

# مکان یابی اقلیمی کشت سیب در شهرستان سمیرم با استفاده از مدل‌های سلسله مراتبی (AHP)، بولین و انواع روش‌های مدل فازی در محیط GIS

شهریار خالدی: دانشیار اقلیم‌شناسی، عضو هیئت علمی دانشگاه شهیدبهبشتی  
اعظم محمدی: دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه شهیدبهبشتی  
محمد کرمی: کارشناس ارشد جغرافیا، مسئول GIS شهرداری شاهین‌شهر

## چکیده

شهرستان سمیرم با دارا بودن حدود ۱۲٪ اراضی کشاورزی استان اصفهان و قرار دادن ۹۰٪ این اراضی به کشت سیب جایگاه ویژه‌ای در کشور داراست. کشت بی‌رویه این اراضی و به تبع آن مخاطرات طبیعی، محدودیت‌های کشت، معضلات و تهدیدات زیست‌محیطی بوجود آمده ما را بر آن داشت تا با مطالعه و شناسایی مناطق بهینه از نظر اقلیمی و توان‌های محیطی، بهترین مناطق را برای کشت سیب شناسایی نماییم. هدف اصلی این پژوهش عبارتند از: الف- شناسایی مهم‌ترین معیارهای اقلیمی و محیطی کشت سیب در شهرستان. ب- مکان‌یابی مناطق مناسب کشت سیب در شهرستان سمیرم با استفاده از تکنولوژی GIS شناسایی معیارها، استفاده از نرم‌افزارهای Arc GIS و Edrisi، تحلیل AHP، ترکیب لایه‌ها و استفاده از منطق‌های بولین و فازی در حالت‌های مختلف، روند کلی کار را نشان می‌نماید. با توجه به اهداف نتایج زیر به دست آمد: در مکان‌یابی کشت سیب در شهرستان سمیرم با توجه به تنوع و فراوانی پارامترهای اقلیمی و محیطی در منطقه مورد مطالعه، اکثر محدوده مکان‌یابی شده که در روش‌های مختلف دارای اکثر این پارامترها می‌باشند که یک مزیت عمده به حساب می‌آید. بهترین نتیجه در منطق فازی، در حالت ریسک کم و دارای توازن بهترین روش شناخته شد. پس از این، روش WLC مطلوب به نظر می‌رسد که طبق این نقشه‌ها بهترین مکان‌های کشت سیب در شهرستان سمیرم در کوهپایه‌های دنا در جنوب شهرستان می‌باشد به دلیل اینکه هوای سرد به وجود آمده از بلندی‌ها به طرف سرازیری‌ها و شیارها و چاله‌ها حرکت می‌کند از کشت سیب در چاله‌ها و دره‌ها باید جلوگیری کرد

کلید واژه‌ها: سیب، سمیرم، مکان‌یابی، Arc GIS، OWA

## مقدمه

شهرستان سمیرم از جمله مناطق منحصر به فرد می‌باشد که سالیانه ۳۰۰ هزار تن سیب تولید می‌نماید. کشت درخت سیب در این شهرستان به صورت سنتی و در محدوده و مساحت کل شهرستان انجام می‌پذیرد، در صورتی که این شهرستان از جمله مناطقی می‌باشد که دارای مراتع در جه ۱ و ۲ می‌باشد. از آنجا که در سال‌های اخیر بدلیل صرفه اقتصادی زیادی که کشت سیب در این منطقه داشته اکثر اراضی شهرستان اعم از مراتع و مناطق آسیب‌پذیر به کشت سیب اختصاص یافته است که خود باعث برهم‌زدن تعادل زیست‌محیطی در شهرستان شده است در صورتی که قسمت‌هایی از منطقه دارای شرایط مناسب برای کشت سیب نمی‌باشند. مطالعه پارامترهای اقلیمی در ارتباط با نیازهای هر محصول این امکان را فراهم می‌کند تا ارزیابی صحیحی از منابع اقلیم کشاورزی منطقه مورد مطالعه داشته باشیم و مناسب‌ترین محصولات کشاورزی برای این پارامترهای جوی مشخص شوند. در این مطالعه سعی بر آن داشته‌ایم با استفاده از نرم‌افزار GIS و تحلیل‌های حاصل از آن و استفاده از منطق‌های ریاضی بکار برده شده در علم مکان‌یابی، مستعدترین مناطق شهرستان برای کشت سیب شناسایی و معرفی گردند.

