



سجش از دور & GIS ایران



سنجش از دور و GIS ایران سال دهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۷
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.10, No.3, Autumn 2018

۱-۱۶

مکانیابی اراضی مستعد کاشت درخت انجیر در استان فارس با استفاده از منطق‌فازی با رویکرد GIS

علی شمس‌الدینی، حسن مهرزاد^۲، ببراز کریمی^{۳*}

۱. استادیار گروه جغرافیا، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران
۲. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه خوارزمی تهران، ایران
۳. استادیار گروه شهرسازی، واحد صفاشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، صفاشهر، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۳/۲۳

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۸/۱۹

چکیده

کشاورزی یکی از مهمترین بخش‌های اقتصادی کشور است که هر محصول آن شرایط اقلیمی و محیطی خاصی را می‌طلبد، لذا اقلیم‌شناسان توجه ویژه‌ای به آمایش سرزمین داشته و منابع اکولوژیکی را با روش‌های مناسب ارزیابی می‌کنند. هدف این تحقیق، شناخت عوامل و عناصر اقلیمی مؤثر در کاشت انجیر در استان فارس و پهنه بندی نواحی مستعد کاشت این محصول از نظر اقلیمی و محیطی، با استفاده از توانایی GIS در تلفیق لایه‌های مختلف و در قالب مدل‌های مختلف است. در این بررسی، شش عنصر اقلیمی (میانگین، حداکثر و حداقل مطلق دما، میانگین و حداکثر رطوبت و بارش) از ۲۱ ایستگاه سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی در استان فارس و نیز ۵ پارامتر محیطی (ارتفاع، شیب، نوع خاک، فرسایش و کاربری اراضی) به کار گرفته شده است. ابتدا عناصر اقلیمی، با توجه به ناقص بودن آنها، با دو روش «تفاضل‌ها» و «نسبت‌ها» بازسازی شده، سپس نقشه‌های مربوط به این پارامترها و عناصر در GIS تهیه و با استفاده از منطق‌فازی و معیارهایی که برای کاشت درخت انجیر در نظر گرفته می‌شود، استاندارد و وزن‌دهی شده و در نهایت با استفاده از منطق‌فازی با هم تلفیق و نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد کاشت انجیر در استان فارس بدست آمد. نتایج تحقیق، نشان داد که ۳۲ درصد از اراضی برای کاشت انجیر بسیار مناسب، ۴۰ درصد دارای قابلیت متوسط و ۲۲ درصد نیز برای کاشت انجیر نامناسب هستند. ضمن اینکه ۶ درصد از اراضی نیز فاقد ارزش مکان‌یابی بوده (اراضی دریاچه‌ای، شوره‌زارها و ...) که از تحلیل حذف شده است.

کلید واژه‌ها: اقلیم‌کشاورزی، GIS، مکان‌یابی، منطق‌فازی، انجیر

* نویسنده مکاتبه‌کننده: نویسنده عهده دار مکاتبات: شیراز، فلکه قهرمانان، بلوار پرتو، خیابان نصیر پور، کوچه سه، جنب املاک فجر، کدپستی: ۷۱۶۹۶۸۵۱۱۹، تلفن همراه: ۰۹۱۷۸۲۸۸۰۰۷
Email: babraz.karimi4@gmail.com

۱- مقدمه

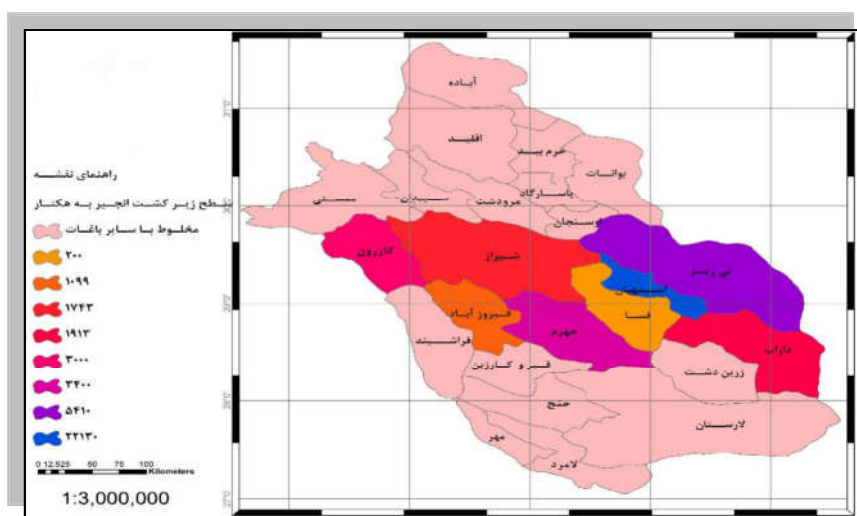
در طول دهه‌های اخیر، رشد روزافزون جمعیت و لزوم تأمین امنیت غذایی، سبب افزایش فشار بر منابع طبیعی به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه شده است. (داورپناه و همکاران، ۱۳۹۶) جایگاه کشاورزی، به عنوان عامل افزایش امنیت غذایی، نیازمند درک مؤلفه‌های تعیین‌کننده برای افزایش مقیاس پذیرش کشاورزی است؛ (عابدی و همکاران، ۱۳۹۳) برای رسیدن به حداکثر توان تولیدی و کاهش هزینه‌های سربار لازم است، هر گونه گیاهی در دامنه مطلوب بردباری خود، نسبت به عوامل محیطی و اقلیمی کشت شود تا حداقل تنش‌ها و استرس‌های محیطی به آن وارد شود. (رضائی‌نژاد اشکوری و همکاران، ۱۳۹۴) لازم است دامنه مطلوب بردباری هر گونه، مشخص و سپس با ابزارهای علمی و مهندسی، مناطق مستعد و با تولید بالا مشخص شود. مدل‌سازی فضایی از مهمترین راه‌کارهایی است که می‌تواند با روشی علمی، شرایط بهتری را در زمینه سنجش تناسب اراضی برای کشت محصول خاص به وجود آورد (مخدوم، ۱۳۹۲، ۳۰۹). امروزه استفاده از روش‌های نامناسب در کشاورزی، منجر به تخریب محیط‌زیست شده و پایداری کشاورزی را تهدید می‌کند. (منافی ملایوسفی، ۱۳۹۶) مکان‌یابی کاشت درختان یا پهنه‌بندی بوم‌شناختی، تلفیقی از لایه‌های اطلاعاتی است که در آن اقلیم، آب، پستی و بلندی و شرایط خاک به صورت یک مجموعه همگن محیط‌زیستی در ارتباط با سامانه‌های زراعی مشخص، کاربری اراضی و تنوع زیستی بررسی می‌شود. هوای مساعد استان فارس برای تولید اغلب محصولات کشاورزی، باعث شده که این استان از نظر تولید محصولات زراعی تنوع بالایی داشته باشد، به طوری که استان فارس، در کاشت درخت انجیر، از نظر سطح زیرکشت و تولید، رتبه نخست را در کشور داراست. (فقیه و ثابت‌سروستانی، ۱۳۸۰) عدم

