



جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱۴۰۳، دوره ۶، شماره ۴، ۱۰۸۱-۱۰۶۴

ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی شهرستان دهگلان با رویکرد آمایش سرزمین

سیداسدالله حجازی^{۱*}، یعقوب حقی^۲، فاطمه تیلکوی بگه جان^۳، پریا نصیری^۴

۱- دانشیارگروه ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، ایران

S.hejazei@tabrizu.ir

۲- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، دانشگاه تبریز، ایران

۴- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۷

چکیده

ارزیابی توان اکولوژیکی بخشی از فرآیند برنامه‌ریزی آمایش سرزمین هر کشور و منطقه‌ای است که بر اساس آن ظرفیت و توانایی هر منطقه در راستای کاربری‌های خاصی مثل کشاورزی، توسعه کاربری‌ها و یا توسعه فیزیکی شهرها و غیره مورد ارزیابی و بر اساس مولفه‌های علمی، میزان توان منطقه تعیین و درجه‌بندی می‌گردد. رویکرد ارزیابی توان اکولوژیکی، فعالیت‌های انسانی را در پهنه سرزمین و در راستای قابلیت و توانایی آن منطقه هموار می‌کند. از این نظر هدف این پژوهش ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری کشاورزی در شهرستان دهگلان است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی است. جهت انجام پژوهش با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی و در محیط نرم‌افزار GIS عوامل موثر در ارزیابی توان اکولوژیکی نظیر: دما، بارندگی، نوع خاک، فرسایش خاک، کاربری اراضی، ارتفاع، شیب، جهت شیب و رودخانه‌ها تعیین، وزن‌دهی، ارزش‌گذاری و لایه‌های حاصل از آن با نرم‌افزار اکسپرت چویس اولویت‌گذاری شدند و با GIS ترسیم و با هم همپوشانی و تلفیق شدند و در نهایت اقدام به تهیه نقشه توان اکولوژیکی منطقه با استفاده از روش فازی گاما ۰/۷ و ۰/۹ گردید. نتایج حاصل که از همپوشانی لایه‌ها به دست آمد، بیانگر آن است، که بخش‌های مرکزی شهرستان و بخش‌های همجوار با مرکز شهرستان کشاورزی در وضعیت بسیار مناسب و مناسب البته کشاورزی زراعی دیم و بخصوص کشت گندم قرار دارد و هر چه از مرکز شهرستان به قسمت‌های اطراف شهرستان و ارتفاعات پیش می‌رویم، کشاورزی منطقه در وضعیت نامناسب قرار دارد و نشان می‌دهد که بخش قابل توجه کشاورزی شهرستان تحت تاثیر پتانسیل‌های بالقوه طبیعی منطقه قرار دارد.

کلید واژه: ارزیابی توان اکولوژیکی، شهرستان دهگلان، آمایش سرزمین، فازی گاما

انسان در طول تاریخ همواره وابسته به طبیعت بوده است و برای تأمین نیازهای اصلی خود متکی به محیط زیست بوده است. اما در طول زمان اثراتی را بر سرزمین به خاطر اعمال مدیریت‌ها و مداخله‌های درست یا نادرست وارد کرده است. به همین خاطر و به دلیل توانایی‌های بالفعل انسان، توان اکولوژیکی برای توسعه سرزمین اهمیتی دوچندان پیدا خواهد کرد (پور جعفر و همکاران، ۲۰۱۲). به نقل از خدایی و همکاران، ۱۴۰۰: ۴۱). محدوده‌ی مورد استفاده از فرآیندهای ارزیابی توان محیطی سرزمین امروزه از کاربری اراضی و تخصیص سرزمین تا استفاده بهینه و پایدار از منابع طبیعی و آمایش سرزمین گرفته تا ارزیابی اثرات زیست محیطی و حتی پیش‌بینی‌های آینده کاربرد دارد. اقدامات عملی در خصوص ارزیابی یا ارزشیابی سرزمین از سرویس حفاظت خاک آمریکا شروع شد و پیشرفت کرد و به کمک فعالیت‌های فائو توسعه پیدا کرد. واقعیت انکار ناپذیر این است که در ایران، منابع زیستی محدود هستند و تنها با استفاده‌ی اصولی و منطقی از قابلیت‌های محیطی می‌توان علاوه بر تأمین پایدار نیازهای انسانی به غذا و سایر خدمات زیست‌بوم، زمینه را برای تجدید منابع فراهم کرد (اجتماعی و کشاورز، ۱۴۰۱: ۱۳۴)، این امر مستلزم رویکرد به کشاورزی پایدار است. کشاورزی پایدار از منظر اکولوژیک، سالم و متناسب با توان محیطی، از جنبه‌ی فیزیکی مناسب، از نظر اقتصادی با ثبات و توجیه‌پذیر و از نظر اجتماعی عادلانه و قابل قبول است (فاو، ۱۹۹۹: ۲). این نوع ارزیابی سرزمین بیشتر تأکید بر خصوصیات خاک و به منظور کاربری‌های کشاورزی انجام می‌گرفت. اما به تدریج و با اضافه شدن دیگر کاربری‌ها در کنار کشاورزی دیگر پارامترهای اکولوژیکی به فرآیند ارزیابی سرزمین اضافه شد. همچنین با توسعه‌ی روش‌ها، مدل‌ها و نرم‌افزارهای تخصصی دگرگونی قابل توجهی در روش‌های ارزیابی سرزمین به وجود آمد به گونه‌ای که روش‌های ارزیابی قابلیت بالایی برای مطالعات آمایش سرزمین و ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین با اهداف چندگانه برخوردار شد. آمایش سرزمین به عنوان یکی از زمینه‌های کاربردی بکارگیری روش‌های ارزیابی سرزمین، ابزاری مبتنی بر اکوسیستم است که می‌تواند محیط، جامعه و اقتصاد را طوری هدایت کند که پایداری منابع به هر طریق ممکن تضمین گردد و قصد دارد از میزان تقابل کاربری‌ها بکاهد، اهداف کاربری‌ها را برآورده سازد، نارسایی‌ها و کمبودها را رفع و اولویت‌ها را در سطوح محلی، منطقه‌ای، ملی و جهانی بر طرف سازد. ارزیابی توان اکولوژیک، سنجش موجودی و توان بالقوه‌ی سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی شده است. این مطالعات به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین در تمام نقاط جهان به کار گرفته می‌شود. و در سال‌های اخیر نیز ارزیابی توان اکولوژیک به مثابه یک ضرورت در برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین (آمایش سرزمین) مطرح شده است و این امر در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی، اجتماعی، کشاورزی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران تجلی یافته است (شهاب ثابت راسخ، ۱۳۹۲: ۲). بنابراین، کشاورزی پایدار و تولید پایدار مواد غذایی نیازمند ارزیابی دقیق پتانسیل‌های محیطی برای تولید غذا در حال حاضر و آینده است (من‌داس و دل-آلی، ۲۰۱۲: ۱۱۷). ارزیابی توان اکولوژیک عبارت است از ارزش‌گذاری هر یک از لکه‌های یکنواخت و همگن سرزمین برای انواع کاربری‌های مختلف (سانته ریوریا و همکاران، ۲۰۰۸). ارزیابی توان محیطی (چه توان اکولوژیکی، چه توان اقتصادی و اجتماعی آن) عبارت است از برآورد استفاده‌ی ممکن انسان از سرزمین برای کاربری‌های کشاورزی، مرتع‌داری، جنگل‌داری، پارک‌داری (حفاظت، توریسم) آبی‌پروری، امور نظامی و مهندسی و توسعه‌ی شهری، صنعتی و روستایی در چارچوب استفاده‌های کشاورزی، صنعت و بازرگانی است (زاده لاهرودی، ۱۴۰۲: ۵۲). بر این اساس می‌توان توان اکولوژیک را توان بالقوه‌ی سرزمین در

¹. FAO

². Mendas & Delali

³. Sante-Riveira, et al.