## (۱) مواد و روش‌ها

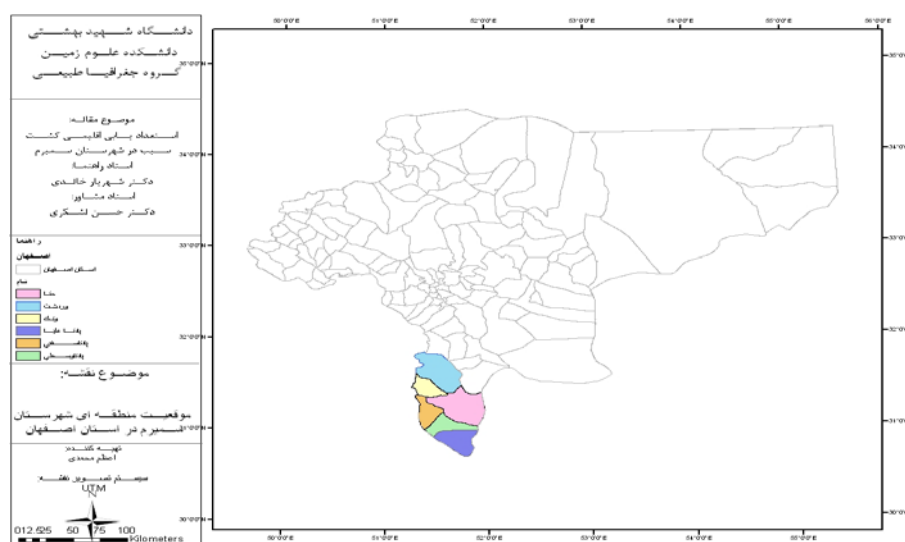
### (۱-۱) منطقه مورد مطالعه

شهرستان سمیرم با مساحت ۵۲۲۴ کیلومتر مربع در جنوب غربی استان اصفهان مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۲

دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی، با ارتفاع متوسط ۲۴۰۰ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی ۳۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر، در جنوب غربی و غرب کشور با مرز طبیعی رشته کوه‌های دنا محدود می‌شود. بیشتر بارندگی منطقه در ۷ ماه از سال از آبان ماه تا اردیبهشت سال بعد به صورت برف و باران است، تغییرات بارندگی در سطح منطقه به ارتفاع و فاصله از کانون‌های پربارش کوهستانی وابسته است، چنانکه در ارتفاعات شمالی میزان بارندگی سالیانه بین ۳۵۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر، در شرق بین ۳۱۰ تا ۴۱۰ و در مغرب بین ۳۱۰ تا ۴۳۰ میلی‌متر متغیر است. حداکثر بارندگی سالیانه در ارتفاعات جنوبی به میزان ۴۵۰ میلی‌متر و حداقل در نفاط پست شرقی به میزان ۲۹۰ میلی‌متر می‌باشد.

با توجه به اینکه نواحی جنوب و جنوب غربی منطقه (بخش پادنا) مرتفع‌ترند میزان بارندگی آن در بعضی نقاط به ۶۰۰ میلی‌متر هم می‌رسد و میانگین متوسط بارندگی شهرستان در دراز مدت ۳۷۷ میلی‌متر می‌باشد و بالاترین میزان بارندگی سالیانه که تاکنون گزارش شده مربوط به سال زراعی ۸۰-۸۱ بوده که رقم جالب توجه ۸۲۷ میلی‌متر را نشان می‌دهد. از لحاظ توزیع فصل بارندگی پربارش‌ترین فصل زمستان می‌باشد که ۴۷ درصد کل بارندگی را شامل می‌شود. سالیانه حدود ۱۶۵ کیلو کالری بر سانتیمتر مربع نتیجه تابش آفتاب در شهرستان سمیرم است که حداکثر در ماه‌های تیر، مرداد و حداقل در آذر و دی‌ماه می‌تابد، ضمن اینکه متوسط سالیانه پوشش ابر در منطقه ۷۶/۱ اکتادو می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان بین ۱۲۵ تا ۱۴۲ روز در سال متغیر بوده که از مهرماه شروع شده و تا اواخر اردیبهشت ادامه می‌یابد. اولین سرما در اثر یخبندان در اواخر مهر و آخرین سرما توأمأ در اثر یخبندان انتقالی

و تشعشی در اواخر فروردین ماه اتفاق می‌افتد. بادهای عمومی در منطقه سمیرم در جهت جنوب غرب غالب هستند و زش باد در فصل بهار پرتلاطم و در فصل پاییز آرام‌ترند، حداکثر سرعت باد در منطقه به ۳۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد.

