

امکان‌سنجی کشت زیتون با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: غرب مازندران)

علی محمدپورزیدی^۱ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، مدرس دانشگاه پیام نور مرکز تنکابن، تنکابن
کیا بزرگمهر - استادیار گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
سید یاسر حکیم دوست - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، مدرس دانشگاه پیام نور مرکز تنکابن، تنکابن

چکیده

کشاورزی اصلی‌ترین رکن تامین نیازهای غذایی یک جامعه بوده و عاملی تعیین‌کننده در بی‌نیازی از انواع مواد غذایی و مواد اولیه صنایع وابسته محسوب می‌شود. در این زمینه تولید روغن‌های گیاهی دارای ارزش اقتصادی بوده و از نظر غذایی نیز حائز اهمیت می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از ۱۶ پارامتر برای پهنه‌بندی کشت زیتون استفاده شده است که ۱۲ پارامتر اقلیمی استان طی دوره ۲۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۹۰) از ۱۴ ایستگاه سینوپتیک استان که ۵ ایستگاه در درون منطقه و ۹ ایستگاه به‌عنوان ایستگاه‌های کمکی و ۴ پارامتر زمینی مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های از طریق سازمان هواشناسی مازندران و سازمان زمین‌شناسی و سازمان جغرافیایی و منابع طبیعی استان گردآوری شد. بعد از آن به تهیه پایگاه اطلاعات مورد نیاز پرداخته شد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزارهای گرافیک مبنا مانند ARC GIS10 و آمار مبنا شامل PASW و *choisexpert* استفاده گردیده است. همچنین جهت عملیات پهنه‌بندی عناصر اقلیمی مؤثر در کشت زیتون از روش‌های زمین‌آمار و مدل‌های کریجینگ و IDW استفاده شده و برای تعیین ارزیابی بهترین مدل، از نیم تغییر نگار استفاده گردیده است. همچنین جهت تلفیق و استخراج وزن‌های مؤثر در عملیات مکان‌یابی از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و روش *INDEX OVERLAY* استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد مدل‌های کریجینگ معمولی و ساده با سه تابع دایره‌ای، کروی و گوسین بهترین مدل‌ها جهت پهنه‌بندی بوده که انتخاب گردیدند. همچنین با توجه به تلفیق نقشه‌ها و استخراج مناطق مستعد جهت کشت زیتون، نتایج نشان می‌دهد که بهترین منطقه برای کشت مناطق مرتفع عباس آباد تنکابن بین ارتفاعات (۴۰۰-۸۰۰) متر دامنه‌های رو جنوب این منطقه می‌باشد. مناطق اهمیت بسیار قوی تا فوق‌العاده قوی ۳۹۴۴/۱۲۴ هکتار، اهمیت بسیار قوی ۲۸۳۹۶/۲۶ هکتار، اهمیت قوی تا بسیار قوی ۱۳۲۹۰۶/۷ هکتار، اهمیت قوی ۳۵۳۷۸۸/۲ هکتار را دارا می‌باشند. این نتایج دال بر مستعد بودن منطقه از لحاظ شرایط اقلیمی جهت کشت محصول زیتون می‌باشد.

واژگان کلیدی: امکان‌سنجی، زمین‌آمار، مدل AHP، درون‌یابی، زیتون، غرب مازندران

مقدمه

از جمله ارکان اصلی توسعه پایدار هر کشور، تأمین غذای کافی با قیمت مناسب برای افراد آن جامعه می‌باشد. در عصر حاضر با توجه به محدودیت منابع و افزایش روز افزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود (کمالی، ۱۳۷۷: ۴۷۸). بین کشاورزی و اقلیم همبستگی زیادی وجود دارد. می‌توان گفت بدون در نظر گرفتن اقلیم امکان کاشت محصولات کشاورزی وجود ندارد. در حقیقت بدون فهم و درک اقلیم، کشاورزی در هیچ منطقه و ناحیه‌ای اقتصادی نخواهد بود (رضائی، ۱۳۷۶: ۱۸). یکی از کاربردهای مهم علم آب و هواشناسی انتخاب محل مناسب برای تولید محصول خاص می‌باشد (اکبری، ۱۳۸۹: ۱۲۲). شناخت آب و هوای یک منطقه از یک طرف و تعیین نیازهای آب و هوایی گیاهان زراعی، ما را در امر تصمیم‌گیری جهت تعیین بهترین مناطق کشت یک محصول یاری می‌نماید از طرفی با شناسایی درجه تأثیر هر یک از این عوامل آب و هوایی در میزان عملکرد محصول و کمی نمودن این روابط می‌توان نسبت به پیش بینی تغییرات عملکرد محصولات کشاورزی اقدام نمود (یزدان پناه و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۳۳). در حال حاضر کشاورزی یکی از مهمترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می‌آید تاجایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی کشور بدون رشد کشاورزی امکان پذیر نیست. و از آنجایی که هر یک از محصولات کشاورزی شرایط اقلیمی و محیطی خاص می‌طلبند، لذا محققان و کارشناسان منابع طبیعی و اقلیم شناسان توجه ویژه‌ای به آمایش سرزمین داشته و بر پایه مدل‌های اکولوژیکی کشاورزی، منابع اکولوژیکی زمین را با روش‌های مناسب شناسایی، ارزیابی و به منظور اهداف خاصی قابلیت سنجی می‌نمایند (گودرزی، ۱۳۸۶: ۱۲۳).

زیتون یکی از درختان میوه همیشه سبز است که در مناطق اطراف دریای مدیترانه به خوبی رشد می‌کند و در مناطقی که دارای شرایط اقلیمی مناسب باشند سازگاری خوبی نشان می‌دهد. محصول اقتصادی زیتون در نقاط گرم و نیمه گرمسیری، جایی که خطر یخبندان‌های شدید زمستانه وجود نداشته باشد به دست می‌آید. این گیاه مقاوم به خشکی است و به هشت گرم نمک در یک لیتر آب آبیاری مقاومت داشته و نیز تا ده گرم در عصاره خاک و دو گرم نمک در یک کیلوگرم خاک را می‌تواند تحمل کند. زیتون در شرایط اقلیمی معتدل و نیمه مرطوب به خوبی رشد می‌کند و دمای ۷- تا ۱۰- درجه سانتیگراد را می‌تواند تحمل نماید و در دمای ۱۰- درجه سانتیگراد به پایین دچار سرمازدگی و خسارت می‌شود. میزان بارندگی سالیانه نیز بایستی ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلیمتر باشد. هر چند حد مطلوب برای آن را بین ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی متر می‌دانند (اکبری، ۱۳۸۹: ۱۲۴). براساس موضوع تحقیق؛ از یک طرف به مطالعه و بررسی نقش عناصر اقلیمی و تأثیر گذاری بروی رشد گیاه زیتون و مطالعه شرایط آب و هوایی منطقه و مطالعه شرایط آب و هوایی مناطق این گیاه مدنظر بوده، و از سوی دیگر به بررسی آب هوایی غرب مازندران با توجه به خصوصیات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی درخت زیتون مورد توجه قرار گرفته است تا امکان کشت در منطقه مورد بررسی قرار گیرد. باتوجه به شرایط اقلیمی در غرب مازندران که یکی از مناطق مرطوب و پر بارش کشور محسوب می‌شود آیا کشت زیتون در منطقه وجود دارد؟ آیا از لحاظ ژئو اقلیمی غرب مازندران پتانسیل کشت گیاه زیتون را دارا می‌باشد؟ این تحقیق با اهداف شناخت شرایط اقلیمی در غرب مازندران به منظور امکان یا عدم امکان کشت زیتون در منطقه صورت گرفته؛ تا میزان انطباق اقلیمی با محصول زیتون را مورد بررسی قرار دهد و نتایج آن به صورت یک راهکار علمی و عملی در اختیار مسئولین و کشاورزان منطقه قرار گیرد.

