

ارزیابی توان اکولوژیک رویشگاه بادام کوهی در منطقه زاگرس جنوبی به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)

سیدعلی جوزی^{۱*}؛ نسرين مرادی مجد^۲

۱ استاد تمام گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران
۲ دکترای آب و هواشناسی کشاورزی دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۲؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۴/۰۹)

چکیده

منطقه جنگلی زاگرس جنوبی در زمره جنگل‌های طبیعی است و با توجه به گونه با ارزش بادام کوهی که بیشتر عرصه را در بر گرفته است، پرداختن به بهره‌برداری اصولی و توسعه و احیا آن ضروری می‌باشد. به منظور شناسایی نیازهای اکولوژیکی بادام کوهی پرسشنامه‌ای به روش دلفی تهیه شد و در اختیار ۶۴ نفر از کارشناسان منابع طبیعی و اساتید دانشگاه قرار گرفت. در این پژوهش از مجموع ۳۷ معیار تعیین شده ۲۷ معیار به عنوان معیار قطعی انتخاب شدند. ارزیابی شرایط رویشگاهی گونه مطالعه شده با استفاده از وزن‌دهی به معیارها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط نرم‌افزار Expert Choice 2000 انجام شد. در این تحقیق با استفاده از روش AHP و بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی ارزشیابی معیارها صورت گرفته و برای ادغام لایه‌ها از روش روبهم‌گذاری استفاده شد. نتایج مطالعه‌های ارزیابی توان اکولوژیکی بر روی نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ نشان داده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در حدود ۵۹۹ هکتار معادل ۳۵/۵۹ درصد از منطقه در وضعیت عالی، ۴۷۱ هکتار معادل ۲۷/۹۷ درصد در وضعیت خوب و ۶۱۴ هکتار معادل ۳۶/۴۴ درصد در وضعیت ضعیف می‌باشد.

کلید واژه‌ها: ارزشیابی، رویشگاه بادام کوهی، توان اکولوژیکی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، منطقه جنگلی زاگرس جنوبی

سرآغاز

استفاده از زمین بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های اکولوژیکی و پتانسیل‌های محیطی، سبب پیامدهای ناگواری همچون فرسایش، بیابان‌زایی، آلودگی زمین‌ها و تخریب محیط‌زیست می‌شود. این روند در نهایت منابع طبیعی را در معرض تهدید قرار داده و محیط را از توسعه پایدار دور می‌سازد. در چنین شرایطی، مدیریت غلط و روش‌های نادرست بهره‌برداری، دست به دست هم داده، زمینه کاهش منابع و استفاده غیرمنطقی انسان از سرزمین را فراهم می‌کند (Safanian et al., 2008). امروزه برنامه‌ریزی صحیح و استفاده همه‌جانبه از محیط‌زیست بر پایه شناخت استعدادها و ارزیابی توان تولیدی سرزمین استوار است. آگاهی درباره توان اکولوژیک رویشگاه‌های جنگلی و طبقه‌بندی آن‌ها، برنامه‌ریزی و نحوه انجام اقدامات متناسب را در زمینه مدیریت بهینه این منابع کم‌نظیر هموار می‌سازد. طبقه‌بندی توان رویشگاه براساس شناخت ویژگی‌های محیطی و اکولوژیک رویشگاه انجام می‌شود. در واقع طبقه‌بندی سرزمین سیستمی است که مناطق دارای همگنی نسبی از نظر منابع اکولوژیک را تفکیک می‌نماید (Adl et al., 2007). آگاهی از توان واقعی رویشگاه‌های جنگلی، راه را برای مدیریت صحیح این منابع کم‌نظیر هموار می‌سازد. رویشگاه جنگلی مفهوم خلاصه شده از تاثیر عوامل محیطی بر روی میزان رشد درختان، در یک فضای معین است. با این تعریف توان رویشگاه را می‌توان برآیندی از مجموعه عوامل محیطی شامل اقلیم، ارتفاع از سطح دریا، جهت، دامنه و ویژگی‌های خاک در نظر گرفت، که میزان قابلیت تولید رویشگاه را نشان می‌دهد (Mashimo & Arimitsu, 1981). با ارزیابی و طبقه‌بندی توان رویشگاه، دیدگاه‌های موجود در مورد تنوع و میزان استفاده از اراضی، تغییر یافته و با اعمال روش‌های مناسب می‌توان مدیریت متمرکز را برای رویشگاه‌های با توان مناسب و مدیریت غیرمتمرکز و گسترده را در رویشگاه‌های ضعیف پیشنهاد نمود (Carmean, 1991). امروزه جنگل‌های طبیعی یک منبع عظیم از ذخایر ژنتیکی گیاهی و جانوری محسوب می‌شوند و از آنجا که جنگل مجموعه‌ای از گیاهان و جانورانی است که حیات آنها به هم وابسته است، هر گونه تخریب و دگرگونی در اکوسیستم جنگل موجب از دست رفتن و انقراض بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری می‌شود (Zobel & Tabert, 1984). به این منظور ارزیابی شرایط رویشگاهی کمک شایانی به تعیین ظرفیت

