

ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین برای توسعه کشاورزی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی

علیرضا حبیبی^۱

۱- محقق پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی پست الکترونیک (habibi1354@yahoo.com)

چکیده

بهینه سازی کاربری اراضی یکی از راه کارهای مناسب برای دست یابی به توسعه پایدار و کاهش هدررفت منابع می باشد. از این رو ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین جهت برنامه ریزی و تعیین میزان همپوشانی کاربری ها و نیاز به ایجاد تعادل بین توسعه و عرصه های طبیعی ضرورتی اجتناب ناپذیر است. با توجه به توانایی های منطقه فشند و احتمال توسعه بویژه در شهر جدید هشتگرد در آینده، نیاز به ارزیابی توان اکولوژیک منطقه و تعیین مناسب ترین و مطلوب ترین پهنه های خرده اکوسیستم برای کاربری توسعه ای تعیین گردید. برای انجام این کار، از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است بدین ترتیب که پس از تهیه لایه های اطلاعاتی مورد نظر که شامل ۸ عامل اکولوژیک شیب، جهت، ارتفاع، پوشش گیاهی، خاک شناسی، واحدهای کواترنری، لیتولوژی، بارش و دما است و وارد ساختن این لایه ها در محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و پس از تهیه و تکمیل ماتریس اولیه و نرمال برای تعیین وزن نسبی لایه ها با استفاده از نرم افزار Expert Choice (11) و تعیین وزن نهایی لایه ها و تلفیق اطلاعات در نرم افزار Arc GIS (9.3) به صورت نقشه های مختلف وزنی با استفاده از مدل AHP تهیه و طبقه بندی گردیدند. سپس، نقشه پیش بینی توان کشاورزی حاصل از مدل با نقشه شرایط فعلی سرزمین همپوشانی و محاسبه ماتریس همبستگی و مقایسه مدلها انجام گردید. نتایج نشان داد که حدود ۷۳۰۸ هکتار از کل منطقه دارای توان خیلی خوب و حدود ۳۴۵۲ هکتار معادل (۱۹.۷۸٪) دارای توان خوب مناسب برای توسعه کشاورزی بوده و وسعتی حدود ۲۸۰۸ هکتار معادل (۱۶.۰۹٪) هکتار نیز دارای توان متوسط است. به عبارت دیگر بیش از ۲۲.۵ درصد دارای توان ضعیف و خیلی ضعیف می باشند.

واژه های کلیدی: ارزیابی توان اکولوژیک، توسعه روستایی- شهری، تحلیل سلسله مراتبی (AHP).

مقدمه

نادرستی نوع استفاده از سرزمین بدین معنی است که از زمین و آب به اندازه توان یا پتانسیل آن استفاده نمی شود در این گونه موارد در سرزمینی کشاورزی صورت می گیرد که توانی برای تولید فرآورده های کشاورزی ندارد به عبارتی بانی کاهش بیش از حد منابع،

استفاده غیر منطقی انسان از سرزمین است. سرزمین یک منبع محدود و آسیب پذیر است، اما بسیاری از سودمندی های آن اگر بیجا از آن استفاده نشود، ابدی و قابل تجدیدند (میلر ۱۹۹۷). انسان پس از سال ها تجربه پی برد که برای جلوگیری از فقر و تخریب منابع محیط زیستی باید به همراه طبیعت حرکت و از سرزمین به اندازه توان، یا نیروی تولیدی آن بهره برداری کند (نیکس، ۱۹۸۵). و خوشبختانه انسان متمددن به فکر چاره جویی افتاده است. از اواخر قرن میلادی گذشته انسان به این نکته پی برد که برای آنکه بخواهد بهره برداری با صرفه اقتصادی و مستمر از سرزمین داشته باشد بهتر است که روند بهره برداری را در یک چارچوب برنامه ریزی شده به نام طرح مدیریت به اجرا گذارد (مالوترا ۱۹۸۰). شناسایی منابع گام اول ارزیابی و برنامه ریزی سرزمین به شمار می رود و بدون شناسایی منابع یعنی شناخت پارامترهای مربوط به سرزمین، ارزیابی و برنامه ریزی سرزمین امکان پذیر نخواهد بود (ناوه و لیبرمان، ۱۹۸۴). در تعیین کاربری هر سرزمین باید منابع پایدار و ناپایدار را مدنظر قرار داد. ای تعیین تناسب کاربری ها بایستی معیارهای مختلفی مورد بررسی قرار گیرد این معیارها در حالت کلی شامل شیب، ارتفاع، خاک، منابع آب، اقلیم، فرسایش، پوشش گیاهی، جهت شیب و ... می باشند نقشه های معیار شیب، جهت شیب، خاک، ارتفاع و پوشش گیاهی از منابع پایداری و نقشه های اقلیم، منابع آب از منابع ناپایدار است. (بختیاری فر، ۱۳۸۷)

