نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی
سال شانزدهم | شماره شصت و سه | پاییز ۱٤۰٤
وصول: ۱٤۰۳/۱۲/۱۹ پذیرش: ۱٤۰٤/۰۹/۰٤
صص ۱٦٥-۱۸۳

مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای در استان مرکزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

طیبه بساکی [۱*]، لیلا جهانبان[۱]، ابوالفضل باغبانی آرانی[۱]، اکبر شائمی برزکی[۲]، جواد وروانی[۳]
۱- دانشکده فنی مهندسی، گروه علوم کشاورزی، ، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲- دانشکده حقوق و علوم اجتماعی، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۳- دانشکده فنی مهندسی و کشاورزی، گروه منابع طبیعی و محیط زیست ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک.

چکیده

جانمایی‌های نادرست و مکان‌یابی‌های غلط گلخانه‌ها، از مشکلات اصلی گلخانه‌داران کشور است. برخی از گلخانه‌ها، بدون مطالعه اقلیم شناختی و توپوگرافی مناطق ایجاد شده است. بنابراین، این‌گونه مطالعات برای دست‌یابی به مکان مناسب برای احداث گلخانه‌ها در اولین گام و در سطح ملی می‌تواند از خطاهای پرهزینه و دوباره‌کاری کاسته و درعین‌حال خط مشی آتی را تعیین کند. پیشرفت‌های علم مکان‌یابی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) همیشه با هم در ارتباط بوده است. مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای به ارزیابی عوامل متعددی که در آن‌ها ویژگی‌های مختلف در نظر گرفته شده است نیاز دارد. در این مقاله، ضمن شناسایی عوامل مهم در تعیین محل مناسب برای احداث گلخانه، نقش و میزان هر یک از عوامل فوق در مکان‌یابی مشخص گردید. سپس با نظر کارشناسان اوزان لایه‌های اطلاعاتی بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی تعیین و لایه‌های اطلاعاتی با اوزان به دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی تلفیق شدند. درنهایت محدوده‌های مناسب برای احداث گلخانه مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی: روش تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌یابی، گلخانه.

مقدمه

اگرچه کشور ایران به لحاظ تنوع اقلیمی یکی از تنوع اقلیمی یکی از متنوع‌ترین کشورهای جهان برای تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود اما محدودیت آب در گستره عظیمی از کشور تهدیدی جدی برای تولید در بخش کشاورزی ایجاد نموده است. از این رو به کارگیری روش‌هایی از تولید که بتواند اثر عامل محدودکننده آب را کاهش دهد مدتی است که مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشور قرار گرفته است، در این راستا تولید به روش گلخانه‌ای یکی از روش‌های مؤثر قلمداد می‌شود. گلخانه به فضای محدودی اطلاق می‌شود که قابلیت کنترل شرایط محیطی مناسب را برای رشد گیاهان در نواحی مختلف طی فصول سال داشته باشد. کشور ایران با برخورداری از تنوع آب و هوایی، انرژی و نیروی کار نسبتاً ارزان و دانش بومی بالا می‌تواند با به کارگیری دانش نوین به یکی از کشورهای تولیدکننده محصولات گلخانه‌ای در منطقه تبدیل گردد، ولی در حال حاضر به دلیل نقاط ضعف متعدد هنوز نتوانسته است جایگاه واقعی خود را در بازارهای جهانی به دست آورد. بنابراین نگاه ملی با اتکا بر شالوده کارشناسی ایجاب می‌نماید که مجتمع گلخانه‌ای در مکان‌های مناسب احداث کردند تا از یک سو موجب ارتقا بهره‌وری تولید شود و از سوی دیگر هزینه‌های تولید در واحد سطح کاهش یابد.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳٦۳۲۳٥۱
Email: tbasaki2@pnu.ac.ir

جانمایی‌های نادرست و مکان‌یابی‌های غلط گلخانه‌ها، از مشکلات اصلی گلخانه‌داران کشور است. برخی از گلخانه‌ها، بدون مطالعه اقلیم شناختی و توپوگرافی مناطق ایجاد شده است. برای نمونه تولید گوجه و خیار در گلخانه‌های همدان منطقی و علمی نیست اما می‌توان همین محصولات را در جیرفت، ورامین و گرمسار با ۵۰ درصد هزینه کمتر تولید کرد. این یعنی مطالعات مکان‌یابی طرح توجیهی احداث گلخانه و همچنین مدیریت گلخانه امری حیاتی ست. بنابراین، این‌گونه مطالعات برای دستیابی به مکان مناسب احداث گلخانه‌ها در اولین گام و در سطح ملی می‌تواند از خطاهای پرهزینه و دوباره‌کاری کاسته و درعین‌حال خط مشی آتی را تعیین کند. البته برای توفیق در این روش، دستیابی به آمار و اطلاعات هوا و اقلیم بسیار مهم و اساسی خواهد بود.

هدف نهایی مکان‌یابی، دستیابی به مناسب‌ترین محلی است که کمترین اثرات سوء را برای محیط‌زیست و منابع طبیعی اطراف سد داشته باشد و از نظر اقتصادی کمترین هزینه و از دیدگاه مهندسی نیز بهترین ویژگی را دارا باشد (Hawley and Shikaze, 1971). بر اساس تجربیات و شرایط محدوده مورد مطالعه وزن‌های متفاوتی به پارامترهای موجود در مکان‌یابی اختصاص داده می‌شود. به طور کلی همیشه بیشترین وزن به مهم‌ترین معیار تعلق می‌گیرد. در این تحقیق اوزان معیارهای مؤثر در مکان‌یابی محل احداث مجتمع‌های گلخانه‌ای با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی[1] (AHP) تعیین شد.

در گذشته راه‌کارهای گوناگونی برای مکان‌یابی گلخانه‌ها آزمایش شده است که هر یک به نوبه خود مزایا و معایبی در برداشته است. انجام مطالعات منطقه به منطقه روشی است که هم‌اکنون در بسیاری از نقاط مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این روش مناطق پیشنهادی بر اساس نگرش اولیه مدیران با تعدادی از امتیازهای قابل‌رؤیت آغاز شده و ممکن است نتیجه دلخواه به دست بیاید یا اینکه به بن‌بست برسد. امروزه یافتن مکان یا مکان‌های مناسب برای ایجاد یک فعالیت در حوزه جغرافیایی معین، جزء مراحل مهم پروژه‌های اجرایی – به ویژه در سطح کلان و ملی – به شمار می‌رود. مکان‌های نهایی باید حتی‌الامکان همه شرایط و قیود مورد نیاز را ارضا نمایند و عدم بررسی این شرایط و قیود قبل از اجرای چنین پروژه‌هایی، نتایج نامطلوب فراوانی به دنبال خواهد داشت (مهدی‌پور و مسگری، ۱۳۸۵). پیشرفت‌های علم مکان‌یابی و سیستم اطلاعات جغرافیایی[2] (GIS) همیشه با هم در ارتباط بوده است، به‌طوری‌که با ورود نرم‌افزارهای جدید GIS مکان‌یابی‌ها نیز با دقت و صحت بیشتری صورت می‌پذیرد. مطالعات وسیعی بر اساس همین روش و در حوزه‌های گوناگون کشاورزی و باغبانی انجام شده که می‌توان کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در این زمینه را در مراجع متعددی یافت. مکان‌یابی محل مناسب برای کشت تنباکو در کشور چین (Sheng *et al*., 2010; Zhang *et al*., 2015;)، شناسایی سایت مناسب برای کشاورزی ارگانیک در کشور هند (Mishra *et al*., 2015)، شناسایی اقلیم مناسب برای تولید محصولات گلخانه‌ای در مکزیک (Kipp, 2004)، ارزیابی زمین‌های کشاورزی مناسب در کشور ترکیه (Akinci *et al*., 2013)، مکان‌یابی محلی برای پرورش نوعی گیاه خاص در کشور بنگلادش (Hossain and Das, 2010)، مکان‌یابی محل مناسب برای کشت گندم در کشور الجزایر (Mendas and Delali, 2012).

اصولاً چالش‌های مجتمع‌های گلخانه‌ای کشور را می‌توان به سه بخش چالش‌های زیرساختی، چالش‌های پشتیبانی و فنی و چالش‌های بازاریابی، تقسیم نمود. یکی از بخش‌های چالش زیرساختی که به دلیل عدم انجام مطالعات و انجام مطالعات پس از انتخاب اتفاق می‌افتد، انتخاب مکان جغرافیایی است که متأسفانه مکان‌یابی بسیاری از مجتمع‌های فعلی بر اساس اصول فنی صورت نگرفته است. وجود سرماهای زمستانی، بادهای شدید، گرما و خشکی تابستان و ... از جمله مشکلاتی است که متأسفانه موجب بروز محدودیت‌هایی در برخی از مجتمع‌ها شده و مدیریت هزینه را بسیار مشکل ساخته است درحالی‌که رعایت برخی معیارهای آب‌وهوایی (از جمله معیار سازمان خوار و بار جهانی) غیراصولی بودن ایجاد برخی مجتمع‌ها را در برخی مناطق کشور اثبات می‌نماید. مکان‌یابی یک عامل کلیدی برای تولید سودآور و پایدار در مجتمع‌های گلخانه‌ای محسوب می‌شود (Nelson, 1985).

