

ارزیابی چندمعیاره قابلیت اراضی برای کشت دیم (مطالعه موردی: زیرحوضه آبخیز پلاسجان)

وحید راهداری^{۱*}، علیرضا سفیانیان^۲، سعید پورمنافی^۳، حمید قیومی محمدی^۴

سعیده ملکی^۴ و وحید پورمردان^۵

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۳۱)

چکیده

در این مطالعه برای بررسی قابلیت اراضی برای کشاورزی دیم در زیرحوضه آبخیز پلاسجان، از روش ارزیابی چندمعیاره استفاده شد. ابتدا با مرور منابع و استفاده از نظر کارشناسان، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تعیین، معیارها به روش فازی و محدودیت‌ها به روش بولین استاندارد و وزن معیارها با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، تعیین شد. بررسی وزن‌های محاسبه شده نشان داد خاک و اقلیم به ترتیب با ۲۷٪ و ۲۶٪ بیشترین اهمیت را در مطالعه ارزیابی قابلیت دیمکاری دارند. سپس، با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار، معیارها و محدودیت‌ها با یکدیگر تلفیق و مدل قابلیت دیمکاری اراضی تهیه و با اعمال طبقه‌بندی مجدد روی آن، نقشه قابلیت دیمکاری اراضی در شش طبقه تهیه شد. نتایج نشان داد در مجموع ۱۷۸۴۳۰ هکتار از منطقه در دو طبقه با قابلیت خیلی زیاد و زیاد کشاورزی دیم قرار گرفته است. برای بررسی پایداری اراضی زیر کشت دیم، موقعیت آنها روی طبقات مختلف قابلیت دیمکاری بررسی شد. نتایج نشان داد در مجموع ۱۹۶۸۶ هکتار از اراضی زیر کشت فعلی در دو طبقه با قابلیت زیاد تا خیلی زیاد و ۵۹۹۹ هکتار در طبقات کمتر قابلیت قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: دیمکاری، قابلیت اراضی، خاک، آب، ترکیب خطی وزن‌دار، پلاسجان

۱. گروه اکوسیستم‌های طبیعی، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل

۲. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۴. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

۵. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

*: مسئول مکاتبات: V.rahdary@gmail.com

مقدمه

دیمکاری به معنی کشت بدون آبیاری است و به زراعتی گفته می‌شود که با آب باران رشد و نمو کند (۷ و ۲۳). به دلیل افزایش جمعیت در طی چند دهه اخیر و نیاز به تأمین منابع غذایی، امروزه، دیمکاری در دنیا و ایران، به‌ویژه در زراعت گندم و جو، اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد (۱۲ و ۲۳). با این وجود، به دلیل اینکه اراضی دیم با تغییر کاربری زمین از مرتعداری ایجاد می‌شوند، انتخاب نامناسب این اراضی، می‌تواند اثرات غیر قابل جبرانی روی منابع زیست‌محیطی داشته باشد (۱۶، ۲۰، ۲۷ و ۲۸). تغییر کاربری مرتع به دیم، باعث تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک شده که در طی آن، مقدار مواد آلی، فسفر قابل دسترس و نیتروژن در خاک سطحی کاهش می‌یابد. همچنین در طی فرایند شخم زدن، ساختمان خاک تغییر کرده و قابلیت نگهداری آب کاهش و بر فرسایش‌پذیری خاک افزوده می‌شود. این تغییرات، به‌ویژه در اراضی با شیب‌های بیشتر، باعث کاهش پایداری ذرات خاک و افزایش فرسایش‌پذیری خاک در اثر برخورد قطرات باران و فرسایش سطحی می‌شود (۱۹، ۲۰، ۲۳، ۲۸). در کشاورزی دیم، بهره‌برداری از خاک، باید به‌گونه‌ای باشد که همزمان با دست‌یافتن به بیشینه تولید، این منبع با ارزش برای نسل‌های آینده با کیفیت مناسب، باقی بماند (۵ و ۲۴).

با توجه به اثرات نامطلوب استفاده از مناطق فاقد قابلیت برای یک کاربری، به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار و استفاده بلندمدت از سرزمین، تخصیص اراضی باید بر اساس ارزیابی قابلیت منطقه برای کاربری‌های مختلف و با استفاده از معیارهای مناسب، برای بررسی قابلیت سرزمین برای هر کاربری صورت گیرد. استفاده از روش‌های ارزیابی چندمعیاره، به دلیل جامع‌نگری در فرایند ارزیابی و در نظر گرفتن معیارهای مختلف، در نظر گرفتن اهمیت هر یک از معیارها و محدودیت‌های استقرار یک کاربری در مدل ارزیابی، روش کاربردی است (۳، ۲۴ و ۲۵).

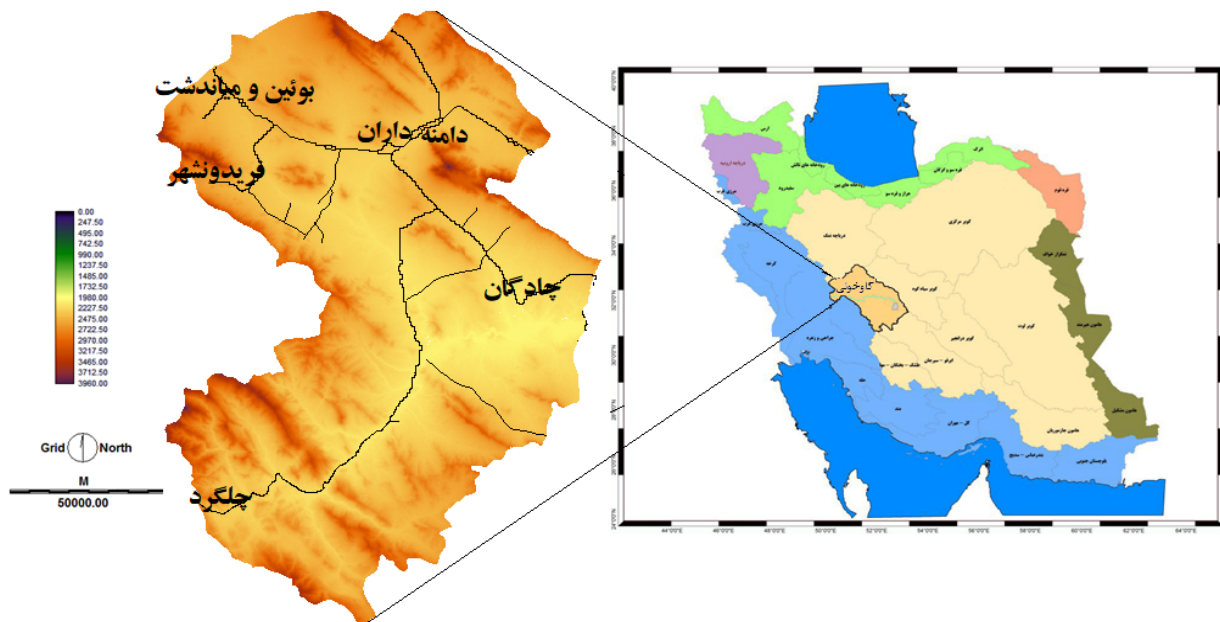
ارزیابی اراضی برای کشاورزی دیم، با در نظر گرفتن معیارهایی مانند خاک و اقلیم در استفاده بهینه از منابع خاک،