رابطه با قابلیت‌های اکولوژیکی آن برای توسعه دانست (مخدوم، ۱۳۷۸: ۲۵). کشاورزی از جمله مهم‌ترین فعالیت‌های انسانی است که در تعامل زیاد با طبیعت قرار دارد و یکی از باسابقه‌ترین انواع توسعه‌های ایجادشده در عرصه‌ی سرزمین است. کشاورزی آن زمان دارای بیشترین بازدهی و کمترین اثرات تخریبی بر محیط‌زیست است که توسعه‌ی آن محدود به مناطقی گردد که بیشترین تناسب را برای این نوع از کاربری دارند (خلیفه و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۱۰). بنابراین ارزیابی پتانسیل اکولوژیکی برای کاربری‌های کشاورزی بر اساس اصول آمایش سرزمین و مقایسه آن با کاربری‌های فعلی جهت تعیین میزان تطابق و عدم تطابق آن‌ها در راستای استفاده‌ی اصولی و درست براساس توان طبیعی منطقه و جلوگیری از تخریب و فرسایش بیشتر حوضه ضرورت پیدا می‌کند (کامیابی و خوش‌آقا، ۱۳۹۶: ۴۹). در سال‌های اخیر، گسترش سریع اقتصادی نه تنها موجب تضعیف پایداری مصرف منابع طبیعی شده است، بلکه باعث تخریب جدی محیط‌زیست در بسیاری از کشورها و مناطق گردیده است؛ بنابراین، ارزیابی علمی پتانسیل و توان اکولوژیکی مناطق ضروری است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۸: ۴۱). دهگلان یکی از شهرستان‌های استان کردستان، و یکی از قطب‌های کشاورزی کشور است که وجود اراضی وسیع و مستعد، منابع آب فراوان و شرایط اقلیمی مناسب سبب گردیده است به عنوان یکی از بخش‌های تامین معیشت مردم و تامین مواد غذایی برای سایر مناطق استان و کشور به حساب آید. متوسط بارندگی سالیانه ۳۶۵ میلی‌متر البته با توجه به سطح خشک‌سالی‌های اخیر که بر منطقه حاکم بوده است و متوسط درجه حرارت ۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه به ترتیب زیریک و مزیک می‌باشد. واحدهای فیزیوگرافی منطقه شامل دشت‌های دامنه‌ای، فلات، کوه و تپه و کاربری‌های اصلی منطقه شامل زراعت (عمدتاً گندم و جو) و مرتع می‌باشد (گل‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۹). و همچنین تعداد چاه‌های عمیق در این دشت ۹۶۵ حلقه و تعداد چاه‌های نیمه عمیق ۷۴۸ حلقه و دارای ۶۱ رشته قنات و ۱۳۸۹ چشمه می‌باشد. میزان آب مصرفی شهرستان در بخش کشاورزی به ترتیب از آب‌های سطحی معادل ۶۶/۵۲ میلیون مترمکعب و از آب‌های زیرزمینی معادل ۵۴/۶۸ میلیون مترمکعب است که در ارتفاع ۱۸۰۶ متری بالاتر از سطح دریا قرار دارد و دارای ۱۰۸۲۱۸ هکتار اراضی زارعی و ۴۹۰۰۰ هکتار مرتع می‌باشد. این دشت در ۲۷ بهمن ۱۳۸۲ به دلیل افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی در شمار دشت‌های ممنوعه‌ی برداشت قرار گرفته است (قادرزاده و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۰۴). دشت دهگلان بزرگترین دشت استان کردستان است که در بین شهرستان‌های سنندج و قروه واقع شده است و قسمتی از سرشاخه رودخانه تلوار در حوضه‌ی آبریز سفید رود را شامل می‌شود. از نظر اقلیمی جزو نواحی نیمه خشک و سرد استان به شمار می‌آید. محدوده از لحاظ زمین‌ساختی در زون سنندج - سیرجان قرار می‌گیرد و خاک‌های این دشت عمدتاً عمیق و مناسب کشاورزی هستند. از طرفی مقدار بارندگی و پتانسیل آب‌های سطحی در این دشت ضعیف و کمتر از نصف بخش‌های غربی استان است. این در حالی است که قسمت عمده‌ی آب زیرزمینی استان در دشت‌های شرقی (دشت‌های دهگلان، قروه و چهاردولی) متمرکز می‌باشد و به سبب مرغوبیت خاک و استحصال آب، محل عمده‌ی کشت محصولات زراعی اند (رحیمی و سلیمانی، ۱۳۹۵: ۲۸). اما در رابطه با پتانسیل و توانایی اکولوژیکی شهرستان دهگلان تاکنون در این ارتباط پژوهشی انجام نشده است، از این رو این پژوهش در راستای ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی شهرستان دهگلان به منظور بررسی پتانسیل زراعی منطقه اعم از دیم یا فاریاب و دیگر فعالیت‌های زراعی و به شناسایی منابع محیطی منطقه و تعیین پهنه‌های دارای توان اکولوژیکی در بخش‌های مختلف کشاورزی با رویکرد آمایش سرزمین می‌پردازد.

پیشینه تحقیق

مطالعات زیادی در مورد ارزیابی توان اکولوژیکی انجام شده است، از جمله‌ی این پژوهش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

قدیری معصوم و همکاران (۱۳۹۱)، در پژوهشی تحت عنوان "پیاده سازی مدل آمایشی کشاورزی با استفاده از سیستم استنتاج فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی؛ شهرستان مرودشت" در این پژوهش برای پیاده‌سازی بهتر مدل ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی از روش سیستم استنتاج فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفته شد. نتایج بدست آمده از منطقه مرودشت، نشان می‌دهد که با استفاده از این سیستم می‌توان ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین را نزدیکتر به واقعیت مدل‌سازی نمود. سیستم‌های استنتاج فازی از عبارات‌های زبانی برای ارائه ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده‌ای یک سامانه استفاده می‌نمایند. لذا با توجه به منطق این روش، اعتمادپذیری به این روش نسبت به دیگر روش‌ها بیشتر است. نتایج آنالیز حساسیت پارامترها در روش بکارگرفته، نمایانگر کارایی روش FIS جهت مطالعات آمایش سرزمین بویژه در مطالعات ارزیابی توان اکولوژیکی می‌باشد که، عمده‌ترین دلایل آن می‌تواند پیکسل پایه بودن روش در ارزیابی توان اکولوژیکی و در نظر گرفتن بحث عدم قطعیت در داده‌های ورودی (فازی‌سازی داده‌های ورودی) باشد.

حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی تناسب کاربری اراضی از طریق مدل توان اکولوژیک در استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین" به بررسی ارزیابی توان اکولوژیک استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در عرصه‌های کشت زراعت دیم، کاربری وضع موجود مغایر با توان اکولوژیک منطقه می‌باشد.

کامیابی و خوش‌آقا (۱۳۹۶)، در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی و مرتعداری حوضه ماهنشان استان زنجان با هدف آمایش سرزمین" به تحقیق و پژوهش پرداختند. با بررسی بانک اطلاعات بدست آمده و با در نظر گرفتن توان منطقه و اهداف برنامه ریزی، مدل‌های ارزیابی اکولوژیکی منطقه بدست آمده که بر روی پلیگون‌های همگن اعمال و در نهایت بر اساس آن نقشه‌ها جهت برنامه ریزی و پیشنهادات استخراج و تهیه می‌گردد. در این کنکاش برای طبقه بندی و تعیین بهترین نوع استفاده از سرزمین، تناسب اجزاء واحد‌های همگن اراضی در وضعیت فعلی و آتی با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی منطقه و با اولویت کاربری کشاورزی (زراعت آبی و زراعت دیم)، مرتع و جنگل مورد بررسی قرار گرفته است و در محیط نرم‌افزاری Arc GIS تجزیه و تحلیل شدند.

کشوری و مرزبان (۱۳۹۸)، در تحقیقی با عنوان "ارزیابی روش‌های درون‌یابی در پهنه‌بندی نیاز مکانی به توان اکولوژیکی در کشاورزی استان خوزستان" پرداختند. در این پژوهش برای پهنه‌بندی هر کدام از معیارها با استفاده از نرم‌افزار GIS روش‌های مختلف درون‌یابی مورد بررسی قرار گرفت و بهترین روش درون‌یابی به کمک روش ارزیابی متقابل و مقدار RMS تعیین شد. نتایج نشان داد که وابستگی مکانی متغیرها در حد متوسط است و تنها متغیر ضریب کهنگی عمر تراکتورها در سطح پایینی از وابستگی مکانی قرار داشت و مناطق استان در سه سطح با نیازمندی زیاد، متوسط و کم قرار گرفتند.

خلیلی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی شهرستان استهبان" به بررسی توان اکولوژیکی شهرستان استهبان پرداختند. نتایج پژوهش‌های آن‌ها نشان داد ۷۷ درصد از مساحت اراضی شهرستان استهبان از نظر

مکان‌گزینی کاربری‌ها، در وضعیت ایده‌آل قرار دارد و تنها ۲۳ درصد باقیمانده از آن، تطبیق بین کاربری اراضی و توان اکولوژیکی این شهرستان را رعایت نکرده است و بر طبق نقشه توان اکولوژیکی محدوده مورد مطالعه، نزدیک به ۱۹ درصد اراضی شهرستان در طیف مناسب و بسیار مناسب از لحاظ کشاورزی هستند.

کاشفی دوست و همکاران (۱۳۹۹)، در تحقیقی دیگر تحت عنوان "ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین مبتنی بر توسعه منطقه‌ای با رویکرد اقتصاد سبز (مطالعه‌ی موردی: استان آذربایجان غربی)" را بررسی کردند، در این پژوهش ابتدا به روش کیفی و مصاحبه با ۱۱ نفر از کارشناسان، فهرست عوامل تخریب و شدت آنها در استان آذربایجان غربی تنظیم شد و با مدل تخریب مخدوم میزان آسیب‌پذیری استان محاسبه شد. پس از تعیین مشخصه‌های سه‌گانه مدل تخریب، ضریب تخریب در هر یک از واحدهای سرزمین مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت، در مجموع برای استان ضریب تخریب ۳۶/۹۲ برآورد گردید که در طیف حساس جای می‌گیرد و نیازمند اقدامات حفاظتی است.