ارزیابی توان اکولوژیک فرایندی است که تلاش دارد از طریق تنظیم رابطه انسان با طبیعت، توسعه ای درخور و هماهنگ با طبیعت را فراهم سازد. در واقع این ارزیابی گامی مؤثر به منظور به دست آوردن برنامه ای برای توسعه پایدار اطلاق می شود، زیرا که با شناسایی و ارزیابی خصوصیات اکولوژیک در هر منطقه، برنامه های توسعه ای می توانند همگام با طبیعت تدوین شوند (رادکلیفت، ۱۳۷۳). بهره برداری مستمر از منابع طبیعی تجدیدشونده متضمن شناسایی توان اکولوژیک سرزمین در هر محیطی است و این شناسایی در دراز مدت اجازه می دهد تا از طریق استفاده از مدیریت بهینه و برنامه ریزی شده امکان استفاده از منابع فراهم و از تخریب محیط جلوگیری شود. در این زمینه مقالاتی توسط تعدادی از محققین علوم مختلف اقدام به ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین با توجه به اصول آمایش سرزمین و توسعه پایدار و ارائه نقشه ها و اولویت بندی ارائه گردیده است (پورجعفر و همکاران، ۱۳۸۹، جوزی ۱۳۹۰، آل شیخ و همکاران، ۱۳۸۵، ملکی و همکاران، ۱۳۹۱، صابری و همکاران، ۱۳۹۰).

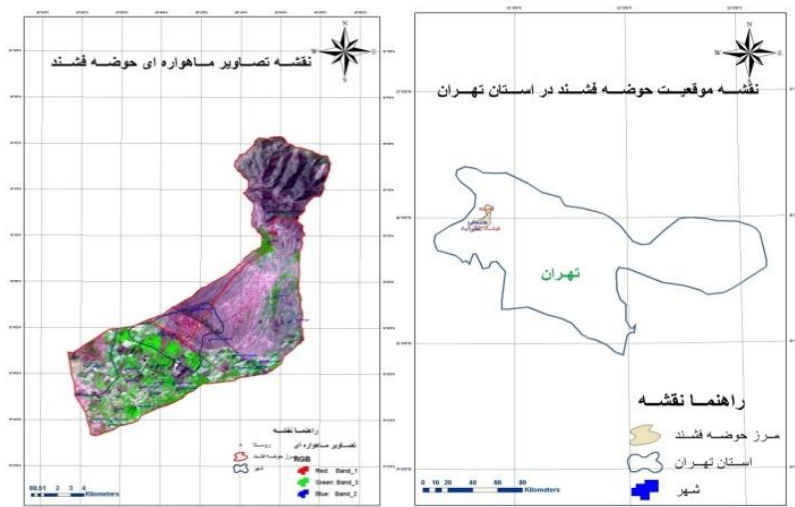
سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توانایی که در پیوند بین خصوصیات محیطی و علوم رایانه ای دارد، ارزیابی دقیق منابع اکولوژیک را در جزئی ترین سطوح با حجم و پیچیدگی بسیار زیاد امکان پذیر می کند و با قدرت تلفیق اطلاعات مختلف و ایجاد نقشه هایی که مبین فصل مشترک چند شرط مختلف هستند توانایی بالایی را در برنامه ریزی و ارزیابی فراهم می کند (Huigen, 2003). معیارها و زیرمعیارهای مناسب در مکان یابی خندق زایی در رودخانه گرگر خوزستان با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، وزن دهی ها را انجام داده با استفاده از منطق فازی، لایه ها را با یکدیگر ترکیب نموده است. مقایسه نتایج نشان داد که روش فازی دارای دقت خوبی در شناسایی مناطق مستعد خندق در حوضه رودخانه شوشتر نشان می دهد (حبیبی، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶).

