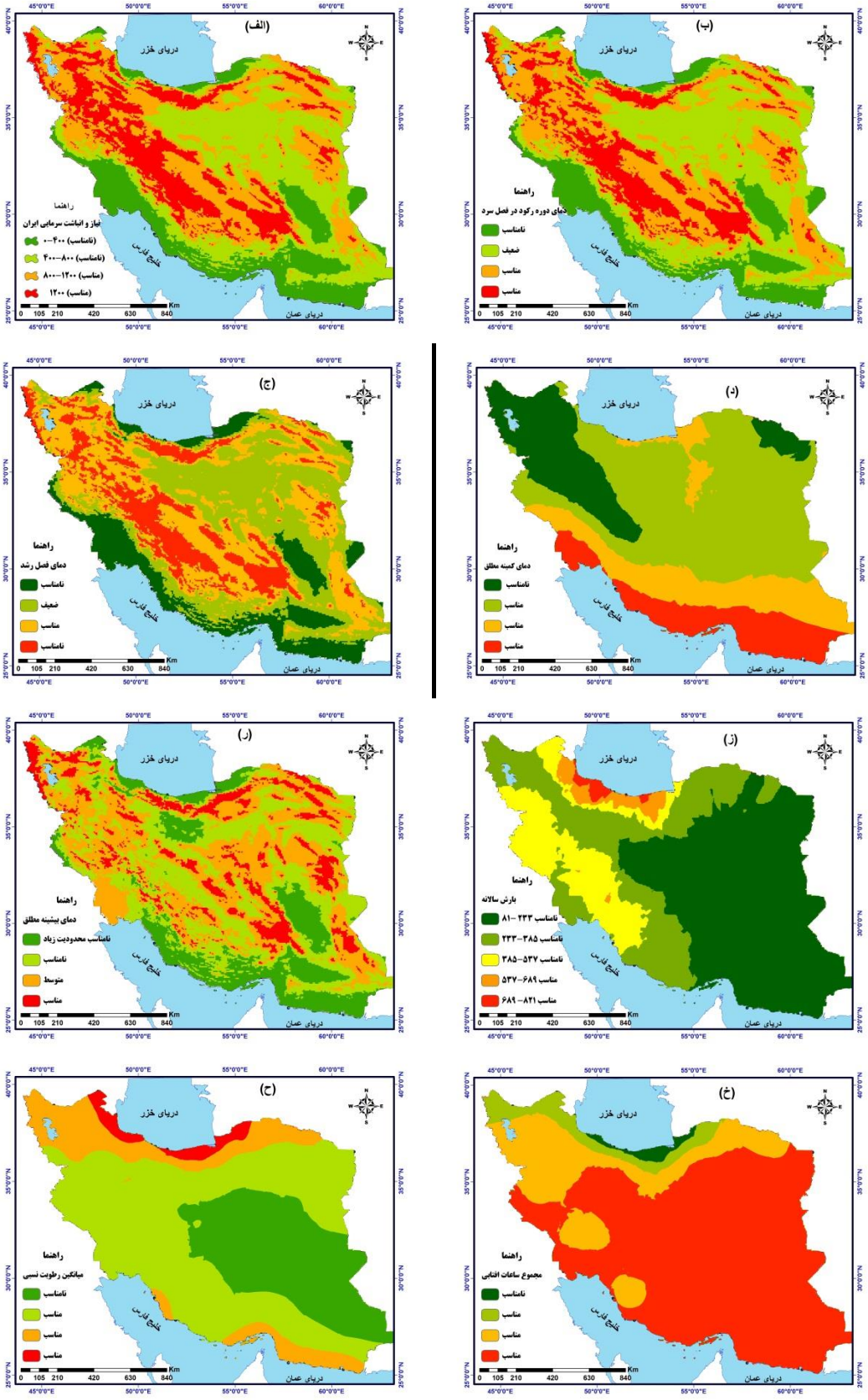
مرز و محدوده کشت درخت انگور براساس شرایط اقلیمی – توپوگرافیکی