آب، سرمایه و ایجاد اشتغال و درآمدزایی برای کشاورزان، بدون وارد کردن خسارت به منابع اکولوژیکی و اقتصادی، ضروری است (۱۳). یکی از مهم‌ترین مراحل برای ارزیابی هر کاربری، تعیین معیارهای موضوعی به‌گونه‌ای که جنبه‌های مختلف موضوع ارزیابی را دربر گیرد، است. با توجه به پیچیدگی ارزیابی قابلیت اراضی برای کشاورزی دیم، معیارهای مختلف باید مورد توجه قرار گیرد (۷، ۱۱، ۱۵ و ۲۲).

بیدادی و همکاران (۵)، مقامی و همکاران (۱۵)، طالعی و همکاران (۲۷)، کاباندا (۱۳) برای ارزیابی تناسب اراضی به‌منظور کشت گندم دیم، متغیرهای اقلیمی مانند دما، بارندگی، شیب، جهت، ارتفاع، هدایت الکتریکی، عمق، بافت و فرسایش خاک، فاصله تا شهرها، جمعیت و نیروی کار به‌همراه نقشه کاربری و پوشش اراضی را وارد مدل کرده‌اند.

روش ترکیب خطی وزن‌دار (Weighted linear combination, WLC) از روش‌های ارزیابی چندمعیاره است که امکان استفاده از معیارهای استاندارد شده با موضوعات مختلف و وزن تخصیص داده شده به آنها را فراهم می‌کند. در این روش به‌طور همزمان، می‌توان محدودیت‌های استقرار یک کاربری را نیز وارد مدل ارزیابی کرد (۲ و ۶). در این مدل، معیارهای با وزن بیشتر، ضعف معیارهای کمتر را جبران می‌کنند. دروبنه و لیسک (۶) برای ارزیابی قابلیت کشاورزی اراضی، از روش ترکیب خطی وزن‌دار استفاده و نقشه طبقات قابلیت کشاورزی را تهیه کردند. آنها این روش را به دلیل امکان استفاده از معیارهای مختلف و محدودیت‌ها و ترکیب آن با سایر مفاهیم، مانند Fuzzy یک روش مناسب در ارزیابی‌های چندمعیاره، بیان کرده‌اند.

زیرحوضه آبخیز پلاسجان مهم‌ترین منبع آب حوضه آبریز گاو خونی است که در طی دو دهه اخیر، اراضی کشاورزی دیم با تغییر کاربری مرتع، در این منطقه توسعه یافته است (۲۲). با توجه به کارکرد اصلی زیرحوضه پلاسجان در تأمین آب برای حوضه آبی گاوخونی و تأثیرات تغییر کاربری مرتع به دیم روی مقدار آب‌های زیرزمینی و فرسایش خاک، مهم‌ترین هدف این



شکل ۱. محدوده مطالعه در غرب حوضه گاوخونی (۲۲)

داده‌های مورد استفاده

برای شناسایی معیارهای مناسب ارزیابی قابلیت دیمکاری اراضی، از نظرات اساتید و خبرگان در بخش کشاورزی و مرتعداری و مرور مطالعات انجام شده مشابه، استفاده و پایایی پرسشنامه‌ها با ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شد. همبستگی بین معیارها نقشه معیارها از آرشیو مطالعات اکبری و همکاران (۲) با دقت اعلام شده قابل قبول، تهیه شد. نقشه کاربری و پوشش اراضی برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵ منطقه از مطالعات راهداری و همکاران (۲۲)، تهیه شد.

تهیه مدل مفهومی ارزیابی قابلیت کشاورزی دیم اراضی

پس از تعیین معیارهای مورد نیاز، مدل سلسله مراتبی ارزیابی قابلیت دیمکاری، با نظر کارشناسان و مرور منابع تهیه شد.

استانداردسازی معیارها و محدودیت‌ها

از آنجایی که معیارهای مورد استفاده، دارای واحدهای متفاوتی بودند، لازم بود تا برای استفاده در مدل ارزیابی، همه آنها استاندارد شوند. بنابراین محدودیت‌های دیمکاری (مانند دریاچه سد) به صورت بولین و سایر معیارها به روش فازی و با تعیین حدود و توابع فازی بین صفر و یک، استاندارد شدند.

پژوهش، تعیین مناطق با قابلیت برای کشاورزی دیم در این زیرحوضه است. همچنین، بررسی اراضی زیرکشت دیم فعلی از نظر قابلیت دیمکاری، از دیگر اهداف این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در زیرحوضه آبخیز پلاسجان با وسعت ۴۱۲۹۹۹ هکتار انجام شده است. حداقل ارتفاع منطقه ۱۹۰۰ و بیشترین آن ۳۹۶۰ متر با اقلیمی نیمه‌سرد و مدیترانه‌ای، میانگین بلندمدت دما، بین ۹ در منطقه کوه‌رنگ تا ۱۲ در شرق زیرحوضه در شهرستان چادگان، در نوسان است. آمار بارندگی به‌طور متوسط از حدود ۱۴۰۰ میلی‌متر در کوه‌رنگ تا حدود ۳۲۴ میلی‌متر در شهرستان چادگان متفاوت است. زیرحوضه آبخیز پلاسجان، به دلیل داشتن بیشترین بارش در حوضه گاوخونی، به‌عنوان منبع آب حوضه آبی گاوخونی است (۱). کشاورزی و دامداری از مهم‌ترین منابع ارتزاق مردم این منطقه است. به دلیل بارندگی مناسب در این ناحیه، دیمکاری مورد توجه ساکنین قرار گرفته است و بیشترین محصولات دیم، شامل گندم و جو است (۲۲). شکل (۱)، موقعیت حوضه آبی گاوخونی و زیرحوضه آبخیز پلاسجان را نشان می‌دهد.

