

## ارزیابی تناسب اراضی برای کاربری های کشاورزی و مرتع داری با روش ترکیب

### خطی وزن دار (مطالعه موردی: حوزه آبخیز قوری چای استان اردبیل)

مرضیه علی خواه اصل<sup>\*۱</sup>

[Alikhahasl@pnu.ac.ir](mailto:Alikhahasl@pnu.ac.ir)

داریوش ناصری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۲

#### چکیده

**زمینه و هدف:** لزوم رعایت نکات آینده نگری و ترسیم سیمای آینده توسعه، گرایش ها را در زمینه برنامه ریزی و بهره برداری عقلانی از منابع سوق می دهد. حوزه آبخیز قوری چای یکی از حوزه های شمال استان اردبیل به شمار می رود که نقش مهمی در امرار معاش مردم بومی منطقه دارد. هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی توان اکولوژیک و تعیین تناسب اراضی برای فعالیت های کشاورزی و مرتع داری در حوزه آبخیز قوری چای اردبیل در سال ۱۳۹۴ می باشد.

**روش بررسی:** در مرحله اول، با بررسی منابع و کسب استانداردها، معیارهای ارزیابی توان کشاورزی-مرتع داری مشخص گردید. در مرحله بعد، کلیه لایه ها با فرمت مشابه به سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) وارد و با روش فازی استاندارد سازی شدند. در ادامه، از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و ماتریس مقایسات دوتایی، برای وزن دهی به معیارها و زیرمعیارها استفاده شد و در نهایت، کلیه لایه ها با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار (WLC) تلفیق شدند.

**یافته ها:** بر اساس نتایج، ۹۸۱۱/۴۲ هکتار (۸۲/۸۵٪) از منطقه برای فعالیت کشاورزی و ۲۰۲۷/۳۱ هکتار (۱۷/۱۵٪) برای فعالیت مرتع-داری دارای پتانسیل است.

**نتیجه گیری:** بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، بین کاربری فعلی اراضی و پتانسیل سرزمین برای کشاورزی و مرتع داری در منطقه، رابطه متعادلی برقرار نیست.

**واژه های کلیدی:** AHP، فازی، ترکیب خطی وزن دار، قوری چای.

۱- استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. \* (مسوول مکاتبات).

۲- گروه محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.

3- Geographic Information System

4- Analytic Hierarchy Process

5- Weighted Linear Combination

# **Ecological land capability evaluation for agriculture and range management using WLC method**

**(Case study: Ghoorichay catchment, Ardabil province)**

**Marzieh Alikhah-Asl<sup>1\*</sup>**

[Alikhahasl@pnu.ac.ir](mailto:Alikhahasl@pnu.ac.ir)

**Dariush Naseri<sup>2</sup>**

Admission Date: November 15, 2017

Date Received: July 12, 2016

## **Abstract**

**Background and Objective:** Comments regarding futurism and portraying the future development lead trends in the field of planning and rational exploitation of resources. Ghoorichay is one of the catchments in the north of Ardabil province that has critical role in local people's livelihood. The purpose of this study was to evaluate ecological land capability and determine the suitability rate for agriculture and range activities in Ghoorichay catchment.

**Method:** First, by reviewing of the sources, the agriculture capability evaluation criteria were defined. In the next step, all of the criteria were imported to the Geographic Information System (GIS) with the same format and were standardized. Then, Analytical Hierarchy Process (AHP) and binary comparison matrix were used to weight to the criteria and sub criteria and finally, all of the criteria were combined using Weighted Linear Combination (WLC) method.

**Findings:** Based on the results 9811/42 hectares (82/85%) for agricultural activity and 2-27/31 hectares (17/15%) for rangeland activity have potential.

**Discussion and Conclusion:** According to the results, there is not a balanced relationship between current land uses and the land ecological capability for agriculture and range management in the study area.

**Keywords:** AHP, Fuzzy Ghoorichay, Weighted Linear Combination.

---

1- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Department, Payame Noor University, Tehran, Iran.\*(Corresponding author)

2- Department of environment, Ardabil branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

## مقدمه

معیارهای مهم در ارزیابی است (۵). استفاده از معیارهای مختلف برای ارزیابی سرزمین، این فرایند را بسیار پیچیده می‌سازد زیرا برای استفاده طولانی مدت از یک سرزمین بایستی معیارهای اقتصادی- اجتماعی، هزینه‌ها و پیامدهای محیط- زیستی در کنار ویژگی‌های طبیعی سرزمین برای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرد (۶). استاندارد مشخصی برای انتخاب معیارهای دخیل در ارزیابی توان بالقوه‌ی سرزمین برای کشاورزی-مرتعداری وجود ندارد اما در اکثر تحقیقات مرتبط (۷، ۸، ۹)، عمدتاً از معیارهای اکولوژیکی (منابع طبیعی) شامل منابع فیزیکی (اقلیم، آب و هوا، سنگ‌ها، شکل زمین، خاک) و منابع زیستی (رستنی‌ها و جانوران) مناطق مورد ارزیابی استفاده شده است، هر چند که عامل کاربری فعلی اراضی عاملی تعیین کننده در این زمینه است. از طرفی دیگر امروزه در برنامه‌ریزی های محیطی به خصوص ارزیابی تناسب و آمایش سرزمین از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره‌گیری می‌شود. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) با داشتن خصوصیات مانند توانایی اخذ و تبادل از منابع مختلف، سازماندهی، دریافت و نمایش به موقع اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده‌های گوناگون و امکان ارائه خدمات چند منظوره، به عنوان ابزاری کارآمد در برنامه‌ریزی‌های محیط‌زیستی، به ویژه ارزیابی های چند عامله مطرح است (۱۰). از آن‌جا که در ارزیابی چند معیاره، معیارها در واحدهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شوند، امکان مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر وجود ندارد. از همین رو لازم است ابتدا معیارها در یک قالب مشخص استاندارد شوند (۱۱) که در این میان استفاده از روش فازی برای استانداردسازی لایه‌ها در سال‌های اخیر بسیار مرسوم شده است.