[1] Analytic Hierarchy Process

[2] Geographic Information System

هدف از انجام این مطالعه شناسایی منابع محیطی و پهنه‌بندی استان مرکزی با نگاه به معیارهای علمی و نظری موجود در خصوص ایجاد و توسعه مجتمع‌های گلخانه‌ای بر اساس استانداردها و دستورالعمل‌های داخلی و بین‌المللی است. با اجرای این طرح کل پهنه استان مرکزی با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد ارزیابی اجمالی قرار می‌گیرد و پهنه‌هایی که دارای ظرفیت بالقوه برای این منظور باشند مشخص و معرفی خواهند شد.

مواد و روش‌ها

۱- محدوده مورد مطالعه

استان مرکزی با مساحتی معادل ۲۹۲۲۵ کیلومترمربع ۱/۷۹ درصد از مساحت کل کشور را به خود تخصیص داده و تقریباً در مرکز ایران بین (۳۳ درجه و۳۰ دقیقه) عرض شمالی و (٤٨ درجه و۵۷ دقیقه) تا (۵۱ درجه) طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان از شمال به استان‌های تهران و قزوین، از جنوب به استان‌های اصفهان و لرستان ، از شرق به استان قم و از غرب به استان همدان محدود می‌شود (شکل ۱). استان مرکزی از یک طرف در کویر مرکزی و از طرف دیگر در محل زاویه چین‌خوردگی البرز و زاگرس واقع شده است و دارای آب‌وهوایی متنوع است:

حدود ۳۸٪ مساحت استان مرکزی در منطقه نیمه بیابانی قرار دارد. این اراضی بین کوهستان و بیابان واقع شده است. خاک‌های این مناطق برای کشاورزی مناسب و استفاده از آب قنات و رودخانه در این نواحی میسر است. قسمت اعظم مراتع استان در این نواحی قرار دارد. تراکم جمعیت در این نواحی نسبتاً زیاد است. این نوع آب‌وهوا را می‌توان در ساوه و زرندیه دید. تقریباً نیمی از مساحت استان را این نوع آب‌وهوا دربرگرفته و سرزمین‌هایی را که بیش از ۱۵۰۰ متر ارتفاع دارند را شامل می‌شود. بیشترین مراتع متوسط استان مرکزی در این ناحیه قرار گرفته است که پوشش گیاهی آن غنی‌تر و دوره رشد گیاهان نیز طولانی‌تر از نواحی دیگر است. در این نواحی امکان زراعت دیم غلات و همچنین امکان تجدید پوشش گیاهی جنگلی در نقاطی که خاک مناسبی دارند وجود دارد این نوع آب‌وهوا را در شهرستان‌های اراک، خمین، تفرش و محلات می‌توان مشاهده کرد. ۱۲٪ اراضی استان مرکزی که در ارتفاعات واقع شده‌اند، آب‌وهوای سرد دارند. وجود برف دائمی در قله‌ها، حاکی از آن است که میانگین دمای گرم‌ترین ماه سال نیز بسیار پائین است. مراتع مرغوب استان در این نواحی واقع شده‌اند.

۲- داده‌ها و روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا پارامترهای مهم و کارآمد در تعیین مکان مناسب برای احداث مجتمع‌های گلخانه‌ای، از طریق مراجعه به مقالات و گزارش‌های موجود و مشورت با کارشناسانی که در زمینه مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای و زمینه‌های مرتبط با چنین تحقیقی تجربه دارند، تعیین گردید. ۱۳ پارامتر به‌عنوان عوامل مهم در مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای انتخاب شد که در جدول ۱ همراه با ضوابطی که برای آن‌ها در نظر گرفته‌شده، آورده شده است. این معیارها در ۵ دسته اقلیمی و هواشناسی، کمیت و کیفیت آب قابل‌دسترسی، توپوگرافی، کیفیت خاک و قابلیت کاربری اراضی تقسیم‌بندی شدند. چگونگی انتخاب ضوابط آورده شده در جدول ۱ در قسمت بحث به طور کامل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

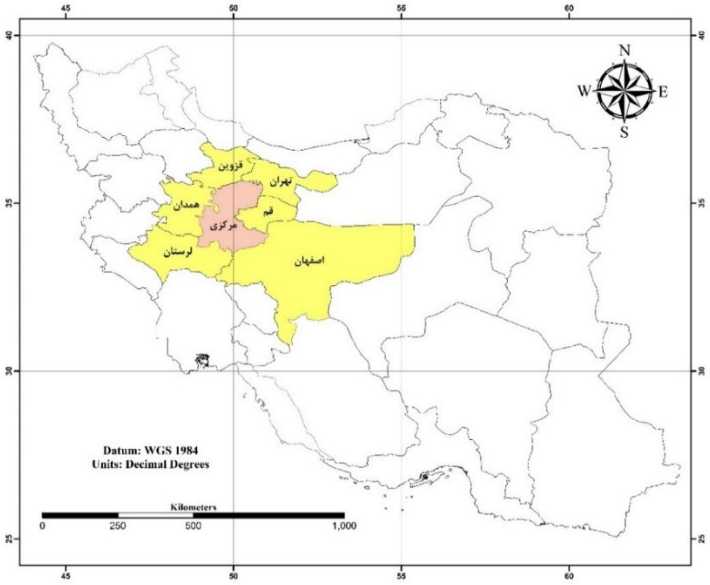
این داده‌ها از طریق سازمان‌های دولتی و مطالعات انجام شده قبلی جمع‌آوری شدند. آماده‌سازی داده‌ها در نرم‌افزار Arc GIS 10.1 انجام شد و تمام پارامترهای تعیین شده به نقشه تبدیل شدند. شکل ۱ مدل مفهومی انتخاب محل مناسب برای احداث سد باطله را نشان می‌دهد. در شکل ۱ به طور کامل روش تحقیق استفاده شده در این پژوهش در قالب یک فلوچارت آورده شده است.

روش تحلیل سلسله مراتبی

روش تحلیل سلسله مراتبی نخستین بار در سال ۱۹٦۸ توسط مایرز و آلپرت معرفی شد. این روش در سال ۱۹۷۷ توسط ساعتی به‌منظور کمک به حل مشکلات فرآ77یند تصمیم‌گیری توسعه یافت (Kalayci and Ozer, 2016). روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است که امکان تصمیم‌گیری صحیح با حضور معیارهای کمی و کیفی را فراهم می‌کند. فرآیند تحلیل

سلسله مراتبی متکی بر قضاوت‌هاست، درنتیجه نسبی است، زیرا قضاوت‌ها می‌تواند از یک شخص به شخص دیگر متفاوت باشد (یمانی و علی زاده، ۱۳۹٤). علاوه بر این استفاده از آن مستلزم ریاضیات دست و پا گیر نیست، بنابراین درک آن آسان است و می‌تواند به‌طور مؤثر داده‌های کمی و کیفی را کنترل کند (Cengiz *et al*., 2003).

در این روش، تصمیم‌گیری به یک ساختار سلسله مراتبی تجزیه می‌شود (شکل ۱) که در آن معیارهای چندگانه برای یک هدف خاص مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند. اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند (Kimball, 2010).