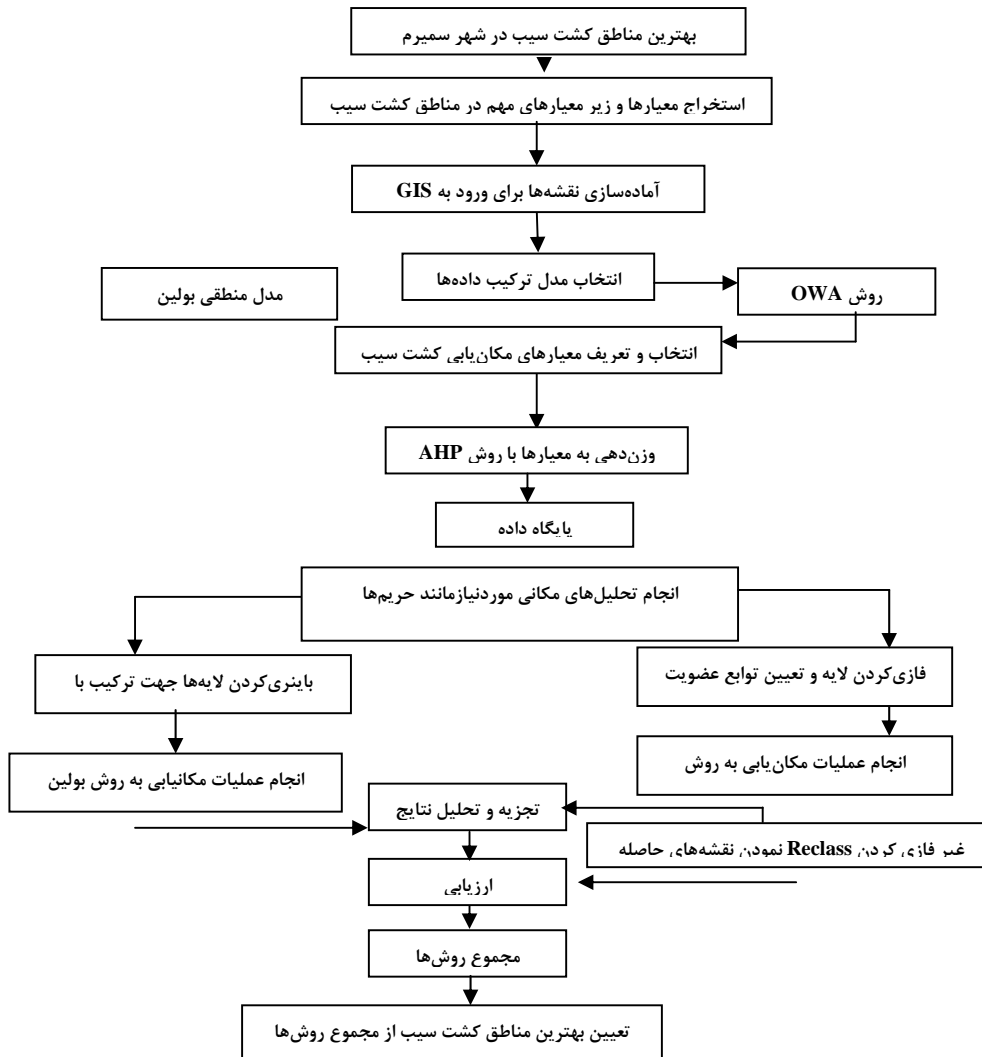


نقشه شماره (۱) موقعیت منطقه مطالعاتی

## ۲) داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده

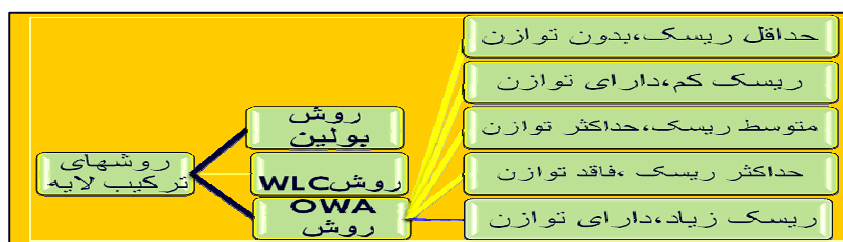
برای تعیین مناطق مناسب کشت سیب بعد از تعیین معیارهای موثر در آن، ابتدا باید لایه‌های مورد نیاز از پایین‌ترین سطح در محیط نرم‌افزارهای مورد نیاز تهیه

نمود. برای این پژوهش، لایه‌های موردنیاز در محیط نرم‌افزاری ArcGIS فراهم گردید و سپس تعیین کلاس و فرایند موردنیاز اعمال گشت و سپس در محیط نرم‌افزاری



