جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۵، زمستان ۱۳۹۶
وصول مقاله : ۱۳۹۶/۲/۲۳
تأیید نهایی : ۱۳۹۶/۸/۲۱
صفحات : ۱۸۶ - ۱۷۱

پهنه‌بندی قابلیت کشت زیتون در استان مازندران با تأکید بر داده‌های مؤثر اقلیمی و فیزیوگرافی

دکتر بهروز سبحانی [۱]

چکیده

یکی از ارکان اصلی و شناخته شدهٔ توسعهٔ پایدار کشاورزی، به‌کارگرفتن اراضی کشاورزی براساس پتانسیل آن برای مناسب‌ترین کاربری کشاورزی است. هدف از این پژوهش، پهنه‌بندی قابلیت‌های اراضی استان مازندران برای کشت زیتون در رابطه با نیازهای مطلوب اقلیمی زیتون، براساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط GIS است. منابع اطلاعاتی در این پژوهش، پایگاه داده‌های اقلیمی و منابع فیزیوگرافی است. پایگاه داده‌های اقلیمی شاملِ درجه حرارت، بارش، تعداد روزهای یخبندان، رطوبت نسبی، تبخیر و تعرق از آمار و اطلاعات ۲۸ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران‌سنجی اداره‌های کل ذی‌ربط استان، از زمان تأسیس تا سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری شدند و داده‌های فیزیوگرافی شاملِ ارتفاع، شیب، جهت، کاربری اراضی، خاک و نقشهٔ قابلیت اراضی می‌باشند. با استفاده از روش AHP معیار وزنی هرکدام از داده‌های اصلی؛ اقلیم ۰/۵۹۰، توپوگرافی ۰/۲۲۴، قابلیت اراضی ۰/۱۱۲ و کاربری اراضی ۰/۰۷۴ تعیین شد و با همپوشانی آن‌ها در محیط GIS نقشهٔ نهایی کشت زیتون برای استان مازندران تهیه شد که حدود ۲۱/۳ درصد خیلی مناسب،۳۲/۲ درصد مناسب، ۳۴/۲ درصد متوسط و ۱۲/۳ درصد نامناسب برای کشت زیتون است و درنتیجه مناسب‌ترین مناطق برای کشت زیتون، میان‌بندها یا کوه‌پایه‌های استان مازندران است که ارتفاع‌شان تا ۹۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. دمای سالانهٔ این مناطق ۱۷ تا ۲۰ درجه و مقادیر بارش سالانه‌شان ۵۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر است.

کلید واژگان: استان مازندران، زیتون، پهنه‌بندی کشاورزی، AHP و GIS.

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسؤول) sobhani@uma.ac.ir

مقدمه

در کشور ایران به علت تغییرات فراوان در فرایند بارندگی و نوسانات دمایی در طول سال، عناصر اقلیمی نقش ویژه‌ای در عملکرد کشاورزی ایفا می‌کنند (خواجه‌پور، ۱۳۸۶: ۹۵)؛ به‌طوری‌که میزان تولید محصولات کشاورزی، همبستگی بالایی با نزولات جَوی و روند خیزش دما دارد. آگاهی از تأثیر عناصر و عوامل اقلیمی بر عملکرد گیاهان زراعی و باغی کمک بزرگی در روند برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از منابع موجود می‌کند؛ زیرا هر گیاه در مرحلهٔ بحرانی نسبت‌به عناصر آب‌وهوایی حساس است (توارا و دیگران[1]، ۲۰۰۸: ۷۷۳) که شناخت این مکانیسم امکان اتخاذ تصمیم مناسب درجهتِ انتخاب مکان مساعد برای کاشت محصول را فراهم می‌سازد. با شناخت و پیش‌بینی شرایط جَوّی (فارناسایری و دیگران[2]، ۲۰۰۵: ۵۱-۵۳) می‌توان از توانمندی‌های اقلیمی منطقه حداکثر استفاده را برای کاشت محصول به‌عمل آورد. سازمان خواروبار جهانی[3] در سال ۱۹۷۸ به‌منظورِ بهینه‌سازی استفاده از زمین، آب و سایر منابع، مدلی را تحت عنوان A.E.Z[4] (پهنه‌بندی اکولوژیکی- کشاورزی) ارائه و پس از تحقیقات و آزمایش‌های فراوان، در سال ۱۹۸۳ آن را برای کلیهٔ کشورها توصیه کرد؛ ازین‌رو، انجام تحقیقات منطقه‌ای برای شناخت عکس‌العمل هر محصول در مراحل مختلف رشد در ارتباط با عناصر اقلیمی ضروری به‌نظر می‌رسد.

زیتون یکی از محصولات مهم کشاورزی است که در سال‌های اخیر برای گسترش کشت آن در سطح کشور با توجه به پتانسیل‌های اقلیمی و محیطی، اقدامات وسیعی آغاز شده است (آمارنامهٔ وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴). سالانه بیش از ۸۰۰ هزار تن روغن نباتی برای تأمین نیاز کشور وارد شده و فقط ۱۰٪ از نیاز سالانه در داخل تولید می‌شود. با توسعهٔ کشت زیتون می‌توان بخش زیادی از نیاز کشور به روغن خوراکی را تأمین کرد (صادقی، ۱۳۸۱: ۲۰۹؛ ۱۳۸۹: ۲۴). درحالِ‌حاضر سطح زیر کشت زیتون کشور ۱۰۳ هزار هکتار برآورد شده است که متوسط تولید جهانی آن ۸/۱ تن در هکتار و در ایران ۲ تن در هکتار است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴).

پیشینهٔ تحقیق

زیتون میوه‌ای نیمه‌گرمسیری است و به سرمای شدید و یخبندان طولانی حساسیت نشان می‌دهد. بهترین عملکرد زیتون در مناطقی حاصل می‌شود که زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم و خشک و طولانی داشته باشد (کاستانتی[5] و همکاران،۲۰۰۸: ۴۱۶). مطالعات متعددی درخصوصِ تأثیر عوامل و عناصر اقلیمی بر روی مراحل فنولوژیکی درخت زیتون و ارزیابی تناسب اراضی برای کاشت آن صورت گرفته است که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: بیاگامی[6] و همکاران (۱۹۹۹) و بون-گای[7] (۲۰۰۲) در پژوهش‌های خود، تأثیر دما را در طول دورهٔ رشد درخت زیتون مطالعه کرده و یخزدگی را مهم‌ترین عامل محدودکننده در مرحلهٔ جوانه‌زنی و گل‌دهی بیان کرده‌اند. وینگ[8] و همکاران (۱۹۹۸: ۱۹) با بررسی فاکتورهای اقلیمی نواحی کشت زیتون در چین و مقایسهٔ آن با نواحی زیتون‌خیز مدیترانه و مطالعهٔ تأثیر آن فاکتورها برروی رشد و نمو زیتون، به این نتیجه رسیده‌اند که مناطقی در چین که امکان رشد زیتون دارند، به دو ناحیهٔ سازگار و نیمه‌سازگار تقسیم می‌شوند. شرایط اقلیمی در ناحیهٔ سازگار، مشابه نواحی زیتون‌خیز مدیترانه است؛ لذا نسبت به نواحی زیتون‌خیز مدیترانه، تولید در سطح بالایی صورت می‌گیرد. آیرزا[9] و همکاران (۲۰۰۱: ۲۷۷) سازگاری دمایی زیتون را در چاکوی آرژانتین مطالعه کرده‌اند و در مدلی دوره‌های ورنالیزاسیون را برای ۱۹ ایستگاه ازجمله پرو، آرژانتین، ایتالیا، مکزیک، اسپانیا و امریکا با

1-Tura & et al
2-Farnaciari & et al
3-Food and Agriculture Organization
4-Agro – Ecological - Zoning

5-Costantini & et al
6-Bighami & et al
7-Bongi & et al
8- Weiying & et al
9- Ayerza & et al

استفاده از متوسط حداکثر دمای بین ۱۲/۵ تا ۲۱/۱ و حداقل دمای بین صفر تا ۱۲/۵ درجه تحلیل کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که تحلیل داده‌های ایستگاه‌های منتخب ناحیهٔ چاکو، تفاوت‌های مهمی را نسبت‌به مناطق زیتون‌خیز نشان می‌دهد. بونوفیگلیو[10] و همکاران (۲۰۱۳) و آولیو[11] و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات آب‌وهوا را روی درخت زیتون در نواحی مدیترانه‌ای ایتالیا بررسی کرده‌اند و نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که میان فنولوژی و گرم‌شدن هوا ارتباطی قوی وجود دارد.