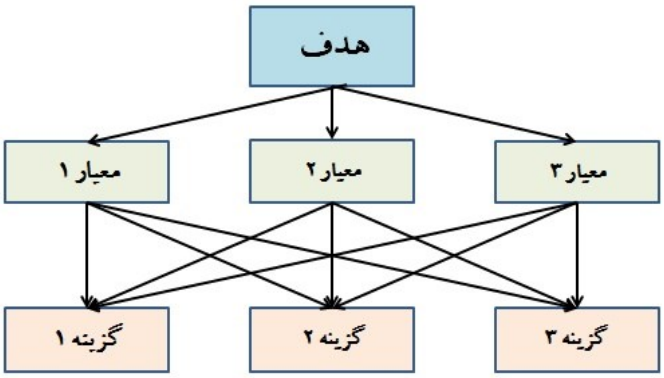


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان مرکزی و استان‌های همجوار

جدول ۱- معیارها و ضوابط مربوط به آن‌ها برای فرآیند مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای

گروه	معیار	ضوابط	
اقلیمی و هواشناسی	حداقل دمای سالیانه	بین ۱۰- تا ۱۷- درجه سانتی‌گراد	
		بین ۱۷- تا ۲۷- درجه سانتی‌گراد	
		پایین‌تر از ۲۷- درجه سانتی‌گراد	
	حداکثر دمای سالیانه	بین ۳۵ تا ٤۰ درجه سانتی‌گراد	
		بیشتر از ٤۰ درجه سانتی‌گراد	
	میانگین سالیانه دما	تعداد ماه‌های نیازمند گرمایش	کمتر از ۳ ماه
			بین ۳ تا ۵ ماه
		تعداد ماه‌های نیازمند سرمایش	بین ۲ تا ۳ ماه
			بین ۳ تا ۵ ماه
	تعداد روزهای یخبندان	بین ۵۰ تا ۹۰ روز	
		بیشتر از ۹۰ روز	
	میانگین سالیانه ساعات آفتابی	بین ۲٤۲ تا ۲٤٦ ساعت	
		بین ۲٤٦ تا ۲۵۱ ساعت	
		بین ۲۵۱ تا ۲۵٦ ساعت	
		بین ۲۵٦ تا ۲٦۲ ساعت	
	سرعت و جهت باد غالب منطقه	بین ۳ تا ۵ متر بر ثانیه	
		بین ۵ تا ۷ متر بر ثانیه	

کیفیت آب	کمیت آب‌های زیرزمینی (دبی)	دبی بین ۸۰ تا ۱۲۰ لیتر در ثانیه
		دبی بین ٤٠ تا ۸۰ لیتر در ثانیه
		دبی بین ۲۰ تا ٤٠ لیتر در ثانیه
		دبی کمتر از ۲۰ لیتر در ثانیه
	کیفیت آب‌های زیرزمینی (شوری)	کمتر از ۷۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر
		بین ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر
		بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر
		بیشتر از ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر
توپوگرافی	شیب	کمتر از ۲ درصد
		بین ۲ تا ٤ درصد
		بین ٤ تا ٦ درصد
		بیشتر از ٦ درصد
	ارتفاع از سطح دریا	کمتر از ۱۵۰۰ متر
		بین ۱۵۰۰ تا ۱۹۰۰ متر
		بین ۱۹۰۰ تا ۲٤۵۰ متر
		بیشتر از ۲٤۵۰ متر
خاک‌شناسی	عمق خاک و درصد سنگ و سنگریزه	خاک‌های عمیق بدون سنگ و سنگریزه
		خاک‌های عمیق با درصد سنگ و سنگریزه کم
		خاک‌های کم‌عمق با درصد سنگ و سنگریزه متوسط
		خاک‌های کم‌عمق با درصد سنگ و سنگریزه زیاد
کاربری اراضی و مالکیت	تناسب کاربری اراضی	تناسب کاربری مناسب
		تناسب کاربری کم
		تناسب کاربری نامناسب



شکل ۲- ساختار یک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Golden *et al.*, 1989)

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌گردد. این وزن‌ها، وزن نسبی نامیده می‌شوند. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد که آن را وزن مطلق می‌نامیم (قدسی پور، ۱۳۷۹). اساس محاسبه وزن در تحلیل سلسله مراتبی، مقایسات زوجی است. برای تعیین اهمیت نسبی معیارها ابتدا ماتریس مقایسات زوجی معیارها ساخته می‌شود. در این ماتریس هر یک از معیارها در مقابل هم مقایسه شده و بر اساس اهمیت نسبی آن، مقدار مناسبی بین ۱ تا ۹ به آن اختصاص داده می‌شود (Saaty, 1977).

جدول ۲- مقیاس مقایسه زوجی متغیرها (Saaty, 1977).

شرح (قضاوت شفاهی)	تعریف	مقدار عددی
دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند	مطلوبیت یکسان	۱
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری متوسطی داشته باشد	کمی مطلوب‌تر	۳
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری زیاد داشته باشد	مطلوبیت قوی	۵
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری بسیار داشته باشد	مطلوبیت خیلی قوی	۷
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری فوق‌العاده داشته باشد	کاملاً مهم‌تر	۹
ترجیحات بین فواصل فوق	ارزش‌های بینابین	۸، ٦، ٤، ۲

واحد پایه تجزیه‌وتحلیل این روش، یک ماتریس مقایسه زوجی n×n (شکل ۳) است که ورودی‌ها با رابطه $a_{ji}=1/a_{ij}$ برآورد می‌شوند. یعنی اهمیت درایه‌های ستون j (پارامتر بالایی یا افقی ماتریس) و سطر i (پارامتر کناری یا عمودی ماتریس) معکوس اهمیت درایه‌های سطر i و ستون j می‌باشد. این ماتریس به این صورت خوانده می‌شود که مثلاً اگر $a_{ij}=5$، به این معنی است که اهمیت عنصر سطر i و ستون j نسبت به عنصر سطر j و ستون i دارای مطلوبیت قوی می‌باشد. چون عناصر روی قطر اصلی مساوی هستند این نسبت برابر یک خواهد بود (Saaty, 1989). برای هر ماتریس مقایسات زوجی یک نسبت ناسازگاری تعریف می‌شود که نشان‌دهنده ثبات کلی ماتریس می‌باشد (Kontos *et al*., 2003). در حالت کلی می‌توان گفت که میزان قابل‌قبول ضریب ناسازگاری یک ماتریس یا سیستم بستگی به تصمیم‌گیرنده دارد، اما ساعتی، عدد ۰/۱ را به‌عنوان حد قابل‌قبول ارائه می‌نماید و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است در قضاوت‌ها تجدیدنظر گردد (قدسی پور، ۱۳۷۹).

A =

	پارامتر ۱	پارامتر ۲	...	پارامتر n
پارامتر ۱	1	a_{12}	...	a_{1n}
پارامتر ۲	a_{21}	1	...	a_{2n}
...	...	...	1	...
پارامتر n	a_{n1}	a_{n2}	...	1

شکل ۳- ماتریس مقایسه زوجی متغیرها

تهیه و تحلیل لایه‌های اطلاعاتی

به منظور تهیه لایه‌های اطلاعاتی در ابتدا با توجه به منابع موجود و بررسی مقالات مختلف شاخص‌های تأثیرگذار در مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای گردآوری گردید که جدول شاخص تناسب هر لایه اطلاعاتی در بخش مربوط به خود آورده شده است.

خصوصیات اقلیمی و هواشناسی

اگرچه محیط گلخانه از محیط بیرون تقریباً ایزوله بوده و شرایط محیطی آن تحت کنترل (نسبی) می‌باشد، ولی این حقیقت که در هر منطقه‌ای نمی‌توان احداث گلخانه را توجیه نمود، غیرقابل‌انکار می‌باشد. برای جلوگیری از سرمایه‌گذاری‌های همراه با خطر، می‌بایست حدود و شاخص‌هایی برای این منظور تعیین و رعایت گردد. به دلیل اهمیت موضوع یادآوری می‌شود که در تولید

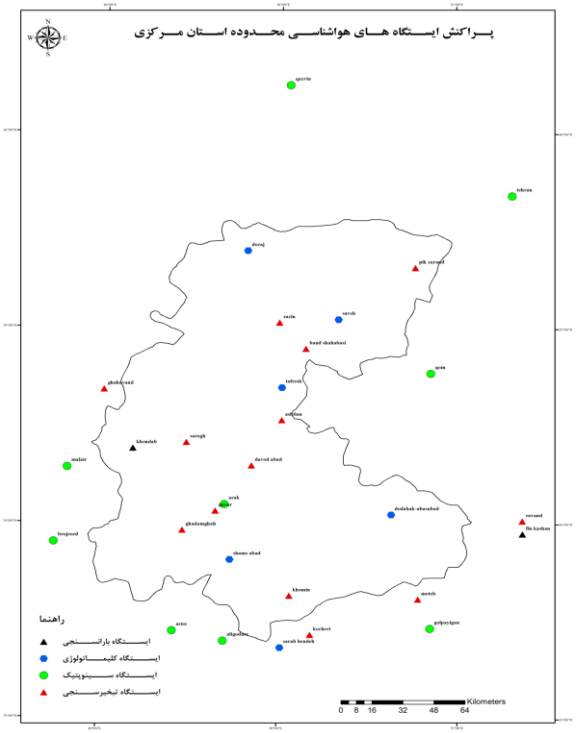
محصـولات گلخانه‌ای در مناطق سـرد (خصـوصـاً ایران) بالاترین هزینه تولید (معمولاً بعد از هزینه نهاده‌ها) به تأمین سـوخت و گرمایش گلخانه تعلق می‌گیرد. بنابراین واضـح اسـت که برودت منطقه به نحو قابل‌توجهی از درآمد پروژه کاسـته و در موارد زیادی موجب عقیم ماندن پروژه خواهد شد؛ ضمن اینکه ریسک و مشکلات تأمین دائمی سوخت و خطرات تخریب سـازه در اثر برف نیز به این مشـکلات افزوده می‌گردند. از معضـلات آب و هوایی مناطق گرم کشـور می‌توان به تندبادهای فصـلی یا دائمی، گردبادها، توفان‌های شـن و خاک و رطوبت نسـبی بالای ۷۰-۶۰ درصد منطقه در دوره رشد محصول که همراه با گرمای هوا باشـد اشـاره نمود. در مناطق مزبور عملیات تهویه و خنک کردن گلخانه عموماً با مشکل مواجه خواهد بود.