نمودار (۱) فلوجارت انجام کار در این پژوهش

EDRISI به تحلیل AHP و مقایسه لایه‌ها (دو به دو) صورت گرفت و در نهایت نقاط مناسب برای کشت سیب مشخص گردید. یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های GIS که آن را به عنوان یک سیستم ویژه و انحصاری مجزا می‌کند، قابلیت تلفیق داده‌ها جهت مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه‌سرزمین است. چرا که در نتیجه تلفیق و ترکیب معیارها، بهترین نقطه جهت استقرار مرکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود. جهت ترکیب معیارها روش‌های متفاوتی وجود دارد که موارد مورداستفاده در این مقاله به قرار زیر می‌باشد.



### ۳) فرایند سلسله مراتبی تحلیلی

سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند، هرچند یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد.

### ۳-۱) مقایسه دوتایی

پس از رسم نمودار AHP و عوامل تاثیرگذار در مکان‌یابی، جدول مقایسات دوتایی برای سطوح مختلف ایجاد گشت. در این مطالعه با توجه به پرسش‌نامه‌ها، نظریات کارشناسان و محققان، همچنین مردم و استفاده از منابع، طرح‌های انجام شده و با توجه به نظرات و تجربیات نگارنده، به طبق جدول زیر (جدول شماره ۱) وزن‌دهی معیارها پرداخته شده است.

جدول شماره (۱) وزن دهی معیارها

معیارها	دما	بارش	بافت خاک	عمق خاک	شیب	واحد اراضی	فاصله از رودخانه	وزن برداری (وزن ویژه)
دما	۱	۲	۲	۳	۴	۵	۶	۰.۳۱
بارش	۱/۲	۱	۲	۵	۶	۷	۶	۰.۲۲
بافت خاک	۱/۳	۱/۳	۱	۳	۴	۶	۴	۰.۱۵
عمق خاک	۱/۴	۱/۴	۱/۲	۱	۲	۴	۲	۰.۱۱
شیب	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۲	۱	۲	۲	۰.۰۹۵
واحد اراضی	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱/۴	۱/۲	۱	۱	۰.۰۶۵
فاصله از رودخانه	۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۲	۱/۲	۱	1	۰.۰۵
								مجموع ۱

اهمیت نسبی حاصل از مقایسات دوتایی در محیط نرم‌افزار Edrisi وارد شده و بردار وزن معیارهای موثر در مکان‌یابی استخراج شده است؛ که به همراه CR یا

نسبت سازگاری مقایسات دوتایی در اینجا آورده شده است، در صورت بیشتربودن نسبت سازگاری از ۰/۱ بایستی که در تصمیم‌گیری‌ها تجدیدنظر شود.

#### ۴) اعمال وزن‌ها

پس از انجام مقایسات دوتایی و تشکیل ماتریس‌های مقایسه و استخراج وزن‌های نهایی، بایستی وزن‌های حاصله در لایه‌های اطلاعاتی اعمال شوند تا در ترکیب لایه‌ها در مرحله بعد مورد استفاده قرار گیرند.

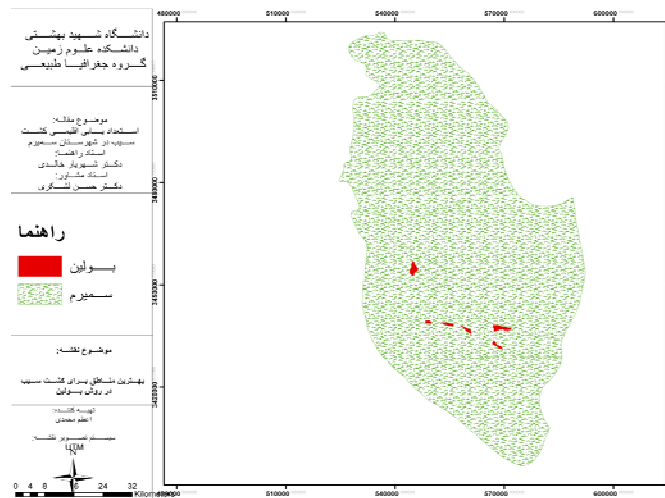
#### ۵) ترکیب لایه‌ها

در این بخش به ترکیب اطلاعات بحث شده با استفاده از روش‌های مختلف پرداخته می‌شود. برای ارزیابی انواع روش‌های ترکیب، نیاز به تست آنها در مناطقی به صورت اجرایی می‌باشد (بازدید محلی و ارزیابی منطقه موردانتخاب). جهت تعیین منطقه مطالعاتی، بایستی به این نکته توجه کرد تا مناطقی موردتست قرارگیرند که با توجه به پراکندگی معیارها دارای حداکثر شرایط و تنوع معیارها باشد. در روند کاری موجود، انواع روش‌های ترکیب لایه‌ها در این پژوهش را مورد بازبینی قرار می‌دهیم.

