

## محدودیت های تولید انگور از لحاظ عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل تحلیلی سلسله مراتبی (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)

هاشم هادی<sup>۱\*</sup>، محمد آزادی مبارکی<sup>۲</sup>، مریم ثنائی قهی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۶

- ۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
- ۲- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی شهری، دانشگاه شهید بهشتی
- ۳- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک دانشگاه شهید بهشتی

\*مسئول مکاتبه hhadi52@gmail.com

### چکیده

با توجه به تاثیر عوامل گوناگون بر رشد و عملکرد انگور، فرایند سنجش تناسب اراضی برای کشت به منظور آمایش فضایی این محصول، مستلزم استفاده از اطلاعات جامع و متنوع مکانی و توصیفی است. فن آوری GIS امکان بهره‌گیری از این نوع داده‌ها را فراهم ساخته و تحلیل فضایی اطلاعات را بر اساس مدل‌های مناسب تسهیل نموده است. بنابراین در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیک انگور از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده و در محیط نرم‌افزاری ARC/GIS 9.3 مدل‌سازی و سپس تحلیل فضایی اطلاعات صورت گرفت. نهایت اینکه، اراضی مستعد استان آذربایجان شرقی جهت کشت و تولید انگور از لحاظ عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین (دما، بارش، رطوبت نسبی، توپوگرافی و غیره) ارزیابی و پهنه‌بندی شد. نتیجه‌ی تحقیق نشان می‌دهد که از نظر فضایی، ۱۰ درصد استان در شرایط نسبی مناسب تا بسیار مناسب جهت تولید انگور نسبت به سایر مناطق استان آذربایجان شرقی قرار دارد که از لحاظ پهنه‌های فضایی شامل شهرستان‌های میانه، ملکان، شبستر، جلفا، بناب و عجب شیر می‌باشد و مطلوب‌ترین مناطق با توجه به لایه‌ی نهایی ارائه شده است.

**واژه های کلیدی:** استان آذربایجان شرقی، انگور، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مدل تحلیلی سلسله مراتبی (AHP)

## Grape Production Constraints in Terms of Climatic Elements and Land Physical Factors Using AHP Model in GIS Environment (Case Study: East Azarbaijan Province)

Hashem Hadi<sup>1\*</sup>, Mohammad Azadi Mobaraki<sup>2</sup>, Maryam Sanaei Ghehi<sup>3</sup>

Received: June 10, 2014 Accepted: January 16, 2016

1-Assist. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

2-PhD. Student in Urban Meteorology of Shahid Beheshti University, Iran.

3-PhD. Student in the Synoptic Meteorology of Shahid Beheshti University, Iran.

\*Corresponding Author: hhadi52@gmail.com

### Abstract

Grape is one of the nutritious fruits that have commercial value as well, and most farmers try to raise it in their lands. Considering various factors affecting growth and yield of grape, the process of assessing the suitability of land for cultivation in order to spatial planning of this product needs the use of comprehensive and diverse geographic and descriptive information. GIS technology provides the possibility of using this type of data and facilitates spatial analysis of information based on the appropriate models. Therefore, in this study regarding the ecological needs of grape, multi-criteria decision making (MCDM) method based on analytical hierarchy process (AHP) was used for modeling and spatial analysis of information in ARC/GIS 9.3 software environment. Eventually, East Azarbaijan province suitable lands for grape cultivation and production with regard to climatic elements and land physical factors (temperature, precipitation, relative humidity, topography, etc.) were evaluated and zoned. Results of this research showed that, spatially, 10 percent of the province has conditions varying between suitable to very suitable for grape production compared to the rest of province which in terms of spatial zones included Mianeh, Malekan, Shabstar, Jolfa, Bonab and Ajabshir cities and the most suitable areas were presented concerning final layer.

**Keywords:** AHP, East Azerbaijan, Grape, Geographic Information system, MCDM

### مقدمه

میلیون هکتار می‌باشد (کریسی و کریسی ۲۰۰۹). سطح زیرکشت تاکستانهای کشور با احتساب درختان پراکنده انگور حدود ۳۰۶ هزار هکتار بوده که ۳۵/۹۱ درصد آن درختان بارور می‌باشند. ۲۷۸ هزار هکتار سطح بارور تاکستانهای کشور است که ۷۵/۲۴ درصد آن

انگور در سراسر جهان کشت گردیده و به تنهایی در هزاران فرآورده مورد مصرف دارد. کشت انگور یکی از صنایع عمده باغبانی جهان به شمار می‌رود، به طوری که سطح زیر کشت آن در جهان بالغ بر ۷/۹

(۱۳۸۸) به تعیین مناطق مستعد به منظور کشت مرکبات در سطح استان مازندران پرداخته و در نهایت اراضی استان مازندران را در چهار سطح خیلی مناسب تا نامناسب مشخص کرده است. طباطبائی (۱۳۸۸) نیز طی تحقیقی مشابه به پهنه‌بندی اراضی استان آذربایجان شرقی به منظور کشت چغندر قند پرداخته و اراضی مستعد به منظور کشت را تعیین کرده است. دانشور (۱۳۹۱)، در پایان نامه خود با انتقال پارامترهای هواشناختی، شیب، کاربری اراضی و عمق خاک به محیط ARC/GIS و وزن دهی آنها با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی، توانمندی‌های استان آذربایجان غربی را جهت کشت و تولید انگور بررسی و اراضی مستعد را مشخص نمود. اسفندیاری و آزادی مبارکی (۱۳۹۰) با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی به سنجش قابلیت اراضی به منظور کشت گلزای پاییزه در استان اردبیل پرداختند. لیوید (۲۰۰۲) در کار خود با عنوان مکان‌یابی احداث تاکستان به تحلیل عوامل طبیعی موثر در رشد تاک پرداخته و پس از آن با معرفی کشاورزی دقیق به ضرورت استفاده از GIS در کشاورزی پرداخته و اذعان می‌دارد که انتخاب محل مناسب بیشترین اهمیت را در پرورش انگور دارد. ولف و بویر (۲۰۰۳) با در نظر گرفتن عوامل بیولوژیکی و طبیعی که کیفیت انگور را متأثر می‌کند از GIS استفاده نموده و بهترین مکان برای احداث تاکستان در منطقه ویرجینای آمریکا را مشخص نمودند. ایشان به مطالعه ویژگی‌های ماکرو و میکرواقلیم منطقه پرداخته و با تلفیق لایه‌های خاک-شناسی، کاربری اراضی، توپوگرافی، شیب، جهت و ارتفاع، مناسب‌ترین مکان‌های احتمالی را برای تاکستان مشخص نمودند. پرز و تابودا (۲۰۰۳) با استفاده از عکس‌های هوایی نقشه تاکستان‌های بیزرو را بدست آوردند و سپس در محیط GIS با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی توپوگرافی، ارتفاع، شیب، جهت، خاک‌شناسی و لایه‌های مربوط به ویژگی‌های اقلیمی، مناسب‌ترین مکان‌ها را برای کشت تاکستان مشخص نمودند. ایشان