به‌منظور آماده‌سـازی داده‌های گروه اقلیمی و هواشـناسـی ایستگاه‌های هواشناسی استان مورد بررسی قرار گرفت و از بین آن‌ها ایسـتگاه‌هایی که دارای آمار بلندمدت از پارامترهای هواشناسی بوده و همچنین پراکنش مناسبی در سطح استان داشتند انتخاب گردید (شکل ۳).

بعد از انتخاب ایستگاه‌ها و استخراج آمار بلندمدت آن‌ها و همچنین بررسـی ملاحظات مختلف اعم از ملاحظات کیفی و کمی داده‌ها نقشـه‌های حداکثر دما،حداقل دما ،میانگین دمای ماهانه ،تعداد روزهای یخبندان،باد غالب سـالیانه ،حداکثر ساعات آفتابی ،تعداد ماه‌های گرمایش و سرمایش مورد نیاز در سطح استان توسط نرم‌افزارهای GIS شامل ILWIS، Arc GIS تهیه گردید.

حداقل دمای سالیانه

اکثر محصولات گلخانه‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس نابود می‌شـوند و بنابراین دمای زیر صـفر به معنی افزایش ریسـک و هزینه تولید محسـوب می‌گردد که بسـته به آن محدودیت هر منطقه قابل‌شـناسـایی بوده و می‌تواند حائز رتبه بالاتر یا پایین‌تری گردد در این نقشه سه لایه با حداقل دمای ۱۰- تا ۱۷- با عنوان منطقه مناسـب، دمای ۱۷- تا ۲۷- با عنوان منطقه نسـبتاً مناسـب و لایه کمتر از ۲۷- به عنوان منطقه نامناسب در سطح استان پهنه‌بندی گردید.



شکل ٤- نقشه پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی در محدوده مورد مطالعه

حداکثر دمای سالیانه

رشـد و نمو اغلب محصـولات گلخانه‌ای در دمای ۳۰ تا ۳۵ درجـه متوقف (از لحـاظ فیزیولوژیکی) و در ٤٥ درجـه سلسیوس نابود می‌گردند و همچنین نیاز سرمایشی گلخانه

بیشـــتر و محدودیت دوره تولید به وجود می‌آید . بنابراین مناطقی که حداکثر دمای مطلق آن‌ها کمتر از ۳۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس باشد از امتیاز بالاتری نسبت به مناطق خیلی گرم برخوردار هستند. در نقشه پهنه‌بندی دمای حداکثر سالیانه دو لایه با مقادیر ۲۵ تا ٤۰ درجه به‌عنوان مناطق نسبتاً مناسب و مقادیر بیش از ٤۰ درجه به‌عنوان مناطق نامناسب دیده می‌شود.

جدول ۳- شاخص مطلوبیت دمایی منطقه مورد مطالعه براساس حداقل مطلق و میانگین حداکثر دمای سالیانه (درجه سانتیگراد)

مطلوبیت / شاخص	بسیار مناسب	مناسب	مناسبت کم	دارای محدودیت
حداقل مطلق سالیانه	۰ تا ۱۰-	۱۰- تا ۱۷-	۱۷- تا۲۷-	پایین‌تر از ۲۷-
میانگین حداکثر دمای سالیانه	کمتر از۳۰	۳۰ تا ۳۵	۳۵ تا ٤۰	بیشتر از٤۰

میانگین سالیانه دما

در این لایه ، میانگین دمای سالیانه ارائه گردیده است که می‌توان با توجه به آن نسبت به برآورد تعداد ماه‌های نیازمند گرمایش و سرمایش اقدام نمود و بر همین اساس لایه‌های تعداد ماه‌های گرمایش و سرمایش استخراج گردید. در نقشه پهنه‌بندی گرمایش دو لایه مناسب با کمتر از دو ماه گرمایش و لایه نسبتاً مناسب با ۳ تا ۵ ماه گرمایش مورد نیاز در سطح استان مرکزی دیده می‌شود. در نقشه پهنه‌بندی تعداد ماه‌های مورد نیاز سرمایش نیز دو لایه مناسب با ۲ تا ۳ ماه سرمایش و لایه نسبتاً مناسب با ۳ تا ۵ ماه سرمایش دیده می‌شود. واضح است که یکی از پرهزینه‌ترین نهاده‌های تولید در گلخانه‌ها، سوخت مورد نیاز برای گرمایش گلخانه است که بسته به منطقه می‌تواند از ۱۰ تا ٦۰ لیتر (گاهی بیشتر) گازوییل یا به همین نسبت گاز (مترمکعب) در هر ساعت باشد. بنابراین مناطقی که نیاز گرمایشی کمتری داشته باشند از امتیاز مناسب‌تری برای هدف این تحقیق برخوردار خواهند بود. گلخانه‌ها در شرایطی که میانگین دمای محیط کمتر از ۱۲ درجه سلسیوس باشد به گرمایش نیاز دارند. در لایه به‌دست‌آمده ملاحظه می‌گردد که نواحی زرندیه، قسمتی از ساوه، دلیجان و قسمت‌هایی از محلات از شرایط بهتری نسبت به سایر نقاط استان هستند.

نیاز سرمایشی گلخانه نیز مانند نیاز گرمایشی مسئله‌ساز بوده و در مواردی می‌تواند کل پروژه را با چالش جدی روبرو ساخته یا بخش قابل‌توجهی از سال، امکان کشت محصول را محدود سازد و همچنین موجب مصرف انرژی و آب قابل‌توجهی گردد. بنابراین این ماه‌ها به‌عنوان یک عامل منفی محسوب می‌گردد. تعداد ماه‌های نیازمند سرمایشی، ماه‌هایی هستند که میانگین دمای آن‌ها بیش از $22^{o}C$ در مناطق غیر ساحلی و $27^{o}C$ در مناطق ساحلی باشد (Kipp, 2004). در لایه مربوطه می‌توان دید که نواحی ساوه، زرندیه، دلیجان و قسمتی از محلات نیازمند سرمایش بیشتری هستند یا به بیان دیگر تعداد روزهایی که باید سیستم سرمایش گلخانه فعال باشد بیشتر است که این موضوع یک امتیاز منفی برای این مناطق محسوب می‌شود.

جدول ٤- شاخص مطلوبیت دمایی منطقه مورد مطالعه براساس تعداد ماههای نیازمند گرمایش و سرمایش

مطلوبیت / شاخص	بسیار مناسب	مناسب	مناسبت کم	نامناسب
تعداد ماه‌های نیازمند گرمایش(۱)	کمتر از۳	۳-۵	۵-۷	بیشتر از ۷
تعداد ماه‌های نیازمند سرمایش(۲)	کمتر از ۲	۲-۳	۳-۵	بیشتر از ۵

۱- تعداد ماه‌های نیازمند گرمایشی، ماه‌هایی هستند که میانگین دمای آن‌ها کمتر از ^{oC} ۱۲ باشد.

۲- تعداد ماه‌های نیازمند سرمایشی، ماه‌هایی هستند که میانگین دمای آن‌ها بیش از ^{oC} ۲۲ باشد.

جدول ۵- شاخص تناسب تعداد روزهای یخبندان در محدوده مطالعاتی (روز)

مطلوبیت / شاخص	بسیار مناسب	مناسب	مناسبت کم	نامناسب
تعداد روزهای یخبندان	کمتر از ۳۰	۳۰-۵۰	۵۰-۹۰	بیشتر از ۹۰

تعداد روزهای یخبندان

تعداد روزهای یخبندان به دلیل افزایش نیاز گرمایی گلخانه، مصرف سوخت، ریسک و هزینه بیشتر تولید ، به‌عنوان یک شاخص مهم در بررسی مطلوبیت مناطق تحت بررسی محسوب می‌گردد و مناطقی که تعداد روزهای یخبندان کمتری داشته باشند از امتیاز بالاتری برای این منظور برخوردار هستند. همان‌طور که در این لایه نیز مشاهده می‌گردد ، در قسمت غرب استان تعداد روزهای یخبندان بیشتر و در قسمت شرق کمتر است. به بیان دیگر، مناطق ساوه، زرندیه، دلیجان، محلات و قسمتی از آشتیان و اراک شرایط بهتری نسبت به شهرستان‌های غرب استان دارند.