دستاوردهای حاصل از کاربردهای تجربی نشان می دهد که روش مبتنی بر مقایسه دو به دو یکی از موثرترین فنون مطرح در تصمیم گیری فضایی اعم از رویکردهای مبتنی بر (GIS) است (Eastman et al., 1993; Malczewski et al., 1999a). فنون همپوشانی امکان ترکیب لایه ها مترتب بر نقشه معیار ارزیابی جهت تعیین لایه نقشه مرکب (نقشه های خروجی) فراهم می آورند. این تکنیک را می توان در هر دو محیط از GIS شبکه ای و برداری به اجرا در آورد (Elaalem et al., 2010). در ارزیابی سرزمین جهت مقایسه از مدل Fuzzy Ahp, Topsis استفاده شده است. نمونه این کار توسط حبیبی ۲۰۱۴ و حبیبی ۱۳۹۵ برای استان خوزستان و بوشهر بندر گناوه اجرا گردیده است.

وجود امکانات و توان هایی که اساساً بهره برداری از آنها صورت نگرفته، یا در بهره برداری از آنها نارسایی وجود داشته، وهمچنین ارائه برنامه هایی که با توان اکولوژیکی منطقه فشدن متناسب نبوده است، مطالعه و ارزیابی توان اکولوژیکی را در این منطقه ضروری ساخته است. در این پژوهش، هدف، کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در تعیین توان اکولوژیکی منطقه تحقیق و ارزیابی انطباق توان سرزمین با شرایط موجود و تعیین سازگاری ها و عدم سازگاری ها به منظور توسعه پایدار است.

محدوده مورد مطالعه :

منطقه حوزه آبخیز فشند از نظر مختصات جغرافیایی مابین $35^{\circ}57'46''$ الی $36^{\circ}23'36''$ عرض شمالی و $41^{\circ}39'50''$ الی $39^{\circ}50'39''$ طول شرقی قرار دارد از شمال به رشته کوههای البرز مرکزی، از جنوب به کوههای حلقه، از شرق به دشت کرج و از غرب به دشت قزوین محدود می گردد. شکل شماره (۱). بیشترین مساحت طبقه ارتفاعی ۱۲۰۰-۱۴۰۰ متر و جهت شیب غالب جنوب غربی است. چهره غالب زمین شناسی منطقه را تراس های آبرفتی و دشت های دامنه ای تشکیل می دهد و اکثر کاربری ها، زمین های کشاورزی با مساحتی برابر ۷۱۴۵ هکتار تشکیل می دهد. ارتفاعات مهم واقع در حاشیه حوضه شامل رشته کوه طالقان با ارتفاع ۲۸۷۵ متر تا ۳۱۱۰ متر، کوه پردی با ارتفاع ۲۳۴۲ متر، کوه لکا با ارتفاع ۲۶۰۳ متر، کوه زرچقانی با ارتفاع ۲۷۶۵ متر، کوه اسبی داران با ارتفاع ۲۱۴۲ متر است.



شکل ۱- موقعیت منطقه فشند در استان تهران

- مواد و روش ها

نرم افزارهای استفاده شده در این تحقیق Arc Gis و Ilwis می باشند می توان در رقومی سازی، مدیریت پردازش و آنالیز و نمایش داده های و نرم افزار Expert Choice(11) برای انجام مقایسه، ماتریس $n \times n$ ایجاد و معیارهای مختلف دوتایی با هم مقایسه شده و مقادیر مربوطه بر اساس غربال- ساعتی اختصاص یافته، و وزن نهایی تعیین گردیده است.

در ابتدا شناسایی منابع موجود و وضعیت موجود با تحقیقات کتابخانه ای و میدانی صورت گرفت و سپس با استفاده از نقشه های توپوگرافی منطقه با بهره گیری از نرم افزار Arc GIS مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه و نقشه های طبقات ارتفاع، جهت و شیب منطقه تولید شدند سپس نقشه های بارش، دما منطقه با روش درونیایی، به همراه سایر لایه های اطلاعاتی نظیر نقشه های زمین شناسی و خاک شناسی و پوشش گیاهی آماده، برای جمع بندی و تلفیق وارد نرم افزار مذکور شد.