در ارتباط با موضوع تحقیق، تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. لنگرودی و همکاران (۲۰۱۳)(۳) به مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین از منظر کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری در شهرستان مرودشت با استفاده از روش Fuzzy AHP پرداختند و نتیجه گرفتند که این منطقه دارای هر هفت طبقه توان کشاورزی مدل اکولوژیک کشاورزی ایران

در حال حاضر کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می‌آید تا جایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی کشور بدون رشد کشاورزی امکان‌پذیر نیست و هر کشور بایستی بالاترین سطح اولویت خود را به ارزیابی منابع زمینی، آبی و اقلیمی معطوف دارد و به ایجاد یک سیستم اطلاعات فضایی جامع به منظور به کار بردن بهترین دانش و تکنولوژی در توسعه کشاورزی پایدار بپردازد (۱). از طرفی دیگر توسعه و توازن اکولوژیک زمانی محقق خواهد شد که از سرزمین به تناسب قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن استفاده گردد. براین اساس، شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین پیش از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حایز اهمیت است در غیر این صورت، استفاده از قابلیت‌های سرزمین به نوعی صورت خواهد گرفت که محدودیت‌های طبیعی و اکولوژیک مانع از استمرار فعالیت‌ها شده و عملاً بسیاری از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به هدر خواهد رفت (۲). تعیین توان بالقوه و تخصیص کاربری‌های متناسب با توان، روشی است که می‌تواند میان توان طبیعی محیط، نیاز جوامع و کاربری‌ها و فعالیت‌های انسان در فضا یک رابطه منطقی و یک سازگاری پایدار به وجود آورد. شکی نیست که نایل شدن به توسعه پایدار مستلزم اجرای انواع طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع طبیعی کشور بر اساس توان بالقوه منابع و ظرفیت قابل توجه محیط‌زیست است (۳). به همین دلیل تدوین برنامه‌های آمایش سرزمین که انتقال منابع طبیعی را برای نسل‌های آینده و استفاده‌ی درخور و شایسته از منابع سرزمین را متناسب با توان بالقوه‌ی آن‌ها میسر می‌سازد، ضروری است. پیش‌نیاز برنامه‌ریزی سرزمین، ارزیابی تناسب سرزمین است. این برنامه‌ریزی‌ها با شناسایی اطلاعات مربوط به فرصت‌ها و محدودیت‌های استفاده از سرزمین، برنامه‌ریزی‌ها را به سمت استفاده‌ی بهینه از سرزمین سوق می‌دهد و استفاده از سرزمین را متناسب با توان آن فراهم می‌آورد (۴). در واقع ارزیابی تناسب سرزمین فرآیندی است که توان و درجه‌ی توان سرزمین را برای کاربری خاص (جنگل، مرتع، کشاورزی، تفرج و ...) مشخص می‌کند. بخش مهمی از این فرآیند تعیین نوع

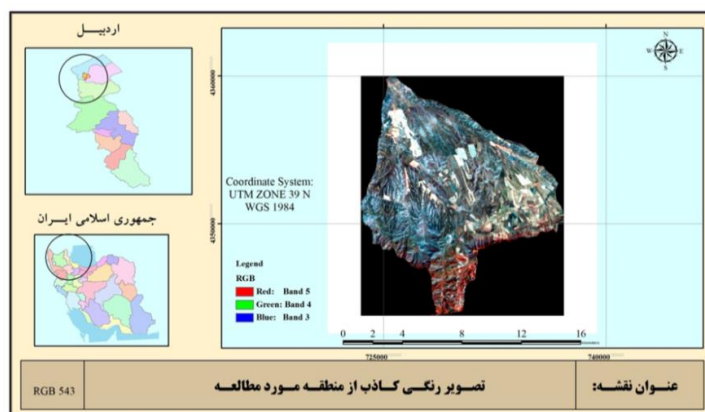
معیارهاست. این امر را می‌توان با استفاده از منطق فازی به عنوان منطق مدل‌سازی ریاضی فرآیندهای غیردقیق و مبهم که بستری را برای مدل‌سازی در شرایط عدم اطمینان فراهم می‌سازد، انجام داد (۳). بنابراین با توجه به نکات مطرح‌شده، تعیین توان اکولوژیک کشاورزی - مرتع‌داری در حوزه آبخیز قوری چای واقع در شمال استان اردبیل که یکی از حوزه‌های مهم منطقه به دلیل داشتن نقش موثر در امرار معاش مردم بومی منطقه محسوب می‌شود، با استفاده از منطق فازی و همچنین به دلیل آگاهی از بحث عدم قطعیت در امر تصمیم‌گیری با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار هدف اصلی این تحقیق است.