برد مناطق جنگلی می‌نماید.

یکی از گیاهانی که به منظور حفاظت آب و خاک کشت می‌شود، درختچه بادام کوهی است. این درختچه به‌عنوان اولین درختچه گل‌دهنده در فصل بهار با گل‌هایی درشت و سفید رنگ با قطر ۲۵ میلیمتر در اقلیم نیمه خشک کشور، مناظر بدیعی را به تماشا می‌گذارد. این درختچه در برابر شرایط نامساعد محیطی (کم آبی و نوسانات شدید حرارتی) و انواع اقلیم مقاوم می‌باشد. تحمل سرمای شدید را دارد و در خاک‌های فقیر بردبار است و هم‌چنین سازگاری زیست در شیب‌های تند و هموار را دارد (Khajeabdolahi, 2007). بادام کوهی در مناطقی که دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و پاییز کوتاه می‌باشد به خوبی رشد می‌کند. مناطق پراکنش بادام کوهی در استان خوزستان در کوهپایه‌های زاگرس شروع و در ارتفاعات ۶۰۰ الی ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. این درختچه در اطراف شهرستان‌های دزفول، ایذه، باغملک، مسجد سلیمان و هفتگل به صورت پراکنده و گاه انبوه دیده می‌شود (Akhondali et al., 2003). در چند دهه گذشته به‌علت کمبود سوخت‌های فسیلی، اکثر مردم بومی از چوب‌های حاصل از قطع درختان بادام کوهی، برای تهیه سوخت و ذغال استفاده می‌کنند، که این امر به‌تدریج سبب از بین رفتن اکثر رویشگاه‌های بادام کوهی منطقه شده است.

در گزارشی به نوشته (Ananda, 2006) تصمیم‌گیری مشارکتی برای مکانیابی جنگل در استرالیا با رویکرد AHP به انجام رسیده است. در این گزارش به تعیین کردن سیاست‌های جنگل پایدار که شامل ایجاد تعادل بین اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست است پرداخته شده است. با استفاده از مشارکت عمومی فهرستی تهیه شده و توسط تحلیل سلسله مراتبی، با بهره‌گیری از نرم‌افزار Expert choice و تلفیق کردن با سیستم اطلاعات جغرافیایی آنالیز صورت گرفته است. (Chuanyan, 2006) پژوهش مدل‌سازی با GIS برای مطالعه پراکنش مکانی نوتل *Picea Crassifolia* در کوهستان کولیان در شمال غربی چین بر مبنای عوامل بیوفیزیکی به‌انجام رساندند. در مقاله‌ای به نوشته (Korpela & Elfren gren, 2007) استراتژی‌های مختلف ارزیابی جنگل با روش AHP بررسی شده است. در این مقاله گروه مطالعه‌هایی عوامل موفقیت و وزن‌های مربوطه را تحلیل کرده و استراتژی‌های جایگزین روند فعلی صنایع جنگلی

