



شناسایی مکانهای مستعد برای کشت ارگانیک با استفاده از روش های ، ترکیب خطی وزنی، میانگین وزنی مرتب شده و بولین

کیوان عزی مند^{۱*}، یاسمون اسدی^۲، مینا معصومی^۳، دکتر نجمه نیسانی سامانی^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران
- ۴- استاد پارگروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران

چکیده :

افزایش سطح آگاهی مصرف کنندگان محصولات کشاورزی درخصوص تاثیرات سوء مواد شیمیایی موجود بر سلامتی و ایجاد بیماری های حاد و مزمن، اشتیاق مصرف کنندگان را به کشاورزی ارگانیک افزایش داده است.با افزایش سطح آگاهی ها، بازارهای ارگانیک محصولات کشاورزی رشد قابل توجهی را شاهد بوده اند. کشاورزی ارگانیک فرآیندی است که هدف آن تنها تولید محصولات سالم جهت تغذیه انسان نیست، بلکه در پی ارتقای سلامت و بهره وری جوامع وابسته به خاک، آب، گیاهان، جانوران و انسانهاست. هدف پژوهش حاضر شناسایی مکان های مستعد برای کشاورزی ارگانیک با استفاده از مدل های مختلف به کمک G IS و مقایسه این مدلها است. بدین منظور معیارهایی مانند شبکه زهکشی، خاک، ژئولوژی (سازندهای زمین شناسی)، جاده و شبیب زمین مورد استفاده قرار گرفت. سیستم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی G IS می توانند نقشی اساسی در شناسایی مناطق مناسب برای توسعه کشت ارگانیک به شیوه های ساده فراهم نمایند. این مطالعه کارایی و قابلیت مدل های هم پوشانی وزنی را برای تجزیه و تحلیل مناطق مستعد کشت ارگانیک بیان می کند. نتایج حاصل از روش های به کار گرفته شده با بازدیدهای میدانی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نقشه های حاصل از این تحقیق نشان می دهد مدل های ترکیب خطی وزنی و میانگین وزنی مرتب شده دقت بالاتری نسبت به روش بولین داشته است. پس از انجام تمامی محاسبات برای هر یک از این مدل ها، نقشه نهایی این مدل ها در سه طبقه خوب، متوسط و ضعیف از نظر میزان تناسب زمین تقسیم بندی شد.

واژه های کلیدی : کشاورزی ارگانیک، مدل تصمیم گیری چند معیاره، ترکیب خطی وزنی میانگین وزنی مرتب شده، بولین

۱- مقدمه

صرف فراوان انواع سموم و کودهای شیمیایی چه از لحاظ تاثیر برسلامت مصرف کنندگان محصولات کشاورزی و غذایی و چه از لحاظ تبعات زیست محیطی از قبیل آلودگی آب های زیر زمینی و بر هم زدن تعادل زیستی، روز به روز مورد تردید جدی قرار می گیرد. با توجه به افزایش مصرف کود و آفت کش هایی که پیامد آنها زوال باروری خاک، سلامتی و آلودگی هوا، آب، و غذا است. امروزه رویکرد جهانی به سمت کشاورزی ارگانیک است. در این سیستم از کشاورزی که احتمالا برگرفته از کشاورزی سنتی باشد، سعی بر این است تا از نهاده هایی که منشا شیمیایی دارند استفاده نشود.

تاثیر نامطلوب و اثرات باقیمانده مصرف انواع کودهای شیمیایی و سموم، هورمونها و... در تولیدات غذایی در کشورهای صنعتی پیشرفته موجب شده است، کشاورزی در جهتی کاملا متضاد با روش مدرن تحول یابد و آن جلوگیری از مصرف هرگونه مواد شیمیایی یا نهاده مصنوع انسان در تولیدات و پخش محصولات زراعی و باغی و دامی است. این کشاورزی به کشاورزی ارگانیک موسوم است و در کشورهای مختلف به نامهای گوناگون همچون کشاورزی بیولوژیکی، کشاورزی پایدار و کشاورزی با مصرف کم مواد شیمیایی نامیده می شود. آگاهی جوامع به اینی غذایی و حفاظت محیط زیست وسلامتی جوامع می تواند از طریق تحقیق و برنامه ریزی دقیق کشاورزی ارگانیک حاصل گردد، تا نسلهای آینده بتوانند از شرایط مناسب بهداشت وسلامتی برخودار گردند. تخریب محیط زیست، تهدید منابع طبیعی، بهم خوردن تعادلهای اکو سیستمی، گازهای گلخانه ای، مرگ بیولوژیک خاک، فرسایش های شیمیایی، آلودگی های صنعتی و شیمیایی زباله ها، ظهور آفات و عوامل مقاوم جدید از آسیب های نظام کشاورزی فشرده به طبیعت ومحیط زیست است.