در زمینه امکان و شرایط کشت محصولات کشاورزی، مطالعات متعددی توسط محققین داخلی و خارجی انجام شده که به برخی از مهمترین آن‌ها اشاره خواهد شد. هارتمن^۱ (۱۹۸۰) برای بررسی رشد گیاه زیتون، نیازهای بیولوژیکی گیاه را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده است که زیتون برای میوه‌دهی کامل به فصول رشد گرم و طولانی نیاز دارد. در این مطالعه مشخص شده است که یخبندان‌های بهاره دیررس به گیاه صدمه می‌زند و بهترین مکان برای رشد کامل

میوه زیتون در ایالات متحده آمریکا را در مناطق ساحل گرم کالیفرنیا می‌داند و بادهای گرم و خشک را برای طول دوره جوانه‌زنی و شکوفه‌دهی خطرناک ارزیابی شده است. نیوبرگ و وینسه^۱ (۲۰۰۳) در تحقیقاتی که انجام داده‌اند به این نتیجه رسیدند که درخت زیتون نسبت به تبخیر و تعرق کمتر از ۵ میلی‌متر در روز حساسیتی نشان نمی‌دهد. ولی اگر از این مقدار بیشتر افزایش یابد عکس‌العمل نشان خواهد داد، در این هنگام برای جبران کم‌آبی نیاز به آبیاری است، در این مطالعه بر نقش مدیریت آب در مزارع زیتون در فصولی که تبخیر و تعرق بالاست تأکید شده است. شیخ احمدی (۱۳۸۴) در پایان‌نامه خود در رابطه با کشت زیتون، از عناصر اقلیمی پنج ایستگاه واقع در جنوب دریاچه ارومیه استفاده کرده است. تحلیل عناصر اقلیمی و مطابقت آن با نیازهای زیست اقلیمی زیتون در این مطالعه نشان می‌دهد که به جزء عنصر دما سایر پارامترها با آب و هوای مورد نیاز زیتون مطابقت دارد و با توجه به عدم سازگاری حداقل دمای بحرانی منطقه و طولانی بودن یخبندان کشت گونه‌های زیتون مدیترانه‌ای را در منطقه امکان‌پذیر ندانسته است. امام قلی‌زاده (۱۳۸۵) در پایان‌نامه خود به بررسی سازگاری کشت گیاه زیتون با شرایط آب و هوایی شمال آذربایجان غربی پرداخته است. بدین منظور از چندین ایستگاه اقلیمی استفاده کرده است. به منظور محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل از روش بلانی کریدل و پنمن استفاده نموده است. در این مطالعه با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل عناصر اقلیمی و مطابقت آن با نیازهای زیست اقلیمی درخت زیتون نشان داده شده است که این گیاه به کاهش دما (مخصوصاً به صورت ناگهانی) بسیار حساس می‌باشد و عنصر دما به‌عنوان عامل محدود کننده در منطقه مورد مطالعه ارزیابی شده است. بر اساس نتایج این تحقیق زمان دقیق کاشت و برداشت محصول مشخص گردیده است. اکبری (۱۳۸۹) در مطالعه خود نیازهای بیوکلیماتیک درخت زیتون به منظور امکان‌سنجی کشت آن انجام شده است. و با توجه به شرایط فنولوژیکی زیتون و تطبیق آن با شرایط اقلیمی مورد نیاز به بررسی شاخص‌های مؤثر در کشت محصول پرداخته شده است. با استفاده از روش فائونپنن - مانیتینگ نیازهای آبی و مقادیر نیاز آبیاری محاسبه و در ادامه درجه حرارت تراکمی و درجه نیاز سرمای محصول نیز محاسبه شد و با استفاده از نرم افزار ARC/View و تحلیل سلسله مراتبی AHP برای امکان‌سنجی کشت زیتون در کرمانشاه انجام داده‌اند.

در بخش مبانی نظری و چهارچوب مفهومی پژوهش زیتون گیاه جنب حاره‌ای از نوع مدیترانه‌ای است. این منطقه دارای زمستان‌های مرطوب و ملایم و تابستان گرم و بدون باران که در واقع فصل خشک به حساب می‌آید (زینانلو، ۱۳۸۷ : ۴۴). شرایط محیطی مناطق واقع در عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۴۵ درجه شمال و جنوبی برای رشد زیتون مناسب می‌باشد (صانعی، ۱۳۸۹: ۳۴۵). در مناطق حاره نیز، زیتون به خوبی رشد و نمو می‌کند اما به علت نبود سرمای کافی زمستانه و عدم استراحت درخت (خواب زمستانی) به بار نمی‌نشیند. در این مناطق رشد سریع و مداوم درخت تعادل فیزیولوژیکی آن را به هم می‌ریزد و درخت زودتر پیر و فرسوده می‌شود. زیتون به تابستان‌های گرم نیاز دارد که حدود متوسط آن حدود ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد و از آن جای که زیتون گیاهی دیر گل است، سرمای بهاره بر آن چندان خطر ناک نیست ولی دما صفر و پایین تر از آن در اردیبهشت، گل‌های آن را از بین می‌برد و پس از تشکیل میوه نیز دمای ۳- درجه سانتیگراد خطر یخ‌زدگی میوه را به همراه دارد (امام‌قلی‌زاده، ۱۳۸۸: ۵). اما دمای بهار حدود ۱۲٫۵ درجه سانتیگراد باشد تا درخت از خواب بتواند فعالیت زیستی خود را آغاز کند (زینانلو، ۱۳۸۷: ۳۵). درخت زیتون در ۳۵ تا ۳۸ درجه سانتیگراد دچار توقف رویشی می‌شود و در ۴۰ درجه سانتیگراد خطر سوختگی خواهد داشت. حداکثر درجه حرارت مطلق ۳۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. دوره استراحت زمستانه تا ۱۲- درجه را تحمل می‌نماید. در صورتی که کاهش دما به صورت تدریجی بوده و تداوم دما حداقل به اندازه‌ای نباشد که آسیبی به درخت وارد نماید (تداوم حداقل نباید بیش از ۲ ساعت باشد) وقوع پدیده یخبندان از نظر وارد نمودن خسارت به محصول کشاورزی حائزه اهمیت است. در مورد درخت زیتون نیز عمل یخبندان در زمان شروع فصل رویشی درخت و بیداری بهاره آن بسیار مهم است زیرا وقوع یخبندان در

