علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره هشت، آبان ماه ۹۸

ارزیابی تناسب اراضی برای استقرار کاربری‌های کشاورزی و مرتعداری با روش ترکیب خطی وزن‌دار (مطالعه موردی: حوضه اُنار چای استان اردبیل)

مهسا صفری‌پور*[۱]
m_safaripour@pnu.ac.ir
داریوش ناصری[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۸ **تاریخ پذیرش:۹۵/۱۱/۲۹**

چکیده

زمینه و هدف: کشاورزی به عنوان یکی از مهم ترین بخش های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعه پایدار را ایفا می کندکه مستلزم استفاده از اصول و روش های علمی و شناخت قابلیت‌های محیطی می باشد. در این خصوص، میان توسعهٔ کشاورزی و منابع محیطی نیز ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. حوضه آبخیز اُنارچای یکی از حوضه‌های واقع در مرکز استان اردبیل به شمار می‌رود که نقش مهمی در امرار معاش مردم بومی منطقه دارد. هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی توان اکولوژیک و تعیین تناسب اراضی برای فعالیت‌های کشاورزی و مرتع‌داری در حوضه آبخیز اُنارچای اردبیل در سال ۱۳۹۵ می‌باشد.

روش بررسی: در مرحله اول با بررسی منابع و کسب استانداردها، ۱۳ معیار ارزیابی توان کشاورزی، مرتع داری مشخص گردید. در مرحله‌ی بعد، کلیه لایه‌ها با فرمت مشابه به سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) وارد و با روش فازی استانداردسازی شدند. در ادامه، از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و ماتریس مقایسات دوتایی برای وزن دهی به معیارها و زیرمعیارها استفاده شد و درنهایت، کلیه لایه‌ها با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) تلفیق شدند.

یافته ها: نتایج حاصل از ارزیابی نشان داد که در مجموع، ۸۴/۱۹٪ از منطقه (۱۱۶۵۹ هکتار) دارای توان بسیار خوب تا ضعیف برای فعالیت کشاورزی و ۱۵/۸۱٪ (۲۱۸۹ هکتار) نیز برای مرتعداری دارای توان خوب، متوسط و ضعیف است.

بحث و نتیجه گیری: نتایج کلی این تحقیق بیان گر این است که تناسب متعادلی بین پتانسیل سرزمین و کاربری فعلی برقرار نیست.

واژه های کلیدی: اُنارچای، ترکیب خطی وزن‌دار، تحلیل سلسله مراتبی، فازی.

۱- استادیار، گروه کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران*(مسوول مکاتبات).
۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان،گروه کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.8, October, 2019

Ecological Land Capability Evaluation for Agriculture and Range Management Using WLC Method
(Case study: Onarchay watershed, Ardabil province)

Mahsa Safaripour [1*]
m_safaripour@pnu.ac.ir
Dariush Naseri [2]

Admission Date:February 17, 2017 Date Received: November 8, 2016

Abstract

Background and Objective: Agriculture as an important part of the economy has a great role to achieve sustainable development using scientific methods and knowing environmental potentials. In this regard, there is a close relationship between agriculture development and environmental resources. ***Onarchay*** is one of the watersheds in the center of Ardabil province that has a 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 ***Onarchay*** watershed in 2016.

Method: First, by reviewing of the sources, 13 criteria for agriculture-rangeland capability evaluation 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 11659 hectares (84/19%) for agricultural activity have very good to weak potential and 2189 hectares (15/81%) for rangeland activity have good, moderate and weak potential.

Discussion and Conclusion: Results showed that there is no balance between current land use and land potential in ***Onarchay*** watershed.

Keywords: AHP, Fuzzy, Onarchay Watershed, Weighted Linear Combination.

1- Assistant Professor, Natural resources and environmental Engineering Department, Faculty of Agricultural sciences, Payame Noor University, Tehran.*(Corresponding Authors)
2- Member of Young Researchers and Elite club, Ardabil Branch, Agriculture and Natural Resources Group, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