### مواد و روش‌ها

#### ۱-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز قوری‌چای با مساحت ۱۱۸۴۲ هکتار در شمال استان اردبیل و غرب شهرستان پارس آباد در ۲۰ کیلومتری مرز ایران و کشور آذربایجان قرار گرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین  $57^{\circ} 20' 57''$  تا  $57^{\circ} 34' 16''$  طول شرقی و  $40^{\circ} 47' 47''$  تا  $41^{\circ} 25' 48''$  عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوزه ۱۰۰۸ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه برابر ۲۶۶ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارش سالیانه در حوزه ۳۵۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه هوا ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۱۵). شکل (۱) موقعیت حوزه در استان را نشان می‌دهد.

است. نصیری و همکاران (۲۰۱۲) (۱۲) مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین را در شهرستان مرودشت از منظر کاربری - های کشاورزی و مرتع‌داری را با استفاده از روش Fuzzy AHP در محیط GIS انجام دادند. معیارهای نوع پوشش گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، اقلیم، ارتفاع، شیب، فرسایش خاک، زه - کشی خاک و بافت خاک بدین منظور استفاده و نتایج حاصل، نشان از قابل قبول بودن کارایی این روش در ارزیابی توان این منطقه بود. Abdelkader Mendas و همکاران (۲۰۱۲) (۱۳) با استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS به ارزیابی توان منطقه‌ای در الجزایر برای توسعه‌ی نواحی کشاورزی پرداختند. برای این کار یک سیستم تصمیم‌گیری مکانی برای ارزیابی توان منطقه برای کشاورزی منطقه تشکیل داده و به این نتیجه دست یافتند که استفاده از این روش در محیط GIS راهکاری بسیار مؤثر در ارزیابی سرزمین برای کاربری کشاورزی است. Halil Akıncı و همکاران (۲۰۱۳) (۱۴) با استفاده از GIS و روش وزن‌دهی AHP، به ارزیابی تناسب کشاورزی منطقه‌ی یوسفلی در ترکیه پرداختند و نتیجه گرفتند که بیش‌تر قسمت‌های منطقه دارای توانایی بسیار کم برای کشاورزی می‌باشد. در مجموع، با استفاده از تحقیقات صورت گرفته و مرور منابع می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که ارزیابی توان اکولوژیک با استفاده از GIS و MCDM ها در یک رویکرد تلفیقی، مستلزم در نظر گرفتن مسأله‌ی عدم قطعیت و عدم دقت مرتبط با عدم آگاهی تصمیم‌گیرنده در اختصاص دادن وزن و اهمیت نسبی



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Study area

## ۲-۱- داده ها

تصمیم گیری، تلفیق معیارهاست. در ارزیابی چند معیاره، تلفیق معیارها از دو طریق امکان پذیر است. اولین روند روی هم گذاری، منطق بولین است که در این فرایند کلیه معیارها با استفاده از اشتراک و اجتماع و بدون در نظرگیری وزنشان ترکیب می شوند. روند دوم ترکیب خطی وزن دار است که در آن، معیارها در یک دامنه ی عددی استاندارد شده و سپس توسط میانگین وزنی ترکیب می شوند. این روند باعث ایجاد نقشه ی پیوسته ای از تناسب شده و سپس توسط یک یا تعداد بیش تری محدودیت پوشش داده می شوند تا با معیارهای کیفی تطبیق یافته و در نهایت تصمیم آخر گرفته شود (۲۱). با استفاده از ترکیب خطی وزن دار، عوامل با استفاده از وزن های نسبت داده شده به هر عامل تلفیق شده و تناسب به دست می آید (۲۲).

$$A_i = \sum W_j X_{ij} \quad (1)$$

که در آن  $X_{ij}$  معرف گزینه  $i$  ام در ارتباط با معیار  $j$  ام و  $W_j$  وزن استاندارد شده معیار  $j$  ام، به گونه ای که مجموع  $W_j$  برابر ۱ باشد. وزن ها اهمیت نسبی هر معیار را به نمایش می گذارند (۲۲).

## ۴-۱- روش بررسی

ابتدا کلیه ی لایه ها با فرمت مشابه وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شد. در مرحله ی بعد کلیه ی لایه ها با توجه به ماهیت آن ها بر اساس توابع فازی (در دامنه ی ۰-۲۵۵) در محیط نرم افزار Idrisi Selva استاندارد شدند. لازم به ذکر است که لایه های گسسته با استفاده از روش گسسته فازی شدند که در این تحقیق شامل لایه های میزان حساسیت به فرسایش خاک، میزان نفوذ پذیری خاک و بافت خاک می باشد اما لایه های پیوسته شامل شیب، ارتفاع، میزان بارش سالیانه و میانگین درجه حرارت سالیانه هوا با استفاده از توابع فازی استانداردسازی شدند. جدول (۱) توابع و روش مورد استفاده برای فازی سازی لایه ها را نشان می دهد.

معیارهایی که در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفتند. با توجه به در دسترس بودن آن ها عبارتند از: شیب، ارتفاع، میزان بارش، میانگین درجه حرارت سالیانه هوا، میزان حساسیت به فرسایش خاک، میزان نفوذ پذیری خاک و بافت خاک که همه در مقیاس ۰:۲۵۰۰ از سازمان های مربوطه اخذ شدند.