فرجی و صحنه (۱۳۹۹)، در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین در استان گلستان به منظور توسعه‌ی کاربری‌های کشاورزی با رویکرد آمایش سرزمین" پرداختند. در این پژوهش ابتدا عوامل و شاخص‌های موثر مثل آب و هوا، بارندگی، دما و درجه‌ی حرارت، تبخیر و توپوگرافی (ارتفاع)، شیب و جهت شیب، کاربری اراضی، تیپ‌اراضی و خاک شناسایی شدند و در مرحله‌ی بعد مکان‌یابی بهینه و مناسب کشت گندم با استفاده از نرم‌افزار GIS و آزمون‌های آن، به منظور پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گندم در چهار مرحله صورت پذیرفت و داده‌های خام لایه‌های مورد نظر شناسایی و نواحی مناسب کشت و کار تعیین و کلاسه‌بندی شدند.

خدایی و همکاران (۱۴۰۰)، در تحقیقی تحت عنوان "ارزیابی توان اکولوژیکی شهرستان خداآفرین با استفاده از مدل اکولوژیکی دکتر مخدوم و سامانه اطلاعات جغرافیایی" پرداختند. در این بررسی پس از شناسایی منابع اکولوژیکی (پایدار و ناپایدار) تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی منابع صورت گرفت، سپس در محیط نرم‌افزار GIS لایه‌های اطلاعاتی باهم تلفیق و پس از آن ارزش‌گذاری نقشه‌ها انجام شد. در نهایت نسبت به اولویت‌بندی کاربری‌های مجاز در سطح منطقه اقدام شد و در نتیجه پس از تلفیق نقشه‌های لازم و تصحیح آن‌ها ظرفیت‌های محیطی و توان اکولوژیکی منطقه به صورت مساحت (درصد) در سطح شهرستان خداآفرین برآورد شد.

کاشفی دوست و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی با رویکرد آمایشی و توسعه‌ی منطقه‌ای، مطالعه‌ی موردی استان آذربایجان غربی" پرداختند، هدف این پژوهش ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری کشاورزی در استان آذربایجان غربی است. جهت انجام این پژوهش با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی و در محیط نرم‌افزار GIS عوامل موثر در ارزیابی توان اکولوژیکی تعیین، وزن‌دهی، ارزش‌گذاری و لایه‌های حاصل از آن ترسیم شد و در نهایت اقدام به تهیه نقشه‌ی توان اکولوژیکی حوزه‌ی مذکور گردید و نتایج حاصل از آن بیانگر تفاوت در توان اکولوژیکی شهرستان‌های استان است.

اجتماعی و کشاورز (۱۴۰۱)، در پژوهشی با عنوان "ارزیابی قابلیت اکولوژیک اراضی شهرستان فیروزآباد برای استمرار و گسترش فعالیت‌های کشاورزی و مرتع‌داری" پرداختند. این پژوهش با هدف بررسی قابلیت اکولوژیکی اراضی شهرستان فیروزآباد برای استمرار و گسترش فعالیت‌های کشاورزی و مرتع‌داری انجام شد. و با در نظر گرفتن مولفه‌های ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، درصد شیب، پوشش گیاهی، اقلیم، بافت خاک، فرسایش‌پذیری خاک و آب اقدام شد. در نهایت با استفاده از روش‌های ترکیب خطی

وزنی (WLC) و میانگین وزنی رتبه‌بندی شده (OWA)، مناطق مستعد کشاورزی و مرتع‌داری شناسایی شدند. یافته‌های پژوهش نشان داد که تنها بخش محدودی از اراضی شهرستان برای انجام فعالیت‌های کشاورزی و مرتع‌داری مناسب هستند.

و در میان پژوهش‌های خارجی می‌توان به این موارد اشاره کرد:

آکین سی و همکاران^۵ (۲۰۱۳)، به بررسی ارزیابی تناسب زمین‌ها برای اجرای کاربری کشاورزی به دلیل احداث سه سد بزرگ در ترکیه با استفاده از نرم‌افزار Arc Gis و مدل AHP پرداختند و نتیجه پژوهش نشان داد که این منطقه بیشترین تاثیر منفی را از عامل شیب دریافت می‌کند که همین امر روی عمق خاک و فرسایش نیز تاثیرگذار بوده است.

پنگ و همکاران^۶ (۲۰۱۴)، به ارزیابی توان اکولوژیک چند شهر در کشور چین با استفاده از روش AHP و GIS برای کاربری دام‌پروری پرداختند، نتیجه پژوهش نشان داد که این مناطق دارای توان بالقوه و مناسب برای توسعه‌ی کاربری دام‌پروری می‌باشد.

موسادقی و همکاران^۷ (۲۰۱۵)، با هدف مدیریت کاربری اراضی شهری با تاکید بر نواحی صنعتی در منطقه‌ی Queensland استرالیا از روش AHP و روش تلفیقی AHP- Fuzzy کرده‌اند. بدین منظور از ۴ معیار اصلی و ۲۴ زیرمعیار استفاده کردند.

وانگ و همکاران^۸ (۲۰۱۷)، در پژوهشی با عنوان ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه‌ی پکن چین با استفاده از GIS و RS پرداختند. آنها بر اساس وزن متغیرها محدوده را به چهار منطقه‌ی مناسب، نسبتاً مناسب، نامناسب و بسیار مناسب تقسیم بندی کردند، نتیجه نشان داد قابل کشت و زرع بودن زمین را می‌توان با پتانسیل بالقوه‌ی منطقه از نظر توزیع مواد غذایی و وجود عوامل آب و هوایی مرتبط دانست آنها همچنین بهره‌گیری از تحلیل فازی را به عنوان گامی موثر برای شناسایی علمی قابلیت‌های اراضی برای تولید محصولات کشاورزی معرفی نمودند.

یوهانس و تسومی^۹ (۲۰۱۸)، در پژوهشی به بررسی و ارزیابی تناسب زمین در محصولات کشاورزی اصلی (گندم و جو) با استفاده از GIS با رویکرد چند معیاره در حوضه‌ی آبخیز اتیوپی پرداختند. تحلیل ارزیابی زمین برای محصولات کشاورزی (گندم و جو) نشان داد ذره‌ای تناسب وجود ندارد و توزیع فضایی نشان داد بیشتر کشت در حال حاضر به طور حاشیه‌ای انجام می‌شود.

سالاس لویز و همکاران^{۱۰} (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی به بررسی توان اکولوژیک اراضی آمازون برای تولید قهوه و سیب زمینی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به ترتیب ۱۱/۴ و ۲/۸ درصد از اراضی منطقه برای کشت قهوه و سیب زمینی مناسب هستند.

معرفی قلمرو پژوهش

ویژگی‌های محدوده‌ی مورد مطالعه (استان و شهرستان)، استان کردستان به مرکزیت سنندج با وسعتی در حدود ۲۹ هزار کیلومتر مربع (در حدود ۱/۷ درصد از وسعت کشور) در غرب ایران قرار دارد، یک منطقه‌ی کوهستانی است که در مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه‌ی عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه‌ی طول شرقی،

⁵. Akinci, et al.

⁶. Peng, et al.

⁷. Mosadeghi, et al.

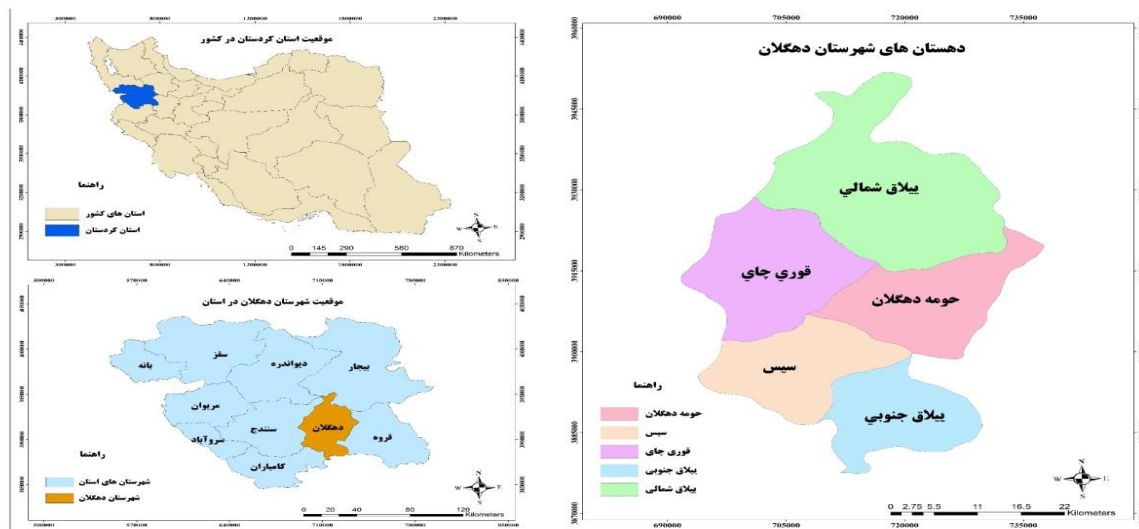
⁸. Wang, et al.