این دوره باعث از بین رفتن جوانه‌ها درخت می‌شود، همچنین در برابر یخبندان شدید زمستانه نیز حساس می‌باشد. رطوبت زیاد اتمسفر از دو نقطه نظر بر روی رشد گیاه دارای اثرات تعیین کننده‌ای است. اول اینکه گیاه می‌تواند تا حدی زیادی رطوبت را از هوای اشباع شده اطراف جذب نماید و دوم اینکه رطوبت به عمل فتوسنتز گیاه تأثیر گذار است. بسیاری از گیاهان در شریط رطوبتی بالای اتمسفری به خوبی رشد می‌کنند. آستانه رطوبت مطلوب رشد و باز دهی سالانه زیتون بین ۵۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد. رطوبت نسبی بالا تر از ۷۰ درصد موجب رشد پارازیت‌ها می‌شود (امام‌قلی‌زاده، ۱۳۸۸: ۱۹). باران از فاکتورهای است که با میزان محصول ارتباط نزدیکی دارد. برای بدست آوردن محصول خوب می‌بایست نیازهای آبی گیاه برطرف شود. در صورتی که بارندگی سالانه در منطقه‌ای در حدود ۲۰۰ میلی‌متر باشد گیاه زیتون در این منطقه رشد می‌کند (امام‌قلی‌زاده، ۱۳۸۸). ولی برای تولید محصول اقتصادی بارش نباید از ۵۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. در مناطقی که بارندگی آن حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر باشد برای کشت زیتون شیب‌های رو به طرف جنوب بهترین مکان برای کشت می‌باشد. پرورش این درخت نیاز به خاک‌های عمیق و زهکشی شده است. خاک لومی شنی برای رشد زیتون مطلوب می‌باشد. درختان زیتون به کمبود عناصر غذایی در خاک بردبار هستند این درختان نسبت به خاک قلیایی مقام ونسبت به خاک‌های شور، نیمه مقاوم می‌باشند ولی به نسبت به خاک‌های مرطوب مقاوم نیستند (صانعی، ۱۳۸۹: ۳۴۳). تابش کم‌تر از ۱۰۰۰ ساعت در سال برای پرورش درخت زیتون کافی نیست درخت زیتون به ۱۵۰۰ تا ۳۵۰۰ درجه حرارت تراکمی در سال نیازمند است (درویشیان، ۱۳۷۶: ۴۱). تکنیک‌های درون‌یابی به دو شیوه کلی انجام می‌شود. روش اول قطعی یا جبری است و روش دوم درون‌یابی زمین آماری می‌باشد (خسروی، ۱۳۸۸: ۴۹۵). روش‌های درون‌یابی مجموعه‌ای از مدل‌های مختلف ریاضی و آماری را برای پیش‌بینی مقادیر نامعلوم بکار می‌گیرد. آنچه مسلم است شباهت نقاط مجهول به نزدیک‌ترین نقاط معلوم یا اصل نزدیک‌ترین همسایه پایه روش‌های درون‌یابی است و این که چگونه این اصل مورد استفاده قرار می‌گیرد بستگی به مدل انتخابی دارد. روش زمین‌آمار از آمارها در علوم مربوط به زمین مانند زمین‌شناسی و جغرافیایی استفاده می‌کند به بیان دیگر علم آمار فضایی می‌باشد. روش زمین‌آمار توابع ریاضی و آماری را در درون‌یابی به کار می‌گیرند و بر پایه ویژگی‌های آماری داده می‌باشد. این تکنیک نقاط مجهول را بر اساس خود همبستگی بین نقاط اندازه‌گیری شده و ساختار فضایی آن‌ها پیش‌بینی می‌کند. در واقع درون‌یابی زمین‌آمار، درون‌یابی غیر دقیق یا احتمالی است. که در آن نقاط پیش‌بینی شده با اندازه‌های واقعی تفاوت دارد. این روش می‌تواند از تاثیر داده‌های نادر مثل حداکثرها و حداقل‌های مطلق جلوگیری کند (قهرودی و بابایی، ۱۳۸۴: ۱۳۰). روش‌های درون‌یابی به روش‌های IDW و کریجینگ تقسیم می‌شود. روش (IDW)^۱ بر این فرض استوار است که تاثیر پدیده مورد نظر با افزایش مسافت کاهش می‌یابد به بیان دیگر پدیده پیوسته در نقاط اندازه‌گیری شده بیشترین شباهت را به نزدیک‌ترین نقاط برداشت شده دارد، لذا برای تخمین نقلط مجهول، نمونه‌های اطراف باید مشارکت بیشتری نسبت به آن‌هایی که در فاصله دورتر قرار دارند، داشته باشند. در این مدل فاصله به عنوان وزن متغیر پیوسته در تأثیر گذاری با فاصله از مکان مجهول کاهش می‌یابد. بنا براین هرچه فاصله داده‌ها معلوم از نقطه مجهول افزایش یابد، لازم است وزن‌ها بر اساس فاصله کاهش یابد، بنابراین فاصله معکوس می‌شود به بیان دیگر از معکوس فاصله به عنوان وزن نقاط اندازه‌گیری شده در پیش‌بینی نقاط مجهول استفاده می‌شود. درون‌یابی در این شیوه به این ترتیب برآورده می‌شود که محدوده مورد نظر تبدیل به ماتریس با سلول‌های هم اندازه می‌شود. سلول‌های که ارزش نا معلوم است با استفاده از سلول‌های اطراف در یک شعاع مشخص براساس فرمول زیر برآورده می‌شود.

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

معادله شماره (۱)

Z(s_i): مقدار اندازه‌گیری شده در موقعیت^۱ Inverse Distance Square Weighted

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

λ_i ، i^{th} : وزن مقدار اندازه گیری شده در موقعیت S_0 ، i^{th} : موقعیت پیش بینی، N : تعداد نقاط اندازه گیری شده و یا معلوم می باشد.

افزایش یا کاهش وابستگی سلول های مجهول به سلول های معلوم اطراف بر اساس توان معکوس فاصله تنظیم می شود (p) با محاسبه حداقل میزان $RMSE^1$ تعیین می شود که مربع حداقل خطای پیش بینی می باشد و بهترین توان (P) مقداری است که بهترین برآورد را از سلول های مجهول داشته باشد. در مدل IDW، معمولاً از توان بالاتر از ۱، مانند ۲ استفاده می شود، به همین علت به آن مربع فاصله معکوس می گویند. روش کریجینگ مهمترین و گسترده ترین روش های درون یابی آماری می باشد و به افتخار یکی از پیشگامان علم زمین آماری به نام دی جی کریگ، نام گذاری شده است. کریجینگ روش درون یابی پیشرفته ای است که برای داده های که دارای روندهای موضعی تعریف شده ای باشند، و با کمترین واریانس تخمین درون یابی می کند که میزان خطا آن تابع مشخصات واریوگرم (ساختار فضایی) است. اگر مطالعات مربوط به واریوگرافی و تشخیص مدل واریوگرم با دقت کافی انجام شود درون یابی به روش کریجینگ، با دقت بالایی همراه است. مدل کریجینگ در حالت کلی شبیه مدل IDW یعنی به شرح زیر است:

معادله شماره (۲)

$Z(s_i)$: مقدار اندازه گیری شده در موقعیت i^{th} ، λ_i : وزن مقدار اندازه گیری شده در موقعیت i^{th} ، S_0 : موقعیت پیش بینی، N : تعداد نقاط اندازه گیری شده و یا معلوم می باشد. در مدل IDW، فقط تابعی از فاصله می باشد اما در مدل کریجینگ وزن تابع فاصله نقاط مشاهده شده و پیش بینی شده است بلکه ساختار فضایی نقاط نیز وابسته است: به این دلیل درون یابی کریجینگ از مدل های درون یابی زمین آمار می باشد. اساس مدل کریجینگ بر تئوری متغیر ناحیه ای^۲ است. متغیر ناحیه ای، متغیری تصادفی است که مقدار آن در هر نقطه از فضا، تابع مختصات آن نقطه باشد. به عبارت دیگر تفاضل مقدار متغیر ناحیه ای در دو نقطه از فضا، به عنوان فاصله آن دو از هم بستگی دارد. بنابراین تغییرات متغیر ناحیه ای در فضا به ۳ مؤلفه تجزیه می شود (قهرودی و بابایی، ۱۳۸۴: ۱۲۳). برای درک بهتر ساختار فضایی نمونه های برداشت شده و انتخاب بهترین روش درون یابی، خود همبستگی فضایی^۳ بین نمونه ها مطالعه می شود. این بررسی را می توان با ترسیم فاصله بین نمونه ها و واریانس ارزش نمونه ها یا به عبارت دیگر سمی واریوگرام ها به دست آورد. واریانس بین نقاطی که به اندازه h از هم فاصله دارند، ارتباط متقابل آن دو را نسبت به هم بیان می کند و وابستگی نقاط نزدیک به هم، دلیلی بر وجود ساختار فضایی می باشد، به طوری که اگر واریانس بین نقاطی به فاصله h کوچک باشد، وابستگی بین آن نقاط زیاد است. واریانسی را که وابسته به فاصله است را واریوگرام یا تغییر نما می نامند و آن را با نماد $y(h_2)$ نشان می دهند که معمولاً به جای واریوگرام، از سمی واریوگرام با نماد $y(h)$ استفاده می شود. سمی واریوگرام^۴، بر اساس نصف میانگین مربع واریانس بین نقاط بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود:

معادله شماره (۳):

1. Root MeanSquare Prediction Error
2. Regionalized Variable Theory
3. spatial autocorrelation
4. Semivariogram

$$Y(s_i, s_j) = \frac{1}{2} \text{var}(Z(s_i) - Z(s_j))$$

که مفهوم آن این است که:

$$[\text{Semivariogram (distance } h) = 0,5 \times \text{average}[(\text{value at location } i - \text{value at location } j)^2]$$

سمی واریوگرام، بر اساس این تفکر که خواص پدیده‌ها در مکان‌های نزدیکتر شباهت بیشتری دارند تا در فاصله‌های دورتر، درجه وابستگی یا همبستگی بین نقاط را اندازه‌گیری می‌کند (قهرودی و بابایی، ۱۳۸۴: ۱۲۵). فرض اساسی در این تحلیل آن است که نمونه‌های جفت که فاصله و جهت مشابه دارند دارای واریانس‌های مشابه نیز می‌باشند که این رابطه ایستایی^۱ نامیده می‌شود. خود همبستگی فضایی به فاصله بین نمونه‌های جفت وابسته است و با تغییر فاصله تغییر می‌کند که چنین تغییرات فضایی پایدار در خود همبستگی را ایزوتروپی^۲ می‌نامند. امکان دارد که خود همبستگی فقط به فاصله بستگی نداشته باشد و با تغییر جهت نیز تغییر کند. اثر تغییر جهت در سمی واریوگرام ایزوتروپی^۳ نامیده می‌شود. ایزوتروپی از آن جهت اهمیت دارد که کمک به کشف تغییر جهت در خود همبستگی می‌کند که توسط مدل سمی واریوگرام قابل محاسبه است. تابع نیم‌تغییر، تغییرات یک پارامتر را با در نظر گرفتن فاصله بصورت معادله زیر نشان می‌دهد (Biau et al, 1999: 1070):