پهنه‌بندی و شناسایی توان استان برای انواع فعالیت‌های کشاورزی، باعث تخریب محیط‌زیست و منابع طبیعی، در استان فارس شده است. در زمینه پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی در ایران، اکثر مطالعات به صورت پهنه‌بندی زراعی - اقلیم‌شناختی^۱ جهت کشت گندم است، اما در زمینه درخت انجیر تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است. مهمترین تحقیق صورت گرفته درباره تأثیر عناصر اقلیمی بر تولید و صادرات انجیر خشک، تحقیق جلیس تاریخی (۲۰۰۶) با عنوان «تعیین تأثیر عناصر اقلیمی بر انجیر صادراتی ترکیه» است. عناصر اقلیمی به کار گرفته شده در این تحقیق، شامل رطوبت نسبی و سرعت باد است که با آنالیز رگرسیون تحلیل شده است (De Masi, 2006). اما اکثر تحقیقات صورت گرفته در ایران، بیشتر به شناخت ویژگی‌های فنولوژیکی درختان و آفات و بیماری‌های آنان پرداخته‌اند. از جمله این مطالعات، می‌توان به پایان‌نامه خوشحال (۱۳۷۰)، با عنوان بررسی ارتباط یخبندان با محصولات کشاورزی اصفهان، تحقیق شهداد (۱۳۷۰) درباره اقلیم و کشاورزی در ارتباط با محدوده جغرافیای جلگه ارومیه درآمدی بر اقلیم‌شناسی کاربردی، پژوهش مزیدی (۱۳۷۱) با عنوان اقلیم و کشاورزی دشت یزد - اردکان، تحقیق حجازی‌زاده با عنوان تحلیل آماری اقلیم دشت قزوین و اثر آن بر کشاورزی منطقه، تحقیق مظفری (۱۳۸۰) با عنوان ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت گندم دیم در کرمانشاه اشاره کرد. اقداماتی نیز توسط وزارت جهاد کشاورزی انجام شده است که جدیدترین آن تدوین دو جلد کتاب «برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور» است. در همین حال، مهمترین کار صورت گرفته در زمینه مکان‌یابی محصولات کشاورزی با استفاده از GIS، مکان‌یابی اراضی مستعد باغات گردو در تهران با تأکید بر فاکتورهای اقلیمی است. در این تحقیق از عناصر بارش، دمای میانگین و حداقل و حداکثر و

^۱-MicroLEIS

UN Food & Agriculture دارد در اختیار دارد (Organization, 2003)، تاکنون تحقیق جامعی در مورد نقش فاکتورهای اقلیمی در توسعه باغات انجیر انجام نشده است. لذا برای اولین بار، این تحقیق، تأثیر پارامترهای اقلیمی را با هدف مکان‌یابی اراضی مستعد کشت انجیر بررسی می‌کند. انجیر، یک درخت گرمسیری است که با آب و هوای نیمه‌خشک و گرم سازگار و در برابر سرما آسیب‌پذیر است (فقیه و ثابت-سروستانی، ۱۳۸۰). کاشت انجیر به صورت آبی و دیم صورت می‌پذیرد و میزان تولید آن ۴۴۳۲۹ تن به صورت آبی و ۴۳۱۹۱ تن به صورت دیم از سطح ۵۱۲۵۴ هکتار در کشور است. همچنین بالاترین رقم تولید انجیر آبی را استان لرستان، با تولید ۹۹۴۸ تن و بالاترین رقم تولید انجیر دیم را استان فارس با تولید ۴۱۷۵۱ تن از سطح ۴۳۹۴۹/۵ هکتار انجیرستان داراست که ۹۶/۶ درصد از تولید کشور را به خود اختصاص می‌دهند. (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶). در استان فارس نیز شهرستان‌های استهبان، نیریز، کازرون و جهرم بیشترین تولید را دارا هستند (فقیه و ثابت‌سروستانی، ۱۳۸۰، ۲۱).

پارامتر کاربری اراضی استفاده شده و در نهایت نقشه‌های عناصر و پارامترهای مذکور در سیستم GIS با هم تلفیق شده و نقشه واحدی با عنوان اراضی مستعد کشت گردو بدست آمده است (فلاحتی، ۱۳۸۵). از قدیمی‌ترین کارهای انجام شده در مورد اقلیم کشاورزی در استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نیک‌نژاد (۱۳۴۵) «کاشت و اصلاح زعفران در استهبان» است که در آن به تأثیر بارش، دما و زمان کاشت در میزان محصول پرداخته است. از مطالعات انجام شده بر روی انجیر نیز می‌توان به «بررسی غذایی و دارویی انجیر در استهبان فارس» توسط «پاک‌نیت» اشاره کرد که به شرح گونه فیکوس (انجیر) پرداخته است. در سال ۱۳۵۱ نیز ضرغامی‌مقدم، در پایان‌نامه خود با عنوان «جغرافیا و کشاورزی شهرستان استهبان»، وضعیت کاشت محصولات مختلف و به‌ویژه انجیر در استهبان را مورد مطالعه قرار داده است. حسن‌پور در سال ۱۳۷۷ وضعیت اقتصادی تولید و بازاریابی انجیر در استان فارس را به رشته تحریر درآورده است که در آن به وضعیت تولید انجیر در شهرستان‌های مختلف فارس پرداخته است. اما باتوجه به اینکه کشور ما، مقام پنجم تولید انجیر جهان



شکل ۱. سطح زیر کشت انجیر به هکتار، منبع: نگارندگان

کاشت درخت انجیر با توجه به شرایط اقلیمی و دیگر شرایط محیطی و میزان انطباق مناطق مورد کشت قرار گرفته، با خروجی مدل تحلیل مکانی بررسی خواهد شد.

۲- مواد و روشها

یکی از روش‌های کاربردی برای بهبود تولیدات کشاورزی، هماهنگی با آب و هوای غالب در منطقه، به منظور استفاده بهینه از آن است. این کار از طریق درک اقلیم کشاورزی غالب، در منطقه امکان‌پذیر است. درک و شناخت علمی از اقلیم‌های کشاورزی، ابزاری باارزش جهت کنترل توانمندی‌های اقلیمی مناطق، به منظور تولید محصولات کشاورزی است. در ابتدا، این گونه مطالعات دارای جنبه صرفاً علمی، بدون پرداختن به محصولی خاص بود. مثلاً در گزارش آگروکلیمایی غرب آفریقا - نیجر (Sivakumar, 1933)، از اطلاعات روزانه عناصر هواشناسی و بر اساس دوره‌های متوسط ۱۰ روزه طی سالهای ۱۹۹۰-۱۹۶۱ استفاده شده و الگوی بارش سالانه، ماهانه، ۱۰ روزه و طول دوره خشکی و تری مورد بررسی قرار گرفته است. به تدریج، این تحقیقات از حالت صرفاً علمی خارج شده و مطالعه بر روی محصولات و گیاهان خاص آغاز شد. چنان‌که در کالیفرنیا، اثرات سایه بر روی فیزیولوژی درختان گردو، مورد مطالعه قرار گرفت. (Brein, 2002). مطالعه اثرات تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی در مقیاس منطقه‌ای به برآورد وضعیت اقلیمی آینده بستگی خواهد داشت. این برآوردها توسط مدل‌های اقلیمی انجام می‌گیرد. (عینی نرگسه و همکاران، ۱۳۹۴).