مقدمه

کاهش اراضی مستعد کشاورزی و مراتع در نتیجه عدم استفاده اصولی و بهینه از سرزمین، مستقیماً بر قابلیت تولید مواد غذایی در مقیاس وسیع تاثیر و امنیت غذایی را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱). دست یابی به سطح بهینه غذا و امنیت غذایی مستلزم استفاده از روش‌های بهینه و آنالیزهای مکانی است که می تواند ارزیابی دقیقی از قابلیت‌ها و پتانسیل‌های محیطی برای تولید غذا در حال حاضر و آینده داشته باشد (۲). تعیین توان بالقوه و تخصیص کاربری‌های متناسب با توان، روشی است که می‌تواند میان توان طبیعی محیط، نیاز جوامع، کاربری‌ها و فعالیت‌های انسان در فضا یک رابطه منطقی و یک سازگاری پایدار به وجود آورد. به همین دلیل تدوین برنامه‌های آمایش سرزمین که انتقال منابع طبیعی را برای نسل‌های آینده و استفاده درخور و شایسته از منابع سرزمین را متناسب با توان بالقوه‌ی آن‌ها میسر می‌سازد، ضروری است. پیش‌نیاز برنامه‌ریزی سرزمین، ارزیابی تناسب سرزمین است. از آنجائی که ارزیابی تناسب سرزمین فرایند پیچیده‌ای است، ارزیابی چند معیاره (MCE)[1] یکی از روش‌های آنالیز مکانی است که می‌تواند به ارزیابی تناسب اراضی کمک کند (۲). نتایج حاصل از روش چند معیاره عمدتاً از طریق استفاده از مدل‌هایی مانند منطق فازی (Fuzzy Logic)، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[2] و روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)[3] به دست می‌آید (۲). بخش مهمی از فرآیند ارزیابی تناسب سرزمین، تعیین نوع معیارهای مهم در ارزیابی است (۳). استاندارد مشخصی برای انتخاب معیارهای دخیل در ارزیابی توان بالقوه‌ی سرزمین برای کشاورزی- مرتع داری وجود ندارد اما در اکثر تحقیقات مرتبط (۲، ۴ و ۵) عمدتاً از معیارهای اکولوژیکی اقتصادی اجتماعی مناطق مورد ارزیابی استفاده شده است. از آنجا که تحلیل های فضایی و جغرافیایی اغلب چندمتغیره و چندمعیاری هستند، سامانه اطلاعات جغرافیایی با قابلیت بالای خود باعث تسهیل پیچیدگی فرایند ارزیابی خصوصاً به هنگام استفاده از معیارهای مختلف شده است (۲). همچنین از آنجا که در ارزیابی چند معیاره، معیارها در واحدهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شوند، امکان مقایسه‌آن‌ها با یکدیگر وجود ندارد. از همین رو لازم است ابتدا معیارها در یک قالب مشخص استاندارد شوند که در این میان استفاده از روش فازی برای استانداردسازی لایه‌ها در سال-های اخیر بسیار مرسوم شده است (۶). در ارتباط با موضوع تحقیق، تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور انجام‌شده است. لنگرودی و همکاران (۲۰۱۳) (۶)، پور خباز و همکاران (۲۰۱۵) (۷)، Montgomer و همکاران (۲۰۱۶) (۲) و Bhausaheb و همکاران (۲۰۱۵) (۹) نمونه‌ای از این موارد هستند. در مجموع، با استفاده از تحقیقات صورت گرفته و مرور منابع می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که ارزیابی توان اکولوژیک با استفاده از GIS و MCE با یک رویکرد تلفیقی، برای وزن دهی و تعیین اهمیت نسبی معیارها، مستلزم در نظر گرفتن عدم قطعیت و دقت ناشی از ناآگاهی تصمیم‌گیرنده است. این امر را می‌توان با استفاده از منطق فازی به‌عنوان منطق مدل‌سازی ریاضی در فرآیندهای غیردقیق و مبهم انجام داد که بستری را برای مدل‌سازی در شرایط عدم اطمینان فراهم می‌سازد(۶). بنابراین با توجه به نکات مطرح‌شده، تعیین توان اکولوژیک کشاورزی- مرتع داری با استفاده از منطق فازی و همچنین استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار به دلیل آگاهی از بحث عدم قطعیت در امر تصمیم‌گیری، هدف اصلی این تحقیق است.

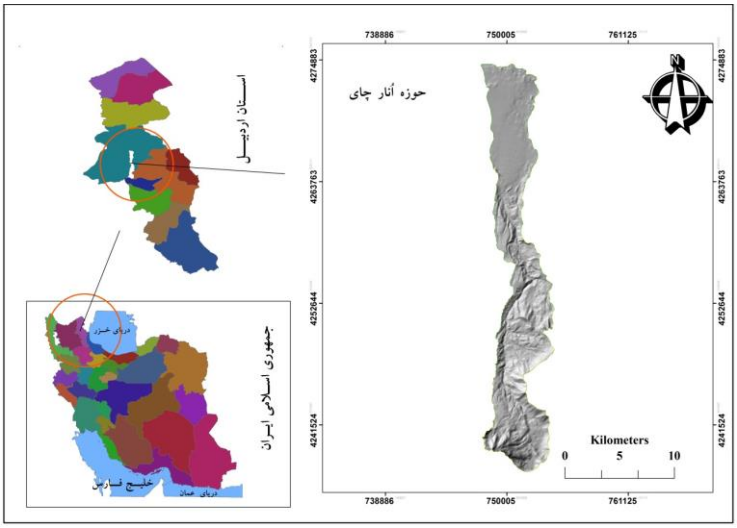
مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز اُنارچای با مساحت ۱۳۸۴۸ هکتار در مرکز استان اردبیل و در حد فاصل شمال غرب شهرستان اردبیل و جنوب شرق شهرستان مشکین شهر قرارگرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین″۵۸ ′۴۹ °۴۷ تا ″۶ ′۵۴ °۴۷ طول شرقی و ″۲۵ ′۳۵ °۳۸ تا ″۱۴ ′۵۴ °۳۸ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه ۴۷۹۴ متر و حداقل ارتفاع برابر ۹۶۶ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارش سالیانه در حوضه ۵۲۶

1- Multi Criteria Evaluation
2- Analytical Hierarchy Process
3- Weighted Linear Combination

میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه هوا ۳ درجه سانتی-گراد می باشد (اداره کل منابع طبیعی۱۰). شکل (۱) موقعیت حوضه در استان را نشان می‌دهد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Study area

روش بررسی

معیارهایی که در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفتند، با توجه به مرور منابع مرتبط از جمله (۲، ۴، ۷ و ۹) و همچنین در دسترس بودن آن ها انتخاب شدند. در مرحله بعد لایه‌های پیوسته (شامل ارتفاع، شیب، میزان بارش، درجه حرارت هوا و فاصله از آب) با استفاده از توابع فازی‌سازی، فازی شدند.