میانگین سالیانه ساعات آفتابی

اگرچه در تحلیل شرایط اقلیمی مناسب برای احداث گلخانه، استفاده از تابش خورشید کاربرد بیشتری دارد، ولی پارامتر تعداد ساعات آفتابی برای محاسبات سایه‌اندازی و برآورد نیاز آبی محصول در مجتمع‌های گلخانه‌ای مورد نیاز می‌باشد زیرا در غیر این صورت گلخانه به نوردهی تکمیلی (مصنوعی) نیاز خواهد داشت. (حداقل ۵۰۰ تا ۵۵۰ ساعت آفتابی در سه ماهه آخر سال). در این خصوص نیز وضعیت نواحی شرق استان بهتر از غرب استان است.

سرعت و جهت باد غالب منطقه

سرعت و جهت باد غالب در میزان تبخیر، رطوبت نسبی، جابجایی توده‌های هوا، بارش، افزایش تبخیر، ذوب برف و همچنین تهویه گلخانه تأثیر دارد و هر یک از این موارد در جای خود مفید و در جایی مشکل‌ساز خواهند بود. سرعت باد پایه در روش FAO بر اساس ارتفاع ۲ متری از سطح زمین محاسبه می‌گردد. به‌منظور بررسی دقیق‌تر جهت و سرعت باد و بهره‌گیری از آن در طراحی سازه‌ها و ساختمان‌ها، آمار بلندمدت باد غالب و سریع‌ترین بادهای منطقه (میانگین ماهیانه) و همچنین ارائه شدت و مدت وزش باد (سریع‌ترین بادها) در هر سال ضروری است. در این مطالعه ، سرعت باد غالب استان به‌عنوان یک شاخص در نظر گرفته شده است.

جدول ٦- شاخص تناسب مناطق مورد مطالعه به لحاظ وضعیت وزش باد (متربرثانیه)

مطلوبیت / شاخص	خیلی مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
سرعت سریع‌ترین باد	کمتر از ٦	٦-١٥	١٦-٢١	بیشتر از ٢١
سرعت بادهای غالب	کمتر از ۲	۳-۵	۵-۷	بیشتر از ۷

لایه کیفیت آب

پایداری تولید در تمام بخش‌های کشاورزی به پایداری منابع آب بستگی دارد و این موضوع در کشت محصولات گلخانه‌ای که با سرمایه‌گذاری بسیار بالایی راه‌اندازی می‌گردند از اهمیت بیشتری برخوردار است (Papasolomontos *et al.*, 2013). بر همین اساس

پراکنش منابع آب (چاه ، قنات ، چشـــمه‌ها و رودخلنه‌ها) تهیه گردید که برای احداث گلخلنه در درجه اول چاه‌ها و سپس قنات‌ها موردنظر هستند.

در پارامترهای کیفی آب، مواردی از قبیل EC، pH و SAR اهمیـت بیشـــتری دارنـد کـه در رده‌بنـدی کیفی آب در طبقه‌بندی به روش ویلکوکس مورد اسـتفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه به طور عمومی از شاخص E.C آب استفاده گردیده اسـت. در لایه به‌دسـت‌آمده همان‌طور که مشـاهده می‌گردد نقاط زرد تا قرمز از آب با کیفیت نامناســب‌تری نسـبت به نواحی سـبز رنگ برخوردارند که بیشـتر آب‌های شور در حومه زرندیه، اطراف ساوه، قسمت‌هایی از دلیجان و محلات و قسمتی از شهرستان‌های اراک، آشتیان و تفرش متمرکز هستند. از نقطه نظر کمی نیز نقشه آبدهی منابع آب زیرزمینی اعم از چاه‌ها ،چشـمه و قنات‌ها به صـورت یک لایه جداگانه بر اساس شاخص مربوطه پهنه‌بندی گردید.

جدول ۷- شاخص تناسب کیفیت منابع آب مورد نظر

مطلوبیت / شاخص		بسیار مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	مناسبت کم
PH		٥/٥ تا ٦/٥	٦/٥-٦/٨	٦/٨-٧	٧-٧/٨
EC	کشت بدون خاک	کمتر از ٧٥٠	٧٥٠-١٠٠٠	١٠٠٠-١٥٠٠	١٥٠٠-٢٠٠٠
	کشت خاکی	کمتر از ١٠٠٠	١٠٠٠-١٥٠٠	١٥٠٠-٢٠٠٠	٢٠٠٠-٢٥٠٠
SAR		٣	٣-٥	٥-١٠	١٠-١٥

جدول ۸- شاخص تناسب کمیت منابع آب مورد نظر

مطلوبیت / شاخص	بسیار مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
مقدار دبی آب زیرزمینی قابل‌برداشت بر حسب لیتر در ثانیه	بیش از ٨٠	٤٠-٨٠	٢٠-٤٠	کمتر از ٢٠

لایه توپوگرافی

در این قسـمت بر اسـاس نقشـه‌های رقومی توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ابتدا در محیط GIS نقشـــه مدل رقومی ارتفاعی اسـتان تهیه گردید و سـپس نقشـه‌های شـیب و هیپسومتری (طبقات ارتفاعی) استان تهیه گردید.

شیب

به‌طور کلی احداث گلخانه در اراضی دارای شیب بالای ۲٪ مسـئله‌دار بوده و می‌بایسـت تسـطیح اولیه صـورت گیرد. همچنین انجام عملیات تراس‌بندی اراضی دارای شیب زیاد نیز با محدودیت‌هایی از جمله خطر ریزش یا رانش، نشـت زه‌آب و ســـایـه‌انـدازی دیواره تراس‌هـای بـالاتر روی گلخانـه‌هـایی کـه در تراس پـایین‌تر قرار می‌گیرنـد، روبرو خواهـد بود. ضـــمن آن کـه انجام عملیات خاک‌برداری و خاک‌ریزی در این اراضـی مسـتلزم هزینه‌های فراوان اسـت. بنابراین اجرای پروژه‌های گلخانه‌ای در این شـیب نمی‌تواند از مطلوبیت بالایی برخوردار باشـــد. افزایش درجه شـــیب باعث افزایش فرسایش و درنتیجه کاهش عمق خاک خواهد شـد. در لایه به‌دسـت‌آمده برای شـیب نیز ملاحظه می‌گردد که بخش قابل‌توجهی از اراضی استان دارای شیب نامناسب هسـتند (نواحی قرمز رنگ) و نواحی سبز رنگ و زرد رنگ از شرایط بهتری برخوردارند.

جدول ۹- شاخص تناسب شیب برای احداث مجتمع گلخانه‌ای (درصد)

مطلوبیت / شاخص	بسیار مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
شیب زمین	کمتر از ۲	۲-٤	٤-٦	بیشتر از٦

ارتفاع از سطح دریا

ارتفاع از سطح دریا و تأثیراتی که این موضوع بر شرایط اقلیمی منطقه خواهد داشت می‌تواند به‌عنوان یکی از فاکتورهای مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای مطرح گردد. طبق قوانین شناخته شده فیزیک جو، به ازای یک کیلومتر افزایش ارتفاع در حدود ۷ درجه سانتی‌گراد از دمای محیط کاسته می‌شود. لذا می‌توان تصور نمود که اختلاف ارتفاعی برابر با ۵۷۰۰ متر می‌تواند تفاوت دمایی در حدود ۳۹ درجه سانتی‌گراد ایجاد نماید. بررسی به‌عمل‌آمده نشان می‌دهد نرمال سالیانه دما در نقاط کم‌فراز جنوبی کشور به بیش از ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد درصورتی‌که در مرتفع‌ترین نقاط کشور، مقدار این پارامتر به کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد تنزل می‌یابد. تأثیر ارتفاع بر اقلیم هر منطقه منحصر به دمای محل نیست بلکه پارامترهایی چون تشعشع دریافتی زمین، دامنه نوسان دما و بارندگی تحت تأثیر ارتفاع محل قرار می‌گیرند. در پهنه‌بندی اولیه بر اساس نقشه مدل رقومی ارتفاع، طبقات ارتفاعی استان در چهار گروه مطابق با شاخص تناسب ارتفاع از سطح دریا برای احداث مجتمع‌های گلخانه‌ای قرار گرفت.

