ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی حوضه‌آبخیز کال‌آجی-استان گلستان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP در محیط GIS

مهدی خداداد[۱]، محمد صادق مهدوی خرمی[۲]، غلامرضا منصوری[۳]، هدایت اله درویشی[۴]

۱- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه گلستان

۲- دانشجوی دکتری مدیریت انتقال تکنولوژی و مدیر کل امور زیربنایی معاونت توسعه روستایی ریاست جمهوری

۳- ارشناس سازمان میراث فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری کاخ سعد آباد

۴- دانشجوی دکترا برنامه ریزی آمایش کیفیت محیطی مناطق روستایی و همکار امور آمایش سرزمین سازمان برنامه و بودجه کشور

khodadadmehdi۹۱@yahoo.com

چکیده

ارزیابی توان بوم‌شناختی یکی از ضرورت‌های اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین پیش نیاز اصلی نیل به توسعه پایدار است به شمارمی‌آید که طی آن قابلیت‌های محیط برای توسعه بر پایه نوع کاربری و فعالیت‌ها مختلف مشخص می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین مناسب‌ترین سامانه بهره‌وری اراضی با استفاده از روشAHP و و تکنیک‌های GIS و بهره‌گیری از نرم‌افزار Expert Choice انجام گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد از مجموع سطوح واجد توان برای کاربری توان کشاورزی و مرتعداری، در روش AHP، ۲۳,۸۲ درصد اراضی جزء طبقه نا مناسب، ۲۹,۵۳ درصد اراضی جزء طبقه ضعیف، ۲۰,۵۰ درصد اراضی جزء طبقه متوسط، ۱۲,۰۱ درصد اراضی جزء طبقه مناسب، ۱۴,۱۴ درصد اراضی جزء طبقه بسیار مناسب، می‌باشد.

کلمات کلیدی: توان اکولوژیک، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، GIS، حوضه آبخیز کالآجی، استان گلستان

۱- مقدمه

انسان امروزی برای پیشگیری از فقر و نابودی سرزمین، بایستی همواره با طبیعت حرکت کرده و از سرزمین، به اندازه توان یا پتانسیل تولیدی آن بهره‌برداری کند. علاوه براین، نوع استفاده از زمین را بر اساس توان کاربری سرزمین بنا کند و نیازهای اقتصادی و اجتماعی بشر را با توجه به توان سرزمین برآورد سازد (مخدوم، ۱۳۸۰: ۱۶). بی توجهی به مسئله قابلیت و تناسب اراضی، موجب اختلال در عملکرد صحیح و عادی بسیاری از آبخیزهای جهان شده است (گریگسن و همکاران، ۲۰۰۹). بهره وری مطلوب و مدیریت مناسب منابع تجدیدشونده که ماهیتی دینامیک دارد، نیازمند ارزیابی و طبقه‌بندی توان اکولوژیک محیط و شرایط اقتصادی_اجتماعی جامعه وابسته به آنهاست (مردای و همکاران، ۱۳۹۰). چرا که دستیابی به توسعه پایدار و استفاده بهینه و کارآ از منابع، در گرو شناخت جامع و دقیق از امکانات، توان‌ها و محدودیت‌هایی است که در رسیدن به وضع مطلوب با آن مواجهیم (کیانی و همکاران، ۱۳۸۸). دراین راستا، کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعه‌ی پایدار دارد. توجه به این بخش علاوه بر خودکفایی در تولید موادغذایی و صادرات آن

می‌تواند پاسخگوی مسایل ناشی از افزایش جمعیت کشور بوده و به کاهش مهاجرت روستاییان به شهرها منجر شود. این مسأله مستلزم استفاده از اصول و روش‌های علمی و شناخت توانها و قابلیت‌های محیطی هر منطقه است (اشرفی و همکاران، ۱۳۹۲: ۶۸). در حال حاضر بخش مهمی از نیازهای ملی برای محصولات کشاورزی از طریق واردات تامین می‌شود. سطح تولیدات حاضر بیشتر محصولات، به دلیل شرایط محیطی و به خصوص به دلیل مشکلات و محدودیت‌هایی که در تخصیص منابع به فعالیتهای مختلف وجود دارد (Farhadi Bansouleh, ۲۰۰۹). در واقع پهنه‌بندی مناطق مناسب برای فعالیتهای کشاورزی به کمک فرآیند آمایش سرزمین راهی برای رسیدن به توسعه پایدار به منظور بهره‌برداری مناسب و جلوگیری از تخریب محیط‌زیست است و باید هرگونه برنامه‌ریزی در خصوص استقرار فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و توسعه و عمران ملی و منطقه‌ای با نگرش به استعداد و قابلیت سرزمین و با تفکر آمایشی و اصول پایداری توسعه که همان توسعه متعادل، متوازن و مستمر می‌باشد صورت پذیرد (مخدوم، ۱۳۷۸). امروزه قابلیت‌ها و پتانسیل‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS[1]) در تحلیل زمانی و مکانی داده‌های زمینی بر هیچ کس پوشیده نیست. استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه تناسب اراضی برای یک محصول خاص، الگو توزیع مناسب بودن آن محصول را برای هر واحد نقشه در واحدهای اراضی نشان می‌دهد. سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور را می توان به تنهایی و جدا از یکدیگر در این نوع مطالعات بکار برد. البته استفاده توأم از آن‌ها راندمان مطالعه را دوچندان می‌نماید (سرمدیان و همکاران، ۲۰۰۳). از این رو، هدف اصلی تحقیق حاضر، ارزیابی توان اکولوژیک کاربری‌کشاورزی در حوضه آبخیز کال آجی با تکنیک تلفیقی AHP_GIS می‌باشد.