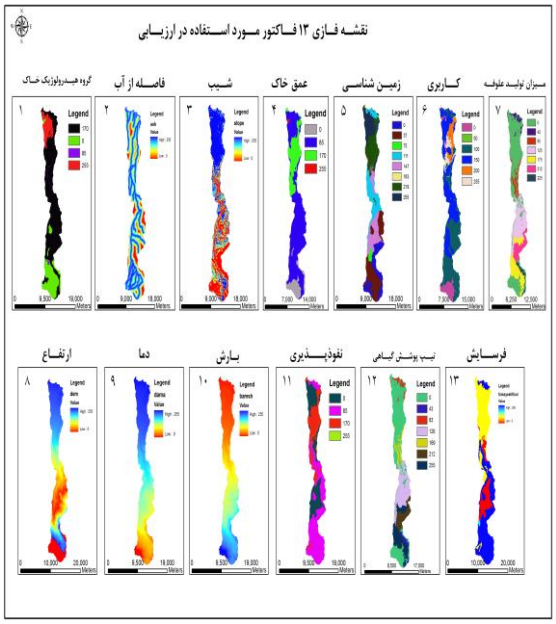
(شکل ۲). در حالی که لایه‌های گسسته در این تحقیق شامل لایه های سنگ مادر، تیپ پوشش، میزان تولید علوفه، میزان نفوذ پذیری، عمق خاک، گروه هیدرولوژیک خاک، میزان فرسایش خاک و کاربری فعلی اراضی با استفاده از روش گسسته (رابطه ۱) فازی شدند.

رابطه (۱) $X_i=\frac{(Ri-Rmin)}{(Rmax-Rmin)}$* standardizedrange

در این رابطه X_i ارزش سلول بعد از استانداردسازی، R_i ارزش سلول قبل از استاندارد سازی، $Rmin$ مقدار کمینه در عامل، $Rmax$ مقدار بیشینه در عامل و Standardized range دامنه تغییرات استانداردسازی می‌باشد (۱۱). در نقشه فازی تهیه شده، مناطق با میزان فرسایش کم دارای ارزش فازی ۲۵۵، فرسایش متوسط تا کم دارای ارزش فازی ۱۷۰، فرسایش متوسط دارای ارزش فازی ۸۵ و فرسایش زیاد دارای ارزش فازی صفر، کلاس با نفوذپذیری خیلی زیاد دارای ارزش فازی ۲۵۵، کلاس با نفوذپذیری زیاد دارای ارزش فازی ۱۷۰، کلاس با نفوذپذیری متوسط دارای ارزش فازی ۸۵ و کلاس با نفوذپذیری متوسط تا کم دارای ارزش فازی ۰ گردیدند. از حیث سنگ بستر نهشته‌های رودخانه‌ای دارای ارزش ۲۵۵، اندزیتی (۲۱۹)، کوارتزیت (۱۸۳)، پادگانه های آبرفتی (۱۴۷)، توف (۱۱۱)، توف و کنگلومرا (۷۵)، کنگلومرا (۳۷) و رسوبی (۰) شدند. همچنین با توجه به اینکه با افزایش عمق خاک به کمیت تولید محصولات کشاورزی و مرتع افزوده می‌شود، لذا کلاس عمیق دارای ارزش فازی ۲۵۵، نسبتاً عمیق ۱۷۰، کم عمق ۸۵ و خیلی کم عمق دارای ارزش صفر شد، از حیث گروه هیدرولوژیک، ارزش گروه A دارای ارزش ۲۵۵، گروه B ۱۷۰، گروه C ۸۵ و گروه D صفر شد. با توجه به وجود تیپ‌های مختلف مرتعی در منطقه میزان تولید علوفه مرتعی در هفت کلاس قرار گرفته است. این مناطق به ترتیب دارای میزان تولید علوفه ۳۳۶، ۲۸۷، ۲۳۶، ۱۵۷، ۱۰۷، ۶۱ و صفر (اراضی تحت زراعت) بودند و به ترتیب دارای ارزش فازی ۲۵۵، ۲۱۲، ۱۷۰، ۱۲۵، ۸۵، ۴۲ و ۰ شدند. شش تیپ مرتعی و ۱ تیپ غیر مرتعی (اراضی تحت کشت) در حوضه انارچای قرار گرفته است (۱۰). این تیپ‌ها شامل تیپ-های:

1-(*Festuca ovina - Bromus tomentellus*), 2-(*Bromus tomentellus - Astragalus gossypinus- Festuca ovina*), 3- (*Astragalus gossypinus – Agropyron tauri*), 4- (*Astragalus gossypinus- Stipa barbata - Agropyron intermedium*), 5-(*Poa bulbosa - Artemisia sieberi*), 6-(*Agropyron tauri - Festuca ovina- Alopecorus pratensis*)