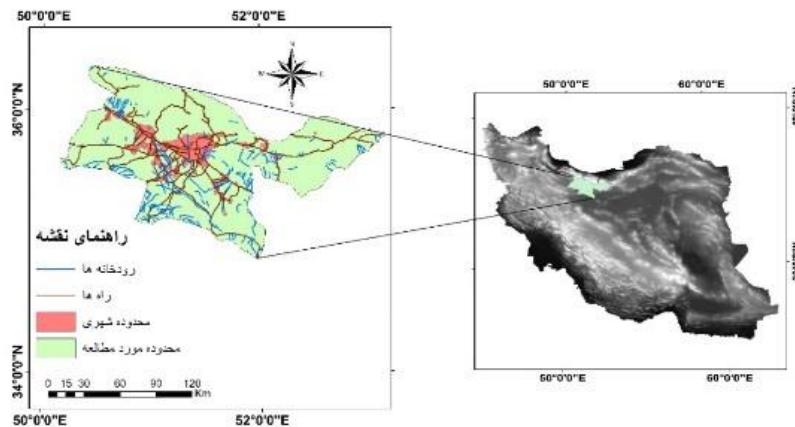
در رابطه با کشاورزی ارگانیک مطالعاتی انجام گرفته است که به برخی از این مطالعات در بخش زیر اشاره می کنیم. رانگ و گرات(۲۰۰۴) در مقاله ای تحت عنوان تجزیه و تحلیل GIS^۱ بر غلظت کربن عالی خاک در علفزارهای جنوب شرق ایراند به بررسی و مقایسه میزان کربن عالی خاک در ۲ منطقه برای تغییرات کاربری و ایجاد کشت ارگانیک پرداخت [۱]. میشرا و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله ای تحت عنوان شناسایی مکانهای های مناسب برای کشاورزی ارگانیک با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و GIS به شناسایی مناطق مناسب دولتی در منطقه اوتا را کند، برای توسعه کشاورزی ارگانیک پرداختند و این مطالعه نشان دهنده اثر فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تجزیه و تحلیل مکانهای مناسب کشت ارگانیک در منطقه مورد مطالعه بود [۲] در کشور ما نیز نوروزی و شهbarsی (۱۳۸۹) در مقاله ای تحت عنوان نقش ترویج در توسعه کشاورزی ارگانیک (زیستی) در روستاهای کشور به بررسی نتایج زیانبار روش های معمول در کشاورزی را بررسی کرده است و به اهمیت آموزش و ترویج در اجرایی کردن کشت ارگانیک پرداخته اند [۳].

۲- منطقه مورد مطالعه:

محدوده مورد مطالعه شامل استان البرز و استان تهران است که بین ۳۵ تا ۳۶,۳۰ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی^۲ واقع شده است که در شکل (۱) نشان داده شده است [۴]. این منطقه از شمال به استان مازندران و از جنوب به استان قم، از جنوب غربی به استان مرکزی ازغرب به استان قزوین و ازشرق به استان سمنان محدود است. جمعیت این محدوده ۱۴۸۳۰۴۱ نفر بوده است [۵]. منطقه مورد مطالعه از نظر ناحیه کشاورزی به دو بخش تقسیم می شود. بخشی از آن را نواحی کوهستانی با آب و هوای معتدل تشکیل می دهد از این بخش ها که

¹ Geographic Information System

نواحی شمالی است زمین به شدت ناهموار است. بخش دیگر این منطقه را نواحی کوهپایه ای و دشت ها در بر می گیرند که این بخش خاک و زمین مناسبی برای کشاورزی دارد.



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه

۳-روش شناسی تحقیق و داده های مورد استفاده

در این مطالعه به منظور شناسایی موقعیت های مکانی مستعد کشت ارگانیک بر اساس گروهی از شاخص ها و محدودیت ها انجام گرفت. در این مطالعه براساس میزان اهمیت ۵ شاخص مختلف انتخاب شدند و انتخاب شاخصهای مختلف براساس حداکثر محدودیت موثر بر بازه تولید کشت ارگانیک که شامل نوع خاک، ژئولوژی یا سازندهای زمین شناسی، شب منطقه، زهکشی و وجود جاده ها برای حمل و نقل بود.