⁹. Uhans and Tesumi

¹⁰. Salas Lopez, et al.

نسبت به نصف‌النهار گرینویچ، قرار گرفته است. این استان، از شمال به آذربایجان غربی و قسمتی از زنجان، از شرق به همدان و بخشی دیگر از زنجان، از جنوب به کرمانشاه و از غرب به عراق، محدود شده

است (سالنامه آماری استان کردستان، ۱۳۹۸). بر طبق آخرین تقسیمات کشوری سال ۱۳۸۷ ادارای ۱۰ شهرستان به نام‌های سنندج، سقز، بانه، مریوان، قروه، بیجار، کامیاران، دیواندره، دهگلان و سروآباد است. مرکز استان کردستان شهر سنندج است که علاوه بر مرکزیت اداری-سیاسی، در مرکزیت هندسی استان نیز جای دارد. شهرستان دهگلان، یکی از ده شهرستان استان کردستان است به مرکزیت شهر دهگلان در منطقه لیلان، که در شرق استان کردستان و در ۴۵ کیلومتری سنندج قرار دارد. از شهرستان‌های تازه تاسیس شده است (یعنی در سال ۱۳۸۷ به شهرستان تبدیل شد). تمامی مردم آن کرد زبان هستند. شهرستان دهگلان از شمال به شهرستان‌های بیجار و دیواندره، از شرق به بخش مرکزی شهرستان قروه، از جنوب به شهرستان‌های کامیاران و سنقر و کلیایی کرمانشاه و از غرب به شهرستان سنندج محدود است. شهرستان دهگلان در مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. دارای وسعتی حدود ۲۰۵۰ کیلومترمربع است و در ارتفاع ۱۸۲۵ متری از سطح دریا قرار دارد (سالنامه آماری استان کردستان، ۱۳۹۸). در مورد کشاورزی شهرستان دهگلان باید گفت: شهرستان دهگلان از آب و هوای معتدل در فصل تابستان برخوردار است و به دلیل تکامل خاک و نبود شوری در آن، زمین‌های کشاورزی این منطقه حاصل‌خیز است و بستری برای کاشت انواع محصولات باغی و زراعی فراهم ساخته است. به‌عبارتی دهگلان قطب کشاورزی استان کردستان در برخی محصولات است. از اراضی منطقه دهگلان حدود ۱۶۰ هزار هکتار به صورت دیم زیر کشت است و همچنین بیش از ۱۸ هزار هکتار از اراضی مناطق مختلف برای کشت محصولات آبی استفاده می‌شود (سالنامه آماری استان کردستان، ۱۳۹۸).

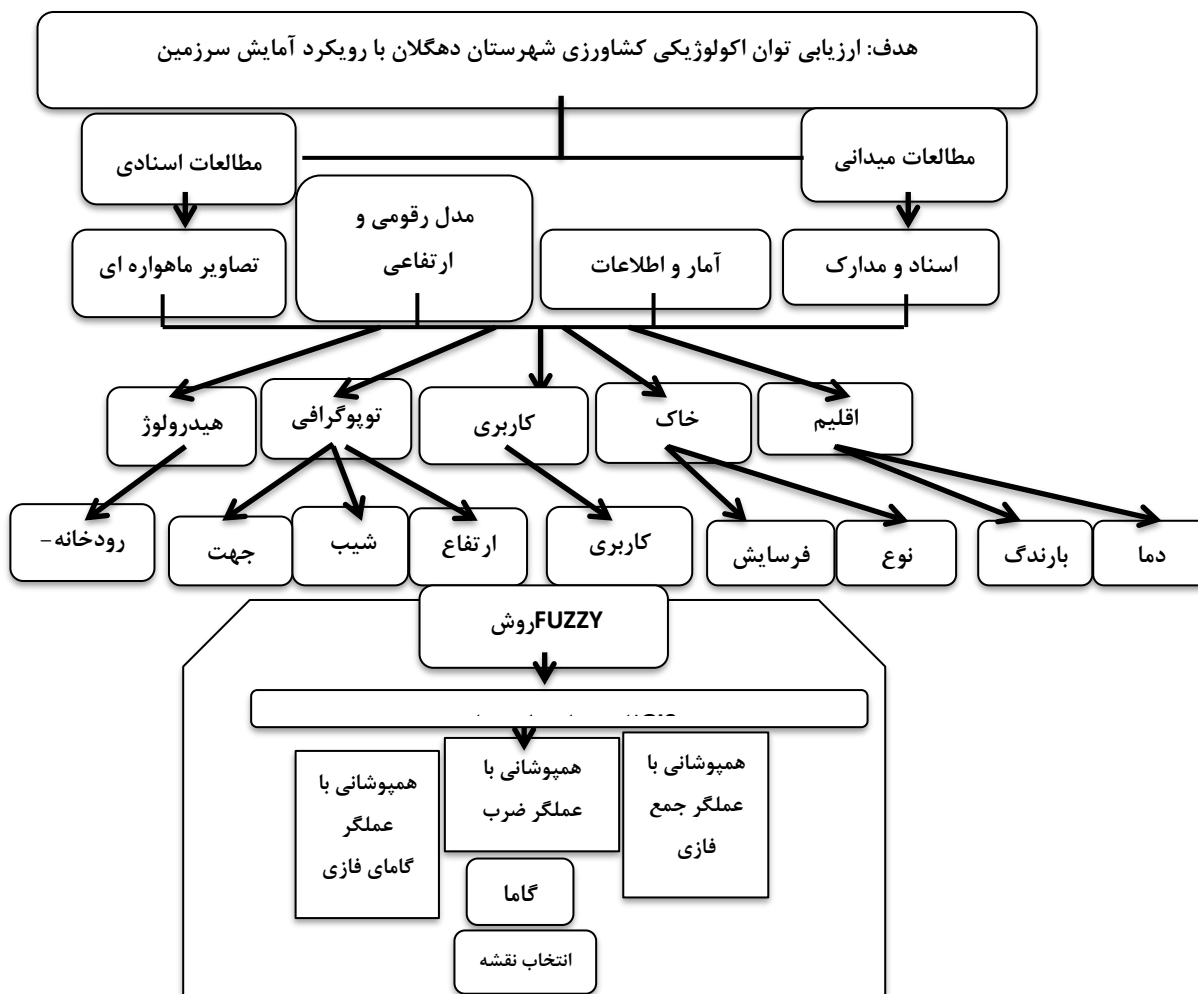


نقشه (۱): محدوده‌ی مورد مطالعه: شهرستان دهگلان

پژوهش حاضر بر اساس هدف کاربردی و به لحاظ ماهیت و روش اکتشافی (توصیفی - تحلیلی) است. همچنین شیوه‌ی گردآوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای (شامل مقالات، کتب، اسناد و گزارش‌ها) است. در این پژوهش به منظور شناسایی و تعیین شاخص‌های موثر بر کشت گندم و پهنه‌بندی بهینه آن و پیشنهادهایی در ارتباط با ارزیابی توان اکولوژیک اراضی کشاورزی (کشت گندم) مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت. جهت نیل به اهداف پژوهش و به منظور شناسایی عوامل و عناصر پهنه‌بندی، از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، استفاده شد. ابزار گردآوری اطلاعات فیش‌برداری (آمار و داده‌های اسنادی، شامل سند آمایش استان و سند آمایش کشاورزی، داده‌های ادارات و سازمان‌های مرتبط با حوزه‌ی کشاورزی و تحقیقات شامل سازمان جهاد کشاورزی استان، مرکز ملی آمار و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی) و غیره بودند. با توجه به ابزار تحلیل به کار رفته، از آزمون‌های فازی گاما استفاده شد. روش فازی یک نوع منطق است که روش‌های نتیجه‌گیری در مغز بشر را جایگزین می‌کند. مفهوم منطق فازی توسط دکتر لطفی‌زاده، استاد دانشگاه کالیفرنیا در برکلی و در سال ۱۹۶۵ ارائه گردید. این روش بر اساس تئوری مجموعه فازی می‌باشد، مبنای این روش به صورت تبدیل داده‌های ورودی به خروجی‌های نرمال شده با محاسبه‌ی اوزان برای عضوهای فازی بر اساس تئوری مجموعه‌ی فازی می‌باشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۷). مقادیر عضو فازی برای هر یک از پیکسل‌های لایه‌های اکتشافی به صورت مقادیر پیوسته در دامنه صفر تا یک می‌باشند. در تئوری منطق فازی عضوهای فازی بر اساس فواصل معنادار از ویژگی‌های مختلف وزن‌دهی می‌شوند که برای هر پیکسل یا موقعیت فضایی، یک وزن به‌خصوص بین صفر تا یک اختصاص داده می‌شود. در این پژوهش از عملگر فازی گاما (GAMMA) مطابق رابطه زیر مورد استفاده قرار گرفته است. $\mu_{combination} (Fuzzy Algebraic Sum)^{\delta}$