۲-مبانی نظری

دامنه فرایند آمایش‌سرزمین مسئله‌ای است که در جهان قدمت طولانی دارد و کشورهای هند، استرالیا و هلند جزو پیشگامان این علم هستند به‌طوری‌که برای هر شبکه صد متر در صد متری از سرزمین، برنامه‌ای مشخص جهت بهره‌برداری دارند (مخدوم، ۲۰۰۸). منظور از آمایش‌سرزمین مکانیابی عرصه‌های مناسب برای توسعه کاربری‌های مختلف بر اساس خصوصیات اکولوژیکی آن است. از طرفی استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به علت توانایی‌های آن در تجزیه و تحلیل سیستماتیک اطلاعات می‌تواند راهگشای بسیاری از مشکلات و معضلات در راه انتخاب مکان مناسب برای کاربری‌های مختلف در عرصه‌های منابع‌طبیعی باشد (ملک قاسمی،۲۰۰۳). ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین، مرحله میانی فرآیند آمایش سرزمین و وقت‌گیرترین و مشکل‌ترین مرحله آمایش‌سرزمین است (بازینسکی، ۱۹۸۵: ۶۲). از این رو ارزیابی سرزمین ابزاری برای برنامه‌ریزی راهبردی برای استفاده از سرزمین است (روزیتر، ۱۹۹۶). در تمامی روش‌های ارزیابی توان محیط زیستی، هسته رهیافت بوم‌شناختی موجودیت خود را حفظ کرده است در رهیافت اکولوژیک انسان و محیط زیست هر دو مدنظر قرار دارند (میراب‌زاده، ۱۳۷۴). توسعه و حفظ توازن بوم‌شناختی زمانی محقق خواهد شد که از سرزمین به تناسب قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن استفاده گردد بر این اساس شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین پیش از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حایز اهمیت است. در غیر این صورت استفاده از قابلیت سرزمین به نوعی صورت خواهد گرفت که محدودیت-های طبیعی و اکولوژیک مانع از استمرار فعالیت‌ها شده عملاً بسیاری از سرمایه گذاری‌های انجام شده به هدر خواهد رفت. بنابراین مهم است که بر استعدادهای مختلف چشم اندازها تمرکز کنیم و در این زمینه اشتباه در کاربری‌زمین می‌تواند منابع کل منطقه را به خطر اندازد (نوری، ۱۳۸۹). الگوی نامناسب استفاده از سرزمین و تغییرات شدید در کاربری زمین باعث پیدایش بحران‌های محیط‌زیستی از جمله تخریب و آلودگی منابع آب خاک پیشروی روبه گسترش بیابان‌ها، فرسایش‌خاک، شو ر و اسیدی شدن آن، تهی شدن منابع و کاهش تنوع‌زیستی و استعداد و قابلیت بهره‌وری سرزمین گردیده که با خروج از موارد توسعه پایدار، فعالیت‌های تولید نه تنها نسل‌های‌آینده بلکه نسل فعلی را نیز به شدت تحت‌تأثیر قرار خواهد داد (پرچیانلو و

[1]. Geographic Information System

همکاران، ۱۳۹۲: ۵۸). بنابراین، تمرکز بر استعدادهای مختلف چشم اندازها از اهمیت ویژه ای برخوردار است و در این زمینه اشتباه در کاربری زمین می‌تواند منابع یک منطقه را به خطر اندازد (Smith and Kelly, 2003; Ogden, 2007).

آندرسون[۱](۱۹۸۷)، معتقد است که در تجزیه و تحلیل توان / تناسب اراضی، ارزیابی جامع با کمک مشخصه‌های اکولوژیک می‌باید صورت گیرد. لذا در عصر حاضر توجه ویژه به آمایش سرزمین مدنظر بوده‌است که در این زمینه بخش کشاورزی جایگاه خاصی داشته است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۲۳). چرکه هر منطقه دارای توانمندی‌ها و تنگناهایی در زمینهٔ کشاورزی است. از این رو شناخت و تحلیل آنها می‌تواند در جهت توسعه مؤثر واقع شود و از منابع موجود استفاده مطلوب و مناسب به عمل آید زیرا هر گیاه یا محصول، با شرایط خاصی سازگار می‌باشد که با در نظر گرفتن شرایط لازم، می‌توان به نتیجهٔ مطلوب و متناسب با محیط دست یافت (York, ۲۰۰۵: ۲۷). کاربری کشاورزی[۱] به‌منزلهٔ فعالیتی که به طور تنگاتنگ با محیط سروکار دارد، برای داشتن کارایی بالاتر و تناسب بیشتر با محیط‌زیست، نیازمند شناسایی علمی روزافزون توان محیطی است (محمدی و گیوی، ۱۳۸۰). پهنه بندی اکولوژیکی_کشاورزی[۲] می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی منابع اراضی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر از منابع اراضی مورد استفاده قرار گیرد (FAO,۲۰۰۲). پهنه بندی اکولوژیکی_کشاورزی به عنوان پایه واساس توسعه کشاورزی و الگوی مناسب و با اهمیت برای ارزیابی منابع اراضی، برنامه ریزی و مدیریت بهتر منابع مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از آن فراهم آوردن یک پایگاه جامع و کامل از خصوصیات منابع اراضی از طریق تعیین خصوصیات و مشخص نمودن پتانسیل موجود و ومحدودیت‌های اراضی می‌باشد (FAO,۱۹۹۳). اولین‌بار این واژه توسط فائو در اواسط دهه ۱۹۷۰ میلادی مطرح شد و سپس در سال ۱۹۹۶ به صورت نشریه شماره ۷۶ فائو به‌صورت راهنمای بین المللی در اختیار همگان قرار گرفت (FAO,۱۹۹۶). از این رو، طبقه بندی تناسب اراضی‌کشاورزی بر اساس اطلاعات محلی برای برنامه‌ریزی کاربری اراضی (ارزیابی توان‌اکولوژیک) لازم و حیاتی است (Sicat et al, ۲۰۰۵).

بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای از نوع مسائل چندمعیاره است (Feng and Xu, ۱۹۹۹). چراکه در ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین، ظرفیت بنیادی و طبیعی یگان‌های زیست‌محیطی مد نظر است و هدف از انجام آن رسیدن به یک مطلوبیت نسبی در استفاده از منابع‌طبیعی سرزمین می‌باشد (Reyahi Khoram et al. ۲۰۰۵). یکی از روش‌های ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره است. بیشترین کاربری تحلیل سلسله مراتبی در تصمیم‌گیری چندمعیاره، برنامه‌ریزی، تخصیص منابع و حل مسائل است. قضاوت-های مقایسات زوجی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای زوج‌های عناصر همگون، بکار برده می‌شود (Saaty, ۲۰۰۶). فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازند، مورد استفاده قرار می‌گیرد و تاکنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته‌است (Bertolini, ۲۰۰۶). روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی (SMCDM)، امکان تسهیل ترکیب داده‌های مکانی را برای تصمیم‌گیری و الویت‌بندی در مورد معیارهای تأثیرگذار بر یک مبحث مهم را فراهم می‌سازد. بنابراین کاربرد مدل‌های چندمتغییره مکانی در فرآیند ارزیابی توان زیست‌محیطی سرزمین می‌تواند فضای تصمیم‌گیری آن‌را بهتر و مطلوبتر سازد (Chen et al, ۲۰۰۹). به‌طوری‌که در روش‌های تعاملی تصمیم چند معیاره، قوت شاخص می‌تواند ضعف‌های شاخص-های دیگر را بپوشاند و در واقع وزن کل شاخص‌ها مدنظر است. در این روش‌ها هر گزینه با چند شاخص ارزیابی می‌شود و انتخاب گزینه از طریق تعیین سطح مورد نظر برای معیارها یا مقایسه‌های زوجی معیارها و گزینه‌ها صورت می‌گیرد (عطایی، ۱۳۸۹). در دهه‌های اخیر توجه محققان به سوی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده معطوف شده است (توکلی و احمدی، ۱۳۸۴). تصمیم گیری چندمعیاری، انتخاب گزینه برتر با در نظر داشتن معیارهای بسیار است که بیش از یک معیار سنجش در انتخاب گزینه برتر دخالت دارند. این معیارها می‌توانند کمی یا کیفی، مثبت یا منفی باشند