#### ۵-۱) روش بولین

در این روش از وزن‌های حاصله به صورت غیرمستقیم استفاده شد. بدین‌صورت که از معیارهایی استفاده شده است که تأثیر بیشتری در مکان‌یابی کشت سیب داشته باشند و به عبارت دیگر وزن آنها بیشتر باشد. حداقل مساحت موردنیاز برای مکان‌یابی در تمامی ترکیب‌های لایه را ۵۰ هکتار در نظر می‌گیریم. معیارها و ضوابط قرار داده شده برای تلفیق لایه‌ها در منطق بولین به صورت زیر می‌باشد.

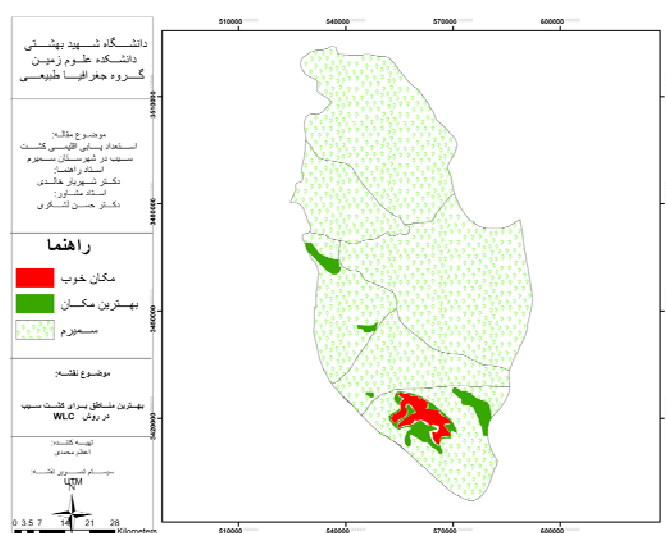
- \*- دما: به دلیل اینکه یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کشت سیب دمای کمتر از ۳۵ درجه در تابستان می‌باشد در این پژوهش میانگین دمای تابستان را برای لایه دما گرفته‌ایم از ۳۵ درجه کمتر ارزش یک گرفته‌اند.
- \*- بارش میانگین بارش سالانه بالاتر از ۳۲۰ میلیمتر باشد.
- \*- شیب از ۵-۴۵ درصد برای این منطقه مناسب دانسته شد.
- \*- بافت سبک تا متوسط و همچنین عمق خاک عمیق تا نیمه‌عمیق مناسب دانسته شد.
- \*- فاصله از رودخانه ۷۰۰ متر باشد.



شکل شماره (۲) نقشه حاصل از منطق بولین

### ۵-۲) ترکیب خطی وزنی (WLC)

اساس این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی می‌باشد. روش WLC براساس داده‌های فازی عمل می‌کند. از ویژگی مهم این روش برقراری توازن کامل بین فاکتورها است. بدین معنی که جواب‌های حاصل از این روش مابین عملگرهای OR و AND است که نشانگر آن است که نتایج حاصل نه فاقد ریسک است نه کاملاً دارای ریسک. در تحقیق با توجه به شرایط موجود تمامی نقاط بدست آمده از این روش دارای مطلوبیت بالای ۲۰۰ می‌باشد. نقشه زیر این محدوده‌ها را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۳) نقشه نقشه حاصل از WLC

### ۳-۵) میانگین وزنی درجه‌ای (OWA)

این روش مانند WLC از فاکتورهایی که به صورت مقیاس پیوسته و استاندارد شده‌اند و از وزن‌ها مطابق اهمیت آنها استفاده می‌شود. با این تفاوت که در این روش از مجموعه دیگری از وزن‌ها با نام وزن درجه‌ای استفاده می‌شود. وزن درجه‌ای این اجازه را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد تا معیارهایی را که از نظر او در مکان‌یابی اهمیت بیشتری دارند، با همان اهمیت در مکان‌یابی تأثیر دهد. انواع روش‌های تلفیق لایه در روش OWA در سه حالت مختلف آن را در زیر شاهد هستیم.