معادله شماره (۴):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(x_i) - z(x_{i+h})]^2$$

که در آن: $Y(h)$: مقدار نیم‌تغییر برای جفت نقاطی که به فاصله‌ی h از هم قرار دارند؛ $n(h)$: تعداد زوج نقاطی است که به فاصله‌ی h از هم قرار دارند؛ $Z(x_i)$: مقدار مشاهده شده متغیر در نقطه $X(x_i+h)$: مقدار مشاهده شده متغیری که به فاصله‌ی h از x قرار دارد؛ تابع فوق نشان می‌دهد که برای محاسبه‌ی نیم‌تغییر، در ابتدا مجذور اختلاف ارزش دو نقطه به فاصله‌ی h محاسبه می‌شود. برای تعمیم تفاوت ارزش دو نقطه، محاسبه در مورد تمامی نقاط که به فاصله‌ی h از هم قرار دارند، انجام می‌گیرد و میانگین مجذور اختلاف‌ها محاسبه می‌گردد. بدین ترتیب با تکرار محاسبه در فاصله‌ی h می‌توان نموداری ترسیم نمود که محور افقی آن h و محور عمودی آن $y(h)$ را نشان دهد. اگر نقاط در شبکه‌های منظم و با فواصل مساوی قرار داشته باشند، نیم‌تغییر، بر اساس میانگین حسابی فواصل محاسبه و برآورد می‌گردد. در حالت دیگر که وضعیت معمول است و بر ایستگاه‌های هواشناسی صدق می‌کند، پراکندگی نقاط فاقد نظم می‌باشد. لذا معادلات تعدیل یافته و میانگین موزون نقاط برآورد می‌شود (عساکره، ۱۳۸۷: ۲۵). روش‌های مختلف میان‌یابی بر اساس روش ارزیابی متقابل^۴ مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در این روش یک نقطه به صورت موقتی حذف شده و با اعمال میان‌یابی مورد نظر برای آن نقطه مقداری برآورد می‌گردد. سپس مقدار حذف شده بجای خود برگردانده شده و برای بقیه نقاط به صورت مجزا این برآورد صورت می‌گیرد. به طوری که در پایان یک جدول با دو ستون که نشان دهنده‌ی مقادیر واقعی و برآورد شده می‌باشند، حاصل می‌گردد. با داشتن این دو مقدار می‌توان دقت (MAE)^۵ و انحراف (MBE)^۶ مدل را برآورد نمود. هرچه دو مقدار فوق‌الذکر به صفر نزدیکتر باشد نشان‌دهنده‌ی بالا بودن دقت مدل می‌باشد. از روش‌های دیگر جهت ارزیابی کارایی روش‌های میان‌یابی می‌توان روش ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE)^۷ و ضریب همبستگی بین مقادیر محاسبه شده و مشاهده‌ای (R2) اشاره کرد که هر چه مقدار RMSE کمتر

1. Stationarity
2. Esotropy
3. Anisotropy
4. Cross-Validation
5. Mean Bias Error
6. Mean Absolute Error
7. Root Mean Squared Error

باشد و میزان R^2 بیشتر باشد، مدل اعمال شده دارای دقت آماری بالاتری خواهد بود. که در آن: Z^* : مقدار برآورد شده‌ی متغیر مورد نظر؛ Z : مقدار اندازه‌گیری شده‌ی متغیر مورد نظر؛ N : تعداد داده‌ها؛ MAE : میانگین مطلق خطا؛ MBE : میانگین خطای انحراف؛ S : واریانس خطا است (کلانتری و همکاران، ۱۳۸۸). یکی از بهترین روش‌های تعیین ارزش معیارها، مدل تحلیل سلسله مراتبی^۱ (AHP) است. روش مقایسه دوتایی توسط آقای Saaty در دهه ۱۹۸۰ در زمینه فرایند سلسله مراتبی (AHP) ارائه شده است (Saaty.2007:1041)، که در این روش از مقایسه‌های بین معیارها به صورت دوتایی استفاده شده و وزن‌های نسبتی را به عنوان خروجی ایجاد می‌کند. روش مقایسه دوتایی شامل سه مرحله اصلی است: ایجاد ساختار سلسله مراتبی، محاسبه وزن‌ها و سازگاری سیستم (رضویان و پودینه، ۱۳۸۶: ۹). به منظور وزن دهی با این روش ابتدا مسأله تصمیم‌گیری، به سلسله مراتبی که شامل مهمترین عناصر تصمیم‌گیری است تجزیه شده است. در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم پارامترهای اصلی تأثیر گذار، در سطح سوم زیر شاخه‌های هر کدام از پارامترهای سطح دوم و در نهایت در سطح چهارم خصوصیات یا کلاس‌ها هر لایه اطلاعاتی، دسته بندی می‌شوند. پس از ایجاد سلسله مراتب به مقایسه مؤلفه‌های هر سطح در قالب یک ماتریس پرداخته می‌شود، که این کار از سطوح بالا به سطوح پایین می‌باشد (Saaty.2008: 24). مقایسه و محاسبه وزن‌ها با استفاده از مدل (AHP) در محیط نرم‌افزار ARC/GIS انجام می‌شود، که به طور خودکار، نسبت سازگاری نیز محاسبه خواهد شد، و از طریق ادغام وزن‌های نسبی سطوح مختلف که این امر از طریق ضرب‌های متوالی ماتریس وزن‌ها در هر سلسله مراتب انجام می‌شود و بر اساس مدل (weighted-overlay) لایه‌های وزن گذاری شده را هم پوشانی (روی هم گذاری) نموده تا مکان‌های مناسب و غیر مناسب شناسایی گردد (Kumar.2006: 1). این روش یک مقیاس اسمی را با مقادیر ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت‌های دو معیار بکار می‌گیرد و روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش از پیچیدگی‌های مفهومی تصمیم‌گیری به طور قابل توجهی می‌کاهد، زیرا تنها دومولفه (مقایسه دودویی) در یک زمان بررسی می‌گردند. این روش شامل سه گام اصلی الف) تولید ماتریس مقایسه دوتایی ب) محاسبه وزنی معیار و ج) تخمین نسبت توافق است (احدنژاد روشتی، ۱۳۸۷: ۱۴۷).