۲-۱- بازسازی آمار و داده‌های اقلیمی

مسئولیت نگهداری داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی به عهده دو سازمان بزرگ کشوری یعنی سازمان

اهمیت تولید انجیر در استان فارس، به‌ویژه در مناطقی که اقتصاد وابسته به تولید انجیر است، نمود بیشتری پیدا می‌کند. کاشت انجیر در اکثر نقاط استان به صورت دیم صورت می‌گیرد؛ به‌طوری که حدود ۳۸۷۹۴ هکتار آن به صورت دیم و ۳۹۲ هکتار آن به صورت آبی است. (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶) این موضوع نقش پارامترهای بارش، حرارت و دیگر فاکتورهای اقلیمی را بر میزان و کیفیت تولید و حتی دوره رشد، به مقدار زیادی افزایش می‌دهد. بنابراین، عوامل محیطی و اقلیمی، نقش حیاتی و تعیین‌کننده‌ای در کیفیت و میزان تولید انجیر در منطقه ایفا می‌کنند. با توجه به شرایط اقلیمی استان- فارس و مقایسه آن با نیازهای اقلیمی انجیر، امکان افزایش باغات انجیر وجود دارد. (بدیع‌زادگان، ۱۳۵۶) البته این امر به شناخت صحیح از مناطق مختلف استان و قابلیت‌های آنها از جنبه‌های محیطی و اقلیمی نیاز دارد تا کشت محصول با مکان‌هایی انطباق پیدا کند که از نظر محیطی و اقلیمی استعداد پرورش آن را داشته باشند. از آنجایی که استان فارس، دارای قابلیت‌های بسیار بالایی در زمینه تولید انجیر است، مشخص کردن مکان‌های مناسب برای کاشت انجیر با توجه به نیازهای اقلیمی و محیطی این محصول، می‌تواند تأثیر بسیار مثبتی در اقتصاد و کشاورزی این منطقه بر جای گذارد. (ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان، ۱۳۸۰) موضوع اصلی تحقیق، مکان‌یابی اراضی مستعد باغات انجیر با تأکید بر فاکتورهای اقلیمی (مطالعه موردی: استان فارس) است و این تحقیق در پی پاسخگویی به این سوال اصلی است که: آیا مکان‌های زیر کشت انجیر در استان فارس، انطباق مناسبی با خروجی مدل تحلیل مکانی دارد؟

هدف تحقیق، بررسی ویژگی‌های اقلیمی مؤثر در میزان عملکرد محصول و روابط پیچیده فنولوژیکی گیاه است که با به‌کارگیری مدل‌ها و ابزار GIS، مناطق مستعد

است در ستون A قرار دهیم و $X_B =$ میانگین داده‌ها در سالهای مشترک برای ایستگاه مبنا و $X_A =$ میانگین داده‌ها در سالهای مشترک برای ایستگاه A. باشد، داده مفقود شده برای ایستگاه A این چنین برآورد می‌شود:

$$X_1 = B \times \frac{X_A}{X_B} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در روش تفاضل‌ها، مقدار مجهول از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$X_1 = X_A - X_B \quad \text{رابطه (۲)}$$

۲-۲- مدل منطق فازی

مکان‌یابی، فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایر کاربری‌ها و پارامترهای دیگر برای انتخاب مکانی مناسب، برای کاربری خاص با توجه به معیارهای مورد نظر، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. (کریمی، ۱۳۸۲) برای مکان‌یابی از مدل‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد که از جمله می‌توان به مدل منطق بولین، منطق چندمقداره، منطق بی‌نهایت‌مقداره و مدل منطق-فازی اشاره کرد. مدل مورد استفاده در این تحقیق، منطق فازی است. مدل منطق فازی را اولین بار، یک پروفیسور ایرانی به نام لطفی عسکرزاده (L. A. Zadeh, 1965) در سال ۱۹۶۵ ابداع کرد. منطق فازی از تئوری مجموعه اعداد فازی (منطق بی‌نهایت‌مقداره) مشتق می‌شود که نسبت به منطق کلاسیک (بولین یا ۱ و ۰) به اندازه‌های تقریبی استدلال می‌کند (مثلاً نه دقیقاً درست و نه دقیقاً غلط، نه فقط صفر و نه فقط یک) (تشنه‌لب، ۱۳۷۸). مجموعه‌های فازی بر مبنای مجموعه‌ای از تعاریف در حالت‌های ابهام هستند، نه حالت‌های یک رویداد تصادفی. هر یک از اعضای مجموعه‌های فازی با یک

هواشناسی کشور و دفتر بررسی‌های منابع آب (وابسته به وزارت نیرو) است و با توجه به اینکه سازمان هواشناسی بر اساس سال‌های میلادی، و دفتر بررسی-های منابع آب بر اساس سال‌های آبی اقدام به جمع-آوری آمار می‌کنند، بنابراین یکی از مشکلات موجود بر سر راه تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌های اقلیمی، هم‌تقویم نبودن آمار و اطلاعات ایستگاه‌های این سازمان‌ها است. بر این اساس، در مطالعات حاضر، دی-ماه به عنوان اولین ماه از سال میلادی در نظر گرفته شده است. همچنین تعداد سال‌های آماری متفاوت برای هر ایستگاه در سطح منطقه نیز ناهمخوانی داده‌های ایستگاه‌ها را با یکدیگر افزایش می‌دهد. برای این منظور، یک پایه زمانی مشترک و بهینه بر اساس تقویم میلادی در نظر گرفته شده است که یک دوره آماری ۱۵ ساله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ میلادی است.

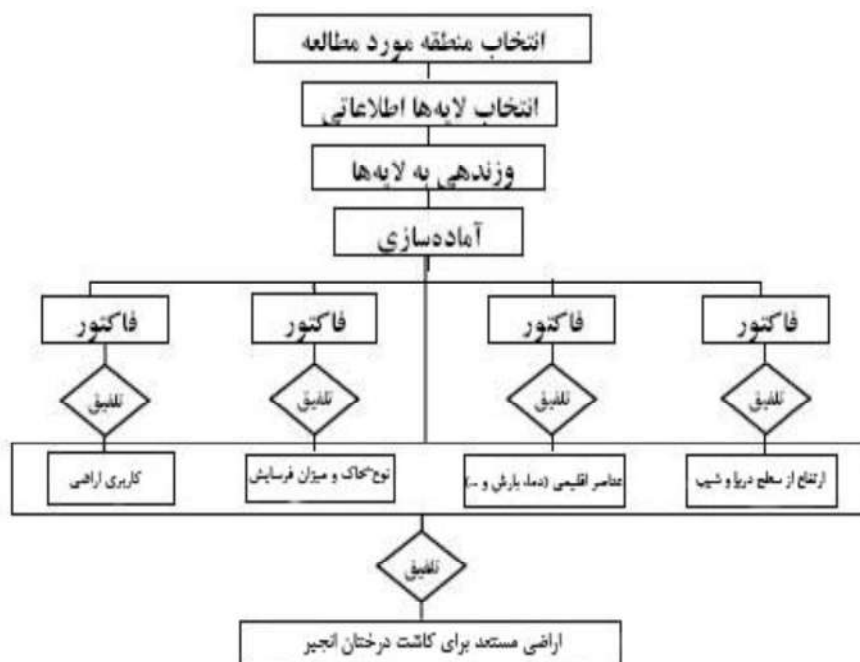
از طرف دیگر، آمار مربوط به این سال‌های مشترک نیز در بسیاری از ایستگاه‌ها دچار نقص است. حتی تفاوت در نوع ایستگاه‌ها (سینوپتیک، اقلیم شناسی یا بارانسنجی و ...)، دقت داده‌های ثبت شده را از یکدیگر متفاوت و ثبت بعضی پارامترها در بعضی از این ایستگاه-ها صورت نگرفته است. برای حل این مشکل باید از روش‌های بازسازی داده برای تکمیل نواقص آماری استفاده کرد. (Mc PHERSON, 2005) روش‌های بازسازی داده‌های هواشناسی، شامل روش‌های تفاضل‌ها و نسبت‌ها است که روش نسبت‌ها بیشتر برای داده‌های بارندگی و روش تفاضل‌ها بیشتر برای بازسازی داده‌های درجه حرارت و مشابه آن به کار برده می‌شود. در روش نسبت‌ها، ابتدا باید ایستگاهی را که دارای داده‌های کامل بوده و سال‌های آماری آن مشابه ایستگاه مورد نظر ما باشد، انتخاب کنیم. اگر آمار ایستگاه مبنا را در ستون B و آمار ایستگاهی که دارای داده‌های ناقص