جدول ۱. حدود مناسب برای هر طبقه قابلیت اراضی

محدوده	تعریف	طبقه
۰/۸ تا ۱	با قابلیت خیلی زیاد	۱
۰/۸ تا ۰/۶	با قابلیت زیاد	۲
۰/۶ تا ۰/۴	با قابلیت متوسط	۳
۰/۴ تا ۰/۲	با قابلیت کم	۴
صفر تا ۰/۲	با قابلیت خیلی کم	۵
صفر	بدون قابلیت	۶

پتانسیل دیمکاری، نقشه پوشش‌های اراضی در سال ۱۳۹۵ شامل اراضی دیم و بایر مناطق که می‌توانند به اراضی دیم تبدیل شوند روی نقشه مناطق با قابلیت دیمکاری زیاد و خیلی زیاد، قرار داده شد. برای این منظور، ابتدا، با اعمال طبقه‌بندی روی نقشه قابلیت دیمکاری، اراضی با قابلیت دیمکاری زیاد و خیلی زیاد تفکیک و سپس در محیط GIS نقشه مراتع کم تراکم، متراکم، جنگل و اراضی دیم روی آنها قرار داده شد.

صحت‌سنجی مدل تهیه شده

با فرض انطباق هر طبقه نقشه قابلیت دیمکاری با طبقات مطلوبیت معیارهای اصلی مورد استفاده در تهیه مدل دیمکاری، صحت‌سنجی مدل، با مقایسه طبقات نقشه قابلیت اراضی برای دیمکاری با طبقات مطلوبیت معیارهای اصلی، انجام شد. به‌عنوان مثال، مناطق با قابلیت خیلی زیاد دیمکاری، باید از نظر خاک نیز در طبقه با قابلیت خیلی زیاد مطلوبیت قرار داشته باشند و برعکس. بنابراین، در حدود چهار درصد منطقه از نقشه طبقات قابلیت دیمکاری اراضی با مناطق متناظر در نقشه طبقات قابلیت اراضی برای دیمکاری در پنج معیار اصلی مطالعه (عوامل زیستی، فاصله از فعالیت‌های انسانی، اقلیم، خاک و شکل زمین) مقایسه شد. معیارها بر اساس جدول (۱) طبقه‌بندی شدند.

بحث و نتایج

شکل (۲) و (۳) نقشه کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۷۵

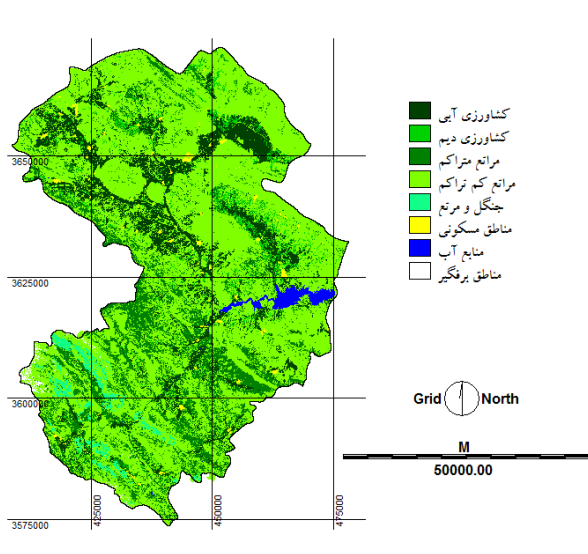
محاسبه وزن معیارها

برای ارزیابی اهمیت هر یک از معیارها، از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP, Analytic hierarchy process) با ۲۴ پرسش‌نامه که بین اساتید کشاورزی، منابع طبیعی و کارشناسان بخش کشاورزی آشنا با منطقه مطالعه، توزیع شده بود، استفاده شد. بر اساس مدل مفهومی تهیه شده، داده‌ها به صورت دو به دو با هم مقایسه شدند و سپس نتایج مقایسات به نرم‌افزار Expert choice وارد و با میانگین‌گیری هندسی، وزن هر یک از آنها محاسبه شد. در این روش، ضریب سازگاری هر پرسش‌نامه محاسبه و در صورتی که مقدار آن از ۰/۱ بیشتر بود، به مصاحبه‌شونده برگشت داده شد و ضمن توضیح بیشتر درباره موضوع و شرایط منطقه مطالعه، از وی درخواست می‌شد تا در مقایسات خود، تجدید نظر کند.

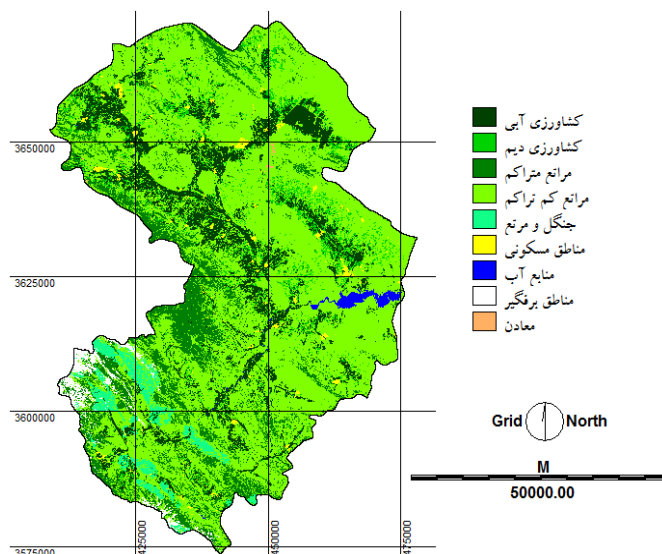
ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و تهیه مدل و نقشه قابلیت اراضی

برای ترکیب معیارها، با در نظر گرفتن مدل مفهومی تهیه شده، معیارها به صورت شاخه به شاخه و از پایین به بالا با اعمال وزن‌های محاسبه شده به همراه محدودیت‌ها، با استفاده از روش ترکیبی خطی وزن‌دار در محیط نرم‌افزار Idrisi-Tiga با یکدیگر ترکیب و در نهایت مدل قابلیت دیمکاری اراضی تهیه شد. با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر اساس جدول (۱)، نقشه قابلیت دیمکاری در شش طبقه تهیه شد. جدول (۱) حدود تعیین شده برای طبقه‌بندی مدل نهایی قابلیت دیمکاری اراضی را نشان می‌دهد.