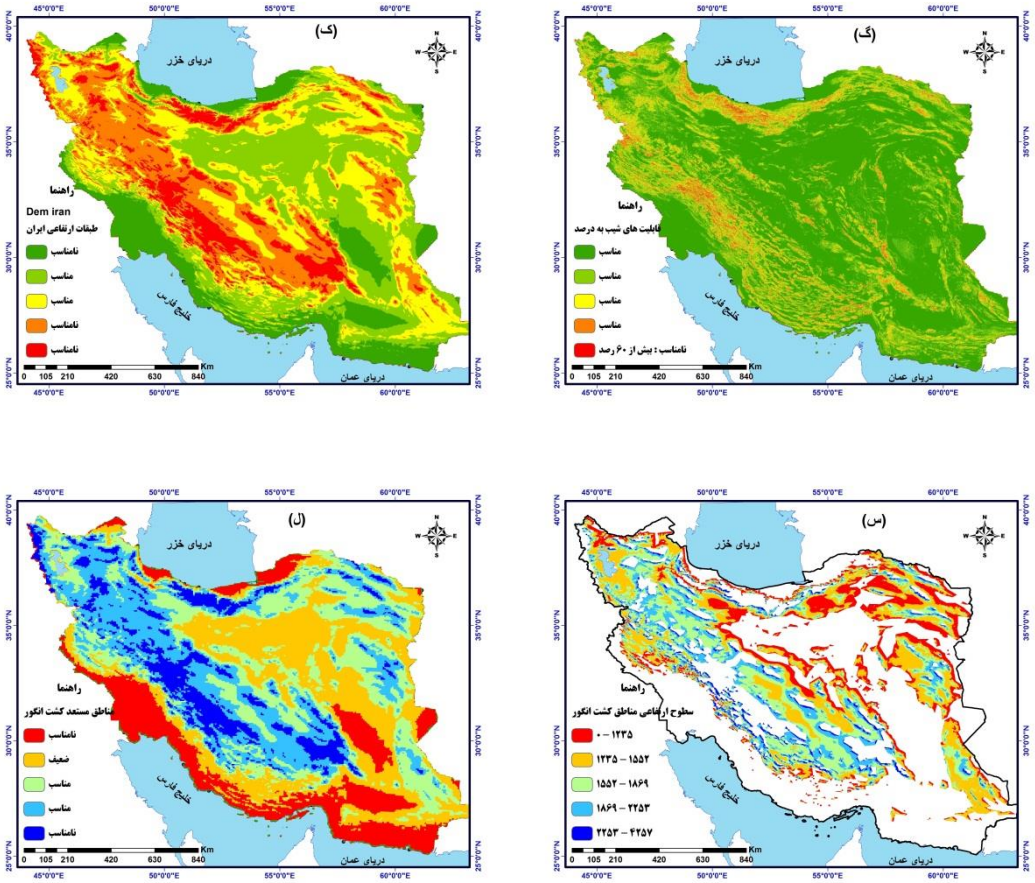
نتایج مرز و محدوده کشت درخت انگور در گستره ایران در شکل‌های (۳ ل) و (۳ س) مشخص شده است. بعد از سلسله محاسبات و تحلیل‌های مکانی در سامانه اطلاعات جغرافیایی، مرز و محدوده مناسب کشت درخت انگور از نظر شرایط اقلیمی و محیطی مشخص گردید. همانطور که مشخص شده، شرایط اقلیمی کشور در پیوند با شرایط مکانی، براساس ابزار تحلیل گر مکانی (GIS) نقش موثری در شناسایی مناطق مستعد کشت درختان میوه ایفا می‌نماید.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف امکان‌سنجی مناطق مختلف ایران براساس شرایط اقلیمی برای کشت درخت انگور کشمشی ارزیابی شد. با توجه به کاهش منابع طبیعی، برنامه‌ریزی فضایی با توجه به توان اقلیمی-اکولوژیکی حائز اهمیت می‌باشد. فرایند تحلیل چند معیاره مانند AHP، از عملکرد قابل قبولی برای امکان‌سجی کشت درختان میوه و شناسایی استعدادها و محدودیت‌ها برخوردار می‌باشد. اهمیت این فرایند برای درخت انگور در مناطق مختلف در مطالعات آچریا ویانگ[1](۲۰۱۵)، بدر و همکاران[2](۲۰۱۸) و جمشیدی (۱۳۹۶) نیز تایید شده است.