جدول ۱۰- شاخص ارتفاع از سطح دریا (متر)

مطلوبیت / شاخص	بسیار مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
ارتفاع از سطح دریا	کمتر از ۱۵۰۰	۱۵۵۰ تا ۱۸۵۰	۱۹۰۰ تا ۲٤۵۰	بیشتر از ۲۵۰۰

جدول ۱۱- شاخص تناسب عمق خاک (سانتی‌متر)

مطلوبیت / شاخص	بسیار مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
عمق خاک	۹۰و بیشتر	۴۰-۹۰	۲۰-۴۰	کمتر از ۲۰

جدول ۱۲- شاخص تناسب میزان و مقدار سنگریزه در افق سطحی خاک

میزان سنگریزه	طبقات تناسب
اراضی بدون سنگریزه یا کمتر از ۱درصد	خیلی مناسب
اراضی با مختصری سنگریزه یا سنگ	مناسب
اراضی با سنگریزه متوسط تا۳٪	نسبتاً مناسب
اراضی سنگ‌دار با مقدار ۳ تا ۱۵درصد	مناسبت کم
اراضی با بیش از ۱۵٪ سنگ	نامناسب

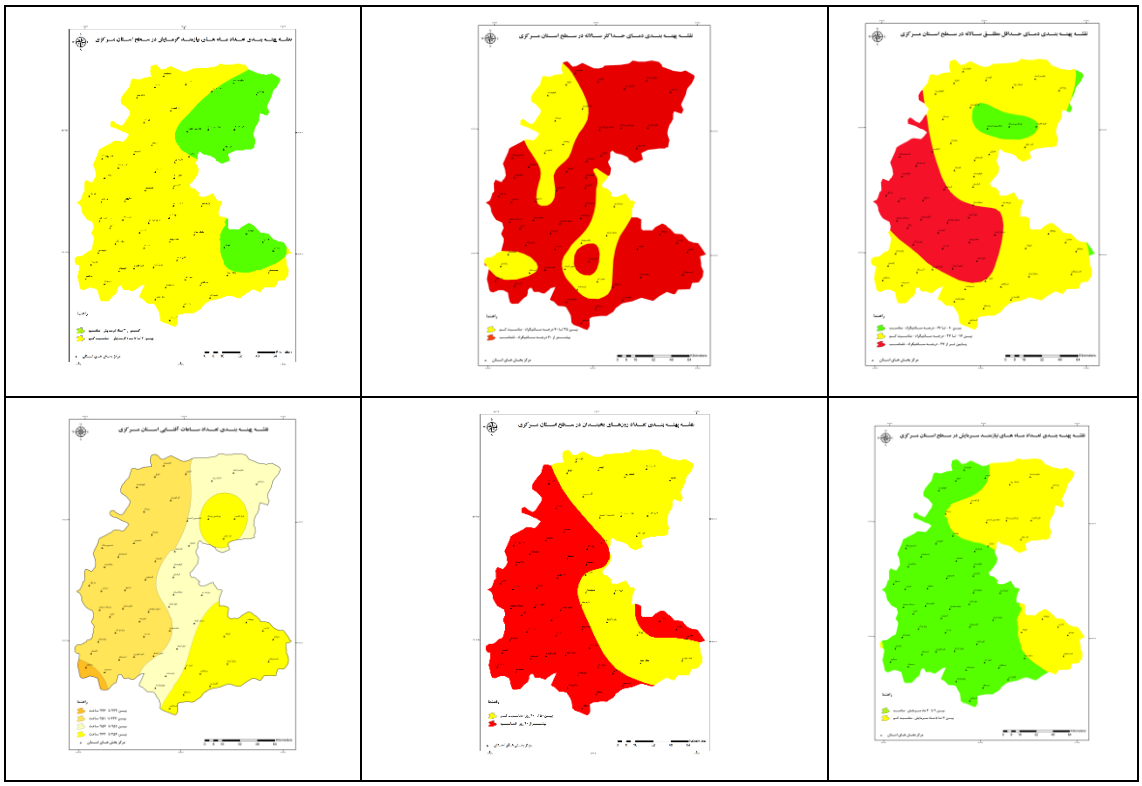
لایه خاک‌شناسی

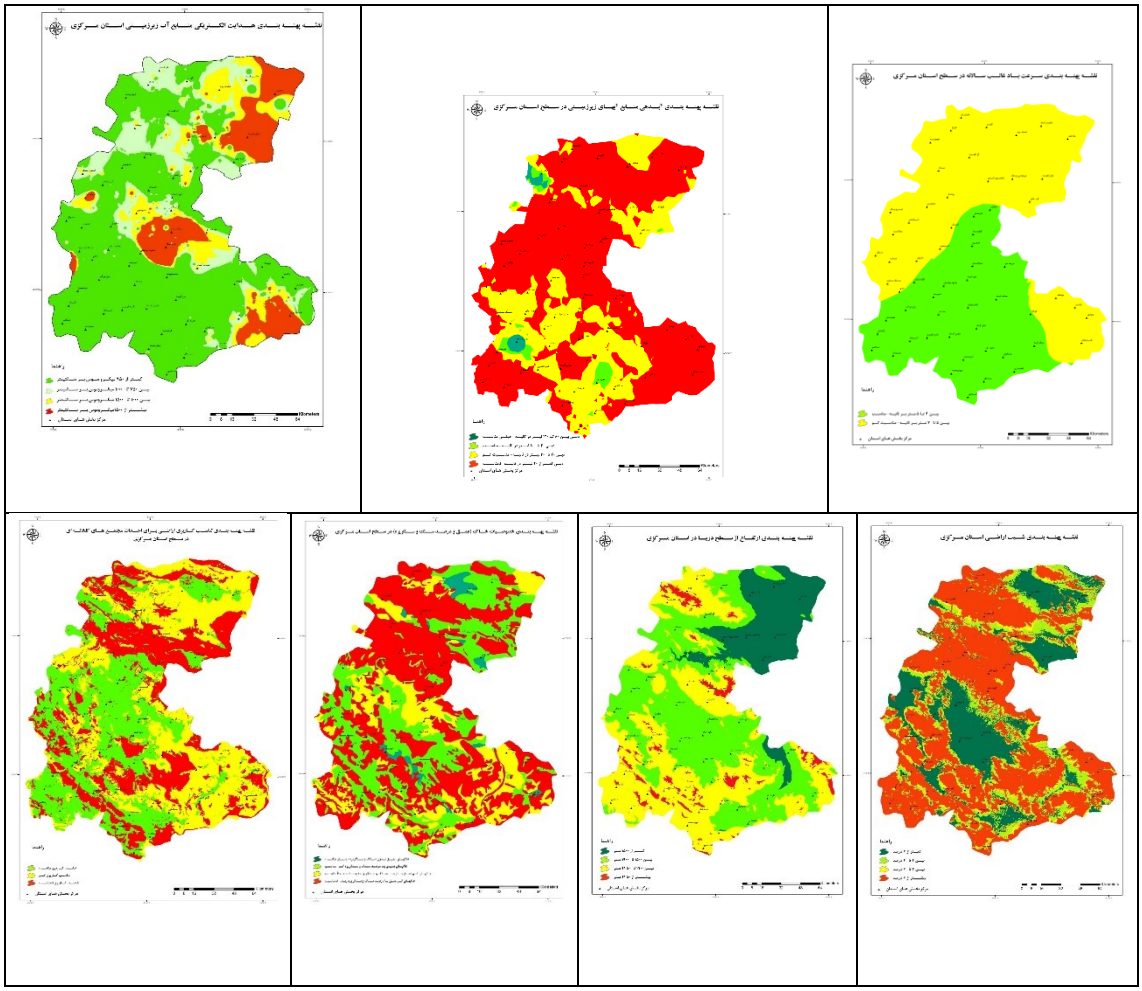
بررسی‌های خاک‌شناسی برای ایجاد مجتمع‌های گلخانه‌ای به لحاظ برخی ویژگی‌های کشت بدون خاک (از جمله سرمایه اولیه و جاری زیاد، نیاز به دانش فنی و کافی،

ناهمخوانی با تولید برخی محصولات کشاورزی) از ضروریات می‌باشد. در این قسمت با توجه به نقشه تیپ اراضی استان و بررسی خصوصیات خاک‌شناسی واحدها از نظر عمق خاک و درصد سنگ و سنگریزه در خاک سطحی لایه‌های اطلاعاتی این قسمت تکمیل گردید.

لایه کاربری اراضی و مالکیت

کاربری اراضی به‌عنوان یکی دیگر از شاخص‌های مهم در مکان‌یابی گلخانه مطرح است و می‌توان بر اساس قابلیت کاربری اراضی نسبت به تناسب آن برای احداث مجتمع پیش‌بینی‌های لازم را ارائه داد. در این تحقیق اراضی بر اساس آبی زار ، دیم‌زار ، مراتع و سایر کاربری‌ها تقسیم‌بندی شده‌اند که بر این اساس اراضی آبی زار به‌عنوان اراضی بدون محدودیت، اراضی دیم با محدودیت متوسط، مراتع با محدودیت بالا و سایر کاربری‌ها نیز غیرقابل‌استفاده تلقی می‌گردند. همان‌طور که در لایه مربوطه ملاحظه می‌گردد نزدیک به ۷۰٪ اراضی استان به‌عنوان مراتع و سایر کاربری‌ها و مابقی به صورت آبی زار و دیم زار هستند. بر اساس شاخص‌های مالکیت اراضی و دیگر خصوصیات مختلف، نقشه کاربری اراضی استان تهیه گردید و سپس بر اساس شاخص‌های مربوطه دیگر لایه‌های اطلاعاتی از آن استخراج گردید. در شکل ۵ نقشه ۱۳ لایه اطلاعاتی بر اساس شاخص‌های تعریف شده که به عنوان معیارهای موثر در مکان‌یابی مجتمع‌های گلخانه‌ای تعیین شده، آورده شده است.