روش های متعددی برای وزن دهی نسبی و بیان اهمیت مشخصه ها نسبت به یکدیگر وجود دارد. این روش ها در سهولت استفاده، دقت، میزان درک توسط تصمیم گیرندگان و داشتن مبنای نظری با هم تفاوت دارند. تصمیم گیرنده می تواند با دسترس بودن نرم افزارهای مربوط و چگونگی تلفیق داده های آن با GIS روشی مناسب را انتخاب کند. روش مقایسه دو به دو به دلیل داشتن مبنای نظری قوی، دقت بالا و سهولت استفاده، دارا بودن ارزش و اعتبار و درستی و دقت نتیجه یکی از معتبرترین و پرکاربردترین روش هاست (1999 Malczewski). در این روش ابتدا ماتریس مقایسه ای تشکیل شده و مشخصه ها به صورت زوجی مقایسه و وزن (ارزش) نسبی آنها به طور نظری تعیین می شود. نسبت های یاد شده با مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ بیان می شود (Saaty, 1980).

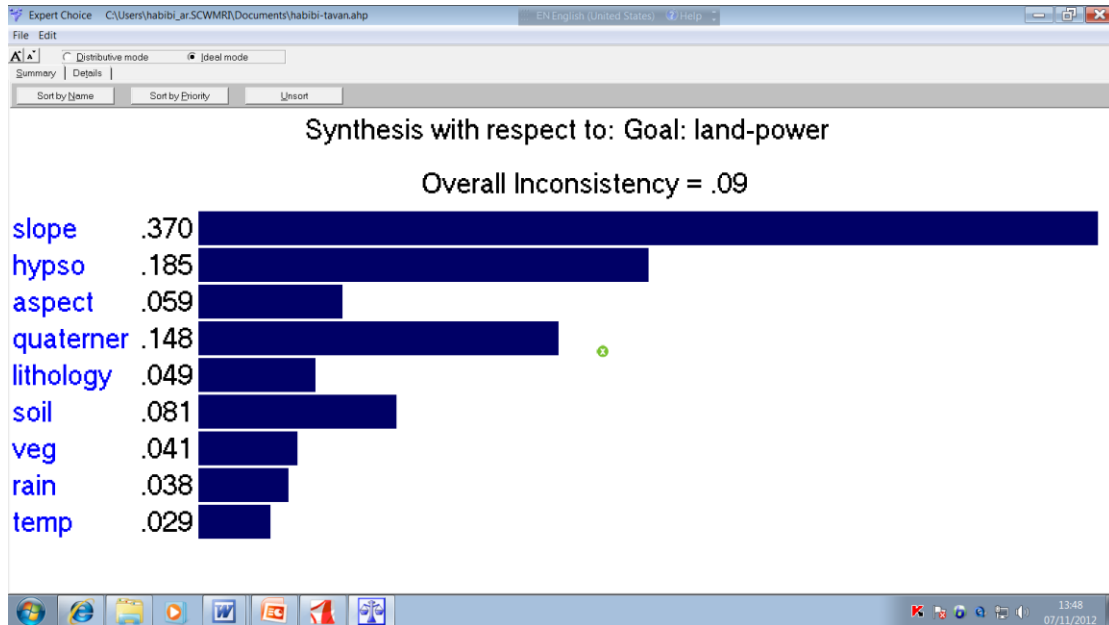
جدول ۱- مقیاس بندی ساعتی

۱	اهمیت مساوی دو عنصر با توجه به سطح بالاتر دارای اهمیت برابر هستند.
۳	اهمیت نسبتا بیشتر با توجه به تجربیات هنگام مقایسه عناصر ارزش نسبتا بیشتری به یک عنصر داده می شود
۵	اهمیت بیشتر با توجه به تجربیات هنگام مقایسه عناصر ارزش زیادی به یک عنصر داده می شود.
۷	خیلی مهم تر در عمل برتری یک عنصر ثابت شده است
۹	بسیار مهم تر در میان عناصر بالاتری درجه به یک عنصر خاص داده می شود
۲،۸،۴،۶	مقادیر میانه

با استفاده از مقیاس نسبی و مقیاس غربالی می توان به وزن دهی عنصر کمی و کیفی پرداخت. برای تعیین درجه دقت وصحت وزن دهی از شاخص سازگاری استفاده می شود. این شاخص بر مبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف محاسبه می گردد چنانچه شاخص سازگاری معادل 0.1 یا کمتر باشد، وزن دهی صحیح بوده و در غیر این صورت وزن های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن دهی مجدد باید انجام شود (کرم، 1383). روش تحلیل سلسله مراتبی یک روش ساده محاسباتی بر اساس عملیات اصلی روی ماتریس همامی باشد. با ایجاد سلسله مراتب و پردازش گام به گام، ساخت ماتریس های مقایسه ای در سطوح مختلف سلسله مراتب، بردار ویژه آن را محاسبه کرده و با ترکیب بردارهای ضرایب وزنی گزینه های مختلف محاسبه می شوند. در بردار ضرایب وزن نهایی، اهمیت نسبی هر گزینه با توجه به هدف راس سلسله مراتب تعیین می شود (قنوعی، 1385).

