# مکان یابی مناطق مستعد احداث سطوح آبگیر باران با استفاده از روش شاخص همپوشانی

**محمد جعفر سلطانی [۱*]، صمد شادفر [۲] و علیرضا شادمانی [۳]**

۱*- مربی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*E-Mail: soheilsoltani@yahoo.com*

۲- دانشیارپژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*Samad.shadfar@gmail.com*

۳-مربی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
*Shademani_a@yahoo.com*

**چکیده**

با توجه به اینکه ایران در روی کمربند خشک کره زمین واقع شده است و کمتر از ۱/۳ متوسط بارندگی کره زمین را دریافت ممی کند استفاده از سیستمهای سطوح آبگیرجهت استحصال و مدیریت بارندگیها در کشوری که حدود ۸۰٪ از ننزولات آسمانی در آن از دسترس خارج می شود بسیار حائز اهمیت است. بطوری که با بهره گیری از روشهای مختلف استحصال آب باران وبهینه سازی آبهای استحصالی می توان تا حد قابل قبولی کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک را جبران نمود.نقش و اهمیت ایین موضوع، یکی از اساسی ترین نکات به ویژه با هدف صرفه جویی در وقت و هزینه مشخص کردن نقاط مناسب برای احداث سامانه‌های سطوح آبگییر است که امروزه امکان آن با استفاده از ابزارها و تکنیک‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی میسر میباشد.تعیین مکانهای مناسب و پهنه بندی با استفاده از روشهای سنتی و متداول بسیار دشوار بوده و اکثراً باعث بروز خطا می‌شود. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ابزارها و تکنیک‌های آن توانایی آن را دارد که با تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی در قالب مدلهای مختلف با حداکثر دقت و در حداقل زمان ممکن در مکان‌یابی این مناطق مورد استفاده قرار گیرد.

این تحقیق با هدف تعیین مناسب ترین مکان جهت احداث سطوح آبگیر باران در حوزه آبخیز کن می باشد.جهت رسیدن ببه ایین هدف از لایه‌های اطلاعاتی شیب، واحد اراضی، بارش، پوشش گیاهی مرتعی، پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، زمین شناسی، هوا و اقلیم و کاربری استفاده و مدلسازی ببا استفاده از روش ششاخص همپوششانی ببا دو اپراتتور Binary evidence maps و Multiclass maps انجام شده است.نتیجه تحقیق نششان ممی دهد ککه دو اپراتتور ممورد استفاده از روش ششاخص همپوششانی، دارای همپوشانی تقریبا یکسانی به لحاظ مساحت(۷۰۱,۸۵ و ۷۰۳,۶۵) با عرصه‌های کنترل دارند.

**واژه‌های کلیدی:** سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌یابی ، مدلهای تلفیق، حوزه آبخیز کن

**مقدمه:**

پنج عامل عمده در حوضه‌های آبخیز نقش مهمی در توسعه پوشش گیاهی ایفا می‌کند (روغنی، ۱۳۸۸)، عواملی یاد شده شامل: استحصال آب باران، نفوذ روانآب در خاک (Shaxson, and Barber ، ۲۰۰۳). مفهوم مولفه جریان در سطوح شیب‌دار (مصطفی زاده و همکاران، ۱۳۸۷)، بکارگیری روشهای ذخیره رطوبت و کاهش تبخیر از سطح خاک ممی باشند. امروزه تحقیقات گسترده‌ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سطوح عایق و نیمه عایق انجام گرفته است که تفاوت آنها در نوع بهره‌برداری رواناب استحصال شده می‌باشد. پوشش‌های عایق مانند قیر، پارافین، نایلون و روش‌هایی نظیر جمع آوری سنگریزه و پوشش گیاهی سطح خاک از این جمله اند (متناسب با شرائط منطقه و اهداف طرح)(Lalljee, and Facknath، ۱۹۹۹).

تحقیقات انجام شده حداقل بارش برای تولید رواناب در سطوح طبیعی را حدود ۸/۵ میلی‌متر نشان می‌دهد (Li and Gong، ۲۰۰۲). این درحالی است که تولید رواناب در سطوح عایق تا حد ۱/۵ میلی‌متر (متناسب با نوع سطح عایق) کاهش خواهد یافت. یعنی در بارش‌های حداقل نیز امکان جمع‌آوری آب باران وجود خواهد داشت.

نظر به اینکه در استفاده از روش آبیاری زیرزمینی، آب در محل توزیع ریشه، با حداکثر صرفه جوئی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. لذا بکارگیری فیلترهای شنی و یا لوله‌های آبرسان، در نفوذ سریع رواناب به عمق خاک نقش مهمی ایفا می‌نمایید (Hudson, N.W.، ۱۹۸۷). تحقیقات انجام شده توسط مرکز توسعه کشاورزی ایالت تگزاس نشان داد که استفاده از ایین روش در زمین‌هایی با پوشش عایق موجب تولید بیشتر و باردهی سریعتر گیاهان جالیزی گردیده است (Texas Water Development Board، ۲۰۰۴).