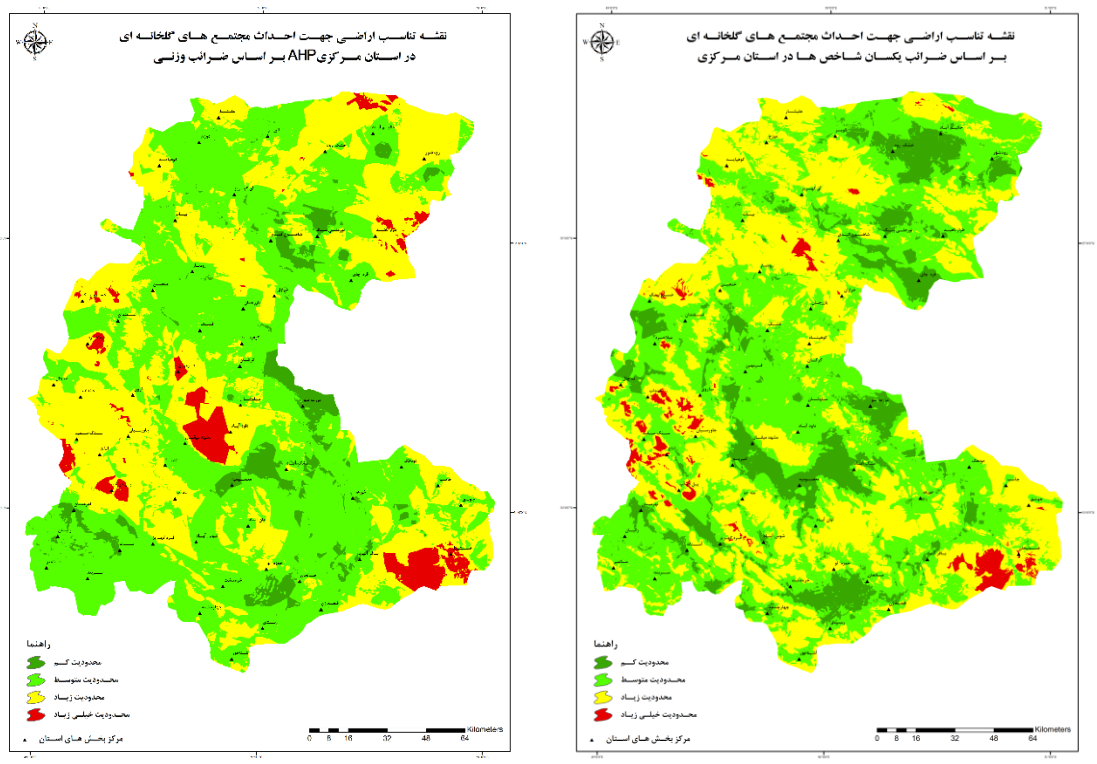
شکل ۵- نقشه لایه‌های اطلاعاتی بر اساس شاخص‌های تعیین شده در سطح استان مرکزی

نحوه محاسبه اوزان لایه‌های اطلاعاتی

برای محاسبه اوزان از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی پرسشنامه‌ای بر اساس روش پیشنهادی ساعتی تهیه شد و با تشکیل ماتریس مقایسات زوجی اهمیت نسبی هر پارامتر به دست آمد. این پرسشنامه توسط کارشناسان مختلف تکمیل شد. در نهایت با در نظر گرفتن نظرات تمام کارشناسان ماتریس‌های مقایسه زوجی کامل شد و وزن هر معیار با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice به دست آمد. ماتریس‌های مقایسات زوجی که در پرسشنامه طراحی شده بود ، در نرم‌افزار ExpertChoice وارد و در نهایت اوزان نهایی معیارها محاسبه گردید.

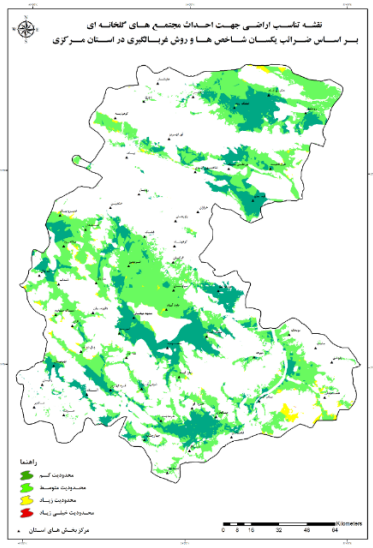
تلفیق و پهنه‌بندی نهایی

پس از انجام مقایسه و محاسبه وزن‌های لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، باید اوزان به‌دست‌آمده در هر لایه اطلاعاتی مربوط به خود ضرب شوند و سپس با هم تلفیق شوند. برای تلفیق لایه‌های اطلاعاتی از دستور Weighted Sum در نرم‌افزار Arc GIS استفاده شد. همچنین یک‌بار لایه‌های اطلاعاتی بدون در نظر گرفتن اوزان تعیین شده و فقط با توجه به تقسیم‌بندی که بر اساس شاخص‌ها برای آن‌ها لحاظ شده بود باهم تلفیق شدند که نتایج حاصل از این دو روش در شکل ٦ آورده شده است.



شکل ٦- نتایج تلفیق لایه‌های اطلاعاتی بر اساس روش AHP و ضرایب یکسان

سپس مناطق با محدودیت بالا از نقشه‌های حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی حذف شد و نقشه نهایی ارائه گردید. در این نقشه شیب‌های بالای ٦ درصد از کل نقشه حذف گردید. همچنین تیپ اراضی کوه، تپه و اراضی مسکونی، دریاچه‌ها و سایر تیپ‌هایی که محدودیت فیزیکی بسیار بالایی داشته از نقشه حذف گردید. و نقشه نهایی همگن با ویژگی‌های مناسب ارائه گردید. به طور کلی استان مرکزی به سه پهنه با عنوان محدودیت بالا، محدودیت متوسط و محدودیت کم تقسیم شد (شکل ۷). مساحت و درصد مساحت اراضی با محدودیت‌های مختلف در سطح استان مرکزی جهت احداث مجتمع گلخانه‌ای به تفکیک شهرستان‌ها در جدول ۱۳ ارائه شده است.

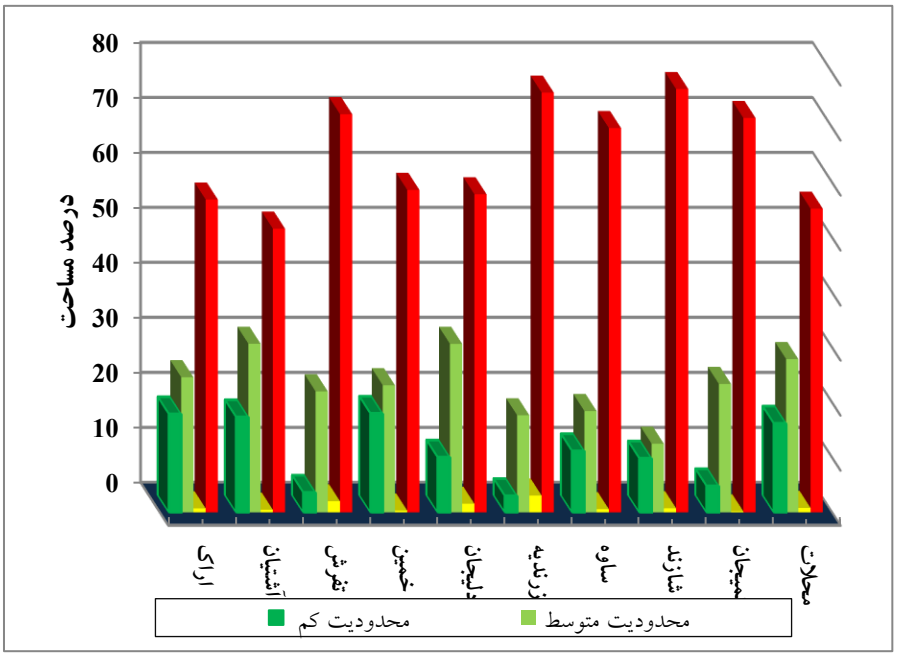


شکل ۷- نقشه تناسب اراضی جهت احداث مجتمع گلخانه‌ای در سطح استان مرکزی بر اساس روش غربالگری

اگر قرار باشد درصد اراضی شهرستان‌های مختلف را با ٤ محدودیت (محدودیت کم، محدودیت متوسط، محدودیت زیاد و محدودیت خیلی زیاد) جهت احداث مجتمع گلخانه‌ای تقسیم شود نتایج را می‌توان مانند شکل شماره ۸ ارائه کرد.