برای بررسی پایداری مناطق با کاربری دیم و نیز نواحی با



شکل ۳. نقشه کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۹۵



شکل ۲. نقشه کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۷۵

جدول ۲. مساحت هر یک از طبقات کاربری و پوشش اراضی بر حسب هکتار

ردیف	کاربری و پوشش اراضی	مساحت سال ۱۳۹۴	مساحت سال ۱۳۷۵
۱	کشاورزی آبی	۵۸۰۲۹	۵۸۵۳۰
۲	کشاورزی دیم	۲۵۶۸۵	۱۸۲۵۰
۳	مراعی متراکم	۵۲۹۳۴	۶۳۷۰۰
۴	مراعی کم تراکم	۲۵۱۹۹۸	۲۵۵۴۹۸
۵	جنگل و مرتع	۱۱۱۰۲	۷۴۹۵
۶	مناطق مسکونی	۴۲۷۰	۳۴۶۸
۷	منابع آب	۲۶۵۴	۴۴۹۱
۸	معادن و صنایع	۲۱۳	کمتر از ۲۰ هکتار
۹	مناطق برفگیر	۶۱۱۴	۱۵۸۷
	جمع	۴۱۲۹۹۹	

روند تغییرات کاربری و پوشش‌های اراضی را نشان می‌دهد (۲۱). نتایج روی هم‌اندازی نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی منطقه، نشان داد، در بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ به مقدار ۱۶۰۴۷ هکتار از اراضی دیم، بدون تغییر بوده است.

بررسی موقعیت اراضی بدون تغییر کاربری دیم، روی نقشه پنج معیار اصلی مورد استفاده برای ارزیابی قابلیت دیمکاری نیز نشان داد، تمامی این نواحی در تمام معیارها در

و ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. نقشه‌ها با ضریب کاپا و صحت کلی بیش از ۰/۸۱ و ۸۴ درصد تهیه شده‌اند که با دقت قابل قبول بیان شده بودند (۲۲).

جدول (۲) مساحت هر یک از طبقات کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد.

برای تعیین اراضی دیم بدون تغییر از روش مقایسه تغییرات، پس از طبقه‌بندی استفاده شد، این روش ضمن نشان دادن مناطق با تغییر و بدون تغییر کاربری و پوشش،

استانداردسازی و وزن‌دهی داده‌ها

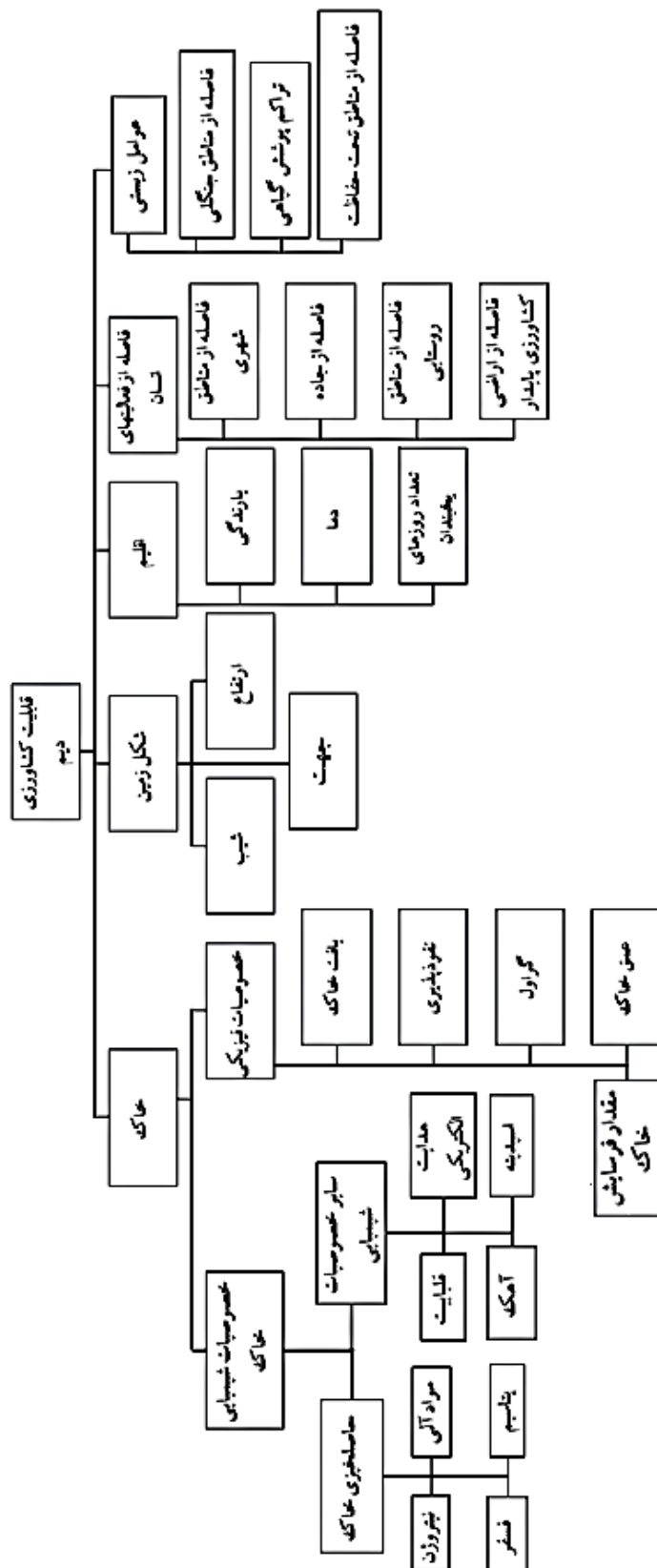
از آنجایی که در این پژوهش از معیارهای مختلف اکولوژیکی و اقتصادی استفاده شد، بنابراین لازم بود تا برای ایجاد امکان تلفیق لایه‌ها، تمامی لایه‌ها استاندارد شوند. بنابراین معیارها به روش فازی و بولین استاندارد شدند. یکی از ویژگی‌های نقشه‌های تهیه شده برای منابع اکولوژیکی و به‌ویژه در مناطق وسیع مطالعاتی، عدم قطعیت است که با استفاده از روش استانداردسازی فازی، مقدار عدم قطعیت در آنها کاهش پیدا می‌کند (۲۵ و ۲۷).