---

۱. Anderson
۲. Agroecological zoning, AEZ

(Mozayeni,Abdoos &۲۰۰۵). این مدل‌ها توانایی زیادی را برای کاهش دادن هزینه، زمان و بالا بردن دقّت، در تصمیم گیری‌ها دارند (حبیبی، ۱۳۸۶). در این رابطه سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به‌عنوان ابزاری کارامد در برنامه ریزی محیط زیستی، ذخیره، مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی و غیرفضایی را نجام می‌دهد (Burrough and ۱۹۹۸ McDonnell,). از طرفی فرایند وزن‌دهی سیستم قوی تصمیم‌گیری با معیارهای کمی و کیفی است که در ارزیابی سرزمین بسیار مفید است (Ananda and Herath, ۲۰۰۳). بنابراین GIS می‌تواند به عنوان ابزار تحلیلی و پیش بینی برای برنامه ریزی توسعه قبل از استفاده آن در سیمای سرزمین استفاده شود(Burrough,۱۹۸۶). سامانه اطلاعات جغرافیایی ابزار مهمی در برنامه‌ریزی مکانی است (Brail,۲۰۰۱). سامانه اطلاعات جغرافیایی با داشتن خصوصیاتی مانند قابلیت اخذ و تبادل از منابع مختلف، سازماندهی، دریافت و نمایش به هنگام اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده‌های گوناگون و امکان ارائه خدمات چند منظوره، به‌عنوان ابزاری کارآمد در برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه ارزیابی‌های چند عامله مطرح است (کرم، ۱۳۸۴: ۹۵).

۳-پیشینه پژوهش

مندوسا[۱](۱۹۹۷) با ترکیب GIS و تکنیک‌های تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM[۲]) به این نتیجه رسید، که این ترکیب ابزاری را با پتانسیل بالا برای دستیابی به نقشه‌های تناسب‌کاربری و یا انتخاب مکان‌های فعالیت بدست می‌دهد. پررا و ثیلانادراجان[۳](۱۹۹۱)، به مطالعه تناسب اراضی در سریلانکا با استفاده از GIS برای کشاورزی پرداخته‌اند. ساها و پاندی[۴](۱۹۹۶)، به پهنه‌بندی اکولوژیکی-کشاورزی با استفاده از ماهواره IRS-1B و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته‌اند (Sarmadian, ۲۰۰۳). تانیک و همکاران(۲۰۰۳)، در ترکیه ابتدا برای شناسایی منابع، اقدام به جمع‌آوری داده‌های توصیفی نمودند. سپس اقدام به تهیه نقشه‌های پوشش‌گیاهی، خاک، شکل و وضعیت‌زمین در لایه‌های مختلف نموده و نقشه‌ها را با یکدیگر همپوشانی نمودند و به تعیین توان‌اکولوژیکی حوضه‌آبخیز پرداختند. نیلسون[۵] و همکاران(۲۰۰۵)، پهنه‌بندی اکولوژیکی_کشاورزی را برای موز و آناناس با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور انجام دادند. سیکات و همکاران[۶](۲۰۰۵)، با استفاده از دانش کشاورزان، تناسب کشاورزی اراضی آندراپرادش هند را با GIS مدل‌سازی کردند. چن و همکاران[۷](۲۰۰۳)، به‌منظور کاهش فرسایش‌خاک و تعیین نحوه بهره‌برداری، منابع‌آبخیز لس‌پلاتوا چین را براساس پارامترهای زیستی_فیزیکی و اقتصادی و اجتماعی ارزیابی نمودند. کالوگیرو[۸](۲۰۰۲)، با مدل طبقه‌بندی محصولات به روش FAO و داده‌های مربوط به خاک و شرایط‌محیطی اراضی‌کشاورزی ماسدونیای مرکزی[۹] کشور یونان، تناسب اراضی محدوده مورد مطالعه را برای گندم، جو، ذرت، پنبه و چغندر، در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مدل‌سازی نمودند. کالدیز و همکاران[۱۰](۲۰۰۱)، با استفاده از داده‌های آب و هوا و خاک، کشور آرژانتین را به منظور توانایی تولید بالقوه تک کشتی و کشت مضاعف سیب‌زمینی به مناطق مختلف بوم‌شناختی کشاورزی پهنه‌بندی کردند. راجر(۲۰۰۰)، در قالب تحقیقی با نام «تعیین نواحی مستعد برای کشت کلزا در ایالت نویز کانادا با GIS» به ارائه مدلی برای تعیین نواحی مناسب کشت کلزا و ارزیابی محصولات کشاورزی در ایالت ایلی نویز کانادا پرداخت. سیتا پریا[۱۱](۲۰۰۴)، برای پهنه‌بندی محصول گندم دیم در کشور هند از عوامل و عناصر آب و هوایی نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب، نوع خاک، بار ش و دمای هوا استفاده کرده و به این

۱. Mendoza
۲. Multi Criteria Decision Making
۳. Perera. and Thillanadarajan
۴. Saha and Pande
۵. Nilsson
۶. Sicat, et al.
۷. Chen, et al.
۸. Kalogirou
۹. Central Macedonia
۱۰. Caldiz, et al
۱۱. Syta Pryia