کشت آبی است. استان فارس با سهم ۲۲/۹۲ درصد سطح بارور تاکستانهای کشور در جایگاه نخست قرار دارد. استانهای قزوین، خراسان رضوی، همدان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، خراسان شمالی و زنجان به ترتیب با ۱۰/۷۷، ۸/۹۶، ۶/۹۶، ۶/۳۷، ۶/۱۸، ۵/۶۹ و ۳/۳۳ درصد سهم در سطح بارور انگور کشور در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. در مجموع ۷۱/۱۸ درصد سطح بارور انگور کشور در این هشت استان می‌باشد و سایر استانها ۲۸/۸۲ درصد سطح بارور انگور کشور را داشته‌اند. میانگین عملکرد انگور در هکتار کل کشور ۱۳۲۸۷/۴ کیلوگرم در هکتار است که در این میان بیشترین عملکرد مربوط به استان سمنان (۲۲۴۴۷/۷ کیلوگرم در هکتار) است و آذربایجان شرقی با ۱۷۹۳۶/۲ کیلوگرم در هکتار رتبه چهارم کشور را داراست. تولید انگور کشور حدود ۳/۰۵ میلیون تن بوده که ۹۱/۰۸ درصد آن از کشت آبی حاصل شده است. استان آذربایجان شرقی بعد از فارس، همدان، خراسان رضوی و قزوین با ۱۰/۳۵ درصد تولید انگور کشور، در جایگاه پنجم تولید این محصول قرار دارد. در داخل استان آذربایجان شرقی، شهرستان ملکان با سهم ۶۰/۹۲ درصد رتبه نخست تولید را به خود اختصاص داد. بناب، مراغه، آذرشهر، عجبشیر، شبستر، میانه و تبریز به ترتیب با ۱۵/۰۳، ۱۱/۰۳، ۳/۸، ۳/۰، ۲/۹۷، ۱/۸ و ۱/۴ درصد در جایگاه‌های بعدی تولید کنندگان انگور استان جای گرفته‌اند (سایت مرکز آمار ایران ۱۳۹۳). صرف نظر از کمیت میزان برداشت انگور، کیفیت آن نیز اصولاً به عوامل طبیعی و انسانی متعددی بستگی دارد. در این زمینه یکی از عوامل مؤثر طبیعی، آب و هواست که بر کیفیت و کمیت انگور تأثیر می‌گذارد (کوم ۱۹۸۷). آب‌وهواشناسی کشاورزی ارتباط متقابل عوامل اقلیمی و هیدرولوژیکی را با کشاورزی بررسی می‌کند. هدف آب و هواشناسی کشاورزی بکارگیری اطلاعات آب-وهوایی به منظور بهبود عملیات زراعی و افزایش تولیدات کشاورزی از جنبه کیفی و کمی است. هاشم‌پور

رود. عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین، در تعیین نوع کشت و عملکرد محصول اهمیت بسزایی دارند. به-این ترتیب، در تحقیق حاضر داده‌های موثر عناصر اقلیمی از قبیل: دما، بارش و رطوبت نسبی و عوامل فیزیکی زمین شامل توپوگرافی، شیب زمین و خاک، جهت تعیین مناطق مساعد کشت انگور در استان آذربایجان شرقی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند.

### مواد و روش‌ها

#### الف- شناخت محدوده و تدقیق مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه

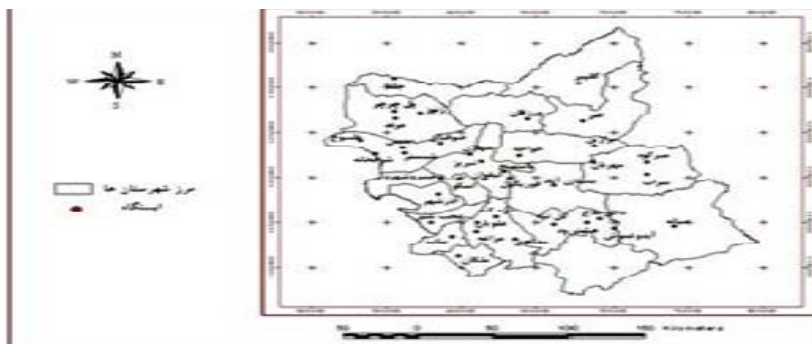
محدوده‌ی مورد مطالعه در شمال غرب ایران واقع گردیده و دارای مختصات ۴۵ درجه و ۷ دقیقه الی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه‌ی طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه الی ۳۹ درجه و ۲۶ دقیقه‌ی عرض شمالی است. وسعت این محدوده معادل ۴۵۸۴۶/۵۷۲ کیلومتر مربع می‌باشد. محدوده‌ی مورد مطالعه از طرف شمال با جمهوری آذربایجان، از طرف شرق با استان اردبیل، از جنوب شرق با استان زنجان و از طرف غرب و جنوب غرب با استان آذربایجان غربی هم مرز است (شکل‌های ۱ و ۲).

#### ب- مطالعه‌ی کتابخانه‌ای و شیوه جمع آوری داده‌ها

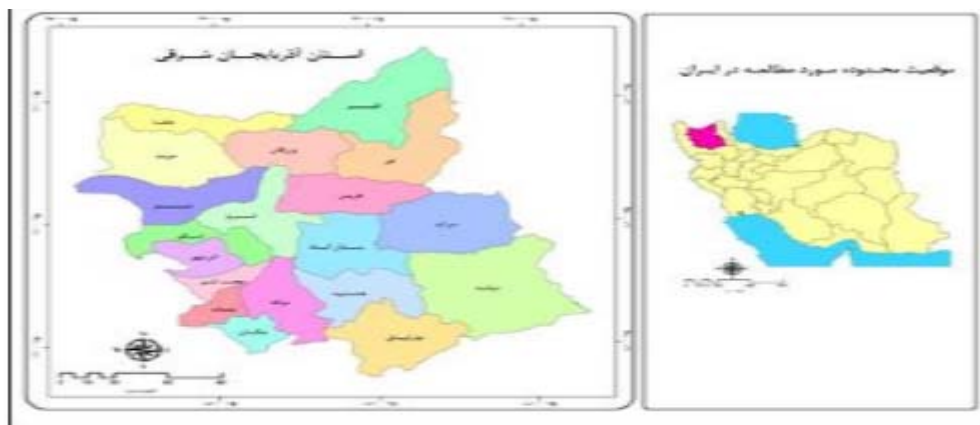
در این بخش، کتب، مقالات، مجله‌ها و هر آنچه که در ارتباط با موضوع بوده و قابل دسترسی بودند مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین داده‌های مورد نیاز با توجه به پارامترهای موجود در جدول ۱، از سازمان هواشناسی و سازمان آب استان آذربایجان شرقی تهیه شدند که شامل داده‌های ۱۲ ایستگاه سینوپتیک، ۱۶ ایستگاه تبخیرسنجی و ۱۰ ایستگاه باران‌سنجی می‌باشند (شکل ۲ و جدول ۱).