Type equation here. (Fuzzy Algebraic Sum) $1-\delta$

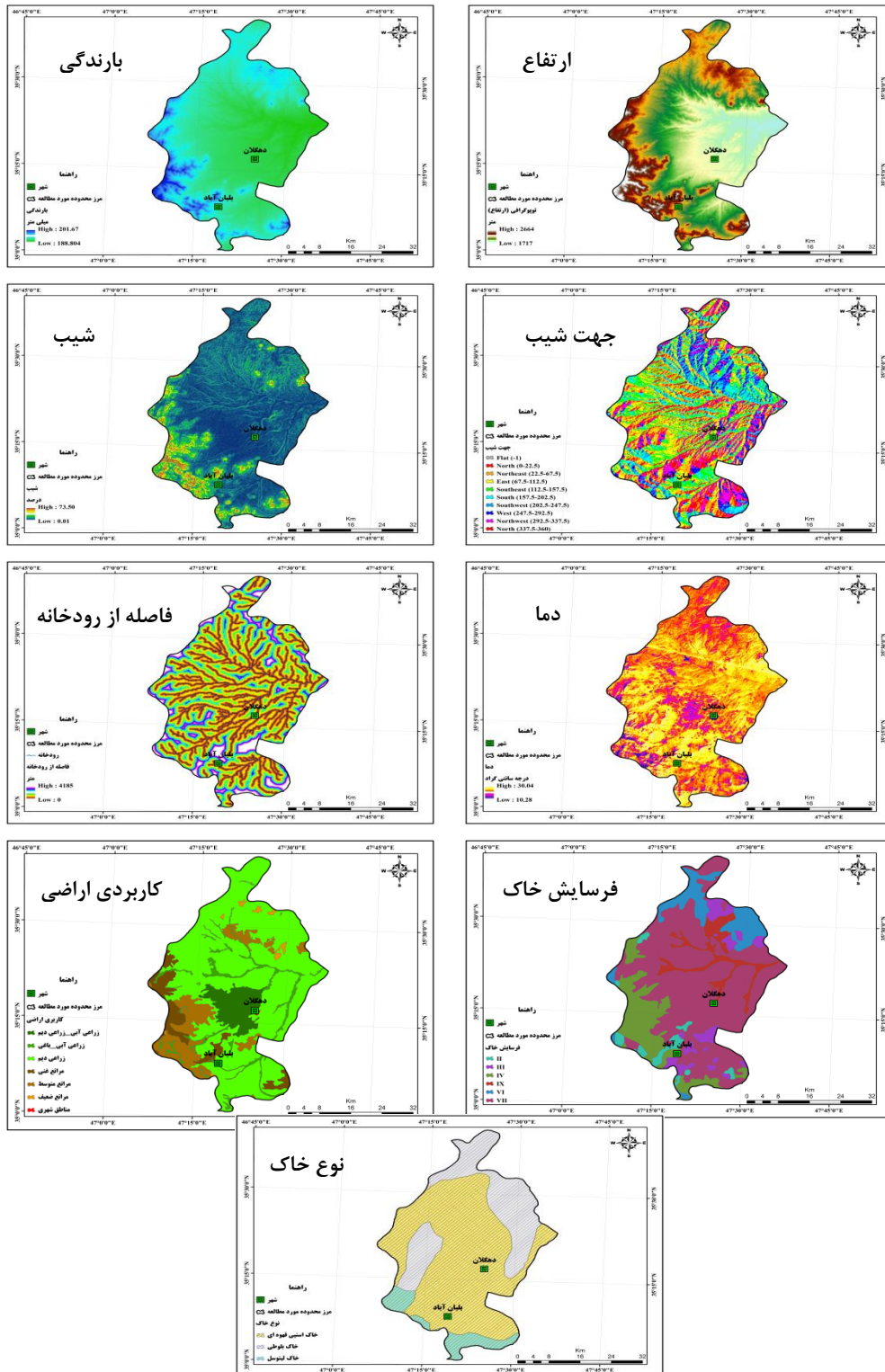
عملگر فازی گاما (GAMMA) ترکیبی از عملگرهای فازی حاصلضرب جبری (PRODUCT) و عملگر فازی حاصل جمع جبری (SUM) می‌باشد در آن پارامتر گاما در محدوده صفر تا یک انتخاب می‌گردد. به طوری که اگر گاما یک باشد، ترکیب همان حاصل جمع جبری (SUM) خواهد بود و اگر گاما صفر باشد، ترکیب مساوی حاصلضرب جبری (PRODUCT) است. انتخاب صحیح و آگاهانه گاما، مقدارهایی در خروجی به وجود می‌آورد که نقش فزاینده جمع جبری فازی و نقش کاهنده ضرب جبری فازی در آن عمل می‌کند و کل مجموعه را به حالت تعادل می‌رساند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته در منطقه، اطلاعات لازم برای تهیه نقشه‌ی ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی شهرستان دهگلان با استفاده از منطق فازی گاما و در قالب جدول‌هایی دسته‌بندی شدند. و با توجه به مطالعات صورت گرفته در شهرستان و اهمیت هر لایه نسبت به دیگری، اطلاعات لازم برای تهیه نقشه‌ی توان اکولوژیکی شهرستان در قالب لایه‌های اقلیم، خاک، کاربری اراضی، توپوگرافی، هیدرولوژی بین صفر تا یک فازی‌سازی شدند و از همپوشانی و تلفیق لایه‌ها با عملگر فازی گاما، در نهایت نقشه نهایی ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی شهرستان دهگلان بدست آمد.



یافته‌های پژوهش

ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی شهرستان دهگلان

در راستای مطالعات توسعه‌ی منطقه‌ای و بهره‌گیری پایدار و متوازن از توانایی‌های محیطی در شهرستان دهگلان ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی شهرستان ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های انسان در محیط فعالیت کشاورزی است، از این رو ارزیابی توان محیطی برای فعالیت کشاورزی در این شهرستان که یکی از شهرستان‌های مهم استان در تولیدات کشاورزی، و به طور خاص گندم است در نتیجه از اولویت‌های ارزیابی توان محیطی به حساب می‌آید. بدین ترتیب پارامترهای مهم در محیط شناسایی و استخراج شدند و نتایج حاصل از پژوهش به صورت نقشه‌های رقومی درآمدند. جهت تعیین مکان‌های مناسب کشاورزی منطقه از مولفه‌های توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت شیب)، خاک‌شناسی (نوع خاک و فرسایش‌پذیری)، پارامترهای اقلیمی (میزان بارندگی و دما)، هیدرولوژی (رودخانه‌ها) و نقشه‌های کاربری اراضی آن استفاده شد. نقشه‌های زیر لایه‌های اولیه‌ی مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد..



نقشه (۲): پارامترهای موثر در ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی شهرستان دهگلان

پس از تعیین لایه های مورد نظر از طریق پرسشنامه کارشناسان، لایه های مورد بررسی را با استفاده از مدل AHP و نرم افزار Expert choice اولویت بندی کردیم. میزان ناسازگاری کمتر از ۰/۱. یک دهم محاسبه شد و حداکثر وزن برای فرسایش خاک و کمترین مقدار

برای میزان درجه حرارت بدست آمد. بر این اساس میزان فرسایش خاک بیشترین تاثیر و میزان درجه حرارت کمترین تاثیر را در کشاورزی شهرستان دهگلان دارند و طبق مدل AHP مهمترین لایه‌های تاثیر گذار در کشاورزی شهرستان دهگلان به این ترتیب است: ۱- فرسایش خاک، ۲- رودخانه‌ها، ۳- شیب، ۴- میزان بارندگی، ۵- نوع خاک، ۶- کاربری اراضی یا نوع استفاده از زمین، ۷- ارتفاع، ۸- جهت شیب و ۹- میزان درجه حرارت است و طبق مدل به قرار زیر است:



شکل (۱): اولویت بندی لایه‌ها بر اساس مدل AHP

بعد از اولویت‌بندی لایه‌ها با AHP، لایه‌های مورد بررسی را استاندارد سازی کردیم. پس از تعیین لایه‌های استاندارد شده، پهنه‌ی مورد مطالعه‌ی شهرستان دهگلان، در هر یک از لایه‌ها و معیارها و به تناسب نقش و تاثیرگذاری که دارند، ارزش‌گذاری شدند که در ادامه هر یک از مولفه‌ها و نقش آنها در ارزیابی توان اکولوژیکی شهرستان دهگلان تشریح شده است.