بودند که به ترتیب دارای ارزش فازی ۲۵۵، ۲۱۲، ۱۶۹، ۱۲۶، ۸۳، ۴۳ و صفر (تیپ غیر مرتعی) شدند. کاربری‌های اراضی تحت کشت آبی، دیم-آبی، دیم، مرتع، مسیل و مسکونی- رخنمون سنگی که به ترتیب دارای ارزش فازی ۲۵۵، ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰ و صفر گردیدند(شکل ۳) که لایه‌های فازی شده را نشان می‌دهند. بعد از تهیه لایه‌های فازی برای هر معیار، معیارهای اصلی و زیر معیارها با روش تحلیل سلسله مراتبی



شکل۲- نحوه فازی سازی لایه پیوسته

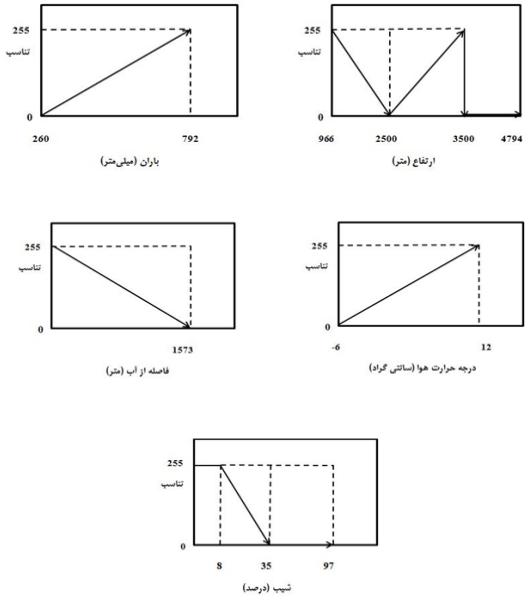
Figure2. The method to make Integrated fuzzy layer

نتایج

با استفاده از ماتریس مقایسات دوتایی وزن معیارهای اصلی و زیر معیارهای هر معیار به دست آمد (جدول ۱). میزان ناسازگاری نیز در تمامی مقایسات صورت گرفته کم تر از ۰/۱ می‌باشد که قابل‌قبول است (۱۳). بعد از اعمال وزن معیارهای اصلی و زیرمعیارهای هر معیار در وزن مربوطه، لایه تناسب در بازه ۰ تا ۲۵۵ به دست آمد (شکل ۴). در ادامه به منظور وزن‌دهی شده و در ادامه با استفاده از ترکیب خطی وزن‌دار، عوامل با استفاده از وزن دهی به هر عامل، تلفیق و تناسب به دست آمد (۱۲).

$$A_I=\sum W_J X_{IJ}$$ رابطه (۲)

که در آن X_{IJ} معرف گزینه i اُم در ارتباط با معیار j اُم و W_J وزن استاندارد شده معیار j اُم، به‌گونه‌ای که مجموع W_J برابر ۱ باشد. بعد از تهیه این لایه (لایه پیوسته ۰ تا ۲۵۵و با استفاده از تابع Reclassify پتانسیل منطقه برای کشاورزی- مرتع داری در قالب ۷ کلاس، پتانسیل آن طبقه‌بندی شد. همچنین در ادامه جهت مقایسه نقشه توان اکولوژیک تهیه شده با کاربری فعلی زمین، از طریق تابع Cross Tabulation در محیط نرم‌افزار Idrisi Selva، جدول تقاطعی کاربری اراضی و توان اکولوژیک تهیه گردید.



شکل ۳- نقشه فازی فاکتورهای مورد استفاده برای ارزیابی

Figure 3. Fuzzy maps of utilized factors for evaluation

نمایش بهتر طبقات توان اکولوژیک، لایه به دست آمده در هفت طبقه کلاس‌بندی شد (شکل ۵). طبقات با توان ۱، ۲، ۳، ۴ به ترتیب 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 می‌دهد که در

منطقه موردمطالعه، مناطق با توان یک تا سه به‌طور عمده از نظر ارتفاع کم تر از ۲۰۰۰ متر، شیب در شیب‌های ۸-۰ درصد، فرسایش کم، گروه هیدرولوژیک خاک A یا B ، عمق خاک عمیق یا نسبتاً عمیق ، نقوذپذیری خاک خیلی زیاد، بارش ۲۶۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر و درجه حرارت هوا بیش تر از ۸ درجه سانتی-گراد می‌باشد که این‌گونه مناطق، توان بسیار زیادی برای انجام فعالیت‌های کشاورزی بدون مواجه‌شدن با خسارت را دارند. با توجه به نتایج، اکثر قسمت‌های منطقه را اراضی با توان طبقه دو، سه و چهار تشکیل می‌دهد در مناطق با توان طبقه شش کم ترین بخش از منطقه را تشکیل می‌دهد. همچنین همان طور که از نقشه طبقات توان اکولوژیک منطقه برای کشاورزی و مرتع داری (شکل ۵) پیداست، مناطق با توان درجه یک در قسمت های شمالی و جنوبی قرار گرفته است. مناطق با توان درجه دو در مناطق شمالی و مرکزی و جنوبی حوضه منتها با مساحت بیشتر قرار دارد. مناطق با توان طبقه سه و چهار در قسمت های مختلف حوضه به جز جنوب حوضه، مناطق با توان طبقه پنج به صورت لکه های کوچک و پراکنده سرتاسر منطقه و مناطق با توان طبقه شش و هفت در ارتفاعات جنوب حوضه قرار گرفته است. در شکل (۶) اولویت‌بندی بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه از نظر توان کشاورزی- مرتع داری به همراه نقشه کاربری فعلی اراضی نشان داده شده است. همچنین در جدول ۲ مساحت مربوط به جدول تقاطعی توان اکولوژیک کشاورزی- مرتع داری و کاربری فعلی اراضی بدست آمد.