شبی که در شکل (۲) نشان داده شده است یکی از پارامترهای مهم برای کشت ارگانیک است. زمین های دارای حداقل شبی بعنوان بهترین مکانها برای کشت هستند و با اهمیت بالا در نظر گرفته می شوند. حمل و نقل محصولات خام نیازمند شبکه ارتباطی گسترده ای از جاده هاست بنابراین زمینهای نزدیکتر به جاده ها از اهمیت ویژه ای برخوردارند و سبب حمل و نقل آسانتر محصولات می شوند شکل (۵). شبکه زهکشی (رودخانه ها) شاخص دیگری است که نزدیکی به آنها جهت آبیاری زمین ها برای کشت ارگانیک سیار حائز اهمیت است که در شکل (۶) نمایش داده شده است. همچنین نوع خاک و سازندهای زمین شناسی جهت کشت ارگانیک بسیار موثر است خاکهای آبرفتی به علت دارا بودن خاک رس و حفظ رطوبت بهترین مکان برای کشت ارگانیک محسوب می شوند. (شکل ۷ و ۸)

۳-۱-ایجاد نقشه های شاخص با استفاده از GIS :

جهت مکان یابی در سامانه اطلاعات جغرافیایی می باشد عوامل موثر معیارها و محدودیت ها بصورت لایه های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تحلیل قرار گیرند. در این مطالعه برای تهیه نقشه شبی زمین از مدل ارتفاعی زمین تهیه شده توسط سنجنده استر با دقیقت مکانی ۳۰ متر استفاده شده است. لایه رقومی سازندهای زمین شناسی استان تهران از سازمان زمین شناسی کشور تهیه شده است. همچنین لایه های اطلاعاتی راه ها و رودخانه ها و خاک شناسی نیز آماده سازی شده است. نقشه کاربری ها در قالب لایه رقومی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ نقشه پوشش زمین که از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ استخراج شده است نیز در این تحقیق استفاده شده است.

با توجه به اینکه فرآیند مکان یابی یک مسئله تصمیم گیری چند منظوره بوده می باشد در انتخاب نرم افزار این نکته را مورد نظر قرار داد که نرم افزار منتخب علاوه بر مدل وکتوری، مدل رستری را نیز مورد پشتیبانی قرار داده و علاوه بر

این موارد، قابلیت استفاده از قواعد تصمیم گیری چند منظوره را نیز داشته باشد. برای انجام فرایند مدل سازی از چندین مدل استفاده شده است که هر یک از این مدل‌ها به شرح زیر می‌باشند.

۲-۳- تعیین مقادیر (وزن‌ها) با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مرتبی^۱

در این روش وزن‌ها بیانگر ارزش نسبی هر شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد. مدل فرایند تحلیل سلسله مرتبی برای مقایسه شاخص‌ها باکارگرفته شد از این رو پیچیدگی تحلیل‌ها کاهش پیداکرد. با استفاده از ماتریس مقایسه زوجی، فرایند تحلیل سلسله مرتبی وزن هر شاخص را با بردار ویژه مربوط به بالاترین مقدار ماتریس محاسبه کرده و سپس مجموع مولفه‌ها را جهت یکنواختی نرم‌المل می‌کند.

با استفاده از مدل فرایند تحلیل سلسله مرتبی ماتریس مقایسه زوجی بر حسب مقیاس ۱ تا ۹ ایجاد شد که ۱ بیانگر ارزش برابر ۹ بیانگر اختلاف شدید بین دو شاخص است. ماتریس‌ها عموماً دارای خصوصیات متقابل، با بیان ریاضی هستند مثلاً مقایسه $n(n-1)/2$ برای تعداد n المان از ماتریس مقایسه زوجی استفاده شده است. هنگامی که ماتریس زوجی ایجاد شد روش بردارهای ویژه وزن نسبی ساعتی محاسبه شد. فرایند تحلیل سلسله مرتبی اختلافات تصمیم گیرندگان را شناسایی و محاسبه می‌کند. بازده فرایند تحلیل سلسله مرتبی بر اساس روابط یکنواختی اندازه گیری شده و طبق معادله زیر تخمین زده می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