نتیجه گرفت که استفاده از GIS بهترین روش برای تعیین مناطق بالقوه کشت انگور است. می‌شرا و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با استفاده از AHP و GIS و معیارهای خاک، جغرافی، شیب، زهکشی، کاربری و پوشش اراضی و دسترسی به راه‌ها مناطق مستعد برای کشاورزی ارگانیک را در ناحیه اوتراخاند هند مشخص نمودند. همچنین کاظمی و همکاران (۲۰۱۵) نیز با استفاده از همین روش‌ها و معیار قرار دادن اجزای محیطی از قبیل میانگین دمای حداقل و حداکثر، بارندگی، شیب، ارتفاع و ویژگی‌های خاک مانند ماده آلی خاک، pH، EC، بافت و عناصر غذایی، مناطق مستعد کشت گندم در استان گلستان را مشخص نمودند. امروزه محققان زیادی از فن آوری سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت امکان‌سنجی محصولات گوناگون در مناطق مختلف استفاده می‌کنند. نتایج پژوهش‌های ذکر شده نشان می‌دهد که سیستم اطلاعات جغرافیایی کارایی لازم را جهت تعیین مناطق مساعد جهت کشت محصولات در مناطق مختلف دارا می‌باشد.

با عنایت به این‌که مطالعه تناسب اراضی منجر به استفاده بهینه از مزیت‌های نسبی مناطق مختلف جهت کشت یک محصول شده و در نتیجه از هدر رفتن منابع و هزینه‌ها در کشت‌های بدون مزیت برای منطقه جلوگیری می‌کند و با توجه به اهمیت کشت انگور در استان و اشتغال بخش قابل توجهی از کشاورزان به کشت این محصول و همچنین نبود تحقیقی در این رابطه در استان و در راستای آگاهی بخشی به کشاورزان و مسئولین در جهت بررسی الگوی کشت حاضر و تغییر احتمالی آن در جهت مزیت‌های منطقه تحقیق حاضر انجام گرفت. بنابراین، پهنه‌بندی آگروکلیمایی انگور در محیط GIS، موضوع اصلی تحقیق جاری به شمار می‌-



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه



شکل ۲- موقعیت محدوده و ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه استان آذربایجان شرقی

نوع ایستگاه	نام ایستگاه	ردیف	نوع ایستگاه	نام ایستگاه	ردیف
تبخیرسنجی	ورزقان	۲۱	سینوپتیک	تبریز	۱
تبخیرسنجی	علویان	۲۲	سینوپتیک	مراغه	۲
تبخیرسنجی	تازه‌کند	۲۳	سینوپتیک	مرند	۳
تبخیرسنجی	بندر شرفخانه	۲۴	سینوپتیک	جلفا	۴
تبخیرسنجی	بنیس	۲۵	سینوپتیک	بناب	۵
تبخیرسنجی	خواجه	۲۶	سینوپتیک	اهر	۶
تبخیرسنجی	خسروشهر	۲۷	سینوپتیک	آذرشهر	۷
تبخیرسنجی	طسوج	۲۸	سینوپتیک	بستان‌آباد	۸
باران‌سنجی	اسکو	۲۹	سینوپتیک	سراب	۹
باران‌سنجی	مهربان	۳۰	سینوپتیک	میانه	۱۰
باران‌سنجی	شبستر	۳۱	سینوپتیک	ملکان	۱۱
باران‌سنجی	عجب‌شیر	۳۲	سینوپتیک	کلپیر	۱۲
باران‌سنجی	هشت‌رود	۳۳	تبخیرسنجی	آیدوغموش	۱۳
باران‌سنجی	باسمنج	۳۴	تبخیرسنجی	برازین	۱۴
باران‌سنجی	گل‌تپه	۳۵	تبخیرسنجی	پل‌چرچر	۱۵
باران‌سنجی	زنوز	۳۶	تبخیرسنجی	قوریگول	۱۶
باران‌سنجی	صوفیان	۳۷	تبخیرسنجی	لیقوان	۱۷
باران‌سنجی	داش‌بلاغ	۳۸	تبخیرسنجی	میرکوه	۱۸
			تبخیرسنجی	مغانجق	۱۹
			تبخیرسنجی	سهلان	۲۰

بردار مجموع وزن‌دار با ضرب کردن وزن در اولین معیار به اولین ستون آرایه مقایسه زوجی اصلی محاسبه گردید. سپس وزن معیار دوم در ستون دوم و الی آخر و سرانجام مجموع این روش‌ها در ردیف‌ها ضرب گشته (برای هر یک از زیر معیارها و گزینه‌ها نیز این گونه عمل گردید). پس از محاسبه بردار ثبات (جدول ۲) برای تکمیل محاسبات به محاسبه در ضریب دیگر با عنوان لاندا ( $\lambda$ ) و شاخص پایداری ( $CI$ ) نیاز بود. ضریب ( $\lambda$ ) به عنوان میانگین بردار پایداری است و به این صورت محاسبه شد.

$$\lambda = \frac{5.42+5.31+5.15+4.86+5.73}{5} = 5.294$$

از تقسیم شاخص سازگاری به شاخص تصادفی، ضریب سازگاری حاصل شد.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n(n-1)} = \frac{5.294 - 5}{5(5-1)} = 0.0735$$

ارزش شاخص تصادفی بر اساس تعداد معیارهای (زیر معیارها و گزینه‌ها) مورد مقایسه طبق جدول ۴ تغییر می‌یابد. چنانکه نسبت پایداری یا ضریب بدست آمده  $CR < 0.1$  باشد سطح قابل قبولی از ثبات را در مقایسه‌ی زوجی نشان می‌دهد. یا به عبارت دیگر اگر  $CR$  بزرگ‌تر یا مساوی  $0.1$  باشد باید در وزن‌های اعمال شده بر آن تجدید نظر شده و مجدداً آرایه‌های زوجی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرند تا در نهایت بتوان به سطح قابل قبولی دست یافت.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0735}{1.12} = 0.065$$

همچنین نقشه‌های مربوط به توپوگرافی، کاربری اراضی و خاک از سازمان منابع طبیعی استان تهیه گردیدند.