با توجه به شرایط محیطی، کشورهای اسپانیا، ایتالیا و یونان به‌ترتیب از رتبهٔ اول تا سوم تولیدکنندهٔ زیتون در جهان هستند. تحقیقاتی در نواحی جنوبی اسپانیا، که از نواحی مهم کشت زیتون دنیاست، صورت گرفته‌است؛ گارسیا موزا[12] و همکاران (۲۰۱۰)، پراگونا و همکاران[13] (۲۰۱۵) و گارسیا موزا و همکاران(۲۰۰۹)، به این نتیجه رسیده‌اند که عامل دما، بارش و رطوبت نسبی در طول دورهٔ رشد زیتون در حوضهٔ کشورهای دریای مدیترانه، نقش مؤثری دارند. در کشور ایتالیا، موراندو[14] و همکارنش (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیده‌اند که تأثیر اقلیم و عامل زمین بر روی محصول زیتون و عملکرد آن مؤثر است. وی‌آی‌سس‌تاینر و همکاران[15] (۲۰۱۱) مناطق مناسب برای کشت درختان زیتون را براساس سنجش‌ازدور مکان‌یابی کرده است و به این نتیجه رسیده که رشد درختان به‌صورت متراکم براساس شرایط خاص اقلیمی در منطقه گسترش یافته و توسعهٔ باغات زیتون رابطهٔ نزدیکی با نیاز مطلوب اقلیمی و شرایط فیزیکی مناسب زمین به کشت زیتون دارد. بساطی (۱۳۸۳) امکان کاشت زیتون دیم در استان ایلام را مشروط به استفاده از بذرهای مقاوم به کم‌آبی می‌داند. محمدی و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهش خود به امکان‌سنجی کشت زیتون در اصفهان و مقایسهٔ آن با ایستگاه شاخص رودبار در محیط GIS پرداختند و با استفاده از روش سلسله‌مراتبی در محیط GIS، نواحی مساعد برای کاشت زیتون در استان را طبقه‌بندی کردند. جهانبخش و دیگران (۱۳۸۷) شرایط آب‌وهوایی شمال استان آذربایجان غربی برای کشت زیتون را بررسی کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که گیاه زیتون از بین عناصر اقلیمی بیشترین حساسیت را به فاکتور دما داشته و درنتیجه برای کشت آن در هر منطقه باید روند کاهش دما و تداوم دمای حداقل کاملاً مطالعه شود. حجازی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) مکان‌یابی کشت زیتون را با استفاده از پارامترهای اقلیمی و زمینی به روش تحلیل سلسله‌مراتبی در استان فارس انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که نواحی غرب و شمال غرب استان (کازرون و شیراز) برای کشت زیتون مناسب است. عاکف و رحیمی (۱۳۸۶) ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصول زیتون را در رودبار انجام داده‌اند و این منطقه را ازلحاظِ دمایی مناسب برای کشت زیتون تشخیص داده‌اند. موغلی (۱۳۹۳) امکان‌سنجی کشت زیتون براساس عوامل محیطی را با استفاده از GIS در شهرستان بویراحمد مطالعه کرده و به این نتیجه رسیده است که حدود ۳۵/۲۵ درصد از نواحی برای کشت زیتون مناسب است. میرموسوی و اکبری (۱۳۸۹) امکان‌سنجی کشت زیتون در استان کرمانشاه را مطالعه کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که دما عامل محدودهٔ کشت زیتون در منطقه است و نیاز آبی در طول دورهٔ رشد زیتون با کمبود مواجه است. هدف این پژوهش، مکان‌یابی کشت زیتون با استفاده از داده‌های اقلیمی و منابع زمینی براساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که نسبت به تحقیقاتی که تاکنون انجام‌یافته، از پارامترهای بیشتری استفاده شد.

مبانی نظری

زیتون (Olea europaea L.) که در بیش از ۸ میلیون هکتار زمین در جهان کشت می‌شود، پس از نخل روغنی دومین درخت با میوهٔ روغنی مهم در دنیا بوده

10-Bonofiglio & et al
11-Avolio & et al
12-Garcia Moza & et al
13- Peragóna & et al
14-Moriondo & et al
15-Weissteiner & et al

که کشت و زرع آن به‌طور سنتی در نواحی مدیترانه‌ای متمرکز شده است (معصومی‌اصل و موحدی‌دهنوی، ۱۳۹۱). کشورهای اروپای جنوبی حدود ۷۴/۹ درصد تولید زیتون دنیا را دارند که اسپانیا به‌عنوان تولیدکنندهٔ اصلی ۳۸/۷ درصد، ایتالیا ۲۱ درصد و یونان ۱۲/۹ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. دیگر تولیدکننده‌های مهم روغن‌زیتون، کشورهای ترکیه، تونس، سوریه، اردن، مراکش و الجزایر می‌باشند. درخت زیتون برای اینکه تولید اقتصادی داشته باشد، بایستی در مناطقی کاشته شود که شرایط محیطی با آن سازگار باشد. زیتون در مناطقی با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم و خشک و طولانی بهترین کیفیت روغن را دارد. زیتون درختی است نیمه‌گرمسیری و بنابراین به یخبندان‌های شدید حساس است؛ اما این حساسیت در دوره‌های مختلف رشد گیاه فرق می‌کند. شاخه‌های بارده درخت در درجه حرارت‌های ۵- سانتی‌گراد ممکن است از بین برود. منطقهٔ انتخابی بایستی نیاز سرمایی را تأمین کند. همچنین دقت در حداقل سرمای مطلق زمستانه مهم است. مناطق کمتر از ۱۲- درجه سانتی‌گراد مناسب زیتون‌کاری نیست. میانگین حداکثر دما برای دورهٔ گل‌دهی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رشد و نمو میوه ۳۵ درجه سانتی‌گراد ضروری است. دامنهٔ نیاز سرمایی این گیاه بالا بوده، به‌طوری‌که از ۴۰۰ تا ۷۰۰ ساعت و برخی ارقام بیش از ۱۵۰۰ ساعت به سرمای زیر ۷ درجهٔ سانتی‌گراد نیاز دارد. معیارهای حرارتی در درخت زیتون در جدول ۱ نشان داده شده است. دوران رشدونمو گیاهی زیتون به چهار مرحله تقسیم می‌شود که: الف- دورهٔ جوانی ۱ تا ۱۲ سال؛ ب- دوران آغاز تولد ۱۲ تا ۵۰ سال؛ ج- دوران بلوغ و تکامل ۵۰ تا ۱۵۰ سال؛ دوران ضعف و پیری ۱۵۰ تا ۲۰۰ سال (درویشیان، ۱۳۷۶: ۱۲۶-۱۲۸).

جدول ۱. معیار حرارتی در درخت زیتون

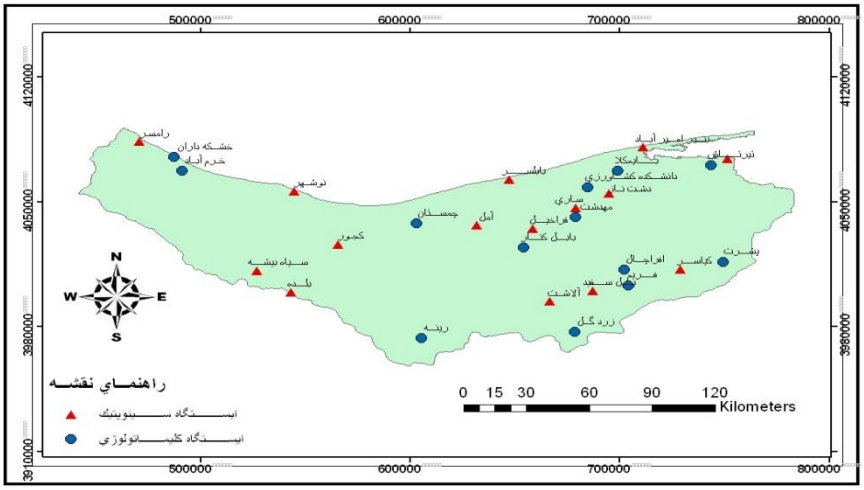
مراحل دورهٔ رشد	درجه حرارت به سانتی‌گراد
دورهٔ استراحت زمستانه (خطر سرما)	۱۰-۱۲-
بیداری بهاری (خطر سرما)	۵-۷-
آغاز رشد گیاهی	۹-۱۰+
نمو اندام گل‌دهی	۱۴ تا ۱۵+
شکوفه‌دهی	۱۸ تا ۱۹+
تلقیح	۲۱ تا ۲۲+
توقف رشد	۳۵ تا ۳۸+
خطر سوزش	بیشتر از ۴۰+

(منبع: درویشیان، ۱۳۷۶)

مواد و روش

استان مازندران در شمال کشور به‌عنوان قطب کشاورزی مطرح شده و ازنظرِ تولید محصولات باغی دارای اهمیت بیشتری است. این استان، ۱/۴۶ درصد از مساحت کشور را تشکیل می‌دهد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴) و در محدودهٔ جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۰ دقیقهٔ طول شرقی واقع است (شکل ۱). در این پژوهش به‌منظورِ رسیدن به هدفِ موردنظر، از دو پایگاهِ داده‌های اقلیمی و داده‌های منابع فیزیوگرافی استفاده شده است. پایگاه داده‌های اقلیمی ازقبیلِ درجه حرارت، بارش، تعداد روزهای یخبندان، رطوبت نسبی و تبخیر است که از آمار و اطلاعاتِ روزانهٔ ۲۸ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی سازمان هواشناسی، از زمان تأسیس تا سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری‌شده‌اند. پس‌ازآن هرکدام از پارامترهای مربوط، در محیط GIS با تعمیم داده‌های نقطه‌ای (ایستگاه‌ها) به سطوح پیرامون خود به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی و نقشه درآمدند. داده‌های فیزیوگرافی شاملِ مدل رقومی ارتفاعی، نقشهٔ مطالعات کاربری اراضی و نقشهٔ تیپ خاک می‌باشند. مدل رقومی ارتفاع با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ کاربری اراضی از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و نقشهٔ خاک از مرکز تحقیقات آب‌وخاک استان تهیه شد. با توجه به قابلیت این نقشه، نقشهٔ توپوگرافی که شامل لایه‌های