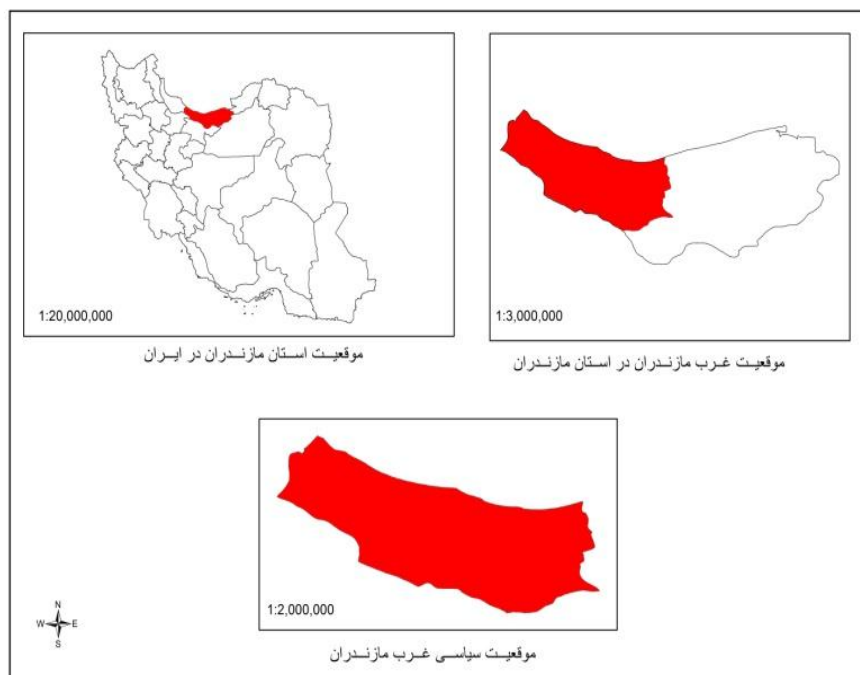
روش پژوهش

روش تحقیق در این پژوهش به صورت کاربردی و رویکرد حاکم بر تحقیق تحلیلی - ترکیبی است. در این تحقیق از نرم افزارهای SPSS و ARC/GIS جهت تحلی‌های مکانی و آماری استفاده گردیده است. همچنین با استفاده از ۱۶ لایه اطلاعاتی که ۱۲ لایه آن اقلیمی و ۴ لایه زمینی‌شناسی می‌باشد. برای تهیه اطلاعات اقلیمی از سازمان هواشناسی استان و آب منطقه استان گردآوری شده که این اطلاعات مربوط به ۱۴ ایستگاه سینوپتیک استان می‌باشد، که شامل لایه‌های درجه حرارت فصول، دمای سالانه، بارش سالانه، رطوبت، تبخیر، تعداد روزهای یخبندان، یخبندان پاییز و بهار و درجه حرارت تراکمی می‌باشد. که جهت پهنه‌بندی از ۵ ایستگاه درون منطقه و ۹ ایستگاه هم جهت کمک در پهنه‌بندی اقلیمی مورد استفاده قرار گرفت. لایه‌های زمین شناسی از جمله شیب، ارتفاع، جهت شیب و زمین شناسی که از سازمان زمین شناسی و منابع طبیعی استان تهیه شد، در جهت تکمیل روند امکان‌سنجی اقلیمی کشت زیتون در غرب استان استفاده گردید. جهت عملیات پهنه بندی عوامل اقلیمی مؤثر در کشت زیتون از علم زمین‌آمار و تکنیک‌های کریجینگ، IDW استفاده شده است و جهت ارزیابی مدل‌های مذکور از نیم تغییر نگار استفاده گردیده است. در ادامه با استفاده از لایه‌ها و داده‌های اقلیمی و زمینی کلاسنیدی و ارزش دهی شده، هم پوشانی آن‌ها توسط فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با استخراج وزن‌های مؤثر در عملیات مکان‌یابی انجام خواهد گرفت. ابزار گردآوری اطلاعات در این

پژوهش به صورت کتابخانه‌ای شامل: منابع کتاب‌ها و فیش برداری و استفاده از مقالات شبکه اینترنت، سیمناها پایان نامه‌ها استفاده شده است و همچنین با مراجعه به هواشناسی استان اطلاعات اقلیمی مورد نیاز گردآوری شده است. با توجه به لایه‌های مورد نیاز جهت عملیات مکان‌یابی بهینه کشت زیتون داده‌های این پژوهش در دوسطح اقلیمی و زمینی مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش غرب استان مازندران بوده که از شهرستان نور با طول جغرافیایی ۵۲ درجه ۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه ۳۸ دقیقه شمالی تا شهرستان رامسر با طول جغرافیایی ۵۰ درجه ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه ۵۴ دقیقه شمالی واقع شده است. در مجموع غرب استان شامل نور، نوشهر، چالوس، عباس‌آباد، تنکابن و رامسر می‌باشد. غرب مازندران در محدوده استان مساحتی برابر با $۸۷۶۴/۶$ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد، که شامل سه بخش جلگه‌ای، پایه کوهی کوهستانی تشکیل شده است (نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح). شکل (۱) موقعیت سیاسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت سیاسی منطقه مورد مطالعه

یافته و بحث

یافته‌های توصیفی

پایگاه اطلاعاتی اقلیمی با مدل‌های مورد استفاده جهت برازش شامل مدل IDW با سه توان ۱، ۲، ۳، مدل کروی، دایره ای گوسین، می‌باشد که با سه تکنیک کریجینگ معمولی، کریجینگ ساده و مدل کریجینگ فراگیر صورت گرفته است. با اعمال هر کدام از این مدل‌ها بر روی داده‌های اقلیمی در غرب مازندران، نقشه‌های که بدست آمده جهت ارزیابی و تعیین بهترین مدل و صحت و دقت هر یک از نقشه تولید شده محاسبه شده است. بدین منظور مقادیر ارزیابی متوالی از

روی نقشه‌ها استخراج و با مقادیر اولیه‌ای که در ساخت این نقشه‌ها به کار برده شدند بر روی نمودار قرار گرفتند. با برآزش خط مستقیم بر آن‌ها و محاسبه ضریب تعیین، میزان دقت هر کدام از نقشه‌ها و یا مدل‌های اعمال شده تعیین شد. همچنین جهت مقایسه آماری مدل‌ها از مقدار ریشه مربع خطاها RMS آنها استفاده شده است. در پژوهش حاضر برای تحلیل مکانی داده‌ها از نیم تغییر نگار مدل‌های مذکور استفاده گردید که با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS محاسبه شده مهم‌ترین گام در درون‌یابی، ارائه مدل مناسب در نیم تغییر نگار است تا به وسیله آن بتوان بهترین درون‌یابی را انجام داد (عساکره، ۱۳۸۷: ۴۴). جدول (۱) نتایج ارزیابی متقابل روش‌های درون‌یابی جهت پهنه بندی عناصر اقلیمی مؤثر در کشت زیتون را نشان می‌دهد.

جدول ۱. نتایج ارزیابی متقابل روش‌های درون‌یابی جهت پهنه بندی عناصر اقلیمی مؤثر در کشت زیتون

| ردیف | معیارهای اقلیمی | مدل بهینه | RMS | R^2 |
|------|----------------------|-------------------------|--------|-------|
| ۱ | بارش | کریجینگ معمولی گوسی | ۲۳۶/۸۲ | ۰/۷۰ |
| ۲ | دما | کریجینگ ساده گوسی | ۱/۶۸ | ۰/۷۱ |
| ۳ | رطوبت | کریجینگ معمولی دایره‌ای | ۵/۰۲ | ۰/۵۳ |
| ۴ | تبخیر | کریجینگ ساده کروی | ۲۳۷/۲۶ | ۰/۳۰ |
| ۵ | روزهای یخبندان | کریجینگ ساده کروی | ۳۱/۰۶ | ۰/۳۰ |
| ۶ | روزهای یخبندان پاییز | کریجینگ ساده دایره‌ای | ۱۰/۱۶ | ۰/۴۵ |
| ۷ | روزهای یخبندان بهار | کریجینگ معمولی دایره‌ای | ۲/۸۳ | ۰/۳۵ |
| ۸ | درجه حرارت بهار | کریجینگ معمولی کروی | ۱/۶۴ | ۰/۵۹ |
| ۹ | درجه حرارت تابستان | کریجینگ ساده گوسی | ۲/۲۳ | ۰/۵۹ |
| ۱۰ | درجه حرارت پاییز | کریجینگ معمولی کروی | ۲/۰۳ | ۰/۷۰ |
| ۱۱ | درجه حرارت زمستان | کریجینگ ساده گوسی | ۲/۰۹ | ۰/۵۴ |
| ۱۲ | درجه حرارت تراکمی | کریجینگ معمولی دایره‌ای | ۷۲۶/۲۸ | ۰/۶۲ |

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۴

نقشه‌های تهیه شده با مدل بهینه، طی فرآینده تبدیل نقشه وزنی به رستری جهت عملیات تلفیق آماده گردید. همچنین نقشه‌های پایگاه زمینی شامل: شیب، پهنه بندی ارتفاع، جهت شیب و نقشه خاک می‌باشد، که با تبدیل نقشه‌های موجود به نقشه رستری برای عملیات هم پوشانی آماده گردید. در این مرحله بر اساس ۹ کمیته ال ساعتی معروف است، اقدام به وزن دهی بر اساس نظریه کارشناسان و نیازهای گیاه زیتون به شرایط ژئو اقلیمی خاص در منطقه غرب استان مازندران پرداخته شد، که در این خصوص جداول (۳) تا (۷) نتایج مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ۳. طبقه بندی و وزن دهی به درجه حرارت فصول

| وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی درجه حرارت زمستان سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی درجه حرارت پاییز سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی درجه حرارت تابستان سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی درجه حرارت بهار سالانه |
|--------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| ۴ | ۰-۱ | ۵ | ۷-۸ | ۵ | ۱۹-۲۰ | ۵ | ۱۰-۱۱ |
| ۴ | ۱-۲ | ۵ | ۸-۹ | ۶ | ۲۰-۲۱ | ۶ | ۱۱-۱۲ |
| ۵ | ۲-۳ | ۶ | ۹-۱۰ | ۷ | ۲۱-۲۲ | ۸ | ۱۲-۱۳ |
| ۶ | ۳-۴ | ۶ | ۱۰-۱۱ | ۷ | ۲۲-۲۳ | ۸ | ۱۳-۱۴ |
| ۸ | ۴-۵ | ۷ | ۱۱-۱۲ | ۸ | ۲۳-۲۴ | ۹ | ۱۴-۱۵ |
| ۹ | ۵-۶ | ۷ | ۱۲-۱۳ | ۹ | ۲۴-۲۵ | ۸ | ۱۵-۱۶ |
| ۸ | ۶-۷ | ۸ | ۱۳-۱۴ | ۸ | ۲۵-۲۶ | ۸ | ۱۶-۱۷ |
| ۷ | ۷-۸ | ۸ | ۱۴-۱۵ | ۷ | ۲۶-۲۷ | ۷ | ۱۷-۱۸ |
| ۶ | ۸-۹ | ۹ | ۱۵-۱۶ | ۶ | ۲۷-۲۸ | ۷ | ۱۸-۱۹ |