پس از ارزیابی گزارشات، امکان دسترسی به اطلاعات، و اولویت بندی شاخصها در این تحقیق ۹عامل شیب، واحدهای اراضی، زمین شناسی، پوشش گیاهی مرتعی، پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک، هوا و اقلیم، کاربری اراضی و بارش انتخاب وممورد بررسی قرار گرفت. بدیهی است که استفاده و بکارگیری کلیه شاخص‌ها در مدل تلفیق و تصمیم‌گیری میسر نمی‌باشد. از اینرو ابتدا و با توجه به نکاتی مثل مقیاس کار و دقت مورد نظر، هدف، شرایط منطقه و میزان تأثیرگذاری هر یک از شاخص‌ها (وزن‌لایه‌ها)، اقدام به انتخاب شاخص‌های مناسب شد و سپس از آنها در مدلهای مناسب تلفیق بهره گرفته شد.

**مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه**

حوزه آبخیز کن در شمال تهران و بین عرض‌های ″۴۹ ′۴۵ °۳۵ تا ″۱۱ ′۵۷ °۳۵ و طول‌های ″۵۳ ′۰۹ °۵۱ تا ″۲۹ ′۲۲ °۵۱ واقع است که مساحتی حدود ۱۹۷ کیلومتر مربع را در بر می گیرد (شکل ۱). این حوزه با حوزه‌های حصارک در غرب، جاجرود در شمال و شمال شرقی، سد کرج در شمال و شمال غرب، حوزه وردیج در شرق و شهر تهران درجنوب هم مرز می باشد.

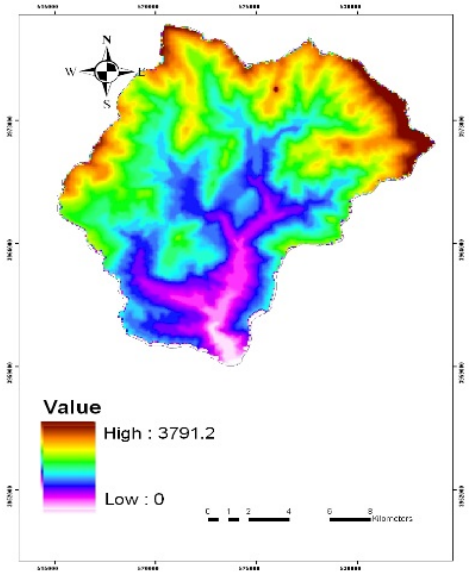
**فیزیوگرافی:**

حوزه آبخیز کن در یک منطقه کوهستانی قرارگرفته که کوه‌های با شیب تند بیش از ۷۵٪ منطقه را می پوشاند. اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پست ترین نقطه حوضه ۲۰۰۰ متر می باشد، بطوریکه بلند ترین نقطه حدود ۳۴۰۰ و پست ترین نقطه در خروجی حوضه دارای ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا می باشند. در این منطقه، اختلاف ارتفاع، شیب‌های تند و شیب رودخانه‌ها باعث ایجاد جریان‌های خیلی سریع شده است.

خلاصه خصوصیات فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه

| زیر حوزه | مساحت($km^2$) | شیب سطحی متوسط(٪) | طول آبراهه اصلی(km) | حداقل ارتفاع(M) | متوسط ارتفاع(M) | حداکثر ارتفاع(M) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رتدان | ۶۷/۶۷ | ۴۲/۷۵ | ۱۱ | ۱۷۹۷ | ۲۵۶۰ | ۳۷۴۱ |
| سنگان | ۴۷/۱۶ | ۳۷/۴۸ | ۱۳/۲۵ | ۱۷۰۰ | ۲۳۳۳ | ۳۲۹۰ |
| کیگا | ۲۴/۰۶ | ۴۳/۳۲ | ۹/۷۱ | ۱۸۰۰ | ۲۶۸۶ | ۳۷۷۷ |
| کشار | ۳۴/۹۴ | ۳۶/۸ | ۱۲/۷۳ | ۱۵۸۶ | ۲۲۰۳ | ۳۲۵۴ |
| سولقان | ۳۳/۷۲ | ۳۷/۲۲ | ۱۳/۶۵ | ۱۳۶۰ | ۱۸۶۳ | ۲۷۰۰ |

موقعیت زیر حوزه‌ها و رود خانه‌های اصلی آنها




مدل رقومی ارتفاعی

**پوشش گیاهی : فلور حوضه:**

درختچه زارهای بادام وحشی، گونه‌های پراکنده ای از ارس، همچنین گونه‌های دارویی از جنس Achillea , Anthemis و گونه‌های چتریان مانند Ferula ovina در این حوضه دارای ارزش و اهمیت هستند.