1- Acharya & Yang
2- Badr et al


(الف)
نیاز و اثباتت سرمایی ایران
(نامناسب) ۰-۴۰۰
(نامناسب) ۴۰۰-۸۰۰
(مناسب) ۸۰۰-۱۲۰۰
(مناسب) ۱۲۰۰
(ب)
دمای دوره رکود در فصل سرد
نامناسب
ضعیف
مناسب
مناسب
(ج)
دمای فصل رشد
نامناسب
ضعیف
مناسب
نامناسب
(د)
دمای کمینه مطلق
نامناسب
مناسب
مناسب
مناسب
(ر)
دمای بیشینه مطلق
نامناسب محدودیت زیاد
نامناسب
متوسط
مناسب
(ز)
بارش سالانه
نامناسب ۲۳۳ -۸۱
نامناسب ۳۸۵-۲۳۳
نامناسب ۵۳۷-۳۸۵
مناسب ۶۸۹-۵۳۷
مناسب ۸۲۱-۶۸۹
(ح)
میانگین رطوبت نسبی
نامناسب
مناسب
مناسب
مناسب
(خ)
مجموع ساعات افتابی
نامناسب
مناسب
مناسب
مناسب
دریای خزر
دریای عمان
خلیج فارس
راهنما
Km
0 105 210 420 630 840



شکل ۳- توزیع مکانی زیرمعیارهای اقلیمی و مناطق مستعد کشت درخت انگور در ایران

Figure 3- Spatial distribution of climate sub-criteria and areas susceptible to grapevine cultivation in Iran

برای دیگر درختان میوه این فرایند از طریق مطالعات میر موسوی و میریان (۱۳۹۳) و فال سلیمان و همکاران (۱۳۹۲) نیز حائز اهمیت می‌باشد. نتایج نشانگر این است که نمی‌توان منطقه ای با خصوصیات کامل برای کشت انگور پیدا نمود، اما با شناخت محدودیت‌های اقلیمی و تعیین اولویت‌ها، می‌توان در قالب مطالعه جامع اقلیمی-محیطی مطابقت بیشتر با محیط را افزیش داد. نتایج نشان داد که معیار اقلیمی نسبت به معیار توپوگرافیکی از نقش و وزن بالاتری در امکان‌سنجی کشت انگور کشمشی برخوردار می‌باشد. همچنین مؤلفه-های دمایی مانند انباشت سرمایی، دمای دوره رکود و میانگین دمای هوا به عنوان زیرمعیارهای اقلیمی و عامل ارتفاع از سطح دریا به عنوان زیرمعیار توپوگرافیکی، برای سنجش قابلیت‌های کشت انگور کشمشی، از ارزش و اولویت بالاتری برخودار می‌باشند. این نتایج از نظر اهمیت انباشت سرمایی، پارامتر دمای هوا و عامل طبیعی ارتفاع از سطح دریا در شناسایی مناطق مناسب کشت انگور در تایید مطالعات امینی (۱۳۹۲) می‌باشد. تلفیق زیرمعیارهای اقلیمی با شرایط توپوگرافیکی برای امکان‌سنجی کشت انگور کشمشی براساس سامانه اطلاعات جغرافیایی نشان داد که در گستره ایران، ۴۲۱۹۵۶۳۷٫۸ هکتار دارای قابلیت نامناسب و ۴۲۷۲۱۲۳۶٫۲ دارای قابلیت ضعیف و ۷۵۴۹۲۵۱۰ هکتار از قابلیت مناسب برخوردار می‌باشد شکل ۳. در واقع ۷۵۴۹۲۴ کیلومتر مربع معادل ۴۲ درصد از مساحت کشور برای کشت درخت انگور مستعد می‌باشد. محدوده و مناطق مناسب کشت درخت انگور منطبق بر دامنه‌های مناطق کوهستانی و نسبتاً مرتفع در نیمه غربی، شمال غرب، شمال شرق و مناطق پراکنده مرکز، شرق و جنوب شرق قرار دارد. نتایج تحقیق حاضر برای اولین بار در کشور با توجه به جامعیت آن در گستره سرزمینی فلات ایران حائز اهمیت است.

منابع

1- Acharya T.D., and Yang I.T. 2015. Vineyard suitability analysis of Nepal. International Journal of Environmental Sciences 6(1): 13-19.