شیب، جهت و سطوح ارتفاعی است، در محیط GIS از آن مشتق شده و به‌عنوان لایه‌های اطلاعاتی برای تعیین مکان‌های مستعد کشت استان، موردِ استفاده قرار گرفتند. هریک از لایه‌های اطلاعاتی تهیه‌شده براساس نیازهای مطلوب اقلیمی زیتون طبقه‌بندی شده و براساس روش AHP، وزن‌دهی و ارزش‌گذاری صورت گرفته است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های موردِمطالعه در استان مازندران

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

نیازهای اقلیمی برای کشت زیتون

مطالعات انجام‌شده در مورد کشت زیتون توسط وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۴) و همچنین براساس پیشینهٔ تحقیق، نیاز رویشی مطلوب اقلیمی زیتون در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. نیازهای رویشی مطلوب برای کشت زیتون

پارامترها	بدون محدودیت	محدودیت کم	محدودیت متوسط	محدودیت شدید
ارتفاع (متر)	۳۰۰-۹۰۰	۰-۳۰۰	۹۰۰-۱۳۰۰	> ۱۳۰۰
شیب به درصد	تا ۴	۴ -۸	۸ -۱۲	> ۱۲
جهت دامنه	S-SE, S-SW	W-SW , E-SE	W-NW , E-NE	N-NW , N-NE
عمق خاک (سانتی‌متر)	> ۲۰۰	۱۵۰ -۲۰۰	۱۰۰ -۱۵۰	< ۱۰۰
تیپ خاک	دشت دامنه‌ای	دشت سیلابی	اراضی ساحلی	سایر اراضی
کاربری زمین	زراعت آبی	زراعت دیم	مراتع	سایر موارد
متوسط دمای سالانه (°c)	۱۷ -۲۰	۱۴ -۱۷	۱۱ -۱۴	<۱۱ یا >۲۶
میانگین حداکثر دما (°c)	۱۵ -۲۵	۲۵ -۳۵	۳۵ -۴۰	>۴۰
میانگین حداقل دما (°c)	۲+- ۲-	۲ تا ۴	۴-۹	۲- > و ۹<
دمای جوانه‌زنی (°c)	۱۳ -۱۵	۱۱ -۱۳	۹ -۱۱	۷ -۹
دمای گل‌دهی (°c)	۱۸ -۲۰	۱۶ -۱۸	۱۴ -۱۶	۱۲ - ۱۴
میانگین بارش سالانه (mm)	۵۰۰ -۸۰۰	۴۰۰ -۵۰۰	۳۰۰ -۴۰۰	۱۵۰ -۳۰۰
تعداد روزهای یخبندان	۳ -۳۶	۳۶ -۷۰	۷۰ -۱۰۳	> ۱۰۳
رطوبت نسبی (درصد)	۵۰ - ۷۰	۷۰ – ۸۶	۳۵ - ۵۰	۳۵ > و ۹۰<
تبخیر (mm)	۶۵۰ -۷۷۰	۷۷۰ -۸۹۰	۸۹۰ -۱۰۱۰	> ۱۰۱۰

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

روش AHP و وزن‌دهی و تلفیق لایه

روش سلسله‌مراتبی (AHP) در دهۀ ۱۹۷۰ ارائه شد (ساعتی، ۱۹۸۰). در این تحقیق، تصمیم‌گیری درموردِ مکان‌یابی کشت زیتون در سطوح مختلف تفکیک شده است. در سطح اول، هدف اصلی؛ سطح دوم، پارامترهای اصلی (اقلیم، قابلیت اراضی، کاربری اراضی و توپوگرافی)؛ سطح سوم، زیرشاخه‌های هرکدام از پارامترهای سطح دوم و درنهایت، سطح چهارم شاملِ خصوصیات (کلاس‌های مناسب تا نامناسب) هر لایۀ اطلاعاتی است. مراحل ایجاد سلسله‌مراتب در جدول ۳ آورده شده است. تعیین وزن سطوح مختلف مبتنی‌بر مقایسۀ زوجی پارامترهای هرکدام از سطوح دوم تا چهارم به‌صورت جداگانه و براساس ترجیحات جدول ۴ انجام و نتایج به نرم‌افزار Expert Choice برای تعیین وزن نهایی پارامترها در سطوح مختلف انتقال یافت.

جدول ۳. سطوح مختلف وزن‌دهی به روش AHP

سطح ۱:	هدف			
سطح ۲	اقلیم	توپوگرافی	کاربری اراضی	قابلیت اراضی
سطح ۳	متوسط درجه حرارت (کمینه، بیشینه و سالانه) دمای (جوانه‌زنی و گل‌دهی)، بارندگی، رطوبت نسبی، روزهای یخبندان و تبخیر	ارتفاع شیب جهت	زراعت آبی، دیم، مرتع و سایر	تیپ خاک و عمق خاک
سطح ۴	اولویت‌بندی به کلاس‌های خیلی‌مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب			

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

جدول ۴. مقادیر ترجیحات برای انجام مقایسه‌های زوجی

ترجیحات	کاملاً مرجح	ترجیح خیلی‌قوی	ترجیح قوی	کمی مرجح	ترجیح یکسان	ترجیح بینابین
مقادیر عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۸-۶-۴-۲

(منبع: قدسی‌پور، ۱۳۸۴)

در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، ابتدا عناصر به‌صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسۀ زوجی تشکیل می‌شود که در آن a_{ij} ترجیح عنصر i ام نسبت به عنصر j ام است (رابطۀ ۱).

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ldots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$A=[a_{ij}] \qquad ij=(1,2,\ldots n)$$

ماتریس‌های مقایسۀ زوجی هریک از معیارها و زیرمعیارها در ارتباط با هم و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد. جدول ۵ نمونه‌ای از ماتریس‌های مقایسۀ زوجی را نشان می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس مقایسۀ زوجی معیارهای موردِ مطالعه برای هدف

	اقلیم	توپوگرافی	قابلیت اراضی	کاربری اراضی
اقلیم		4.5	4.33	5.25
توپوگرافی			3.0	3.35
قابلیت اراضی				2.0
کاربری اراضی	Incon: 0.07			

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

با محاسبۀ هریک از ماتریس‌های مقایسۀ زوجی معیارها، وزن‌های هریک‌از معیارهامحاسبه‌شد(شکل ۲).

شکل ۲. محاسبۀ وزن معیارهای اصلی

در مرحلهٔ نهایی، نرخ سازگاری با استفاده از رابطهٔ (۵) محاسبه می‌شود:

(رابطهٔ ۵) $CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$ (شاخص سازگاری)

محاسبهٔ CI: شاخص سازگاری AHP از رابطهٔ (۶) محاسبه می‌شود:

(رابطهٔ ۶) $CI=(L-n)/(n-1)$

محاسبهٔ نسبت CI به RI (ضریب یا نرخ سازگاری) براساس رابطهٔ (۷):

(رابطهٔ ۷) $CR=\frac{CI}{RI}$

که با توجه به n مربوط به آن محاسبه می‌شود. چنانچه در معادلهٔ $\frac{CI}{RI}$ برابر با صفر باشد، داوری کاملاً سازگار است. هرقدر که ناسازگاری بیشتری در داوری‌ها ایجاد شود، نسبت مذکور بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود. همین روال برای ارزیابی میزان سازگاری هریک از ماتریس‌های تحلیل نیز به‌کار برده می‌شود که خلاصهٔ آن به شرح جدول ۶ است.

جدول ۶. شاخص ماتریس تصادفی (RI)

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹

(منبع: حجازی‌زاده و دیگران، ۱۳۹۲)

نتایج بررسی سازگاری ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در جدول ۷ ارائه شده است. نرخ ناسازگاری در همهٔ ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی کمتر از ۰/۱ است و شاخص سازگاری در همهٔ موارد رعایت شده است.