نتیجه رسیده است که توزیع بارش ماهانه و ارتفاع منطقه، عامل مؤثری در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم می باشد. Sante- Riveira و همکاران (۲۰۰۸)، با کمک سامانه پشتیبان برنامه‌ریزی بر اساس GIS مکان‌یابی کاربری اراضی روستایی را در ناحیهٔ اسپانیا انجام دادند. کارلوس[۱](۲۰۰۵)، پهنه‌بندی اقلیمی_کشاورزی را برای محصول برنج با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک انجام دادند. با محاسبه میزان بیوماس محصول و بدست آوردن شاخص‌های اقتصادی طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۴ اقدام به ارزیابی اقتصادی برای هر پهنه نمودند و میزان سود دهی را برای هر ناحیه بدست آوردند. بگلی[۲](۲۰۰۳)، اقدام به پهنه‌بندی اکوبوژیکی_کشاورزی در کشور ایتالیا نمودند. حسین[۳]و همکاران(۲۰۰۷)، از روش ارزیابی چندمعیاره با کمک سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی برای طبقه‌بندی تناسب‌اراضی در بنگلادش استفاده کردند. Murayama و Thapa (۲۰۰۷)، ارزیابی اراضی پسکرانهٔ شهری را برای کاربری کشاورزی با استفاده از دو تکنیک AHP و GIS در ویتنام انجام دادند. رحمان و ساها (۲۰۰۸)، با استفاده از سامانه اطلاعات‌جغرافیایی، سنجش از دور و فرایند تحلیل سلسله مراتبی به تدوین الگو کشت مناسب برای منطقه سیل خیز بوگرا[۴]در بنگلادش پرداختند. ارشمیدوس[۵]و همکاران(۲۰۰۹)، در مطالعه‌ی خود با بکارگیری سیستم استنتاج فازی دریک رویکرد تلفیقی با GIS به ارزیابی توان کشاورزی حوضه آبخیز بنگال غربی پرداخت. در این تحقیق جهت ارزیابی توان کشاورزی از دو روش ترکیب خطی وزنی و روش ترکیبی یاگر استفاده گردید. نتایج حاصل از ادغام سیستم استنتاج فازی با GIS حاکی از توانایی این روش در بررسی مقدار زیادی از اطلاعات و همچنین مفید-بودن جهت ارزیابی توان اکولوژیکی‌کشاورزی است. چن[۶]و همکاران(۲۰۱۰)، بررسی جامعی را برای تناسب‌بندی استان هنان در چین جهت کشت تنباکو بر پایه GIS و AHP انجام دادند. سامانتا[۷]و همکاران(۲۰۱۱)، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، استان موروبه در گینه‌نو را جهت کشت برنج پهنه‌بندی کردند.

بابایی واونق(۱۳۸۵)، در ارزیابی توان توسعه وآمایش حوضه آبخیزپاتکو ، به این نتیجه رسیدند که بیشترین مساحت منطقه ۳۳ درصد مربوط به کاربری مرتع‌داری و کاشت دیم باتوان درجه ۱ و ۲۵ درصد اگروفارستی است. میرداودی و همکاران (۱۳۸۷)، به بررسی توان اکولوژیک استان‌مرکزی از نظر کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته‌اند. فلاح میری و همکاران (۱۳۸۷)، در پژوهای به‌عنوان پهنه‌بندی توان اکولوژیک حوزه معرف کسیلان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرفیایی به این نتیجه رسیدند که منطقه مورد مطالعه براساس مدل اکولوژیک فاقد توان برای کاربری کشاورزی می‌باشد. کیانی و همکاران (۱۳۸۸)، به ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعدکشاورزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در بخش مرکزی شهرستان‌کیار اقدام کرده و با استخراج یگان‌های زیست‌محیطی و سنجش آن‌ها با مدل اکولوژیک، مناطق مستعد برای کاربری‌کشاورزی تعیین کردند. محبی و غلامی(۱۳۸۸)، با بهره‌گیری از قابلیت تحلیل سیستمی سامانه اطلاعات جغرافیایی به آمایش حوضه آبخیز تیل‌آباد گلستان پرداختند. سرمدیان و همکاران - (۱۳۸۸)، در پژوهشی به پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه تاکستان، با روش FAO، ۲۷ واحد اکولوژیکی_کشاورزی تعیین کرده‌اند. کرمی و همکاران(۱۳۸۹)، به پهنه‌بندی حوضه آبخیز بابل‌رود برای کاربری کشاورزی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته و نتایج نشان داد که منطقه توان درجه یک کشاورزی ندارد. نوری و همکاران(۱۳۸۹)، به ارزیابی توان اکولوژیک برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی را به روش تجزیه و تحلیل‌سیستمی در محیط GIS انجام دادند. کریمی و همکاران(۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای تحت عنوان مدل‌سازی توان اکولوژیکی سرزمین، به ارزیابی توان اکولوژیکی برای طبقات مختلف کشاورزی، مرتع و توسعه شهری، روستایی و صنعت

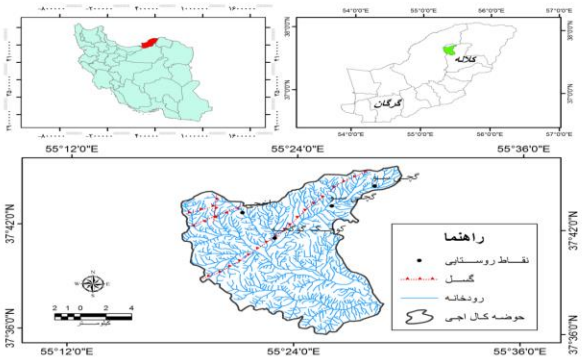
۱. Carlos
۲. Bagli
۳. Hossain
۴. Bogra
۵. Reshmidevi
۶. Chen
۷. Samanta

پرداختند. جوانمردی و همکاران(۱۳۹۰)، به ارزیابی چند معیاره تناسب اراضی برای کاربری کشاورزی در منطقه قزوین با اجرای مدل‌مخدوم در محیط سامانه اطلاعات‌جغرافیایی (GIS) و تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداختند. نوروزی‌آوررگانی و همکاران (۱۳۸۹)، به ارزیابی توان‌های محیطی توسعه کشاورزی ناحیه چغاخور، شهرستان بروجن پرداخته و به نتیجه رسیدند که اکثر سطح منطقه از توان کشاورزی درجه یک برخوردار می‌باشد. احمدی‌میرقائد و همکاران(۱۳۹۱)، به بررسی توسعهٔ کاربری‌کشاورزی فاریاب با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در حوزه آبخیز سد قشلاق، غرب ایران در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته و نتایج نشان داد که کمتر از ۱۰ درصد از کل مساحت منطقه توان مطلوب برای توسعه کاربری کشاورزی فاریاب را دارد. مطیعی‌لنگرودی و همکاران (۱۳۹۱)، به مدل سازی توان اکولوژیک سرزمین با رویکرد توسعه کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش Fuzzy AHP در محیط GIS در شهرستان مرودشت پرداخته‌اند. همچنین در پژوهشی دیگر، نصیری و همکاران(۱۳۹۱)، به پیاده سازی مدل اکولوژیکی‌کشاورزی منطقهٔ مرودشت - با رویکرد تلفیقی PROMETHEE II و Fuzzy AHP در محیط GIS اقدام کرده‌اند. کاظمی پشت‌مساری و همکاران (۱۳۹۱)، به پهنه‌بندی زراعی- بوم شناختی اراضی‌کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اقدام کرده و نتایج نشان داد که ۲۱/۳۴ و ۳۵/۰۴ درصد از اراضی استان برای تولید کلزا به ترتیب بسیار مستعد و مستعد هستند. مکانیکی و همکاران(۱۳۹۲)، درپژوهشی امکان‌سنجی کشت‌کلزا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان ایذه پرداخته و با به کار گرفتن مدل AHP، اراضی منطقه به پنج طبقه تقسیم شد و به‌طوری‌که ۴۰ درصد اراضی برای کلزا دارای شرایط ایده‌آل و مساعدی می‌باشد. کرمی و حسینی نصر(۱۳۹۲)، به ارزیابی توان اکولوژیک حوضه‌آبخیز بابل‌رود جهت کاربری مرتع‌داری با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته و نتایج نشان داد که ۷۸/۹۴ درصد از سطح منطقه برای مرتع‌داری فاقد توان است. کاظمی و همکاران(۱۳۹۲)، به پهنه‌بندی اراضی استان گلستان برای کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اقدام کرده و اراضی استان را در چهار طبقه (بسیارمستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و غیر مستعد) تقسیم کرده و ۲۷/۵۹ و ۲۷/۳۵ درصد از اراضی درجهت تولید سویا در پهنه‌های بسیارمستعد، مستعد قرار دارند. فال‌سلیمان و همکاران(۱۳۹۲)، با مقایسه کارآیی روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه AHP و TOPSIS به تعیین نواحی مستعد کشت محصول پسته در دشت مختاران شهرستان بیرجند با کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که روشAHP کارآیی بیشتری در مکانیابی نواحی مستعد کشت محصولات-کشاورزی برخوردار است. کریمی و همکاران(۱۳۹۲)، به مدلسازی سطح مورنیاز محصولات کشاورزی با استفاده از روش برنامه-ریزی چند هدفه و GIS در استان اصفهان پرداختند.