2- Ahmadi H. 2017. Study of Climate Change Effects on Apple Tree in Iran. Ph.D., Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University. (In Persian)

3- Akıncı H., Ozalp A.Y., and Turgut B. 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP

technique. Computers and Electronics in Agriculture 97: 71-82.
4- Alavizadeh S.A.M., Esmailpour A.M., and Hosseinzadeh Kerman M. 2013. Saffron Agriculture and Technology Journal 1: 71-95. (In Persian)
5- Alphonce C.B. 1997. Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries. Agricultural Systems 53(1): 97-112.
6- Amini R. 2013. Climatic feasibility study of grape cultivation in the northeast of the country. Master's thesis, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University. (In Persian)
7- Ashrafi A., Mikaeli J., and Dehghani M. 2013. Evaluating ecological power and zoning of jujube culture in South Khorasan province. Journal of Geographic Space Golestan University 7: 67-86. (In Persian)
8- Badr G., Hoogenboom G., Moyer M., Keller M., Rupp R., and Davenport J. 2018. Spatial suitability assessment for vineyard site selection based on fuzzy logic, Precision Agric 19(6): 1027-1048.
9- Bidadi M.J., Kamkar B., and Abdi O. 2014. The zoning of susceptible areas of soybean cultivation in the area of Qeshv using Geographic Information System (GIS). Journal of Crop Production 7(2): 187-175. (In Persian)
10- Borna R., and Alizadeh M. 2016. Climatic zonation of citrus cultivation in Khuzestan province by hierarchical analysis method. Journal of Agricultural Meteorology 4(1): 12-21. (In Persian)
11- Carbo A., Torres R., Teixido N., Usall J., Medina A., and Magan N. 2018. Impact of climate change environmental conditions on the resilience of different formulations of the biocontrol agent Candida sake CPA-1 on grapes. Letters in applied microbiology.
12- Chavez M.D., Berentsen P.B.M., and Lansink A.O. 2012. Assessment of criteria and farming activities for tobacco diversification using the Analytical Hierarchical Process (AHP) technique. Agricultural Systems 111: 53-62.
13- Fallah Qalhari Gh. A., Asadi M., and Dadashi Roudbari A. A.2015. Determination of susceptible areas of rainfed wheat (Case study: Fars Province). Agricultural Meteorology Journal 2: 68-73. (In Persian)
14- Fallah Qalhari Gh.A., and Ahmadi H. 2018. Examination of the pattern of cold weather accumulation in Iranian cold regions based on CH, UTAH, CP models. Geography and Development 51: 99-120. (In Persian)
15- Fall Soleyman M., Hajipour M., and Sadeghi H. 2013. Comparison of the Efficiency of Multi-Attribute Decision Making Techniques (AHP) and Topsis for Determining Areas Susceptible to Cultivation of Pistachio Cultivars in Mokhtaran Plain of Birjand County in Geographic Information System (GIS). Journal of Applied Geographical Sciences 13(31): 155-133. (In Persian)
16- Ghodsipour S.H. 2010. Analytical hierarchy process. Amir Kabir University of Technology. (In Persian)
17- Heidari H., and Saeed Abadi R. 2010. Multivariate climate classification of grapevine areas in Iran. Natural Geographic Research 68: 59-70. (In Persian)
18- Hejazi Zadeh Z., Shalighah M., Balyani Y., Hosseini S.M., and Mahoutchi M.H. 2013. Location of olive cultivation using climatic and terrestrial parameters by hierarchical analysis method. Case study: Fars province. Journal of Applied Geosciences Research 30: 172-190. (In Persian)
19- Hobbs B.F., and Meier P.M. 1994. Multi criteria methods for resource planning: An experimental comparison. IEEE Transactions on Power Systems 9(4): 1811–1817.
20- Instructions for building a garden in sloping lands. 2009. Study plan of the deputy of strategic planning and strategic planning of the presidency. (In Persian)
21- Jamshidi K. 2017. Determine areas susceptible to grape cultivation in Bokan city using GIS. Research on Fruit Cultivation 2(2): 40-17. (In Persian)
22- Jebari A., del Prado A., Pardo G., Rodríguez Martín J.A., and Álvaro-Fuentes J. 2018. Modeling Regional Effects of Climate Change on Soil Organic Carbon in Spain. Journal of Environmental Quality.
23- Kalogirou S. 2002. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation. Computers, Environment and Urban Systems 26(2): 89-112.
24- Khorshid Dost A.M., Sobhani B., Azram K., and Amini J. 2015. Assessment of Environmental Capacity of West Azarbaijan Province for Rapeseed Cultivation Based on AHP Method and TOPSIS Model. Geography and Planning 52: 141-161. (In Persian)
25- Khoshkhooy M., Sheibani B., Rouhani I., and Tafazoli E.A. 2008. Principles of gardening. Shiraz University Press, 17th edition, Shiraz. (In Persian)
26- Kizildeniz T., Pascual I., Irigoyen J., and Morales F. 2018. Using fruit-bearing cuttings of grapevine and temperature gradient greenhouses to evaluate effects of climate change (elevated CO_2 and temperature, and water deficit) on the cv. red and white Tempranillo. Yield and must quality in three consecutive growing seasons (2013–2015). Agricultural Water Management 202: 299-310.
27- Luedeling E. 2012. Climate change impact on winter chill for temperate fruit and nut production: A review. Journal of Scientia Horticulture 144: 218-229.
28- Maniee A.A. 1990. Scientific Seminar of Fruit Trees. Iranian technical publishers. First Edition. Tehran. (In Persian)
29- Mirmosavi S. H., Mirian M. 2014. Study and zoning of geographical features of pistachio cultivation in Zanjan province. Geography and Planning Magazine 18 (49): 295-315. (In Persian)
30- Mohamed A.E., AbdelRahman A., and Natarajan R.H. 2016. Assessment of land suitability and capability by integrating remote sensing and GIS for agriculture in Chamarajanagar district, Karnataka, India. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 19: 125–141.