جدول ۷. نتایج بررسی سازگاری ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها

	نرخ سازگاری	زیرمعیار	نرخ سازگاری	زیرمعیار	نرخ سازگاری	زیرمعیار	نرخ سازگاری
معیارهای موردِمطالعه	۰/۰۷	اقلیم	۰/۰۶	درجه حرارت	۰/۰۲	گزینه‌ها	۰/۰۶
		توپوگرافی	۰/۰۷				
		قابلیت اراضی	۰	تیپ خاک	۰/۰۷		
				عمق خاک	۰/۰۶		
		کاربری اراضی	۰/۰۷				

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

یافته‌های تحقیق

در این پژوهش داده‌های اقلیمی موردِنیاز از ۲۸ ایستگاه هواشناسی جمع‌آوری شدند و با روش درون‌یابی براساس نیاز مطلوب اقلیمی در محیط GIS، نقشهٔ مربوط به هرکدام از معیارهای اصلی، فرعی و زیرگزینه‌ها براساس روش AHP تهیه شدند (شکل ۳). در شکل ۳ اشکال، میانگین بیشینهٔ دما، کمینهٔ دما، دمای سالانه، دمای جوانه‌زنی و دمای گل‌دهی، تبخیر و تعرق، بارندگی سالانه، تعداد روزهای یخبندان، رطوبت نسبی، شیب، جهت شیب، ارتفاع، کاربری اراضی و قابلیت اراضی برای کشت زیتون مشاهده می‌شود. هرکدام از پارامترها در مراحل کاشت زیتون (از جوانه‌زنی تا برداشت) تأثیر متفاوتی در مراحل کشت دارند؛ ازجمله بررسی تأثیر معیار فرعی دما در طول دورهٔ رشد و زیرگزینه‌های آن دمای جوانه‌زنی و گل‌دهی قابل توجه است که موضوع نقش دما در کشت زیتون توسط گارسیا موزا و همکاران (۲۰۱۴)، گومز لامونا و همکاران[15] (۲۰۱۲)، گرافیکا و همکاران[16] (۲۰۰۸) در جنوب کشور اسپانیا مطالعه شده است. مقادیر بارش نیز از عوامل مهم به‌منظورِ تأمین نیاز آبی درختان زیتون است که توزیع بارش و کمبود آن نقش برجسته‌ای در عملکرد و کیفیت محصول دارد که

15-Gomezlimona & et al
16- Graaffa & et al

مطالعات مشابهی درموردِ برآورد نیاز آبی کشت زیتون در ایتالیا توسط اورلاندو و همکاران[۱] (۲۰۱۲) و در اسپانیا مورنو و همکاران[۲] (۲۰۰۹) و وایلانوا و همکاران[۳] (۲۰۱۴) انجام شده است. عامل ارتفاع و شیب از داده‌های محدودکنندهٔ کشت زیتون است که در نواحی که مقادیر بارش مناسب است؛ اما ارتفاع و شیب مانع کشت آن می‌شود که این موضوع توسط اورلاندو و همکاران[۴] (۲۰۱۰) مورد تأیید قرار گرفته است.

بررسی اراضی برای کشت زیتون براساس داده‌های اقلیمی

به‌منظور تطبیق شرایط آب‌وهوایی استان مازندران با نیازهای اقلیمی کشت زیتون، ابتدا نیازهای اقلیمی طول دورهٔ رشد زیتون براساس داده‌های اقلیمی موردِمطالعه و بررسی قرار گرفتند و هریک از داده‌ها در استان از مرحلهٔ کشت و جوانه‌زنی تا مرحلهٔ برداشت، در ایستگاه‌های مختلف ارزیابی شدند که نتایج آن در اشکال ۳ نشان داده شده است. داده‌های اقلیمی ازقبیلِ درجه حرارت (میانگین، بیشینه و کمینه)، دمای جوانه‌زنی و گل‌دهی، بارش سالانه، تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی و تعداد روزهای یخبندان هستند که براساس ماتریس مقایسهٔ زوجی وزن نسبی درجه حرارت ۰/۴۸۶، بارش ۰/۲۵۹، تعداد روزهای یخبندان ۰/۱۱۲، رطوبت نسبی ۰/۰۸۹ و تبخیر و تعرق ۰/۰۵۷ تعیین شد. درنهایت با همپوشانی آن‌ها نقشهٔ مکان‌یابی نواحی اقلیمی زیتون به دست آمد (شکل ۴). نتایج نشان می‌دهد که حدود ۸ درصد نامناسب، ۲۵/۷ درصد متوسط، ۲۸/۸ درصد مناسب و ۳۷/۵ درصد خیلی‌مناسب برای کشت زیتون است.

بررسی اراضی برای کشت زیتون براساس داده‌های فیزیوگرافی

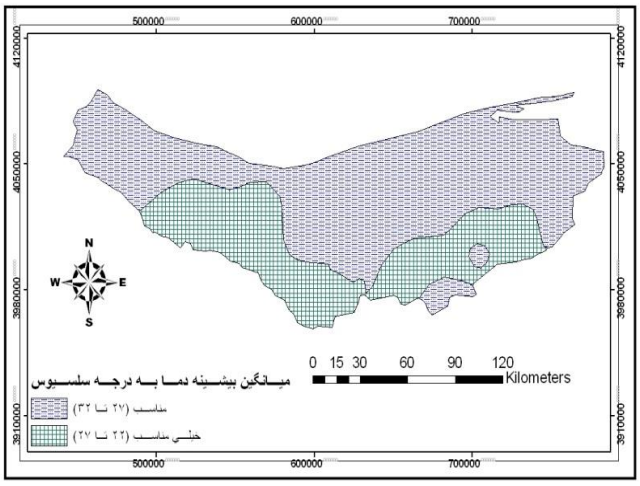
در این تحقیق، علاوه‌بر داده‌های اقلیمی که نقش مهمی در مکان‌یابی کشت زیتون دارند (شکل ۴)، تلاش شد از تأثیر داده‌های فیزیوگرافی ازقبیلِ توپوگرافی (ارتفاع، شیب، جهت شیب)، کاربری اراضی، قابلیت اراضی (عمق و تیپ خاک) در طول دورهٔ رشد زیتون استفاده شود؛ به همین منظور، شکل مربوطبه هریک از داده‌های زمینی تهیه شد (اشکال ۳) و براساس ماتریس مقایسهٔ زوجی وزن نسبی، توپوگرافی ۰/۵۸۲، قابلیت اراضی ۰/۳۰۹ و برای کاربری اراضی ۰/۱۰۹ به‌دست آمد (شکل ۵). نتایج نشان می‌دهد که حدود ۳۷/۴ درصد نامناسب، ۹/۱ درصد متوسط، ۳۲/۴ درصد مناسب و ۲۰/۸ درصد خیلی مناسب برای کشت زیتون است.

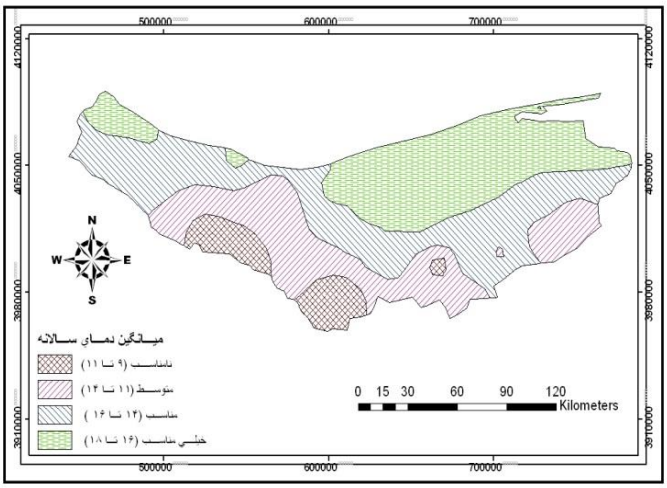
پهنه‌بندی کشت زیتون براساس داده‌های اقلیمی و منابع زمینی

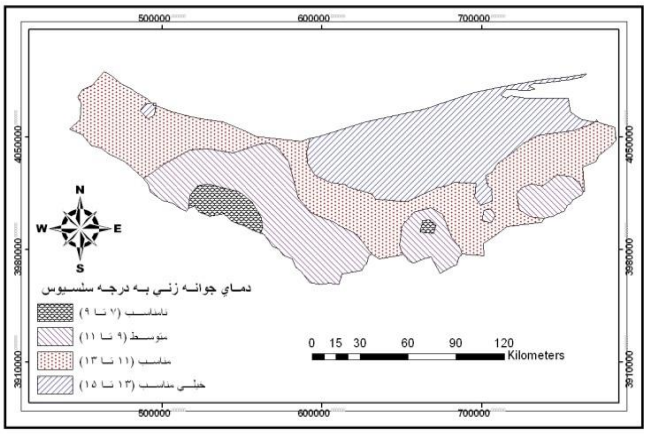
در این تحقیق، تأثیر هرکدام از داده‌های اقلیمی و منابع زمینی در مکان‌یابی کشت زیتون و نقش آن‌ها در طول دورهٔ رشد براساس نیاز مطلوب اقلیمی برای کشت زیتون برآورد شد و برای هریک از داده‌های موردِمطالعه نقشهٔ مربوط تهیه شد که در شکل (۳) نشان داده شدند. با تفسیر هرکدام از شکل‌ها توزیع مکانی کشت زیتون نسبت به آن داده، مشخص شد. هدف اصلی این پژوهش، پهنه‌بندی قابلیت کشت زیتون براساس تلفیق داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی است (شکل ۴ و ۵)؛ لذا با همپوشانی همهٔ داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی، نقشهٔ نهایی مکان‌یابی کشت زیتون به‌دست آمد (شکل ۶). نتایج حاصل از تحلیل و تلفیق نشان می‌دهد که برای کشت زیتون، حدود ۲۱/۳ درصد خیلی‌مناسب،۳۲/۲ درصد مناسب، ۳۴/۲ درصد متوسط و ۱۲/۳ درصد نامناسب است که تحقیقاتی مشابه به‌منظور مکان‌یابی کشت زیتون با داده‌های اقلیمی توسط کوبورایس[۵] و همکاران (۲۰۰۹)، رای‌برو[۶] و همکاران، (۲۰۰۸) و حسینی و بهبهانی (۱۳۹۰) به‌عمل آمده است؛ اما این تحقیق نسبت به آن‌ها از داده‌های بیشتری استفاده کرده و در وزن‌دهی هریک از معیارهای اصلی، فرعی و زیرمعیارها از روش سلسله‌مراتبی استفاده شده است.