۲-۳- مکان‌یابی اراضی مستعد کاشت درخت

انجیر

هدف اصلی فرآیند مکان‌یابی به عنوان یک تحلیل مکانی متداول در GIS، جلوگیری از هدر رفتن هزینه‌ها و تضمین حداکثر کارایی است. ورودی‌های مورد نیاز این فرآیند، لایه‌های اطلاعاتی آماده شده از منطقه مطالعاتی و یک مجموعه مقادیر عددی برای اعمال وزن این لایه‌ها و خروجی مدل‌های مکان‌یابی، مکان‌های مناسب برای ایجاد فعالیتی خاص است که حاصل تلفیق داده‌های ورودی است (مهدی‌پور و مسگری، ۱۳۸۵). در این پژوهش، پس از انتخاب منطقه مورد مطالعه، لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر مشخص و وزندهی می‌شود، و به صورت معیارهای وزندهی شده، تلفیق شده تا اراضی مستعد برای کاشت درختان انجیر مکان‌یابی شود. نمودار زیر مراحل مکان‌یابی اراضی مستعد باغات انجیر با GIS را در استان فارس نمایش می‌دهد.

درجه عضویتی به آن مجموعه تعلق دارد و این درجه‌ی عضویت همواره عددی بین صفر و یک است. مقدار عضویت برای اعضای داخل بازه، بین صفر و یک است. پارامترهای موجود در مکان‌یابی تا حدود زیادی ماهیت فازی دارند. مثال روشن از این موضوع، فاکتورهایی است که مربوط به فاصله مناسب از برخی عوارض موجود است. برای این فاکتورها، مجموعه‌های فازی تعریف می‌شود که در آنها هر پیکسل به عنوان عضوی از این مجموعه، با توجه به فاصله‌ای که از عارضه دارد، درجه عضویت متفاوتی به خود می‌گیرد. اگر تمام پارامترهای مسأله به صورت مجموعه‌های فازی با مقادیر عضویت صحیح تعریف شوند، می‌توان برای تلفیق پارامترها از اپراتورهای مناسب فازی استفاده کرد. نوع اپراتور مورد استفاده، نیز بستگی به نحوه تأثیرپذیری فاکتورها از یکدیگر و یا اثر نهایی (افزایشی یا کاهش) اپراتور روی مجموعه پارامترها دارد. اساساً کاری که یک سیستم‌فازی انجام می‌دهد، تبدیل دانش بشری به یک فرمول ریاضی است. (کریمی، ۱۳۸۲).



شکل ۲. فلوجارت مکان‌یابی اراضی مستعد باغات انجیر در GIS منبع: نگارندگان

برای تعیین لایه‌های موردنیاز و میزان اهمیت هر یک از آنها، فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی تعیین می‌شود. به دلیل تفاوت‌های موجود در شرایط حاکم بر مکان‌یابی مراکز مختلف، نمی‌توان روش مشخصی برای تعیین پارامترها تعریف و استفاده نمود. بدین منظور با انجام مطالعات کتابخانه‌ای، اطلاعات کامل و جامعی درباره ماهیت فعالیت مورد نظر گردآوری می‌شود. بر اساس این اطلاعات و مصاحبه با کارشناسان و افراد مجرب، می‌توان پارامترهای مؤثر را تعیین کرد. در مکان‌یابی کشاورزی نیز تعیین فاکتورها و معیارها با استفاده از روش‌های بالا انجام می‌شود؛ مثلاً در مورد مکان‌های قابل کاشت انجیر، فاکتورهایی که آماده‌سازی و سپس در تحلیل مکانی استفاده شده، در جدول ۱ آمده است:

برای تعیین لایه‌های موردنیاز و میزان اهمیت هر یک از آنها، فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی تعیین می‌شود. به دلیل تفاوت‌های موجود در شرایط حاکم بر مکان‌یابی مراکز مختلف، نمی‌توان روش مشخصی برای تعیین پارامترها تعریف و استفاده نمود. بدین منظور با انجام مطالعات کتابخانه‌ای، اطلاعات کامل و جامعی درباره ماهیت فعالیت مورد نظر گردآوری می‌شود. بر اساس این اطلاعات و مصاحبه با کارشناسان و افراد مجرب، می‌توان پارامترهای مؤثر را تعیین کرد. در مکان‌یابی کشاورزی نیز تعیین فاکتورها و معیارها با استفاده از روش‌های بالا انجام می‌شود؛ مثلاً در مورد مکان‌های قابل کاشت انجیر، فاکتورهایی که آماده‌سازی و سپس در تحلیل مکانی استفاده شده، در جدول ۱ آمده است:

جدول شماره ۱. فاکتورهای مورد استفاده در تحلیل مکانی اراضی مستعد کاشت انجیر و معیارهای در نظر گرفته‌شده برای آنها منبع: یافته‌های تحقیق

فاکتورها	معیارها
شیب مجاز	کمتر از ۲۰ درصد
ارتفاع از سطح دریا	بین ۱۲۰۰ تا ۱۹۰۰
کاربری اراضی	کاربری‌های مفید (شامل: جنگلکاری، اراضی جنگلی، کشاورزی آبی و دیم، اراضی دامنه‌ای، اراضی بایر)
نوع خاک و میزان فرسایش خاک	خاک‌های مناسب (اراضی لیمونی و خاک‌هایی می‌باشد که درصد رس، شن و سیلیت آن تقریباً به یک اندازه است. همچنین خاک‌هایی با میزان متوسط تا زیاد آهک با عمق زیاد (حداقل یک متر))
میزان بارندگی	بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر
میانگین دما، حداکثر و حداقل مطلق دما	دمای ۱۵-۲۶ درجه. دمای کمتر از ۳۹ درجه و دمای بیشتر از ۹- درجه
میزان میانگین و حداکثر رطوبت نسبی	کمتر از ۲۵ درصد (میانگین و حداکثر رطوبت نسبی (هر دو) مطلوب است که زیر ۲۵ درصد باشد)

روش Goal standardization برای کلاس مطلوبیت بالا:

این روش استاندارد کردن، برای کلاس مطلوبیت بالا استفاده می‌شود. در این روش ارزش‌ها به صورت Max Goal و Min Goal استاندارد می‌شود. بدین معنی که هر چه ارزش بالاتر باشد، امتیاز داده شده، بیشتر به یک نزدیک می‌شود. به عنوان مثال، ارزش‌های کلاس بارندگی بالاتر، به عدد یک و بارندگی کمتر به عدد صفر

برای استاندارد کردن لایه سطوح ارتفاعی، در مورد ارتفاعات کمتر از ۱۲۰۰ متر از فرمول صعودی و در مورد ارتفاعات بین ۱۲۰۰ تا ۱۹۰۰ متر از فرمول نزولی استفاده می‌شود.

۳- نتایج

در این مقاله، به منظور پیشنهاد مکان‌های مناسب جهت احداث باغ‌های انجیر در استان فارس، ابتدا نقشه کاربری اراضی این استان، تهیه و سپس مناطقی که قابلیت تغییر کاربری برای احداث باغ‌های انجیر دارند، بررسی شد. در این تحقیق از آمار هواشناسی ماهانه و سالانه ۲۱ ایستگاه باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و سینوپتیک (ایستگاه‌های آباده، استهبان، اقلید، ایزدخواست، بالاده، بوانات، تخت‌جمشید، جهرم، داراب، درودزن، زرقان، سپیدان، شیراز، صفاشهر، علی‌آباد کمین، فسا، فیروزآباد، کازرون) در یک دوره آماری ۱۵ ساله (۲۰۱۴ - ۲۰۰۰) در گستره استان فارس استفاده شده‌است. نواقص این آمار، با روش‌های مختلف بازسازی داده‌ها مانند روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها و روش درون‌یابی و برون‌یابی، تکمیل شده است. پس از استاندارد کردن لایه‌ها، همه آنها با وزن مشخصی با هم ترکیب شده و نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد کاشت انجیر در استان فارس بدست آمد.