جدول ۴. طبقه بندی و وزن دهی به بارش، دما، رطوبت، و تبخیر

| وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی درجه حرارت تراکمی | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی روزهای یخبندان بهار سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی روزهای یخبندان پاییز سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی به روزهای یخبندان سالانه |
|--------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| ۲ | ۳۴۴۳٫۷ - ۳۸۴۳٫۷ | ۹ | ۰-۱ | ۳ | ۹-۱۱ | ۸ | ۱۹-۲۳ |
| ۳ | ۳۸۴۳٫۷ - ۴۲۴۳٫۷ | ۸ | ۱-۲ | ۳ | ۱۱-۱۳ | ۶ | ۲۳-۲۷ |
| ۴ | ۴۲۴۳٫۷ - ۴۶۴۳٫۷ | ۷ | ۲-۳ | ۴ | ۱۳-۱۵ | ۵ | ۲۷-۳۱ |
| ۷ | ۴۶۴۳٫۷ - ۵۰۴۳٫۷ | ۶ | ۳-۴ | ۸ | ۱۵-۱۷ | ۳ | ۳۱-۳۵ |
| ۹ | ۵۰۴۳٫۷ - ۵۴۴۳٫۷ | ۵ | ۴-۵ | ۹ | ۱۷-۱۹ | ۲ | ۳۵-۳۹ |
| ۸ | ۵۴۴۳٫۷ - ۵۸۴۳٫۷ | ۴ | ۵-۶ | ۹ | ۱۹-۲۱ | ۱ | ۳۹-۴۳ |
| ۶ | ۵۸۴۳٫۷ - ۶۲۴۳٫۷ | ۳ | ۶-۷ | ۷ | ۲۱-۲۳ | ۱ | ۴۳-۴۷ |
| ۵ | ۶۲۴۳٫۷ - ۶۶۴۳٫۷ | ۱ | ۷-۸ | ۶ | ۲۳-۲۵ | ۱ | ۴۷-۵۰ |
| ۲ | ۶۶۴۳٫۷ - ۷۰۴۳٫۷ | ۱ | ۸-۹ | ۵ | ۲۵-۲۷ | ۱ | ۵۰-۵۴ |

جدول ۵. طبقه بندی و وزن دهی به یخبندان سالانه، یخبندان بهار و پاییز و درجه حرارت تراکمی

| وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی تبخیر سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی رطوبت سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی دما سالانه | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی بارش سالانه |
|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| ۳ | ۷۷۳٫۳ - ۷۹۹٫۳ | ۹ | ۵۹-۶۱ | ۳ | ۹-۱۱ | ۲ | ۳۰۰-۴۰۰ |
| ۴ | ۷۹۹٫۳ - ۸۲۵٫۶ | ۹ | ۶۱-۶۳ | ۳ | ۱۱-۱۳ | ۳ | ۴۰۰-۵۰۰ |
| ۵ | ۸۲۵٫۶ - ۸۵۱٫۹ | ۸ | ۶۳-۶۵ | ۴ | ۱۳-۱۵ | ۵ | ۵۰۰-۶۰۰ |
| ۷ | ۸۵۱٫۹ - ۸۷۸٫۲ | ۸ | ۶۵-۶۷ | ۸ | ۱۵-۱۷ | ۷ | ۶۰۰-۷۰۰ |
| ۸ | ۸۷۸٫۲ - ۹۰۴٫۸ | ۷ | ۶۷-۶۹ | ۹ | ۱۷-۱۹ | ۹ | ۷۰۰-۸۰۰ |
| ۹ | ۹۰۴٫۸ - ۹۳۰٫۸ | ۶ | ۶۹-۷۱ | ۹ | ۱۹-۲۱ | ۸ | ۸۰۰-۹۰۰ |
| ۸ | ۹۳۰٫۸ - ۹۵۷٫۱ | ۵ | ۷۱-۷۳ | ۷ | ۲۱-۲۳ | ۶ | ۹۰۰-۱۰۰۰ |
| ۶ | ۹۵۷٫۱ - ۹۸۳٫۴ | ۴ | ۷۳-۷۵ | ۶ | ۲۳-۲۵ | ۵ | ۱۰۰۰-۱۱۰۰ |
| ۵ | ۹۸۳٫۴ - ۱۰۰۹ | ۳ | ۷۵-۷۷ | ۵ | ۲۵-۲۷ | ۴ | ۱۱۰۰-۱۲۰۰ |

جدول ۶. طبقه بندی و وزن دهی به لایه خاک

| وزن دهی به هر طبقه | نوع خاک | ردیف |
|--------------------|-------------------------------|------|
| ۱ | تپه های ماسه ای | ۱ |
| ۲ | ماسه لومی تا لوم ماسه ای | ۲ |
| ۳ | ماسه و گراول | ۳ |
| ۴ | لوم سیلتی | ۴ |
| ۵ | لوم سیلتی و رسی تا لوم رسی | ۵ |
| ۶ | رسی با میان لایه ماسه ای زیاد | ۶ |
| ۷ | رسی با میان لایه ماسه ای کم | ۷ |
| ۸ | رسی تا لوم رسی | ۸ |
| ۹ | رس و سیلت | ۹ |

جدول ۷. طبقه بندی و وزن دهی به ارتفاع، جهت شیب و شیب

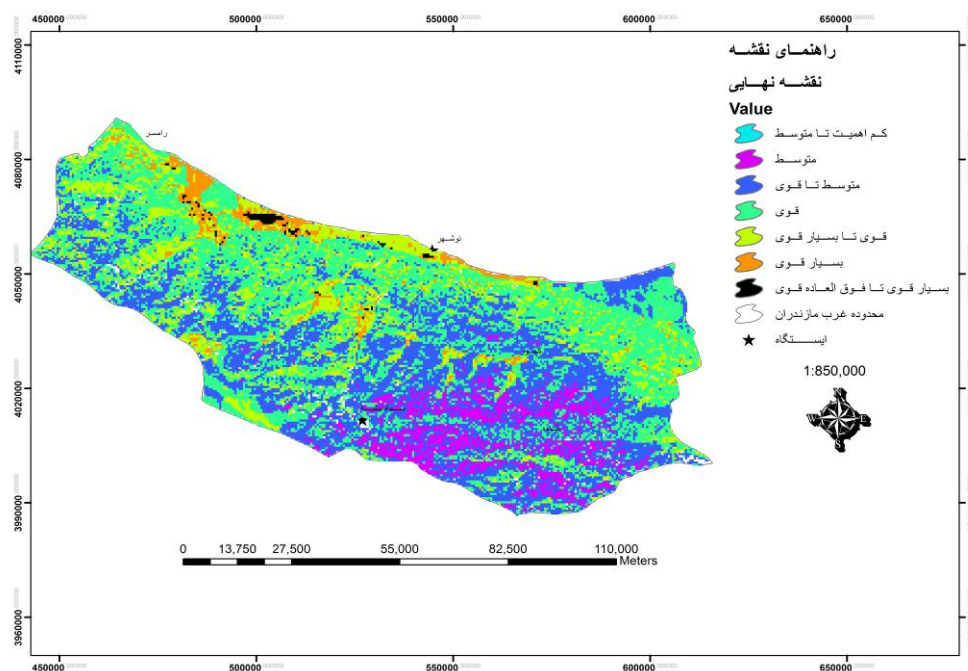
| طبقه بندی ارتفاع | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی جهت شیب | وزن دهی به هر طبقه | طبقه بندی شیب | وزن دهی به هر طبقه |
|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| ۲۰۰ - ۲۷ | ۹ | ۰ | ۱ | ۰ - ۱۱ | ۶ |
| ۲۰۰ - ۵۰۰ | ۸ | ۰ - ۴۵ | ۲ | ۱۱ - ۲۲ | ۹ |
| ۵۰۰ - ۱۰۰۰ | ۷ | ۴۵ - ۹۰ | ۳ | ۲۲ - ۳۳ | ۸ |
| ۱۰۰۰ - ۱۵۰۰ | ۶ | ۹۰ - ۱۳۵ | ۸ | ۳۳ - ۴۴ | ۷ |
| ۱۵۰۰ - ۲۰۰۰ | ۵ | ۱۳۵ - ۱۸۰ | ۹ | ۴۴ - ۵۵ | ۶ |
| ۲۰۰۰ - ۲۵۰۰ | ۴ | ۱۸۰ - ۲۲۵ | ۸ | ۵۵ - ۶۶ | ۲ |
| ۲۵۰۰ - ۳۰۰۰ | ۳ | ۲۲۵ - ۲۷۰ | ۳ | ۶۶ - ۷۷ | ۲ |
| ۳۰۰۰ - ۳۵۰۰ | ۲ | ۲۷۰ - ۳۱۵ | ۲ | ۷۷ - ۸۸ | ۱ |
| ۳۵۰۰ - ۴۰۰۰ | ۱ | ۳۱۵ - ۳۶۰ | ۱ | ۸۸ - ۹۹ | ۱ |