## ۳-۱- منطق فازی و استانداردسازی لایه ها

استفاده از منطق فازی یکی از روش های مورد استفاده برای استاندارد سازی لایه ها می باشد. درجه ی عضویت فازی بین ۰ تا ۱ یا ۰ تا ۲۵۵ متغیر بوده و نشان دهنده ی افزایش پیوسته از عدم عضویت تا عضویت کامل است (۱۶). البته مقیاس ۰-۲۵۵ مناسب تر است، زیرا مدل ارزیابی چند معیاره برای این سطوح بهینه شده است (۱۷). توابع عضویت مجموعه های فازی عبارتند از توابع  $S$  شکل،  $Z$  شکل، خطی و توابع تعریف شده توسط کاربر. هر یک از توابع یاد شده ممکن است افزایشی، کاهشی یا متقارن باشند (۱۸). پس از استانداردسازی لازم است که وزن هر کدام از معیارها مشخص شود. هدف از وزن دهی معیارها، تعیین اهمیت یک معیار نسبت به سایر معیارهاست. یکی از روش های بسیار رایج برای وزن دهی معیارها، فرایند تحلیل سلسله مراتبی و ماتریس مقایسات دوتایی توماس ال ساعتی است. در واقع این روش با ایجاد یک ماتریس مقایسه ی دوتایی، مقایسه ی دو به دو معیارها با استفاده از یک مقیاس نه تایی انجام یافته و وزن نهایی هر معیار تعیین می شود (۱۹). همواره در فرایند تحلیل سلسله مراتبی می توان سازگاری تصمیم را محاسبه کرد و در مورد قابل قبول یا مردود بودن آن قضاوت کرد. در صورتی که شاخص سازگاری از ۰/۱ (یا ۱۰٪) بیش تر باشد، سطح ناسازگاری مجموعه رتبه ها غیر قابل قبول بوده و مقایسات دوتایی در طی یک فرایند تصادفی ایجاد شده است. در چنین شرایطی باید رتبه بندی ها مجدداً تکرار شوند (۲۰). مرحله ی بعد در

## جدول ۱- توابع فازی سازی

Table1. Fuzzy functions (18)

شکل و نوع تابع عضویت	نوع لایه
کاهنده-خطی یکنواخت	شیب
افزاینده-خطی یکنواخت	ارتفاع
افزاینده-خطی یکنواخت	میزان بارش
افزاینده-خطی یکنواخت	میانگین درجه حرارت سالیانه هوا
گسسته	میزان حساسیت به فرسایش خاک
گسسته	میزان نفوذ پذیری خاک
گسسته	بافت خاک

## نتایج

در هفت طبقه کلاس بندی شد که در شکل (۳) طبقات پتانسیل آورده شده است. طبقات با توان ۱، ۲، ۳، ۴ نمایان گر اراضی با توان بسیار خوب، خوب، متوسط و ضعیف برای کشاورزی است و مناطق با توان ۵، ۶ و ۷ به ترتیب بیان گر مناطق با توان خوب، متوسط و ضعیف برای مرتع داری است. علاوه بر این، نتایج این تحقیق نشان می دهد که در منطقه مورد مطالعه، مناطق با توان یک تا سه به طور عمده از نظر شیب در شیب های ۸-۰ درصد، بافت خاک لومی، نفوذپذیری خاک خیلی زیاد، حساسیت به فرسایش ضعیف، ارتفاع کم تر از ۷۰۰ متر، بارش بیش تر از ۳۵۰ میلی متر و درجه حرارت هوا بیش تر از ۱۳ درجه سانتی گراد می باشد که این گونه مناطق، توان بسیار زیادی برای انجام فعالیت های کشاورزی بدون مواجه شدن با خسارت را دارند.

با استفاده از ماتریس مقایسات دوتایی وزن معیارهای اصلی و زیر معیارهای هر معیار به دست آمد (جدول ۲). میزان ناسازگاری نیز در تمامی مقایسات صورت گرفته کم تر از ۰/۱ می باشد که قابل قبول می باشد. بعد از اعمال وزن معیارهای اصلی و زیر معیارهای هر معیار در وزن مربوطه، لایه تناسب در بازه ۰ تا ۲۵۵ به دست آمد (شکل ۲). همان طور که مشخص است این لایه نشان دهنده پتانسیل منطقه برای فعالیت کشاورزی-مرتع داری می باشد که از حداقل ۲۱ تا حداکثر ۲۲۰ متغیر است. مناطق با ارزش پیکسل بالا نشان دهنده تناسب بیش تر برای فعالیت مربوطه و مناطق با ارزش پیکسل پایین نشان دهنده تناسب کم تر برای فعالیت مربوطه هستند. در ادامه به منظور نمایش بهتر طبقات توان اکولوژیک، لایه به دست آمده

## جدول ۲- وزن معیارهای اصلی و زیر معیارهای هر معیار

Table 2. Final weights of criteria and sub criteria

معیارهای اصلی	وزن	زیر معیارها	وزن	نرخ ناسازگاری
فیزیوگرافی	۰/۷۰۱	ارتفاع	۰/۱۴۳	۰/۰۰
		شیب	۰/۸۵۷	
خاک	۰/۱۹۳	بافت خاک	۰/۶۶۹	۰/۰۱
		نفوذپذیری خاک	۰/۲۴۳	
		فرسایش خاک	۰/۰۸۸	
اقلیم	۰/۱۰۶	بارش	۰/۷۵۰	۰/۰۰
		درجه حرارت	۰/۲۵۰	
نرخ ناسازگاری	۰/۰۱	-		

مناطق شمالی و مرکزی حوزه منتها با مساحت بیش تری قرار دارد. مناطق با توان طبقه سه در قسمت های مرکزی حوزه، مناطق با توان طبقه چهار اکثرا در جنوب غرب و جنوب شرق حوزه، مناطق با توان طبقه پنج و شش و هفت به صورت نواری در ارتفاعات جنوب شرق و جنوب غرب و جنوب حوزه قرار گرفته است.