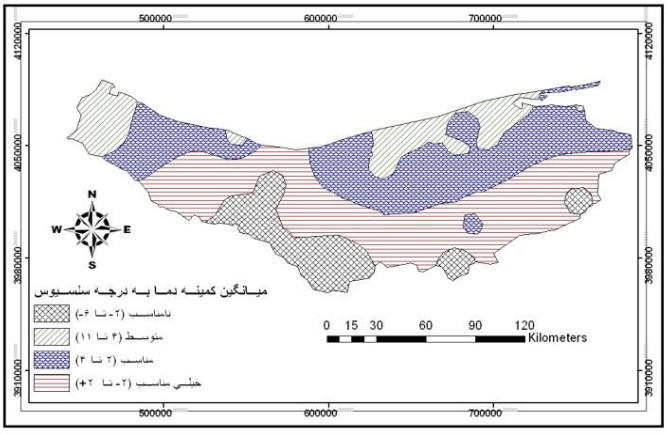
17-Orlandi & et al
18-Moreno & et al
19-Villanueva & et al
20-Orlando & et al

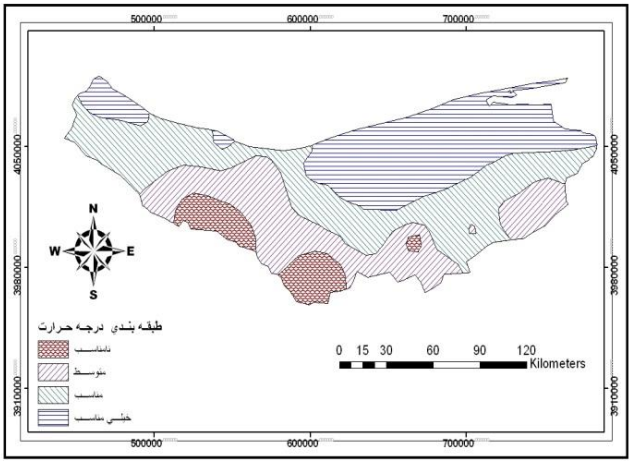
22-Koubourisa & et al
23-Ribeiro & et al

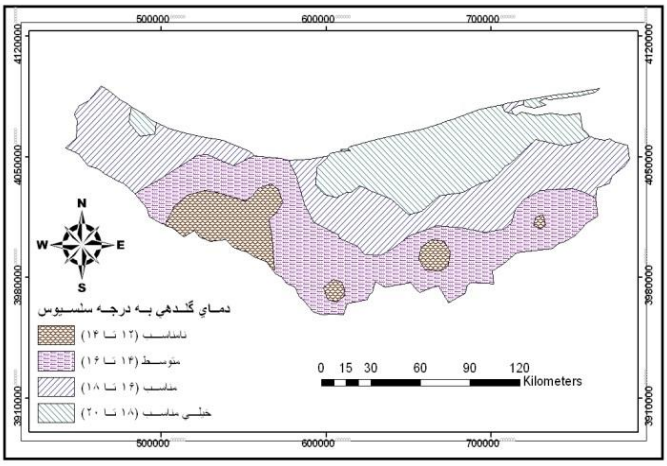

میانگین بیشینه دما به درجه سلسیوس
مناسب (۲۷ تا ۳۲)
خیلی مناسب (۲۲ تا ۲۷)
0 15 30 60 90 120
Kilometers

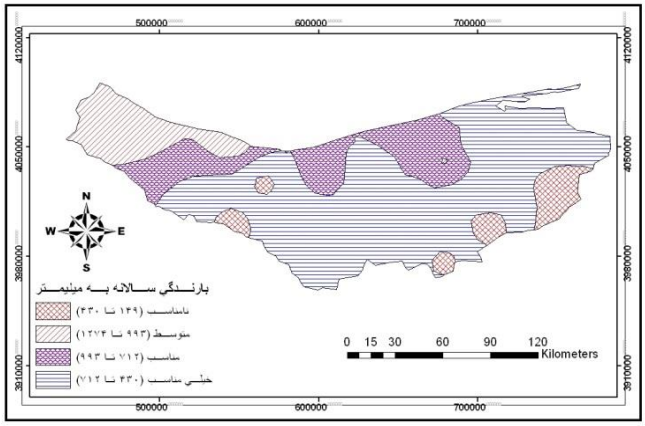

میانگین دمای سالانه
نامناسب (۹ تا ۱۱)
متوسط (۱۱ تا ۱۴)
مناسب (۱۴ تا ۱۶)
خیلی مناسب (۱۶ تا ۱۸)
0 15 30 60 90 120
Kilometers

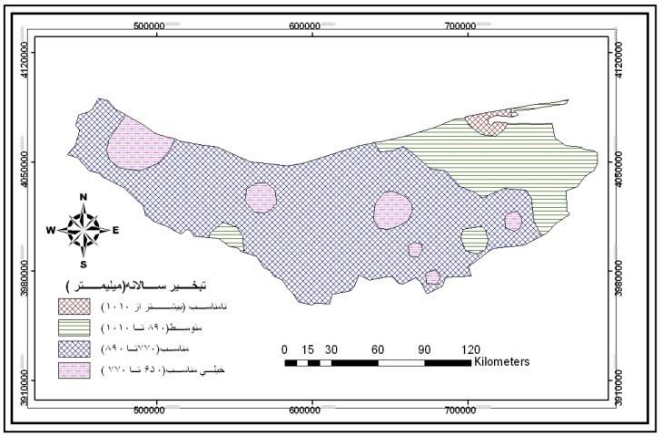

دمای جوانه زنی به درجه سلسیوس
نامناسب (۷ تا ۹)
متوسط (۹ تا ۱۱)
مناسب (۱۱ تا ۱۳)
خیلی مناسب (۱۳ تا ۱۵)
0 15 30 60 90 120
Kilometers

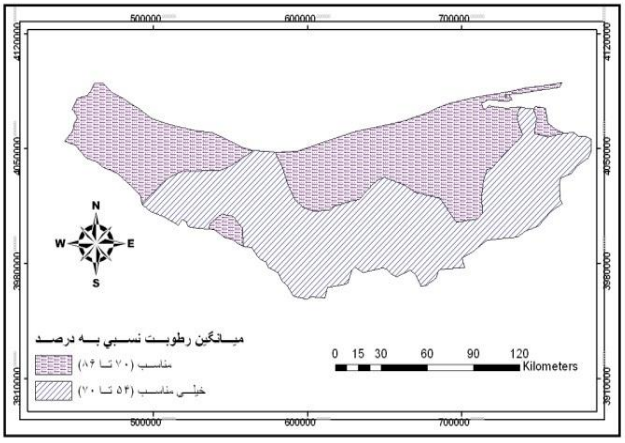

میانگین کمینه دما به درجه سلسیوس
نامناسب (۲- تا ۶-)
متوسط (۴ تا ۱۱)
مناسب (۲ تا ۴)
خیلی مناسب (۲- تا ۲+)
0 15 30 60 90 120
Kilometers

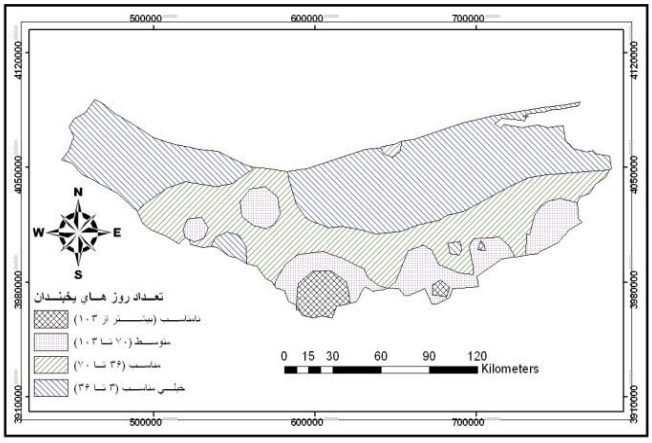

طبقه بندی درجه حرارت
نامناسب
متوسط
مناسب
خیلی مناسب
0 15 30 60 90 120
Kilometers

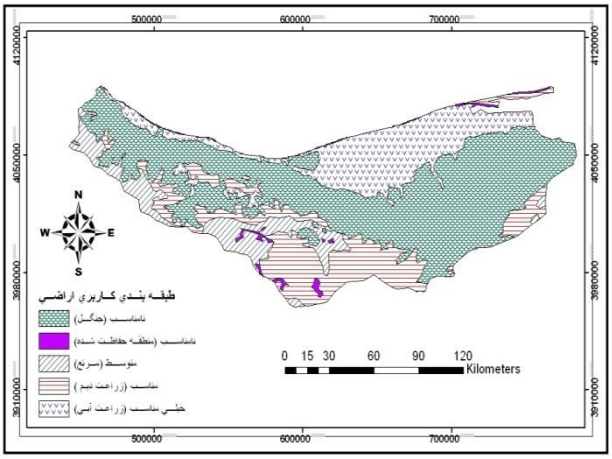

دمای گندمی به درجه سلسیوس
نامناسب (۱۲ تا ۱۴)
متوسط (۱۴ تا ۱۶)
مناسب (۱۶ تا ۱۸)
خیلی مناسب (۱۸ تا ۲۰)
0 15 30 60 90 120
Kilometers