در این مطالعه پنج معیار اصلی ملاحظات زیست‌محیطی، خاک، شکل زمین، اقلیم و فاصله از فعالیت‌های انسانی بررسی و وزن هر کدام بر اساس جدول (۳) محاسبه شد. نوروزی و همکاران (۱۹)، توپوگرافی را عامل مهم و تأثیرگذار روی سایر معیارها، برای کشت دیم محصولات بیان کرده‌اند. از آنجایی که هر کدام از زیرمعیارهای خاک دارای شاخص‌هایی بودند، به‌همین دلیل، وزن‌های زیرمعیار و شاخص‌های خاک در جدول (۴)، نشان داده شده است. مطالعات میدانی و بارندگی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر در کل زیرحوضه آبخیز، نشان‌دهنده این موضوع بود که در این زیرحوضه، ویژگی‌های خاک عامل محدودکننده کشاورزی دیم است. رحیمی و همکاران (۲۴)، بیان کردند، در صورتی که مؤلفه‌های اقلیم برای کشت دیم فراهم نباشد، می‌توان با بررسی برخی معیارها مانند خاک، اقدام به ارزیابی کرد. آنها مقدار بارندگی مناسب برای گندم و جو را بیش از ۲۸۷ میلی‌متر بیان کردند.

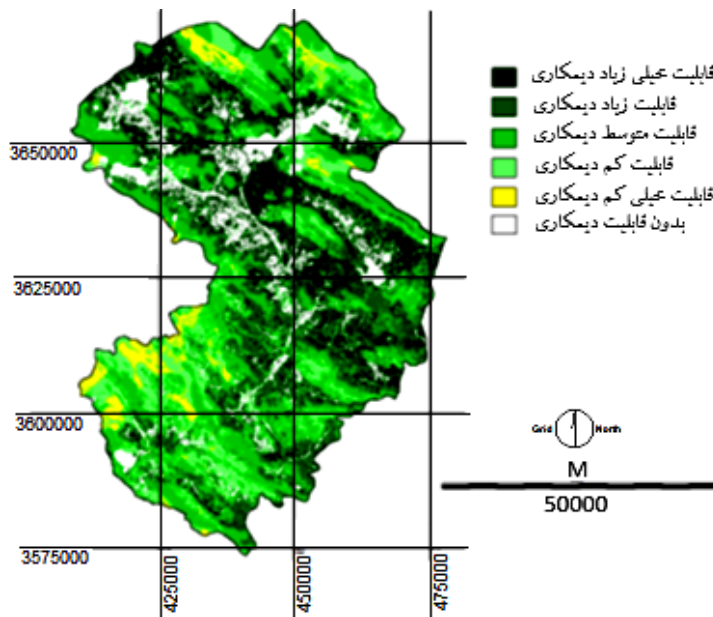
جدول (۳) در ارتباط با اهمیت معیارها برای ارزیابی قابلیت کشاورزی دیم نشان می‌دهد خاک، به‌دلیل تأثیر زیاد روی شرایط مناسب برای رشد گیاهان در درجه اول و معیار اقلیم از نظر رطوبت و دما در رتبه دوم از نظر وزن قرار گرفته است. کاظمی و اکنیسی (۱۴) در مطالعه خود برای ارزیابی قابلیت دیمکاری، وزن معیارها را به روش AHP محاسبه کردند و بیشترین وزن را به اقلیم و عوامل خاک تخصیص داده‌اند. در این مطالعه، فاصله از روستا و جاده به‌عنوان متغیرهای اقتصادی تأثیرگذار بر صرفه اقتصادی دیمکاری، در نظر گرفته شده است.

دو طبقه با قابلیت زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته‌اند. در همین مدت، ۱۳۴۰ هکتار از اراضی دیم با رها سازی به مراتع کم‌تراکم و ۱۰ هکتار به مراتع متراکم تبدیل شده است. بنابراین اراضی دیم بدون تغییر، به‌دلیل پایداری کاربری، به‌عنوان یک معیار با تأثیرگذاری مثبت در ارزیابی قابلیت دیمکاری انتخاب شد. دروبنه و لیسک (۶) در مطالعه خود برای ارزیابی قابلیت کشاورزی اراضی، مناطقی را که در طی زمان، قابلیت کشاورزی خود را از دست نداده‌اند، به‌عنوان نواحی با قابلیت زیاد برای کشاورزی بیان کرده‌اند. در این پژوهش برای تعیین معیارها و محدودیت‌های ارزیابی قابلیت دیمکاری، از نظر کارشناسان و خبرگان، در قالب پرسش‌نامه استفاده و پایایی پرسشنامه‌ها با محاسبه ضریب کرونباخ، برابر ۰/۸۶ و در حد خوب، محاسبه شد (۱۷). مدل مفهومی ارزیابی با ترسیم ساختار سلسله مراتبی تهیه شد. شکل (۴) مدل مفهومی تهیه شده برای ارزیابی قابلیت دیمکاری اراضی در زیرحوضه آبخیز پلاسجان را نشان می‌دهد که یک مدل بومی شده برای منطقه مطالعه است.