روابط همسانی (یکنواختی) بیانگر میزان خطای ناشی از مدل تصمیم گیرنده و یا شاخص درجه سازگاری (تناسب) یا ناسازگاری (عدم تناسب) است و این احتمال را که ماتریس به طور تصادفی تولید شده باشد را نشان می‌دهد. CR به شاخص سازگاری CI و شاخص تصادفی RI وابسته است.

$$CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (2)$$

رابطه (۲) شاخص سازگاری را بیان می‌کند که در آن λ_{max} بزرگترین مقادیر ویژه ماتریس اصلی و n مرتبه ماتریس است. شاخص تصادفی میانگین نتایج شاخص‌های سازگاری وابسته به مرتبه ماتریس است (جدول (۱)). اگر $CR < 0.1$ باشد ماتریس مقایسه زوجی قابل قبول است و مقادیر وزنی معتبر خواهد بود [۶]

جدول ۱: شاخص‌های ناسازگاری تصادفی برای $N=10$

شماره	شاخص ناسازگاری
۱۰	۹
۹	۸
۸	۷
۷	۶
۶	۵
۵	۴
۴	۳
۳	۲
۲	۱
۱	

۳-۳- روش میانگین وزنی مرتب شده^۲

روشهای ارزیابی چندمعیاره در GIS معمولاً شامل مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی مکانی در قالب نقشه‌ها و لایه‌ها می‌باشند. اما مسئله‌ای که معمولاً در تصمیم گیری‌های مکانی به وجود می‌آید چگونگی ترکیب نقشه‌های معیار با مجموعه‌ای از مقادیر توصیفی (وزن‌ها) و همچنین اولویت‌های تصمیم گیرندگان است. تصمیم گیری‌های مکانی می‌باید منجر به انتخاب یک (یا چند) گزینه مکانی بشوند. هر کدام از این گزینه‌ها، ($i=1,2,\dots,m$)، با یک دسته مقادیر استاندارد سازی شده، (a_{ij}) توصیف می‌شوند. هر کدام از این گزینه‌ها، ($j=1,2,\dots,n$)، for $a_{ij} \in [0,1]$ برای مسئله ارزیابی چندمعیاره همچنین شامل مجموعه‌ای اولویت به عنوان وزن‌های معیار می‌شود: $w_j \in [0,1]$.

¹ Analytical Hierarchy Process (AHP)

² Ordered Weighted Averaging (OWA)

$j=1,2,\dots,n$. با داشتن لایه های نقشه و وزن های معیار، عملگر ترکیبی میانگین وزنی مرتب شده به محل سلول i مجموعه ای از وزن های ترکیبی $v=v_1,v_2,\dots,v_n$ ، اختصاص می دهد به طوری که برای هر $j=1,2,\dots,n$ داشته باشیم [7]:

$$\sum_{j=1}^n v_j = 1 , v_j \in [0,1] \quad \text{رابطه (3)}$$

عملگر ترکیبی میانگین وزنی مرتب شده به صورت زیر تعریف می شود[8]

$$OWA_i = \sum_{j=1}^n \frac{u_j v_j}{\sum_{j=1}^n u_j v_j} Z_{ij} \quad \text{رابطه (4)}$$

که در آن $Z_{i1} \geq Z_{i2} \geq \dots \geq Z_{in}$ ، با مرتب کردن مقادیر توصیفی $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$ به دست می آید و u_j همان وزن معیار است که بر اساس ترتیب Z_{ij} مرتب سازی شده است، همان طور که ملاحظه می شود در این روش از دو نوع وزن استفاده می شود: وزن های معیار و وزن های ترکیبی. وزن های معیار نشان دهنده اهمیت نسبی هر کدام از معیارهای ارزیابی هستند(لایه ها و نقشه ها). اما وزن های ترکیبی بر اساس موقعیت مکانی سلول های لایه ها و نقشه ها اختصاص دهی می شوند. بدین معنی که تمامی سلولهایی که در یک موقعیت در چند نقشه معیار قرار گرفته اند دارای وزن های ترکیبی یکسان خواهند بود. بنابراین در یک نقشه همه سلولها دارای یک وزن معیار مشترک هستند، اما وزن ترکیبی آنها متفاوت خواهد بود.