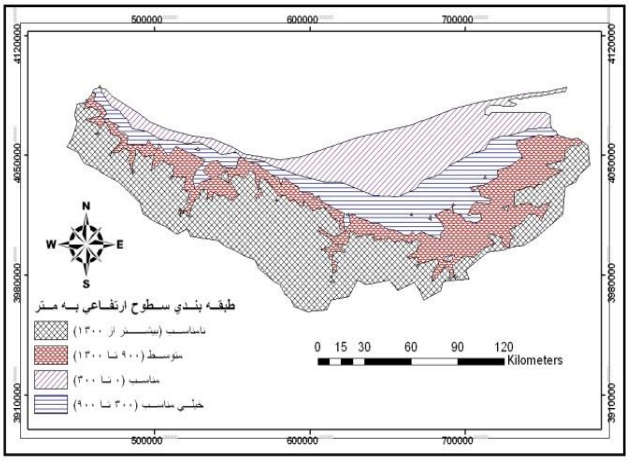

بارندگی سالانه به میلیمتر
نامناسب (۱۴۹ تا ۴۳۰)
متوسط (۹۹۳ تا ۱۲۷۴)
مناسب (۷۱۲ تا ۹۹۳)
خیلی مناسب (۴۳۰ تا ۷۱۲)
0 15 30 60 90 120
Kilometers

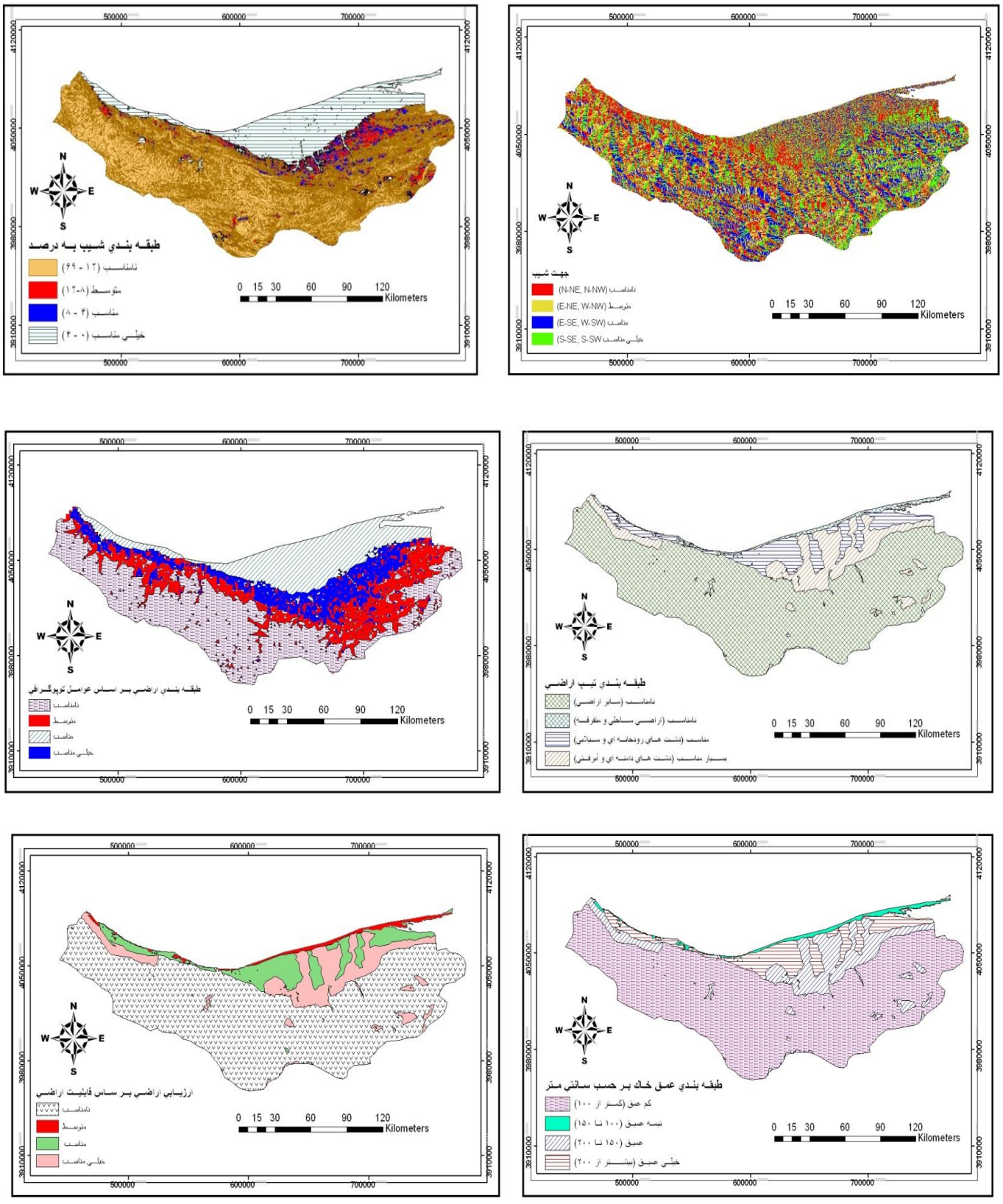

تبخیر سالانه(میلیمتر)
نامناسب (بیشتر از ۱۰۱۰)
متوسط(۸۹۰ تا ۱۰۱۰)
مناسب(۷۷۰تا ۸۹۰)
خیلی مناسب(۶۵۰ تا ۷۷۰)
0 15 30 60 90 120
Kilometers


میانگین رطوبت نسبی به درصد
مناسب (۷۰ تا ۸۶)
خیلی مناسب (۵۴ تا ۷۰)
0 15 30 60 90 120
Kilometers


تعداد روز های یخبندان
نامناسب (بیشتر از ۱۰۳)
متوسط (۷۰ تا ۱۰۳)
مناسب (۳۶ تا ۷۰)
خیلی مناسب (۳ تا ۳۶)
0 15 30 60 90 120
Kilometers

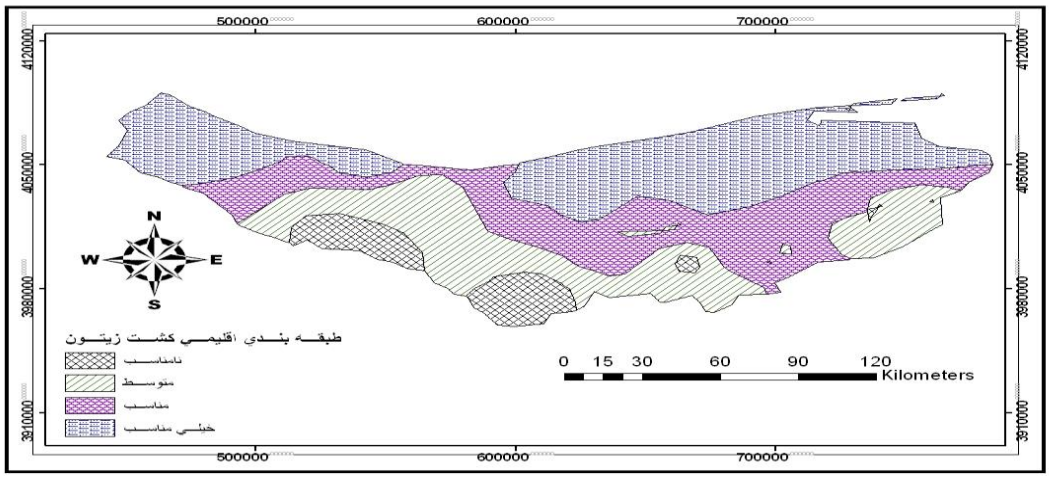

طبقه بندی کاربری اراضی
نامناسب (جنگل)
نامناسب (منطقه حفاظت شده)
متوسط (مرتع)
مناسب (زراعت دیم)
خیلی مناسب (زراعت آبی)
0 15 30 60 90 120
Kilometers


طبقه بندی سطوح ارتفاعی به متر
نامناسب (بیشتر از ۱۳۰۰)
متوسط (۹۰۰ تا ۱۳۰۰)
مناسب (۰ تا ۳۰۰)
خیلی مناسب (۳۰۰ تا ۹۰۰)
0 15 30 60 90 120
Kilometers