نزدیک می‌شود. برای استاندارد کردن لایه‌ها بدین روش، از رابطه زیر استفاده می‌شود که x_i لایه مورد مطالعه، x_{\min} حداقل ارزش موجود در لایه و x_{\max} حداکثر ارزش لایه است.

$$Z_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

به این فرمول، فرمول صعودی نیز گفته می‌شود (Sharifi&Herwijnen, 2003:17).

روش Maximum standardization برای کلاس مطلوبیت پایین:

در این روش کلاس‌های با ارزش پایین‌تر، امتیاز بالاتری می‌گیرند. به عنوان مثال در مورد لایه شیب، هر چه شیب کمتر باشد، ارزش آن در لایه استاندارد شده بالاتر و به یک نزدیک‌تر است. برای استاندارد کردن لایه‌ها به این روش، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

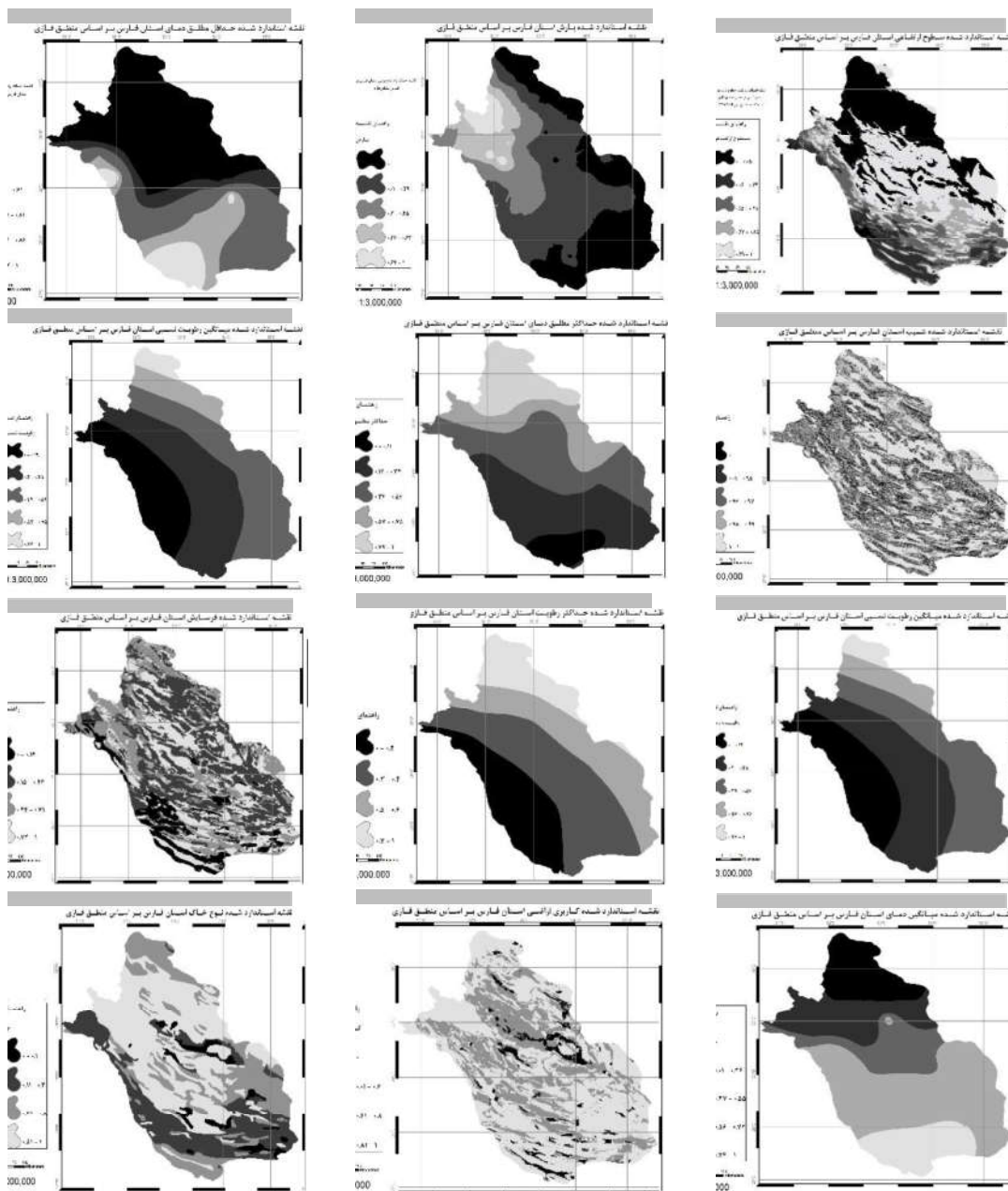
$$Z_i = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \quad \text{رابطه (۴)}$$

به این فرمول، فرمول نزولی نیز گفته می‌شود (Palomas & jamet, 2000:86).

البته برای لایه‌های مورد استفاده در این مطالعه، در اکثر موارد از تلفیقی از این دو روش استفاده می‌شود. مثلاً

جدول ۲. وزن اختصاص داده شده به هر کدام از لایه‌ها، منبع: یافته‌های تحقیق

وزن (۰-۱)	لایه	وزن (۰-۱)	لایه	وزن (۰-۱)	لایه
۰/۰۵	حداکثر مطلق دما	۰/۰۴	نوع خاک	۰/۱۵	ارتفاع
۰/۱۰	حداقل مطلق دما	۰/۰۱	میزان فرسایش خاک	۰/۰۵	شیب
۰/۱۰	میانگین رطوبت نسبی	۰/۲۰	بارش	۰/۱۰	کاربری اراضی
۰/۱۰	حداکثر رطوبت نسبی	۰/۱۰	دمای میانگین	۰/۰۴	نوع خاک



شکل ۳. نقشه استاندارد شاخص‌ها بر اساس منطق فازی، منبع: نگارندگان

باتلاقی، اراضی شهری (مسکونی) و سکونت‌گاه‌های دامنه‌ای، احداث باغ‌های انجیر غیرممکن است و یا به سختی می‌توان این اراضی را برای کاشت انجیر مناسب دانست. بنابراین در تحلیل نهایی و تلفیق نقشه‌ها نیز، این نقشه و نقشه‌های دیگر (ارتفاع، شیب، بارندگی و ...) حذف شده‌اند. در این مقاله، پس از استانداردسازی

اگرچه، لایه کاربری اراضی، یکبار در مکان‌یابی دخالت داده شده، اما ارزش‌های مساوی با صفر این لایه، در نقشه نهایی نیز اعمال شده است؛ حال آن‌که کاربری-هایی مثل اراضی دریاچه‌ای یا شوره‌زارها و ... نباید در نقشه نهایی حضور داشته باشند. در برخی کاربری‌ها، مانند اراضی دریاچه‌ای، صخره‌ها، شوره‌زارها، اراضی

است، لذا پارامترها و لایه‌های مربوط به عناصر اقلیمی وزن بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند. اگرچه نمی‌توان از میزان تأثیر دیگر پارامترها نیز در مکان‌یابی چشم‌پوشی کرد. اوزان مشخص شده برای هر لایه در جدول ۲ مشخص می‌کند که بارش با وزن ۰/۲۰ دارای بیشترین اهمیت و نوع خاک با ۰/۰۴ دارای کمترین اهمیت وزنی محاسبه شده است.