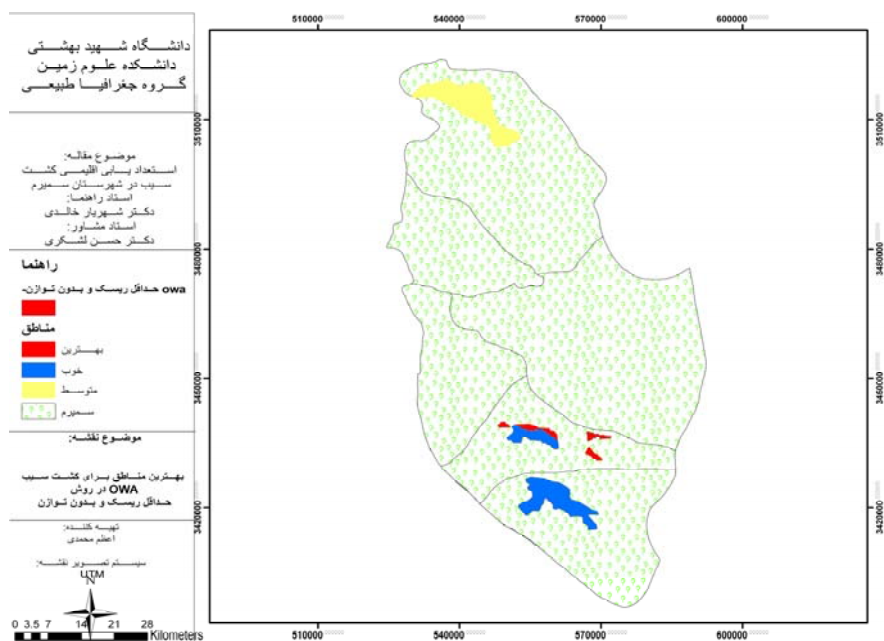
#### ۳-۵-۱) حداقل ریسک و بدون در نظر گرفتن توازن

در این روش به معیار دما که مؤثرترین معیار تحقیق است، حداکثر اولویت داده شده است. بدین معنی که ۱۰۰ درصد وزن‌های درجه‌ای به این معیار داده می‌شود. در واقع در این روش ترکیب لایه‌ها مانند روش بولین و با استفاده از عملگر AND می‌باشد. در این روش به معیار با اهمیت بیشتر وزن درجه‌ای بیشتر و به معیار با اهمیت کمتر وزن درجه‌ای کمتر داده شد. تأثیر معیارها و وزن درجه‌ای آنها در دو حالت مختلف در جدول (شماره ۲) زیر بیان شده است.

جدول شماره (۲) وزن‌های درجه‌ای داده شده به معیارها در حالت حداقل ریسک بدون

#### توازن

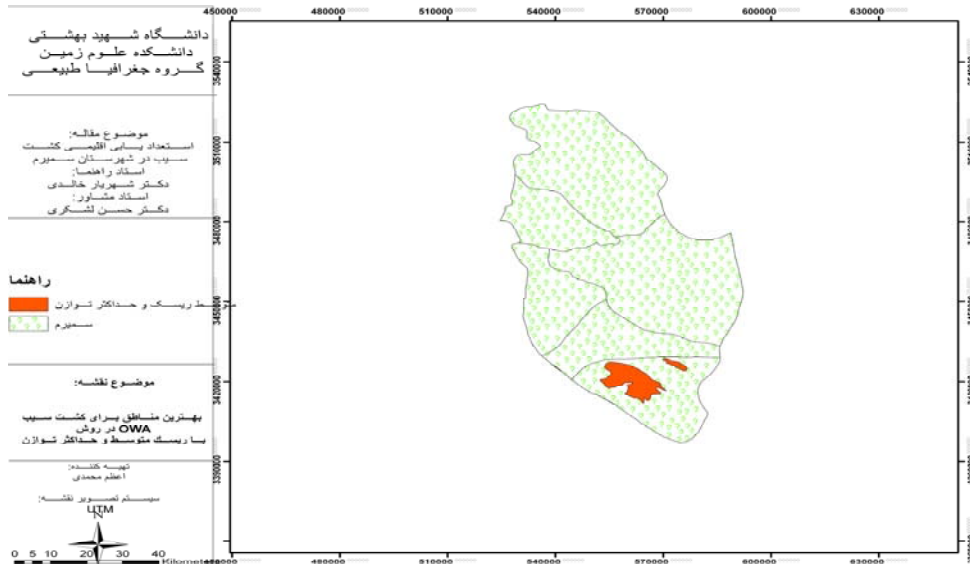
معیارها	دما	بارش	بافت خاک	عمق خاک	شیب	واحد اراضی	فاصله از رودخانه
رتبه‌بندی معیارها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
وزن‌های درجه‌ای معیارها	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰



نقشه شماره (۴) حاصل از روش حداقل ریسک بدون توازن

### ۵-۳-۲) متوسط ریسک و حداکثر توازن

در این حالت به تمامی معیارها با اهمیت‌های مختلف وزن درجه‌ای یکسان داده شده و به رتبه‌بندی آنها توجهی نشده است. مثلاً دما و واحد اراضی، وزن درجه‌ای یکسان گرفته‌اند چنانکه در جدول زیر نشان داده شده است. در نقشه زیر هم مکان مناسب را فقط در جنوب شهرستان نشان می‌دهد.