۴-مواد و روش‌ها

-معرفی منطقه مورد مطالعه :

محدوده مورد مطالعه شامل حوضه آبخیز کال‌آجی درشمال شهرستان کلاله بین طول جغرافیایی ۱۷ و ۵۵ تا ۳۰ و ۵۵ شرقی و عرض‌های ۳۵ و ۳۷ تا ۴۶ و ۳۷ شمالی واقع شده است. در حوضه آبخیز کال‌آجی روستاهای اوقچی بزرگ، اوقچی کوچک، گچی‌سوپائین، گچی‌سو بالا و قره قرناو قرار دارند که در آن روستاهای قره قرناو، گچی سو بالا و گچی سو پائین در زیر حوزه شماره یک و روستای اوقچی کوچک در زیر حوزه شماره دو و روستای اوقچی بزرگ در زیرحوزه شماره ۳ واقع هستند و در زیر حوزه‌های ۴و۵و۶و۷ را زمین زراعی محدوده قشلاقی برخی دامداران، عشایر کرد و مراتع شامل می‌شود. (گزارشات حوضه آبخیز کال‌آجی، اداره کل منابع طبیعی استان گلستان، ۱۳۸۴).



شکل شماره ۱- نقشه موقعیت حوضه آبخیز کال آجی

-روش انجام پژوهش

روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

اولین‌بار توسط ساعتی[۱]در سال ۱۹۸۰ ابداع شد. فرایند (AHP) فرایند تحلیل سلسله مراتبی تحلیل سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مساله (فقط یک عنصر) و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند. در این الگو عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه می‌شوند تا با تلفیق وزن آن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص شود. فرایند تحلیل سلسله مراتبی شامل چندین مرحله است: ایجاد درخت سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی، محاسبه وزن اجزاء ساختار و گزینه‌ها و اندازه گیری شاخص سازگاری (قدسی پور، ۲۰۱۰). در این روش کارشناسان و افراد خبره قضاوت‌های مقایسه‌ای زوجی ساده‌ای را از طریق سلسله مراتب ایجاد شده تا رسیدن به اولویت‌هایی برای تمامی گزینه‌ها انجام می‌دهند (کرتی، ۲۰۰۱).

جدول شماره ۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

عددی مقدار	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهمتر و یا کاملاًمطلوبتر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۸ و ۶، ۴، ۲	ترجیحات بین فواصل فوق

مأخذ: (قدسی پور، ۲۰۱۰).

در فرآیند آمایش سرزمین شامل استفاده از مدل‌های ریاضی در ارزیابی توان اکولوژیکی و بکارگیری روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[۲]) در تعیین وزن و اهمیت نسبی با نرم‌افزارهای GIS است (اونق و همکاران، ۱۳۸۵). این روش که از مهم‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM[۳]) است، اولین‌بار توسط توماس ساعتی (۱۹۸۰) برای تخصیص منابع

۱. Saaty
۲. Analytical Hierarchy Process
۳. Multiple Criteria Decision Making

کمیاب و نیازهای برنامه‌ریزی معرفی شد (Saaty, ۱۹۹۴). امرزوه در حوزه‌های مختلفی از جمله مدیریت منابع‌طبیعی محبوبیت فراوانی دارد (Malczewski, ۲۰۰۴). از طرفی GIS ابزار قدرتمندی در آنالیزهای آمایش‌سرزمین می‌باشد (Loi & Tuan, ۲۰۰۸) که با تلفیق AHP و GIS مزیت‌های بسیاری در جهت مکانیابی و پهنه‌بندی برای انواع کاربری‌ها و ارزیابی‌های زیست‌محیطی بدست می‌آید که می‌توان از این طریق مناطق مناسب و نامناسب به‌منظور فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی را تعیین نمود (فرجی‌سبکبار، ۱۳۸۴). دراین مطالعه به منظور تعیین توان منطقه برای کشاورزی از روش AHP استفاده شد. AHP یک روش مؤثر و سودمند برای حل مسائل چندمعیاره است که از یک ساختار سلسله مراتبی برای نشان دادن مسئله و حل بهتر آن و بعد الویت‌بندی می‌کند (Toledo & Aceves, ۲۰۱۱). این فرایند، گزینه های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده، امکان تحلیل حساسیت بر معیارها و زیر معیارها را دارد. از دیگر مزایای مهم این فن، آشکارسازی میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم‌گیری، شناسایی و اولویت عناصر تصمیم‌گیری است (بیگلو، ۱۳۸۷: ۵). با وجود مزایای زیاد روش تحلیل سلسله مراتبی اشکالاتی مانند ابهام در معنای اهمیت نسبی یک عنصر از سلسله مراتب، تصمیم به هنگام مقایسه با عنصر دیگر، تعداد مقایسه‌ها در مسائلی با اندازه بزرگ و استفاده از مقیاسی در دامنه بین ۱ تا ۱۱ در این روش وجود دارد (پرهیزکار، ۱۳۸۵: ۳۷۲). این روش طی سه مرحله ۱) ساختن سلسله مراتب که مهم‌ترین قسمت فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد (Cimren, ۲۰۰۷)، ۲) تعیین ضریب اهمیت معیارها و شاخص‌ها با روش مقایسه‌زوجی و ۳) بررسی سازگاری قضاوتها با توجه به درصد سازگاری (Saaty, ۱۹۸۰).