هکتار به عنوان مطالعه موردی از منطقه زاگرس جنوبی برای انجام مطالعه انتخاب شد. این منطقه در فاصله ۷۰ کیلومتری از این شهرستان و در طول‌های جغرافیایی $33^{\circ} 32'$ و $32^{\circ} 42'$ و بین عرض‌های جغرافیایی $48^{\circ} 45'$ و $48^{\circ} 52'$ واقع شده است. نوع اقلیم منطقه خشک بوده و حداقل درجه حرارت $11/18$ درجه و متوسط درجه حرارت 23 درجه و حداکثر درجه حرارت $48/5$ می‌باشد. متوسط بارندگی منطقه 471 میلی‌متر بوده و بافت خاک غالب منطقه لومی است. تیپ‌های جنگلی منطقه مورد مطالعه بیشتر شامل تیپ بادام به مساحت $166/1682$ و تیپ بلوط- بادام به مساحت $3947/34$ هکتار می‌باشد. گونه‌های درختی موجود در عرصه شامل: بلوط (*Quercus branthi Lindl.*)، بنه (*Pistacia mutica*)، کلخنگ (*Stocks Pistacia khinjuk*)، کنار (*Ziziphus spinachristi*) Desf. (l.) و گونه‌های درختچه‌ای موجود شامل: بادامک (*Spach Amygdalus*)، انجیر (*Ficus.L*)، زالزالک (*aronia* (l.) Bosc.)، رملیک (*Crataegus Ziziphus* Burm. F.) و *nummaloria* می‌باشد. توزیع تیپ در کل منطقه مورد مطالعه شامل تیپ بادام $29/4$ درصد و تیپ بلوط - بادام $68/9$ درصد بود (Akhondali et al., 2003). در شکل (۱) موقعیت منطقه مطالعه‌هایی در کشور نشان داده شده است.

تهیه نقشه‌های منابع اکولوژیک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

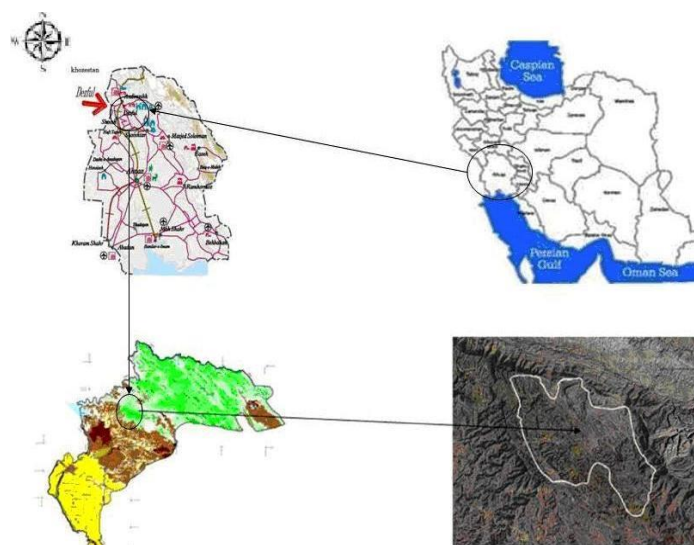
برای تهیه نقشه‌های لازم، ابتدا کار شناسایی، تهیه و تولید منابع پایدار و ناپایدار انجام و معیارها و متغیرهای موردنظر برای ارزیابی منطقه جنگلی مشخص شد. در ادامه نقشه‌های تولید شده در سامانه رایانه‌ای و برنامه نرم‌افزاری اتوکد رقومی شده و با قالب برداری به محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار ArcGIS 9.2 منتقل شد. در این نرم افزار رابطه‌های توپولوژیک برای هرلایه نقشه تهیه و یک پایگاه اطلاعات جغرافیایی طرح‌ریزی شد و تمامی نقشه‌های منابع پایه منطقه به شکل هم‌مقیاس تهیه شد. مقیاس مورد استفاده در این تحقیق $1:25000$ انتخاب شد. به منظور تحلیل ارزیابی چندمعیاره از قالب رستری استفاده و برای کلیه نقشه‌ها سامانه مختصات یکسان UTM پیش‌بینی شد.