جدول ۱- وزن معیارهای اصلی و زیر معیارهای هر معیار

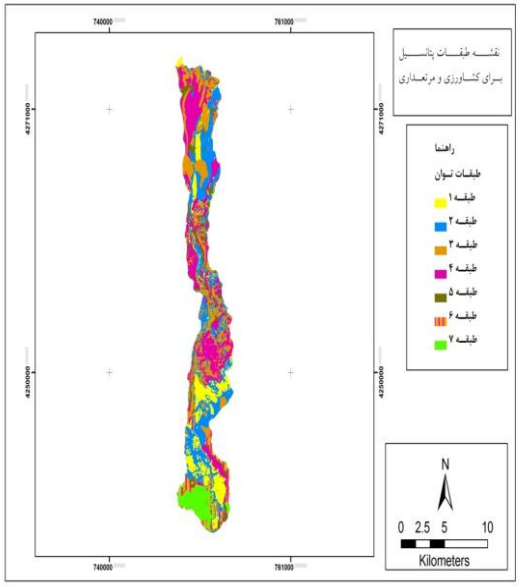
Table 1. Final weights of criteria and sub criteria

گروه	وزن	معیار	وزن	زیر معیار	وزن
فیزیکی	۰/۴۵۵	۱) آب و هوا	۰/۱۴۶	منابع آب سطحی	۱
		۲) اقلیم	۰/۱۳۵	دما	۰/۷۱۳
				بارش	۰/۲۸۷
					نرخ ناسازگاری=۰/۰۰
		۳) سنگ شناسی	۰/۰۷۳	سنگ مادر	۱
		۴) شکل زمین	۰/۴۰۵	ارتفاع	۰/۱۷۵
				شیب	۰/۷۲۵
					نرخ ناسازگاری=۰/۰۰
		۵) خاک	۰/۲۴۱	میزان فرسایش	۰/۱۱۸
			نرخ ناسازگاری=۰/۰۴	میزان نفوذ پذیری	۰/۱۳۵
				عمق خاک	۰/۴۰۵
				گروه هیدرولوژیک	۰/۳۴۲
					نرخ ناسازگاری=۰/۰۲
زیستی	۰/۳۲۰	پوشش گیاهی	۱	تیپ پوشش	۰/۶۳۸
				میزان تولید علوفه	۰/۳۶۳
					نرخ ناسازگاری=۰/۰۰
اقتصادی- اجتماعی	۰/۲۲۵	کاربری	۱	کاربری فعلی اراضی	۱

جدول ۲- مقایسه توان اکولوژیک منطقه با کاربری فعلی اراضی

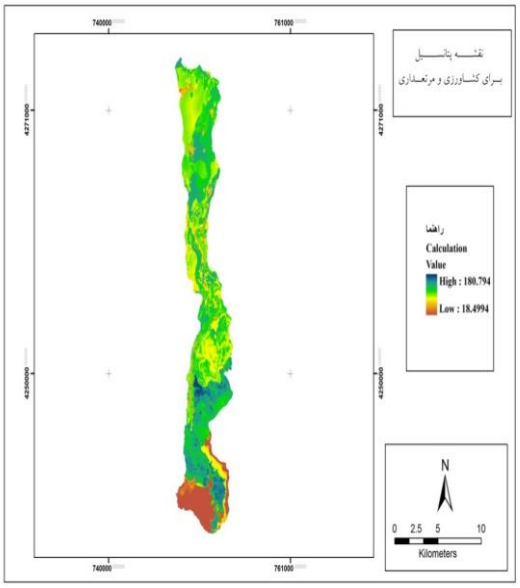
Table 2. Comparison of current land use map with land capability map