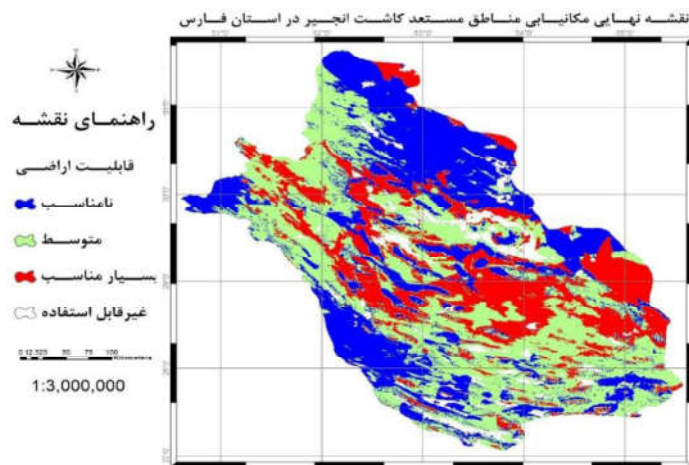
پس از استانداردسازی و وزن‌دهی لایه‌ها در نرم افزار ArcGIS، وزن هر کدام از لایه‌ها در آن لایه ضرب شده و در نهایت با تلفیق همه این نقشه‌ها با توجه به وزن هر کدام، نقشه پهنه‌بندی مکان‌های مستعد کاشت انجیر بدست آمد. فرمول نهایی با استفاده از روش هم‌پوشانی شاخص‌ها (Index Overlay) برای تلفیق لایه‌ها و بدست آوردن نقشه مکان‌های مستعد کاشت انجیر، در نرم‌افزار ArcGIS به صورت زیر نوشته شده است:

$$+ (0.15 \times \text{ارتفاع}) + (0.20 \times \text{بارش}) \\ \text{نوع } + (0.10 \times \text{کاربری اراضی}) + (0.05 \times \text{شیب}) \\ \text{دمای } + (0.01 \times \text{فرسایش}) + (0.04 \times \text{خاک}) \\ + (0.05 \times \text{حداکثر مطلق دما}) + (0.10 \times \text{میانگین میانگین رطوبت}) + (0.10 \times \text{حداقل مطلق دما}) \\ + (0.10 \times \text{حداکثر رطوبت}) + (0.10 \times \text{نسبی})$$

لایه‌ها بر اساس منطق فازی هر یک از معیارهای موثر در مکان‌یابی با توجه به زیر معیارهایش با استفاده از وزن مورد نظر طبقه‌بندی و لایه هر یک از معیارهای سطح اول، جهت ترکیب و تلفیق نهایی آماده شد. یعنی هر ضابطه، بر اساس وزن‌های مربوط به خود، با روش Index Overlay تلفیق شده و نقشه نهایی مناطق مستعد کاشت درخت انجیر، مشخص شد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب یک گونه مناسب، با توجه به شرایط حاکم و پتانسیل منطقه، می‌تواند علاوه بر افزایش راندمان تولید، بسیاری از هزینه‌های سربار و غیرضروری از جمله هزینه‌های مرتبط با تنش‌های محیطی، آفات و بیماری‌ها را از دوش کشاورزان و باغ‌داران بردارد. این تحقیق به مکان‌یابی اراضی مستعد کاشت درخت انجیر در استان فارس با استفاده از منطق فازی با رویکرد GIS می‌پردازد. در این تحقیق از هم‌پوشانی شاخص‌ها به روش منطق-فازی استفاده شده است. بدین ترتیب که ابتدا با استفاده از نظرات کارشناسان، وزن هر کدام از لایه‌های استاندارد شده مشخص شد. در این مطالعه، نقش و تأثیر عوامل اقلیمی در مکان‌یابی انجیر بیشتر مدنظر بوده



شکل ۴. نقشه نهایی مکان‌یابی مناطق مستعد کاشت انجیر در استان فارس، منبع: نگارندگان

۲۰ تا ۴۰ درصد که ۲۷۲۹۳۵۸/۶۸۰۱ هکتار از استان فارس را تشکیل می‌دهند، اراضی نامناسب برای این هدف هستند. بقیه اراضی (۷۴۲۹۰۶/۳۰۰۲۴۱ هکتار) نیز برای کاشت انجیر غیر قابل استفاده بوده که در این نقشه هیچ ارزشی به آنها تعلق نگرفته است.

جدول شماره ۳. جدول قابلیت اراضی برای کاشت انجیر

مساحت (هکتار)	میزان استعداد (درصد)	قابلیت اراضی برای کاشت انجیر
۳۸۷۲۰۶۳/۰۸۱۱۷	۵۰ - ۶۶	بسیار مناسب
۴۹۱۶۴۶۶/۲۱۲۲۱	۴۰ - ۵۰	متوسط
۲۷۲۹۳۵۸/۶۸۰۱	۲۰ - ۴۰	نامناسب
۷۴۲۹۰۶/۳۰۰۲۴۱	بدون ارزش	غیر قابل استفاده

نقشه نهایی بدست آمده، ارزش‌هایی بین ۰/۲۰۱ و ۰/۶۶۱ دارد. این لایه در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شود تا مستعد بودن اراضی برای کاشت انجیر به درصد (بین صفر تا صد) نشان داده شود. بنابراین، می‌توان گفت که اراضی قابل کاشت محصولات در استان فارس، بین ۲۰ تا ۶۶ درصد، قابلیت کاشت درخت انجیر را دارا هستند. با توجه به این نقشه، ۳۸۷۲۰۶۳/۰۸۱۱۷ هکتار از اراضی استان فارس، بسیار مناسب و قابلیت‌ی بین ۵۰ تا ۶۶ درصد برای کاشت انجیر دارند، ۴۹۱۶۴۶۶/۲۱۲۲۱ هکتار، اراضی تقریباً متوسط برای کاشت انجیر هستند و قابلیت آنها بین ۴۰ تا ۵۰ درصد است، اراضی با قابلیت

میزان استعداد اراضی استان فارس برای کشت انجیر (هکتار)



شکل ۵. میزان استعداد اراضی استان فارس برای کشت انجیر با توجه به فاکتورهای در نظر گرفته شده

مطلوب هستند و چه مناطقی، دچار کمبود و ضعف از نظر این پارامترها هستند. به عنوان مثال، می‌توان مشخص کرد که کدام منطقه از بارش کافی و مناسب برای انجیر برخوردار است و کدام منطقه از نظر بارشی دچار کمبود است؛ یا اینکه مناطق مطلوب مشخص شده در نقشه، آیا از نظر پارامتر شیب و پارامترهای دیگر نیز به صورت جداگانه، مطلوبیت دارند یا خیر؟ با توجه به نقشه مناطق انجیرکاری و همچنین آمار میزان تولید

با نگاهی به خروجی مدل تحلیل مکانی، درمی‌یابیم که اکثر مناطقی که بالای ۵۰ درصد قابلیت کاشت انجیر را دارا هستند، در نقاط مرکزی و میانی استان جای گرفته‌اند. با تهیه نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد کاشت انجیر، علاوه بر اینکه استعداد و قابلیت‌های اراضی استان فارس برای کاشت انجیر مشخص می‌شود، می‌توان مشخص نمود که پارامترهای در نظر گرفته شده برای مکان‌یابی در چه نقاطی دارای شدت و در حد

روش نوینی برای مکان‌یابی اراضی مستعد کاشت درخت انجیر با استفاده همزمان از GIS، منطق فازی و فاکتورهای اقلیمی است.