با توجه به نتایج روی هم گذاری لایه ها، اکثر قسمت های منطقه را اراضی با توان طبقه یک و دو تشکیل می دهد در حالی که مناطق با توان طبقه شش کمترین بخش از منطقه را تشکیل می دهد (جدول ۳). همچنین همان طوری که از نقشه طبقات توان اکولوژیک منطقه برای کشاورزی و مرتع داری (شکل ۳) پیداست، مناطق با توان درجه یک در قسمت های شمالی، غربی و شرق منطقه قرار گرفته است. مناطق با توان درجه دو

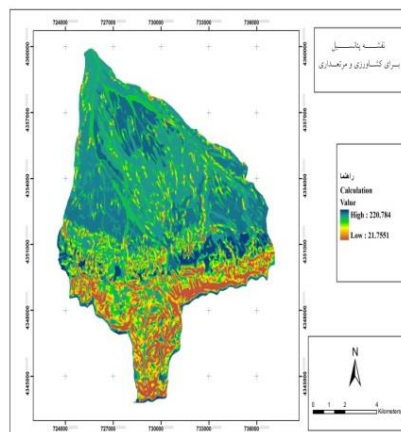
جدول ۳- مساحت کلاس ها بر حسب هکتار و درصد

Table 3. The areas of the classes (hectare and percent)

درصد از منطقه	مساحت (هکتار)	کلاس ها	ردیف
۲۷/۱۴	۳۲۱۴/۰۳	توان درجه ۱	۱
۲۹/۸۶	۳۵۳۶/۵۲	توان درجه ۲	۲
۱۶/۴۱	۱۹۴۳/۶۷	توان درجه ۳	۳
۹/۴۳	۱۱۱۷/۱۹	توان درجه ۴	۴
۶/۷۲	۷۹۵/۸۶	توان درجه ۵	۵
۴/۵۸	۵۴۲/۵۹	توان درجه ۶	۶
۵/۸۱	۶۸۸/۸۵	توان درجه ۷	۷
۱۰۰	۱۱۸۴۲	مجموع	

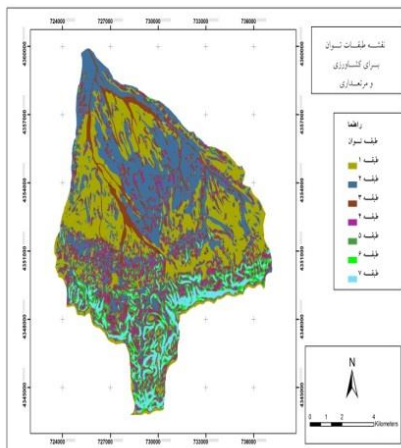
مساحت مربوط به جدول تقاطعی توان اکولوژیک کشاورزی - مرتع داری و کاربری فعلی اراضی آورده شده است.

در شکل (۴) اولویت بندی بخش های مختلف منطقه مورد مطالعه از نظر توان کشاورزی - مرتع داری به همراه نقشه کاربری فعلی اراضی نشان داده شده است. همچنین در جدول (۴) نیز



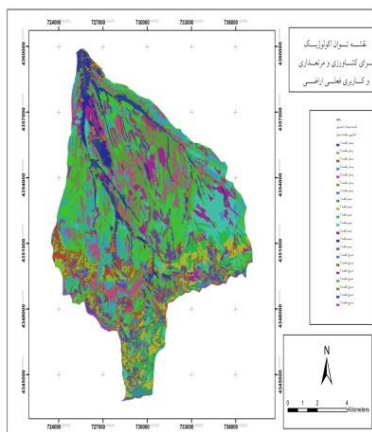
شکل ۲- نقشه پتانسیل کشاورزی و مرتع داری

Figure2. Potential map Capability and current land use



شکل ۳- نقشه قابلیت اکولوژیکی کشاورزی و مرتعداری

Figure3. Ecological land capability



شکل ۴- نقشه کراس تب توان اکولوژیکی و کاربری فعلی اراضی

Figure 4. The crosstab map of land

جدول ۴- مقایسه توان اکولوژیک منطقه با کاربری فعلی اراضی

Table4. Comparison of current land use map with land capability map

ردیف	درجه توان اکولوژیک	فعالیت اصلی متناسب با توان اکولوژیک	کاربری فعلی اراضی	مساحت (هکتار)
۱	۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	بایر	۴۱/۰۹
۲	۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	دیم	۱۳۰/۷۳
۳	۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	مرتع	۱۲۶/۵۳
۴	۲	توان خوب برای کشاورزی	بایر	۳۳۵/۵۸
۵	۲	توان خوب برای کشاورزی	دیم	۵۴۹/۲۹
۶	۲	توان خوب برای کشاورزی	مرتع	۴۷۲/۱۹
۷	۳	توان متوسط برای کشاورزی	بایر	۴۳۹/۵۷
۸	۳	توان متوسط برای کشاورزی	دیم	۶۱۱/۳۳



