علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره هفدهم، شماره سه، پاییز ۹۴

# آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب؛ آمایش منابع به‌جای آمایش فعالیت‌ها

## (مطالعه موردی: حوضه آبریز خزر)

**امیر هدایتی آقمشهدی[1*]**

amir_hedayati@ymail.com

**حمیدرضا جعفری[2]**

**ناصر مهردادی[3]**

**هدایت فهمی[4]**

**پروین فرشچی[5]**

**سمانه زاهدی[6]**

**تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۶** **تاریخ پذیرش:۹۴/۵/۲**

**چکیده**

**زمینه و هدف:** حوضه آبریز خزر یکی از شش حوضه اصلی کشور است که به‌دلیل رشد و توسعه فعالیت‌های انسانی طی دهه‌های گذشته ناشی از توسعه برنامه‌های آمایش سرزمین موجب تغییرات شدید پوشش زمین در این حوضه شده است که این موضوع خود موجب ایجاد تاثیرات نامطلوبی بر روی منابع آب در این حوضه شده است.

**روش بررسی:** در این مقاله برای بررسی تاثیر آمایش سرزمین بر روی منابع آب در قالب تغییرات پوشش زمین، ابتدا به بررسی تغییرات پوشش زمین در زیر حوضه‌های خزری می‌پردازیم و در مرحله بعد عوامل فشار بر منابع آب توسط روش FANP امتیازدهی، در نرم افزار IDRISI نقشه‌سازی و در نرم Arc GIS روی‌هم اندازی شده و وضعیت مدیریت منابع آب در هر زیر حوضه خزری مشخص می‌شود. در نهایت و توسط نرم افزار Excel رگرسیون و ارتباط بین تغییرات پوشش زمین ناشی از آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب در حوضه خزر مشخص خواهد شد.

۱- دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران [*](مسوول مکاتبات) .

۲- استاد گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران.

۳- استاد گروه مهندسی محیط‌زیست دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران.

۴- دکتری منابع آب هیدرولوژی، معاون دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا وزارت نیرو.

۵- استادیار گروه مهندسی سواحل دانشکده محیط‌زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۶- دانشجوی دکتری مدیریت محیط‌زیست دانشکده محیط‌زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد که در فاصله بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲، زیرحوضه تالش با ۲۸/۹۱ درصد بیشترین و زیرحوضه سفیدرود با ۸/۱۸ درصد کمترین میزان تغییرات را در بین زیرحوضه‌های خزری داشتند. هم‌چنین امتیازدهی نهایی مدیریت منابع آب در زیرحوضه‌های خزری نشان می‌دهد که زیرحوضه ارس با ۰/۴۹۹۶۱۷ امتیاز بیشترین و زیرحوضه هراز قره‌سو با ۰/۱۵۸۶۲۷ امتیاز کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. از طرفی نتایج تعیین وابستگی تغییرات پوشش زمین ناشی از آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب در زیرحوضه‌های خزری مشخص می‌کند که R-Squerd این وابستگی برابر با ۰/۶۴۵ می‌باشد که نشان از وابستگی نسبتا بالایی در این زمینه است.

**واژه های کلیدی**: آمایش سرزمین، تغییرات پوشش زمین، مدیریت منابع آب، حوضه خزر.

**مقدمه**

امروزه زمین به‌شدت تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد (۱). انسان و فعالیت‌هایش موجب تاثیر بر روی آمایش و کاربری اراضی می‌شوند. آمایش سرزمین (تغییرات کاربری اراضی) و به‌دنبال آن تغییرات پوشش زمین نیز می‌تواند بر روی ساختار و عملکرد بخش‌های مختلف اکوسیستم از جمله هیدرولوژی در سطح منطقه‌ای و حتی جهانی تاثیرگذار باشند (۲).

آمایش سرزمین علم و دانش، سازماندهی منطقی و عقلانی جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی حفاظت و توسعه محیط‌زیست را شامل می‌شود (۳). آمایش سرزمین طبق ضوابطی با نگرش بازده پایدار و درخور، بر حسب توان و استعداد کیفی و کمی سرزمین، برای استفاده‌های مختلف انسان در سرزمین، به تعیین نوع کاربری سرزمین می‌پردازد. بنابراین از هدررفتگی منابع طبیعی و ضایع شدن محیط‌زیست و در نتیجه از فقر انسان که روی زمین کار می‌کند می‌کاهد (۴). بر اساس تعریفی که مرکز ملی آمایش سرزمین ایران در سال ۱۳۸۵ ارایه کرده است، آمایش سرزمین، تنظیم کنش متقابل بین عوامل انسانی و عوامل محیطی به‌منظور ایجاد سازمان سرزمینی مبتنی بر بهره‌گیری بهینه از استعدادهای انسانی و محیطی آمایش سرزمین نامیده می‌شود (۵). بر پایه تعریف شبکه نظارت برنامه‌ریزی فضایی اروپا، آمایش سرزمین عبارت است از رویکرد منسجم و فعال توسعه سرزمین در جهت شکل دادن به آینده شهرها، نواحی و مناطق جغرافیایی بزرگتر، به‌گونه‌ای که از سیاست‌های توسعه منطقه‌ای فراتر رود و به رویکرد برنامه‌ریزی فضایی نزدیک‌تر شود (۶). بر طبق تعریفی که سازمان فائو از آمایش سرزمین ارایه داد می‌توان این‌طور برداشت کرد که برنامه‌ریزی کاربری اراضی (آمایش سرزمین)، یک ارزیابی سیستماتیک از پتانسیل‌های آب و زمین جهت استفاده‌های مختلف از اراضی با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی و اجتماعی به‌منظور انتخاب و اتخاذ بهترین گزینه‌ها جهت کاربری اراضی می‌باشد (۷).

نکته‌ای که باید به آن اشاره کرد این است که آمایش سرزمین (کاربری اراضی[1]) و پوشش زمین[2] مفاهیم مجزایی هستند که اغلب به جای یک‌دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. پوشش زمین اشاره به ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین مانند پوشش گیاهی، سطوح آب، خاک و دیگر ویژگی‌های فیزیکی زمین دارد که توسط انسان و فعالیت‌های او مورد استفاده قرار می‌گیرد. این در حالی است که آمایش و کاربری اراضی اشاره به چگونگی استفاده انسان و زیستگاهش از زمین دارد که معمولاً با تاکید بر نقش عملکردی زمین، به‌دنبال بهره‌وری اقتصادی از آن است (۸). در عین حال تغییرات آمایش سرزمین بر روی پوشش زمین تاثیرگذار است و بالعکس تغییرات پوشش زمین نیز بر روی آمایش زمین تاثیر خواهد گذاشت (۹).

در سطح جهان طی دهه‌های گذشته، بحث آمایش منابع آب هم‌زمان با نابودی رودخانه‌ها و بدنه‌های آبی، به‌ویژه در مناطق

1- Land Use
2- Land Cover

Archive of SID

www.SID.ir

خشک و نیمه خشک مطرح شده است. امروزه، آمایش منابع آب در مناطقی که با محدودیت‌های منابع آب مواجه هستند، غیر قابل انکار است. زمزمه‌های مفهوم آمایش منابع آب اولین با در دهه ۱۹۸۰ و به‌منظور بهینه‌سازی مصرف آب بین بخش‌های متقاضی آن مطرح شد (۱۰). هدف آمایش منابع آب نیز تعادل بین منابع آب موجود با تقاضا برای منابع آب ضمن در نظر گرفتن منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی بود (۱۱).

اولین بحث جدی پیرامون آمایش منابع آب در سال ۱۹۷۲ و هم‌زمان با کنفرانس محیط زیست سازمان ملل در شهر استکهلم مطرح شد (۱۲). طی سالیان بعد کنفرانس دوبلین در مورد منابع آب و کنفرانس زمین که در سال ۱۹۹۲ برگزار شد، بحث آمایش منابع آب را به صورت جدی دنبال کردند (۱۳). نکته‌ای که باید در مورد آمایش منابع آب در نظر گرفت این است که مفهوم آمایش منابع آب به خودی خود یک محصول نیست که مشکلات را رفع نماید، بلکه مجموعه‌ای از اصول، روش‌ها و رهنمودهایی است که برای مدیریت بهتر عرضه و تقاضای آب مطرح می‌شود (۱۴).

آمایش زمین و منابع آب دارای ارتباط مستقیمی با یک‌دیگر می‌باشند. نوع زمین و شدت استفاده از آن دارای تاثیر قوی بر روی منابع آب است (۱۵). خواه منابع طبیعی باشند و یا ناشی از فعالیت‌های انسانی باشند، در هر صورت فعالیت‌های آمایش سرزمین بر روی کیفیت و کمیت منابع آب تاثیرگذار خواهند بود (۱۶). تاکنون افراد و سازمان‌های مختلف، تعاریف و معانی مختلفی از آمایش سرزمین ارایه نموده‌اند و در مناطق مختلفی نیز مورد استفاده قرار داده‌اند، که در ادامه به بعضی از مفاهیم پایه‌ای آمایش سرزمین اشاره خواهیم کرد. در عین حال تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که تغییرات بزرگ مقیاس پوشش زمین نیز می‌تواند در نهایت با تغییر فرآیندهای بیوشیمیایی و بیوفیزیکی موجب تغییر تعادل رژیم‌های آبی شوند (۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰). بنابراین آمایش زمین، پوشش زمین و منابع آب دارای ارتباط تنگاتنگی با یک‌دیگر می‌باشند.