ردیف	درجه توان اکولوزیک	فعالیت اصلی متناسب با توان اکولوژیک	کاربری فعلی اراضی	مساحت
۱	طبقه ۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	رخنمون سنگی-مسکونی	۱/۱۴
۲	طبقه ۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	مرتع	۱۱۵۰/۶۸
۳	طبقه ۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	مسیل	۰/۴۸
۴	طبقه ۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	کشت آبی	۳۰۱/۷۴
۵	طبقه ۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	کشت آبی-کشت دیم	۲۶/۵۹
۶	طبقه ۱	توان بسیار خوب برای کشاورزی	کشت دیم	۴۷۷/۳۷
۷	طبقه ۲	توان خوب برای کشاورزی	رخنمون سنگی-مسکونی	۱۱/۳۱
۸	طبقه ۲	توان خوب برای کشاورزی	مرتع	۱۴۱۰/۵۳
۹	طبقه ۲	توان خوب برای کشاورزی	مسیل	۱/۳۳
۱۰	طبقه ۲	توان خوب برای کشاورزی	کشت آبی	۴۴۳/۶۵
۱۱	طبقه ۲	توان خوب برای کشاورزی	کشت آبی-کشت دیم	۶۵۴/۲۶
۱۲	طبقه ۲	توان خوب برای کشاورزی	کشت دیم	۱۰۵۱/۲۶
۱۳	طبقه ۳	توان متوسط برای کشاورزی	رخنمون سنگی-مسکونی	۱۶/۲۴
۱۴	طبقه ۳	توان متوسط برای کشاورزی	مرتع	۹۶۶/۹۳
۱۵	طبقه ۳	توان متوسط برای کشاورزی	مسیل	۱/۶۹
۱۶	طبقه ۳	توان متوسط برای کشاورزی	کشت آبی	۱۶/۷۱
۱۷	طبقه ۳	توان متوسط برای کشاورزی	کشت آبی-کشت دیم	۲۴۹/۰۴
۱۸	طبقه ۳	توان متوسط برای کشاورزی	کشت دیم	۱۷۰۴/۰۴
۱۹	طبقه ۴	توان ضعیف برای کشاورزی	رخنمون سنگی-مسکونی	۲۹/۹۲
۲۰	طبقه ۴	توان ضعیف برای کشاورزی	مرتع	۱۴۶۹/۶۱
۲۱	طبقه ۴	توان ضعیف برای کشاورزی	مسیل	۳۰/۴۴
۲۲	طبقه ۴	توان ضعیف برای کشاورزی	کشت آبی	۷/۶۴
۲۳	طبقه ۴	توان ضعیف برای کشاورزی	کشت آبی-کشت دیم	۳/۴۱
۲۴	طبقه ۴	توان ضعیف برای کشاورزی	کشت دیم	۱۶۱۵/۰۶
۲۵	طبقه ۵	توان خوب برای مرتعداری	رخنمون سنگی-مسکونی	۱۸۸/۱۶
۲۶	طبقه ۵	توان خوب برای مرتعداری	مرتع	۲۹۱/۷۱
۲۷	طبقه ۵	توان خوب برای مرتعداری	مسیل	۴/۸۳
۲۸	طبقه ۵	توان خوب برای مرتعداری	کشت آبی	۳/۵۳
۲۹	طبقه ۵	توان خوب برای مرتعداری	کشت آبی-کشت دیم	۲/۳۴
۳۰	طبقه ۵	توان خوب برای مرتعداری	کشت دیم	۲۸۰/۶۸
۳۱	طبقه ۶	توان متوسط برای مرتعداری	رخنمون سنگی-مسکونی	۱۵۴/۸۷
۳۲	طبقه ۶	توان متوسط برای مرتعداری	مرتع	۳۷۹/۸۸
۳۳	طبقه ۶	توان متوسط برای مرتعداری	کشت دیم	۰/۶۱
۳۴	طبقه ۷	توان ضعیف برای مرتعداری	رخنمون سنگی-مسکونی	۸۲۳/۲۵
۳۵	طبقه ۷	توان ضعیف برای مرتعداری	مرتع	۴۳/۶۸



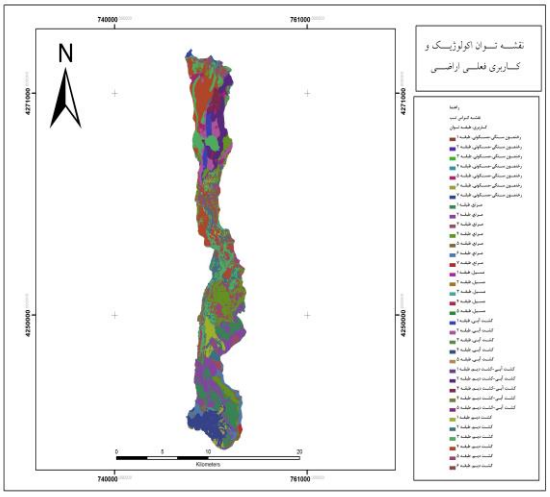
شکل۴- نقشه پتانسیل برای فعالیت کشاورزی-مرتع داری

Figure 4- Potential map for agriculture and range management



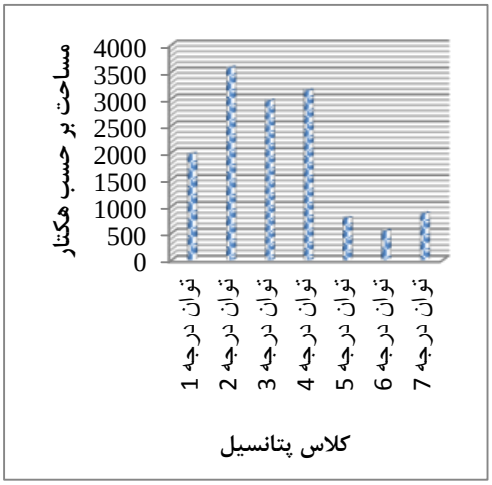
شکل۵- نقشه توان اکولوژیک کشاورزی-مرتع داری

Figure 5- Ecological land capability map For agriculture and range management



شکل۶- نمودار مساحت طبقات توان اکولوژیک

Figure 6. Ecological capability classes graph



شکل۷- نقشه کراس-تب توان اکولوژیک و کاربری اراضی

Figure7. The crosstab map of land capability and land use map

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که برای ارزیابی توان سرزمین با مدل اکولوژیک حرفی ایران، نیاز هست تا این مدل‌ها با توجه به ویژگی‌های منطقه کالیبره گردند، در این تحقیق از روش ترکیب خطی وزن‌دار که به‌واسطه‌ی کاهش عدم قطعیت در مرحله‌ی تصمیم‌گیری، قابلیت جلب اعتماد بیش تری را دارد(۳)، استفاده می گردد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که مدل ارایه شده، ابزاری خوب و مناسب برای سیاست گزاران، برنامه‌ریزان صنفی و ستادی و تصمیم گیرندگان در زمینه‌های توسعه کشاورزی به شمار می‌رود. گفتنی است در تحقیقات (۵، ۶ و ۱۴) نیز از توابع فازی برای استانداردسازی لایه‌ها استفاده‌شده است. همچنین در این مطالعه برای بررسی اهمیت معیارها، از نظرات کارشناسی استفاده شد که مهم‌ترین مزیت آن، کاهش احتمال