برای انجام مقایسه، ابتدا ماتریس تشکیل و معیارهای دوتایی باهم مقایسه شده و مقادیر مربوطه بر اساس مقیاس بندی ساعتی مشخص می گردد. با توجه به اینکه شاخص سازگاری 0.09 محاسبه گردیده و کمتر از 0.1 می باشد نشان دهنده دقت و صحت وزن دهی به معیارها است برای محاسبه وزن نسبی لایه ها از روش مقایسه دوتایی استفاده شد. برای محاسبه مقادیر و بردار ویژه ستونها در جدول با هم جمع شده و هر سلول بر جمع ستون مربوطه تقسیم می شود بدین ترتیب جدول نرمال شده و سپس میانگین سطرهای جدول

نرمال شده به عنوان وزن نسبی محاسبه می گردد

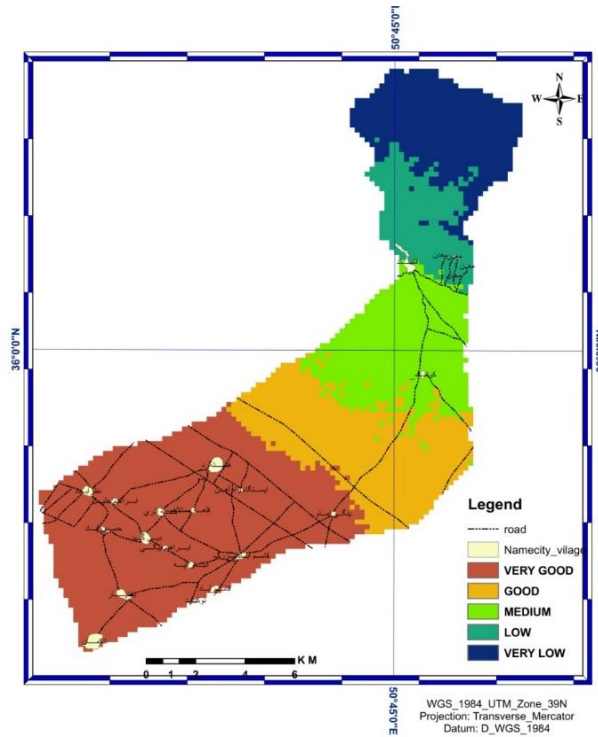


شکل ۲- محاسبه وزن نسبی بوسیله نرم افزار Expert choice

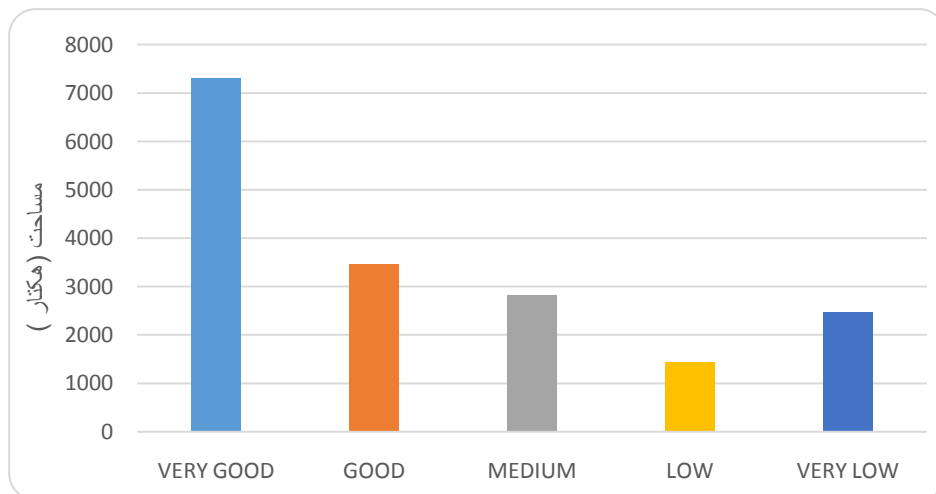
پس از مقایسه زوجی معیارها، زیر معیارها، محاسبه وزن نسبی برای هر یک بوسیله نرم افزار Expert choice وزن های نسبی به دست آمده به نقشه های مربوط نسبت داده شده است، سپس برای تحلیل فضایی و ارزیابی چند معیاری و تهیه نقشه نهایی طبقه توان منطقه در نرم افزار GIS از قالب رستری استفاده شد. بدین منظور لایه های مورد نظر وارد محیط Arc GIS شدند و تمامی لایه های وزن دهی شده در این نرم افزار