وزن‌های مؤثر توسط ماتریس دوتایی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP براساس وزن دهی لایه‌های کلاس بندی شده محاسبه شده؛ و همچنین توسط نرم‌افزار Expert choice مقدار سازگاری لایه‌ها محاسبه گردید. جدول (۸)، ماتریس دودویی AHP جهت استخراج وزن‌های مؤثر هر لایه جهت عملیات مکان یابی را نشان می‌دهد.

جدول ۸. ماتریس مقایسه دوتایی معیارهای ارزیابی

| وزن‌های نهای معیارها | بارش | دما | رطوبت | تبخیر | یخبندان پاییز | یخبندان بهار | درجه حرارت بهار | درجه حرارت تابستان | درجه حرارت پاییز | درجه حرارت زمستان | شیب | درجه حرارت تراکمی | روزیهای یخبندان | نوع خاک | جهت شیب | ارتفاع | ردیف |
|----------------------------|------|-----|-------|--------|------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------------------|------------|------------|--------|-----------------------|
| 0.256 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 1 | ارتفاع |
| 0.1761 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 1 | 0.1429 | جهت شیب |
| 0.132 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 | 0.1667 | 0.1429 | نوع خاک |
| 0.0991 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 1 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1429 | روزیهای یخبندان |
| 0.0741 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 0.1667 | 0.1429 | 0.125 | درجه حرارت تراکمی |
| 0.0571 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 0.1667 | 0.1429 | 0.125 | شیب |
| 0.0199 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 6 | 5 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 0.1667 | 0.1429 | 0.125 | درجه حرارت زمستان |
| 0.0258 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 6 | 5 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 0.1667 | 0.125 | 0.1111 | درجه حرارت پاییز |
| 0.0335 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 0.2 | 0.1667 | 0.125 | 0.1111 | درجه حرارت تابستان |
| 0.0439 | 3 | 3 | 3 | 2 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 0.1429 | 0.125 | 0.1111 | 0.1111 | درجه حرارت بهار |
| 0.0155 | 3 | 3 | 2 | 2 | 6 | 1 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 0.1429 | 0.125 | 0.1111 | 0.1111 | یخبندان بهار |
| 0.0159 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 0.25 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | یخبندان پاییز |
| 0.0129 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.25 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | تبخیر |
| 0.0153 | 2 | 2 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.25 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | رطوبت |
| 0.0118 | 2 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | دما |
| 0.011 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | بارش |

اهمیت مدل AHP علاوه بر ترکیب سطوح مختلف سلسله مراتب تصمیم‌گیری و در نظر گرفتن عوامل متعدد، در محاسبه نرخ سازگاری به کار می‌رود. نرخ سازگاری مکانیزمی است، که سازگاری مقایسات (C.R) را مشخص می‌کند. این مکانیزم نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های حاصل از اعضا گروه و یا اولویت‌های جدول ترکیب اعتماد کرد. جهت مقایسه دوتایی معیارهای مشخص شده در مکان‌یابی مناطق مستعد، ماتریس آن‌ها تشکیل می‌شود. برای انجام مقایسه دوتایی ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر جفت نسبت را با توجه به امتیازبندی ۱ تا ۹ اختصاص داده، و آن را در یک ماتریس وارد می‌نماییم. پس از آن، وزن‌ها و همچنین نسبت سازگاری (C.R) را محاسبه نموده، چنانچه $C.R < 0.1$ باشد، مقایسه‌های انجام شده را پذیرفته و وزن‌های معیار را استخراج می‌کنیم. در صورتی که $C.R > 0.1$ باشد، باید با اعمال تغییراتی در ماتریس دوتایی، C.R را در حد قابل قبول تنظیم نمود. به عبارت دیگر ماتریس مقایسه دودویی شاخص‌ها باید مجدداً تشکیل شود. در این پژوهش مقدار C.R برابر با صفر شده که نشان دهنده سازگاری لایه‌های مورد بررسی می‌باشد. با اعمال ضریب و وزن‌های نهایی استخراج شده توسط مدل AHP در ۱۶ نقشه اقلیمی و زمینی مورد نظر، نقشه نهایی توسط عملیات هم‌پوشانی شاخص استخراج گردیده است. شکل (۲) نقشه نهایی و اولویت‌بندی مناطق مستعد در غرب مازندران را نشان می‌دهد.



شکل ۲. اولویت‌بندی مناطق مستعد جهت کشت زیتون در غرب مازندران

در این مرحله جهت استخراج مساحت مناطق اولویت‌بندی شده در غرب مازندران، طی مراحل نقشه مذکور از حالت رستری به وکتوری تبدیل شده و توسط ایکستنشن XTOOLS به محاسبه مساحت مناطق اقدام گردید. جدول (۹) مناطق اولویت‌بندی شده جهت کشت زیتون به همراه مساحت آن نشان داده شده است.

جدول ۹. مناطق مستعد و مساحت هریک از مناطق اولویت بندی شده

| مناطق و وزن آنها | مساحت به هکتار |
|----------------------------|----------------|
| بسیار قوی تا فوقالعاده قوی | ۳۹۴۴/۱۲۴ |
| بسیار قوی | ۲۸۳۹۶/۲۶ |
| قوی تا بسیار قوی | ۱۳۳۹۰۶/۷ |
| قوی | ۳۵۳۷۸۸/۲ |
| متوسط تا قوی | ۲۷۹۹۳۹/۴ |
| متوسط | ۶۴۶۸۸/۵۳ |
| کم اهمیت تا متوسط | ۳۸/۷۹۹۴۴ |