۷۰۲/۰۰	مرتع	توان متوسط برای کشاورزی	۳	۹
۱۳۴۶/۲۰	بایر	توان ضعیف برای کشاورزی	۴	۱۰
۷۹۷/۱۸	دیم	توان ضعیف برای کشاورزی	۴	۱۱
۲۰۱۸/۲۴	مرتع	توان ضعیف برای کشاورزی	۴	۱۲
۸۹۶/۰۸	بایر	توان خوب برای مرتع داری	۵	۱۳
۵۲۸/۰۵	دیم	توان خوب برای مرتع داری	۵	۱۴
۱۰۱۸/۰۸	مرتع	توان خوب برای مرتع داری	۵	۱۵
۳۲۲/۳۱	بایر	توان متوسط برای مرتع داری	۶	۱۶
۸۲۸/۴۴	دیم	توان متوسط برای مرتع داری	۶	۱۷
۲۷۹/۳۳	مرتع	توان متوسط برای مرتع داری	۶	۱۸
۴/۵۰	بایر	توان ضعیف برای مرتع داری	۷	۱۹
۳۳۶/۸۹	دیم	توان ضعیف برای مرتع داری	۷	۲۰
۳۱/۷۵	مرتع	توان ضعیف برای مرتع داری	۷	۲۱

#### بحث و نتیجه گیری

استفاده از نرم افزار Idrisi Selva علاوه بر نداشتن سایر پیچیدگی های روش های کلاسیک، قابلیت آن را دارد تا نقطه ضعف مشترک همه ی این روش ها مبنی بر عدم استفاده از شاخص ها یا متغیر با متغیرهای زبانی را از میان بردارد. از مزیت های استفاده از منطق فازی در ارزیابی کاربری های مختلف، می توان موارد زیر را یادآور شد: ۱- ترکیب جنبه های مختلف فاکتورها با واحدهای مختلف اندازه گیری، ۲- حل مشکلات ارزیابی ناشی از شاخص های توسعه بدون معیارهای کمی، ۳- تفسیر ساده و نسبتاً آسان نتایج به دست آمده، ۴- استفاده ی توأمان از شاخص های کمی و کیفی. به عبارتی دیگر، می توان چنین نتیجه گرفت که مدل ارائه شده، ابزاری خوب و مناسب برای سیاست گذاران و برنامه ریزان صنفی و ستادی و تصمیم گیرندگان در زمینه های توسعه کشاورزی به شمار می رود. امکان ایجاد تغییرات و توانایی پیشرفت در این مدل از دیگر ویژگی های منحصر به فرد آن است، به طوری که می توان بر تعداد قوانین و شاخص ها افزود و توابع عضویت و متغیرهای زبانی را بار دیگر تعریف کرد (۲۳). گفتنی است در تحقیقات ( ۱۶، ۷، ۳) نیز از توابع فازی برای استانداردسازی لایه ها استفاده گردید. همچنین در این مطالعه برای بررسی

دستیابی به توسعه و به ویژه به توسعه پایدار کشاورزی، نیازمند برنامه ریزی اصولی و کارآمد و اجرای دقیق آن برنامه است. از آن جا که اصول مدیریت و برنامه ریزی صحیح در منابع طبیعی، بر پایه ی شناخت استعداد و ارزیابی توان اکوسیستم استوار است، آگاهی از این استعدادها و تعیین پتانسیل منابع مذکور می تواند راه گشای تهیه و اجرای طرح های کاربردی و عملی به منظور نیل به اهداف اقتصادی و حمایتی و حفاظتی باشد (۳). از این رو در این تحقیق، مدل اکولوژیک کاربری کشاورزی-مرتع داری با نگرش همه جانبه به فاکتورهای اکولوژیک در حوزه آبخیز قوری چای اردبیل به عنوان واحد برنامه ریزی و مدیریت سرزمین مدنظر بوده است. با توجه به این که برای ارزیابی توان سرزمین با مدل اکولوژیک حرفی ایران، نیاز هست تا این مدل ها با توجه به ویژگی های منطقه کالیبره گردند، در این تحقیق از روش ترکیب خطی وزن دار که به واسطه ی کاهش عدم قطعیت در مرحله ی تصمیم گیری، اعتمادپذیری بیش تری دارد (۵)، استفاده شد. هر چند، منطق فازی و مدل ارائه شده با استفاده از آن در مطالعه ی حاضر با دشواری هایی مانند تعریف دامنه های فازی و استفاده از دانش افراد خبره رو به روست اما به دلیل ساختار خاص این مدل و

نتایج مقایسه توان اکولوژیک با کاربری فعلی اراضی نشان می دهد که تناسب متعادلی بین پتانسیل سرزمین و کاربری فعلی برقرار نیست که این امر قطعاً موجب تضییع منابع خواهد شد و پدیده‌هایی مثل فرسایش را به دنبال خواهد داشت. همچنین در منطقه مورد مطالعه، اراضی زراعی عموماً تحت کشت دیم (گندم و جو) قرار دارند و با توجه به این که بحران کم آبی در منطقه وجود دارد و میزان متوسط سالانه بارش در منطقه نیز ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر است و نزولات جوی تنها منبع تامین آب اراضی زراعی منطقه می باشند، به شرط انتخاب گونه‌های مناسب کشت می‌توان استفاده بهینه‌ای از آب بارش در منطقه داشت و وابستگی به آب های جانبی مثل آب چاه را از بین برد. در نهایت می‌توان بیان نمود که در تحقیق حاضر با دیدی همه جانبه به فاکتورهای موثر در ارزیابی توان کشاورزی و مرتع‌داری نگاه شد هر چند که برخی فاکتورها مانند پوشش گیاهی به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات لحاظ نشد و در صورت وجود این لایه، در تحقیقات مشابه بهتر است به کار گرفته شود. همچنین بایستی اشاره نمود که روش بکارگرفته شده در این تحقیق بسیار انعطاف پذیر است و تحت تاثیر نظرات کارشناسی (در مورد وزن‌دهی به معیارها) و همچنین انتخاب نوع تابع و دامنه تغییرات اعداد فازی (برای هم مقیاس سازی لایه‌ها) قرار دارد لذا نتایج ارزیابی با این روش به شدت تحت تاثیر این دو عامل است و بایستی دقت لازم به عمل آورده شود. در ادامه پیشنهادهایی جهت اجرای بهتر فرایند ارزیابی توان اکولوژیکی مناطق کشور پیشنهاد می‌گردد.