### ج- فرایند تحلیل سلسله مراتبی

مدلی که به منظور تلفیق اطلاعات داده‌های مکانی و اقلیمی استان آذربایجان شرقی مورد استفاده قرار گرفته در اصل یک مدل وزنی بر اساس مدل AHP است. در این مدل معیارهای طبقه‌بندی (جدول ۴) در نظام سلسله مراتبی قرار گرفته و به صورت زوجی مقایسه شده و به هر یک وزنی خاص در مقیاس ۱ تا ۹ داده شد. سپس ارزش نهایی آن‌ها تعیین شده و به کلاس‌های مورد نظر تقسیم شدند. در نهایت لایه‌های طبقه‌بندی شده با هم تلفیق و نقشه‌ی نهایی در محیط GIS، به دست آمده و مناطق بر اساس اولویت پهنه‌بندی شدند.

این روش معمولاً در مورد معیارهایی به کار می‌رود که فاقد ساختار هستند و ارزش‌گذاری بر اساس ترجیحات تصمیم‌سازی باشد (فرجی سبکبار و همکاران ۱۳۸۷). برای افزایش دقت و امکان مقایسه داده‌ها در هر سطح معیارها به صورت زوجی نسبت به سطح بالاتر مقایسه شده و وزن نسبی به هر یک داده شد. به منظور تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی، ابتدا برای هر یک از آن‌ها ماتریس میانگین هندسی تشکیل گردید و وزن نسبی پارامتر اقلیم در میان سایر پارامترها محاسبه شد.

### د- بررسی سازگاری در قضاوت‌ها

یکی از مزیت‌های تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده در تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها است. در این قسمت برای هر یک از معیارها و زیر معیارها با تعیین

جدول ۲- تعیین نسبت ثبات یا پایداری

معیار	مرحله اول	مرحله دوم
اقلیم	$۰.۳(۹) + ۰.۶۱(۸) + ۰.۱۳۲(۵) + ۰.۲۵۹(۳) + ۰.۴۹۶(۱) = ۲.۶۸۸$	$۲.۶۸ / ۰.۴۹۶ = ۵.۴۲$
خاک	$۰.۳(۶) + ۰.۶۱(۵) + ۰.۱۳۲(۴) + ۰.۲۵۹(۱) + ۰.۴۹۶(۱/۲) = ۱.۳۷۵$	$۱.۳۷۵ / ۰.۲۵۹ = ۵.۳۱$
شیب	$۰.۳(۵) + ۰.۶۱(۴) + ۰.۱۳۲(۱) + ۰.۲۵۹(۱/۲) + ۰.۴۹۶(۱/۵) = ۰.۶۸$	$۰.۶۸ / ۰.۱۳۲ = ۵.۱۵$
تیپ اراضی	$۰.۳(۳) + ۰.۶۱(۱) + ۰.۱۳۲(۱/۲) + ۰.۲۵۹(۱/۵) + ۰.۴۹۶(۱/۸) = ۰.۲۹۷$	$۰.۲۹۷ / ۰.۰۶۱ = ۴.۸۶$
کاربری اراضی	$۰.۳(۱) + ۰.۶۱(۱/۲) + ۰.۱۳۲(۱/۵) + ۰.۲۵۹(۱/۲) + ۰.۴۹۶(۱/۴) = ۰.۱۷۱$	$۰.۱۷۱ / ۰.۰۳ = ۵.۷۳$

جدول ۳- شاخص پایداری تصادفی (RI)

تعداد (n)	(RI)	تعداد (n)	(RI)	تعداد (n)	(RI)
۱	۰/۰۰	۶	۱/۲۴	۱۱	۱/۵۱
۲	۰/۰۰	۷	۱/۳۲	۱۲	۱/۴۸
۳	۰/۵۸	۸	۱/۴۱	۱۳	۱/۵۶
۴	۰/۹۰	۹	۱/۴۵	۱۴	۱/۵۷
۵	۱/۱۲	۱۰	۱/۴۹	۱۵	۱/۵۹

منبع: محمود زاده، ۱۳۸۸

## نتایج و بحث

یافته‌های پژوهش شامل دو بخش شاخص و تلخیص نیازهای اقلیمی محصول انگور و نیز یافته‌های مربوط به تعیین میزان مطلوبیت اقلیمی پهنه‌های مختلف برای کشت و گسترش کشت این محصول بود.

### الف- مراحل فنولوژیکی و نیازهای اقلیمی انگور

با دسته بندی و تلخیص یافته های اسنادی پژوهش می توان اظهار نمود که افراد زیادی راجع به مراحل فنولوژیکی انگور تحقیق کرده‌اند، که در نهایت جدول کاملی به شرح زیر تنظیم گردید (جدول ۴).

### ب- تعیین میزان مطلوبیت اقلیمی پهنه های مکانی

#### استان آذربایجان شرقی برای کشت و گسترش انگور

به منظور تعیین میزان مطلوبیت اقلیمی پهنه های مکانی استان آذربایجان شرقی برای کشت و گسترش انگور در

استان آذربایجان شرقی، نخست با جمع‌آوری اطلاعات توصیفی و رقومی سازی داده‌های مکانی مانند لایه‌های مربوط به عناصر و عوامل اقلیمی مورد نیاز برای رشد و نمو انگور و همچنین با ایجاد فضای توپولوژیک به وسیله‌ی نرم‌افزار GIS، بین اطلاعات توصیفی و لایه‌ها رابطه برقرار شد. سپس بر اساس شرایط اکولوژیکی انگور معیارها مشخص گردیده و با توجه به مدل تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۱</sup>، اقدام به ارزش‌گذاری معیارها و زیرمعیارها گردید که بر اساس آن به همپوشانی و تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط Arc/GIS 9/3 پرداختیم. مناطقی که دارای بالاترین وزن بودند به عنوان مناطق مناسب جهت کشت انگور در استان آذربایجان شرقی انتخاب<sup>۱</sup> شدند (شکل‌های ۳ الی ۱۰ نمونه-هایی از لایه‌های استاندارد هستند).