خطا در قضاوت هاست (۱۵). در واقع یکی از ویژگی‌های این تحقیق اجرای مدل ارزیابی با استفاده از داده‌های هر دو نوع محیط زیستی (فیزیکی، زیستی، اقتصادی-اجتماعی) و ذهنی است که همان قضاوت های کارشناسان با توجه به تخصص آن-ها می باشد که صحت و درستی این قضاوت ها با نرخ ناسازگاری کنترل گردید. در مطالعات کرمی (۱۵) و مطیعی لنگرودی (۱۶) نیز از نظرات کارشناسی برای تعیین اهمیت نسبی معیارها در ارزیابی توان اکولوژیک استفاده‌شده است. در ارزیابی توان کشاورزی- مرتع داری عامل شیب بسیار مهم است، به طوری که در تمامی تحقیقات مختلف در زمینه کشاورزی- مرتع داری عامل شیب به عنوان یک عامل مهم تلقی شده است (۶ ، ۷ ، ۱۵ و ۱۷). تولید و تیپ پوشش گیاهی یک عامل محدود کننده برای توسعه کشاورزی و یک عامل مؤثر برای توسعه نواحی مرتعی است، از این رو برای ارزیابی اکولوژیک در این تحقیق از موارد مذکور استفاده شد که از این حیث تحقیقات مشابهی (۲ و ۱۵) نیز وجود دارند.

خاک و مؤلفه‌های آن نیز، منبع اصلی تغذیه گیاهان مختلف و عاملی مؤثر در محصول دهی اراضی تحت زراعت است که در تمامی تحقیقات مرتبط با ارزیابی توان کشاورزی - مرتع داری از آن استفاده می شود(۹). سنگ بستر منطقه، نوع خاک و میزان حاصل خیزی آن ها را مشخص می کند که می توان بررسی این عامل را در ارزیابی توان کشاورزی، مرتع داری ضروری دانست به طوری که در مطالعات کرمی (۱۵) و جوزی (۱۷) و پورخباز (۷) نیز به مانند این تحقیق از این فاکتور استفاده شده است. فاصله از منابع آب سطحی هم می‌تواند تأثیر به سزایی در رشد و شکوفایی مراتع و همچنین استفاده توسط کشاورزان برای استفاده در کشت آبی را داشته باشد که این مورد هم مانند تحقیق Yu و همکاران (۱۸) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از ارزیابی نشان داد که در مجموع ۸۴/۱۹٪ از منطقه دارای توان بسیار خوب تا ضعیف برای فعالیت کشاورزی است و۱۵/۸۱٪ نیز برای مرتع داری دارای توان خوب، متوسط و ضعیف است. البته بایستی توجه نمود که همه این مناطق مناسب مرتع داری یا کشاورزی نیستند بلکه از حدود ۱۱۶۵۸هکتار اراضی دارای توان برای کشاورزی، تنها ۱۹۷۰ هکتار دارای توان بسیار خوب و ۳۵۷۴ هکتار دارای توان خوب است (در مجموع ۴۰٪ از منطقه)، در حالی که در کاربری فعلی اراضی حدود ۶۸۵۲ هکتار از اراضی منطقه (حدود ۴۹/۴۸٪) به کشت دیم و آبی اختصاص یافته است که نشان از وابستگی شدید مردم منطقه به کشاورزی دارد که در این مناطق، شرایط برای کشاورزی در تمامی قسمت ها مناسب نیست و بایستی با ملاحظات محیط زیستی فعالیت کشاورزی ادامه یابد.

این مناطق استعداد زیادی برای کشت دایم و منظم محصولات کشاورزی (غلات، دانه‌های روغنی، سبزیجات، صیفی جات و علوفه) بدون خسارت را دارند. البته بایستی توجه داشت که در این مناطق بهتر است مناطق با توان طبقه یک و دو به زراعت و باغ داری 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 (۵۵۴۴ هکتار) تنها ۲۹۵۳ هکتار به اراضی کشاورزی دیم یا آبی اختصاص دارد و حدود ۲۵۰۰ هکتار به کاربری های دیگر اختصاص یافته است که نشان از عدم استفاده درست از اراضی مستعد برای کشاورزی است. از طرف دیگر، از ۲۱۸۹ هکتار از اراضی دارای کلاس مختلف توان برای مرتع داری، حدود ۷۱۳هکتار به کاربری مرتع اختصاص دارد و مابقی عمدتاً به اراضی کشاورزی اختصاص یافته است. 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) و کشت آبی (یونجه و باغات) قرار دارند و با توجه به اینکه بحران کم آبی در منطقه وجود دارد و نزولات جوی تنها منبع تأمین آب اراضی زراعی منطقه می باشند، به شرط انتخاب گونه‌های مناسب کشت، می‌توان استفاده بهینه‌ای از آب بارش در منطقه