۱- به دلیل دقت، سرعت و عملیاتی بودن سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، مطالعه و پژوهش در زمینه‌ی آمایش سرزمین بدون استفاده از این سامانه‌ها، بررسی سنتی، زمان‌بر و صرفاً نظری خواهد بود. بنابراین، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای انجام پژوهش‌های آمایش سرزمین، ضروری است. ۲- راهبرد سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در تلفیق با GIS، می‌تواند چهارچوب مناسبی را برای حل مسایل پیچیده‌ی تصمیم‌گیری (به‌ویژه در تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری های فضایی) فراهم نماید، از این رو، به کارگیری این راهبرد، برای انجام مطالعات آمایشی توصیه می‌گردد. ۳- سیاست‌گذاران و برنامه

اهمیت معیارها، از نظرات کارشناسی استفاده شد که مهم‌ترین مزیت آن، کاهش احتمال خطا در قضاوت‌هاست (۱). در بررسی‌های مربوط به ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربری‌ها مختلف و در مطالعات Saadabadi (۲۶)، Mahdavi (۲۵)، Babaie Kafaky (۲۴) و کرمی (۱) نیز از نظرات کارشناسی برای تعیین اهمیت نسبی معیارها استفاده شده است. نتایج حاصل از ارزیابی نشان داد که در مجموع، ۸۲/۸۵٪ از منطقه دارای توان بسیار خوب تا ضعیف برای فعالیت کشاورزی است و ۱۷/۱۵٪ نیز برای مرتع‌داری دارای توان است. البته بایستی توجه نمود که همه این مناطق مناسب مرتع‌داری یا کشاورزی نیستند بلکه، از حدود ۹۸۱۱ هکتار اراضی دارای توان برای کشاورزی تنها ۳۲۱۴ هکتار دارای توان بسیار خوب و ۳۵۳۶ هکتار دارای توان خوب است (در مجموع ۵۷٪ از منطقه)، در حالی که در کاربری فعلی اراضی حدود ۲۹۰۰ هکتار از اراضی منطقه (حدود ۲۵٪) به کشت دیم اختصاص یافته است که نشان از وابستگی شدید مردم منطقه به کشاورزی دارد که در این مناطق، شرایط برای کشاورزی مناسب است و فعالیت‌های کشاورزی بایستی تقویت و توسعه یابد. این مناطق استعداد زیادی برای کشت دایم و منظم محصولات کشاورزی (غلات، دانه‌های روغنی، سبزیجات، صیفی جات و علوفه) بدون مواجه شدن با خسارت را دارند. البته بایستی توجه داشت که در این مناطق بهتر است مناطق با توان طبقه یک و دو به زراعت و باغداری اختصاص یابد و فعالیت‌هایی مانند دامداری و صنایع تبدیلی و کشت علوفه در مناطق با توان درجه سه و چهار که توان متوسط و پایینی برای کشاورزی دارند، پیاده گردد. همچنین مقایسه توان اکولوژیک با کاربری فعلی اراضی نشان می‌دهد که در مناطق با توان بسیار خوب و یا خوب برای کشاورزی تنها ۶۷۹ هکتار به اراضی کشاورزی اختصاص دارد و حدود ۹۶۰ هکتار به کاربری بایر یا مرتع اختصاص دارد. به عبارت دیگر، استفاده درستی از اراضی مستعد برای کشاورزی به عمل نمی‌آید. از طرف دیگر، از ۲۰۲۷ هکتار از اراضی دارای کلاس مختلف توان برای مرتع-داری، حدود ۱۳۲۸ هکتار به کاربری مرتع اختصاص دارد و مابقی عمدتاً به اراضی کشاورزی و بایر اختصاص یافته است.

- Assessment of land suitability potentials for agriculture using a remote sensing and GIS based approach, *International Journal of Remote Sensing*, 30 (4), Pp: 879–895.
5. Al-Shalabi, M.A., Mansor, S.B., Ahmed, N.B., Shiriff, R. 2006, GIS based multi criteria approaches to housing site suitability assessment, In: XXIII FIG Congress, October 8–13, Germany.
  6. Duc, T.T. 2006, Using GIS and AHP technique for land-use suitability analysis, In: International Symposium on Geo informatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences (GIS-IDEAS 2006), 9–11 November, Ho Chi Minh City, Vietnam.
  7. Parakash, T.N. 2003, Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multi criteria Decision Making Approach. MSc Thesis, the International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.
  8. Perveen, M.F., Nagasawa, R., Uddin, M.I., Delowar, H.K.M. 2007, Crop-land suitability analysis using a multi criteria evaluation and GIS approach, In: 5th International Symposium on Digital Earth (ISDE5), June 5–9, University of California, Berkeley, USA.
  9. Wang, F. 1994, The use of artificial neural networks in a geographical information system for agricultural land-suitability assessment, *Environment and Planning, A*, 26, pp: 265–284.
  10. Karam. A., 2005, Analysis of land suitability for physical development in
- ریزان توسعه‌ی کشاورزی و مراتع می‌توانند علاوه بر استفاده از روش‌های رایج در تعیین سطوح توسعه، به بهره‌گیری از مدل فازی به مثابه ابزاری مناسب و نسبتاً آسان بپردازند. ۴- در ارزیابی توان اکولوژیک با روش AHP، وزن و اهمیت فاکتورها یکسان در نظر گرفته نمی‌شود، لذا با توجه به متفاوت بودن وزن و اهمیت نسبی هر یک از فاکتورها، پیشنهاد می‌شود این روش، برای سایر مناطق پیاده‌گرد و نتایج آن مورد آزمون قرار گیرد. ۵- ایجاد صنایع تبدیلی وابسته به محصولات کشاورزی در نتیجه‌ی حمایت از توسعه‌ی اراضی کشاورزی در حوزه آبخیز قوری چای اردبیل با توجه به پتانسیل‌های منطقه، امری ضروری به نظر می‌رسد.