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۴

نتیجه گیری

استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های زمین آمار می‌تواند به عنوان یکی از ابزارهای کاربردی مفید در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. این ابزارها امکان اعمال معادلات پیچیده ریاضی را بر روی نقشه‌ها فراهم می‌آورد. از طرف دیگر با استفاده از روش‌های درون یابی موجود در زمین آمار، می‌توان تحلیل‌های آماری و فضایی را در مکان‌های مختلف بر اساس موقعیت مکانی و جغرافیایی پدیده‌ها تحلیل نمود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد برای درون یابی داده‌های اقلیمی، مدل‌های کریجینگ معمولی و کریجینگ ساده به ترتیب دارای دقت‌های بالاتر را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که در این خصوص ارزیابی متقابل مدل‌های زمین آمار این نتیجه را تأیید می‌نماید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد مدل‌های کریجینگ معمولی و ساده با سه تابع دایره‌ای، کروی و گوسین بهترین مدل‌ها جهت پهنه بندی بوده که انتخاب گردیدند. همچنین با توجه به تلفیق نقشه‌ها و استخراج مناطق مستعد جهت کشت زیتون، نتایج نشان می‌دهد ۳۹۴۴/۱۲۴ هکتار اراضی غرب مازندران دارای اهمیت بسیار قوی تا فوق العاده قوی، ۲۸۳۹۶/۲۶ هکتار اهمیت بسیار قوی، ۱۳۳۹۰۶/۷ هکتار اهمیت قوی تا بسیار قوی، ۳۵۳۷۸۸/۲ هکتار اهمیت قوی را دارا می‌باشند. در این خصوص نتایج دال بر مستعد بودن منطقه از لحاظ شرایط ژئو اقلیمی جهت کشت محصول زیتون می‌باشد. غرب مازندران دارای پتانسیل اقلیمی همچون دما، بارش، دوره سرد و یخبندان و زمینی مکان‌یابی کشت زیتون را دارا می‌باشد. و این توان بالای محیطی منطقه می‌تواند کشت زیتون را به عنوان یک محصول استراتژیک باغی جدید در منطقه معرفی کرد که خود این مسئله باعث افزایش کشت زیتون را در ایران بالا می‌برد و افزایش کشت خود نشانه افزایش تولید محصول و در نتیجه افزایش روغن زیتون در ایران می‌شود و باعث کاهش واردات روغن از خارج کشور می‌شود همچنین با توجه به این پتانسیل بالا کشت زیتون در غرب مازندران باعث ایجاد اشتغال خواهد شد. و با ایجاد صنایع وابسته به این محصول می‌توان باعث جذب نیروی بیشتری را در این منطقه فراهم آورد. با توجه به نوع کشت این محصول کاشت زیتون باعث افزایش تثبیت خاک این منطقه و در نتیجه کاهش فرسایش نوع خاک می‌شود. و بر اساس نقشه نهایی بیشترین مساحت مکان‌های بهینه در شهرستان تنکابن شده است. پیشنهادهایی را می‌توان به قرار زیر می‌باشد:

۱. به برنامه‌ریزان و دست‌اندر کاران امر کشاورزی توصیه می‌شود که نسبت به وارد نمودن محصول زیتون در چرخه کشاورزی منطقه در بخش‌های که امکان کشت وجود دارد از نتایج بررسی‌های اقلیمی به صورت ابزار علمی در امر کاشت، داشت، برداشت استفاده نمایند.

۲. در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی اطلاع دقیق از میزان نیاز حرارتی و نیاز سرمایی محصول کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا با توجه به اینکه نیاز حرارتی زیتون نسبتاً بالا می‌باشد لازم و ضروری است برنامه‌ریزی کشاورزی قبل از انجام کشت محصول صورت گیرد.

۳. در انتخاب نوع واریته‌های زیتون در بخش‌های از استان که امکان کشت وجود دارد دقت کافی شود زیرا نوع واریته نسبت به شرایط اقلیمی متفاوت می‌باشند. بنابراین می‌بایست نوع واریته را با توجه به شرایط اقلیمی انتخاب نمود.
۴. با توجه به اینکه میزان بارندگی سالیانه در بخش‌های که امکان کشت وجود دارد بطور کامل جوابگوی نیاز آبی محصول با کیفیت عالی نبوده، لذا استفاده از روش‌های آبیاری که بتواند نیاز آبی محصول را برطرف نماید توصیه می‌شود.
۵. به منظور بالا بردن دقت مکان‌های مستعد کشت زیتون و سایر محصولات، نقشه‌های پایه‌ای دقیق‌تری توسط سازمان‌های مربوط تهیه گردد.
۶. به منظور بالا بردن دقت مطالعات کشاورزی منطقه پیشنهاد می‌شود ایستگاه‌های اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز مطالعات کشاورزی (ایستگاه‌های هواشناسی، اقلیمی کشاورزی،...) بطور دقیق مکان‌یابی شده و نسبت به احداث این ایستگاه‌ها توسط سازمان مربوط اقدامات لازم انجام شود.

منابع

- ۱- احدنژادروشتی، م، قرخلو، م، زیاری، ک، (۱۳۸۹)، مدل سازی آسیب‌پذیری ساختمان شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهری زنجان)، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، پاییز، صص ۱۷۴-۱۷۹
- ۲- جهانبخش، س، گریگوریان، و، اماقلیزاده، م، (۱۳۸۸)، بررسی شرایط آب و هوایی شمال استان آذربایجان غربی به منظور کشت زیتون و پهنه بندی زراعی آن، جغرافیا توسعه، شماره ۱۴، تابستان، صص ۵-۱۹
- ۳- رضویان، م، پودینه، ج، (۱۳۸۶)، مکان‌یابی مدارس ابتدایی با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصلنامه جغرافیایی آمایش، دانشگاه آزاد ملایر، سال اول، شماره ۲، صص ۳۴-۹
- ۴- صناعی، س، (۱۳۸۹)، آسیب شناسی درخت زیتون، چاپ دوم، انتشارات یک ریحان گرگان، ۳۴۵ صفحه
- ۵- عساکره، (۱۳۸۷)، کاربرد روش کریجینگ در میان‌یابی بارش، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۲۵-۴۴
- ۶- قهرودی تالی، م، بابایی فینی، ا، (۱۳۸۴)، درآمدی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، انتشارات پیام نور، صفحات ۱۲۳-۱۳۰.
- ۷- کمالی، غ، صدیقانی پور، ع، صداقت کردار، ع، عسکری، غ، (۱۳۸۷)، بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۲، شماره ۲، سال، صص ۵۰۰-۴۷۸
- ۸- کلانتری، م، قهرمانی، ع، خسروی، ی، جباری، ک، (۱۳۸۶)، مدیریت و تحلیل داده‌های بزهکاری در بخش مرکزی شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های درون‌یابی و سامانه اطلاعات جغرافیایی، فصلنامه مطالعات مدیریت انتظامی، شماره ۴، زمستان، صص ۴۹۴-۵۰۲
- ۹- محمدی، ح، زینالو، ع، (۱۳۸۷)، مدل سازی دمای زیتون (*olea aeropaeal*) در ایران، پژوهش جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان، صص ۴۴-۳۷
- ۱۰- محمدی، ح، کاظمی، م، گودرزی، ن، (۱۳۸۶)، کاربرد GIS در امکان‌سنجی کشت زیتون در استان اصفهان، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۴، بهار، صص ۱۲۳-۱۲۷
- ۱۱- میرموسوی، س، اکبری، ح، (۱۳۸۹)، امکان‌سنجی اقلیمی کشت زیتون در استان کرمانشاه، چشم انداز جغرافیایی، سال چهارم، شماره ۱۰، بهار، صص ۱۲۲-۱۳۵
- ۱۲- یزدان پناه، ح، موحدی، س، سلیمان تبار، م، صالحی، م، (۱۳۸۹)، تعیین میزان اثر عناصر اقلیمی بر عملکرد گندم دیم در استان آذربایجان شرقی با استفاده از شبکه‌های عصبی هوشمند، جغرافیا توسعه، شماره ۲۰، زمستان، صص ۱۳۳-۱۳۵
- ۱۳- درویشیان، م، زیتون، (۱۳۷۶)، مرکز نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات کرج، صفحه ۴۱.
- ۱۴- رضوانی، ب، مقدمه‌ای بر آب و هواشناسی کشاورزی، (۱۳۷۶)، چاپ اول، انتشارات گیلان، صفحه ۱۸.
- 15-Biau, G. Zorita, E, Von storch, H, and wackernag el, H (1999). Estimation of precipitation by kriging in the Eof space the sea level pressure field. Journal of climate, 12(4), 1070-85.
- 16-Hartman, H. T., Optize, K., W., and Abeutel, J., Olive production in California. Agricultural Science Publications, Leaflet, 1980.
- 17-Ian, N., and Isa Y., .Olive Water use and Yield Monitoring the Relation ship. RIRDC Publication, 2003.
- 18-S. Kumar. (2006) . Analytic hierarchy process: An overview of applications, European Journal of O.S. Vaidya of Operational Research . pp1-29.

- 19-T.L Saaty and M. Sodenkamp, (2008), **Making decisions in hierarchic and network systems**, Int. J. Applied Decision Sciences, Vol. 1, No. 1. pp.24-79.
- 20-T.L. Saaty, K. Peniwati and J.S. Shang, . (2007) . **The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story**, Mathematical and Computer Modelling .pp1041-1053.