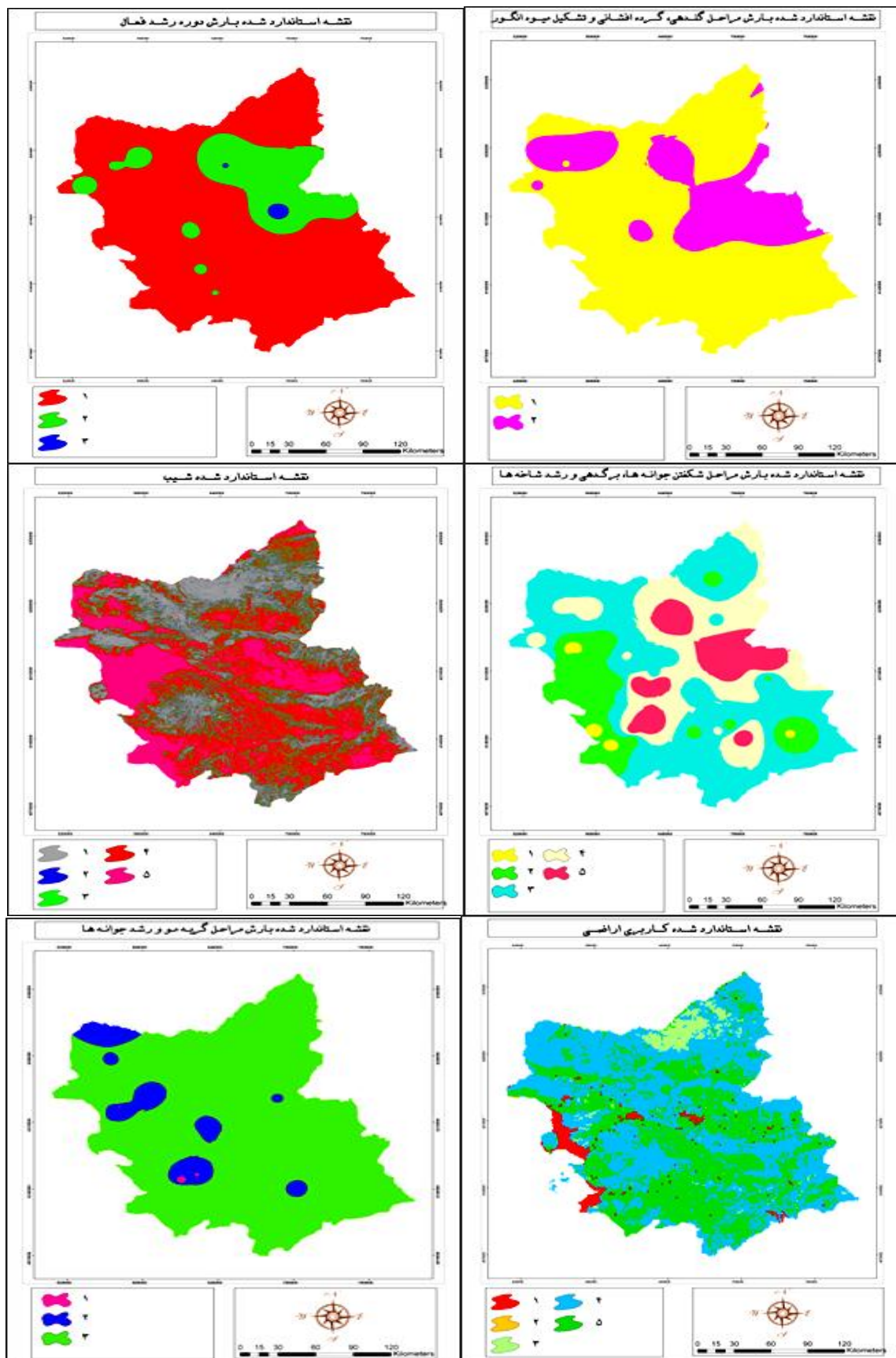
<sup>۱</sup> Analytical hierarchy process