### Reference

1. Karami, O., Hosseini Nasr. S. M., Jalilvand, H., Mir Yaghoubzadeh. M. H. 2013, Assessment of ecological potential of Babolrood basin for agricultural use using Analytic Hierarchy Process (AHP), *Natural Ecosystems of Iran*, Fifth Year, First Issue, pp. 38-48. (In Persian)
2. Nuri, S.H., Seyedaee, S.A., Kiani, S. Z., Soltani, & nurouzi-Avergani, A. 2010, Evaluation of environment ecological capability to determine suitable areas for agriculture using GIS (central zone of Kiar township), *Journal of Geography and Environmental Planning*, 37, pp:33-46.
3. Motiee Langaroudi. S. H., Nasiri, Hossein, Azizi. A., Mostafaei. A. 2012, Modeling of ecological potential of the land from the perspective of agricultural and rangeland uses using Fuzzy AHP method in GIS environment, *Town and Country Planning Journal*, Fourth Year, Number 6, Spring and Summer, pp. 101-124. (In Persian)
4. Bandyopadhyay, S., Jaiswal, R.K., Hegde, V.S., Jayaraman, V. 2009,

- Weighted Linear Combination Method in GIS, *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 16, No. 4, pp. 87-93. (In Persian)
17. Schmucker, K.J. 1982, *Fuzzy Sets, Natural Language Computations and Risk Analysis*, Computer Science Press, (Idrisi Selva software help).
  18. Eastman. R., translated by Salman Mahini. A. R. and Kamyab, H. R., 2010, *Remote sensing and applied geographic information systems with Idrisi software*, Mehre Mahdis Publishing, 610 pages. (In Persian)
  19. Forman, E and Selly, M. 2001, *Decision by Objectives (How to convince others that you are right)*, World Scientific Press (Electronic Book).
  20. Warren, L., 2004, "Uncertainties in the Analytical Hierarchy Process", Australia (Electric Book).
  21. Ali Mohammadi. S. 2006, *Locating urban parks using geographic information system (Case study: Isfahan 1 urban zone)*, M.Sc. Thesis, Isfahan university of technology. (In Persian)
  22. Salman Mahini. A. R., Riazi, B., Naeemi. B., Kafaki. S., Javadi Larijani, A. 2009, *Evaluation of nature tourism potential of Behshahr city based on multi-criteria evaluation method using GIS*, *Journal of Environmental Science and Technology*, Vo. 11, No. 1, pp. 198-187. (In Persian)
  23. William W.L. Cheung, Tony J. Pitcher, Daniel Pauly. 2005, *A Fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing*, *Journal of the northwest axis of Shiraz using MCE multi-criteria approach in GIS environment*, *Journal of Geographical Research*, No. 54, 94-106 (In Persian).
  11. Salman Mahini, A and Gholamalifard, M. 2006, *Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment*, *International Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 3, pp: 435-445.
  12. Nasiri. H., Alavi Panah. S. K., Matin Far. H. R., Azizi. A., Hamzeh. M. 2012, *Implementation of agricultural ecological model with PROMETHEE II and Fuzzy AHP approach in GIS environment (Case study: Marvdasht city)*, *Environmental Studies*, Thirty-eighth year, No. 3, Fall 91, pp. 109-122. (In Persian)
  13. Mendas, A and Delli, A. 2012, *Integration of multi criteria decision analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: application to durum wheat cultivation in the region of melta in Algeria*, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 83, pp: 117-126.
  14. Akinci, H., Ozalp, A and Turgut, B. 2013, *Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique*, *Computers and Electronics in Agriculture*, 97 (2013), Pp: 71-82.
  15. *Forests, range and watershed management organization of Ardabil Province*, 2015. Engineering and Studies Unit, Detailed Studies of Ghouri Chay Watershed in Ardabil Province. (In Persian)
  16. Raeesi. M., Safyanian, A. and Ghoddousi. H. R. 2014, *Feasibility Study of Industrial Establishment in Greater Isfahan Region Using*

- Information System, Journal of Natural Ecosystems of Iran, 2(2), pp: 63-74.
26. Saadabadi, L., Ahmadi-Sani, L and Razaghnia, L. 2015, Ecological Land Suitability for Dry Farming using AHP and GIS, Advances in Bioresearch, Vol 6 [3] May, Pp: 41-45.
- Biological Conservation. Vol. 124, pp: 97-111.
24. Babaie Kafaky, S., Mataji, A and Ahmadi Sani, N. 2009, Ecological Capability Assessment for Multiple-Use in Forest Areas Using GIS- Based Multiple Criteria Decision Making Approach, American Journal of Environmental Sciences, 5(6), pp:714-721.
25. Mahdavi, A., Karami, O and Mirzaei, J. 2011, Evaluation of ecotourism capability of Badreh township Ilam Province using Geographic