در مدل‌ها و پژوهش‌های مختلف، معیارهای متفاوتی مورد استفاده قرار گرفته است. فائو (۸ و ۹)، برای بررسی قابلیت یک سرزمین برای کشاورزی دیم، بررسی معیارهای بافت، سنگریزه سطحی، عمق خاک، شوری خاک، pH، شیب کلی و بارندگی سالیانه را پیشنهاد کرده است. در معیارهای فائو توجه بیشتری به مسئله خاک شده که در کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. قبرمسکل (۱۰) نیز برای ارزیابی قابلیت اراضی برای کشاورزی دیم، معیارهای اقلیم، توپوگرافی، خاک و معیارهای زیست‌محیطی را با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره بررسی و نقشه طبقات قابلیت اراضی را تهیه کردند. آنها در مطالعه خود، خاک و اقلیم را دو عامل تأثیرگذار در قابلیت دیمکاری اراضی بیان کردند که نتایج مطالعه آنها، تأییدکننده معیارهای مورد استفاده و وزن‌های محاسبه شده در پژوهش حاضر است.



شکل ۴. مدل مفهومی ارزیابی قابلیت کشاورزی دیم پلاسجان



شکل ۵. نقشه قابلیت کشاورزی دیم اراضی در مدل AHP-WLC

جدول ۵. مساحت هر یک از طبقات قابلیت دیم اراضی پلاسجان بر حسب هکتار

ردیف	طبقه قابلیت	مساحت (هکتار)
۱	منطقه با قابلیت خیلی زیاد کشاورزی دیم	۷۱۵۳۶
۲	منطقه با قابلیت زیاد کشاورزی دیم	۱۰۶۸۹۴
۳	منطقه با قابلیت متوسط کشاورزی دیم	۱۰۶۵۵۸
۴	منطقه با قابلیت کم کشاورزی دیم	۵۴۵۸۱
۵	منطقه با قابلیت خیلی کم کشاورزی دیم	۷۱۳۰
۶	منطقه بدون قابلیت کشاورزی دیم	۶۶۳۰۰
	جمع	۴۱۲۹۹۹

همخوانی طبقات قابلیت اراضی با طبقات مطلوبیت معیارهای اصلی، این انطباق در معیارهای با وزن کوچکتر، کمتر و در معیارهای با وزن بزرگتر، بیشتر بود. این مسئله نشان‌دهنده تأثیر جایگشتی معیارهای با وزن بیشتر و پوشش ضعف معیارهای با وزن کمتر در طبقات با قابلیت زیاد و خیلی زیاد مدل نهایی تهیه شده بود (۶ و ۲۴).

در این پژوهش، موقعیت هر یک از پوشش‌های اراضی که به‌صورت بالقوه امکان تبدیل به اراضی دیم را دارند (مرتع و جنگل) و همچنین، اراضی دیم در سال ۱۳۹۵ در طبقات قابلیت زیاد و خیلی زیاد دیم‌کاری بررسی شد. جدول (۶) نتیجه روی

شکل (۵) نقشه قابلیت کشاورزی دیم اراضی در منطقه پلاسجان را نشان می‌دهد.

جدول (۵) مساحت هر یک از طبقات قابلیت کشاورزی دیم زیرحوضه پلاسجان بر حسب هکتار را نشان می‌دهد.

از آنجایی که برای رسیدن به اهداف این مطالعه، دقت تهیه نقشه معیارها، پایایی پرسش‌نامه‌ها و دقت مقایسات معیارها توسط کارشناسان، ارزیابی شده بود، بنابراین، صحت نقشه نهایی قابلیت اراضی تهیه شده با محاسبه صحت کلی از طریق مقایسه نقشه قابلیت دیم‌کاری اراضی با طبقات مطلوبیت معیارها اصلی، برابر ۸۷ درصد محاسبه شد. با این وجود،

جدول ۶. مساحت پوشش اراضی در هریک از طبقات نقشه قابلیت دیم اراضی در طبقات قابلیت (هکتار)

ردیف	وضعیت کاربری اراضی در نقشه قابلیت اراضی	مساحت (هکتار)
۱	کشت در مناطق با قابلیت خیلی زیاد	۱۵۵۶۹
۲	کشت در مناطق با قابلیت زیاد	۴۱۱۷
۳	کشت در مناطق با قابلیت متوسط	۳۴۵۱
۴	کشت در مناطق با قابلیت کم	۱۳۸۲
۵	کشت در مناطق با قابلیت خیلی کم	۴۳۳
۶	کشت در مناطق بدون قابلیت	۷۳۳
۷	مراتع تراکم در قابلیت خیلی زیاد دیم	۵۰۹۷
۸	مراتع کم تراکم در قابلیت خیلی زیاد دیم	۱۵۶۹۴
۹	نواحی جنگلی در قابلیت خیلی زیاد دیم	۸۱۸۶۳
۱۰	مراتع تراکم در قابلیت خیلی زیاد دیم	۷۱۶۱۹
۱۱	مراتع کم تراکم در قابلیت زیاد دیم	۶۰۱
۱۲	نواحی جنگلی در قابلیت زیاد دیم	۲۰۳۷

کرده‌اند. زانگ و همکاران (۲۸) از دیگر عوامل رهاکردن کشاورزی را کاهش ماده آلی خاک دانسته‌اند و بیان کردند در طی عملیات خاک‌ورزی، لایه‌های زیرین خاک با مواد آلی کمتر با خاک سطحی که مواد آلی بیشتری دارد ترکیب شده و باعث کاهش مواد آلی خاک سطحی می‌شود. ابراهیمی و همکاران (۷) در مطالعه خود بیان کردند، اراضی دیم رها شده نسبت به مراتع، دارای شوری بیشتر و سدیم و پتاسیم قابل دسترس کمتری بوده‌اند که این مسئله، روند احیای این قبیل اراضی کشاورزی به مراتع را با مشکل روبه‌رو خواهد کرد. در پژوهش حاضر، در دوره مطالعه، ۱۳۵۰ هکتار از اراضی کشاورزی دیم به‌علت از دست دادن قابلیت خاک برای کشت و به‌ویژه به‌دلیل بالا آمدن لایه آهک زیرین در اثر فعالیت‌های خاک‌ورزی، رها شده‌اند. جلالی و همکاران (۱۲) برای ارزیابی کمی و کیفی اراضی برای دیمکاری، مقدار آهک خاک را عامل مهم و تأثیرگذار روی کیفیت اراضی برای دیمکاری بیان کرده‌اند. نتایج روی هم‌اندازی، نشان داد، مناطق بدون تغییر در دوره مطالعه، در طبقات با قابلیت خیلی زیاد و زیاد کشاورزی دیم قرار گرفته‌اند.

هم‌اندازی نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۹۵ و دو طبقه اول قابلیت دیم اراضی را نشان می‌دهد.

بر اساس جدول (۶) در منطقه مطالعه، کشاورزی دیم، حتی در اراضی با قابلیت بسیار کم نیز در حال انجام است. بررسی معیارهای مورد استفاده نشان‌دهنده کشت دیم محصولات، حتی در اراضی با شیب ۲۰ تا ۳۰ درصد و در اراضی با خاک کم عمق و با لایه آهکی در نزدیکی خاک سطحی در حال انجام، است. به همین دلیل در جدول (۶) طیفی از اراضی زیرکشت در نواحی با قابلیت‌های کمتر از طبقه زیاد، وجود دارد. اراضی کشت شده در مناطق با قابلیت‌های متوسط و کمتر، پس از یک دوره زمانی، دیگر بازدهی نداشته و رها می‌شوند که بازدیدهای میدانی و بررسی تغییرات رخ داده در منطقه، نشان داد بسیاری از اراضی کشاورزی دیم رها شده در این طبقات قرار داشته‌اند. این مسئله باعث تخریب خاک، افزایش فرسایش و نیز کاهش نفوذپذیری آن می‌شود (۷ و ۲۳).

مرادی و همکاران (۱۸) دلیل اصلی رها کردن اراضی زیر کشت را به‌دلیل کاهش قابلیت آنها برای کشاورزی دیم بیان

کشت هستند. مدل تهیه شده برای ارزیابی قابلیت دیمکاری در منطقه پلاسجان، نشان داد، نزدیک به نیمی این زیرحوضه به دلیل بارندگی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر و خاک مناسب برای کشت دیم، دارای قابلیت زیاد و خیلی زیاد برای کشاورزی دیم است، اما مسئله مهمی که باید به آن توجه کرد این است که، نتایج این مطالعه به‌تنهایی نمی‌تواند مورد استفاده برای تصمیم‌گیری در مورد آینده یک سرزمین و تخصیص اراضی برای کشاورزی دیم، قرار گیرد. تخصیص اراضی، باید پس از تعیین نقش یک منطقه در توسعه کل حوضه آبخیز و کشور انجام شود و سپس با در نظر گرفتن قابلیت هر منطقه برای کاربری‌های مختلف، در طی فرایند آمایش سرزمین، تخصیص اراضی صورت گیرد (۲ و ۱۷). به‌گونه‌ای که سابقه تاریخی نشان می‌دهد در منطقه پلاسجان، کارکرد اصلی، تولید آب برای کل حوضه آبخیز گاوخونی است و بنابراین بارگذاری کاربری‌ها باید به‌گونه‌ای باشد تا به دلیل وجود آب زیاد در این ناحیه، سهم سایر بخش‌های حوضه گاوخونی نادیده گرفته نشود.

در مطالعات مختلف به تأثیرات منفی کشاورزی دیم در اراضی با قابلیت کم اشاره شده است که نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند (۱، ۳، ۵ و ۸). سکوتی و همکاران (۲۶) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر شیب روی ویژگی‌های خاک در کاربری‌های دیم و مرتع پرداختند. آنها بیان کردند، گل‌آلودگی رواناب در اراضی کشاورزی با شیب مشابه با اراضی مرتعی دارای اختلاف معنی‌داری است. همچنین نشان دادند که با افزایش شیب، عمق خاک در اراضی دیم و مرتع کاهش می‌یابد، اما این کاهش در اراضی زیرکشت دیم معنی‌دار است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه به همراه بازدیدهای میدانی نشان داد، در نواحی که خاک و اقلیم آنها در طبقات با قابلیت زیاد و خیلی زیاد برای کشاورزی دیم قرار داشته، کشت به‌صورت پایدار بوده است و در طی دوره ۲۰ ساله مطالعه، این اراضی با قابلیت، به‌همراه فعالیت‌های خاک‌ورزی، همچنان با کیفیت مناسب زیر

منابع مورد استفاده

- Ahmadi Ilkhchi, A., M. A. Hajabbassi and A. Jalalian. 2003. Effects of converting range to dry-farming land on runoff and soil loss and quality in Dorahan, Chaharmahal & Bakhtiari Province. *Journal of Crop Production and Processing* 6(4): 103-115. (In Farsi).
- Akbari, N. 2015. Isfahan Province Land Use Planning. Environment Section, Isfahn University of Technology. Isfahan. (In Farsi).
- Aele, A. G., S. S. Demessie, S. Mengistu and A. Melesse. 2016. Landscape dynamics, soils and hydrologic processes in varied climates. *Springer* 51-52.
- Ayoubi, SH. and A. Jalalian. 2014. Land Evaluation (for Agriculture and Natural Resource). Isfahan University of Technology Publisher, no: 4, Isfahan. (In Farsi).
- Bidadi, M., B. Kamkar, O. Abdi and H. Kazemi. 2015. Land suitability analysis on rainfed wheat cropping using geospatial information systems (a case study: Qaresoo Basin). *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production* 25(1): 131-143. (In Farsi).
- Drobne, S. and A. Lisec. 2009. Multi-attribute Decision analysis in GIS: Weighted linear combination and ordered weighted averaging. *Informatica* 33: 459-474.
- Ebrahimi, M., S. Kashani and E. Rouhimoghaddam. 2016. Effect of land use change from rangeland to agricultural land on soil fertility in Taftan region. *Journal of Soil and Water Science* 26: 31-44. (In Farsi).
- FAO.1980. Land Evaluation Guidelines for Rainfed Agriculture. World Soil Resources, FAO, No. 52, Rome.
- FAO. 1983. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. FAO Soils Bulletin No. 52, FAO, Rome.
- Ghebremeskel, L. A. 2003. Land suitability evaluation for rainfed agriculture using GIS: the case study of Weenen natural reserve, KwaZulu-Natal, South Africa. Master thesis, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa.
- Hashemi, M., M. Zarin kafsh and M. Mostashari. 2013. Qualitative evaluation of land suitability on wheat in eqbalieh region of Qazvin state. *Research of Agriculture and Natural Resource* 3(17): 1-6. (In Farsi).
- Jalalian, A., M. Amirpour, B. Ghorbani, SH. Ayoubi. 2008. Simulation of runoff, sediment and soil erosion by EUROSEM model in Sulijan Sub- basin, north Karun watershed. *Journal of Crop Production and Processing*