– خاک‌شناسی و فرسایش‌پذیری خاک

لایه‌های طبقه‌بندی نوع خاک و فرسایش‌پذیری نوع خاک به عنوان دو مولفه‌ی تاثیرگذار در کشاورزی مورد ارزیابی قرار گرفتند. سه نوع خاک منطقه شناسایی شدند:

۱- خاک‌های استپی قهوه‌ای (که قسمت بیشتر شهرستان و مرکز شهرستان از این نوع خاک است و جزو خاک‌های موثر در کشاورزی شهرستان دهگلان هستند).

۲- خاک‌های بلوطی (که قسمت شمال و شمال شرقی شهرستان و قسمت جنوب غربی آن از این نوع خاک است).

۳- خاک لیتوسل (که قسمت جنوب و جنوب شرقی شهرستان از این نوع خاک است).

فرسایش خاک عبارت است از حذف حاصلخیزترین لایه رویی خاک از طریق آب، باد و کشاورزی بیش از حد. فرسایش خاک شهرستان هم در ۶ کلاس جداگانه طبقه بندی شدند و از کمترین فرسایش به بیشترین فرسایش کلاسه‌بندی شدند که در اثر کشاورزی بیش از حد بیشتر مساحت شهرستان در معرض فرسایش خاک قرار دارند و به همین جهت مهم‌ترین مولفه‌ی تاثیر گذار در کشاورزی شهرستان بود.

– دما و بارش

شهرستان دهگلان در سمت شرق و جنوب شرقی استان کردستان قرار گرفته است. دارای آب و هوای متنوع و مطلوب است، با توجه به وجود تنوع کوه‌ها و دشت‌ها در کنار هم یک نوع تنوع اقلیمی در منطقه حاکم است. دو مولفه‌ی دما و بارش که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است از مولفه‌های تاثیرگذار در اقلیم زراعی شهرستان هستند و در قسمت‌های مهم زراعی کشاورزی شهرستان رابطه‌ی مستقیمی بین دما و بارش و کشاورزی شهرستان بخصوص از لحاظ کشت گندم وجود دارد.

- توپوگرافی، شیب و جهت شیب

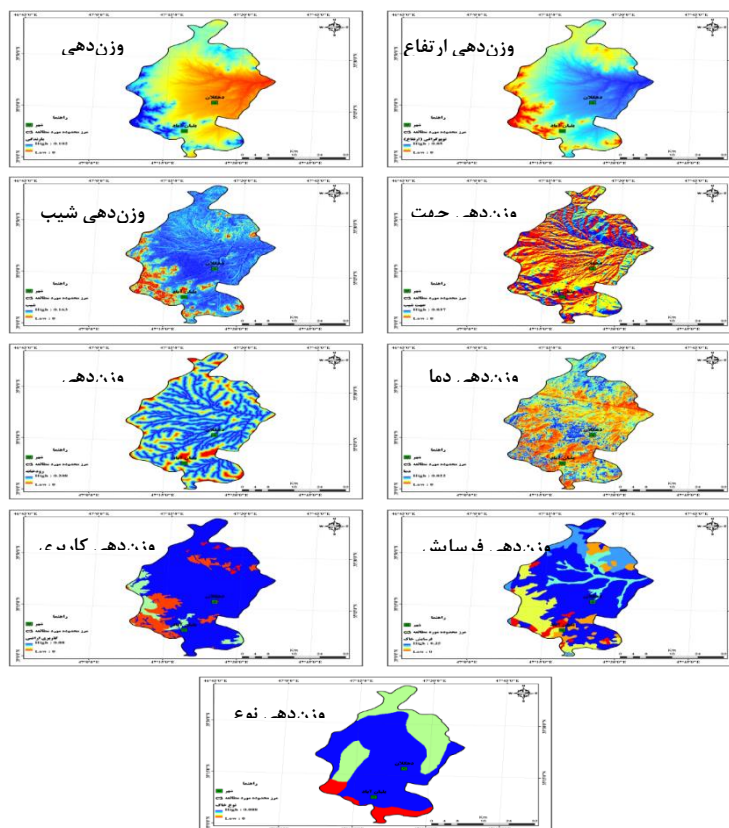
یکی از لایه‌های موثر در ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی مناطق، عوارض توپوگرافی، شیب و جهت شیب است. بدین منظور پهنه‌ی شهرستان دهگلان از نظر وضعیت پستی و بلندی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. شیب، جهت شیب و توپوگرافی آن را با استفاده از نقشه‌های رقومی بدست آوردیم و وزن دهی و استاندارد سازی کردیم و شیب‌های مناسب در محدوده‌ی مورد بررسی مورد مطالعه قرار گرفتند. و طبق نقشه‌های مورد مطالعه مشاهده شد که بیشترین کشاورزی شهرستان دهگلان در دشت‌ها و شیب‌های کمتر صورت می‌گیرد.

- رودخانه‌ها

در بررسی میزان وضعیت کشاورزی منطقه‌ی مورد مطالعه رودخانه‌ها هم به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر از نظر کارشناسان معرفی شدند. مثل رودخانه تلوار که از سرشاخه‌های اصلی رودخانه قزل‌اوزن است و رودخانه دهگلان.

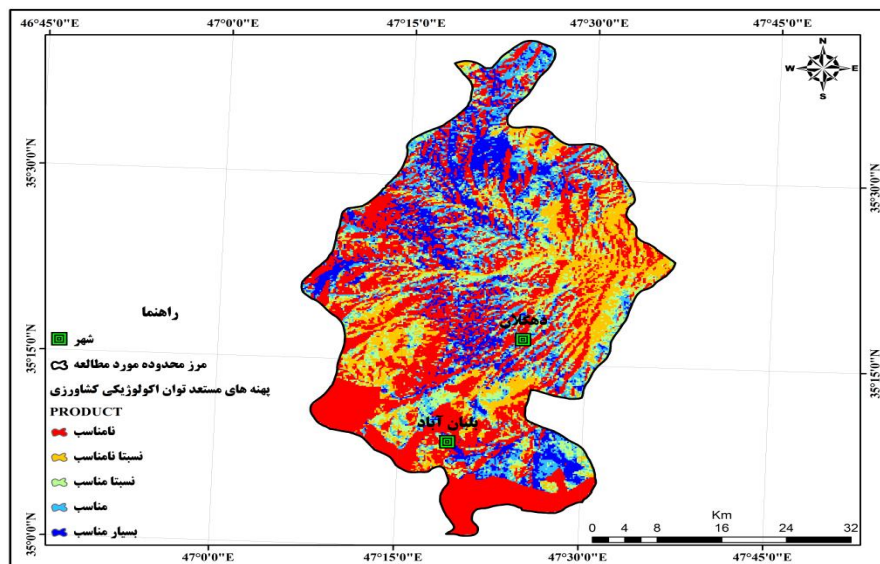
- کاربری اراضی

در نقشه‌ی کاربری اراضی شهرستان دهگلان، مشخص شد که در محدوده‌ی مرکز شهرستان دهگلان و حومه‌ی آن کشاورزی زراعی آبی و دیم وجود دارد و در قسمت‌های کوچکی از آن زراعی آبی - باغی دیده می‌شود ولی بخش‌ها و مساحت بیشتری از شهرستان زیر کشت زراعی دیم قرار دارد و در بخش‌های کوچکی از طرف شرق شهرستان هم مراتع غنی وجود دارد که این نشان از تنوع کاربری‌های اراضی در منطقه البته با کشت غالب گندم دیم دارد.