31- Mojarad F., and Ghafourizadeh M. 2014. Climatic potential of saffron cultivation in Kermanshah and Kurdistan provinces. Quarterly Journal of Geographic Research 2:87-102. (In Persian)
32- Quanta. 1975. The Agricultural Meteorological Research Plan on 15 Iranian Strategic Agricultural and Crop Products. the Iranian Meteorological Organization. (In Persian)
33- Rasoulzadegan Y. 1991. Worked fruits in temperate regions, written by M. Ann Wood. First Edition . Isfahan University of Technology. (In Persian with English abstract)
34- Rezaei M. 2012. Estimation of temperature requirements of six commercial cultivars of apricot in Shahroud area in laboratory and field conditions. Journal of Agricultural Research 1: 21-32. (In Persian)
35- Romanovskaja D., and Bakšienė E. 2011. The influence of climate change on the beginning of spring season and prediction of apple tree flowering in Lithuania. Sodininkystė ir Daržininkystė 30(3/4): 29-39.
36- Romesht M.H., Hatami Fard R., and Mousavi S.H. 2013. Urban Solid Waste Landfill Location Using AHP Model and GIS Technique (Case Study: Kuhdasht County). Journal of Geography and Planning 17(14): 138-119. (In Persian)
37- Saaty T.L. 1992. Decision Making for Leaders. RWS Publications, Pittsburgh, USA.
38- Seinfeld J.H., and Pandis S.N. 2016. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change: John Wiley & Sons.
39- Shiravand D. 2010. Principles for the construction and management of fruit gardens (planting, harvesting and harvesting), garden construction, reproduction, cuttings, grafting, plowing, and storage and storage. Publications on education and agricultural promotion. First Edition. Tehran. (In Persian)
40- Shahiwandi M.S., Khalidi Sh., Shakiba A., and Mirbagheri B. 2012. Zoning of Corn Agricultural Climate in Lorestan Province Using Geographic Information Systems Techniques. Journal of Applied Geosciences Research 29:195-214. (In Persian)
41- Tonietto J., and Carbonneau A. 2002. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agricultural and Forest Meteorology 124: 81–97.
42- Yazdan Panah H.A., Kamali Gh.A., Hejazi Zadeh Z., and Ziaeian P. 2006. Location of land suitable for almond cultivation in East Azarbaijan Province. Journal of Geography and Development 8: 193-203. (In Persian)
43- Zarrin M., and Farahani H.R. 2015. Comprehensive guide for gardening. Technical publications of the Zarrin farm. First Printing. Tehran. (In Persian)
44- Zolfaghari H., Farhadi B., and Rahimi H. 2013. Iran's Climate Potential for Soybean Culture. Journal of Geography and Planning 56: 89-105. (In Persian)

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 6, Jan.-Feb. 2020, p. 923-942

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۸، ص. ۹۴۲-۹۲۳

Evaluating the Ability of Grapevine Cultivation in Iran Based on Climatic Conditions

T. Shojaee[1]**- Gh.A. Fallah Ghalhari**[2]***- A. Kashki**[3]

Received: 10-09-2018
Accepted: 27-11-2019

Introduction: In order to choose the best forms for each region and invest, the climatic conditions should be considered. Among the climatic elements, thermal indexes are effective factors in the production cycle, and the quality and quantity of grapes. Given the lack of water resources and the threat of climate change, there is a need for potentiometry and clustering of different regions.