- 11(42): 379-391. (In Farsi).
13. Kabanda, T. 2015. Land capability evolution for crop production using remote sensing, GIS and geo statistics in rietfontein, North West province of South Africa. *Journal of Geo UERJ* 1981-921.
 14. Kazemi, H. and H. Akinci. 2018. A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). *Ecological Engineering* 116: 1-6.
 15. Maghami, F., A. R. Karimi, G. H. Haghnia and A. Dourandish, 2013. Evaluation of land use and suitability for rainfed crops in Roin, North Khorasan. *Agriculture Ecology* 5(2): 143-152. (In Farsi).
 16. Moeini, A., L. Sadooghi, S. Mofidi and F. Sharififar. 2016. The Comparison of current land-use proposed of three methods such as Makhdoum, FAO and the Forest, range and Watershed (Case study: Watershed Zanjanrud and QarehPoshtelu). *Journal of Natural Environment* 69(4): 1129-1143. (In Farsi).
 17. Mohammadbeigi, A., N. Mohammadsalehi and M. Aligol. 2015. Validity and reliability of the instruments and types of measurements in health applied researches. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences* 13(12): 1153-1170. (In Farsi).
 18. Moradi, A., M. Jafari, H. Arzani and M. Ebrahimi. 2016. Assessment of land use changes into dry land using satellite images and Geographical information system (GIS). *Journal of RS and GIS for Natural Resource* 7(1): 89-100. (In Farsi).
 19. Noruzi, M., A. Jalalian, SH. Ayoubi and H. Khademi. 2009. Relationship between wheat yield and terrain attributes in ardal region, Charmahal and Bakhtiari Province. *Journal of Water and Soil Science* 12(46): 759-770. (In Farsi).
 20. Pichand, M. 2017. The effect of grassland conversion to the other agricultural uses on some soil physicochemical properties (case study: watershed basin of Amameh). *Journal of Natural Ecosystems of Iran* 8(1): 99-122. (In Farsi).
 21. Rahdari, V., S. Maleki, K. Afsari and E. Abtin. 2011. Landuse and land cover change detection in hamoun wildlife sanctuary during 1997 to 2010 using remote sensing and GIS. *Journal of Remote Sensing and GIS* 10(2): 50-61.
 22. Rahdari, V., A. R. Soffianian, S. Pourmanafi, R. Mosadeghi and H. Ghaiumi. 2018. A hierarchical approach of hybrid image classification land use and land cover mapping. *Geographica Pannonica* 22(1): 30-39.
 23. Rahmani, H., Y. Asri, M. Ramezani and N. Khorasani. 2016. Effect of rangeland landuse changing into dryland from herbal species diversity viewpoint (case study: rangeland in Dehgolan city, Kordistan). *Journal of Environment Science and Technology* 18(2): 433-444. (In Farsi).
 24. Rahimi, H., A. R. Salman Mahini and H. Kamyab. 2015. Priority of Gorgan's sub-watershed for using rainfed agriculture using Multi-Attribute Decision Making (MADM) and GIS. *Journal of Natural Environment* 68(3): 401-411. (In Farsi).
 25. Rajaei, F., A. Esmaili, A. R. Salmanmahiny, M. Delavar, M. Gholipour and M. Bavani. 2017. Prediction the most suitable of agricultural zones in the tajan watershed using Multi Criteria Evaluation (MCE) approach. *Town and Country Planning* 9(1): 111-127. (In Farsi).
 26. Sokoti, R., D. Nikami and N. Ghaemian. 2010. Surviving of slope effect on soil degradation on rangeland and rain-fed landuses. In: Proceeding of the 4th Conference of Erosion and deposition. Iran. (In Farsi).
 27. Taleai, M., M. Farajzadeh and H. Soleimani. 2014. Land suitability evaluation for cultivation of wheat, based on the FAO Model and Fuzzy-AHP-OWA technique in GIS environment (case study: Miyaneh County). *Water and Soil* 28 (1): 139-156. (In Farsi).
 28. Zhang, L., Z. K. Xei, R. F Zhao and Y. Wang. 2012. The impact of the land use change on the soil organic carbon and labile organic carbon stock in the Longzhong region of Loess platea. *Hournal of Aride Land* 4 (3): 241-250.

Multi- Criteria Evaluation for Land Rain- Fed Agriculture Capability (A Case Study: Plasjan Sub- Basin)

V. Rahdari^{1*}, A. Soffianian², S. Pormanafi², H. Ghayomi Mohammadi³,
S. Maleki⁴ and V. Pormardan⁵

(Received: November 28-2018 ; Accepted: May 21-2019)

Abstract

In this study, to evaluate the rain- fed land capability in the west of Gavkhooni basin and Plasjn sub- basin, a multi- criteria evaluation method was used. First, by reviewing the literature and expert knowledge, proper data were determined. Criteria and constraint were standardized by Fuzzy and Boolean methods repeatedly and the criteria weights were determined using the analytic hierarchy process. Calculated weights showed that soil and climate criteria with 0.27 and 0.26 had the highest weights among other criteria. Criteria and constraints were combined by considering criteria weights and using the weighted linear combination method; then the rain- fed land capability model was prepared. By re- classing the prepared model, the rain- fed land capability map was produced in 6 capability classes. The results showed that 178430 hectares of the study area was related to very high and high rain- fed capability classes. To determine the rain-fed agriculture sustainability, rain- fed agriculture locations were determined in each land rain- fed capability map. The results showed that 19686 hectares of rain- fed areas were located in high and very high capability and 5999 hectares were the in lower classes.

Keywords: Rain- fed agriculture, Land capability, Soil, Water, Weighted linear combination, Plasjan

1. Department of Natural Ecosystems, Hamoun International Wetland Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran.
 2. Environment Group, Natural Resource Faculty, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
 3. Isfahan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.
 4. Environment Group, Natural Resource Faculty, University of Zabol, Zabol, Iran.
 5. Agriculture Economic Group, Agriculture Faculty, University of Zabol, Zabol, Iran.
- *: Corresponding Author, Email: V.rahdary@gmail.com