و در قالب رستری رویهم گذاری شدند. در این روش پس از تعیین وزن نسبی هر عامل مؤثر در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با تبدیل لایه های اطلاعاتی مؤثر از فرمت Shape file، به فرمت Raster Grid امکان ترکیب وزن هر لایه با توانایی هر یک از مناطق مح دوده مورد مطالعه در آن لایه فراهم می شود. بدین منظور با احضار لایه های اطلاعاتی منطقه شامل شیب، ارتفاع، جهت شیب، پوشش گیاهی، خاک شناسی، زمین شناسی، بارش و دما در محیط نرم افزار GIS و با اعمال وزن تعیین شده برای هر طبقه لایه های مختلف، وزن نهایی آن لایه محاسبه شد و در تحلیل نهایی برای ارزیابی چند معیاری (برای تناسب زمین) از تکنیک ترکیب خطی وزن دار (WLC) مورد استفاده قرار گرفته است. و معادله نهایی برای تعیین توان سرزمین به طریق زیر به دست آمد.

$$M=0.370X1+0.185X2+0.059X3+0.148X4+0.049X5+0.081X6+0.041X7+0.038X8+0.029X9$$

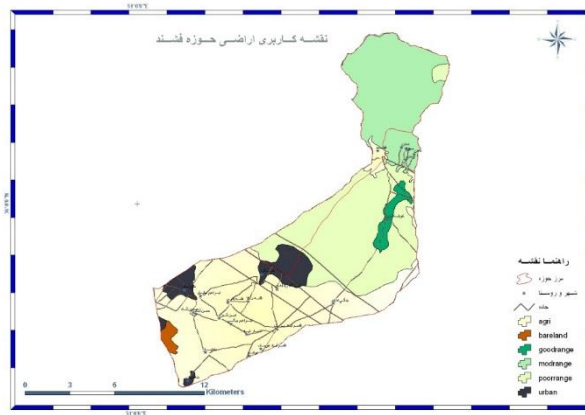
به ترتیب عوامل X تا X_{10} شامل شیب، ارتفاع، جهت، کواترنری، لیتولوژی، خاک، پوشش، بارش و دما است. سپس با استفاده از تکنیک ماتریس همبستگی با وضعیت فعلی کاربری ها مقایسه و تجزیه و تحلیل گردیدند.