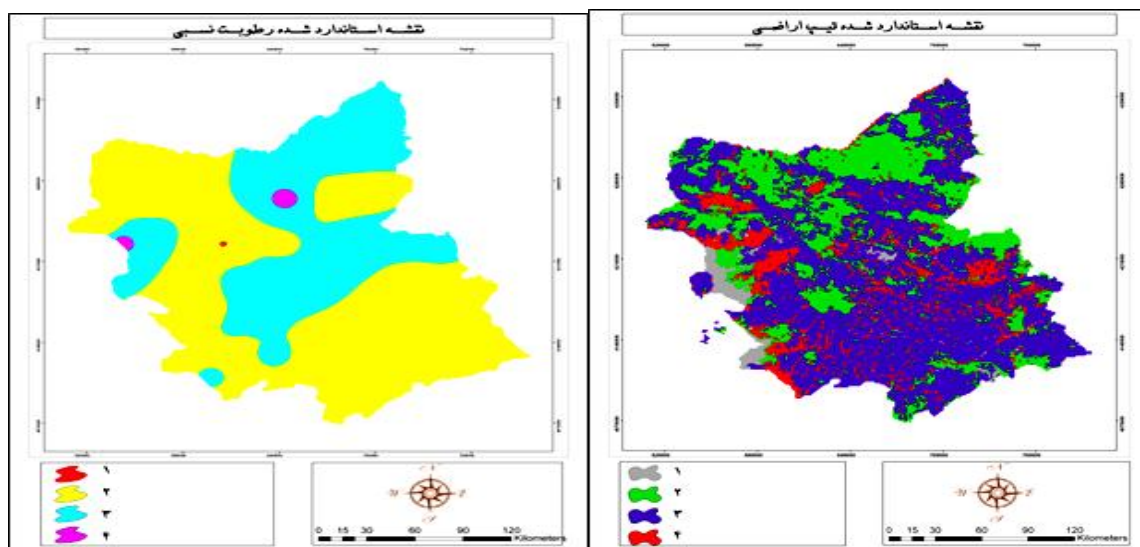
جدول ۴- نیازهای اقلیمی انگور

محدودیت شدید	محدودیت نسبتاً شدید	محدودیت متوسط	محدودیت کم	بدون محدودیت	کلاس ویژگی‌های اقلیمی و فیزیکی
<۹ یا ۲۴	۲۲-۲۴	۲۰-۲۲	۱۸-۲۰	۱۵-۱۸	دمای مراحل گریه مو و رشد جوانه‌ها (اسفند و فروردین)
	۹-۱۱	۱۱-۱۳	۱۳-۱۵		
<۱۱ یا ۳۹	۳۵-۳۹	۳۱-۳۵	۲۷-۳۱	۲۳-۲۷	دمای مراحل شکفتن جوانه‌ها، برگ دهی و رشد شاخه‌ها (اردیبهشت و خرداد)
	۱۱-۱۵	۱۵-۱۹	۱۹-۲۳		
<۱۲ یا ۴۰	۳۶-۴۰	۳۲-۳۶	۲۸-۳۲	۲۴-۲۸	دمای مراحل گل دهی گرده افشانی و تشکیل میوه انگور (تیر و مرداد)
	۱۲-۱۶	۱۶-۲۰	۲۰-۲۴		
<۱۶ یا ۳۷	۳۴-۳۷	۳۱-۳۴	۲۸-۳۱	۲۵-۲۸	دمای مراحل رشد و رسیدن انگور (شهریور و مهر)
	۱۶-۱۹	۱۹-۲۲	۲۲-۲۵		
<۸	۴-۶ تا	۲-۴ تا	۰ تا ۲	۰ تا ۲	دمای دوره خواب (آبان، آذر، دی و بهمن)
>۱۰	۳۰-۱۰	۵۰-۳۰	۷۰-۵۰	۹۰-۷۰	بارش مراحل گریه مو و رشد جوانه‌ها (اسفند و فروردین)
>۴۰	۶۰-۴۰	۸۰-۶۰	۱۰۰-۸۰	<۱۰۰	بارش مراحل شکفتن جوانه‌ها، برگ دهی و رشد شاخه‌ها (اردیبهشت و خرداد)
>۳۰	۴۰-۳۰	۵۰-۴۰	۶۰-۵۰	۷۰-۶۰	بارش مراحل گل دهی گرده افشانی و تشکیل میوه انگور (تیر و مرداد)
>۶۰	۷۰-۶۰	۸۰-۷۰	۹۰-۸۰	۱۰۰-۹۰	بارش مراحل رشد و رسیدن انگور (شهریور و مهر)
>۲۰۰	۲۵۰-۲۰۰	۳۰۰-۲۵۰	۳۵۰-۳۰۰	<۳۵۰	بارش در دوره رشد فعال
<۸۰ و >۴۰	۵۵-۴۰	۶۵-۵۵	۷۰-۶۵	۸۰-۷۰	رطوبت نسبی هوا
<۱۵	۱۵-۱۲	۱۲-۸	۸-۳	۳-۰	شیب
>۶۰	۸۰-۶۰	۱۰۰-۸۰	۱۲۰-۱۰۰	<۱۲۰	عمق خاک
شوره‌زارها	کوه‌ها	تپه‌ها	فلات‌ها و تراس‌های فوقانی مخروط افکنه‌ها	دشت‌ها رسوبی رودخانه‌ای و سیلابی دامنه‌ای	تیپ اراضی
زمین لخت و بایر	منابع آبی	جنگل	مراتع	زمین‌های کشاورزی	کاربری اراضی

منبع: یافته‌های اسنادی نگارنده و واحدی، ۱۳۹۰





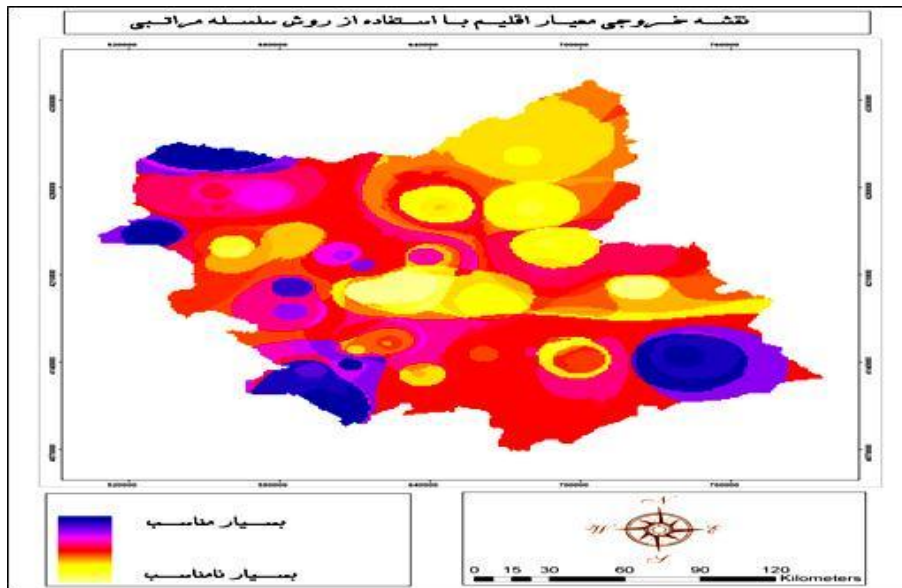


شکل‌های ۳ الی ۱۰- لایه‌های استاندارد شده‌ی عناصر و عوامل اقلیمی انگور

اقلیمی موثر بر تعیین مطلوبیت اقلیمی پهنه های مختلف جهت کشت انگور، اعمال گردیدو خروجی آن به صورت ماتریس و نقشه ۱۱ قابل مشاهده می باشد:

همان طور که مشاهده می‌شود مجموع ضریب اهمیت معیارهای یازده‌گانه فوق معادل عدد یک است و این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است. این اوزان محاسبه شده در لایه های ۱۱ گانه مربوط به عناصر

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۵	۶	۷	۸	۹
B	۱/۲	۱	۲	۲	۲	۲	۴	۵	۶	۷	۸
C	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۲	۴	۴	۵	۶	۷
D	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۴	۴	۴	۵	۶
E	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۴	۴	۴	۵
F	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۴	۴	۴
G	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۲	۱	۲	۲	۴	۴
H	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۴	۴
I	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۴
J	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱	۲
K	۱/۹	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱



شکل ۱۱- ارزیابی تناسب اراضی کاشت انگور بر اساس عناصر اقلیمی با بهره‌گیری از مدل AHP

شده برای این دو (عوامل اقلیمی و عناصر اقلیمی موثر در کشت انگور) و تجمیع امتیازات محاسبه شده در ماتریس و نقشه ذیل قابل مشاهده است.