جدول ۲- متغیرهای به کار گرفته شده در مدل اکولوژیک و طبقه بندی آن‌ها

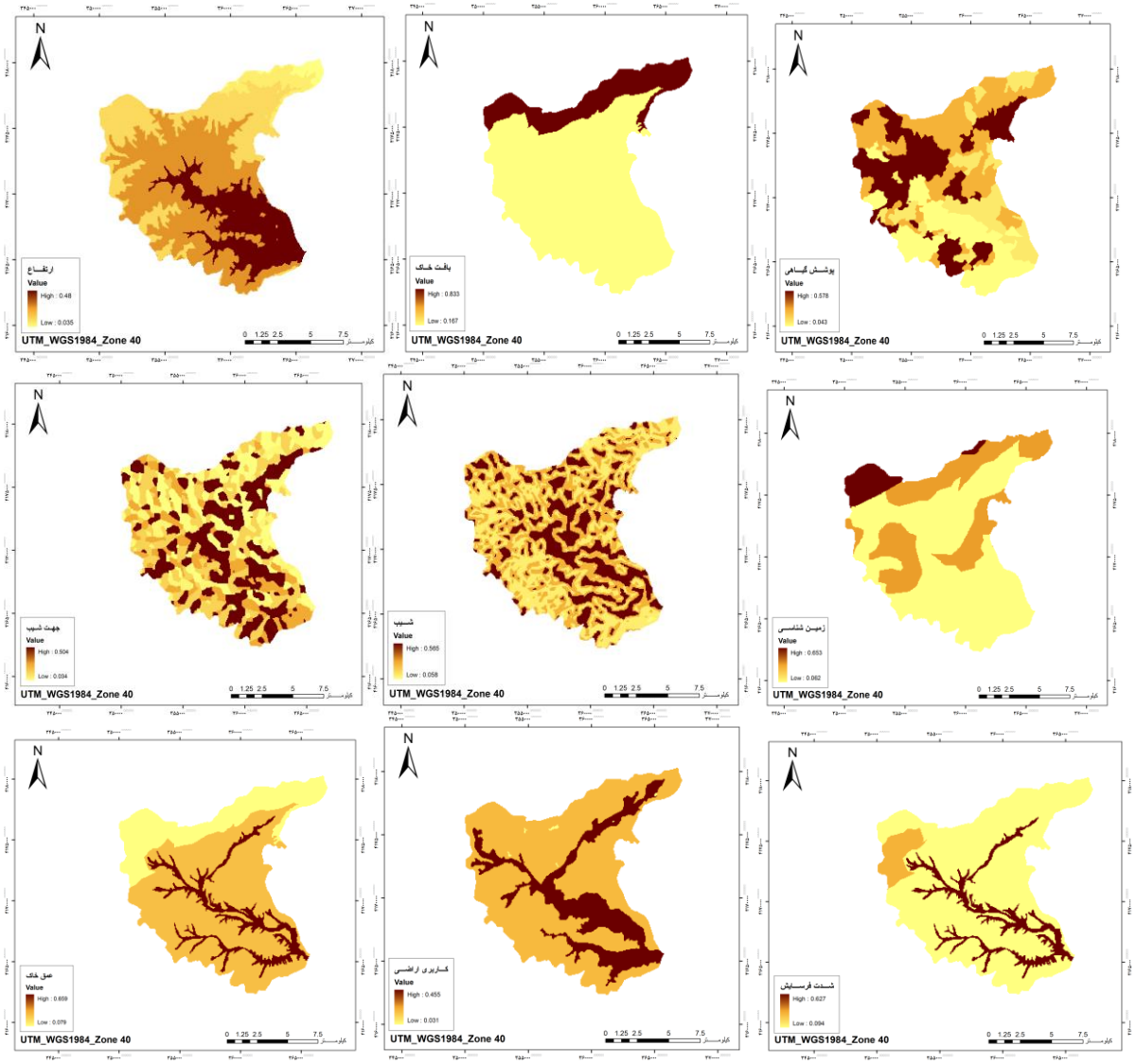
متغیرهای اصلی	طبقه زیرمتغیر	۱	۲	۳	۴	۵
فیزیوگرافی	شیب(درصد)	۰-۵	۵-۱۲	۱۲-۲۵	۲۵-۴۰	-
	ارتفاع از سطح دریا	کمتر از ۳۰۰	۳۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۶۰۰	**بیش از ۶۰۰**
	جهت جغرافیایی	هموار	شمالی	شرقی	جنوبی	غربی
پوشش گیاهی	پوشش تاجی(درصد)	بیش از ۷۰	۵۰-۷۰	۲۰-۵۰	کمتر از ۲۰	-
زمین شناسی	زمین شناسی	ماسه سنگ	شیل	مرداب	-	-
خاک شناسی	بافت خاک	سیلتی کلای لوم	سیلتی لوم	-	-	-
	عمق خاک(cm)	کم عمق تا نیمه عمیق	کم عمق	بسیار کم عمق	-	-
	فرسایش خاک	متوسط	زیاد	بسیار زیاد		
کاربری اراضی	کاربری اراضی	زراعت	مرتع	اراضی لخت	سد	روستا

مأخذ: (مخدوم، ۱۳۸۵؛ یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵).

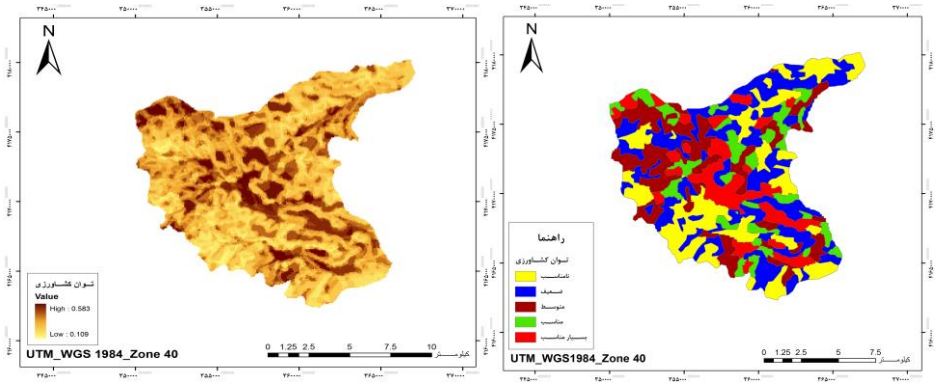
۵-بحث ونتیجه گیری

در این تحقیق ابتدا با استفاده از مقالات علمی، منابع کتابخانه‌ای، دانش بومی، و نظرات کارشناسی، پارامترهای۱۰ گانه (شیب (درصد)، ارتفاع از سطح‌دریا، جهت‌جغرافیایی، پوشش تاجی(درصد)، زمین‌شناسی، بافت‌خاک، عمق‌خاک (cm)، فرسایش‌خاک،کاربری اراضی، مشخص و اهمیت نسبی هر یک با استفاده از نرم‌افزار (Expert Choose) تعیین شد. پس از

وزن‌دهی و قبل از به کارگیری وزن‌ها، باید از سازگاری مقایسات اطمینان یافت و نرخ سازگاری محاسبه گردد. در تحلیل شاخص سازگاری، چنانچه این مقدار، کمتر از ۱/۱ باشد، مقایسات از سازگاری قابل قبولی برخوردار است.