۳-۴-روش ترکیب خطی وزنی^۱

این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است. تحلیلگر یا تصمیم گیرنده مستقیما بر مبنای اهمیت نسبی هر معیار مورد بررسی، وزن هایی به معیارها می دهد. سپس از طریق ضرب کردن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، یک مقدار نهایی برای هر گزینه بدست می آید. پس از آنکه مقدار نهایی هر گزینه مشخص شد، گزینه هایی که بیشترین مقدار را داشته باشد، مناسبترین گزینه برای هدف مورد نظر خواهد بود. در این روش قاعده تصمیم گیری، مقدار هر گزینه را به وسیله رابطه زیر محاسبه می کند:

$$WLC = [(G_{X1} \times W_S) + (G_{X2} \times W_F) + (G_{Xm} \times W_m)] \quad \text{رابطه (5)}$$

در این روش می باشد مجموع وزنها برابر یک باشد، که در صورت عدم وجود چنین شرایطی باید در مرحله آخر، مقدار ترکیب خطی وزنی بر مجموع کل وزنها تقسیم گردد. در اینصورت خروجی عددی بین صفر و یک خواهد بود. البته از آنجا که بیشتر یا کمتر بودن مقدار خروجی می تواند دلیلی برای مناسبتر بودن یک گزینه باشد. روش ترکیب خطی وزنی می تواند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابلیت های همپوشانی این سیستم اجرا شود[9]

۳-۵-روش بولین

عملیات منطق بولین در تابع روی هم گذاری، بر پایه ای جبر بولین استوار است و معمولا برای تفکیک مناطقی کاربرد دارد که دارای مجموعه ای از شرایط و ویژگی های مورد نظر هستند[10]. روی هم گذاری لایه ها در منطق بولین، بر پایه چهار اصل منطقی است و نتایج به صورت یک نقشه ای بولین جدید ارائه می شود. مدل بولین، یک پرس و جوی چند شرطی است که روابط را بر اساس معیاری از عملیات منطقی XOR,AND, OR,NOT تعیین می کند. به گفته ای دیگر، ترکیب منطقی نقشه ها را به صورت صفر و یک (درست یا نادرست؛ بله یا خیر) نمایش می دهد که با عملکردهای شرطی، نتیجه به دست می آید. هر نقشه ای مورد استفاده، به عنوان شرطی از یک لایه از مدارک فرض می شود که آیا این معیار در مکان یابی صدق می کند یا خیر. این مدل دارای

¹ Weighted Linear Combination (WLC)

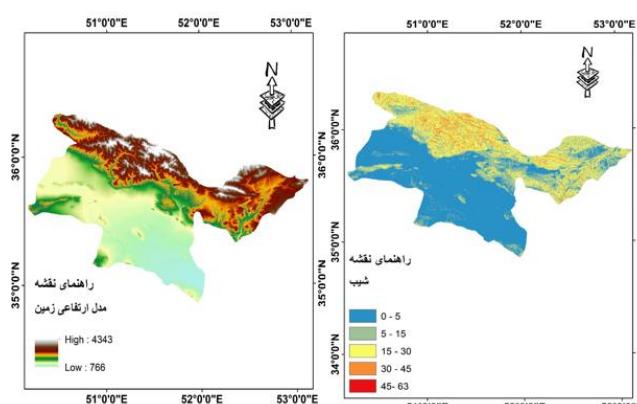
یک مجموعه است که تنها دو عنصر دارد و باید به هر یک از معیارهای ترکیب شونده اهمیت برابر داده شود. بنابراین برای انتخاب مکان، این محل یا مناسب است یا نامناسب و هیچ حالت دیگری ندارد.

۶-۳-استانداردسازی (طبقه بندی و همگن سازی)