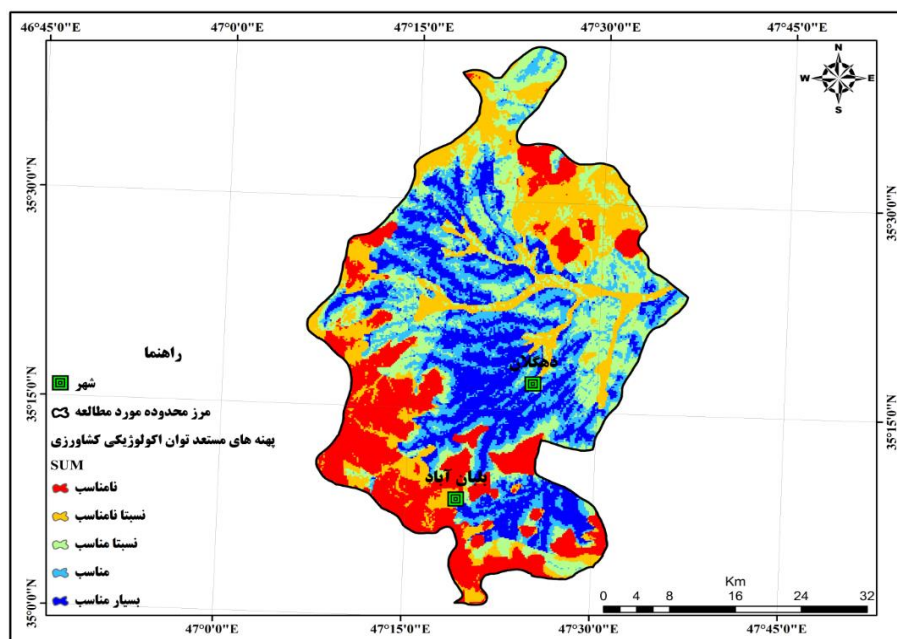


نقشه (۳): لایه‌های وزن دهی شده

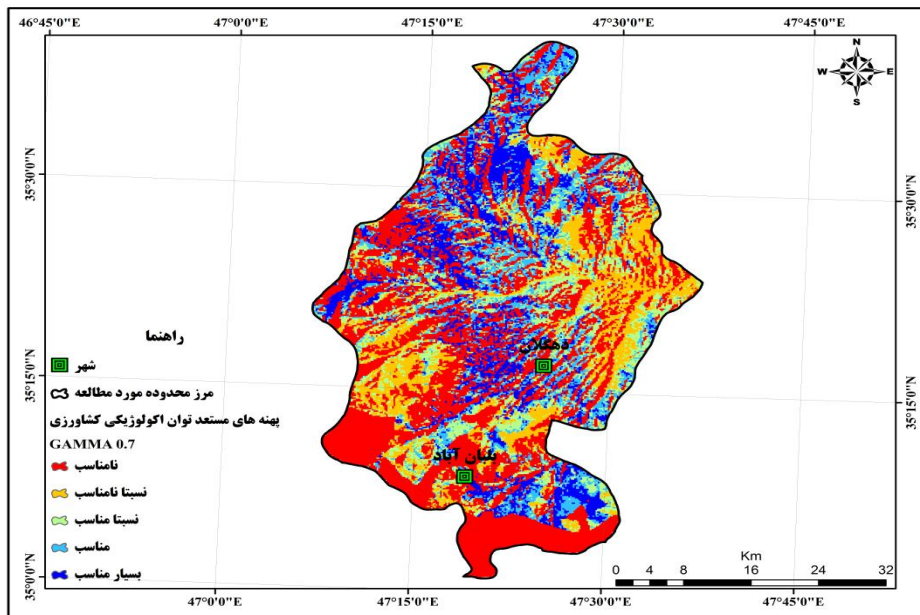
بعد از استاندارد سازی لایه‌ها در نهایت با استفاده از تابع فازی گاما، لایه‌های مورد استفاده را با استفاده از همپوشانی مورد بررسی قرار دادیم و بر طبق آنها مهمترین قسمت‌های شهرستان که توان اکولوژیکی کشاورزی آنها بالا است و در توسعه و رشد کشاورزی شهرستان دهگلان نقش دارند، مشخص شد.



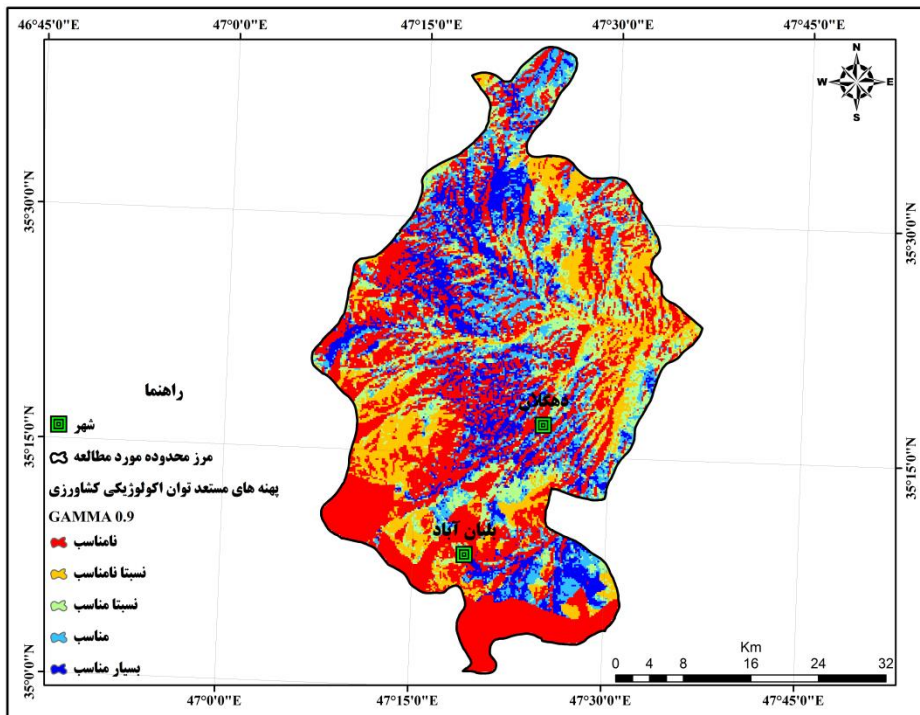
نقشه (۴): پرداکت فازی گامای شهرستان دهگلان



نقشه (۵): سام فازی گامای شهرستان دهگلان



نقشه (۶): فازی گامای نهایی ۰.۷. شهرستان دهگلان



نقشه (۷): فازی گامای نهایی ۰.۹. شهرستان دهگلان

طبق نقشه‌های پرداکت، سام و فازی گاما ۰.۷ و ۰.۹، که از همپوشانی نقشه‌های اولیه بدست آمدند، پهنه‌ی شهرستان دهگلان به ۵ منطقه از (بسیار مناسب، مناسب، نسبتا مناسب، نسبتا نامناسب و نامناسب) قرار گرفتند که بیانگر آن است که بیشتر بخش‌های مرکزی منطقه‌ی مورد مطالعه و بخش‌های همجوار با مرکز، کشاورزی در وضعیت بسیار مناسب و مناسب قرار دارند و هر چه از سمت مرکز به اطراف و ارتفاعات پیش می‌رویم، کشاورزی منطقه در وضعیت نامناسب قرار می‌گیرد، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بخش قابل

کشت و زرع کشاورزی در شهرستان دهگلان را می‌توان به پتانسیل بالقوه‌ی منطقه از نظر خاک مرغوب و وجود عوامل آب و هوایی و قرار گرفتن شهرستان در موقعیت دشتی مرتبط دانست که این عوامل با استفاده از تحلیل فازی گاما و نرم‌افزار جی آی اس شناسایی شدند.

جدول (۱): مساحت اراضی مورد مطالعه شهرستان

طبقات	مساحت (km ²)	درصد مساحت
نامناسب	۷۷۲/۶۵	۴۲/۳۱
نسبتا نامناسب	۲۶۱/۹۳	۱۴/۳۴
نسبتا مناسب	۲۶۷/۰۴	۱۴/۶۲
مناسب	۲۶۴/۳۵	۱۴/۴۸
بسیار مناسب	۲۶۰/۱۷	۱۴/۲۵
	۱۸۲۶/۱۴	

طبق جدول (۱)، در محدوده‌ی مورد مطالعه‌ی شهرستان دهگلان بر طبق نقشه‌های فازی گاما، نزدیک به ۲۸/۷۳ درصد یا (۵۲۴/۵۲ کیلومتر مربع) از مساحت اراضی شهرستان در طیف‌های مناسب و بسیار مناسب قرار دارند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی تمام فعالیت‌های انسانی که در پهنه‌ی سرزمین صورت می‌گیرد، جهت رشد و توسعه‌ی مناطق است که البته با توجه به توانایی‌ها، پتانسیل و محدودیت‌های محیطی مناطق متفاوت می‌باشد. روش ارزیابی توان اکولوژیکی روشی مناسب جهت اولویت‌بندی شرایط و امکانات مناطق جهت فعالیت‌های آن منطقه می‌باشد. در همین راستا در این پژوهش به ارزیابی توان اکولوژیکی شهرستان دهگلان در زمینه‌ی کشاورزی به عنوان یکی از فعالیت‌های اصلی شهرستان پرداخته شد. نتایج حاصل گویای آن است که علیرغم توان مناسب شهرستان چون آب، خاک و اقلیم و منابع آبی خوب که باید در راستای توسعه‌ی کشاورزی باشد، استفاده‌ی نامناسب از منابع مثل استفاده‌ی بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی به دلیل حفر چاه‌های غیرمجاز که در منطقه حفر شده است و استفاده‌ی بیش از حد مجاز آنها سبب تخریب محیط زیست و فرسایش و از بین رفتن منابع زمینی منطقه شده است. نتیجه‌ی این پژوهش تفاوت‌هایی را در توان اکولوژیکی شهرستان نشان می‌دهد، به طوری که با توجه به نقشه‌های حاصل بدست آمده از فازی گاما بیانگر آن است که بیشتر بخش‌های مرکزی منطقه‌ی مورد مطالعه و بخش‌های همجوار با مرکز، کشاورزی در وضعیت بسیار مناسب و مناسب از لحاظ کشت زراعی دیم و بخصوص کشت گندم دیم قرار دارند که اقتصاد مردم منطقه را هم تحت تاثیر خود قرار داده است و هر چه از سمت مرکز به اطراف و ارتفاعات پیش می‌رویم، کشاورزی منطقه در وضعیت نامناسب قرار می‌گیرد، در نتیجه بخش قابل کشت و زرع کشاورزی در شهرستان دهگلان را می‌توان به پتانسیل بالقوه‌ی منطقه از نظر خاک مرغوب و وجود عوامل آب و هوایی و قرار گرفتن شهرستان در موقعیت دشتی مرتبط دانست و استفاده از تحلیل فازی گامی موثر برای شناسایی قابلیت‌های اراضی و تولید محصولات کشاورزی است. و با توجه به محدودیت‌ها و قابلیت‌های آن تفاوت‌هایی در بین مناطق آن وجود دارد که با شناخت آن‌ها می‌توان کشاورزی شهرستان را هر چه بیشتر در راستای اهداف اقتصادی منطقه گسترش و توسعه داد. البته مطالعه در زمینه توان اکولوژیک کشاورزی شهرستان دهگلان، به عنوان یکی از شهرستان‌هایی که اقتصاد آن بر پایه‌ی کشاورزی است، نیازمند مطالعه و

تحقیق بیشتر در این زمینه است، تا بتوان توانایی‌ها، نقاط قوت و ضعف و محدودیت‌های آن هر چه بیشتر شناسایی و موانع توسعه‌ی آن رفع گردد.