نقشه شماره (۵) مطلوبیت کشت سیب با ریسک متوسط و حداکثر توازن

جدول شماره (۳)

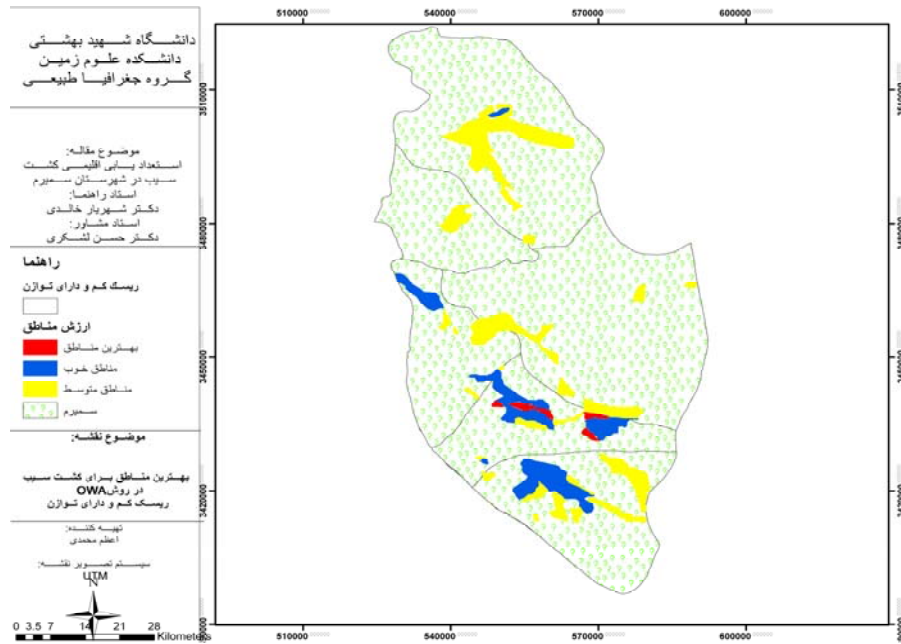
معیارها	دما	بارش	بافت خاک	عمق خاک	شیب	واحد اراضی	فاصله از رودخانه
رتبه‌بندی معیارها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
وزن‌های درجه‌ای معیارها	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲

### ریسک کم دارای توازن

در این روش به معیار با اهمیت بیشتر وزن درجه‌ای بیشتر و به معیار با اهمیت کمتر وزن درجه‌ای کمتر داده شد. در این حالت به معیار دما و بارش، اولویت بیشتر و به سایر معیارها اولویت کمتری داده شد. بدین معنی که در نظرسنجی از کارشناسان مشخص شد که در مکان‌یابی معیارهای اولی بیش از ۸۰ درصد اهمیت و سایر معیارها در حدود ۲۰ درصد اهمیت را دارند. نحوه تأثیر معیارها و وزن درجه‌ای آنها در دو حالت مختلف در جداول زیر بیان شده است.

جدول شماره (۴)

معیارها	دما	بارش	بافت خاک	عمق خاک	شیب	واحد اراضی	فاصله از رودخانه
رتبه‌بندی معیارها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
وزن‌های درجه‌ای معیارها	۰,۵	۰,۲۵	۰,۱۲۵	۰,۰۲۵	۰,۰۵۲۵	۰,۰۳	۰,۰۱۷۵