**کاربری اراضی :**

حوزه آبخیز کن به لحاظ داشتن آب و هوای کوهستانی و توپوگرافی شدید و بعضا داشتن اراضی مسطح در وسعت ککم، بیشتر، دارای کاربری‌های مرتعی، تفریحی و باغداری می باشد. محدودیت‌هایی از قبیل شیب زیاد، خاک ککم عمق و آب خارج از دسترس، اهالی را از داشتن حداقل استفاده از امکانات طبیعی با مشکل مواجه نموده است. امروزه سیل هجوم اهالی خوش نشین تهران به اراضی کوهپایه ای موجبات افزایش ارزش اراضی حوضه گردیده است.

**انواع کاربری فعلی حوزه**

| نوع کاربری | مساحت (هکتار) | درصد |
|---|---|---|
| مرتع | ۱۱۲۸۲/۸ | ۶۲/۳۶ |
| اراضی کشاورزی، باغات | ۳۱۲ | ۱/۷۲ |
| صخره سنگی | ۶۴۹۷/۲ | ۳۵/۹۲ |
| جمع کل | ۱۸۰۹۲ | ۱۰۰ |

**هواشناسی و هیدرولوژی:**

رژیم بارندگی منطقه مدیترانه ای بوده و فصل مرطوب بر دوره سرد سال و فصل خشک بر دوره گرم سال متمرکز است. متوسط بارندگی سالانه حوضه ۶۲۵ میلیمتر (متوسط بارندگی داخل تهران ۲۵۰ میلیمتر) است و گرادیان بارندگی از معادله ذیل پیروی می کند

$$P = -153.3 + 0.332H \pm 20 \quad R=0.974$$

**منابع آبی حوضه :**

این حوضه از پنج رودخانه به نام‌های امام زاده داود - رندان - تالون - کشار و سنگان تشکیل شده که در پایین دست حوضه (قبل از ورود به دشت) رودخانه کن و سولقان را تشکیل می دهند. غیر از شش رودخانه نام برده آبشار دره حیدر واقع در شمال ده رندان، چشمه گوزن در امام زاده داود و چشمه محمود در شمال ده کشار سفلی از منابع مهم آبی و از جاذبه‌های طبیعی ایین حوضه می باشند. دبی متوسط رود خانه کن بالغ بر ۲/۲ متر مکعب در ثانیه و حجم آب سالانه آن نیز حدود ۷۰ میلیون متر مکعب می باشد(مدیریت آبخیزداری جهاد سازندگی تهران، ۱۳۸۵).

ایستگاه‌های هیدرومتری:

در منطقه مورد مطالعه چهار ایستگاه هیدرومتری وجود دارد که عبارتند از کیگا، کشار، رندان و سولقان. بعد از بررسی‌های صورت گرفته مشخص گردید که از بین این ایستگاه‌ها تنها ایستگاه سولقان دارای آمار مناسب و قابل اعتمادی می باشد. دیگر ایستگاه‌ها بدلیل جدید التاسیس بوده و جریانی را ثبت ننموده اند.

گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در حوزه آبخیز کن:

به منظور تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی منطقه از نقشه‌های خاک‌شناسی تهیه شده در دفتر مطالعات منابع طبیعی استان تهران استفاده گردیده است. در نقشه‌های خاک‌شناسی بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل بافت خاک، ساختمان خاک، سنگ‌ریزه خاک، عمق، نوع سنگ بستر، سرعت نفوذپذیری خاک تحتانی و پوشش گیاهی در هر واحد تعیین شده است. با استفاده از این خصوصیات و عمدتا با تکیه بر بافت خاک، عمق و سرعت نفوذپذیری خاک تحتانی نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک به کمک نرم افزار Arc GIS و با توجه به استاندارد گروه‌های خاک ارائه شده توسط SCS تهیه شد.

**روش مطالعه**

ابتدا منطقه مورد مطالعه مشخص شده و سپس شاخص‌های مورد ارزیابی در مکان‌یابی و پهنه بندی عرصه‌های مستعد با توجه ببه میزان اهمیت هر یک در منطقه مورد مطالعه و امکان دسترسی به آمار و اطلاعات انتخاب شده انند ککه در مرحلله بععد ببا استفاده از ArcGis نسبت به تهیه نقشه‌های موضوعی و وزنی و تلفیق آنها با کمک مدلهای مختلف اقدام گردید.

**تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز و وارد کردن آنها به محیط GIS**

برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی ذکر شده با توجه به منابع اطلاعاتی موجود به سه طریق متفاوت عمل شده است :

الف) بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی شامل شیب، واحدهای اراضی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی با استفاده از نقشه‌های پایه موجود

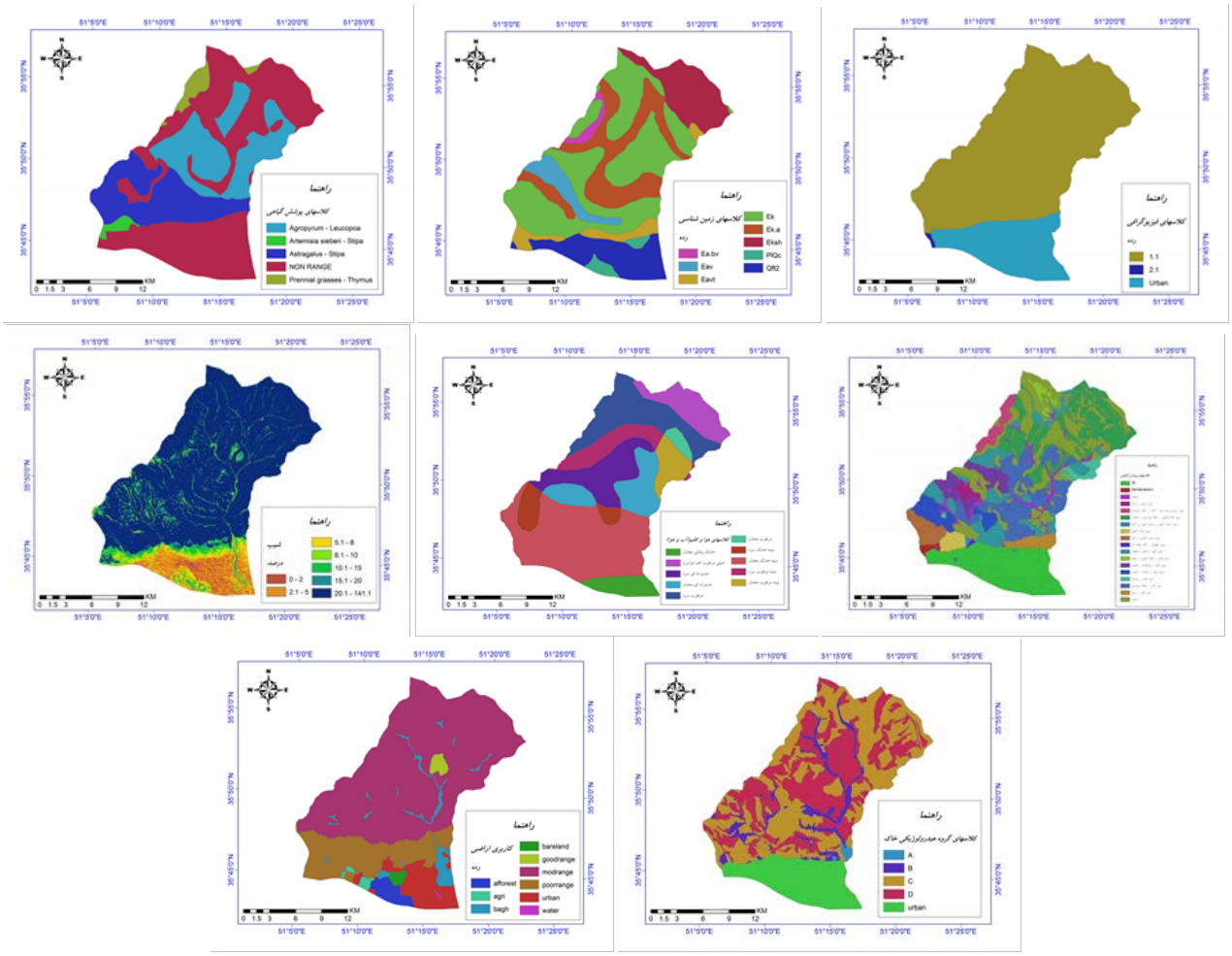
ب) بهره‌گیری از مدلهای زمین آمار در محیط GIS برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی شامل هوا و اقلیم و بارش

ج) بهره‌گیری از سنجش از دور و تفسیر تصاویر ماهواره ای برای تهیه لایه اطلاعاتی کاربری اراضی.

**اراضی**

این نقشه در مدل‌های تلفیق دخالت داده نمی‌شود ولی پس از بدست آمدن نتایج حاصل از تلفیق ۸ لایه اطلاعاتی دیگر و مشخص شدن بهترین مدل با استفاده از درصد همپوشانی با نقاط کنترل و مکان‌یابی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب در آن مدل، نقشه بدست آمده با نقشه کاربری اراضی تداخل (Cross ) داده می‌شود تا اراضی کشاورزی از نقشه عرصه‌های مستعد بدست آمده جدا شوند. برای تهیه نقشه کاربری اراضی محدوده از تصویر ماهواره ای Landsat با سنجنده TM مربوط به سال ۱۹۹۱ با گذر 40-163 استفاده گردید.

بدلیل مزایای روش طبقه بندی بیشترین احتمال (با نظارت) از بین روشهای مختلف این روش انتخاب شد. با انجام عملیات کنترل صحرایی و با استفاده از GPS دستی و انتخاب ۳۰ نقطه کنترل زمینی نسبت به اصلاح وبروز نمودن کاربری‌ها اقدام گردید.