$$W_1 = 0/509 \text{ ضریب اهمیت اقلیم}$$

$$W_2 = 0/27 \text{ ضریب اهمیت خاک}$$

$$W_3 = 0/1299 \text{ ضریب اهمیت شیب}$$

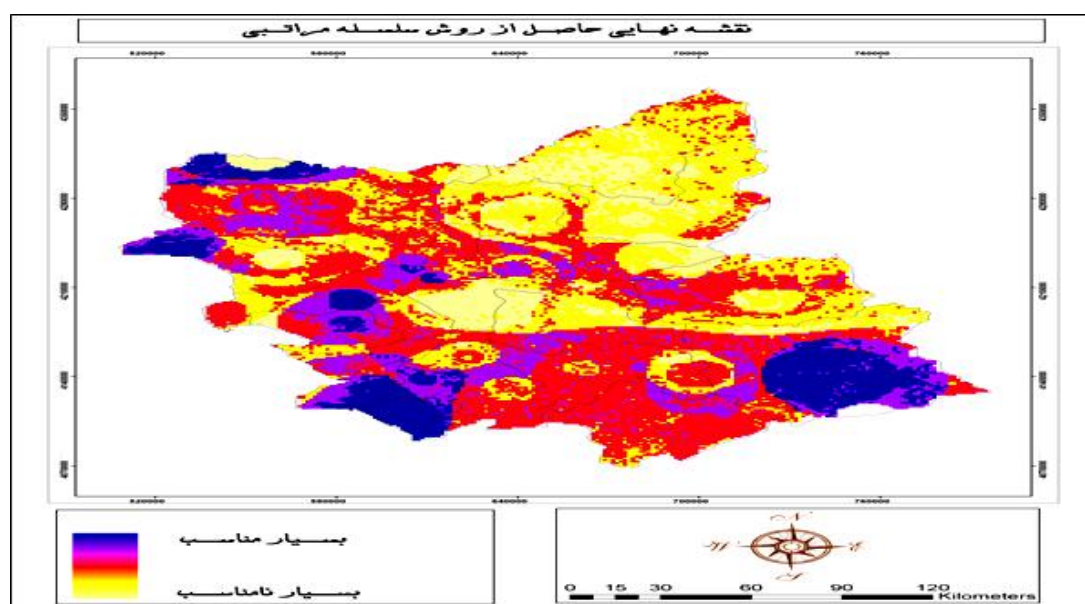
$$W_4 = 0/0575 \text{ ضریب اهمیت تیپ اراضی}$$

$$W_5 = 0/0336 \text{ ضریب اهمیت کاربری اراضی}$$

$$CR = 0/0815$$

در نهایت، پس از ترسیم لایه‌ی عناصر اقلیمی، به منظور پهنه‌بندی مکان‌های مناسب کشت انگور در استان آذربایجان شرقی، لایه‌های رستری مربوط به همه‌ی معیارهای مورد استفاده (عناصر اقلیمی، شیب، خاک، تیپ اراضی، کاربری اراضی) در این پژوهش به محیط AHP فراخوانی شده و پس از ایجاد ماتریس لایه‌ی نهایی استخراج گردید. خروجی (یافته نهایی) مربوط به تعیین پهنه‌های مطلوب جهت کشت و توسعه انگور پس از برهم نهاد کلیه لایه‌های مربوط به عوامل و همچنین عناصر اقلیمی با اعمال اوزان نهایی محاسبه

	اقلیم	خاک	شیب	تیپ اراضی	کاربری اراضی
اقلیم	۱	۳	۵	۸	۹
خاک	$\frac{1}{3}$	۱	۲	۵	۶
شیب	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	۱	۲	۵
تیپ اراضی	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	۱	۳
کاربری اراضی	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	۱



شکل ۱۲- ارزیابی تناسب اراضی کاشت انگور بر اساس عناصر و عوامل اقلیمی با بهره‌گیری از مدل AHP

### نتیجه گیری

مشاهده می‌شود که استان آذربایجان شرقی در لایه-های مربوط به بارش گریه مو و رشد شاخه‌ها به سه دسته طبقه‌بندی شده است که وسعت بسیار زیاد آن در طبقه‌ی سوم یعنی در شرایط متوسط قرار دارند. درصد کوچکی از استان هم که در شمال ایستگاه مراغه واقع شده‌اند، در طبقه یک یا شرایط محدودیت شدید واقع شده‌اند. لایه استاندارد شده‌ی مربوط به بارش مراحل رشد و رسیدن انگور حاکی از قرار گرفتن تمام استان در شرایط محدودیت شدید از لحاظ بارش دریافتی می‌باشد. چرا که میزان بارش دریافتی استان آذربایجان شرقی در ماه‌های مربوط به شهریور و مهر ماه کمتر از ۶۰ میلی‌متر بوده که به هنگام استاندارد سازی کل استان در طبقه یک که نشان دهنده‌ی محدودیت شدید می‌باشد، واقع می‌شود. لایه‌ی استاندارد شده‌ی مربوط به بارش مرحله گل‌دهی، تشکیل میوه و گرده افشانی نشان می‌دهد که در این مرحله (تیر و مرداد) میزان کل بارش دریافتی استان بین ۱ تا ۲۸ میلی‌متر می‌باشد که درصد زیادی از آن شامل مناطقی می‌شود که به دلیل بارش دریافتی بین ۱ الی ۳۰ میلی‌متر در طبقه‌ی با محدودیت شدید قرار دارند. مابقی استان نیز دارای بارشی بین ۳۰ الی ۲۸ میلی‌متر می‌باشند که در شرایط

با تحلیل هر یک از عناصر و عوامل اقلیمی موثر در کشت انگور در استان آذربایجان شرقی، شاهد محدودیت‌هایی در مناطق مختلف استان هستیم. پس از استاندارد سازی لایه‌های مربوط به عوامل اقلیمی مناطقی که در لایه‌های تپ اراضی، کاربری اراضی و شیب منطقه در وضعیت نامناسب قرار داشتند (مانند شوره‌زارها، شیب‌های تند، مناطق شهری و روستایی و سایر مناطقی که در شرایط مطلوب جهت کشت قرار نداشتند، مشخص گردیده و در مرحله استاندارد سازی با کمترین ارزش عددی نسبت به سایر مناطق ارزش-گذاری شدند. بررسی بارش مورد نیاز در مراحل مختلف فنولوژی انگور نشان می‌دهد که استان آذربایجان شرقی تنها در ماه‌های مربوط به دوره‌ی شکفتن جوانه‌ها، برگ‌دهی و رشد شاخه‌های درخت انگور شاهد مناطقی می‌باشد که در شرایط بدون محدودیت از لحاظ بارش دریافتی قرار دارد که این مناطق شامل ایستگاه‌های واقع در شهر سراب، ورزقان و مناطقی واقع در شمال شهر مراغه را شامل می‌شود. در صورتی که با مطالعه سایر لایه‌های تولیدی برای بارش مورد نیاز مراحل مختلف رشد انگور، چنین