امروزه به دلیل اهمیت ویژه بخش کشاورزی در اقتصاد کشور و اینکه در این‌گونه مطالعات، همواره با طیف وسیعی از معیارهای تأثیرگذار و تصمیم‌گیری‌های مختلف روبه‌رو هستیم، لذا جهت سهولت و دقت مدیریت تصمیم‌گیری‌ها، ناچاریم از روش‌های ارزیابی چند معیاره، علم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه استفاده از تکنیک‌های آماری و نرم-افزاری استفاده کنیم. در مجموع، تحقیقاتی که تاکنون در زمینه مسائل اکولوژیکی و کشاورزی، در داخل کشور صورت گرفته، توجه کمی به ایجاد پایگاه داده‌های کامل، مشتمل بر شرایط اقلیمی، محیطی، فنولوژیکی گیاهان زراعی و باغی و ... داشته و توانایی GIS نیز در این زمینه به اثبات رسیده است. با توجه به نقشه مناطق انجیرکاری و همچنین آمار میزان تولید انجیر در شهرستان‌های مختلف استان فارس، مناطق عمده انجیرکاری این استان، بیشتر در کمربند مرکزی استان، قرار گرفته‌اند که شامل شهرستان‌های استهبان، نیریز، جهرم، داراب، فسا، شیراز، کازرون و فیروزآباد است و در بقیه نقاط استان، درخت انجیر بیشتر به صورت مخلوط با سایر باغ‌ها کاشته شده و جنبه اقتصادی ندارد.

همچنین با نگاهی به خروجی مدل تحلیل مکانی، مشخص شده اکثر مناطقی که بالای ۵۰ درصد قابلیت کاشت انجیر را داراست، در نقاط مرکزی و میانی استان جای گرفته و شهرستان‌های مذکور را شامل می‌شوند. بنابراین، مناطقی که قابلیت بالایی برای کاشت انجیر دارند، بیشتر همان مناطقی هستند که در حال حاضر نیز کاشت انجیر در آنها صورت می‌گیرد. علاوه بر اینکه در مناطق دیگری مانند بخش شمال‌غربی استان نیز،

انجیر در شهرستان‌های مختلف استان فارس، مناطق عمده انجیرکاری این استان، بیشتر در کمربند مرکزی استان قرار گرفته‌اند که شامل شهرستان‌های استهبان، نیریز، جهرم، داراب، فسا، شیراز، کازرون و فیروزآباد هستند و در بقیه نقاط استان، درخت انجیر بیشتر به صورت مخلوط با سایر گونه‌های باغی کاشته شده و جنبه اقتصادی ندارد. با مشاهده نقشه نهایی مکان‌یابی، می‌توان فهمید که اکثر مناطقی که بالای ۵۰ درصد قابلیت کاشت انجیر را داراست، در نقاط مرکزی و میانی استان جای گرفته و شهرستان‌های مذکور را شامل می‌شوند. بنابراین با توجه به این مسأله، فرض مورد نظر این تحقیق، تأیید خواهد شد. مناطقی که قابلیت بالایی برای کاشت انجیر دارند، بیشتر همان مناطقی هستند که در حال حاضر نیز کاشت انجیر در آنها انجام می‌شود. علاوه بر اینکه در مناطق دیگری، مانند بخش شمال-غربی استان نیز، قابلیت در همین حد دیده می‌شود که برنامه‌ریزی در این زمینه را ضروری می‌سازد. مناطقی که قابلیت آنها در حد متوسط نشان داده شده است، مناطقی هستند که با صرف اندکی هزینه، انجام مدیریت و عملیات زراعی، به خوبی آماده ایجاد باغ‌های انجیر می‌شوند. اراضی که در محدوده نامناسب قرار گرفته‌اند، مناطقی هستند که کاشت انجیر در آنها از جنبه‌های مختلف مانند ضعف پارامترهای اقلیمی (بارش، دما و رطوبت)، یا ضعف عوامل محیطی (محدودیت ارتفاع، شیب، خاک و فرسایش یا کاربری اراضی) مقرون به صرفه نبوده و توجیه اقتصادی نخواهند داشت. با توجه به اینکه درباره انجیر و مکان‌یابی اراضی مستعد کاشت این گونه در ایران تاکنون تحقیقاتی انجام نشده و اکثر مطالعات صورت گرفته، مربوط به محصولات کشاورزی است و در این تحقیقات نیز، کمتر به بررسی فاکتورهای اقلیمی در مکان‌یابی پرداخته شده است، لذا این تحقیق

پژوهش‌هایی که به داده‌های مکانی و جغرافیایی نیاز دارند نبود داده‌های مناسب و با دقت کافیست.

- آموزش و ترویج کاشت و بهره‌برداری انجیر توسط واحدهای ترویجی، با توجه به مقاومت و سازگاری درخت انجیر با شرایط نامساعد محیطی، مورد توجه قرار گیرد.

- کارهای تحقیقاتی برای تصحیح آستانه‌های اکولوژیکی برای درخت انجیر انجام شود.

- کارهای تحقیقاتی درباره آفات و بیماری‌های مرتبط با درخت انجیر انجام شود.

- سرمایه‌گذاری در امر احداث باغ‌های انجیر و تعیین- مکان مناسب، به دلیل ارزش بالای اقتصادی میوه و چوب درخت انجیر، در جهت کمک به تولید و اقتصاد جامعه، به‌ویژه جامعه روستایی انجام شود.

- پرورش زنبور عسل در باغ‌های انجیر انجام شود.
- از داده‌های مکانی و نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی، در پژوهش‌های مشابه استفاده صحیح شود.

۵- منابع

اثرات خشک‌سالی بر روی انجیر دیم و روش‌های نگهداری درختان ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان، ۱۳۸۰، مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی.

بدیع‌زادگان، م.، ۱۳۵۶، بررسی انجیر کاری در استان فارس، دانشگاه صنعتی شریف.

پاک‌نیت، م.، ۱۳۷۳، بررسی غذایی و دارویی انجیر در استهبانات فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پزشکی تهران.

تشنه‌لب، م.، ۱۳۷۸، سیستم‌های فازی و کنترل فازی، تهران. انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

قابلیتی در همین حد دیده می‌شود که برنامه ریزی برای این امر را ضروری می‌کند. مناطقی که قابلیت آنها در حد متوسط نشان داده شده، مناطقی هستند که با صرف اندکی هزینه، انجام مدیریت و عملیات زراعی، به خوبی آماده ایجاد باغ‌های انجیر می‌شوند. اراضی که در محدوده نامناسب قرار گرفته‌اند، مناطقی هستند که کاشت انجیر در آنها از جنبه‌های مختلف، مانند ضعف پارامترهای اقلیمی (بارش، دما و رطوبت)، یا ضعف عوامل محیطی (محدودیت ارتفاع، شیب، خاک و فرسایش یا کاربری اراضی) مقرون به‌صرفه نبوده و توجه اقتصادی نخواهد داشت. بنابراین انجام این تحقیق از اعتبار بالایی برخوردار بوده و می‌توان در مورد سایر محصولات نیز مورد استفاده قرار داد.

در راستای این تحقیق پیشنهاد می‌شود:
- سازمان‌های ذی‌ربط نسبت به بهره‌گیری از دستاورد- های این تحقیق اقدام و به پژوهش‌های علمی، اهمیت بیشتری دهند. چرا که بخش کشاورزی استان فارس با این واقعیت روبروست که در آینده می‌بایست ضمن مصرف آب کمتر، تولید بیشتری را عرضه نماید، لذا با انتخاب محصول متناسب با هر منطقه و مدیریت صحیح منابع آب و با استفاده از دانش و فناوری‌های نوین، چاره ای ندارد جز اینکه؛ در جهت ارتقاء بهره‌وری، افزایش کارایی و افزایش راندمان عملکرد در واحد سطح، گام‌های اساسی بردارد و این تحقیق با انتخاب مکان‌های مناسب کاشت انجیر، کشاورزی استان را یک گام به هدف نزدیک‌تر می‌کند.