## تهیه نقشه کاربری

**معیارهای مکان‌یابی و تعیین وزن واحدها در هر لایه اطلاعاتی:**

در این تحقیق ۹ معیار شیب، واحدهای اراضی، زمین شناسی، پوشش گیاهی مرتعی، پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک، هوا و اقلیم، کاربری اراضی و بارش مورد بررسی قرار گرفتند که البته معیار کاربری اراضی در مدل‌های تلفیق وارد نشده و فقط جهت جداسازی اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است. وزن واحدها در هر لایه اطلاعاتی با استناد به منابع مختلف در مکان‌یابی مناطق مستعد با استفاده از RS و GIS (Saraf& choudhury, 1998) و (Krishnamurthy, 1996) و اعمال نظر کارشناسی بدست آمد.

**مدلهای تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در تعیین مناطق مناسب احداث سامانه:**

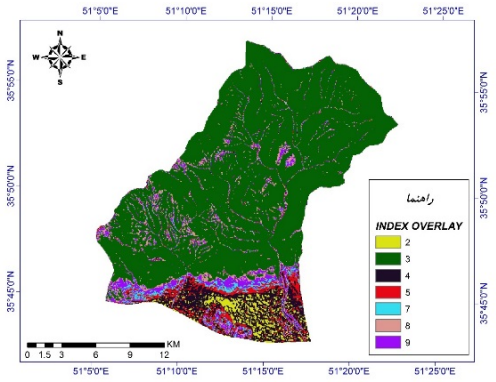
بطور کلی مدل، رفتار یک پدیده را در دنیای واقعی با استفاده از چندین عامل ارائه می‌کند. معمولا هر چه عوامل بیشتری در ارائه یک مدل‌انتخاب شود دقت مدل بالاتر خواهد بود و از طرفی افزایش عوامل و داده‌ها هزینه ارائه مدل را افزایش داده و همچنین مدل را پیچیده‌تر می‌کند. بهترین مدل، مدلی است که با کمترین تعداد عامل، بهترین نتیجه را ارائه نماید. در مکان‌یابی پخش سیلاب عوامل‌زیادی باید در نظرگرفته شود، که‌هر کدام با درجه اهمیت متفاوت در مکان‌یابی تأثیر گذارند. اما در ارائه یک مدل برای مکان‌یابی پخش سیلاب تمامی لایه‌های اطلاعاتی را نمی‌توان وارد مدل نمود.

**مدل شاخص همپوشانی نقشه‌ها (Index Overlay Maps)**

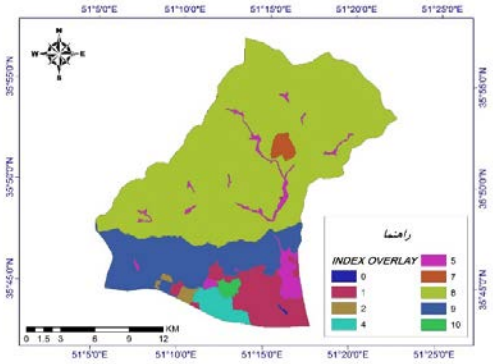
در این مدل علاوه بر وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی به‌هر لایه اطلاعاتی(نقشه) بر اساس ارزش خود در مکانیابی وزن داده می‌شود. این مدل دو حالت دارند:

الف اپراتورBinary Evidence Maps ساده‌ترین نوع مدلIndex Overlay می‌باشد که بر اساس این اپراتور به نقشه‌های‌حاصل‌از مدلBoolean بر اساس اهمیتشان در مکان‌یابی وزن خاصی داده می‌شود.

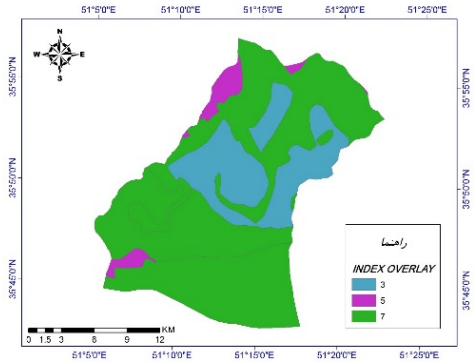
ب اپراتور Multi-Class Maps در این مدل علاوه بر وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی، واحدهای موجود در هر لایه اطلاعاتی نیز بر اساس‌پتانسیل خود وزن خاصی خواهد داشت