تمامی شاخص‌ها بر حسب واحد‌های مختلف بودند به همین دلیل برای استفاده از مدل همپوشانی وزنی، باید واحدهای تمامی شاخص‌ها یکسان گردد از این رو نیاز به طبقه بندی دارند. طبقه بندی واحدها را یکنواخت و یکسان می‌کند. همه لایه‌های برداری نشان داده شده در شکل (۳) به تصویر تبدیل شده و سپس جهت ورودی به مدل همپوشانی وزنی طبقه بندی شدند و در نهایت به نقشه‌های مناسب تبدیل شدند. کشت ارگانیک نیازمند خاک خوب، زمین شناسی مناسب و سیستم زهکشی مناسب جهت آبیاری و همچنین وجود جاده‌ها جهت حمل و نقل آسان تولیدات است. از آنجا که منطقه مورد مطالعه دارای پستی و بلندی‌های زیاد است از این رو با استفاده از فرایند تصمیم‌گیری، زمین‌های مناسب جهت کشت ارگانیک انتخاب شدند. برای انتخاب مکان مناسب کشت ارگانیک تمامی شاخص‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همه شاخص‌ها در ۵ طبقه گروه بندی شدند. شاخص‌های زیر مجموعه نیز با مقیاس‌های ۱ تا ۵ ارزش گذاری شدند. بطوریکه ۱ به عنوان بالاترین ارزش و ۵ به عنوان کمترین ارزش (اهمیت) معرفی شدند (جدول (۲)).(شکلهای (۲) الی (۷))

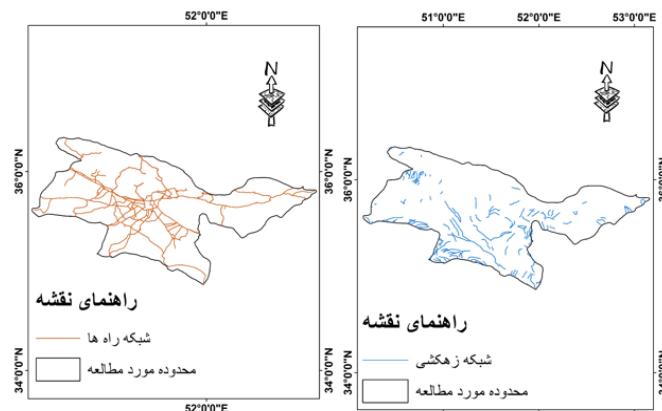
جدول ۲: شاخص‌های فرعی برای کشت ارگانیک

شاخص‌های زیرمجموعه					شاخص‌های اصلی
۵=ارزش خیلی پایین	۴=ارزش جزئی	۳=ارزش متوسط	۲=ارزش معنی دار	۱=بالاترین ارزش	
بیشتر از ۱۰	۱۰-۶	۶-۳	۳-۱	کمتر از ۱	جاده (Km)
بیشتر از ۱۰	۱۰-۶	۶-۳	۳-۱	کمتر از ۱	رودخانه‌ها (Km)
۶۳-۴۵	۴۵-۳۰	۳۰-۱۵	۱۵-۵	۵-۰	شیب (درجه)
سایر	خاک قرمز و زرد	خاک‌های کوهپایه‌ای	انتی سولهایا	آبرفتی	خاک
سایر	پلیستوسن	میون میانی	نئوپروتروزووییک	آبرفتی	زمین شناسی