شکل ۳- نقشه پهنه بندی توان سرزمین حوضه فشند با استفاده از مدل AHP

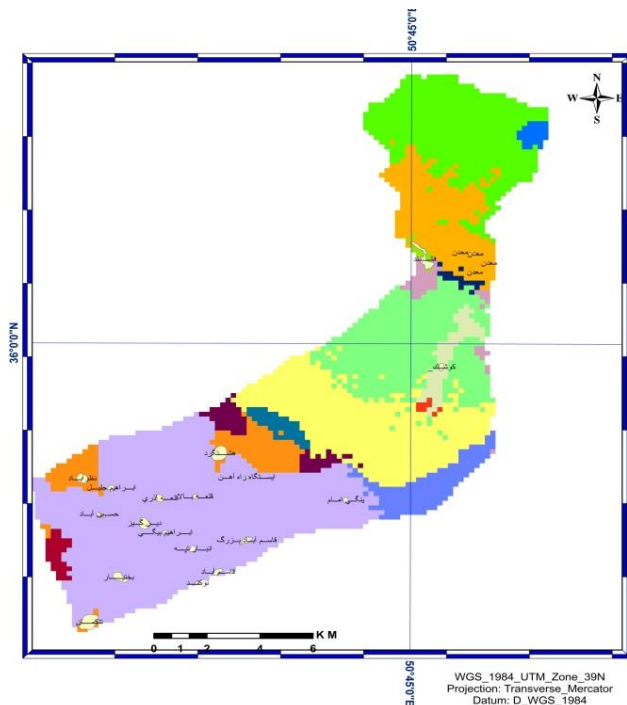


شکل ۴- نمودار توان سرزمین و مساحت هر یک از کلاسهای آن



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی حوزه فشنند

به منظور سنجش موازنه ی میان توان طبیعی (اکولوژیکی) آبخیز و نوع استفاده های فعلی آن و یک ارزیابی مکانی از وضعیت حوزه آبخیز، دو نقشه توان سرزمین (اولویت کاربری ها) و استفاده فعلی از اراضی بر همدیگر در محیط GIS انطباق داده شدند. نتایج حاصل از انطباق دو نقشه فوق در جدول زیر ارائه شده اند. بر اساس ستاده های موجود ترکیب مختلف از تقابل کلاسه های نقشه اولویت کاربری و استفاده فعلی از اراضی وجود دارد که به وسیله ماتریس حاصل شده میزان انطباق کاربری بهینه پیشنهادی با استفاده فعلی از اراضی مشخص می گردند.



شکل ۶- نقشه همپوشانی توان سرزمین با کاربری فعلی اراضی حوزه فشنند

جدول ۲- میزان همپوشانی لایه های مختلف کاربری فعلی اراضی با استعداد و توان اراضی مدل AHP (مساحت به هکتار)

کل	مجموع	بهره کل	محدوده شهری	مرتع فقیر	مرتع متوسط	مرتع خوب	بایر	کشاوری	لایه ها		
									خیلی کم	کم	متوسط
14.08	2456			112	13.43	2344				خیلی کم	
8.16	1424				7.89	1376			0.27	48	
16.09	2808			12.65	2208	0.38	68	1.8	320	1.21	212
19.78	3452	1.08	188	14.90	2600			0.2	32	3.62	632
41.88	7308	4.72	824	1.58	276			0.9	144	34.75	6064

AHP مدل

با توجه به متنوع بودن و تعداد مشخصه های تأثیرگذار در توسعه، استفاده از GIS شرایط مناسبی برای تجزیه و تحلیل این داده ها فراهم می کند، درحالی که انجام این کار با روش های دستی بسیار مشکل و زمان بر خواهد بود. نتایج حاصل از ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، با توجه به خروجی نهایی جدول (۲) حاکی از آن است که حدود ۷۳۰۸ هکتار از کل منطقه دارای توان خیلی خوب و حدود ۳۴۵۲ هکتار معادل (۱۹.۷۸٪) دارای توان خوب مناسب برای توسعه کشاورزی بوده و وسعتی حدود ۲۸۰۸ هکتار معادل (۱۶.۰۹٪) هکتار نیز دارای توان متوسط است. به عبارت دیگر بیش از ۲۲.۵ درصد دارای توان ضعیف و خیلی ضعیف میباشند. ضمناً نتایج حاصل از ماتریس همپوشانی در این تحقیق نشان داد که مناطق دارای استعداد خیلی ضعیف با مراتع متوسط ۲۳۴۴ هکتار معادل (۱۳.۴۳٪) انطباق دارند درحالیکه با مراتع فقیر ۱۱۲ هکتار انطباق دارند مناطق ضعیف کشاورزی شده معادل ۴۸ هکتار و مراتع متوسط ۱۲۷۶ هکتار در سطح حوضه است. درحالیکه میزان همپوشانی مناطق دارای توان متوسط با مراتع خوب، متوسط، فقیر بترتیب ۳۲۰، ۶۸، ۲۲۰۸ هکتار بوده است. زمین های خوب و خیلی خوب ۶۳۲ و ۶۰۶۴ (۳۴.۷٪) دارای انطباق می باشند. در حالیکه زمین های خوب کشاورزی با ۳۲، ۲۶۰۰ هکتار با مراتع خوب و فقیر (بهره برداری بی رویه) منطبقند و متأسفانه با اعمال مدیریت بی برنامه شاهد آن هستیم که معادل ۱۸۸ (۱.۰۸٪) و ۸۲۴ (۴.۷۲٪) هکتار از اراضی باتوان خوب و خیلی خوب کشاورزی به مناطق شهری اختصاص یافته و حداقل می توان از ۱۴۴ هکتار خیلی خوب کشاورزی بهره برداری مناسبی انجام داد.