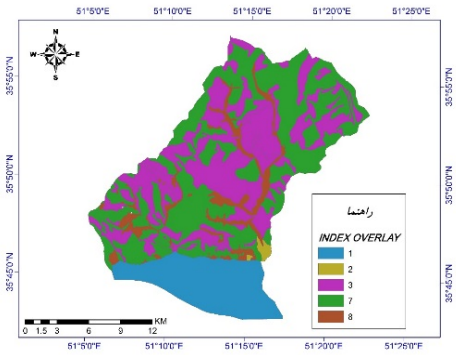

نقشه شیب برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay



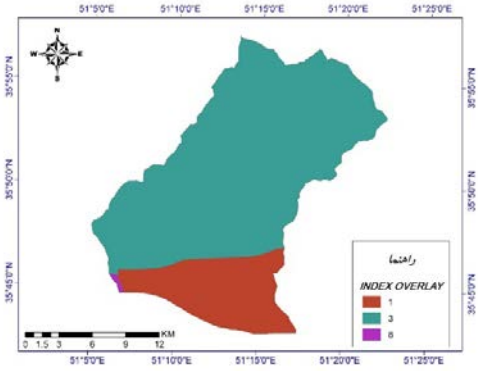

نقشه کلاس کاربری اراضی برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay



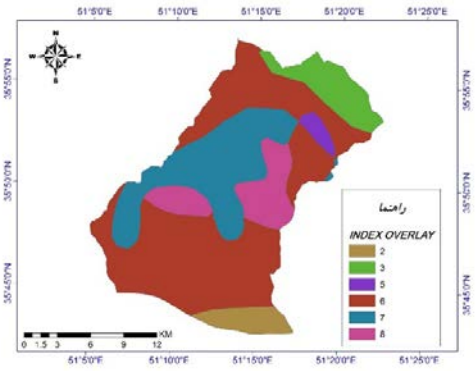

نقشه پوشش گیاهی برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay



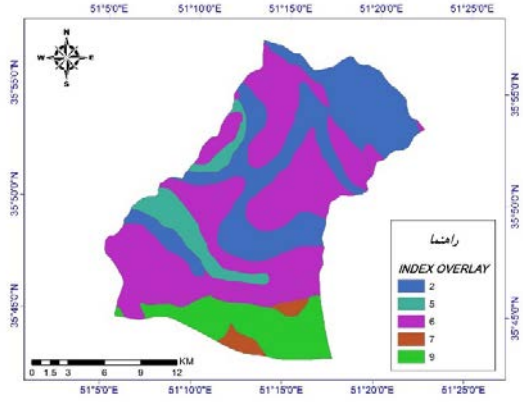

نقشه کلاسهای هیدولوژیکی خاک برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay



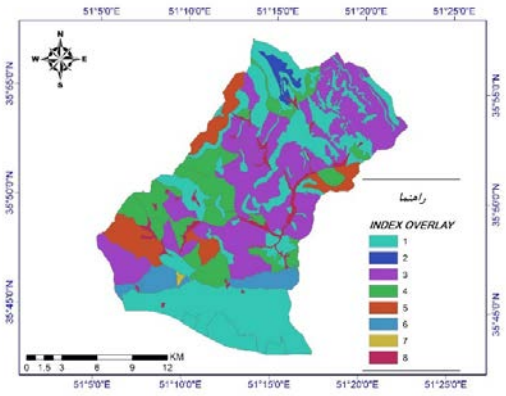

نقشه کلاسهای هوا و اقلیم برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay




نقشه کلاسهای فیزیوگرافی برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay




نقشه کلاسهای پوشش گیاهی برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay




نقشه کلاسهای زمین شناسی برای سطوح آبگیر باران در مدل Index overlay

**وزن هر واحد در نقشه‌های تاثیرگذار در مدل شاخص همپوشانی**

| کلاسهای شیب (٪) | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| ۲-۰ | ۲ |
| ۵-۲ | ۴ |
| ۸-۵ | ۵ |
| ۱۰-۸ | ۷ |
| ۱۵-۱۰ | ۹ |
| ۲۰-۱۵ | ۸ |
| >۲۰ | ۳ |

| کلاسهای زمین شناسی | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| Ea.bv | ۵ |
| Eav | ۵ |
| Eavt | ۶ |
| Ek | ۶ |
| Ek.a | ۲ |
| Eksh | ۲ |
| PlQc | ۷ |
| Qft2 | ۹ |

| کلاسهای فیزیوگرافی | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| ن۱،۱ | ۳ |
| م۲،۱ | ۸ |
| Urban | ۱ |

| کلاسهای هوا و اقلیم | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| خشک بیابانی معتدل | ۲ |
| خیلی مرطوب الف فراسرد | ۳ |
| مدیترانه ای سرد | ۷ |
| مدیترانه ای معتدل | ۸ |
| مرطوب سرد | ۶ |
| مرطوب معتدل | ۵ |
| نیمه خشک سرد | ۷ |
| نیمه خشک معتدل | ۶ |
| نیمه مرطوب سرد | ۷ |
| نیمه مرطوب معتدل | ۶ |