آمایش سرزمین خود نتیجه تعامل پیچیده سیاست، مدیریت، اقتصاد، فرهنگ، رفتارهای انسانی و محیط‌زیست است (۲۱). اما چنین مفاهیمی با گذشت زمان و رشد و توسعه فعالیت‌های انسانی ممکن است مورد بررسی مجدد و نقد قرار گیرند و تعاریف و مفاهیم جدید از آن‌ها ارایه شود که در ادامه به بعضی از تعاریف و مفاهیم مربوط به آمایش سرزمین اشاره خواهد شد. بهبود یکپارچگی مدیریت منابع آب و آمایش سرزمین و پوشش زمین موجب افزایش ارزش افزوده منابع آب و سرزمین خواهد شد (۲۲). به‌منظور اتخاذ یکپارچگی آمایش سرزمین و مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب، انجام اصلاحات و تغییرات قابل توجه در سیاست، قوانین و برنامه‌ریزی منابع آب لازم و ضروری است(۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶).

تاکنون محققین مختلفی در ارتباط با بحث آمایش منابع آب فعالیت داشته‌اند که اکثر آنان استفاده از مدل‌ها و سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری را برای آمایش بهینه منابع آب لازم می‌دانند (۲۷). لتچر و همکارانش (۲۸، ۲۹) برای آمایش منابع آب از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری برای مدیریت منابع آب در شمال تایلند استفاده کردند و در این سیستم تصمیم گیری مواردی مانند رشد محصول، فرسایش آبی و روان‌آب‌های سطحی مورد استفاده قرار گرفت. ونگ و همکارانش (۳۰)، برای آمایش منابع آب سناریوهای یکپارچه سیاست‌گذاری براساس تصمیم‌گیری چند معیاره و در ارتباط با پارامترهایی مانند صرفه‌جویی آب، میزان برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی، میزان آب تصفیه نشده و غیره را مطرح نمودند. قیسر و همکارانش (۳۱) نیز برای آمایش منابع آب از چندین مدل در بخش‌های آب‌های زیرزمینی، تقاضای آب، آب مصرف بخش کشاورزی و آلودگی‌های نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای استفاده کردند. هم‌چنین دیویس و سیمونویچ (۳۲)، برای آمایش منابع آب از مدل‌های یکپارچه دینامیکی منابع آب که در ارتباط با تغییرات محیط‌زیستی و اقتصادی و اجتماعی بود بهره‌برداری نمودند.

Archive of SID

www.SID.ir

**مواد و روش تحقیق**

**معرفی منطقه مطالعاتی**

برای بررسی تاثیر آمایش سرزمین بر روی منابع آب در قالب تغییرات پوشش زمین، ابتدا به بررسی تغییرات پوشش زمین در بازه بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ در زیر حوضه‌های خزری می‌پردازیم و وضعیت هر زیرحوضه از لحاظ این تغییرات مشخص خواهد شد. برای سنجش این تغییرات از تصاویر ماهواره MODIS استفاده خواهد شد. سپس عوامل فشار مستقیم و غیرمستقیم ناشی از آمایش سرزمین بر منابع آب، توسط روش FANP امتیازدهی، در نرم افزار IDRISI نقشه‌سازی و در نرم افزار Arc GIS روی‌هم اندازی شده و وضعیت مدیریت منابع آب در هر زیر حوضه خزری مشخص می‌شود. در نهایت و توسط نرم افزار Excel رگرسیون و ارتباط بین تغییرات پوشش زمین ناشی از آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب در حوضه خزر مشخص خواهند شد.

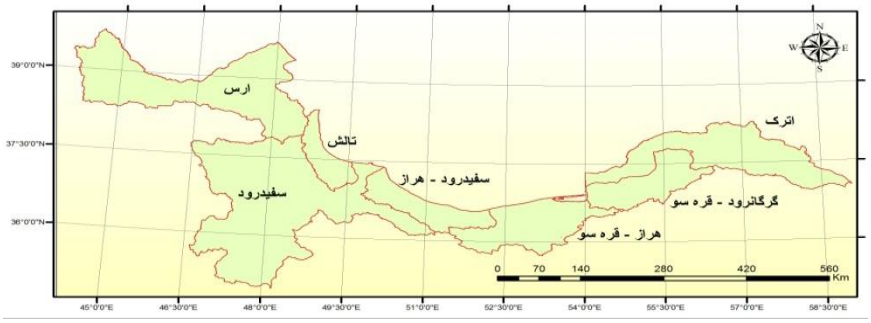
در حال حاضر عملکرد بسیاری از حوضه‌های آبریز جهان در نتیجه فعالیت‌های نامناسب کاربری اراضی به‌طور گسترده‌ای مختل شده است (۳۳، ۳۴). کشور ما نیز از این امر بی‌بهره نبوده، به‌طوری که بر اساس گزارش زمین[1]-۵ در کشورهای غرب آسیا که شامل کشور ما نیز می‌باشد، فشار بر منابع آب شیرین، به‌عنوان یکی از عمده‌ترین مسایل و مشکلات محیط‌زیستی این مناطق معرفی شده است (۳۵).

حوضه آبی خزر که یکی از شش حوضه اصلی آبی ایران به شمار می‌آید، در شمال ایران و تحت تاثیر اقلیم خزری قرار دارد و خود شامل هفت زیرحوضه می‌باشد. استان‌هایی که در این حوضه آبی قرار می‌گیرند شامل خراسان شمالی، گلستان، مازندران، گیلان، اردبیل، زنجان، کردستان، قزوین و بخش‌های شمالی استان‌های آذربایجان شرقی و غربی می‌باشند. طی سال‌های گذشته به‌دلیل رشد قابل توجه جمعیت در این حوضه و رشد فعالیت‌های انسانی و دیگر عوامل، این حوضه آبی نسبتا پر بارش ایران نیز در معرض کمبود و بحران آب شیرین قرار گرفته است.

1- GEO5

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱- حوضه آبریز خزر و زیر حوضه آن**

در واقع مهم‌ترین دلیل برای تعیین سیاست‌گذاری، آمایش و مدیریت منابع آب شیرین در حوضه آبی خزر، این است که بر خلاف سایر حوضه‌های اصلی آبی در ایران، این حوضه در معرض بحران آبی قرار دارد و وارد این بحران نشده است و یکی از مهترین علل وقوع این شرایط نیز فعالیت‌های انسانی ناشی از آمایش سرزمین در این حوضه می‌باشد.

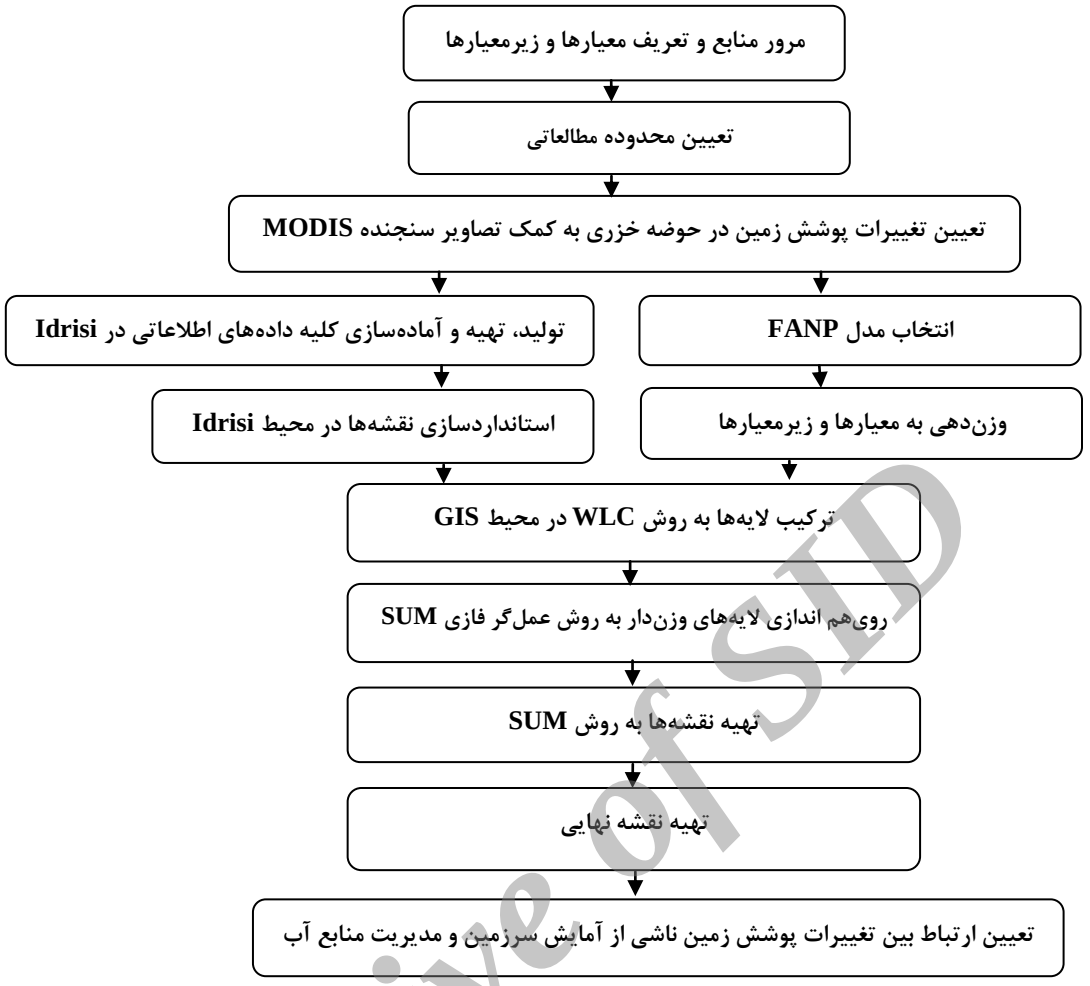
لذا برای کاهش فشارهای وارده بر منابع آب شیرین در حوضه خزر، به‌خصوص فشارهای ناشی از آمایش فعالیت‌ها و بهره‌وری انسان از سرزمین، سیاست‌گذاری، آمایش و مدیریت منابع آب شیرین برای بهره‌مندی همه مردم این حوضه از این نعمت خدا دادی لازم و ضروری است.

**مواد و روش تحقیق**

برای انجام این تحقیق از مجموعه‌ای از روش‌ها و نرم افزارها استفاده خواهد شد که به‌صورت شماتیک در شکل شماره (۲) نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۲- فلوچارت روش انجام کار در این مقاله**

### سنجنده MODIS

در این مقاله برای بررسی تغییرات پوشش زمین از تصاویر سنجنده مودیس بهره گرفته شده است. سنجنده مودیس[1] (اسپکترورادیومتر تصویربردار با قدرت تفکیک متوسط) سنجنده‌ای است که بر روی ماهواره ترا[2] (EOS AM-1) قرار داده شده است. مودیس در توسعه مدل‌های انعطاف‌پذیر درباره سیستم‌های کره زمین، نقش حیاتی بازی می‌کند و ما را قادر می‌سازد که تغییرات جهانی را به‌طور دقیق پیش‌بینی کنیم. این امر می‌تواند به مدیران و سیاست‌گذاران در زمینه حفاظت از محیط‌زیست و مدیریت بهینه منابع کمک نماید (۳۶).

در این مقاله از دو تصویر سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۲ (این سنجنده با بررسی و پردازش تصاویر یک ساله از سطح زمین، یک بار در سال و در آپریل هر سال یک تصویر منتشر می‌کند و اولین تصویر آن برای سال ۲۰۰۱ و آخرین تصویر منتشر شده آن نیز مربوط به سال ۲۰۱۲ می‌باشد) پوشش زمین[3] سنجنده مودیس ماهواره‌های ترا و آکوا (ترکیبی)، با قدرت تفکیک[4] ۴۶۳ متر استفاده شده است[5].

1- MODIS
2- Terra
3- Land Cover
4- Resolution
5- Land Cover Type Yearly L3 Global 500 m SIN Grid

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۱- مشخصات تصاویر سنجنده مودیس به‌کار گرفته شده در این مقاله**

| Temporal coverage | 2001–2012 |
|---|---|
| Earth-gridded tile area | ~1200 x 1200 km (~10° x 10° at the equator) |
| Image dimensions | 2400 x 2400 rows/columns |
| Resolution | 500 (463) meters |
| Projection | Sinusoidal |
| Data type | 8-bit unsigned integer |
| Data format | HDF-EOS |
| Science Data Set (SDS) layers | 16 |
| Day/Night | Day |

از آن‌جایی‌که منطقه مطالعاتی حوضه آبریز خزر، دارای وسعت زیادی است، به‌دلیل تنوع تغییرات اقلیمی، جغرافیایی و ارتفاعی و حضور طولانی مدت انسان در این منطقه، از پوشش زمینی بسیار متنوعی برخوردار است و می‌توان آن‌ها را در کلاس‌های مختلفی طبقه‌بندی نمود، لذا در این بخش و برای بررسی تغییرات پوشش زمین و تاثیر آن بر مدیریت کمی و کیفی منابع آب، از طبقه‌بندی IGBP[1] سنجنده مودیس که دارای ۱۷ طبقه‌بندی مجزا نیز می‌باشد استفاده می‌شود. هم‌چنین به‌منظور سهولت درک تاثیر تغییرات پوشش زمین و تاثیر آن بر مدیریت منابع آب، در نهایت این ۱۷ طبقه طبقه‌بندی IGBP، به ۷ طبق اصلی تقلیل پیدا کردند که در ادامه بیان خواهد شد.

### روش FANP

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، برای اولین بار توسط ساعتی در ۱۹۸۰ مطرح شد. این روش، روشی معمول برای حل مسایل تجزیه و تحلیل چند معیاره به صورت کمی است (۳۷). در واقع یک روش انعطاف‌پذیر و کمی برای انتخاب معیارها بر اساس عملکردشان با توجه به یک یا چند معیار مورد نظر است (۳۸، ۳۹). با توجه به این‌که دنیای واقعی معیارها معمولاً وابسته به یک‌دیگرند، رهیافت‌های سنتی در این زمینه به شکل مناسبی قابل اندازه‌گیری نیستند. به همین علت، ساعتی فرآیند تحلیل شبکه‌ای را که توسعه یافته فرایند تحلیل سلسله مراتبی است، جهت به‌دست آوردن مجموعه‌ای از وزن‌های مناسب برای معیارها معرفی کرد (۴۰، ۴۱). لازمه استفاده از این روش، شناخت کافی از هدف تصمیم‌گیری، محیط تصمیم و تمامی عناصر تصمیم‌گیری به وسیله تصمیم‌گیرنده است. این شناخت به این علت لازم است که تصمیم گیرنده بتواند همه ملاک‌های موثر در تصمیم را تعیین و تاثیر آن‌ها بر یک‌دیگر را مشخص کنند و بتواند واقعی‌ترین حالتی از شبکه را رسم نماید. مقایسه‌های زوجی باید اولویت واقعی عناصر نسبت به یک‌دیگر را نشان دهند، اما از آنجا که این شناخت کافی از سیستم همیشه موجود نیست و تصمیم گیرنده نمی‌تواند در حالت کلی با اطمینان کامل در مقایسه‌های زوجی قضاوت کند، بنابراین برای رفع این مشکل مدل تحلیل شبکه‌ای توسعه داده می‌شود. راه حل طبیعی برای انجام مقایسه‌ها در حالت‌های فقدان قطعیت، استفاده از مقایسه‌های فازی است که حالت‌های ابهام در مقایسه را مدل‌سازی می‌کند (۴۲). در واقع دلیل پائین بودن دقت این نوع کسب نظرات از افراد آن است که از فرد خواسته می‌شود بر اساس درک خود از پدیده‌ها نسبتی دقیق به مقایسه زوجی آن‌ها اختصاص دهد و این در حالی است که درک فرد از پدیده در قالب عددی قطعی قابل بیان نیست، بلکه بازه‌ای از اعداد می‌تواند بهتر از عدد قطعی منعکس کننده درک فرد از اهمیت یک پدیده در قیاس با پدیده‌ای دیگر باشد (۴۳).

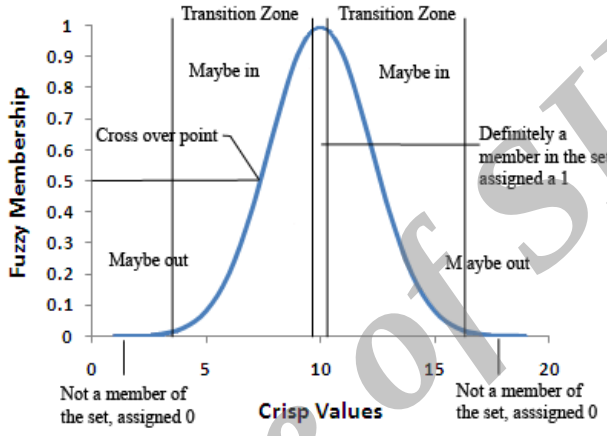
1- International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)

Archive of SID

www.SID.ir

### روش مدل‌سازی فازی

در این روش کلیه عوامل در یک مرحله با هم ترکیب می‌شوند و الگوی هدف‌مند تلفیق نقشه‌ها را می‌توان به‌کار برد. ایده منطق فازی، اشیاء فضایی را بر روی نقشه مانند اعضای یک مجموعه در نظر می‌گیرد. در تئوری مجموعه فازی، عضویت می‌تواند هر مقداری بین ۰ و ۱ را اتخاذ نماید که منعکس کننده درجه قطعی عضویت است و هیچ محدودیت عملی در انتخاب مقادیر فازی وجود ندارد (۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷). روش منطق فازی، ترکیبات انعطاف‌پذیر نقشه‌های وزنی را به‌وجود می‌آورد و می‌تواند به آسانی یا زبان مدل‌سازی GIS اجرا شود (۴۵). مقادیر براساس قضاوت ذهنی انتخاب می‌شوند تا درجه عضویت مجموعه را نشان دهند (شکل ۳).




**شکل ۳- نمودار تابع عضویت فازی (۴۸)**

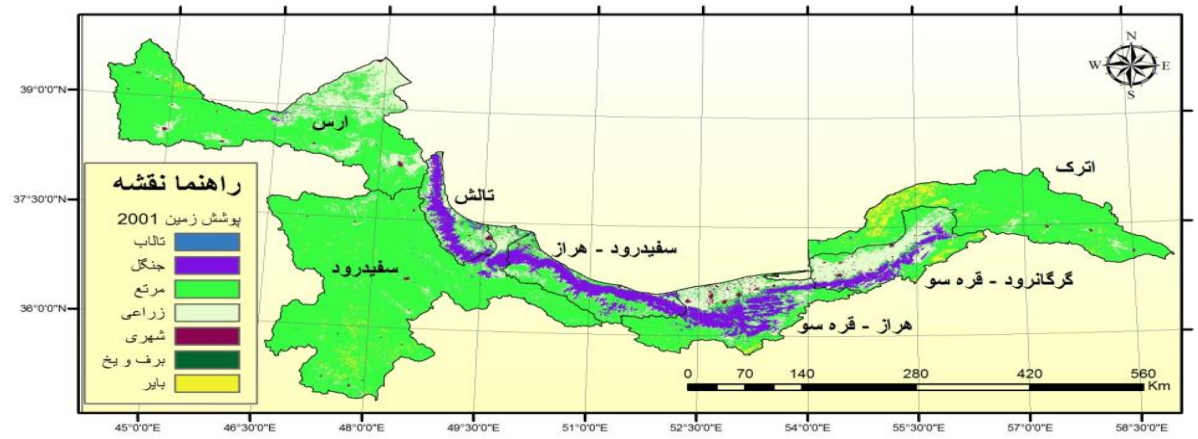
### یافته‌های تحقیق

پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای از منطقه مورد مطالعه در دو سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۲، نسبت پوشش‌های مختلف زمین هر تصویر در دو بازه زمانی مشخص شد. برای انجام این کار از روش شناسایی تغییرات[1] در تصاویر ماهواره‌ای استفاده و میزان تغییرات در هر بازه معلوم گردید، که در ادامه و در قالب شکل‌های ۶- ۴و جدول ۲ نتایج آن ارایه شده است.

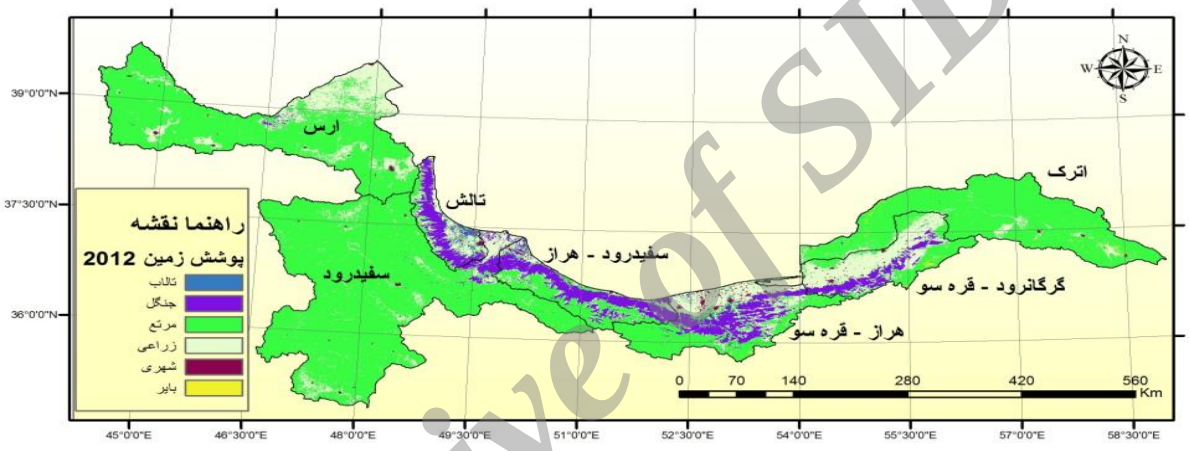
1- Change Detection

Archive of SID

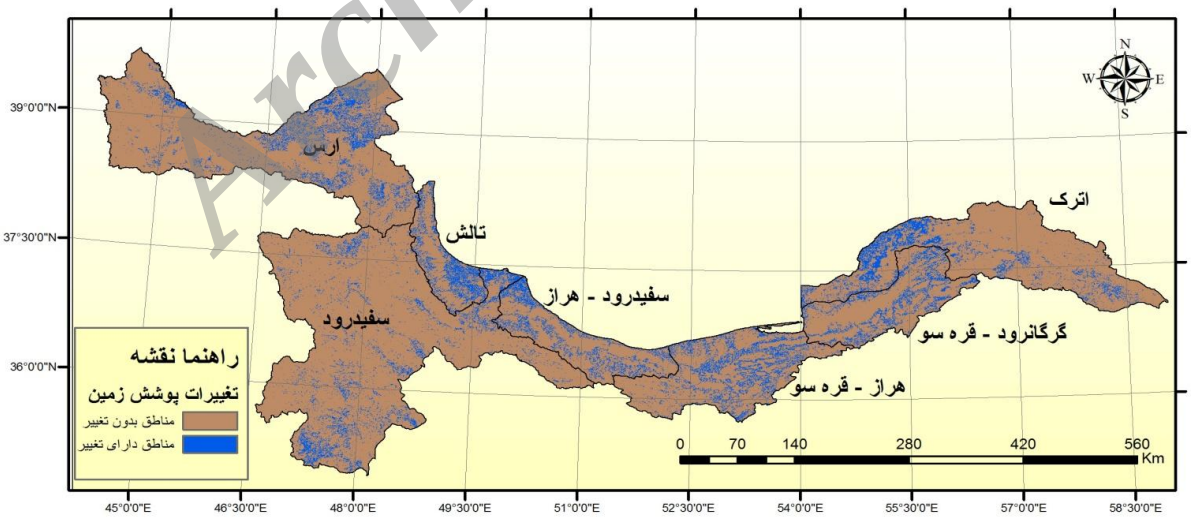
www.SID.ir




شکل ۴- طبقه‌بندی هفت‌گانه پوشش زمین حوضه آبریز خزر در سال ۲۰۰۱




شکل ۵- طبقه‌بندی هفت‌گانه پوشش زمین حوضه آبریز خزر در سال ۲۰۱۲




شکل ۶- مناطق دارای تغییرات پوشش زمین (رنگ آبی) در حوضه آبریز خزر در بین سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۱

Archive of SID
www.SID.ir

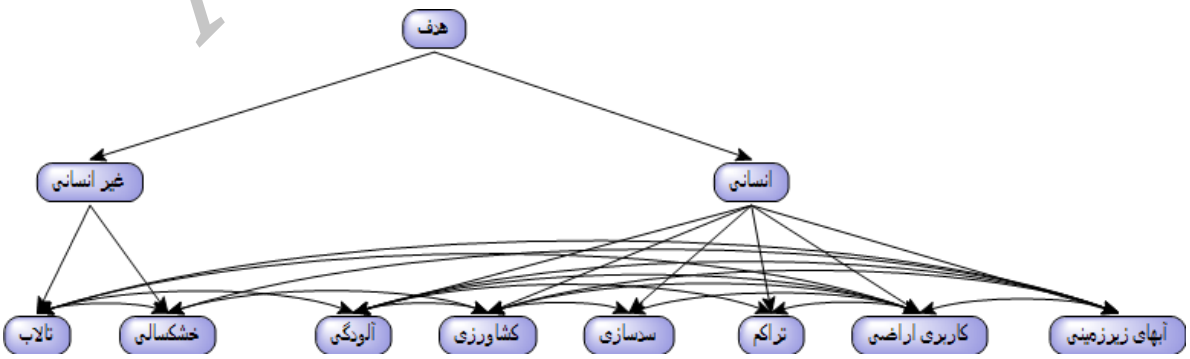
**جدول ۲- نسبت تغییرات ۲۰۱۲ به ۲۰۰۱ کاربری اراضی نسبت به مساحت زیرحوضه‌ها (درصد)**

| نام حوضه | نسبت تغییرات ۲۰۱۲ به ۲۰۰۱ کاربری اراضی نسبت به مساحت زیرحوضه‌ها (درصد) |
|---|---|
| ارس | ۱۲/۸۶ |
| تالش | ۲۸/۹۱ |
| سفیدرود | ۸/۱۸ |
| سفیدرود-هراز | ۲۱/۱۱ |
| هراز-قره سو | ۱۹/۴۴ |
| گرگان‌رود | ۱۸/۹۰ |
| اترک | ۱۴/۰۹ |

بررسی تغییرات پوشش زمین در زیرحوضه‌های خزر نشان می‌دهد که در فاصله بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲، زیرحوضه تالش با ۲۸/۹۱ درصد بیشترین و زیرحوضه سفیدرود با ۸/۱۸ درصد کمترین میزان تغییرات را در بین زیرحوضه‌های خزری داشتند.

در مرحله بعد به امتیازدهی پارامترهای فشار بر منابع آب شیرین حوضه آبریز خزر می‌پردازیم که در اثر فعالیت‌های انسانی و برنامه‌های آمایش سرزمین در این حوضه ایجاد شده‌اند. بر این اساس در این پژوهش لایه‌های اطلاعاتی مصرف آب کشاورزی، مصرف آب‌های زیرزمینی، آلودگی منابع آب، خشکسالی، تغییرات سطح تالاب‌ها، سدسازی، تراکم جمعیت و تغییرات کاربری اراضی، به‌عنوان عوامل فشار بر منابع آب، برای سیاست‌گذاری و مدیریت یکپارچه منابع آب شیرین در حوضه آبریز خزر در دو دسته شاخص انسانی و غیرانسانی مورد استفاده قرار گرفتند. در ادامه وابستگی متقابل شاخص‌ها و مولفه‌ها در شکل ۷ نشان داده شده‌اند. هم‌چنین روش جمع‌آوری اطلاعات برای وزن‌دهی و اولویت‌بندی پارامترها، بر اساس پرسش‌نامه‌های توزیع شده بین ۳۶ متخصص در زمینه محیط‌زیست و منابع آب صورت پذیرفت.

تهیه جداول و وزن دهی پارامترها با استفاده از روش فازی ANP (FANP) و بر اساس برنامه نویسی نرم افزار FANP و به کمک زبان برنامه نویسی ASP و بر اساس مقاله انوت و همکارانش (۲۰۰۹) (۴۹) پیاده سازی شده است. در این نرم‌افزار به منظور محاسبه سازگاری از روش گوگوس و بوچر (۵۰) استفاده شده است.



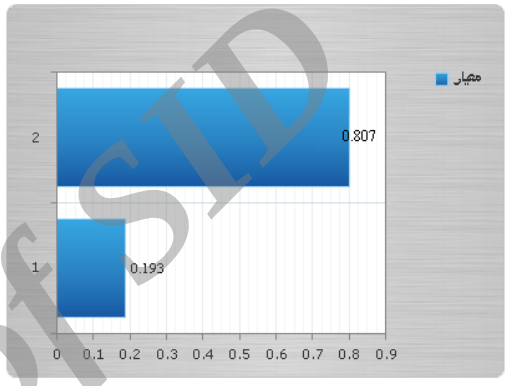

**شکل ۷- وابستگی درونی مولفه‌ها نسبت به یک‌دیگر**

Archive of SID

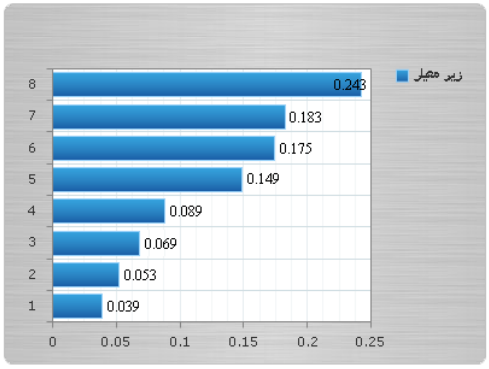
www.SID.ir

**تعیین وزن شاخص‌ها (معیارها) و مولفه‌ها (زیرمعیارها) با تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP)**

با استناد به نظر کارشناسان و با کمک روش FANP، مقایسات زوجی بین شاخص‌ها و مولفه‌ها صورت گرفت (به‌دلیل زیاد بودن جدول‌های مقایسات زوجی از ذکر آن‌ها خودداری شده است). در ادامه، با توجه به مقایسات زوجی، وزن شاخص‌ها و مولفه‌های ذکر شده در شکل‌های ۸ و ۹ و جدول ۳ نشان داده شده است.




**شکل۸- نمودار اوزان نهایی معیارها نسبت به هدف سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب شیرین حوضه آبریز خزر**




**شکل ۹- نمودار اوزان نهایی زیر معیار ها نسبت به هدف سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب شیرین حوضه آبریز خزر**

**جدول۳- ماتریس اوزان نهایی زیر معیار ها نسبت به هدف**

| معیار | وزن فازی نهایی | وزن قطعی نهایی معیارها | زیرمعیار | وزن فازی نهایی | وزن قطعی نهایی زیرمعیارها |
|---|---|---|---|---|---|
| غیرانسانی | (۰/۱۷۲,۰/۱۸۲,۰/۲۲۳) | ۰/۱۹۳ | تالاب | (۰/۰۳۹,۰/۰۵,۰/۰۷۷) | ۰/۰۵۳ |
| | | | خشک‌سالی | (۰/۰۹۹,۰/۱۴۹,۰/۱۹۴) | ۰/۱۴۹ |
| انسانی | (۰/۶۶۸,۰/۸۱۸,۰/۸۶۲) | ۰/۸۰۷ | آلودگی آب | (۰/۱۱۳,۰/۱۷۴,۰/۲۳۴) | ۰/۱۷۵ |
| | | | مصرف آب کشاورزی | (۰/۱۴۷,۰/۲۵۲,۰/۳۰۸) | ۰/۲۴۳ |
| | | | سدسازی | (۰/۰۲۷,۰/۰۳۸,۰/۰۵) | ۰/۰۳۹ |
| | | | تراکم جمعیت | (۰/۰۴۲,۰/۰۶۸,۰/۰۹۱) | ۰/۰۶۹ |
| | | | تغییرات پوشش زمین | (۰/۰۵۹,۰/۰۸۷,۰/۱۲۳) | ۰/۰۸۹ |
| | | | مصرف آب‌های زیرزمینی | (۰/۱۱۱,۰/۱۸۴,۰/۲۴۳) | ۰/۱۸۳ |

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج مرحله امتیازدهی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش FANP نشان می‌دهد که معیار انسانی با ۰/۸۰۷ امتیاز در مقابل معیار غیرانسانی با ۰/۱۹۷ امتیاز، از اهمیت بیشتری برخوردار است. هم‌چنین در بین زیرمعیارها نیز، زیرمعیار مصرف آب کشاورزی با ۰/۲۴۳ امتیاز و سدسازی با ۰/۰۳۹ امتیاز، به ترتیب، بیشترین و کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند.

**استانداردسازی نقشه‌ها در منطق فازی**

در منطق فازی هر منطقه، با توجه به مقداری که معیار مورد نظر را رعایت می‌کند، مقدار عضویتی می‌گیرد که بیان کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه است. در منطق فازی مساله قطعیت موجود در منطق بولین وجود ندارد و هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه‌بندی می‌شود (۵۱). یکی دیگر از عوامل موثر در استانداردسازی نقشه‌های فازی تعیین حد آستانه می‌باشد که به آن‌ها نقاط کنترل نیز گفته می‌شود. اما نکته‌ای که باید در انتخاب تابع به آن توجه نمود، نوع کاهشی یا افزایشی بودن معیار مورد نظر می‌باشد(۵۲).

**جدول ۴- مقادیر زیرمعیارها (عوامل فشار) همراه با واحدهای آن‌ها در زیرحوضه‌ها**

| نام زیرحوضه | تالاب (نسبت سطح تالاب به سطح مبنا در سال ۲۰۱۲) | خشک‌سالی (اندازه شاخص DIP) | آلودگی آب (میانگین درصد مساحت پهنه‌هایی با پتانسیل بار زیادN,P,BOD) | مصرف آی کشاورزی (اندازه شاخص بهره‌وری آب در تولید کشاورزی (کیلوگرم در مترمکعب)) | سدسازی (نسبت آب پشت سد به آب سطحی (درصد)) | تراکم جمعیت (تراکم جمعیت در زیرحوضه‌ها در سال ۱۳۹۰ (تعداد افراد در هر کیلومترمربع)) | تغییرات پوشش زمین (تغییرات ۲۰۱۲ نسبت به ۲۰۰۱ پوشش زمین نسبت به مساحت زیرحوضه‌ها (درصد)) | مصرف آب‌های زیرزمینی (نسبت دشت‌های ممنوعه هر زیرحوضه نسبت به مساحت زیرحوضه (درصد)) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارس | ۰/۱۱ | ۰/۱۷۶۵ | ۶/۷ | ۱/۲۴ | ۴/۱۴ | ۵۵/۲ | ۱۲/۸۶ | ۸/۸ |
| تالش | ۰/۸۲ | ۰/۰۰۱۸ | ۶۹/۳ | ۰/۴۴ | ۴/۲۲ | ۱۲۶/۱ | ۲۸/۹۱ | ۰ |
| سفیدرود | ۹/۹۴ | ۰/۰۰۳۷ | ۱۷ | ۰/۷۹ | ۶۶/۹ | ۴۵/۹ | ۸/۱۸ | ۱۱/۳ |
| سفیدرود-هراز | ۶/۲ | -۰/۰۱۳ | ۵۱/۳ | ۰/۹۹ | ۵/۶۹ | ۱۰۱/۱ | ۲۱/۱۱ | ۸/۹ |
| هراز-قره سو | ۰/۴۹ | -۰/۰۰۶ | ۴۱/۳ | ۱/۱۵ | ۴۷/۸۳ | ۱۳۵/۱ | ۱۹/۴۴ | ۳۳/۵ |
| گرگان‌رود | ۰/۱ | -۱/۱۲ | ۰ | ۱/۶۵ | ۵۱/۸۱ | ۶۶/۹ | ۱۸/۹۰ | ۳۵ |
| اترک | ۰/۲۱ | -۰/۰۲۶ | ۰ | ۰/۹۱ | ۱۹/۰۹ | ۳۸/۶ | ۱۴/۰۹ | ۹ |

در مورد اطلاعات موجود در جدول ۴ باید به این نکته اشاره کرد که اطلاعات مربوط به زیرمعیارهای خشک‌سالی، آلودگی آب، مصرف آب کشاورزی، سدسازی و مصرف آب‌های زیرزمینی، بر اساس گزارشات مطالعات به هنگام‌سازی طرح

Archive of SID

www.SID.ir

جامع آب کشور و سال‌نامه آماری آب کشور (۵۳) تهیه شده است. هم‌چنین اطلاعات جمعیتی ایران نیز بر اساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ به‌دست آمد (۵۴). اطلاعات زیرمعیارهای تالاب و تغییرات پوشش زمین نیز با استفاده از روش‌های سنجش از دور و توسط تصاویر ماهواره MODIS در بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ استخراج شده‌اند که در قسمت قبل به آن‌ها اشاره شد.

**جدول ۵- نقاط کنترل و نوع تابع فازی جهت استانداردسازی نقشه‌های معیار در منطق فازی (منبع نویسندگان)**

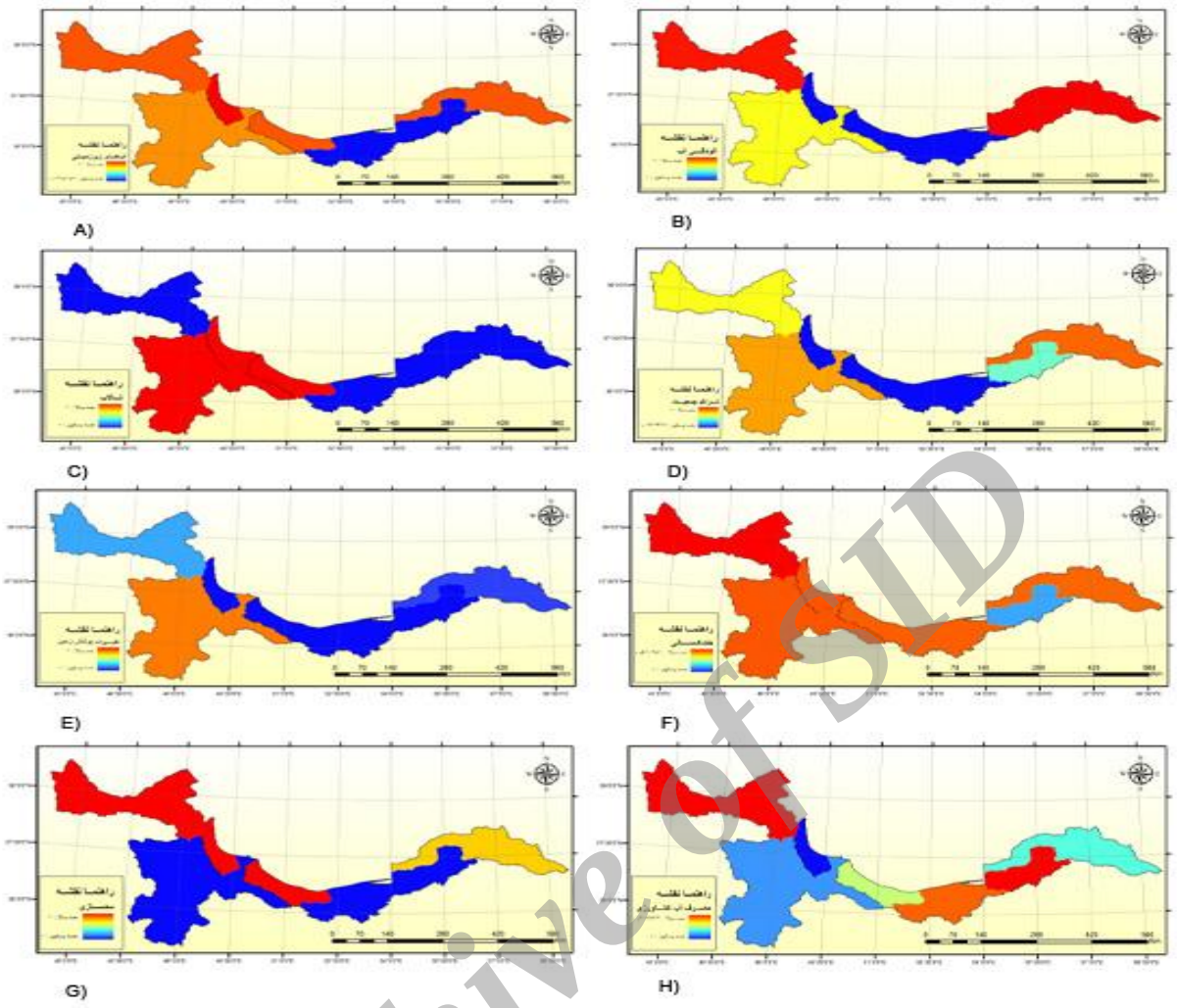
| شاخص | زیرشاخص | نوع تابع | نقاط کنترل | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | d | c | b | a |
| **غیرانسانی** | تالاب | S شکل افزایشی | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۵ |
| | خشک‌سالی | S شکل افزایشی | -۲ | -۲ | -۲ | ۲ |
| **انسانی** | آلودگی آب | S شکل کاهشی | ۵۰ | ۵ | ۵ | ۵ |
| | مصرف آب کشاورزی | S شکل افزایشی | ۲/۵ | ۲/۵ | ۲/۵ | ۰/۵ |
| | سدسازی | S شکل کاهشی | ۴۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ |
| | تراکم جمعیت | S شکل کاهشی | ۱۶۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ |
| | تغییرات پوشش زمین | S شکل کاهشی | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ |
| | مصرف آب‌های زیرزمینی | S شکل کاهشی | ۴۰ | ۵ | ۵ | ۵ |

**تهیه نقشه‌های لایه اطلاعاتی**

در این مرحله، تهیه نقشه‌های لایه‌های اطلاعاتی بر اساس منطق فازی صورت گرفت. هر یک از لایه‌های اطلاعاتی تاثیرگذار در سیاست‌گذاری، آمایش و مدیریت محیط‌زیستی منابع آب شیرین در حوضه آبریز خزر در محیط Idrisi استانداردسازی و تهیه شدند. در ادامه و در قالب شکل (۱۰)، نقشه فازی لایه‌های اطلاعاتی ارایه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



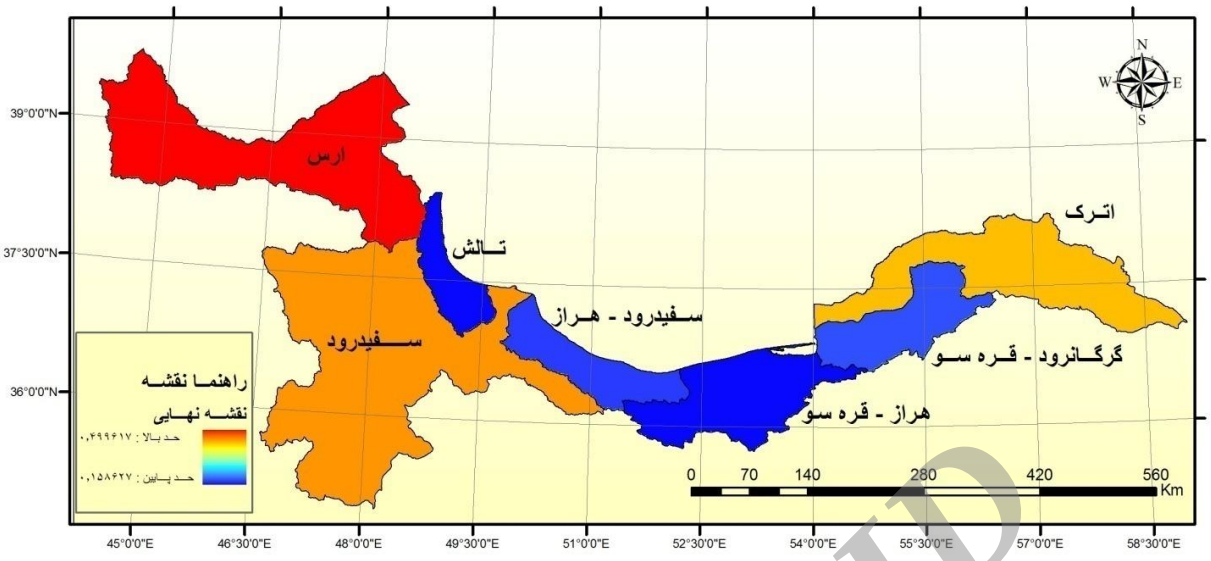

**شکل (۱۰) - A) مصرف آب‌های زیرزمینی، B) آلودگی آب، C) تغییرات تالاب، D) تراکم جمعیت، E) تغییرات پوشش زمین، F) خشک‌سالی، G) سدسازی، H) مصرف آب کشاورزی.**

### رویهم‌اندازی لایه‌ها و تهیه نقشه نهایی

نقشه‌های تهیه شده در محیط Idrisi در محیط GIS و با استفاده از عمل‌گر Sum جهت سیاست‌گذاری و مدیریت محیط‌زیستی منابع آب شیرین در حوضه آبریز خزر روی هم اندازی شدند که در شکل ۱۱ نمایش داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱۱- رویهم‌اندازی نقشه‌های سیاست‌گذاری و مدیریت محیط‌زیستی منابع آب شیرین در حوضه آبریز خزر**

**جدول ۶- امتیازدهی نهایی پارامترهای سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب زیرحوضه‌های حوضه آبریز خزر بر اساس منطق فازی**

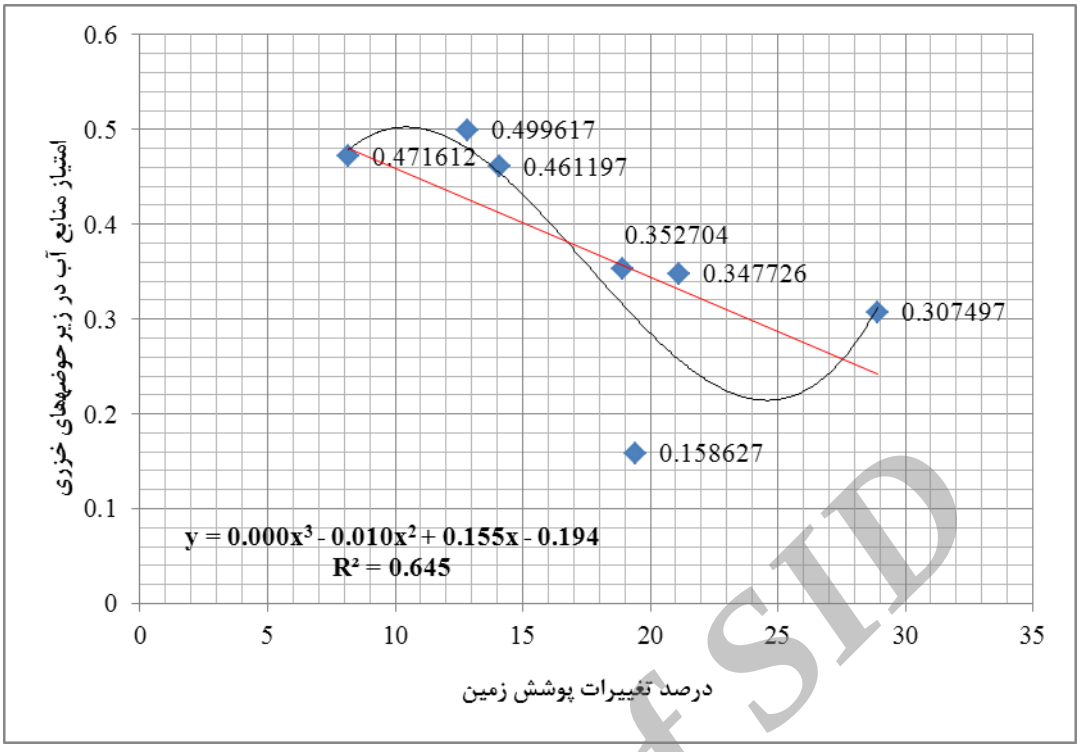
| نام زیرحوضه | نقشه نهایی |
|---|---|
| ارس | ۰/۴۹۹۶۱۷ |
| تالش | ۰/۳۰۷۴۹۷ |
| سفیدرود | ۰/۴۷۱۶۱۲ |
| سفیدرود-هراز | ۰/۳۴۷۷۲۶ |
| هراز-قره سو | ۰/۱۵۸۶۲۷ |
| گرگان‌رود | ۰/۳۵۲۷۰۴ |
| اترک | ۰/۴۶۱۱۹۷ |

امتیازدهی و روی‌هم‌اندازی لایه‌های اطلاعاتی در زیرحوضه‌های آبریز خزر نشان می‌دهد که از لحاظ مدیریت منابع آب شیرین در کل حوضه آبریز خزر، زیرحوضه ارس با ۰/۴۹۹۶۱۷ امتیاز در رده اول و در بهترین شرایط قرار گرفته است و زیرحوضه هراز قره‌سو با کسب امتیاز ۰/۱۵۸۶۲۷ در رده آخر و در بین سایر زیرحوضه‌های حوضه آبریز خزر، در بدترین وضعیت قرار دارد.

در مرحله آخر، برای تعیین رابطه بین تغییرات پوشش زمین ناشی از آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب شیرین در زیرحوضه‌های خزری از نرم افزار Execl و آزمون R-Squerd استفاده شد که برای تعیین وابستگی بین متغیرها است، و در شکل (۱۲) نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱۲- تعیین R-Squerd بین متغیرهای تغییرات پوشش زمین ناشی از آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب در زیرحوضه‌های خزری**

نتایج تعیین وابستگی تغییرات پوشش زمین ناشی از آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب در زیرحوضه‌های خزری نشان می‌دهد که R-Squerd این وابستگی برابر با ۰/۶۴۵ می‌باشد که نشان از وابستگی نسبتا قوی در این زمینه است.

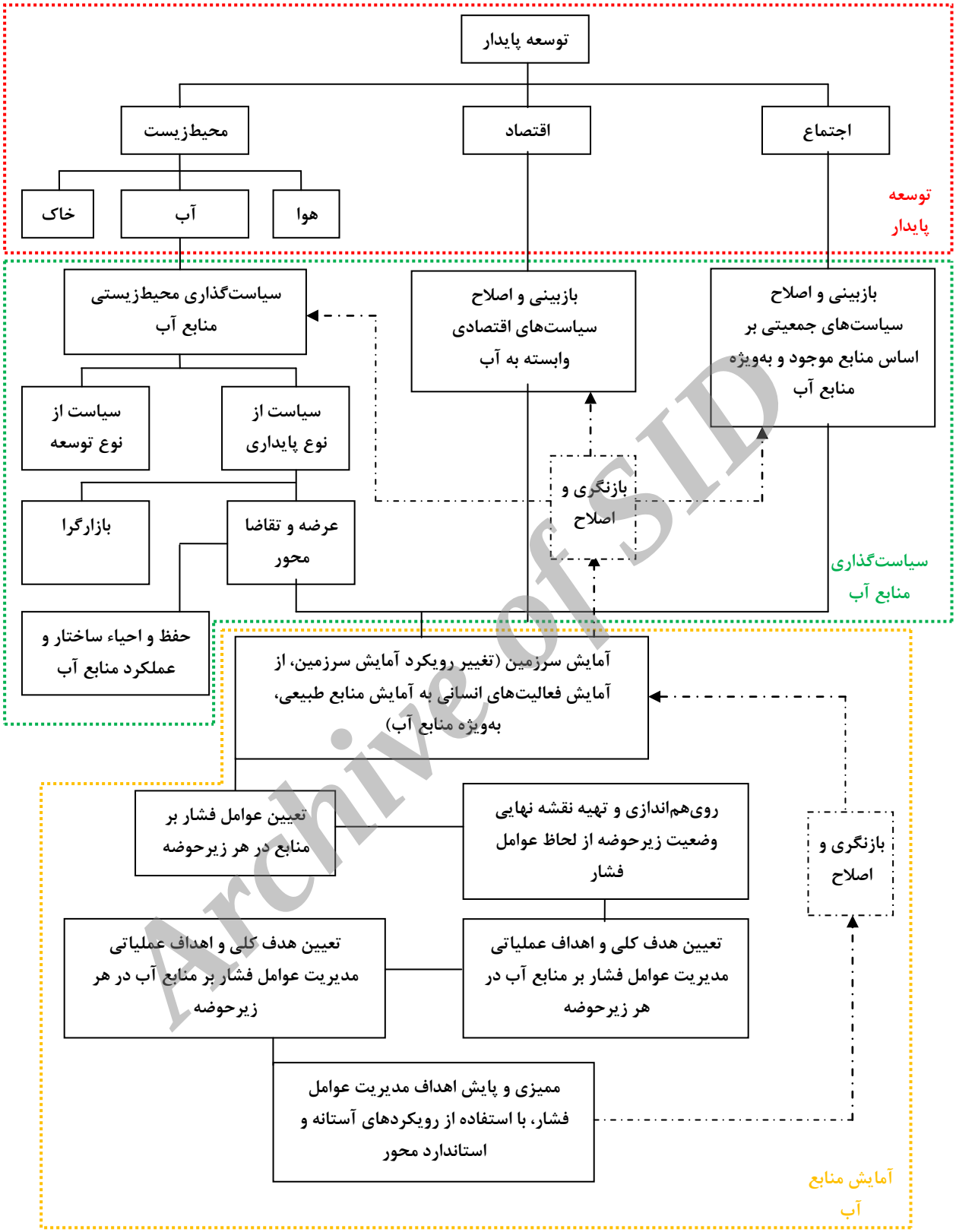
## جمع‌بندی

نتایج نشان می‌دهد که در فاصله بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲، زیرحوضه تالش با ۲۸/۹۱ درصد بیشترین و زیرحوضه سفیدرود با ۸/۱۸ درصد کمترین میزان تغییرات را در بین زیرحوضه‌های خزری داشتند. هم‌چنین امتیازدهی نهایی مدیریت منابع آب در زیرحوضه‌های خزری نشان می‌دهد که زیرحوضه ارس با ۰/۴۹۹۶۱۷ امتیاز بیشترین و زیرحوضه هراز قره‌سو با ۰/۱۵۸۶۲۷ امتیاز کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند. هم‌چنین نتایج تعیین وابستگی تغییرات پوشش زمین ناشی از آمایش سرزمین و مدیریت منابع آب در زیرحوضه‌های خزری نشان می‌دهد که R-Squerd این وابستگی برابر با ۰/۶۴۵ می‌باشد که نشان از وابستگی نسبتا بالایی در این زمینه است.

با ادامه این روند، منابع آب حوضه خزری به‌شدت در معرض بحران‌های کمی و کیفی آب خواهند بود. یکی از دلایل اصلی این امر فقدان سیاست محیط‌زیستی منابع آب است؛ زیرا در حال حاضر بسیاری از اهداف و برنامه‌های بلند مدت منابع آبی کشورمان دارای رویکرد مهندسی است، نه سیاست‌گذاری، که ادامه چنین رویکردی در آینده منابع آب کشور را با بحران جدی مواجه خواهد کرد. از جمله راه‌های رسیدن به چنین سیاستی، تغییر رویکرد آمایش سرزمین در کشورمان به آمایش منابع و به‌ویژه منابع آب است. رویکرد فعلی آمایش در ایران از نوع آمایش فعالیت‌های انسانی است که باید به آمایش منابع تغییر کند. در آمایش منابع، هر منطقه بر اساس پتانسیل و منابع حیاتی خود، مانند منابع آب، برنامه‌ها و فعالیت‌های انسانی را مدیریت و برنامه‌ریزی خواهد کرد. در ادامه و در قالب شکل ۱۳ فلوچارت سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب شیرین در حوضه آبریز خزر ارایه خواهد شد.

Archive of SID

www.SID.ir




شکل ۱۳- فلوچارت سیاست‌گذاری و آمایش منابع آب حوضه آبریز خزر (منبع: نویسندگان)

Archive of SID

www.SID.ir

آن‌چه که رویکرد آمایش منابع آب را از سایر رویکردهای آمایشی رایج جدا می‌کند، در نظر گرفتن آب در اولویت برنامه آمایش است. بر اساس چنین رویکردی، سیاست‌گذاری و آمایش منابع آب منجر به این موضوع می‌شود که جامعه بر اساس دارایی طبیعی خود که همان منابع آب است سرمایه‌گذاری و آینده‌نگری خواهد کرد. رویکرد آمایش منابع آب به‌دلیل پایه‌ای بودن و با در نظر گرفتن این اصل که اساس رشد و توسعه هر منطقه‌ای منابع طبیعی و آب آن است، موجب می‌شود تا سایر سیاست‌ها از جمله سیاست‌های اقتصادی و جمعیتی نیز که تابع منابع آب هستند تحت تاثیر قرار گیرند. هم‌چنین، رویکرد آمایش منابع آبی که در این مقاله به آن اشاره شده است، برخلاف سایر رویکردهای مشابه منابع آب، کلیه پارامترهای عمده انسانی و طبیعی تاثیرگذار بر منابع آب را در نظر گرفته و امتیازدهی و اولویت‌بندی می‌کند و مورد استفاده قرار می‌دهد.

**منابع**


1. Renetzeder, C., Schindler, S., Peterseil, J., et al., 2010. Can we measure ecological sustainability landscape pattern as an indicator for naturalness and land use intensity at regional, national and European level. Ecological Indicator, Vol. 10, pp. 39–48.
2. Broadbent, E.N., Almeyda Zambrano, A.M., Dirzo, R., Durham,W.H., Driscoll, L., Gallagher, P., Salters, R., Schultz, J., Colmenares, A., Randolph, S.G., 2012. The effect of land use change and ecotourism on biodiversity: a case study of Manuel Antonio, Costa Rica, from 1985 to 2008. Landscape Ecology, Vol. 27, pp. 731–744.

۳. سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۱، مفاهیم اقتصادی برنامه‌ریزی. معاونت برنامه‌ریزی و ارزشیابی سازمان برنامه و بودجه، صفحه ۳۵.

۴. مخدوم. م، ۱۳۷۴، شالوده آمایش سرزمین، جلد پنجم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۱۵.

۵. صالحی. ال و پوراصغر سنگاچین. ف، ۱۳۸۸، تحلیلی بر موانع فراروی آمایش سرزمین در ایران، مجله راهبرد، سال ۲، شماره ۵۲، صص ۱۴۹ تا ۱۸۲.

6. United Nations., 2008. Spatial Planning Key Instrument for Development and Effective Governance with Spatial Reference to Countries in Transition, (U.N, New York).
7. FAO., 1993. Guidelines for Land Use Planning. Development Series 1, (F.A.O, Rome).
8. Dimyati, M., Mizuno, K., Kitamura, T., 1996. An analysis of land use/cover change using the combination of MSS Landsat and land use map: a case study in Yogyakarta, Indonesia. International Journal of Remote Sensing, Vol. 17, pp. 931–944.
9. Kumar, M., Rawat, J, S., 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences,Vol. 23, pp. 144-156.
10. Ludwig, F., van Slobbe, E., Cofino, W., 2014. Climate change adaptation and Integrated Water Resource Management in the water sector. Journal of Hydrology, Vol. 518, pp. 235–242.
11. Molinos-Senante, M., Herndez-Sancho, F., Mochol-Arce, M., Sala-Garrido, R., 2014. A management and optimisation model for water supply planning in water deficit areas. Journal of Hydrol, Vol. 515, pp. 139–146.