فهرست منابع

- آل شیخ، ع. جوزی، ع. رضائیان. س (۱۳۸۵)، طراحی مدل نوین ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین ایران به منظور استقرار کاربری توسعه شهری و خدماتی، همایش ژئوماتیک ۸۵.
- بختیاری فر. م، مسگری م.، کریمی م.، ۱۳۸۷. مدل سازی تعیین میزان مناسبت کاربری اراضی با استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاره مکانی، همایش ژئوماتیک ۸۷ سازمان نقشه برداری کشور، تهران
- پور جعفر م.، منتظرالحجه م.، رنجبر ا. (۱۳۸۹) ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین محدوده های مناسب توسعه پایدار شهری نمونه موردی: شهر جدید سهند، نخستین همایش توسعه شهری پایدار.
- حبیبی، ع. ر. (۱۳۹۴)، بیاورد توان تولید رسوب در حوضه شادگان با استفاده از مدل اریفر و پایگانی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۳ صص ۱۷۱-۱۸۴.
- حبیبی، ع. ر.، غریب رضام. (۱۳۹۴)، ارزیابی پتانسیل مخاطرات سیل سکونتگاه ها در حوضه رودخانه شورگناوه با استفاده از مدل-TOPSIS-AHP، فصلنامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی، سال پانزدهم، شماره ۵۲، صص. ۵۵ - ۷۳
- حبیبی علیرضا، گودرزی مسعود (۱۳۹۶)، بررسی پتانسیل فرسایش بادی با روش تحلیل سلسله مراتبی و شاخص بارندگی در اقلیم خشک، دومین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آبخیزداری. تهران.
- جوزی، ع. میرزایی، ف. (۱۳۹۰) ارزیابی توان اکولوژیکی شهرستان دهلران به منظور استقرار کاربری کاربری توسعه اکوتوریسم با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، پنجمین همایش ملی بحرانهای زیست محیطی ایران و راه کارهای بهبود آنها.
- رادکلیفت، م مترجم: نیر، ح. ۱۳۷۳. توسعه پایدار. مرکز مطالعات برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی - وزارت کشاورزی. صفحه ۳۰
- صابری، ع. قنبری، ا.، حسین زاده م. (۱۳۹۰)، مکان یابی پارک و فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به روش ارزیابی چند معیاری (A.H.P.) نمونه موردی شهر شوشتر، همایش ملی ژئوماتیک ۱۳۹۰.
- قنواتی، عزت اله (۱۳۸۵) مکان یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی شهر آبدانان)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۱
- کرم، امیر (۱۳۸۳) کاربرد مدل ترکیب خطی وزن در پهنه بندی وقوع زمین لغزش، جغرافیا و توسعه، شماره ۴ زاهدان.
- ملکی، ل. ایمانی، ب.، حیدروند م. (۱۳۹۱)، ارزیابی توان های اکولوژیکی به منظور پهنه بندی اکوتوریسم با استفاده از GIS مورد مطالعه: استان گیلان، چهارمین همایش علمی سراسری دانشجویی جغرافیا.
- Eastman, J. R. (1993). IDRISI: A grid based geographic analysis system, version 4.1. Worcester, MA: Graduate School of Geography, Clark University.
 - Elaallem, M., Comber, A., Fisher, P. (2010) Land Evaluation Techniques Comparing Fuzzy AHP with TOPSIS methods, 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2010 Guimarães, Portugal
 - Habibi, Alireza, 2014, Landslide hazard zonation for determination appropriate regions with AHP model in dry areas of Iran, Khuzestan, International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE), Vol. 4 No.1 February 2014.
 - Huigen, M. 2003. Agent Based Modeling in Land use & Land Cover Change Studies. Laxenburg, Austria. (Web site: www.iiasa.ac.at)
 - Miller, G.T. 1997. Environmental Resources Management. Wadsworth pub. c. 592pp.
 - Malczewski, J. 1999. GIS & Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons. New York, USA, pp: 198-204
 - Malhotra, R.C. 1980. Environmental management: Integrated Rural Development. In "Reading in Environmental management". ed. (V. Vichit-Vadkan et al). UN. Asian and Pacific dev. inst: 161-179.
 - Nix, H. A. 1985. What is environmental management. In Environmental Planning management ed J. J. Basinski and K. D. Cocks) CSIRO. Canberra: 31-36
 - Naveh, Z. and A.S. Liberman, 1984. Landscape ecology. Springer Verlag. New York. 356pp
 - Saaty. 1980. The analytical hierarchical process planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill.