نشریه مرتعداری
سال دوم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://jrm.gau.ac.ir

# تعیین شایستگی مرتع برای چرای گوسفند با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره Fuzzy-AHP (مطالعه موردی: مرتع فورگ درمیان، خراسان جنوبی)

***شعله قلاسی مود[۱]، هادی معماریان[۱] و راضیه مودی[۲]**

[۱] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند،

[۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۹/۲۵

**چکیده**

یکی از مشکلات اساسی اراضی مرتعی این است که از مراتع بر اساس پتانسیل و شایستگی آنها استفاده نمی شود و این استفاده نادرست منجر به تخریب بیش از حد مراتع شده است. شایستگی مرتع عبارت است از حالتی که بتوان از مرتع به عنوان چرای دام در طی سالیان دراز استفاده کرد بدون اینکه به منابع پوشش گیاهی و خاک آن صدمه‌ای وارد شود. تعیین شایستگی مرتع یکی از مهمترین عوامل مدیریت اراضی مرتعی به شمار می‌رود. در این تحقیق شایستگی مراتع منطقه فورگ در میان برای چرای گوسفند با بکارگیری سه فاکتور تولید علوفه، منابع آب و حساسیت به فرسایش مورد بررسی قرار گرفت. در این روش نقشه‌های مورد نظر پس از تهیه با روش فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی امتیازبندی گردید. نقشه نهایی به کمک تکنیک ترکیب خطی وزنی استخراج شد. براساس نتایج بدست آمده از مهمترین عوامل کاهش دهنده شایستگی مرتع در این منطقه می‌توان به تولید علوفه کم به سبب خشکسالی‌های مستمر سال‌های اخیر، پستی و بلندی، شیب زیاد، عمق کم خاک و فرسایش اشاره نمود. در مجموع نتایج به دست آمده نشان دهنده توانایی روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در تولید نقشه‌های شایستگی منطبق‌تر بر واقعیت زمینی است.

***واژه‌های کلیدی***: شایستگی مرتع، تولید، فرسایش، Fuzzy-AHP، GIS

* مسئول مکاتبه: sgholasimod@birjand.ac.ir

**مقدمه**

یکی از مشکلات اساسی اراضی مرتعی این است که از مراتع بر اساس پتانسیل و شایستگی آنها استفاده نمی‌شود و این استفاده نادرست منجر به تخریب بیش از حد مراتع شده است. مقدم (۱۹۹۸) معتقد است که شایستگی مرتع عبارت است از حالتی که بتوان از مرتع به عنوان چرای دام استفاده کرد و این امر، استفاده مرتع در سال‌های آتی را محدود نکرده، می‌توان سالیان دراز از مرتع استفاده کرد بدون اینکه به منابع پوشش گیاهی و خاک آن و یا مناطق مجاور صدمه‌ای وارد شود. ارزانی (۲۰۰۳) تعریف شایستگی مرتع را همان تعریف مقدم دانسته ولی معتقد است که در تعریف شایستگی مرتع بایستی تجدید نظر گردد. زیرا از مراتع فقط برای چرا و پرورش دام استفاده نمی‌شود و باید به مزیت‌ها و دیگر جنبه‌های استفاده از مراتع نیز توجه شود. فائو (۱۹۹۱) شایستگی مرتع را توانایی استفاده از سرزمین برای یک نوع بهره‌برداری مرتعی با در نظر گرفتن استفاده پایدار از اراضی می‌داند. بررسی خصوصیات و کیفیت اراضی نشان می‌دهد که در تعیین شایستگی مرتع سه فاکتور حساسیت به فرسایش، منابع آب و تولید علوفه مؤثر می‌باشند.

امروزه روش‌های متعددی برای آنالیز آسیب‌پذیری زیست محیطی مراتع و تعیین شایستگی آنها بکار برده می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۱۵). اگرچه شاخص شایستگی سرزمین (LSI[1]) یک سیستم ارزیابی یکپارچه و سلسله مراتبی از تناسب ارضی را ارائه می‌دهد، اما هنوز قادر به بیان ویژگی‌های غیرخطی شایستگی سرزمین نیست (شاو و همکاران، ۲۰۱٦). بدین منظور محققان از روش‌های مختلفی در تعیین شایستگی مراتع بهره گرفته‌اند. به عنوان مثال پنگ‌کم (۲۰۰٤) در تحقیقی شایستگی اراضی بککان در شمال ویتنام را با استفاده از روش فائو و مطالعه‌ی عوامل اقلیمی، توپوگرافی، زمین شناسی، خاک، منابع آب و تولید؛ تعیین و طبقه‌بندی نمود و مهمترین عامل محدود کننده شایستگی اراضی را شیب زیاد دانست. کومار و شارما (۲۰۰٦) در تحقیقی در اراضی مرتعی بیابانی هند، نقشه شایستگی تولید علوفه را تهیه و استفاده از گونه‌های گیاهی بومی و مقاوم به خشکی را توصیه نمودند. یوسفی (۲۰۰۵) در تعیین شایستگی مراتع برای چرای گوسفند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه طالقان نتیجه گرفت که از میان خصوصیات فیزیکی، شیب، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش و ارتفاع و از میان خصوصیات پوشش گیاهی درصد پوشش گیاهی، تولید علوفه،

1. Land Suitability Index

ترکیب گیاهی، وضعیت و گرایش مرتع به صورت توأمان در تعیین شایستگی مراتع منطقه تأثیر دارند. وی بیان کرد که محدود کننده‌ترین عوامل در تعیین شایستگی مراتع منطقه شیب زیاد، تبدیل مرتع به دیمزار و رها کردن آن، چرای زودرس، وجود سنگ‌های حساس به فرسایش و کم بودن درصد پوشش گیاهی می‌باشند و نیز از سوی دیگر زیاد بودن پوشش سطحی شامل پوشش گیاهی، سنگ و سنگریزه، تعدد منابع آب دائمی، پراکنش مناسب منابع آب و حضور گیاهان چند ساله از جمله عوامل مؤثر در افزایش درجه شایستگی مراتع منطقه می‌باشند. سعادت فر و همکاران (۲۰۰۵) از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مقایسهٔ روش‌های برآورد تراکم در گونهٔ قیچ در منطقه بردسیر- سیرجان استفاده کردند و روش ترتیبی را به عنوان صحیح‌ترین و سریع‌ترین روش برای گونه مورد مطالعه معرفی نمودند. در ضمن استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را در مقایسه برآورد تراکم بسیار مناسب دانستند. جوادی و همکاران (۲۰۰۷) جهت تعیین شایستگی مراتع حلوان طبس برای چرای شتر، فاکتورهای دوری از منابع آبی، فرسایش شدید و کم بودن علوفه در دسترس را مهمترین فاکتورهای کاهش دهنده شایستگی و تنها عامل کیفیت منابع آبی در بخشی از مرتع را به عنوان فاکتور محدودکننده شایستگی مطرح نمودند.

تا کنون مطالعات تعیین شایستگی مرتع بیشتر متکی بر استفاده از روش‌های متداول همپوشانی لایه‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی مانند منطق بولین[1] بوده است. در مطالعات داخل کشور نیز عمدتاً از روش استاندارد فائو در تعیین شایستگی مراتع استفاده شده است که تلفیق لایه‌ها به روش بولین یا همپوشانی وزنی انجام شده است. اما در تلفیق لایه‌ها می‌توان از تکنیک‌های تصمیم‌گیری پیچیده‌تر و منطبق‌تر بر واقعیت زمینی بهره گرفت که از آن جمله تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره Fuzzy-AHP است که قادر به بیان ویژگی‌های غیرخطی شایستگی سرزمین است.

فازی و منطق فازی برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ از سوی لطفی عسگرزاده، ریاضیدان ایرانی تبار دانشگاه برکلی آمریکا ارائه شد (لطفی عسکرزاده، ۱۹۶۵). مجموعه فازی، مجموعه‌ای است که درجه عضویت (میزان کوچکی یا بزرگی تعلق عدد در مجموعه) اعضای آن بطور پیوسته در فاصلهٔ ۱ و ۰ است و هر عددی از این فاصله یک درجه عضویت است. نزدیکی درجه عضویت نسبت به ۱ نشان‌دهندهٔ تعلق بیشتر به مجموعه و نسبت به صفر مبین تعلق کمتر است (زیمرمان، ۱۹۹۱). فرآیند

1. Boolean

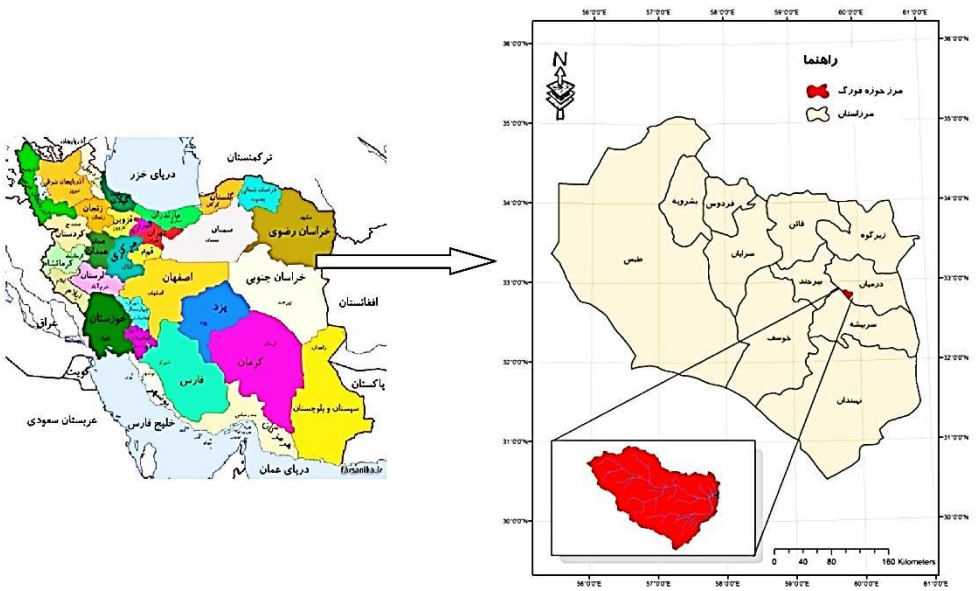
تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه است. این روش برای اولین بار در دهۀ ۷۰ میلادی توسط ساعتی ابداع شد (ساعتی، ۱۹۸۰). فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی‌که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینۀ رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌توانند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر پایۀ مقایسات زوجی نهفته است (جلورو، ۲۰۱٤).

یکی از مشکلات اساسی اراضی مرتعی در حوزه فورگ شهرستان درمیان این است که از مراتع به اندازۀ پتانسیل یا توان آنها استفاده نمی‌شود و این استفادۀ نادرست منجر به تخریب بیش از حد مراتع شده است. لذا اهداف این تحقیق عبارتند از:

شناسایی مهمترین عوامل مؤثر در تعیین شایستگی مراتع منطقۀ درمیان و طبقه‌بندی مراتع منطقه با توجه به شایستگی آنها.

## مواد و روش‌ها

**بررسی منطقه مورد مطالعه:** حوزۀ آبخیز فورگ شهرستان درمیان در فاصله ۱۱۳ کیلومتری شهرستان جنوب شرقی شهرستان بیرجند قرار دارد. محدودۀ مطالعاتی، بخشی از حوزه آبریز نمکزار خواف است که در بخش درمیان یکی از سه بخش شهرستان بیرجند واقع شده است. وسعت کل منطقه مورد مطالعه ۱۱۱۳۷ هکتار است. حوزۀ آبخیز فورگ شهرستان درمیان از نظر مختصات جغرافیائی در محدودۀ طول‌های ″٤۳ ′۳۸ °۵۹ تا ″۳۳′۵۵ °۵۹ شرقی و عرض‌های ″۳٦′٤٦ °۳۲ تا ″۳۱′۵٤ °۳۲ شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). ارتفاع از سطح دریا ۱۸۳۰ متر، اقلیم منطقه به روش آمبرژه از نوع نیمه خشک سرد بوده و پوشش گیاهی غالب منطقه بوته‌های خشبی و چوبی می‌باشند. میزان بارندگی سالیانه ۲۳۰ میلی‌متر و بیشترین بارندگی ماهیانه اسفند ماه به میزان ٦۱ میلی‌متر گزارش شده، متوسط درجه حرارت سالانه نیز ۹/۵ درجه سانتی‌گراد است. سنگ‌های حوزه از نوع رسوبی و دگرگونی می‌باشند.




**شکل ۱- موقعیت حوزه مورد مطالعه در استان.**

**روش تحقیق:** در این تحقیق بر اساس روش سلسه مراتبی- فازی (Fuzzy-AHP) قابلیت اراضی بررسی و تعیین گردید. بدین ترتیب که ابتدا لایه یا نقشه مرتبط با هر پارامتر مؤثر بر شایستگی مرتع بر اساس روش فائو در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. لایه‌ها بدلیل داشتن واحدهای اندازه‌گیری متفاوت به روش فازی استاندارد شده و وزن لایه‌ها به روش تحلیل سلسله مراتبی تعیین گردید. در نهایت نقشه تناسب نهایی به روش ترکیب خطی وزنی استخراج شد. در ادامه جزئیات روش کار به تفصیل تشریح شده است.

پارامترهای مورد استفاده (شیب، فاصله از منابع آب، کیفیت آب، درصد برآورد نیاز، فرسایش و تولید)، هر کدام تأثیر متفاوتی بر شایستگی مراتع دارد. از اینرو ارزش‌گذاری هر عنصر بر اساس درجه اهمیت آن صورت می‌گیرد که به این منظور فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1]) مورد استفاده قرار گرفت. این روش، دربرگیرندهٔ مجموعه‌ای از قضاوت‌ها و ارزش‌گذاری به یک شیوهٔ منطقی است، به‌طوری‌که می‌توان گفت این تکنیک از یک طرف وابسته به تصورات شخصی و طرح‌ریزی سلسله

1. Analytic Hierarchy Process

مراتبی یک مسأله است و از طرف دیگر با منطق، درک و تجزیه، برای تصمیم‌گیری و قضاوت نهایی مرتبط می‌شود (قدسی‌پور، ۲۰۰٦).

تحلیل سلسله مراتبی روشی مؤثر و سودمند برای حل مسائل چند معیاره است که از ساختاری سلسله مراتبی برای نشان دادن، حل مسئله و اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف بر اساس قضاوت کاربران دارد. همهٔ معیارها و عوامل شناسایی شده در ماتریس مقایسهٔ دو به دو که مبین اولویت‌های نسبی شاخص‌ها است، بیان می‌شوند. بنابراین مقادیر عددی مربوط به اولویت‌بندی و اهمیت نسبی یک شاخص نسبت به دیگری اختصاص‌دهی می‌شوند. تحقیقات انجام شده توسط ساعتی و وارگاس (۱۹۹۱) دامنه‌ای برای مقایسهٔ معیارها ارائه نمود که شامل مقادیر عددی ۱ الی ۹ می‌شود. منطق فازی این امکان تبدیل داده‌های گسسته (رتبه‌ای و اسمی) به داده‌های پیوسته (فاصله‌ای) و استفاده از مدل‌سازی رستری در سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تحلیل و ارزیابی از داده‌های مکانی فراهم می‌آورد. با استفاده از توابع عضویت فازی، استاندارد سازی نقشه‌ها صورت گرفته و با استفاده از روش ترکیب وزنی خطی (WLC[1]) وزن مربوط به فاکتورها محاسبه گردید. روش ترکیب وزنی خطی یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که بصورت فراوان برای تهیه نقشه‌های پتانسیل و تناسب برای انواع فعالیت‌ها بکار می‌رود (باجورگز تاپیا و همکاران، ۲۰۰۱؛ سانته ریوریا و همکاران، ۲۰۰۸).

جهت تعیین نقشه‌های فازی، باید نوع تابع فازی نیز مورد بررسی قرار داده و تابع مناسب‌تری را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود. از جمله توابع مشهور می‌توان توابع خطی، سیگموئید و J شکل را نام برد که در این تحقیق از تابع خطی استفاده شده است. اما نکته‌ای که بایستی در انتخاب تابع به آن توجه نمود، نوع کاهشی یا افزایشی بودن آن است (ولی‌زاده و شهابی، ۲۰۰۸).

مراحل گام به گام استفاده شده در تحلیل سلسله مراتبی به شرح زیر است:

۱- ساختن و تحلیل سلسله مراتب که مهمترین قسمت فرآیند است (سیمران و همکاران، ۲۰۰۷).

۲- تعیین ضریب اهمیت معیارها و شاخص‌ها با روش مقایسه زوجی.

۳- بررسی سازگاری قضاوت‌ها با توجه به درصد سازگاری (ساعتی، ۱۹۸۰).

1. Weighted Liner Combination

نقشه‌های مورد نظر پس از تهیه بر اساس مدل فـائو در سیسـتم اطلاعـات جغرافیـایی وارد محـیط ادریسی شد و به کمک این نـرم‌افـزار بـا روش فـازی اسـتاندارد و بـه روش تحلیـل سلسـله مراتبـی امتیازبندی شده و نقشه تناسب نهایی با روش ترکیب خطی وزنی تهیه شد.

**تعیین شایستگی مرتع با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی:** به منظور تعیین شایستگی مرتع ساختار سلسله مراتب تصمیم‌گیری، براساس هدف، شاخص‌ها وگزینه‌های مطرح در تصمیم‌گیری در محیط نرم‌افزار (ساعتی، ۱۹۸۷؛ ساعتی، ۱۹۹٤؛ ساعتی، ۱۹۸۰) ترسیم گردید (گام اول). سپس مقایسهٔ زوجی عوامل مؤثر، درجهٔ اهمیت هدف، شاخص‌ها و گزینه‌های مؤثر در تصمیم‌گیری صورت پذیرفت و وزن آنها محاسبه شد (گام دوم). مقدار ترجیحی یا درجه اهمیت یک شاخص نسبت به شاخص دیگر با استفاده از جدول (۱) تعیین و برای بدست آوردن اولویت‌ها از مفهوم نرمال‌سازی و میانگین موزون استفاده شد (گام سوم). در نهایت میزان ناسازگاری که بیانگر میزان اعتماد[1] ناسازگاری به اولویت های حاصل شده از جدول ترکیبی است محاسبه گردید (گام چهارم؛ میزان ناسازگاری باید از ۰/۱ کوچکتر باشد).

**وزن معیارها:** روش‌های بسیاری برای بدست آوردن وزن معیارها که همان اولویت‌های تصمیم گیرنده در ارتباط با معیارهای ارزیـابی هسـتند، وجـود دارد (مالکزسـکی، ۱۹۹۹). در ایـن مطالعـه از جـدول استاندارد ساعتی (جدول ۱) برای تعیین وزن معیارها استفاده شد.

**جدول ۱- مقدار ترجیحات برای مقایسه زوجی (وارگاس، ۱۹۹۰؛ ایشیزاکا، ۲۰۰۹؛ ایشیزاکا و لابیب، ۲۰۱۱).**

| درجه اهمیت | مقدار عددی |
|---|---|
| اهمیت خیلی بیشتر شاخص اول نسبت به شاخص دوم به طور قطعی به اثبات رسیده است. | ۹ |
| در عمل ثابت شده که اهمیت شاخص اول خیلی بیشتر از شاخص دوم است. | ۷ |
| تجربه و تأمل نشان می‌دهد که اهمیت شاخص اول آشکارا بیشتر از شاخص دوم است. | ۵ |
| تجربه و تأمل نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیت شاخص اول کمی بیشتر از شاخص دوم است. | ۳ |
| در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند. | ۱ |
| هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد. | ۲، ٤، ٦، ۸ |

1. Consistency Rate

**گام‌های محاسباتی:** مراحل انجام کار در ٦ گام محاسباتی به صورت زیر تشریح شده است:

۱. اطلاعات پایه و اولیه شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه‌های زمین شناسی و اطلاعات آماری هواشناسی جمع آوری گردید.

۲. مطالعات پوشش گیاهی: نمونه برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی-سیستماتیک انجام گردید. تعداد ۵۰ پلات به ابعاد ۱۰×۱۰ متر در هر تیپ گیاهی انداخته شد و لیست گونه های قابل استفاده برای دام، در صد پوشش گونه‌ها، درصد خاک لخت، درصد سنگ و سنگریزه ، درصد لاشبرگ و وضعیت مرتع بر اساس روش‌های چهار فاکتوره، نمونه‌گیری مضاعف و روش تصادفی- سیستماتیک انجام گرفت. لیست گونه‌های گیاهی هر تیپ و گونه‌های قابل استفاده دام تهیه گردید. همچنین حد بهره‌برداری مجاز براساس وضعیت مرتع با روش چهار فاکتوره (ارزانی و همکاران، ۲۰۰۵) گرایش آن از روش امتیازدهی (ظهور علائم قهقرا) محاسبه و شدت فرسایش، پایداری خاک، وضعیت توپوگرافی در هر تیپ تعیین شد.

علوفهٔ قابل استفاده دام با توجه به خوشخوراکی و حد بهره‌برداری مجاز، از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

خوشخوراکی یا حد بهره برداری مجاز (درصد) × تولید (کیلوگرم در هکتار) = علوفه قابل استفاده دام (کیلوگرم ماده خشک در هکتار)

۳. تهیه مدل حساسیت به فرسایش با استفاده از روش تصحیح شده پسیاک[1]، شامل مطالعه و بررسی ۹ عامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب است که عبارتند از: زمین شناسی سطحی، خاک، آب و هوا، روانآب، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فعلی فرسایش در حوزه، فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب. این روش در مقایسه با سایر روش‌های تجربی موجود بیشترین عامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب را در نظر می‌گیرد (رفاهی، ۲۰۰۰). بر اساس نتایج بدست آمده و مقایسه آن با جداول استاندارد و با کمک جداول فائو (جدول ۱)، توابع عضویت فازی تعیین شد (جدول ۲). سپس طبقات شایستگی حساسیت خاک به فرسایش مشخص و نقشه مربوطه تهیه، به روش فازی در دامنه صفر تا ۲۵۵ استاندارد و مدل حساسیت به فرسایش بدست آمد.

1. Modified Pacific Southwest Inter Agency Committee

**جدول ۲- تعیین کلاس و فرسایش خاک و طبقات شایستگی آن بر اساس جمع نمرات نه عامل مدل MPSIAC.**

| مجموع نمرات عوامل نه‌گانه | >۱۰۰ | ۷۵-۱۰۰ | ۵۰-۷۵ | ۲۵-۵۰ | ۰-۲۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| کلاس فرسایش | خیلی زیاد | زیاد | متوسط | کم | جزئی |
| طبقات شایستگی | N | $S_3$ | $S_2$ | $S_2$ | $S_1$ |

٤. تهیه مدل منابع آب بصورت سه زیر مدل (کمیت و کیفیت منابع آبی و فاصله از منابع آب) مورد بررسی قرار گرفت. پراکنش منابع آبی یکی از عوامل مؤثر در تعیین شایستگی مرتع به شمار می‌رود که روی پراکنش دام نیز تأثیر دارد. بنابراین آگاهی از مسافتی که انواع دام‌ها برای رسیدن به منابع آب می‌توانند طی کنند، برای برنامه‌ریزی ضرورت دارد. با توجه به تحقیقات محققان (آرنولد، ۱۹۷۸؛ اسکوایزر، ۱۹۷۸؛ فائو، ۱۹۹۱؛ مصداقی، ۱۹۹۸؛ مقدم، ۱۹۹۸)حداکثر مسافتی که گوسفند می‌تواند در شیب‌های مختلف از منابع آب دور شود، بصورت جدول شماره ۳ تعدیل شده است. بمنظور استخراج نقشه فاصله از منابع آب از الگوریتم فاصله اقلیدسی استفاده شد. سپس با همپوشانی نقشه فاصله با نقشه شیب طبقات مختلف فاصله از منابع آبی در شیب‌های مختلف استخراج و سپس نقشه استخراج شده به روش فازی در دامنه بین صفر تا ۲۵۵ استاندارد گردید.

**جدول ۳- فواصل تعدیل شده منابع آب بر حسب متر در طبقات شیب ۰ تا ٦۰ درصد.**

| طبقات شیب / طبقه شایستگی | ۰-۱۰ درصد | ۱۰-۳۰ درصد | ۳۰-٦۰ درصد | بیشتر از ٦۰ درصد |
|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | ۰-۳٤۰۰ | ۰-۳۰۰۰ | ۰-۱۰۰۰ | N |
| $S_2$ | ۳٤۰۰-۵۰۰۰ | ۳۰۰۰-٤۸۰۰ | ۱۰۰۰-۳٦۰۰ | N |
| $S_3$ | ۵۰۰۰-٦٤۰۰ | ٤۸۰۰-٦۰۰۰ | ۳٦۰۰-٤۱۰۰ | N |
| N | >٦٤۰۰ | >٦۰۰۰ | >٤۱۰۰ | N |

در زیر مدل کمیت منابع آب، نیاز آبی گوسفند در هر سامان عرفی مقایسه شده و درجهٔ شایستگی آنها تعیین گردید. مقدار احتیاج دام به آب به نوع دام، نژاد دام (وزن زنده)، کیفیت علوفه و شرایط آب و هوایی بستگی دارد (جلورو، ۲۰۱٤). در این تحقیق با توجه به شرایط منطقه و نظر کارشناسان مرکز تحقیقات نیاز روزانه دام به آب ٤ لیتر در نظر گرفته شد. سپس با توجه به جدول ٤ تابع عضویت فازی تعیین و نقشه شایستگی کمیت منابع آب در دامنه صفر تا ۲۵۵ استاندارد شد.

جدول ٤- طبقه بندی شایستگی کمیت منابع آب (جلورو، ۲۰۱٤).

| درصد برآورد نیاز آبی | ۸۰-۱۰۰ | ٤۰-۸۰ | ۲۰-٤۰ | <۲۰ |
|---|---|---|---|---|
| طبقات شایستگی | S1 | S2 | S3 | N |

در زیر مدل کیفیت آب، ضریب هدایت الکتریکی (EC)، منیزیم (Mg) و مجموع قابل هضم رسوب (TDS) مورد بررسی قرار گرفت و با مقایسهٔ اطلاعات استخراجی در جدول (۵) با مقادیر توصیه شده، تابع عضویت فازی تعیین و شایستگی کیفیت آب در هر سامان عرفی مشخص شد. با تلفیق نقشه‌های حاصل از سه زیر مدل کمیت، کیفیت و فاصله از منابع آب به روش ترکیب خطی وزنی و با در دست داشتن وزن لایه‌ها (بدست آمده از AHP) نقشهٔ نهایی شایستگی منابع آب تهیه گردید. در روش ترکیب خطی وزنی، جمع وزنی لایه‌ها بصورت رستری محاسبه شد.

جدول ۵- مقادیر کیفیت منابع آب (مهدوی، ۱۹۹۵).

| سختی آب (میزان کربنات کلسیم) (mg/l) | مقدار مواد جامد محلول در آب (ppm) | هدایت الکتریکی (mmhos/cm) | غلظت منیزیم (mg/l) | طبقه شایستگی |
|---|---|---|---|---|
| ۰-٦۰ | ۲۹۹۹> | ۱/۵> | ۲۵۰> | S1 |
| ٦۱-۱۲۰ | ۳۰۰۰-٤۹۹۹ | ۱/۵-۵ | ۲۰۰-٤۰۰ | S2 |
| ۱۲۱-۱۸۰ | ۵۰۰۰-٦۹۹۹ | ۵-۸ | ٤۰۰-۵۰۰ | S3 |
| ۱۸۰< | ۷۰۰۰< | ۱۱< | ۵۰۰< | N |

۵. مدل تولید علوفه قابل استفاده دام و مدل ظرفیت چرا در مرتع بر اساس تولید علوفه، خوشخوراکی گیاهان، حد بهره‌برداری مجاز، گرایش و وضعیت مرتع، مساحت تیپ‌های گیاهی و مقدار علوفهٔ قابل استفاده تهیه و در نهایت براساس نتایج بدست آمده و مقایسه آن با مقادیر استاندارد و با در نظر گرفتن جدول ٦، تابع عضویت فازی مشخص و مدل شایستگی تولید علوفه قابل استفاده دام در هر تیپ تهیه گردید.

جدول ٦- شایستگی تولید علوفه (جلورو، ۲۰۱٤).

| تولید (کیلوگرم در هکتار) | >۲۰۰ | ۱۰۰-۲۰۰ | ۵۰-۱۰۰ | <۵۰ |
|---|---|---|---|---|
| طبقات شایستگی | S1 | S2 | S3 | N |

٦. ارائه مدل نهایی شایستگی مراتع منطقه مورد مطالعه برای چرای گوسفند. در این مرحله از روش شکست‌های طبیعی هیستوگرام به منظور طبقه‌بندی کمک گرفته شد. این روش بر مبنای تکنیک بهینه‌سازی جنکس[1] است. در این روش، شکست‌های طبیعی هیستوگرام به گونه‌ای تعیین می‌شود که مجموع واریانس درون هر طبقه حداقل باشد (معماریان و همکاران، ٢٠٠٦).

## نتایج

بطور کلی پس از پلات‌گذاری به تعداد ٥٠ عدد به ابعاد ١٠×١٠ متر و شمارش و شناسایی تمامی گونه‌ها در منطقه ٣ تیپ گیاهی شناسایی شد:

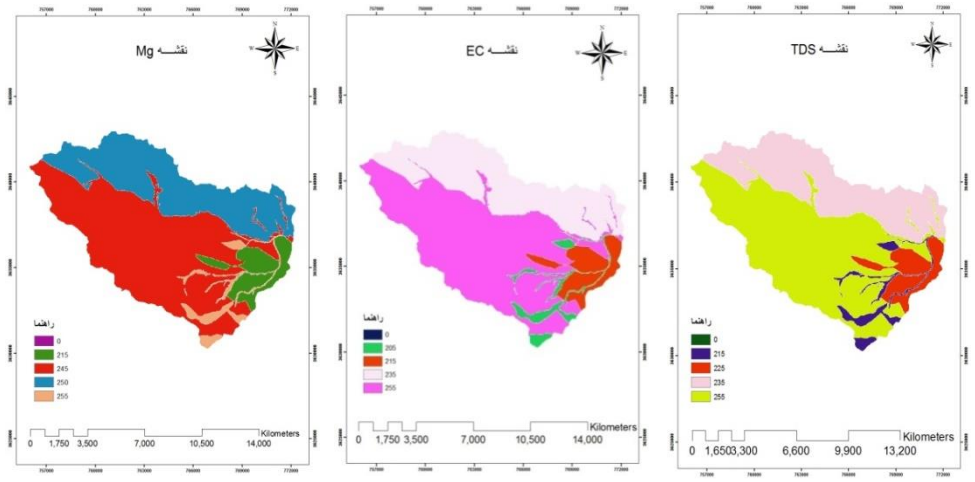
**تیپ I**: این تیپ با مساحت ٣٦٦٧/٦ هکتار (٣٢/٩ درصد از سطح حوزه) دارای گونه‌های غالب *Artemisia aucheri-Lactuca orientalis-Cousinia eryngioides* (درمنه، کاهو وحشی، هزار خار) با تاج پوشش گیاهی ١١/٥ درصد، خاک لخت ٢٩/٣ درصد، سنگ و سنگریزه ٥٧/٥ درصد، لاشبرگ١/٧ درصد، وضعیت اکولوژیکی خیلی فقیر، گرایش منفی، میزان علوفه تولیدی قابل بهره‌برداری در هر هکتار ٣٥ کیلوگرم و در سطح تیپ ١٢٨٣٦٦ کیلوگرم و ظرفیت چرایی طی مدت ١٢٠ روز ٥٣٥ واحد دامی است.

**تیپ II**: این تیپ با مساحت ٦٤٧٨/٣ هکتار (٥٨/٢ درصد از سطح حوزه) دارای گونه‌های غالب *Artemisia aucheri-Astragalus heratensis-Serratula latifolia* (گون- درمنه- سراتولا) با تاج پوشش گیاهی ٢٤/٨ درصد، خاک لخت ٣٧ درصد، سنگ و سنگریزه ٣٦/٧، درصد لاشبرگ ١/٥ درصد، وضعیت اکولوژیکی فقیر، گرایش ثابت، میزان علوفه تولیدی قابل بهره‌برداری در هر هکتار ٧٧/٥ کیلوگرم و در سطح تیپ ٥٠٢٠٦٨/٣ کیلوگرم و ظرفیت چرایی طی مدت ١٢٠ روز ٢٠٩٢ واحد دامی می‌باشد.

**تیپ III**: این تیپ با مساحت ١٥٩/٦ هکتار (١/٤ درصد از سطح حوزه) دارای گونه‌های غالب *Artemisia aucheri-Acanthophyllum sp.* (درمنه-چوبک) با تاج پوشش گیاهی١٧/١ درصد، خاک لخت ٣٦/٤ ر، سنگ و سنگریزه ٤٦/١ درصد، لاشبرگ ٠/٤ درصد، وضعیت اکولوژیکی فقیر، گرایش منفی، میزان علوفه تولیدی قابل بهره‌برداری در هر هکتار ٤٥ کیلوگرم و در سطح تیپ ٧١٨٢ کیلوگرم، ظرفیت چرایی طی مدت ١٢٠ روز ٢٩ واحد دامی است.

1. Jenks

برای تهیهٔ نقشهٔ نهایی تعیین شایستگی در نرم‌افزار ادریسی از مدل Fuzzy-AHP استفاده شده است. همانطور که در بخش مواد و روش‌ها گفته شد، فاکتورهای اصلی شایستگی مرتع عبارت اند از: تولید (پوشش گیاهی)، کمیت منابع آب، فاصله از منبع آب، کیفیت آب، شیب و فرسایش. در نقشهٔ کیفیت منابع آب سه فاکتور EC، TDS، Mg مورد بررسی قرار گرفت. وزن هر فاکتور در جدول ۷ و نقشه‌های فاکتورهای کیفیت منابع آب استاندارد سازی شده با روش فازی در شکل (۲) ارائه گردیده است.



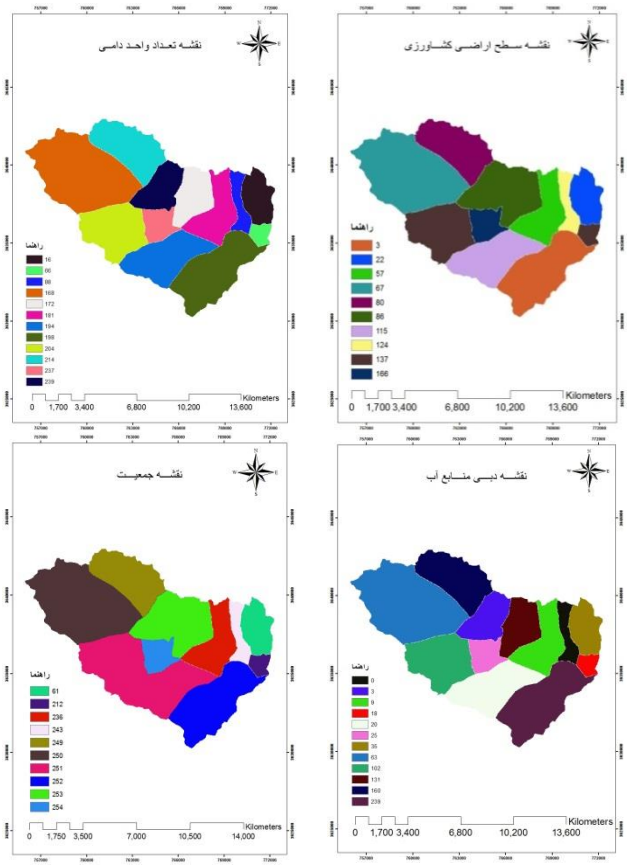

**شکل ۲- نقشه های پارامترهای کیفیت منابع آب، استاندارد شده به روش فازی در دامنه صفر تا ۲۵۵.**

با توجه به اینکه نرخ سازگاری ۰/۰۲ حاصل شده و کمتر از ۰/۱ است، نشان‌دهنده قبولی سازگاری و اطمینان به امتیازات داده شده می‌باشد (جدول ۷).

**جدول ۷- وزن بدست آمده در روش سلسله مراتبی برای معیارهای کیفیت منابع آب.**

| نرخ سازگاری | TDS | Mg | EC |
|---|---|---|---|
| ۰/۰۲ | ۰/٦۲٥۰ | ۰/۱۳٦٥ | ۰/۲۳۸٥ |

نقشه‌های کمیت منابع آب شامل پارامترهای دبی منابع آب، سطح اراضی کشاورزی، تعداد واحد دامی و جمعیت انسانی در هر سامان عرفی استانداردسازی شده به روش فازی (شکل ۳) مورد بررسی قرار گرفت و امتیازدهی طبق نظر کارشناسی صورت پذیرفت.



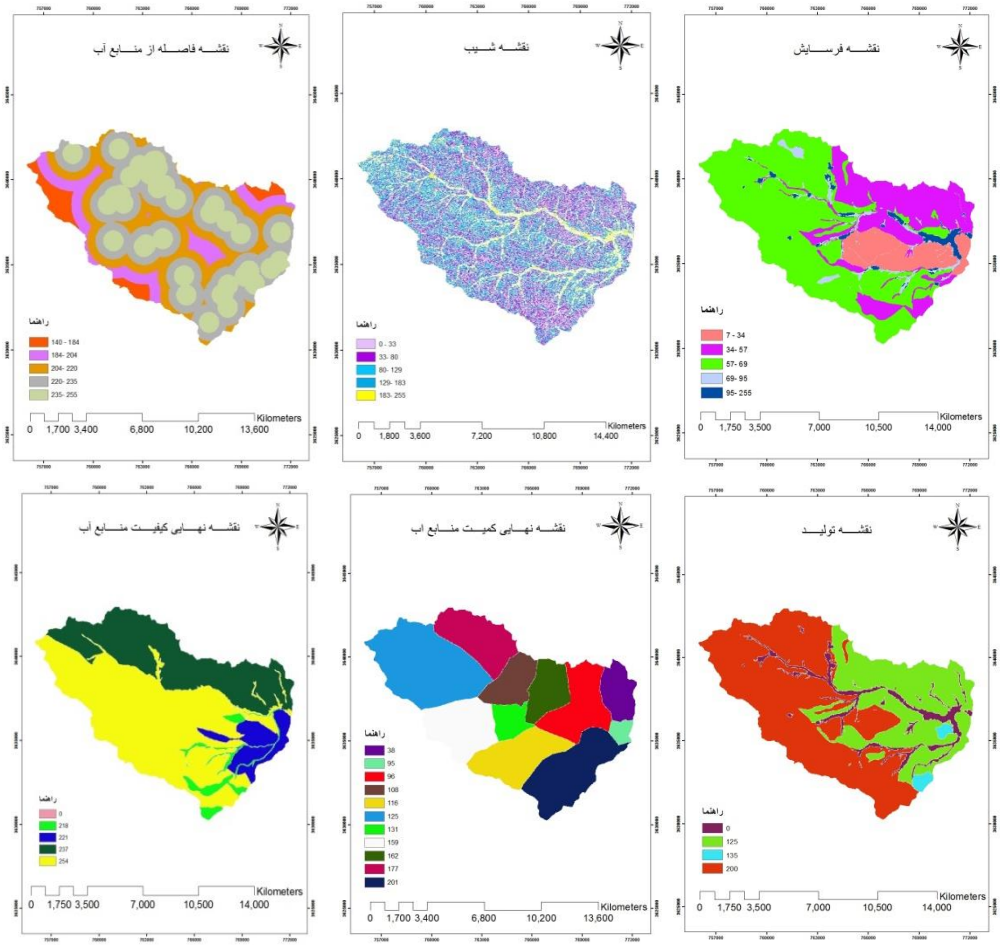

**شکل ۳- نقشه های پارامترهای کمیت منابع آب، استاندارد شده به روش فازی در دامنه صفر تا ۲۵۵.**

وزن هر یک از پارامترهای منابع آب در جدول ۸ بیان گردید. با توجه به اینکه نرخ سازگاری ۰/۰۱ حاصل شده و کمتر از ۰/۱ است، نشان‌دهنده قبولی سازگاری و اطمینان به امتیازات داده شده می‌باشد (جدول ۸).

**جدول ۸- وزن بدست آمده در روش سلسله مراتبی برای معیارهای کمیت منابع آب.**

| نرخ سازگاری | جمعیت | دبی منابع آب | سایر دام‌ها | سطح اراضی |
|---|---|---|---|---|
| ۰/۰۱ | ۰/۲۷۷۲ | ۰/٤٦٧٣ | ۰/۰۹٥٤ | ۰/۱٦۰۱ |

ماتریس مقایسه زوجی هر یک از معیارهای اصلی تهیه و وزن هر فاکتور در جدول (۹) به دست آمد و نقشه هر یک از پارامترهای اصلی در شکل (٤) نمایش داده شده است.



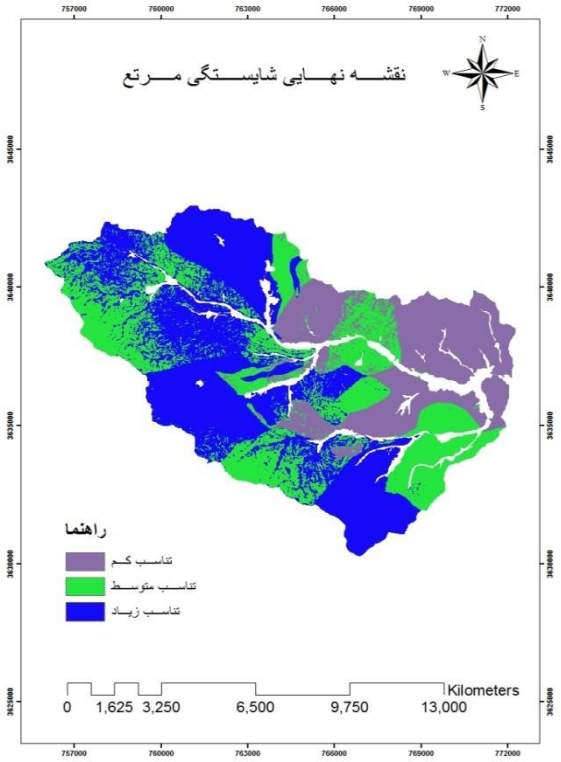

**شکل ٤- نقشه نهایی هر یک از معیارهای اصلی، استاندارد شده به روش فازی در دامنه صفر تا ۲۵۵.**

براساس نتایج بدست آمده و با توجه به جدول (۹)، تولید بیشترین امتیاز را کسب کرده که مهمترین عامل در شایستگی مرتع به شمار می‌آید. با توجه به محاسبات انجام شده نرخ سازگاری ۰/۰۳ تعیین گردید که نشان‌دهنده قبولی سازگاری می‌باشد.

**جدول ۹- وزن بدست آمده در روش سلسله مراتبی برای هر یک از معیارهای اصلی.**

| شیب | تولید | کیفیت آب | کمیت آب | فرسایش | فاصله از منبع آب |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۰٦۳۹ | ۰/۳۹۸٦ | ۰/۱۱۲۲ | ۰/۲۲۲۰ | ۰/۰٤۲٦ | ۰/۱٦۰۷ |

نقشه نهایی بر این اساس مطابق شکل ۵ در محیط GIS حاصل گردید. نتیجه حاصل از بکـارگیری این مدل در ۳ طبقه با درجه تناسب کم، زیاد و متوسط بر اساس روش شکست‌های طبیعی هیستوگرام طبقه بندی شد (جدول ۱۰).




**شکل ۵- نقشه نهایی شایستگی مرتع.**

**جدول ۱۰- طبقه‌بندی نتایج بدست آمده براساس روش شکست‌های طبیعی هیستوگرام.**

| کد | دامنه عددی طبقات | درجه تناسب |
|---|---|---|
| ۱ | ۷۵-۱۵۵ | تناسب کم |
| ۲ | ۱۵۵-۱۷۹ | تناسب متوسط |
| ۳ | ۱۷۹-۲۱۲ | تناسب زیاد |

با توجه به جدول ۱۱، تیپ II با مساحت ٦٤٧٨/٣ هکتار، بیشترین سطح حوزه مورد مطالعه را دربرگرفته است که از این مقدار ٤٣١٢/٧٠ هکتار (٦٦/٥٧ درصد) در تناسب کم (شایستگی ضعیف)، ٢١٥٩/١٢ هکتار (٣٣/٣٢ درصد) در تناسب متوسط (شایستگی متوسط) و ١/٠٩ هکتار (٠/٠١ درصد) در تناسب زیاد (شایستگی زیاد) قرار دارد. مساحت تیپ I ٣٦٦٧/٦ هکتار است که از این مقدار ٢/٢٩٣١ هکتار (٠/٠٦ درصد) در درجه تناسب ضعیف، ١٢٠٥/١٩ هکتار (٣٢/٨٦ درصد) در درجه تناسب متوسط و ٢٤٥٥/١٨ هکتار (٦٦/٩٤ درصد) در درجه تناسب زیاد قرار دارد. مساحت تیپ III ١٥٩/٦ هکتار است که از این مقدار ٢/٠١٤ هکتار (١/٢٦ درصد) بدلیل عوامل محدودکننده در تناسب ضعیف و ٣٢/٣٣ هکتار (٢٠/٢٥ درصد) در تناسب زیاد قرار دارد.

**جدول ۱۱- مساحت طبقات مختلف تناسب مرتع در هر یک از تیپ‌های گیاهی برحسب هکتار.**

| درجه تناسب / تیپ‌های گیاهی | مساحت (هکتار) | مساحت (درصد) | تناسب کم ($S_3$) | تناسب متوسط ($S_2$) | تناسب زیاد ($S_1$) |
|---|---|---|---|---|---|
| I | ٣٦٦٧/٦ | ٣٢/٩ | ٢/٢٩٣١ | ١٢٠٥/١٨٨٣ | ٢٤٥٥/١٨١٩ |
| II | ٦٤٧٨/٣ | ٥٨/٢ | ٤٣١٢/٧٠١٨ | ٢١٥٩/١١٩٥ | ١/٠٨٨٦ |
| III | ١٥٩/٦ | ١/٤ | ٢/٠١٣٧ | ١٢٥/٠٧٨٦ | ٣٢/٣٢٩٨ |

## بحث

طبقه‌بندی شایستگی مراتع و ارزیابی اراضی مرتعی به منظور شناخت صحیح پتانسیل آنها، به‌ویژه جهت بهره‌برداری از مراتع خشک و نیمه خشک که در آنها اکوسیستم‌های مرتعی حالتی بسیار شکننده دارند ضروری و عامل توسعه‌ی پایدار است. در زمینه تعیین شایستگی اراضی مرتعی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در دنیا، تاکنون مطالعات اندکی صورت گرفته است. با توجه به نتایج حاصل از مدل حساسیت به فرسایش مهمترین عوامل کاهش‌دهنده شایستگی مراتع منطقهٔ مورد مطالعه (فورگ درمیان)، عبارتند از: وجود سنگ‌های حساس به فرسایش، چرای زودرس، وجود بارش‌هایی با شدت زیاد و مدت کم، استفاده از زمین به دلیل کشت و کار غیراصولی در اراضی کشاورزی و همچنین چرای مفرط مراتع، که این عوامل بیشترین تأثیر را در فرسایش و رسوب دارند (رفاهی، ٢٠٠٠). وجود شیل‌های ولکانوژنیک سبز تا خاکستری (PeEsh)، شیل‌های ولکانو ژنیک سبز تا خاکستری آلتره شده و ماسه سنگ قرمز تا قهوه‌ای روشن (PeEf) نسبت به سایر سنگ‌های موجود در منطقه در مقابل فرسایش حساس ترند و این مسئله نیز سبب افزایش فرسایش می‌شود. شخم مراتع به منظور توسعهٔ کشت دیم، یکی از عوامل تخریب و انحطاط مراتع کشور است (مقدم، ١٩٩٨). نتایج

حاصل از مدل منابع آب در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که شیب عامل محدود کننده شایستگی مرتع برای چرای گوسفند است. هولچک (۱۹۹۸) نیز شیب‌های بالای ٦۰ درصد را غیر قابل استفاده برای دام می‌داند. نتایج حاصل از مدل تولید علوفه نشان می‌دهد که تولید در تیپ ۱ و ۳ در وضعیت فقیر قرار دارد و بنابراین باید از ورود دام به آنها جلوگیری نمود در غیر اینصورت در مرحله بحرانی قرار خواهد گرفت و پتانسیل تولید آن از بین خواهد رفت. بنی نعمه (۲۰۰۳) در روزه چای ارومیه، کم بودن تولید علوفه و چرای مفرط و شخم مراتع در اراضی شیبدار را مهمترین عوامل کاهش شایستگی مراتع عنوان نمود. ارزانی و همکاران (۲۰۰۵) نیز در مطالعه شایستگی مراتع طالقان مهمترین عوامل محدود کننده مراتع را شیب زیاد، تبدیل مراتع به دیمزار، چرای زودرس، وجود سنگ‌های حساس به فرسایش و کم بودن درصد پوشش گیاهی دانست. از جمله عوامل محدود کننده در تیپ I می‌توان به شیب، پستی و بلندی، فقدان خاک مناسب، وجود سنگ و سنگریزه در سطح و عمق خاک، خطر سیل گرفتگی و فرسایش حاشیه‌ای و عبور رواناب در اطراف رودخانه اصلی و در تیپ II به فرسایش آبی، خاک کم عمق، شیب و پستی و بلندی و فرسایش سطحی و شیاری اشاره کرد که از جمله عوامل محدود کننده در هر تیپ است. مناطق دارای شیب زیاد اغلب ناپایدارند و ریزش مواد سطح خاک به مناطق پست‌تر، اغلب از رشد و توسعه جوامع گیاهی جلوگیری می‌کند. علاوه بر این در سطح وسیعی از حوزه خاکی کم عمق و سطحی، بدون تکامل پروفیلی و رخنمون‌های سنگی و خاک نامناسب و فرسایش سطحی و شیاری تقریباً مشاهده می‌شود که باعث شده پوشش‌گیاهی حوزه عمدتاً در ۳ تیپ‌گیاهی فقیر باشد. شیب زیاد در مرتع داری محدودیت زاست و مقدار شیب بر مقدار حفظ آب بدست آمده از بارش و پایداری سطح خاک تأثیرگذار است (اردکانی، ۲۰۰۹).

جلورو (۲۰۱٤) در ارزیابی شایستگی مراتع حوزه آبخیز باقران بیرجند بیان داشت که بیشترین امتیاز در شایستگی مرتع را پوشش کسب کرده است و به‌عنوان مهمترین عامل در شایستگی مرتع به شمار می‌آید. امیری و ارزانی (۲۰۱۲) نیز در تعیین اولویت مکان‌های مناسب زنبورداری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی دریافتند که درجه اهمیت ارزش شاخص پوشش گیاهی (وزن ۰/٦۸۷) بیشتر از شاخص عوامل محیطی و فیزیکی (وزن ۰/۲٤٤) و دسترسی به منابع آب (وزن ۰/۰٦۹) است. نتایج آنها با نتایج بدست آمده از این تحقیق همخوانی دارد.

در مطالعات فرجزاده و کرمی، (۲۰۰٤)، فلاح‌شمسی و همکاران (۲۰۰٦) و نجیب‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) نیز میزان شیب به عنوان یک عامل مهم در ارزیابی قابلیت سرزمین برای مرتعداری بکار رفته است. در مطالعات جنگجو برزل‌آباد (۱۹۹٦) در سیاهرود، تولید کم، فراوانی گیاهان سمی و خاردار در

ترکیب گیاهی، شیب‌های تند و سرمای زودرس، محتشم‌نیا (۲۰۰۰) در دشت بکان، شیب، ارتفاع، نحوهٔ پراکنش منابع آب و موانع طبیعی، طهماسبی (۲۰۰۱) در منطقه سبزکوه، شیب تند و حساسیت به فرسایش و آقامحسنی (۲۰۰۲) در منطقهٔ لار، شیب زیاد، صخره‌ای بودن، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش و نحوهٔ بهره‌برداری از اراضی را عوامل محدود کننده و کاهش‌دهندهٔ شایستگی مراتع برای چرای گوسفند معرفی کردند. یوسفی (۲۰۰۵) در مطالعات خود مهمترین عوامل کاهش‌دهنده شایستگی مراتع در منطقه طالقان را به ترتیب اهمیت: تبدیل مراتع به دیم‌زارها، چرای زودرس، وجود سنگ‌های حساس به فرسایش و فرسایش‌های موجود در منطقه می‌داند، در حالی‌که وجود پوشش مناسب سنگ و سنگریزه، بارندگی مناسب، حضور گیاهان چند ساله از عوامل مؤثر کاهش حساسیت به فرسایش و در نتیجه افزایش میزان شایستگی نهایی می‌باشند.

در این مطالعه به منظور تعیین شایستگی مرتع از روش تلفیقی Fuzzy-AHP در محیط GIS استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان‌دهنده توانایی این روش در تولید نقشه‌های شایستگی منطبق‌تر بر واقعیت زمینی است. مهمترین مزیت این روش استفاده از تکنیک فازی است که به سبب طبیعت این تکنیک و فازی بودن مرز بین طبقات، نقشه‌های تولید شده با واقعیت زمینی انطباق بیشتری دارند. ضمن اینکه استفاده از تحلیل سلسله مراتبی توانست کمک بسیار زیادی به ارزش‌گذاری و وزن‌دهی پارامترهای مورد استفاده در روش فائو نماید. بنابراین معیارهایی که در منطقه مطالعاتی ارزش و اهمیت بیشتری دارند وزن بیشتری در تعیین شایستگی داشته و بالعکس. درصورتی‌که در روش معمول فائو، معیارهای مورد استفاده هیچ‌گونه ارجحیتی نسبت به هم ندارند. از مزایای روش تحلیل سلسله مراتبی می توان به قابلیت استفاده از نظرات کارشناسان در فرایند ارزیابی، انعطاف‌پذیری و تعدد معیار و زیر معیار اشاره کرد. علیرغم اینکه سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM[1]) دو حوزه تحقیقی و مطالعاتی مجزا هستند؛ به راحتی می‌توانند از مزایا و توانایی‌های دیگر بهره‌مند شوند. زیرا از یک طرف سیستم اطلاعات جغرافیایی توانایی زیادی در تولید، ذخیره‌سازی، بازیابی، اصلاح و دست کاری و ارزیابی داده‌ها و اطلاعات مکانی و فضایی مطرح در تصمیم‌گیری و درنتیجه تحلیل مسائل مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و از طرف دیگر روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره از جمله روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی توانایی ترکیب شدن با داده‌های فضایی و مکانی و ترجیحات و تجربیات تصمیم گیران و متخصصان در قالب گزینه‌های

1. Multiple Criteria Decision Making

تصمیم را دارد و مجموعه‌ی ارزشمندی از معیارها را برای نشـان دادن اولویـت‌هـای تصـمیم‌گیـران و ترکیب آنها با سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه می‌دهد (مالزوسکی، ۲۰۰٤؛ نخای و همکاران، ۲۰۰۹).

## نتیجه‌گیری کلی

جهت تعیین شایستگی در نرم‌افزار ادریسی با استفاده از مدل Fuzzy-AHP نتایج نشان داد که مهمترین عوامل کاهش‌دهنده شایستگی منطقهٔ فورگ درمیان، عبارتند از: وجود سنگ‌های حساس به فرسایش، چرای زودرس، وجود بارش‌هایی با شدت زیاد و مدت کم، استفاده از زمین به دلیل کشت و کار غیر اصولی در اراضی کشاورزی و همچنین چرای مفرط مراتع. علاوه بر این در سطح وسیعی از حوزه خاکی کم عمق و سطحی، بدون تکامل پروفیلی و رخنمون‌های سنگی و خاک نامناسب و فرسایش سطحی و شیاری تقریبا مشاهده می‌شود که باعث شده پوشش‌گیاهی حوزه عمدتاً در ۳ تیپ گیاهی فقیر باشد. در مجموع نتایج به دست آمده از روش تلفیقی نشان‌دهنده توانایی این روش در تولید نقشه‌های شایستگی منطبق‌تر بر واقعیت زمینی است. مهمترین مزیت این روش استفاده از تکنیک فازی است که به سبب طبیعت این تکنیک و فازی بودن مرز بین طبقات، نقشه‌های تولید شده با واقعیت زمینی انطباق بیشتری دارند. ضمن اینکه استفاده از تحلیل سلسله مراتبی توانست کمک بسیار زیادی به ارزش گذاری و وزن‌دهی پارامترهای مورد استفاده در روش فائو نماید.

## منابع


1. Agha Mohseni, M. 2002. Study on the eligibility Lar rangelands with GIS. M.Sc. Thesis Range Management, Tarbiat Modarres University. (In Persian)
2. Amiri, F., and Arzani, H. 2012. Priority right places beekeeping using Analytical Hierarchy Process (AHP). Iranian journal of Range and Desert Research. 19(1): 177-159. (In Persian)
3. Ardakani, M.R. 2009. Ecology. Publication of Tehran University, Tehran. 340p. (In Persian)
4. Arnold, G.W., and Dudzinsky, M.L. 1978. Ethology of free ranging domestic animals. Amsterdam, New York, Elsevier Scientific Co.
5. Arzani, H. 2003. The relationship between livestock and pasture, methods of measurement and evaluation range (M.Sc. range management textbook) Department of Natural Resources, Tehran University. (In Persian)

6. Arzani, H., Yousefi, Sh., Jafari, M., and Farahpour, M. 2005. Pastures for sheep grazing competence model using GIS (Case study: Taleghan). Journal of Ecology. 37: 289-273.
7. Bani Nameh, J. 2003. Land evaluation for land use planning with special attention to sustainable fodder production in the Rouzeh chahi catchments of Orumiyeh area Iran. M.Sc. Thesis International for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands.
8. Bojorquez-Tapia, L.A., Iaz-Modrag, D., and Escurra, E.S. 2001. GIS-based approach for participatory decision making and land suitability assessment. International Journal of Geography Information Science. 15(2): 129-151.
9. Chen, L., Yang, X., Chen, L., and Li, L. 2015. Impact assessment of land use planning driving forces on environment. Journal of Environmental Impact Assessment Review. 55: 126-135.
10. Cimren, E., Catty, B., and Budak, E. 2007. Development of a machine tool selection system using AHP. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 35: 363-376.
11. F.A.O. 1991. Guidelines: land evaluation for extensive grazing, soil research management and conservation service. Soil Bulletin No. 58.
12. Falah Shamsi, C.R., Sobhani, H., Aristo, C., Darvishsefat, A., and Faraji Dana, A. 2006. Locate land automatically using multi-agent evaluate the appropriateness of land (Case study: economic planning in the watershed of the Middle tea Kaleybar Arasbaran North). Journal of Natural Resources. 59(3): 621-613. (In Persian)
13. Farajzadeh, M., and Karami, T. 2004. Land use planning using remote sensing and GIS (Case study: Khorramabad). Journal of Geographical Research. 37(47): 81-94. (In Persian)
14. Ghodsi pour, S.H. 2006. Discussions on multi-criteria decision making. 3th edition. Amir Kabir University. (In Persian)
15. Holechek, J.K. 1998. An approach for setting the stocking. Journal of Rangeland. 10: 10-14.
16. Ishizaka, A., and Labib, A. 2009 Analytic hierarchyprocess and expert choice: Benefits and limitations. Journal of OR Insight. 22(4): 201-220.
17. Ishizaka, A., and Labib, A. 2011. Review of the main developments of the Analytic Hierarchy Process. Journal of Expert Systems with Applications. 38(1): 14336-14345.
18. Jangjo Barzal Abad, M. 1996. Competence ranges using GIS. M.Sc. Thesis range management. Department of Natural Resources, Tehran University. (In Persian)

19. Javadi, C.A., Arzani, H., Salajegheh, A., Farahpour, M., and Zahedi, G.H. 2007. Competence more pasture for grazing pasture using GIS. Iranian Journal of Range and Desert Research. 2(1): 60-46. (In Persian)
20. Joloro, H. 2014. Pasture for grazing sheep with combined competence of FAO and technique AHP-Fuzzy (Case study Watershed Bagheran, Birjand). Ms.C. Thesis, Range Management, Faculty of Water and Soil Zabol University. 121p. (In Persian)
21. Kumar, M., and Sharma, J.R. 2006. Application of remote sensing in mapping potential for rangeland in the desert of India. Government Bengal College. India.
22. Lotfi Askarzadeh, A. 1965. Fuzzy sets. Journal of Information and Control. 8: 338-353.
23. Mahdavi, M. 1995. Applied Hydrology (Volume 1), 2th edition, Tehran University Press. 401p. (In Persian)
24. Malczewski, J. 1999. GIS and multicriteria decision analysis. Wiley, New York. 392p.
25. Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. Journal of Progress in Planning. 62: 3-65.
26. Memarian, H., Tajbakhsh, M., Safdari, A., and Akhondi, E. 2006. Statistical Landslide Risk Zonation on the Shourijeh Formation in GIS Framework (Case study: Estarkhy Watershed in the Northeast of Iran). Geomatics Conference, Tehran. 11p. (In Persian)
27. Mesdaghi, M. 1998. Range management. 3th edition, Published Shrine. (In Persian)
28. Moghadam, M.R. 1998. Pasture and rangeland. Tehran University Press. 470p. (In Persian)
29. Mohtasham Neya, S. 2000. Semi-steppe grasslands Gulf competence (Case Dashtbakan Fars province). M.Sc. Thesis of Range Management, Department of Natural Resources, Tarbiat Modarres University. (In Persian)
30. Najeb Zadeh, M.R., Sepehri, A., Heshmati, Gh., and Rasuli, A. 2008. To assess the ecological pasture using ERAMS and GIS (Case study: Yekkeh plane Maraveh hill). Journal of Research and Desertification of Pasture. 2(15): 200-214.
31. Nekhay, O., Arriaza, M., and Guzman-Alvarez, J.R. 2009. Spatial analysis of the suitability of olive plantations for wildlife habitat restoration. Journal of Computers and Electronics in Agriculture. 65: 49-64.
32. Pheng Kam, S. 2004. Methodologies for land classification for optimizing agricultural use of sloping uplands of the Asia-Pacific region. Asian Productivity Organization (APO) e-Book.http://www.apo-yokyo.org.

33. Refahi, H.G. 2000. Erosion and control. 3th Edition, Tehran University Press. (In Persian)
34. Saadat Far, A., Barani, H., and Mesdaghi, M. 2005. Evaluation and comparison of methods of measuring the density Zygophyllum Bardsir-Sirjan markets. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14(1): 192-183. (In Persian)
35. Saaty, R.W. 1987. The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. Journal of Mathematical Modeling. 9(3): 161-171.
*36.* Saaty, T. 1980. The analytical hierarchical process: planning, priority setting resource allocation. Newyork. Mc Graw-Hill.
37. Saaty, T.L. 1980. The analytical hierarchy process, planning priority. Resource Allocation, RWS Publication, USA. 287p.
38. Saaty, T.L. 1994. How to make a decision: the analytic hierarchy process. Journal of Interfaces. 6(24): 19-43.
39. Saaty, T.L., and Vargas, L.G. 1991 Prediction, projection and forecasting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 251p.
40. Sante-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., and Miranda-Barros, D. 2008 GIS-based planning support system for rural land-use allocation. Journal of Computing and Electronics in Agriculture. 63: 257-273.
41. Shao, H., Sun, X., Wang, H., Zhang, X., Xiang, Z., Tan, R., and Chen, X. 2016. A method to the impact assessment of the returning grazing land to grassland project on regional eco-environmental vulnerability. Journal of Environmental Impact Assessment Review. 56: 155-167.
42. Squires, V.R. 1978. Distance trailed to water and livestock response. Proceeding International Rangeland Congress. 1: 431-434.
43. Tahmasebi, B. 2001. Chaharmahal and Bakhtiari competence steppe grasslands half of the use of GIS. Ms.C. Thesis, Range Management, Tarbiat Modarres University. (In Persian)
44. Valizadeh, K., and Shahabi, H. 2008. Comparison of Boolean, Index Overlay and Fuzzy logic methods for data in hazardous material disposal center sitting. 5th International Conference on Geographic Information System. Istanbul, Turkey.
45. Vargas Luis. G. 1990. An overview of the analytic hierarchy process and its applications. European Journal of Operational Research. 48(1): 2-8.
46. Yousefi, S. 2005. Suitability model for sheep grazing pastures with the use of GIS, a case study Taleghan. Environmental Studies Journal. 27: 59-68.
47. Zimmermann, H. 1991. Fuzzy sets theory and its applications, Kluwer Academic publishers, Boston, USA.