Archive of SID

www.SID.ir

12. Meire, P., Coenen, M., Lombardo, C., Robba, M., Sacile, R., 2008. Towards integrated water management. In: Meire, P., Coenen, M., Lombardo, C., Robba, M., Sacile, R. (Eds.), Integrated Water Management, (N.A.T.O, Science Series. IV. Earth and Environmental Sciences, Vol. 80. Springer, Netherlands).
13. Porto, M.F.A., Porto, R.L., 2008. Gestao de bacias hidrograficas. Estudos Avancados, Vol. 63, 43–60.
14. Xie, M., 2006. Integrated water resources management (IWRM) – introduction to principles and practices. In: Africa Regional Workshop on (I.W.R.M, Nairobi).
15. Tong, S., Chen, W., 2002. Modeling the relationship between land use and surface water quality. Journal of Environmental Management, Vol. 66, pp. 377-393.
16. Ahearn, D. S., Sheibley, R.W., Dahlgren, R. A., Anderson, M., Jonshon, J., Kenneth, W. T., 2005. Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California. Journal of Hydrology, Vol. 313, pp. 234-247.
17. Jiang, Q.O., Deng, X., Zhan, J., He, S., 2011. Estimation of land production and its response to cultivated land conversion in North China Plain. Chinease Geographcal Sciense, Vol. 21, pp. 685–694.
18. Liu, J., Deng, X., 2011. Influence of different land use on urban microenvironment in Beijing City. China Journal of Food and Agricator and Environment, Vol. 9, pp. 1005–1011.
19. Deng, X., Han, J., Yin, F., 2012. Net energy, CO2 emission and land-based cost-benefit analyses of jatropha biodiesel: a case study of the Panzhihua Region of Sichuan Province in China, Energies Vol . 5, pp. 2150–2164.
20. Huang, J., Zhan, J., Yan, H., Wu, F., Deng, X., 2013. Evaluation of the impacts of land use on water quality: a case study in the Chaohu Lake Basin. The Scientific World Journal, Vol. 13, pp. 586-598.
21. Gyawali, S., Techto, K., Monprapussorn, S., Yuangyai, C., 2013. Integrating Land Use and Water Quality for Environmental Based Land Planning fir U-tapao River Basin Thailand. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 91, pp. 556 – 563.
22. Fidelis, T., Roebeling, P., 2014. Water resources and land use planning systems in Portugal Exploring better synergies through Ria de Aveiro. Land Use Policy, Vol. 39, pp. 84–95.
23. Iza, A., Stein, R., 2009. RULE – Reforming water governance, (I.U.C.N, Gland, Switzerland).
24. Liefferink, D., Wiering, M., Uitenboogaart, Y., 2011. The EU Water Framework Direc-tive: a multi-dimensional analysis of implementation domestic impact. Land Use Policy, Vol. 28, pp. 712–722.
25. OECD., 2011. Water Governance in OECD Countries: A Multi-level Approach. OECD Studies on Water, (O.E.C.D, Publishing, Paris).
26. UNEP., 2012-1. The UN-Water Status Report on The Application of Integrated Approaches to Water

Archive of SID

www.SID.ir

Resources Management, (U.N.E.P, Programme).

27. Safavi, H.R., Golmohammadi, M.H., Sandoval-Solis, S., 2015. Expert knowledge based modeling for integrated water resources planning and management in the Zayandehrud River Basin. Journal of Hydrology, Vol. 528, pp. 773–789.
28. Letcher, R.A., Croke, B.F.W., Jakeman, A.J., Merritt, W.S., 2006a. An integrated modeling toolbox for water resources assessment and management in highland catchments: model description. Agricaltor Systems, Vol. 4, pp. 106–131.
29. Letcher, R.A., Croke, B.F.W., Merritt, W.S., Jakeman, A.J., 2006b. An integrated modeling toolbox for water resources assessment and management in highland catchments: sensitivity analysis and testing. Agricator Systems, Vol. 5, pp. 132–164.
30. Weng, S.Q., Huang, G.H., Li, Y.P., 2010. An integrated scenario-based multi-criteria decision support system for water resources management and planning – a case study in the Haihe River Basin. Expert System with Applications, Vol. 12, pp. 8242–8254.
31. Geiser, T., Printz, A., von Raumer, H.G., Gtzinger, J., Dukhovny, V.A., Barthel, R., Stahr, K., 2008. Development of a regional model for integrated management of water resources at the basin scale. Physics and Chemistery of Earth part A/B/C, Vol. 33, pp. 175–182.
32. Davies, E.G., Simonovic, S.P., 2011. Global water resources modeling with an integrated model of the social–economic–environmental system. Advances in Water Resource, Vol.34, pp. 684–700.

۳۳. پرورش. ح، نوحه‌گر. الف و پرورش. الف، ۱۳۸۸، مدیریت جامع حوزه آبخیز، پیوند مردم با آب و اراضی خود، ترجمه گریگسن. ه، پیتر. ف و کنت. ب، جلد اول، بندرعباس، انتشارات دانشگاه هرمزگان، صفحه ۴۵.

۳۴. پرورش. ح، دهقانی. م و نوحه‌گر. الف، ۱۳۸۹، مقایسه روش آمایش فیزیکی-ژئومرفولوژی- و روش آمایش سرزمین جهت ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه آبخیز نساء در هرمزگان، آمایش سرزمین، سال ۲، شماره ۸، صص ۲۷ تا ۵۰.

35. UNEP., 2012-2. GEO5, Global Environment Outlook, Environment for the future we want. (U.N.E.P, Programme).
36. NASA., 2014. MODIS Brochoures. (N.S.A, California).
37. Deng, H., 1999. Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparisons. International Journal of Approximate Reasoning, Vol. 21, pp. 215-231.
38. Boroushaki, S., Malczewski, J., 2008. Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS. Computers & Geosciences, Vol. 34, pp. 399-410.
39. Linkov, I., Satterstrom, F.K., Steevens, J., Ferguson, E., Pleus, R. C., 2007. Multi-criteria decision analysis and environmental risk assessment for nanomaterials. Journal of Nanoparticle Research, Vol. 9, pp. 543–554.

۴۰. عالم تبریز. آ و باقرزاده. آ، ۱۳۸۸، تلفیق ANP و TOPSIS تعدیل شده برای گزینش تامین کننده راهبردی، پژوهش‌های مدیریت، سال ۲، شماره ۸، صص ۱۴۹ تا ۱۸۸.

Archive of SID

www.SID.ir

۴۱. قدسی‌پور. س. ح، ۱۳۸۹، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، جلد هشتم، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، صفحه ۶۸.

۴۲. رزمی. ج، صادق عمل نیک. م و هاشمی. م، ۱۳۸۷، انتخاب تامین کننده با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، نشریه دانشکده فنی (دانشگاه تهران)، سال ۷، شماره۲۳، صص ۹۳۵ تا ۹۴۶.

43. Leung, L.C & Cao, D., 2000. On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, Vol. 124, pp. 88-96.
44. Hansen, H.S., 2005. GIS-based multi-criteria analysis of wind farm development. ScanGIS 2005: Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science. Stockholm, Swoden, (pp. 75-87).
45. Lee, S., 2007. Application and verification of fuzzy algebraic operators to landslide susceptibility mapping. Environmental Geology, Vol (52), pp. 615-623.
46. Kabir, S., Edifor, E., Walker, M., Gordon, N., 2014. Quantification of Temporal Fault Trees Based on Fuzzy Set Theory. Proceedings of the Ninth International Conference on Dependability and Complex Systems DepCoS-RELCOMEX. Brunow, Poland (pp. 255-264).
47. Ghosh, J. K., Bhattacharya, D., Sharma, S. K., 2012. Fuzzy Knowledge Based GIS for Zonation of Landslide Susceptibility. Applications of Chaos and Nonlinear Dynamics in Science and Engineering, Vol. 2, pp. 21-37.
48. Dombi, J., 1990. Membership function as an evaluation. Fuzzy sets and systems. Vol. 35, pp. 1-21.
49. Onut, S., Kara, S.S., Isik, E., 2009. Long Term Selection Using a Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for a Telecommunication Company. Expert Systems with Applications, Vol. 36, pp. 3887-3895.
50. Gogus, O., Boucher, T.O., 1998. Strong Transitivity, Rationality and Weak Monotonicity in Fuzzy Pairwise Comparisons. Fuzzy Sets and Systems, Vol. 94, pp. 133-144.
51. Lin, H., Kao, j., Li, k., 1996. Fuzzy GIS assisted landfill siting analysis. proceeding of international conference on Solid Waste Technology and Management, Tokyo, Japan, pp. 322_324.
52. Valizadeh, K., Shababi, H., 2009. Necessities of GIS usage in urban water management at the time of Natural accidents, case study: Saqqez city. 4 International Conference on Geographic, Paris, France, pp. 89-98.

۵۳. وزارت نیرو، ۱۳۹۲، مطالعات به‌هنگام‌سازی طرح جامع آب کشور در حوضه‌های ارس، ارومیه، تالش - تالاب انزلی، سفیدرود بزرگ، سفیدرود - هراز، هراز - قره‌سو، گرگان‌رود و اترک، جلدهای ۲۸، ۲۹ و ۳۰. ۱، تهران، وزارت نیرو معاونت آب و آبفا، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا.

۵۴. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۰.

http://www.amar.org.ir/Portals/0/sarshomari90/n_sarshomari90_2.pdf.

Archive of SID

www.SID.ir