Materials and Methods: According to the content and purpose of statistics and information, the hourly and daily climatic data of 200 climate stations were used. In order to compute the required chilling, the CH model was prepared and implemented. According to daily and monthly statistics, climate parameters were refined and investigated. We used a weighting method based on hierarchical approach for accurate decision making and identifying the relative importance of climatic criteria for grape cultivation. For the following climatic criteria, the information layer was arranged through a database of 200 meteorological stations of the Iranian Meteorological Organization. For the following geographic criteria, layers were used in the country. In order to determine the suitable areas for planting grapevine, using the *Analytical Hierarchy Process* (AHP) method in the *Epert choice11* software environment, the criteria and sub criteria were weighted. Then, using the Geographical Information System, the layers were overlapped based on their weight and the final land suitability map for planting grapevine in Iran was obtained based on climatic conditions.

Results and Discussion: Pairwise comparison of criteria and sub-criteria based on hierarchical analysis showed that the criterion of climatic conditions with a weight of 0.63 was considered as the most important criterion in determining suitable areas for grapevine cultivation. Pairwise comparison of the climatic conditions criterion indicated that the sub-criteria of 451 were the highest among the sub-criteria in the grape trees. Temperature sub-criteria exhibited the greatest weight during the slump and growth period. Paired comparison and spatial distribution of the climate-chilling showed that a large part of the country does not supply winter creeps or cold storage for grapevine trees. The southern half of Iran is entirely unsuitable due to the existence of mild winters for commercial cultivation of creeping trees such as grapes. Paired comparison and spatial distribution under the climatic criterion of the slump period demonstrated that largest spatial distribution is allocated to the middle class in the margin of highlands and high latitudes regions. Paired comparison and spatial distributions under the scale of the growth period illustrated that the spatial pattern in this sub-criteria is highly dependent on the altitude and latitude. From the north to the south and from the west to the east, the suitability for growing grapevine decreases. Paired comparison and spatial distributions under the climatic criteria of absolute minimum temperature revealed that in terms of absolute minimum temperature, there is a limitation on grapevine for some regions of Iran. These areas are mainly mountainous belts of the Zagros mountain, the northwest cold region and northeastern Iran. Paired comparison and spatial distribution under the climate criteria of maximum air temperature showed that temperatures above the threshold of 40 degrees Celsius adversely influence the quality and yield of grapevine. In fact, in terms of absolute maximum temperatures, more than half of the country's surface area is unsuitable. Paired comparison and spatial distributions under the geographic scale elevation above sea level showed that suitable altitude areas are limited to the high and mountainous regions of the northwestern, northern, and northeastern Iran. Paired comparison and spatial distributions under the relative climate of relative humidity indicated that due to the relative humidity of the grape vine compared to many fruit trees, the relative humidity in Iran is high for the grapevine tree. Paired comparison and spatial distributions under the climatic criteria of sunshine hours illustrated that the distribution of sunshine hours affects the latitude factor causing an increase in sunshine hours from north to south. A wide range of growing fruit trees in terms of sunshine days can be found in Iran. Therefore, most regions in the country provide unlimited solar radiation for grapevine growth. Paired comparison and spatial distributions under the geographic scale elevation above sea level showed that altitude plays an important role for locating vineyards. Suitable high-altitude areas are limited

1, 2 and 3- Ph.D. Student of Agro Climatology, Associate Professor and Assistant Professor, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: g.fallah@hsu.ac.ir)

to the high and mountainous regions of the northwestern, northern, and northeastern Iran. Paired comparison and spatial distribution below the gradient geographic scale showed that planting fruit trees, especially grapes, is more cost-effective in steep slopes. Considering the high adaptability and physiological conditions of the grapevine, almost all regions of Iran, except very high and mountainous regions, are suitable for planting grapes. Suitable vineyard cultivars are adapted to the slopes of mountainous and relatively high mountainous regions in the mid-west, northwest, northeast, and scattered areas of the center, east and south east of the country. The range of cultivating grapevine trees is 42% of the country's surface area.

Conclusion: The results revealed that the climate criterion has a pivotal role for determining land suitability for grapevine trees. The suitable vineyard cultivars are located in the mountainous and relatively hilly mountains in the northwest, northwest, northeast, and dispersed areas of the center, east and south east of Iran. These findings are important for land use planning and spatial planning with emphasis on climatic and geographic capabilities for efficient use of natural resources.

Keywords: Climatic condition, Grapevine, Land suitability