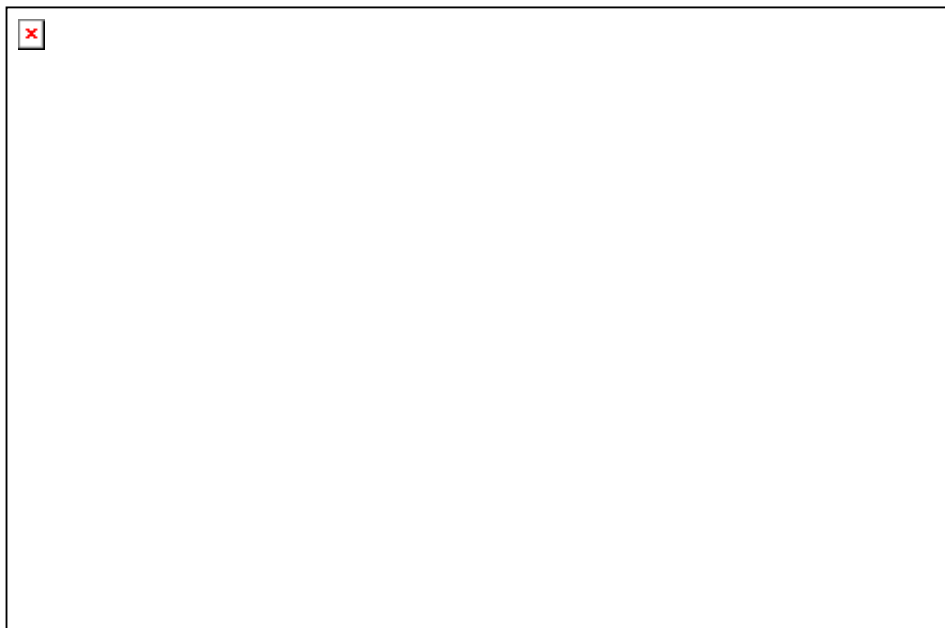


نقشه شماره ۶) نقشه ریسک کم دارای توازن

محدوده‌های به دست آمده در این روش نسبت به دو روش قبلی بیشتر می‌باشد ولی در این روش هم منطقه جنوبی شهرستان وجود دارد که نشانگر مستعدبودن این منطقه است.

### نتیجه‌گیری

- هدف از هر مطالعه مکان‌یابی تعیین مناطق بهینه است که معیارها با بیشترین تأثیر در آن لحاظ شده باشد پس از تعیین وزن معیارها و تهیه مدل، لایه‌های اطلاعاتی تشکیل شده با روش‌های مختلف ترکیب لایه‌ها، وزن‌دهی چندگانه و منطق فازی ترکیب شدند که در این تحقیق تأکید ما استفاده از مدل‌های فازی بخصوص روش OWA بوده و از حالت‌های رتبه‌بندی مختلف آن در مکان‌یابی بهینه استفاده گردید.
- در مکان‌یابی کشت سیب در شهرستان سمیرم با توجه به تنوع و فراوانی پارامترهای اقلیمی و محیطی در منطقه مورد مطالعه، اکثر محدوده مکان‌یابی شده که در روش‌های مختلف دارای اکثر این پارامترها می‌باشند که یک مزیت عمده به حساب می‌آید.
- بهترین نتیجه در منطق فازی، در حالت ریسک کم و دارای توازن بهترین روش شناخته شد. پس از این، روش WLC مطلوب به نظر می‌رسد که طبق این نقشه‌ها بهترین مکان‌های کشت سیب در شهرستان سمیرم در کوهپایه‌های دنا در جنوب شهرستان می‌باشد به دلیل اینکه هوای سرد به وجود آمده از بلندی‌ها به طرف سرازیری‌ها و شیارها و چاله‌ها حرکت می‌کند از کشت سیب در چاله‌ها و دره‌ها باید جلوگیری کرد.



نقشه شماره (۷) بهترین مناطق برای کشت سیب در شهرستان سمیرم

## منابع

۱. افشاری، احمد. ۱۳۷۱. سیب و مسائل آن در سمیرم، اداره کشاورزی شهرستان سمیرم.
۲. آذرشب، عدنان. ۱۳۶۱. نشریه مطالعات و ارزیابی و منابع اراضی مناطق سمیرم، شماره ۳، ص ۸.
۳. آذر، عادل؛ حسینی، فرامرز. ۱۳۷۷. منطق فازی و کاربرد آن در مسأله مدیریت بهره‌برداری از مخزن، فصلنامه مدرس علوم انسانی، ش ۶،
۴. انصاری، حسین. ۱۳۸۲. پایش و پهنه‌بندی خشکسالی با استفاده از منطق فازی و GIS. رساله دکترا دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس،
۵. کوانتا، مهندسین مشاور. ۱۳۷۳. عوامل هواشناسی و آب و هواشناسی و تاثیر آنها بر روی تولیدات کشاورزی، سازمان هواشناسی کشور،
۶. - نصوحی، غلام‌حسین. ۱۳۷۹. کاربرد هواشناسی در کشاورزی مدیریت آموزش و ترویج استان اصفهان،
۷. قهرودی تالی، منیژه. ۱۳۸۴. سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی در محیط سه بعدی GIS. تربیت معلم،