را داشت و وابستگی به آب های جانبی مثل آب چاه را از بین برد که استفاده نابجا و ناصحیح از آب‌های زیرزمینی توسط کشاورزان منطقه خطر نشست زمین در در چند سال آینده در پی خواهد داشت. آن چنان که هم اکنون نیز خطر نشست زمین در منطقه به دلیل کاهش سطح آب زیر زمینی در منطقه وجود دارد. در نهایت می‌توان بیان نمود که در تحقیق حاضر با دیدی همه جانبه به فاکتورهای مؤثر در ارزیابی توان کشاورزی و مرتع داری نگاه شد و همچنین بایستی اشاره نمود که روش بکارگرفته شده در این تحقیق بسیار انعطاف پذیر است و می توان تحت تأثیر نظرات کارشناسی (در مورد وزن‌دهی به معیارها) و همچنین انتخاب نوع تابع و دامنه تغییرات اعداد فازی (برای هم مقیاس سازی لایه‌ها) قرار داد. لذا نتایج ارزیابی با این روش به شدت تحت تأثیر 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.

اول راهبرد سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در تلفیق با GIS، می‌تواند چهارچوب مناسبی را برای حل مسائل پیچیده‌ی تصمیم‌گیری (به‌ویژه در تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری های فضایی) فراهم نماید، از این رو به‌کارگیری این راهبرد، برای انجام مطالعات آمایشی توصیه می‌گردد.

دوم مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره در ارزیابی تناسب اراضی بسیار مفیدند. لذا پیشنهاد می‌شود این روش، برای سایر مناطق پیاده گردد و نتایج آن مورد آزمون قرار گیرد.

سوم ایجاد صنایع تبدیلی وابسته به محصولات کشاورزی در نتیجه‌ی حمایت از توسعه‌ی اراضی کشاورزی در حوضه آبخیز انارچای اردبیل با توجه به پتانسیل‌های منطقه، امری ضروری به نظر می‌رسد.

Refrence

1. Godfray, H. et al., 2010, "Food security: the challenge of feeding 9 billion people", Science 327, 812–818.
2. Montgomery, B., Dragic´evic´, S., Dujmovic´, J., Schmidt, M., 2016, "GIS-based Logic Scoring of Preference method for evaluation of land capability and suitability for agriculture", Computers and Electronics in Agriculture 124 (2016) 340–353.
3. 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.
4. Bandyopadhyay, S., Jaiswal, R.K., Hegde, V.S., Jayaraman, V., 2009, "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. Parakash, T.N., 2003, "Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A FuzzyMulti criteria Decision Making Approach. MSc Thesis", the International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.
6. Motei Langroudi, H., Nasiri, H., Azizi, A., Mostafaei, A., Agricultural and rangeland ecological capability model using Fuzzy AHP in GIS.” Landuse Planning”, No.6, 2012, pp. 101-124 (In Persian).
7. Pour khabaz, H.R., Aghdar, H., Mohamad yari, F., Javanmardi, S., Agricultural Landuse suitability assessment using ANP-DEMATEL and FAHP) Case Study: Isfahan suburbs), “ECOLOGY”, Vol. 41, No. 2, 2015, pp. 429-455(In Persian).
8. Store, R., Kangas, J., 2001, "Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modeling", Landscape Urban Plann. 55 (2), 79–93.
9. Bhausaheb Zolekar, R., Shivaji Bhagat, v., 2015, "Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone:

Remote sensing and GIS approach", Computers and Electronics in Agriculture 118 (2015) 300–321.

10. Forest, Range and Watershed Management Organization of Ardebil Province, engineering and research office, Detailed Studies on Onarchay watershed, 2015(In Persian).
11. Perveen, M.F., Nagasawa, R., Uddin, M.I., Delowar, H.K.M., 2007, "Crop-land suitability analysis using a multi criteria evaluation & GIS approach", In: 5thInternational Symposium on Digital Earth (ISDE5), June 5–9, University of California, Berkeley, USA.
12. 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.
13. Ghods pour, S.H., 2008, Analytical Hierarchy Process, 8th edition, Amir Kabir University of Technology Publications (In Persian).
14. Raesi, M., Safianian, A., Ghodousi, H., 2014, Feasibility of establishment of industries in Isfahan Using WLC in GIS, Journal of Environmental Scienceand Technology, Vol. 16, No. 4, 2015, pp. 87-93(In Persian).
15. Karami, A., Hosseini Nasr, S.M., Jalilvand, H., Miryaghobzadeh, M.H., 2013, Agricultural Ecological Capability Evaluation in Babolrood watershed using AHP, Journal of Iranian Natural Ecosystems, Vol. 5, No. 1, pp. 38-48(In Persian).
16. Radiarta, I.N., Saitoh, S.I., Miyazono, A., 2008., "GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (Mizuhopecten yessoensis) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido", Japan, Aquaculture, 284: 127-135.
17. Jozi, S.A., Ebad zadeh, F., 2013, Rangeland Ecological Capability Evaluation using MCE (case study: Baghalamak Watershed in Khozestan Province, Journal of Environmental Science and Engineering, Vol. 1, No. 1(In Persian).
18. Yu, J., Chen, Y., Wu, J.P., 2009, "Cellular automata and GIS based land use Suitability simulation for irrigated agriculture", 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia 13-17 July, 3584-3590.