جدول ۱۳- مساحت و درصد مساحت اراضی با محدودیت‌های مختلف در سطح استان مرکزی جهت احداث مجتمع گلخانه‌ای

شهرستان	مساحت کل شهرستان (هکتار)	مساحت اراضی جهت احداث مجتمع گلخانه‌ای					
		محدودیت زیاد		محدودیت متوسط		محدودیت کم	
		هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
اراک	۵۵۰.۰۰۰	٤.۰۰۰	۰/۷۳	۱۳۵.۰۷۵	۲٤/۵٦	۹۸.۲۰۰	۱۷/۸۵
آشتیان	۱۲۸.۷۷۵	٦۲۵	۰/٤۹	۳۹.٤۵۰	۳۰/٦۳	۲۲.۳۰۰	۱۷/۳۲
دلیجان	۲۲۱.۰۷۵	٤.٤۷۵	۲/۰۲	٤۸.٦۰۰	۲۱/۹۸	۷.۹۷۵	۳/٦۱
خمین	۲۳۷.۲۷۵	۸۰۰	۰/۳٤	۵٤.۸۰۰	۲۳/۱۰	٤۲.٦۰۰	۱۷/۹۵
کمیجان	۱٦۷.۵۲۵	۲.٦۲۵	۱/۵۷	۵۱.۳۰۰	۳۰/٦۲	۱٦.۷۵۰	۱۰
محلات	۲۰٦.٤۰۰	٦.۳۲۵	۳/۰٦	۳٦.٤۰۰	۱۷/٦٤	٦.۱۷۵	۲/۹۹
ساوه	٤۵۱.۸۰۰	۲.٦۵۰	۰/۵۹	۸۳.۱۷۵	۱۸/٤۱	۵۰.۳۲۵	۱۱/۱٤
شازند	۲٦۷.۳۲۵	۲.۰۲۵	۰/۷٦	۳۳.۳۲۵	۱۲/٤۷	۲٦.۲۵۰	۹/۸۲
تفرش	۲۷۱.۷۲۵	۵۲۵	۰/۱۹	٦۳.٤۰۰	۲۳/۳۳	۱۲.۹۷۵	٤/۷۸
زرندیه	٤۱۲.۵۵۰	۳.۳۲۵	۰/۸۱	۱۱٤.۸۷۵	۲۷/۸۵	٦٦.٦۵۰	۱٦/۱٦
کل استان	۲.۹۱٤.٤۵۰	۲۷.۳۷۵	۰/۹٤	٦٦۰.٤۰۰	۲۲/٦٦	۳۵۰.۲۰۰	۱۲/۰۲



شکل ۸- نموداردرصد اراضی با چهار محدودیت جهت احداث مجتمع گلخانه‌ای در سطح شهرستان‌های مختلف استان مرکزی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه سعی گردید با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی و استفاده از شاخص‌های مناسب، پهنه‌های

مناسب جهت احداث مجتمع‌های گلخانه‌ای معرفی شود. لازم به یادآوری است که نتایج مطالعه در فاز اجمالی بوده و جهت اجرایی شدن نتایج، مطالعات تفصیلی در مکان‌های معرفی شده ضروری می‌باشد.

قابل ذکر است که بر اساس شاخص‌های بین‌المللی و منابع تحقیقاتی، در استان مرکزی به لحاظ محدودیت در شاخص‌های اقلیمی و غیر اقلیمی و تاثیرپذیری این شاخص‌ها اراضی بسیار مناسب برای احداث گلخانه وجود ندارد و عملاً آنچه باقی می‌ماند مناطق دارای محدودیت کم، متوسط و زیاد می‌باشد که در نقشه نهایی ارائه گردیده است. لذا پس از بررسی‌های انجام شده در خصوص روش ارزیابی، دقت داده‌ها، بازدیدهای میدانی، غربال‌گری، تجربیات گذشته در زمینه مکان‌یابی گلخانه‌ها و دسترسی نواحی به امکانات زیربنایی و بازار نقشه نهایی تهیه شده است. در این نقشه کل محدوده استان در سه گروه با محدودیت کم، متوسط و زیاد برای احداث مجتمع‌ها تقسیم شده است. در مرحله آخر جهت دست‌یابی به یک نقشه قابل اعتماد مدل تلفیق شاخص‌ها با ضرایب یکسان مد نظر قرار گرفت و بر اساس روش غربالگری نقشه نهایی ارائه گردیده است. در این نقشه شیب‌های بالای ٦ درصد، تیپ اراضی کوه، تپه و اراضی مسکونی، دریاچه‌ها و سایر تیپ‌هایی که محدودیت فیزیکی بسیار بالایی داشته حذف شده‌اند و نقشه نهایی همگن با ویژگی‌های مناسب ارائه شده است.

بر اساس نقشه غربالگری شده میتوان اظهار کرد که حدوده ۱۲ درصد اراضی استان با محدودیت کمی برای احداث مجتمعهای گلخانه ای دارند. این مساحت از اولویت اول برای سرمایه گذاری برخوردار است که در نقشه نهایی با رنگ سبز پر رنگ مشخص شده است. در حدود ۲۲ درصد اراضی استان با محدودیت متوسط و بقیه اراضی برای احداث مجتمع گلخانهای تقریبا نامناسب تشخیص داده شده است.

در صورتی که محل‌های انتخاب شده نهایی برای احداث گلخانه نزدیک به محیط‌های شهری باشد، بررسی آلودگی‌های ناشی از محیط‌های شهری بر روی محل گلخانه ضروری است. همچنین پیشنهاد می‌شود وضعیت آبراهه‌های نزدیک به محل گلخانه به دقت بررسی شود. نزدیکی به راه‌های حمل و نقل می‌تواند یکی از پارامترهای اصلی برای انتخاب گزینه نهایی برای احداث مجتمع گلخانه‌ای باشد.

منابع

1. Akinci, H., Ozalp, A. Y., & Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 71-82. DOI:10.1016/j.compag.2013.07.006.
2. Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. Logistics Information Management, 16(6), 382-394. DOI: 10.1108/09576050310503367
3. Ghodsipour, S. H. (2000). *The Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Amirkabir University of Technology Press. (In Persian)
4. Golden, B. L., Wasil, E. A., & Harker, P. T. (1989). *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*. Springer-Verlag Berlin. DOI: 10.1007/978-3-642-50244-6
5. Hawley, J. R., & Shikaze, K. H. (1971). The problem of acid mine drainage in Ontario. *Canadian Mining Journal*, 92(6).
6. Hossain, M. S., & Das, N. G. (2010). GIS-based multi-criteria evaluation to land suitability modelling for giant prawn (Macrobrachium rosenbergii) farming in Companigonj Upazila of Noakhali, Bangladesh. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(1), 172-186. DOI: 10.1016/j.compag.2009.10.003
7. Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16(6), 382-394. DOI: 10.1108/09576050310503367
8. Kalayci, U., & Ozer, U. (2016). Selection of site-specific vibration equation by using analytic hierarchy process in a quarry. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 50-59.
9. Kimball, S. (2010). *Favourability map of British Columbia geothermal resources*. (Ph.D. dissertation). University of British Columbia, Vancouver, Canada. Link: UBC Library Handle
10. Kipp, J. A. (2004). *Optimal climate regions in Mexico for greenhouse crop production*. Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Rapport GTB-1024.
11. Kontos, T. D., Komilis, D. P., & Halvadakis, C. P. (2003). Siting MSW landfills on Lesvos Island with a GIS-based methodology. *Waste Management & Research*, 21(3), 262-278. DOI: 10.1177/0734242X0302100310
12. Mahdipour, F., & Saadi Mesgari, M. (2006). A model for location selection based on multi-criteria decision-making methods in GIS. *Proceedings of the Geomatics Conference*. Tehran, Iran. (In Persian)

13. Mendas, A., & Delali, A. (2012). Integration of Multi-Criteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. *Computers and Electronics in Agriculture*, 83, 117-126. DOI: 10.1016/j.compag.2012.02.003
14. Mishra, A. K., Deep, S., & Choudhary, A. (2015). Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 18(2), 181-193. DOI: 10.1016/j.ejrs.2015.06.005
15. Nelson, P. V. (1985). *Greenhouse operation and management*. Prentice Hall, New Jersey, USA.
16. Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176. DOI: 10.1016/0270-0255(87)90473-8
17. Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281. DOI: 10.1016/0022-2496(77)90033-5
18. Saaty, T. L., & Alexander, J. M. (1989). *Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Approach*. Praeger Publishers.
19. Sheng, C. H., Shun, L. G., Feng, Y. Y., & Zhou, S. (2010). Comprehensive Evaluation of Tobacco Ecological Suitability of Henan Province Based on GIS. *Agricultural Sciences in China*, 9(4), 583-592. DOI: 10.1016/S1671-2927(09)60132-7
20. Yamani, M., & Alizadeh, S. (2015). Optimal location selection for municipal solid waste landfill in Hashtgerd region using AHP and GIS. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 24(96), 93-107. (In Persian)
21. Zhang, J., Su, Y., Wu, J., & Liang, H. (2015). GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 114, 201-211. DOI: 10.1016/j.compag.2015.04.004