| کلاسهای پوشش گیاهی | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| O.L.(مسکونی) | ۱ |
| ParkVardavard | ۶ |
| باغات | ۸ |
| تیپ_استیپا_-_ورک | ۳ |
| تیپ_اسپرس_یوته_ای_-_گون_ کلاه_میرحسن | ۵ |
| تیپ_بادام_کوهی_-_کلاه_میرحسن_-_علفزار | ۳ |
| تیپ_درمنه_دشتی_-_درمنه_کوهی_-_گون | ۷ |
| تیپ_درمنه_کوهی | ۶ |
| تیپ_درمنه_کوهی_-_نوآ | ۳ |
| تیپ_کهورک_-_گاو_چاق_کن | ۶ |
| تیپ_گون_-_بادام_-_علفزار | ۴ |
| تیپ_گون_-_بادام_کوهی_-_دیانته | ۲ |
| تیپ_گون_-_بومادران_-_علفزار | ۴ |
| تیپ_گون_-_درمنه_-_علفزار | ۵ |
| تیپ_گون_-_سنتوره | ۵ |
| تیپ_گون_-_کلاه_میرحسن | ۳ |
| تیپ_گون_-_نوآ | ۶ |
| صخره | ۱ |
| تیپ_گون_-_آگروپیرون | ۴ |

| کلاسهای هیدرولوژی ( بارش) | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| ۱۲۰-۱۵۰ | ۳ |
| ۱۵۰-۲۵۰ | ۸ |
| ۲۵۰-۳۵۰ | ۷ |
| >۳۵۰ | ۲ |

| کلاسهای گروه هیدرولوژیکی خاک | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| A | ۲ |
| B | ۸ |
| C | ۷ |
| D | ۳ |

| کلاسهای پوشش گیاهی مرتعی | INDEX OVERLAY (multi – class) (۰ تا ۱۰) |
|---|---|
| Agropyrum – Leucopoa 50-75% | ۳ |
| Artemisia sieberi – Stipa 25-50% | ۵ |
| Astragalus – Stipa 10-25% | ۷ |
| Prennial grasses – Thymus 25-50% | ۵ |
| NON RANGE | ۷ |

**تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب در هر مدل:**

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی بدون در نظر گرفتن اهمیت هر لایه در مکان‌یابی نمی تواند ارزش واقعی لاییه‌های اطلاعاتی را در تلفیق دخالت دهد و واحدهای با ارزش متفاوت در یک کلاس قرار می‌گیرند. بطور مثال در تعیین مکان مناسب پخش سیلاب از طریق استخراج اشتراک مکانهای مناسب در کلیه نقشه‌ها، لایه اطلاعاتی که اهمیت کمتری در مکان‌یابی نسبت به بقیه دارد در محدود نمودن مناطق به اندازه سایر لایه‌ها دخالت خواهد کرد و شانس انتخاب را از مناطقی که از نظر آن لایه اطلاعاتی کم ارزش، نامطلوب می‌باشند می‌گیرد.

**ارزیابی مدل**

جهت ارزیابی مدل از عرصه‌های اجرا شده سطوح آبگیر توسط وزارت جهاد کشاورزی بعنوان عرصه‌های کنترل استفاده شده است. به این منظور نقشه مکانهای مناسب احداث سامانه در هر مدل با نقشه عرصه‌های کنترل مقایسه شده و فراوانی تعداد پیکسلهای مناسب (کلاسهای خیلی خوب و خوب) واقع در عرصه‌های کنترل نسبت به تعداد کل پیکسلهای مناسب (کلاسهای خیللی خوب و خوب ) در هر مدل محاسبه شد و به عنوان، معیار ارزیابی مدل مربوطه در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب در نظر گرفته شد.

**مساحت عرصه‌های پیشنهادی و تعداد پیکسل‌های آن و میزان همپوشانی با عرصه‌های کنترل در هر مدل**

| نقشه مکانهاي مناسب در هر اپراتور از مدل شاخص همپوشاني ( Index Overlay) | مساحت عرصه هاي پيشنهادي (ha) (A1) | مساحت داراي همپوشاني با عرصه هاي كنترل (ha) ($B_1$) | درصد همپوشاني عرصه هاي پيشنهادي با عرصه هاي كنترل يا (B1/A1)*100 |
|---|---|---|---|
| Binary evidence | ۷۴۱۵,۳۶ | ۷۰۱,۸۵ | ۹,۴۶ |
| Multiclass maps | ۷۸۹۰,۳۷ | ۷۰۳,۶۵ | ۸,۹۱ |

**نتیجه حاصل از ارزیابی مدل:**

- همانگونه که درجدول بالا مشاهده می شود، دو اپراتور مورد استفاده از روش شاخص همپوشانی، دارای همپوشانی تقریبا یکسانی به لحاظ مساحت(۷۰۱,۸۵ و ۷۰۳,۶۵) با عرصه‌های کنترل دارند.

**پیشنهادها:**

- بررسی آمار و اطلاعات و نقشه‌های موجود و شرایط منطقه ای جهت انتخاب عرصه تحقیق و انتخاب مقیاس مناسب با توجه به وسعت تحقیق و ویژگیهای منطقه امری بسیار ضروری در ابتدای تحقیق می باشد که لازم است با دقت نظر خاصی انجام گیرد.
- در انتخاب شاخص‌ها و لایه‌های اطلاعاتی مورد بررسی در مکان یابی باید میزان تأثیرگذاری هر یک در مکان یابی و امکان دسترسی به لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر توجه قرار گیرد.

- در مکان یابی عرصه‌های سطوح آبگیر باران، حذف اراضی کشاورزی روستائیان بسیارحائز اهمیت است زیرا از بین بردن آنها نه تنها مقرون به صرفه نمی باشد بلکه سبب بوجود آمدن تنش‌های اجتماعی در منطقه خواهد شد.
- افزایش تعداد لایه‌های اطلاعاتی و وارد کردن آنها به مدل سبب افزایش دقت در مکان یابی می شود و تفاوت مدل‌ها و اپراتورهای آنها را نیز بهتر نمایان می سازد ولی در انتخاب تعداد لایه‌های اطلاعاتی به گونه ای باید عمل شود که دقت تحقیق حفظ شده و در زمان و هزینه هم صرفه جویی گردد.
- با توجه به اینکه وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی و هر یک از واحدها از اهمیت ویژه ای در مدلهای معرفی شده برخوردارند و در مکان یابی عرصه‌های مناسب تأثیر مستقیم و بسزایی می گذارند ، لذا ضروری است در راستای افزایش توان و منابع علمی، پروژه‌های تحقیقاتی بیشتری جهت تعیین وزنهای مناسب در لایه‌های مختلف و برای عرصه‌های متفاوت انجام شود.
- دستیابی به دستورالعمل جامع ، نیاز به تکرار تحقیق مشابه در مقیاس‌های کوچک و با توجه به شرایط اقلیمی مختلف موجود در کشور میباشد و تکرار روش‌های بکار گرفته قابل واسنجی و تعیین حدود اعتماد خواهد بود.

**منابع:**


- آرونوف (۱۹۹۳)، استن، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ، برگردان : سازمان نقشه برداری کشور (۱۳۷۵) ، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور ، ۳۱۰ صفحه
- سلطانی ، محمدجعفر (۱۳۸۱)، ارزیابی اراضی بمنظور مکان یابی اراضی مستعد اجرای عملیات پخش سیلاب در محیط GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی
- شعاعی، ضیاءالدین وهمکاران.(۱۳۸۲). پروژه سیستمهای سطوح آبگیر باران به منظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی. شورای پژوهشهای علمی کشور
- Agarwal, Anil and Sunita Narain (eds), Dying wisdom. The rise, fall and potential of India's traditional water harvesting systems, New Delhi, 1997.
- Appan, Adhityan: Opening Address at the 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brazil, 6 to 9 July 1999.
- Cullis, Adrian and Pacey, Arnold, A Development Dialogue. Rainwater Harvesting in Turkana, London 1992. Fok, Yu-si, The Role of Rainwater Harvesting in the 21st Century, Proceedings of the 7th International Rainwater Catchment Systems Conference, Beijing, vol. 1, pp. 1:1-3. 1995.
- Gnadlinger, Johann, Rainwater Catchment in Brazil's Rural Semiarid Tropics: A Grassroots' Approach, 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brazil, 6 to 9 July 1999.
- Gnadlinger, Johann, Technical Presentation of Various Types of Cisterns Built in the Rural Communities of the Semiarid Region of Brazil, 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brazil, 6 to 9 July 1999.
- Gould, John and Nissen-Peterson, Erik, Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply. Design, Construction and Implementation, London 1999.
- Mou, Haisheng et alii, Division Study of Rainwater Utilization in China, 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brazil, 6 to 9 July 1999.
- Neugebauer, Bernd, Der Wandel kleinbäuerlicher Landnutzung in Oxkutzcab - Yucatán, Freiburg, 1986. Pacey, Arnold and Cullis, Adrian, Rainwater Harvesting. The collection of Rainfall and Runoff in Rural Areas, London, 1986.
- Porto, Everaldo Rocha et alii, Captação e Aproveitamento de Água de Chuva na Produção Agrícola dos Pequenos Produtores do Semi-árido Brasileiro, 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brazil, 6 to 9 July 1999.
- Vieira, Vicente, Água Doce no Semi-Árido, in: Rebouças, Aldo et alii, Águas Doces no Brasil, São Paulo, 1999. World Bank, Water Resources Management. A World Bank Policy Paper, Washington, 1993.
- Zhu, Qiang and Yuanhong, Li: Rainwater Harvesting in the Loess Plateau of Gansu, China and its Significance, , 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brazil, 6 to 9 July 1999.