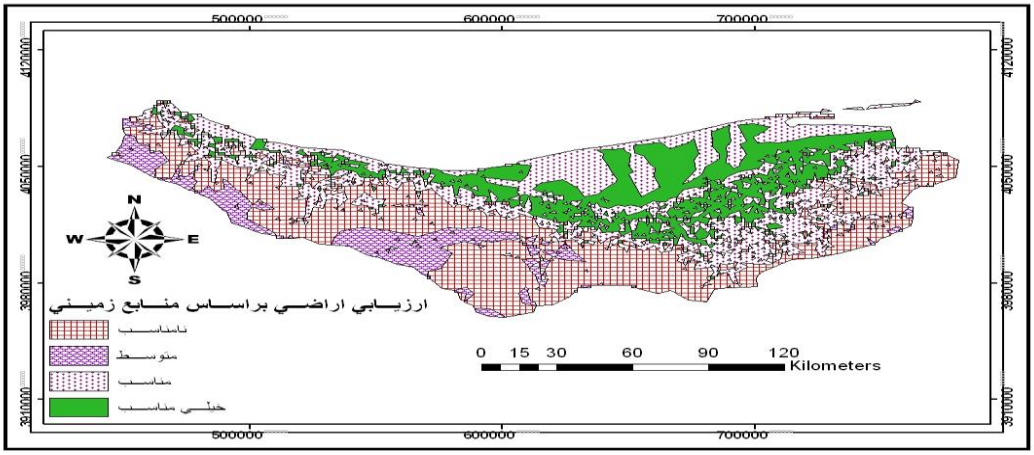
شکل ۳. تصاویر معیارهای موردِمطالعهٔ تبدیل‌شده از داده‌های عددی به رقومی

(منبع: نگارندگان، تبدیل داده‌های عددی به رقومی، ۱۳۹۳)



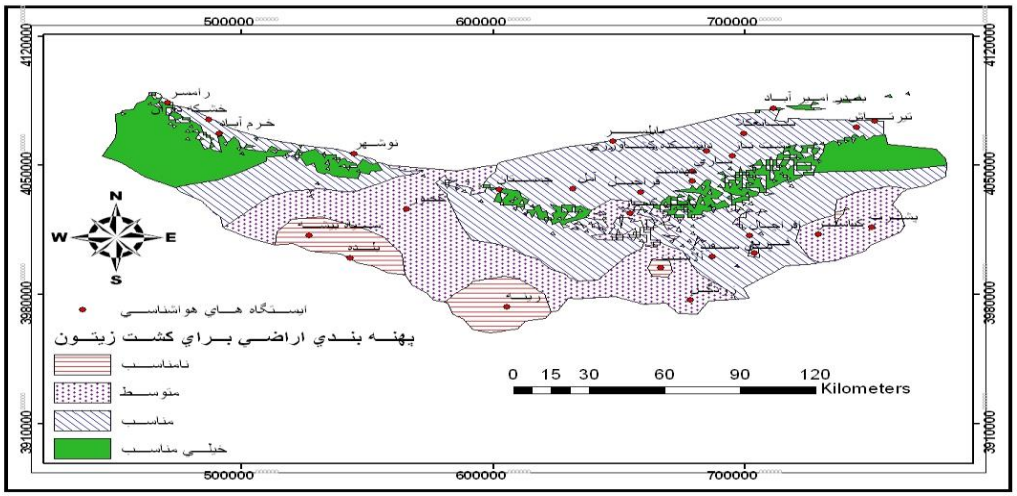
شکل ۴. نواحی کشت زیتون براساس تحلیل داده‌های اقلیمی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)



شکل ۵. نواحی کشت زیتون براساس تحلیل داده‌های فیزیوگرافی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)



شکل ۶. پهنه‌بندی کشت زیتون براساس داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۳)

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با تحلیل متغیّرهای اقلیمی و فیزیوگرافی در استان مازندران، قابلیت کشت زیتون بررسی و یافته‌های زیر حاصل شد. با توجه به شکل (۴) که از همپوشانی متغیّرهای اقلیمی است؛ اراضی بدون محدودیت برای کشت زیتون حدود ۳۷ درصد است که به‌دلیلِ دارا بودن شرایط مطلوب اقلیمی - تقریباً منطبق‌بر شرایط اقلیمی مدیترانه‌ای- در طول دورهٔ رشد زیتون، دارای عملکرد بالا می‌باشند. به‌جز شهرستان‌های نور و نوشهر که برای کشت زیتون محدودیت بیشتری دارد، محدودهٔ استان، از شرق تا غرب، محدودیتی برای کشت زیتون ندارند. اراضیِ با محدودیت کم با مساحت حدود ۲۹ درصد، در مرتبهٔ پایین‌تری ازلحاظِ کشت زیتون نسبت‌به اراضی خیلی مناسب قرار دارند؛ ولی با کشت زیتون در این مناطق می‌توان عملکردی پذیرفتنی را انتظار داشت. این اراضی در بخش جنوبی استان مازندران و در دامنه‌های البرز واقع‌شده‌اند که بخش‌های جنوبی شهرستان‌های بهشهر، نکا، ساری (به‌استثناء کیاسر و پشرت)، مناطقی از شهرستان‌های سوادکوه، بابل، آمل، نور و نوشهر را شامل می‌شود.

براساس شکل (۵) که از همپوشانی متغیّرهای فیزیوگرافی حاصل شده است، اراضی بدون محدودیت ۲۹ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهند. از جنبهٔ توپوگرافی و قابلیت خاک، این اراضی تا ارتفاع ۱۵۰ متر از سطح دریا و با شیب منظم و ملایمِ ۱ تا ۲ درصد، منطبق‌بر دشت‌های دامنه‌ای است. دشت‌های دامنه‌ای بهشهر، نکا، ساری، بابل و آمل نمونه‌ای از این نوع اراضی بدون محدودیت می‌باشند. دشت‌های آبرفتی رودخانه‌های بابل، تالار و تجن با شیب کمتر از ۱ درصد و تا ارتفاع ۸۰ متر از سطح دریا نیز از این اراضی بدون محدودیت هستند. از جنبهٔ کاربری اراضی، منطبق‌بر زراعت‌های آبی و دیم می‌باشند. اراضی با محدودیت کم با ۳۲ درصد مساحت، وسعت قابل‌توجهی را تشکیل می‌دهند. از جنبهٔ توپوگرافی و قابلیت خاک تا ارتفاع ۵۰ متر از سطح دریا و با شیب تا ۲ درصد منطبق‌بر دشت‌های سیلابی، اراضی پست و تا ارتفاع ۹۰۰ متر و شیب ۸ درصد منطبق‌بر دامنهٔ تپه‌هاست. بخش‌هایی از مناطق شرقی و مرکزی استان و همچنین نیمهٔ غربی استان در محدودهٔ جلگه، اراضی مناسبی می‌باشند.

شکل (۶) اراضی بدون محدودیت به‌دلیلِ وجود پتانسیل اقلیمی و قابلیت‌های محیطی مطلوب، بهترین مکان برای کشت زیتون در استان مازندران هستند. این مناطق بین جلگه و نواحی مرتفع کوهستانی میان‌بند یا کوه‌پایه نام دارند که به‌صورت نواری با روند شرقی- غربی به‌موازات البرز کشیده شده‌اند. مناطق میان‌بند در شرق استان، از گلوگاه بهشهر شروع شده و تا آمل امتداد دارد. این مناطق در غرب استان و در ارتفاع ۲۰۰ تا ۹۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته‌اند. این اراضی، به‌صورت نوار باریکی شهرستان نوشهر و تقریباً تمام شهرستان‌های تنکابن و رامسر را شامل شده‌است. وسعت این اراضی در استان مازندران حدود ۲۱/۳ درصد است. اراضی مناسب با وسعتِ ۳۲/۲ درصد، وسیع‌ترین اراضی هستند و تقریباً نیمی از پهنهٔ استان را به خود اختصاص داده‌اند. این زمین‌ها، به‌جز شهرستان نور، سرتاسر جلگهٔ استان از گلوگاه تا رامسر را شامل شده‌است. پهنه‌های دیگر آن مشتمل‌بر اراضی جنوب شهرستان نکا، ساری (به‌جز ایستگاه‌های پشرت و کیاسر)، آمل و تنکابن است. هرچند این اراضی در نواحی جلگه‌ای، برای کشت زیتون وضعیت مناسبی دارند و می‌توان عملکرد مطلوبی را متصوّر شد؛ اما با توجه به کشت محصولاتی مثل برنج و مرکبات با راندمان اقتصادی بالا، کشت زیتون در این استان در درجهٔ بعدی قرار دارد. در کوهپایه‌ها و ارتفاعات مناطق جنوبی استان، برای کشت زیتون شرایط مناسبی است. ایستگاه‌های افراچال، پل‌سفید و بابل‌کنار در این محدوده قرار دارند.