عوامل اقلیمی تلفیق گشت که در نهایت مناطق نهایی و به طور نسبی مناسب و کاملاً نامناسب استان جهت کشت و تولید محصول تجاری انگور تهیه گردید؛ لذا لایه‌ی نهایی استخراج شد که نشان می‌دهد، ۱۰ درصد استان در شرایط نسبی مناسب تا بسیار مناسب جهت تولید انگور نسبت به سایر مناطق استان آذربایجان شرقی قرار دارد که شامل شهرهای میانه، ملکان، شبستر، جلفا، بناب و عجب شیر می‌باشد و شهرهای بستان آباد، سراب، کلیبر، شمال میانه، اهر، ورزقان و تبریز در زمره مناطق کاملاً نامناسب برای کشت انگور می‌باشند که مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین مناطق با توجه به شکل ۱۲ ارائه شده است. به نظر می‌رسد بجز شهرستان ملکان و تا اندازه‌ای بناب که توانسته‌اند از مزیت نسبی خود برای کشت انگور استفاده لازم را ببرند، سایر شهرستان‌های مستعد کشت این محصول از جمله میانه، شبستر، عجبشیر و جلفا که طبق نتایج این پژوهش استعداد خوبی جهت کشت انگور دارند هنوز از مزیت خود بهره لازم را نبرده‌اند. بنابراین به مسئولین و کشاورزان منطقه توصیه می‌گردد در صورت تصمیم برای افزایش سطح کشت و میزان تولید این محصول در استان، مناطق مستعد کشت انگور را در اولویت قرار داده و از گسترش کشت این محصول در مناطق دارای تناسب کمتر اجتناب نمایند. همچنین با عنایت به تغییرات آب و هوایی و وقوع گرمایش جهانی که منجر به بی-نظمی‌های دمایی و بارشی در جهان گشته منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر نیز مستثنی از این تغییرات نبوده و لزوم آن می‌رود که کشاورزان و مسئولین از نتایج این پژوهش جهت مدیریت و آمایش صحیح و درست جهت کشت انگور و سرمایه‌گذاری بر روی این محصول اقتصادی در استان آذربایجان شرقی، بهره‌برند و بدینوسیله از اتلاف انرژی، منابع مالی و مهمتر از همه منابع آبی و ... جلوگیری به عمل آید.

محدودیت نسبتاً شدید واقع می‌گردد. در رابطه با میزان بارش دریافتی استان در دوره رشد فعال انگور نیز باید افزود که با توجه به میزان بارش دریافتی بین ۸۸ الی ۲۸۷ میلی‌متری و با ارجاع به جدول فنولوژیکی انگور، استان آذربایجان شرقی در سه طبقه محدودیت شدید تا محدودیت متوسط واقع می‌گردد. ولی در این رابطه بایستی اضافه کرد؛ تنها درصد ناچیزی از استان که در اطراف ایستگاه مهربان (واقع در شهر سراب) هستند در طبقه سوم (شرایط متوسط) قرار دارند که بارش دریافتی آن ۲۵۰ - ۲۸۷ میلی‌متر می‌باشد. بیشترین وسعت استان در این دوره با توجه به اینکه دارای میزان بارش دریافتی ۸۸ الی ۲۰۰ میلی‌متر است با شرایط محدودیت شدید روبرو می‌باشند.

از لحاظ دمایی نیز لایه‌های استاندارد شده نشان می‌دهند که استان آذربایجان شرقی؛ در مورد دمایی لازم برای رشد انگور در مراحل مختلف آن در طبقات بین محدودیت شدید تا محدودیت کم قرار دارند. متأسفانه در هیچ کدام از این لایه‌ها مناطقی را مشاهده نمی‌کنیم که در شرایط بهینه یا بدون محدودیت جهت رشد انگور قرار بگیرد تا اینکه طبقه پنجمی هم در کار باشد؛ لذا با توجه به مشاهدات می‌توان دریافت که هیچ منطقه‌ای از استان آذربایجان شرقی وجود ندارد که از لحاظ اقلیمی به طور کلی مستعد برای تولید انگور باشد؛ لذا در پژوهش حاضر به دنبال مناطقی هستیم که به طور نسبی بهتر از سایر مناطق برای رشد انگور از لحاظ اقلیمی باشد. بدین منظور لایه‌ی شماره ۱۱ با بهره‌گیری از مدل AHP استخراج گردید که نشان می‌دهد شهرهای ملکان، بناب، عجب شیر، مناطقی از شهر مراغه و مناطق شمالی شهر مرند نیز نسبت به سایر مناطق استان در شرایط بهتری جهت رشد انگور قرار دارند. ولی با توجه به اینکه عوامل اقلیمی از جمله کاربری اراضی، تیپ اراضی، شیب و ارتفاع نیز در کشت و رشد انگور دخیل می‌باشند، لایه‌ی حاصل از تلفیق عناصر اقلیمی با هر یک از معیارهای مربوط به

## منابع مورد استفاده

- اسفندیاری ف و آزادی مبارکی م، ۱۳۹۰. سنجش قابلیت اراضی به منظور کشت کلزای پاییزه بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی استان اردبیل). نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۳۵: ۲۵-۴۷.
- بی‌نام، ۱۳۹۴. آمار نامه کشاورزی ایران سال ۱۳۹۳. اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی. <http://amar.maj.ir>
- دانشور م، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی توانمندی‌های اقلیمی استان آذربایجان غربی به منظور کشت انگور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده جغرافیا دانشگاه تبریز.
- طباطبائی ب، ۱۳۸۸. تعیین مناطق مستعد به منظور کشت محصول چغندر قند (مطالعه‌ی موردی آذربایجان شرقی). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.
- فرجی سبکبار ح، کریم‌زاده ح، صحنه ب و کوهستانی ح، ۱۳۷۸. الگوسازی مکان‌یابی دفن زباله در نواحی روستایی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی-مطالعه‌ی موردی «نواحی روستایی شهرستان بستان آباد». نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، ۲۷: ۴۵-۱۷.
- محمودزاده ح، ۱۳۸۹. کاربرد نرم افزار ArcGIS در برنامه‌ریزی شهری، انتشارات علمیران تبریز.
- واحدی ع، ۱۳۹۰. مکان‌یابی اراضی مستعد کشت انگور در استان آذربایجان غربی با استفاده از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور ارومیه.
- هاشم‌پور ف، ۱۳۸۸. تعیین مناطق مستعد به منظور کشت مرکبات (مطالعه‌ی موردی استان مازندران). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.
- Coombe B, 1987. Influence of Temperature on Composition and Quality of Grapes. *Acta Horticulturae*, 206: 23-35.
- Creasy GL and Creasy LL, 2009. Grapes (Crop production science in horticulture series; 16). CAB International publication.
- Kazemi H, Sarvestani ZT, Kamkar B, Shataei S and Sadeghi S, 2015. Ecological zoning for wheat production at province scale using geographical information system. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2(1): 00035.
- Lloyd S, 2002. Site selection for establishment and management of vineyards. The 14th Annual colloquium of the spatial information research center University of Otago, Dunedin, New Zealand, December 3-5th.
- Mishra AK, Deep S and Choudhary A, 2015. Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(2):181-93.
- Perez JRR and Taboada MFA, 2003. Geographic information systems capabilities for vine-producing management. *Experiences in the Denominación de Origen Bierzo (León. Espana)*.
- Wolf T and Boyer JD, 2003. Vineyard site selection. Virginia cooperative extension publication 463-020. 31 p. <http://www.ext.vt.edu/pubs/viticulture/463-020/463-020.html>.