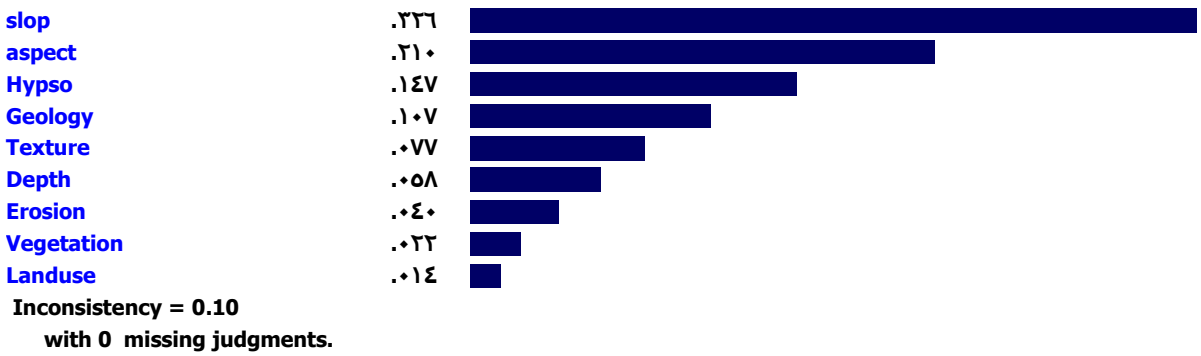
شکل شماره ۳– مجموعه عناصر بکاررفته برای پهنه بندی با روش AHP



شکل شماره۴–پهنه بندی کشاورزی با روش AHP

دول شماره ۳– پراکندگی توان کشاورزی در حوضه آبخیز کال آجی با روش AHP

	درصد مساحت	مساحت	طبقه	کلاس
AHP	۲۳,۸۲	۴۰۰۶۶۹۵۱,۱۷	نامناسب	۱
	۲۹,۵۳	۴۹۶۸۴۲۵۰,۹۶	ضعیف	۲
	۲۰,۵۰	۳۴۴۸۴۵۴۷,۱۵	متوسط	۳
	۱۲,۰۱	۲۰۲۱۲۰۳۶,۱۷	مناسب	۴
	۱۴,۱۴	۲۳۷۹۰۱۵۹,۲۹	بسیار مناسب	۵
	۱۰۰			



شکل شماره ۵– مقادیر وزن و نرخ ناسازگاری برای ۹ طبقه اصلی

منابع:

۱. احمدی میرقائد، فضل الله و همکاران(۱۳۹۱)، توسعه کاربری کشاورزی فاریاب با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سد قشلاق، غرب ایران)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال سوم، شماره۴، زمستان.

۲. اشرفی، علی و همکاران(۱۳۹۲)، ارزیابی توانهای اکولوژیکی و پهنه‌بندی کشت عناب در استان خراسان جنوبی، فصلنامه آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره هفتم، بهار، ص ۶۸-۸۵.

۳. بابایی، علیرضا و اونق، مجید(۱۳۸۵)، ارزیابی توان توسعه و آمایش حوضه آبخیز پشتکوه، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره ۱.

۴. بیگلو، جعفر و زهرا مبارکی(۱۳۸۷)، سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران بر اساسروش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶.

۵. پایگاه داددهای علوم زمین ایران/ http://ngdir.ir

۶. پرهیزکار، اکبر و عطا غفاری گیلانده(۱۳۸۵)،سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، یاچک مالچفسکی، انتشارات سمت.تهران،

۷. جوانمردی، سعیده و همکاران(۱۳۹۰)، ارزیابی چند معیاره تناسب اراضی برای کاربری کشاورزی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: منطقه قزوین)، فصلنامه پژوهش‌های محیط زیست، سال دوم، شماره ۴، پاییز و زمستان، ص ۵۱-۶۰.

۸. چهرازی، الیاس(۱۳۸۹)، پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت انگور به روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS (مطالعه موردی: بخش مرکزی کاشمر)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه بیرجند.

۹. راجر، الکس(۲۰۰۰)، تعیین نواحی مستعد برای کشت کلزا در ایالت ایلی نویز کانادا، طرح پژوهشی دانشگاه تورنتو.کانادا.

۱۰. رسولی، علی‌اکبر و همکاران(۱۳۸۴)، نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از GIS (مطالعه‌ی موردی: استان اردبیل)، مجله جغرافیا و توسعه.

۱۱. سرمدیان، فریدون وهمکاران(۱۳۸۸)، پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه تاکستان، فصلنامه تحقیقات آب وخاک ایران، سال دوم، شماره ۴۰، ص ۱۰۴-۹۳.

۱۲. شیدای کرکج، اسماعیل و همکاران(۱۳۹۱)، بررسی توان توسعه اکولوژیکی و آمایش حوضه آبخیز قوری‌چای استان گلستان با روش کیفی قیاسی، فصلنامه حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی، جلد اول، شماره چهارم، ص ۱۷-۲۹.

۱۳. صادق و باقرزاده چهارجویی(۱۳۹۱)، ارزیابی توان اکولوژیک دشت سفیدسنگ فریمان برای کاربریهای کشاورزی و مرتع‌داری به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP بااستفاده از نرم‌افزارهای GIS & Expert Choice، مجموعه مقالات سومین همایش‌ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک.

۱۴. صادقی، حجت‌اله(۱۳۹۰)، پهنه‌بندی توان اکولوژیکی کشاورزی شهرستان ایذه برای کشت کلزا با سامانه اطلاعات جغرافیایی، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند.

۱۵. فلاح میری، حمید(۱۳۸۵)، پهنه‌بندی توان اکولوژیک کشاورزی حوزهٔ معرف کسیلیان با سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد زراعت دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه مازندران. ساری.

۱۶. قدسی‌پور، سیدحسن(۱۳۸۱)، مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره: فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. تهران،

۱۷. کاظمی پشت مساری، حسین و همکاران(۱۳۹۱)، پهنه‌بندی زراعی- بوم شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد پنجم، شماره اول، بهار، ص ۱۳۹-۱۲۳.

۱۸. کاظمی،حسین(۱۳۹۲)، پهنه‌بندی زراعی_بوم شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جولخت بر اساس منطق بولین، نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ششم، شماره چهارم، زمستان، ص ۱۸۵-۱۶۵.

۱۹. کرمی، امید و همکاران(۱۳۸۹)، پهنه‌بندی حوضه آبخیز بابلکنار برای کاربری کشاورزی با استفاده از (GIS)سامانه اطلاعات جغرافیایی، اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، اصفهان.

۲۰. کیانی، صدیقه و همکاران(۱۳۸۸)، ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS (بخش مرکزی شهرستان کیار)، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره پیاپی ۳۷، شماره۱، بهار، ص ۴۶-۳۳.

۲۱. مخدوم، مجید و همکاران(۱۳۸۰)، ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران.

۲۲. مخدوم، مجید(۱۳۸۵)، شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران.

۲۳. مدیریت مرکز تحقیقات آبخیزداری و مرتع‌داری استان گلستان، ۱۳۹۳.

۲۴. مکانیکی، جواد وهمکاران(۱۳۹۲)، امکان سنجی کشت کلزا در شهرستان ایذه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری_منطقه‌ای، شماره ۸، پاییز، ص ۱۱۴-۱۰۱.

۲۵. میرداودی، حمیدرضا و همکاران(۱۳۸۷)، بررسی و تعیین توان اکولوژیک استان مرکزی از نظر کشاورزی و مرتع داری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره۲، ص ۲۴۲-۲۵۵.

۲۶. نصیری، حسین و همکاران(۱۳۹۱)، پیاده سازی مدل اکولوژیکی کشاورزی با رویکرد PROMETHEE II و Fuzzy AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهرستان مرودشت)، فصلنامه محیط شناسی، سال ۳۸، شماره ۳، پاییز، ص ۱۰۹-۱۲۲.

۲۷. نصیری، حسین و همکاران(۱۳۹۱)، مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین از منظر کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش Fuzzy AHP در محیط GIS، (مطالعه موردی: شهرستان مرودشت)

۲۸. Anderson, L.T.(1987), Seven methods for calculating land capability/suitability. Planning Advisory Service (PAS) Report No. 402.

۲۹. Aronoff, S. (1989), GIS a Management Perspective.WDLPublications, Ottawa, Canada.

۳۰. Bagli, S., Terres JM., Gallego, J., Annoni, A. and Dallemand, J.F, (2003), Agro-Pedo- Climatological Zoning of Italy.

۳۱. Basinski, J.J.,(۱۹۸۵), □□□□ □□□□□□□□□□□, □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□, □□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ and management Ed (J.J. Basinski and K.D. Cocks) Csiro Canberra: 59-65.

۳۲. Baskent, E. Z., & Keles, S., (2005), Spatial forest planning: A review, Ecological modelling 188: 145–۱۷۳ □.

۳۳. Bertolini M, Braglia M, (2006), Application of the AHP methodology in making proposal for a public work contract, 17 January.

۳۴. Birkin, M.; Clarke,G.; Clarke,M.&Wilson, A,(1996), Intelligent GIS. Locations decisions and strategic planning. Cambridge, UK: Geoinformation International.

۳۵. Birnie, R.V., Aitkenheade, M., lumsdon, P., Miller, D.R., & Towers, W.,(۲۰۰۴), □□□□□□□□ □□□□ □□ remote sensing for land resource assessment in Scotland, RSPSoc conference, Macaulay land use research institute.

۳۶. Brail, R. and R. klosterman, (2001), Planning support systems: integrating Geographic Information systems, models, and visualization tools. USA: ESRI- press.

۳۷. Burrough, P. A. & McDonnell, R. A,(1998), Principles of Geographical Information Systems.Oxford University Press, New York. 333 PP.

۳۸. Burrough, P.A. 1986. Principles of Geographic Information System for Land Resources Assessment. Oxford University Press, New York.

۳۹. CarlosM.F.,Carlos,S.,-Lannac,-A.C.andFreitas, J.A,(2005), WandereConference on International Agricultural Research for Development, October.11-13.

۴۰. Chen, H.S., Liu, G.S., Yang Y.F., Ye, X.F. and Shi, Z, (2010), Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS. Agri. Sci. China. 9:583-592.

۴۱. Food and Agriculture Organization, (1996), Guidlines: Agro-ecological zoning. FAO Soils Bulletin 73. Rome, FAO.

۴۲. Food and Agriculture Organization, (2002), Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21 st century. Land and Water Digital Media Series 21. FAO, Rome.

۴۳. Food and Agriculture Organization,(۱۹۹۳),Guidlines:Agro-ecological assessment for national planning: the example of kenya. FAO Soils Bulletin 67. Rome, FAO.

۴۴. Kirti, H.S. (2001), Evaluation of group decision making methods. Available online at: www.expertchoice.com.

۴۵. Makowski, alex,(2006), Multi object decision support including sensitivity analysis , Encylopedia of life support ,EOLSS publishers.

۴۶. Manchanda, M.L., Kudrat, M. & Tiwari, A.K.,(۲۰۰۲), □□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ sensing, Tropical ecology 43: 61-74 p.

۴۷. Nilsson, E. and Svensson, A, (2005), Agro-Ecological Assessment of Phonxay District, Louang Phrabang Province, Lao PDR, Physical Geography and Ecosystems Analysis Lund University.

۴۸. Patil, A., K. Prathumchai, L. Samarakoon, & K. Honda, (2001), Evaluation of Land Utilization for Regional Development a GIS Approach, 22 nd Asian Conference on Remote Sensing, (ACRORS), Thailand, 58-82.

۴۹. Phua, M. H., & Minowa, M., (2005),A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale, Malaysia, Landscape and urban planning 71: 207–2۲۲ □.

۵۰. Rahman, R., and Saha, S.K,(۲۰۰۸), □□□□□□ □□□□□□□, □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ (□□□□) □□□ analytical hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a flood prone area. J. Spatial Sci. 53: 161-177.

۵۱. Randhir , Sing , Anil Rai ,and Prachi Misra, (2004),Use of GIS for sampling designs foragricultural surveys , International conferencemap ,India.

۵۲. Reshmidevi, T.V., T.L Eldho and R. Jana, (2009), A GIS-integrated fuzzy rule-based inference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds, Agricultural Systems, 101: 101–1۰۹.

۵۳. Saha, S.K. and Pande, L.M, (1996), Agro-ecological zoning using satellite remote sensing and GIS based on integrated approach - a case study of Doon Valley, India. Proc. INDO-US Symposium - Workshop on Remote Sensing and its Applications, IIT, Mumbai.

۵۴. Sante- Riveira, I.; Crecente- Maseda, R. & Miranda- Barros, D, (2۰۰۸), □□□- based planning support system for rural land- use allocation, Computers and Electronics in Agriculture 63.

۵۵. Tanik, A., D.Z. Seker, M.J.Gurel, Karagoz, A. Erturk, & A. Ekdal, (2003), Towards Integrating Land-Based Information for Watershed Modeling in a Coastal Area via GIS, Diffuse Pollution Conference Dublin, 132-146.

۵۶. York, George(edit of version by tomas kayer, (2005), ABC´S of Home -Cured, Green – Ripeolives. Universityof California, AgriculturalSciences Publications, Leaflet 21131. California .