منابع

بساطی، حمید. (۱۳۸۳). بررسی امکان کاشت و توسعهٔ زیتون دیم در استان ایلام و استان‌های هم‌جوار زاگرس میانی، مجلهٔ زیتون، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، شمارهٔ ۱۶۱، صص ۶۵-۵۰.

جهانبخش، سعید؛ گریگوریان، وازگین؛ امام‌قلی‌زاده، معصومه (۱۳۸۷). بررسی شرایط آب‌وهوایی استان آذربایجان غربی به‌منظورِ کشت زیتون و پهنه‌بندی زراعی آن، نشریهٔ جغرافیا و توسعه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، شمارهٔ ۱۴، صص ۲۶-۲۵.

حجازی‌زاده، زهرا؛ سلیقه، محمد؛ بلیانی، یدالله؛ حسینی، سیدمصطفی؛ ماهوتچی، محمدحسن. (۱۳۹۲). مکان‌یابی کشت زیتون با استفاده از پارامترهای اقلیمی و زمینی به روش تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعهٔ موردی: استان فارس)، نشریهٔ تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، شمارهٔ ۳۰، صص ۱۹۰-۱۷۱.

حسینی، محمدعظیمی؛ بهبهانی، سید محمودرضا. (۱۳۹۰). استعدادیابی و پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زیتون با استفاده از GIS و روش الگوریتم، مجلهٔ مدیریت آب و آبیاری، دانشگاه تهران، تهران، شمارهٔ ۲، صص ۸۵-۶۹.

خواجه‌پور، محمدرضا. (۱۳۸۶). اصول و مبانی زراعت، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان، چاپ سوم، اصفهان.

درویشیان، محمود. (۱۳۷۶). زیتون، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی،چاپ اول، کرج.

صادقی، حسین. (۱۳۸۱). کاشت، داشت و برداشت زیتون، نشر آموزش کشاورزی،چاپ اول، کرج.

صادقی، حسین. (۱۳۸۹). مدیریت باغ‌های زیتون،نشر آوای مسیح، چاپ اول، ساری.

طباطبایی، محمد. (۱۳۷۹). امکان توسعهٔ کشت زیتون در استان فارس. مجلهٔ زیتون، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، شمارهٔ ۱۴۵، صص ۱۷-۱۳.

عاکف، مهدی؛ رحیمی‌لاکه، هادی. (۱۳۸۶). ارزیابی تناسب اراضی برای محصول زیتون در بخشی از اراضی رودبار، دهمین کنگرهٔ علوم خاک ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، شهریور ۱۳۸۶، کرج.

قدسی‌پور، حسن. (۱۳۸۴). فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP،انتشارات دانشگاه صنعتی، چاپ چهارم، تهران.

محمدی، حسین؛ کاظمی، مهدی؛ گودرزی، نفیسه. (۱۳۸۵). کاربرد GIS در امکان‌سنجی کشت زیتون در استان اصفهان، نشریهٔ پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، اصفهان، شمارهٔ ۷۴، صص ۱۳۳-۱۲۳.

مظفری، سیامک. (۱۳۷۸). توسعهٔ باغات زیتون در حوضهٔ آبریز قره‌سو، فصلنامهٔ اقتصاد کشاورزی موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، تهران، شمارهٔ ۲۰، صص ۱۲۸-۱۰۵.

معصومی‌اصل، اسد؛ موحدی‌دهنوی، محسن. (۱۳۹۱). راهنمای اصلاح گیاهان زراعی گیاهان روغنی، انتشارات دانشگاه یاسوج، چاپ اول، یاسوج.

موغلی، مرضیه. (۱۳۹۳). امکان‌سنجی زیتون براساس عوامل محیطی با استفاده از GIS در شهرستان بویراحمد فصلنامهٔ جغرافیای طبیعی،دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، شمارهٔ ۷۵، صص ۵۴-۴۲.

میرموسوی، سیدحسن؛ اکبری، حمید. (۱۳۸۹). امکان‌سنجی کشت زیتون در استان کرمانشاه، مجلهٔ چشم‌انداز جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، شمارهٔ ۱۰، صص ۲۰-۱۵.

وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۴). آمارنامهٔ وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

Avolio, E; Orlandi, F; Bellecci, C; Fornaciari, M; Federico, S. (2012). Assessment of the impact of climate change on the olive flowering in Calabria (southern Italy). Theor Appl Climatol, No.107, PP.531–540.

Ayerza, R; Steven Sibbet, G. (2001). thermal daptability of the olive (Olea europeaea L.) to the arid chaco of Argentina, Agriculture, Ecosistem and Environment, No.84, PP. 277-285.

Bignami, C; Natali, S; Amadei, P. (1999). Growth analysis and temperature effects on olive development, Acta Hort, No. 474, PP. 261–264.

Bongi, G. (2002). Freezing avoidance in olive, Environ Monit Assess, No. 185, PP. 877–890.

Bonofiglio, T; Orlandi, F; Ruga, L; Romano, B; Fornaciari, M. (2013). Climate change impact on the olive pollen season in Mediterranean areas of Italy, Environ Monit Assess, No. 185, PP. 877–890.

Costantini, E.A; Barbetti, R. (2008). Environmental and visual impact analysis of viticulture and olive tree cultivation in the province of Siena (Italy), European Journal Agronomy, No. 28, PP. 412–426.

Fornaciari, M; Orlandi, F; Romano, B. (2005). Yield forecasting for olive trees, Field Crop. Res, No. 86, PP. 43–51.

Garcia-Mozo, H; Galan, C; Mestre, A. (2010). Phenological trends in South Spain: response to climate change, Agriculrure For Meteorology, No. 150, PP.575–580.

Garcia-Mozo, H; Orlandi, F; Galán, C; Fornaciari, M; Romano, B; Ruiz, L; Trigo, M; Chuine, I. (2009). Olive flowering phenology variation between different cultivars in Spain and Italy: modelling analysis, Theorolical Application Climatolology, No. 95, PP.385–395.

Garcia-Mozo, H; Yaezel, L; Oteros, J; Galana, C. (2014). Statistical approach to the analysis of olive long-term pollen season trends in southern Spain, Science of the Total Environment, No. 473–474, PP. 103–109.

Gomez-Limona, J.A; Picazo-Tadeob, A.J; Martinezb, E.R. (2012). Eco-efficiency assessment of olive farms in Andalusia, Land Use Policy, No. 29, PP. 395– 406.

Graaffa, J.D; Duran Zuazob, V.H; Jonesc, N.D; Fleskens, L. (2008). Olive production systems on sloping land: Prospects and scenarios, Journal of Environmental Management, No. 89, PP. 129–139.

Koubourisa, G. C; Metzidakis, I.T; Vasilakakisb, M.D. (2009). Impact of temperature on olive (Olea europaea L.) pollen performance in relation to relative humidity and genotype, Environmental and Experimental Botany, No. 67, PP. 209–214.

Moreno, B; Rodriguez, S; Canizares, R.C; Castro, J; Benıtez, E. (2009). Rainfed olive farming in south-eastern Spain, Agriculture, Ecosystems and Environment, No. 131, PP. 333–339.

Moriondo, M; Ferrise, R; Trombi, G; Brilli, L; Dibari, C; Bindi, M. (2015). Modelling olive trees and grapevines in a changing climate, Environmental Modelling & Software, No 12, PP . 1-15.

Orlandi, F; Bonofiglio, T; Romano, B; Fornaciari, M. (2012). Qualitative and quantitative aspects of olive production in relation to climate in southern Italy, Scientia Horticulturae, No. 138, PP. 151–158.

Orlando, F; Sgromo, C; Bonofiglio, T; Ruga, L; Romano, B; Fornaciari, M. (2010). Spring influences on olive flowering and threshold temperatures related to reproductive structure formation, Hortscience, No. 45, PP.1052–1057.

Peragona, J.M; Delgadob, A; Francisco, J. (2015). A GIS-based quality assessment model for olive tree irrigation water in southern Spain, Agricultural Water Management, No. 148, PP. 232–240.

Ribeiro, H; Cunha, M; Abreu, I. (2008). Quantitative forecasting of olive yield in Northern Portugal using a bioclimatic model, Aerobiologia, No. 24, PP. 141–150.

Saaty, T. (1980). The analytic hierarchy process: planning, priority setting resource, allocation, McGraw-Hill, New York.

Tura, D; Failla, O; Pedo, S; Gigliotti, C; Bassi, D; Serraiocco, A. (2008). Effects of seasonal weather variability on olive oil composition in northern Italy, Acta Hortic, No. 791, PP. 769–776.

Villanuevaa, S.J; Gómez-Limónb, J.A; Arriazaa, M. (2014). Analysing the provision of agricultural public goods: The case of irrigated olive groves in Southern Spain, Land Use Policy, No. 38 , PP. 300– 313.

Weissteiner, C.I; Strobl, P; Sommer, S. (2011). Assessment of status and trends of olive farming intensity in EU-Mediterranean countries using remote sensing time series and land cover data, Ecological Indicators, No. 11, PP. 601–610.

Weiying, X; Mingquan, D; Ning, Y. (1998). Study on the Regions of china Adaptable to olive growing, Olive, No. 70, PP. 19- 31 .