- از تکنیک‌های آماری، علم GIS و سنجش از دور برای انجام پژوهش‌های مشابه به صورت صحیح و همزمان استفاده شود.

- زیرساخت داده مکانی برای انجام پژوهش‌های مرتبط با داده‌های مکانی تهیه شود، چون مشکل اصلی در انجام

مؤثر بر پذیرش کشاورزی حفاظتی در استان فارس، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۴۵، شماره ۲.

عینی نرگسه، ح.، دیهیم فرد، ر.، صوفی زاده، س.، حقیقت، م.، نوری، ا.، ۱۳۹۴، پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد گندم آبی استان فارس با استفاده از مدل APSIM، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، دوره ۸، شماره ۴.

مخدوم، م. و همکاران. ۱۳۹۲، ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، انتشارات دانشگاه تهران. مزیدی، ۱۳۷۱، اقلیم و کشاورزی دشت یزد - اردکان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه اصفهان.

مظفری، غ.ع.، ۱۳۸۰، ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت گندم دیم - اقلیم شناسی کشاورزی مطالعه مورد کرمانشاه، دانشگاه تربیت مدرس. مهدی پور، ف. و مسگری، م.س.، ۱۳۸۵، به‌کاربری منطق فازی در GIS برای یافتن مکان‌های بهینه مراکز خدماتی بین راهی وزارت راه و ترابری، سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی، قشم، سازمان نقشه برداری کشور، منطقه آزاد قشم.

منافی ملایوسفی، م.، حیاتی، ب.، پیش بهار، ا.، نعمتیان، ج.، ۱۳۹۶، سنجش میزان پایداری کشاورزی استان آذربایجان شرقی با رهیافت برنامه ریزی توافقی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۳۱، شماره ۴.

تقی زاده، س.، سلطانی، غ.، ۱۳۹۲، تأثیر اضافه برداشت آب زیرزمینی بر رفاه کشاورزان (مطالعه موردی: گندم کاران شهرستان فسا)، فصلنامه تحقیقات اقتصاد کشاورزی، دوره ۵، شماره ۱۷.

خوشحال دستجردی، جواد.، ۱۳۷۰، ارتباط یخبندان با محصولات کشاورزی استان اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی محمدرضا کاویانی، دانشگاه اصفهان.

حسن‌پوراصطهباناتی، ا.، ۱۳۷۷، یافته‌های تحقیقاتی انجیر در استان فارس، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان فارس.

رضائی نژاد اشکوری، ح.، موسوی، س.ن.، نجفی، ب.، ۱۳۹۴، ارزیابی پایداری اکولوژیک و اقتصادی پسته در استان کرمان و تعیین عوامل مؤثر بر آن، فصلنامه تحقیقات اقتصاد کشاورزی، دوره ۷، شماره ۲۵.

داورپناه، ش.، هاشمی بناب، ص.، خداوردیزاده، م.، ۱۳۹۶، ارزیابی پایداری کشاورزی استان اردبیل با استفاده از رهیافت ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس، فصلنامه کشاورزی و بوم‌شناختی، دوره ۷ - شماره ۲.

شه‌داد، ف.، ۱۳۷۰، اقلیم کشاورزی در ارتباط با محدوده جغرافیای جلگه ارومیه درآمدی بر اقلیم‌شناسی کاربردی، دانشگاه تهران.

فلاحی، ف.، ۱۳۸۵، مکان‌یابی اراضی مستعد باغات گردو در تهران با تأکید بر فاکتورهای اقلیمی با رویکرد GIS، پایان‌نامه کارشناسی - ارشد. دانشگاه تربیت‌معلم تهران.

عابدی، س.، یزدانی، س.، صالح، ا.، سلامی، ح.، جهانسوز، م.ر.، ۱۳۹۳، تجزیه و تحلیل عوامل

- Sivakumar, M.V.K., A. Maidoukia, and R.D. Stern. 1993. **Agroclimatology of West Africa: Niger. (Second Edition), Information Bulletin No. 5, ICRISAT, Patancheru, India.** 108 pp.
- Sharifi, M.A.; Van Herwijnen, M.; van den Toorn, W.H. (2004) Spatial decision support systems. **Lecture notes. The Netherlands : ITC. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.**
- نیک‌نژاد، ۱۳۴۵، **کاشت و اصلاح زعفران در استهبان.** پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
- Julie Brien and Tumut Sandra Hardy, 2002: Fig growing in Newzealand. **Agfact H3119, first edition.** pp.1-8.
- De Masi, L.; Domenico Castaldo, G.G., Paola, M. and Bruna, L. (2005) **Genotyping of Fig (Ficus carica L) Via RAPD Markers. Journal of the Science of Food and Agriculture**, 85, 2235-2242
- L. A. Zadeh. Fuzzy sets. Information and control, vol. 8 (1965), pp. 338–353.
- McPherson, John R. (2005). "**Phenology of Six Ficus L., Moraceae, Species and its Effects on Pollinator Survival, in Brisbane, Queensland, Australia**". **Geographical Research.** 43 (3): 297–305.P
- Diaz,O.; Palomas,G.; Jamet,C. 2000, **Car parking policy issues and guidance information systems in Nigerian Cities, URBAN Transportation and Environment, Samuel Lyiolaoni, University of Lagos. Published by A. A. Balkema/Rotterdam/Brookfield (CODATU),** pp. 531-535.
- Production of figs by countries,** UN Food & Agriculture Organization, 2011, Retrieved 2013-08-23.



Positioning lands prone for cultivating ficus fars province using fuzzy logic and the GIS approach

Shamsoddini A.^{1*}, Mehrzad H.², Karimi B.³

1. Assistant Professor Department of Geography and urban planning, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht , Iran
2. PH.D Student of climatology, kharazmi university , Tehran , Iran
3. Assistant Professor Department of urban design, Safashahr Branch, Islamic Azad University, Safashahr, Iran

Abstract

Agriculture is one of the most important economic parts in each country, which each product requires specific climatic and environmental conditions. So climatologists pay special attention to landuse planning and managing ecological resources with appropriate methods. The purpose of this study is to identify the effective climatic factors and elements in fig planting in Fars province and zoning the areas susceptible to planting this product climatically and environmentally, using the ability of GIS to combine different layers and in the form of different models. In this study, six climatic elements (average temperature, maximum and minimum absolute temperature, average and maximum humidity and amounts of precipitation) from 21 stations of synoptic, climatology and Rain gauge stations in Fars province and 5 environmental parameters (elevation, slope, soil type, erosion and landuse) has been used. First, the climatic elements have been reconstructed using Differences and Ratios methods due to their incompleteness. Then maps of these parameters and elements are plotted in GIS and these maps are standardized and weighted using Fuzzy logic and the criteria for fig tree planting, and combined with Fuzzy logic, and zoning map of susceptible land obtained in Fars province. The results showed that 32 percent of the lands are very suitable for planting Figs, 40 percent has a moderate ability, and 22 percent are also inappropriate for fig tree planting. In addition, 6% of the lands is not worthy of Fig tree planting (lake lands, salty lands, etc.), which is excluded from the analysis.

Keywords: Agricultural climate, GIS, Site selection, fuzzy logic ,figs