منابع

- اجتماعی، بابک؛ کشاورز، مرضیه (۱۴۰۱): ارزیابی قابلیت اکولوژیک اراضی شهرستان فیروزآباد برای استمرار و گسترش فعالیت‌های کشاورزی و مرتع‌داری، نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و توسعه، شماره ۶۹، صفحات ۱۵۱-۱۲۸.
- ثابت راسخ، شهاب (۱۳۹۲): ارزیابی توان اکولوژیک اراضی جهت توسعه پایدار شهری با تاکید بر آینده پژوهی (مطالعه موردی: منطقه دیزبچه)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گرایش مهندسی آینده‌پژوهی
- جعفری، محمدامین؛ نظریور، احد؛ کنعانیان، علی (۱۳۹۹): مقایسه دقت دو روش فازی گاما (GAMMA-Fuzzy) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با هدف پتانسیل - یابی فلز مس در زون فلززایی ملایر- الیگودرز- اصفهان، زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، پاییز ۹۹، دوره ۱۰، شماره ۳.
- حاتمی‌نژاد، حسین؛ رجایی، سیدعباس؛ سالاروندیان، فاطمه؛ تیموری، ایرج (۱۳۹۲): ارزیابی تناسب کاربری اراضی از طریق مدل توان اکولوژیک در استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین، دو فصلنامه علمی- پژوهشی آمایش سرزمین، دوره پنجم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۲، صص ۲۶-۵.
- خدایی، علی؛ پهلوانی، عباس؛ قلیچی‌پور، زهرا؛ زندی، رحمان (۱۴۰۰): ارزیابی توان اکولوژیک شهرستان خداآفرین با استفاده از مدل اکولوژیک دکتر مخدوم و سامانه اطلاعات جغرافیایی، نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۱۴، شماره ۱، صفحات ۴۰-۵۴.
- خلیفه، مریم؛ علی‌خواه‌اصل، مرضیه؛ رضوانی، محمد (۱۳۹۷): ارزیابی قابلیت اراضی برای توسعه کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبخیز گزدراز- لاور ساحلی استان بوشهر) فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۳، شماره ۱، پیاپی ۱۲۸، صص ۱۲۳-۱۰۹.
- خلیلی، سروش؛ سلطانی‌نژاد، حمید؛ توکلی‌نیا، جمیله (۱۳۹۸): ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی شهرستان استهبان، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲-۵۰، شماره ۲، صص ۲۸۰-۲۶۵.
- رحیمی، محمد؛ سلیمانی، کریم (۱۳۹۵): ارزیابی پتانسیل منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره، نشریه علمی - پژوهشی علوم مهندسی آبخیزداری ایران، سال دهم، شماره ۳۵- زمستان ۱۳۹۵.
- فرجی، امین؛ صحنه، فریبا (۱۳۹۹): ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین در استان گلستان به منظور توسعه‌ی کاربری‌های کشاورزی با رویکرد آمایش سرزمین، آمایش سرزمین، دوره‌ی ۱۲، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، صص ۲۷۴-۲۵۳.
- لطفعلی زاده لاهرودی، علی. (۱۴۰۲). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست. *جغرافیا و روابط انسانی* 6(2), 52-66. doi: 10.22034/gahr.2023.394524.1859
- قادرزاده، حامد؛ کاظمی، سمیه؛ حاجی رحیمی، محمود (۱۳۹۵): بررسی پایداری منابع آب در بخش کشاورزی شهرستان دهگلان، مجله محیط زیست و مهندسی آب، جلد ۲، شماره ۱، صص ۱۱۰-۱۰۲

- کاشفی دوست، دیمین؛ ابراهیم‌زاده، عیسی؛ موسوی، میرنجف (۱۳۹۹): ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین مبتنی بر توسعه منطقه‌ای با رویکرد اقتصاد سبز (مطالعه‌ی موردی: استان آذربایجان غربی)، نشریه علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه‌ی کالبدی، سال پنجم، شماره ۲ (سری جدید)، پیاپی ۱۸، تابستان ۱۳۹۹، صص ۴۸-۳۳.
- کاشفی دوست، دیمین؛ ابراهیم‌زاده، عیسی؛ موسوی، میرنجف (۱۴۰۰): ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی با رویکرد آمایشی و توسعه‌ی منطقه‌ای مطالعه‌ی موردی: استان آذربایجان غربی، مجله آمایش جغرافیایی فضا، دوره‌ی ۱۱، شماره ۴، پیاپی ۴۲، زمستان ۱۴۰۰، صص ۸۹-۷۵.
- کامیابی، سعید و خوش آقا، اسماعیل (۱۳۹۶): ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی و مرتع‌داری حوضه‌ی ماه‌نشان استان زنجان با هدف آمایش سرزمین. فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، سال ۸، شماره ۳، پیاپی ۲۹، صص ۶۷-۴۷.
- کشوری، آتنا؛ مرزبان، افشین (۱۳۹۸): ارزیابی روش‌های درون یابی در پهنه‌بندی نیاز مکانی به توان کشاورزی استان خوزستان، جغرافیا و توسعه، شماره ۵۵، صص ۸۶-۶۳.
- گل محمدی، فریبا؛ نبی‌اللهی، کمال؛ تقی‌زاده مهرجردی، روح‌الله؛ داوری، مسعود (۱۳۹۶): نقشه‌برداری رقومی فرسایش-پذیری خاک (مطالعه موردی: دهگلان، استان کردستان)، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیست و چهارم، شماره ششم.
- مخدوم، مجید (۱۳۷۸): شالوده‌ی آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران
- Akinci, H., A.Y. Özalp and B. Turgut. 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97: 71-82.
- FAO and UNEP (1999). *The future of our land: facing challenge*. FAO, Rome, Italy.
- Mendas, A., Delali, 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 Mleta in Algeria. *Computers and Electronics in Agriculture*, 83, 117-126.
- Mosadeghi, R., Warnken, J., Tomlinson, R., & Mirfenderesk, H. (2015). Comparison of FuzzyAHP and AHP in a spatial multi-criteria decision making model for urban land-use planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, (49), 54-65.
- Peng, L., W. Chen, M. Li, Y. Bai and Y. Pan. 2014. GIS-based study of the spatial distribution suitability of livestock and poultry farming: the case of Putian, Fujian, China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 108: 183-190.
- Salas López, R., Gómez Fernández, D., Silva López, J.O., Rojas Briceño, N.B., Oliva, M., Terrones Murga, R.E., ..., Barrena Gurbillón, M.Á (2020). Land Suitability for Coffee (*Coffea arabica*) growing in Amazonas, Peru: Integrated use of AHP, GIS and RS. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(11), 673.
- Sante-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., and Miranda-Barros, D., 2008. GIS-based planning support system for rural land-use allocation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63, 257-273.
- Wang Jing, He & Ting, Lin Yifan (2017). Changes in ecological, agricultural, and urban land space in 1984-2012 in china: Land Policies and regional social-economical drivers, 71, pp.1-13.
- Wang, S F. & Xu, Y. & Liu, T J. & Peng, Z L. (2018) Review of evaluation on ecological carrying capacity: The progress and trend of methodology, *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* Vol.113, No.1, pp.12-18.
- Yohannes Hamere & Soromessa Teshome (2018), Land Suitability assessment for major crops by using GIS – based multi – criteria approach in Andit Tid Watershed, Ethiopia.

- Zhang, N., Zhou, K., Du, X. 2017. Application of fuzzy logic and fuzzy AHP to mineral prospectivity mapping of porphyry and hydrothermal vein copper deposits in the Dananhu-Tousuquan island arc, Xinjiang, NW China. *Journal of African Earth Sciences* 128, 84-96.