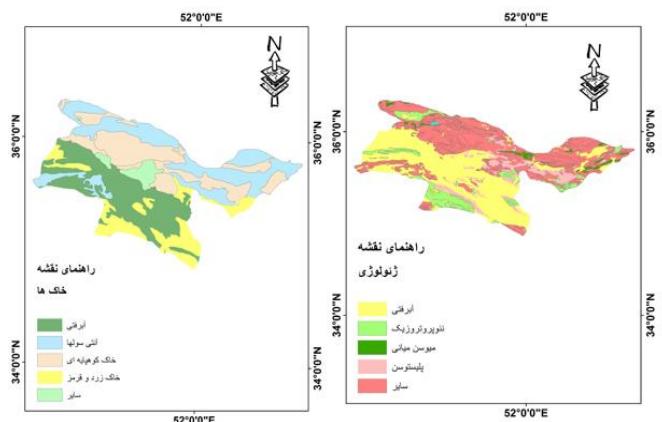


شکل ۳: نقشه مدل رقومی ارتفاع

شکل ۲: نقشه شیب منطقه



شکل ۴: نقشه شبکه زهکشی

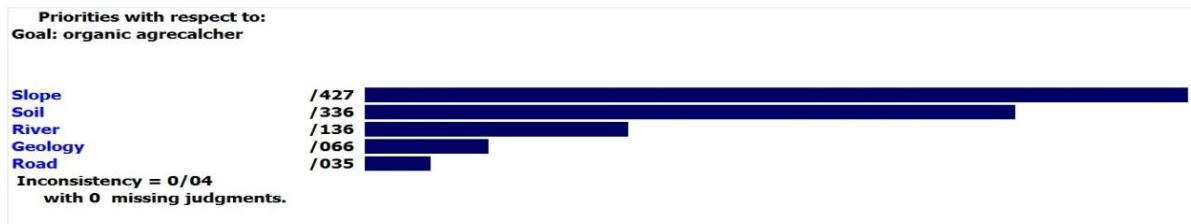


شکل ۷: نقشه خاک ها

۴-بحث

از ابزارهای فضایی برای شناسایی مکان های مستعد کشت ارگانیک با توجه به شاخص هایی از جمله کیفیت خاک، زمین شناسی، زهکشی خاک، توبوگرافی و ... استفاده می شود. این تکنیک ها می توانند به شناسایی و اولویت بندی مکان های بالقوه و مستعد کشت ارگانیک کمک کنند. از GIS به عنوان یک ابزار تصمیم گیر در تحلیل مکان های مستعد و یا فعالیت های توسعه ای استفاده شده است. نقشه های تناسب زمین و تحلیل های آن یکی از رایج ترین کاربردهای GIS است. ادغام GIS با روش های ارزیابی چند متغیره قابلیت و توانایی این روش ها را در تحلیل های مکانی آشکار می سازد. در این مطالعه تکنولوژی GIS برای تدوین نقشه شاخص های مختلف فرآیند سلسله مراتبی جهت ایجاد مدل مکان مناسب کشت ارگانیک استفاده شده است. در این تحقیق تحلیل چند معیاری GIS محور با استفاده از سه روش انجام می شود: پوشش بولین، ترکیب خطی وزنی، و میانگین وزنی مرتب شده (با درجه ریسک پذیری ۰.۵) بعلاوه، فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن معیار پیاده سازی گشت. به منظور بهره گیری از مدل های تصمیم گیری چند معیاره لازم است ابتدا معیارها و شاخص های مورد نیاز و البته موجود و اجرایی شناسایی و داده های لازم (نقشه ها و اطلاعات توصیفی) تهیه و آماده شوند. پس از تهیه اطلاعات با استفاده از بسته نرم افزاری Spatial Analyst در ArcGIS از قالب (Shape) به ساختار رستری برای به کارگیری در مدلها ارزشگذاری شدند. برای محاسبه وزن شاخص ها از نرم افزار اکسپرت چویس استفاده شده است. نتایج این تحلیل و ضریب هریک از معیارها برای تهیه نقشه تناسب زمین برای کشت ارگانیک در شکل (۸) نشان داده شده است.

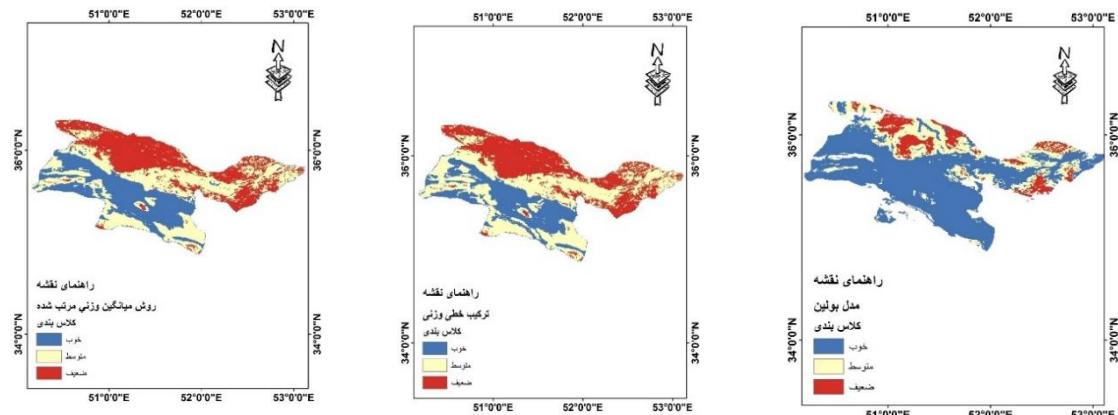
ماتریس مقایسه زوجی نشان دهنده این است که نقش ارتفاع و به تبع لایه شیب دارای بیشترین و لایه راه ها دارای کمترین اهمیت است. میزان نرخ ناسازگاری ، ۰/۰۴ بوده است و بنابراین ثبات منطقی داوری های موجود و قابل قبول بودن نتایج را تایید نماید. برای تهیه نقشه تناسب زمین پس از آنکه وزن شاخص ها با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی مورد محاسبه قرار گرفت، هر کدام از وزن ها با استفاده از نرم افزار GIS ARC GIS بر روی لایه ها اعمال شد.



شکل ۸: وزن نهایی هریک از شاخص

۵-نتیجه گیری

در این مطالعه تحلیل چند متغیره تناسب مکانی به منظور شناسایی موقعیت های مکانی مستعد کشت ارگانیک بر اساس گروهی از شاخص ها و محدودیت ها انجام گرفت. بر اساس میزان اهمیت آنها و معنی داربودن در کشت ارگانیک ۵ معیار مختلف انتخاب شده شامل نوع خاک، ژئولوژی یا زمین شناسی، شیب منطقه، زهکشی و وجود جاده های حمل و نقل بودند. مقدار وزنی هر شاخص با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه گردید. روشهای تصمیم گیری چند معیاره بولین، ترکیب خطی وزنی و میانگین وزنی مرتب شده، در محیط GIS، با ارائه نتایج مشابه در زمینه مکان های مناسب جهت کشت ارگانیک مفید و کاربردی می باشند. با توجه به نقشه هایی که در شکل های (۹، ۱۰ و ۱۱) به دست آمده اند در همه نقشه ها محله های دارای صلاحیت بیشتر آنها هی هستند که بین رودها، در سمت جنوب و جنوب غربی و در سمت غرب قرار گرفته اند. و همچنین در مکان هایی بوده اند که به جاده های ارتباطی نزدیک بوده اند. این نتایج با بازدیدهای میدانی مورد تایید قرار گرفت. پس از تمامی محاسبات برای هریک از این مدل ها، نقشه نهایی این مدل ها در سه طبقه خوب، متوسط و ضعیف از نظر میزان تناسب زمین تقسیم بندی شد (شکل های (۹، ۱۰ و ۱۱)). نتایج حاصل از مدل ها نشان می دهد که دومدل میانگین وزنی مرتب شده و ترکیب خطی وزنی (شکل های (۹، ۱۰ و ۱۱)) نتایج تقریباً مشابه به یک دیگر داشته اند و این در حالی است که روش بولین نتایج متفاوت و تقریباً غیر واقعی از منطقه را ارایه داده است. نتایج حاصل از روش های میانگین وزنی مرتب شده و ترکیب خطی وزنی نشان داده است که ۲۵ درصد محدوده مناسب کشاورزی ارگانیک و ۴۵ درصد محدوده دارای تناسب متوسط و ۳۰ درصد محدوده غیر مناسب است. نقشه های نهایی مکانیابی جهت کشت ارگانیک بر اساس سه روش بولین میانگین وزنی مرتب شده با درجه ریسک پذیری ۰.۵، ترکیب خطی وزنی (ترکیب خطی وزنی) در شکل های (۹، ۱۰ و ۱۱) نشان داده شده است.



شکل ۱۰: نقشه روشن ترکیب خطی وزنی مرتب شده

شکل ۹: نقشه مدل بولین

مراجع

- [1] 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, pp.0–12. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.06.005>.
- [2] Zhang, C. & McGrath, D., 2004. Geostatistical and GIS analyses on soil organic carbon concentrations in grassland of southeastern Ireland from two different periods. , 119, pp.261–275.
- [3] نوروزی، عباس، شهبازی، اسماعیل، ۱۳۸۹ ، نقش ترویج در توسعه کشاورزی ارگانیک (زیستی (در روستاهای کشور، وزارت جهاد کشاورزی، فصلنامه روستا و توسعه، دوره دوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۹، ۲۲ صفحه
- [4] Google Earth
- [5] سرشماری عمومی نفوس و مسکن (۱۳۹۰)، مرکز آمار ایران
- [6] Saaty . T.L . (2004) Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP) ,Journal of Systems Science and Systems Engineering, 13 (1)
- [7] Boroushaki, S., Malczewski, J., (2008). Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS. Comput. Geosci. 34, 399–410
- [8] Yager, R.R., (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 18 (1), 183–190
- [9] Burrough, P.A. (1990) "Methods of Spatial analysis in GIS". International journal of Geographic information systems, 4.
- [10] Jiang, H., Eastman, R.J., (2000). Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. Int. J. Geogr. Inf. Sci. vol. 14 (2), 173–184.