منطقه مطالعه‌هایی تدوین شد. (Song et al., 2010) در پژوهشی به پهنه‌بندی منابع عمده خطر در محیط‌های شهر و کاربرد آن در شهر شانگهای چین پرداخته است که براساس تجزیه و تحلیل و ارزیابی خطرات زیست‌محیطی مناطق شهری با روش AHP به وزن‌دهی شاخص‌ها و مخاطرات محیط‌زیستی پرداخته و سپس با تلفیق مطالعه‌های در محیط GIS، به نقشه منطقه‌بندی در مقیاس شهری چین دست یافتند. (Mohammadi Limaiei & Mohammadi, 2013) به مطالعه معیارهای مناسب جهت جنگل‌های شهری با روش تصمیم‌گیری چند معیاره در اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد که معیار محیط‌زیست دارای بالاترین وزن جنگل‌داری شهری و معیار زیبایی کمترین اولویت در منطقه مورد مطالعه بود. (Piran et al., 2013) انتخاب مکان مناسب برای پارک جنگلی محلی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در بدره انجام دادند. در این تحقیق سلسله مراتب فرایند ارزیابی ایجاد شده و معیارها و زیر معیارها وزن با استفاده از نظرات خبرگان به دست آمده، پس از آن، لایه‌های GIS برای هر یک از زیر معیارها ایجاد و در نهایت، نقشه نهایی از مناطق مناسب برای پارک جنگلی با استفاده از روش وزن ترکیب خطی (WLC) در محیط GIS تهیه شده است. (Savari et al., 2014) ارزیابی توان اکولوژیک حوضه رکعت برای کاربری جنگل‌داری، با استفاده از روش AHP و مخدوم را انجام دادند. شاخص‌ها شامل شیب، ارتفاع، تاج پوشش، پوشش گیاهی، گونه گیاهی، تراکم بافت گیاهی، ساختمان خاک، نوع خاک، دما و میزان بارندگی در نظر گرفته شد. در نهایت پتانسیل منطقه رکعت در چهار طبقه بسیار مناسب، خوب، مناسب و ضعیف دسته‌بندی شد.

این تحقیق با هدف شناسایی، طبقه‌بندی و ارزشیابی ویژگی‌های اکولوژیک عرصه تحت بررسی به منظور تبیین ویژگی‌های بوم‌شناختی، ظرفیت‌های توسعه و شناسایی عوامل تهدیدکننده آن ضمن وزن‌دهی و تعیین اولویت بین عوامل انجام شد. نتایج این تحقیق کمک به احیا و بازسازی رویشگاه این گونه ارزشمند و در معرض خطر در اراضی مورد بررسی می‌کند.

مواد و روش‌ها

منطقه جنگلی زاگرس جنوبی، در شمال شرقی شهرستان دزفول قرار گرفته است. منطقه جنگلی بوالحسن با مساحت 5725



شکل (۱): موقعیت منطقه مطالعه‌هایی در شهرستان دزفول

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP

ابتدا معیارهای اولیه به‌منزله پیش‌آزمون از طریق بررسی منابع پایه و تحلیل مطالعه‌های گذشته‌نگر جمع‌آوری شد. به‌منظور تعیین معیارها فهرست جمع‌آوری شده به‌صورت پرسشنامه تهیه شده و برای تایید درستی آنها، این پرسشنامه در اختیار گروهی از نخبگان در رشته‌های مرتبط با محیط‌زیست، جنگل‌داری، باغبانی قرار گرفت. گروه پرسش‌شونده ۶۴ نفر از میان اساتید دانشگاه و کارشناسان خبره انتخاب شدند. تعداد پرسشنامه‌ها و اعضای دلفی از معادله (۱) محاسبه شد (Asafou-Ajaee, 2002).

$$n = \frac{N(t, s)^2}{ND^2 + (t - s)^2} \quad (1)$$

در این راستا با تشکیل ساختار سلسله مراتبی و تعیین معیارها و زیرمعیارها مهمترین عوامل در دو محیط بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی تعیین شدند.

تشکیل ساختار سلسله مراتبی

در این مرحله در گام نخست، ساختار سلسله مراتبی با هدف ارزیابی شرایط رویشگاهی بادام‌کوهی در منطقه تشکیل شد. در این ساختار محیط بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی به عنوان معیارهای اصلی در سطح دوم ساختار سلسله مراتبی انتخاب شدند. در سطح سوم نیز زیر معیارهای هر دو محیط و در سطح

آخر نیز عوامل زیر معیارهای انتخاب شده قرار گرفتند. در گام دوم، دو محیط بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی به عنوان معیارهای اصلی تعیین توان اکولوژیکی منطقه انتخاب شدند. سپس زیر معیارهای ساختار سلسله مراتبی در محیط فیزیکوشیمیایی به عوامل اقلیمی، سازند زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، فیزیوگرافی، منابع آبی و محیط بیولوژیکی به تعداد گونه گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، پهنه‌بندی رویشگاه، بیماری‌های گیاهی، الگوی زنجیره‌های غذایی و منطقه‌های تحت‌حفاظت طبقه‌بندی شده و نسبت به معیارهای اصلی با یکدیگر مقایسه زوجی شدند. در محیط فیزیکوشیمیایی پارامترهای اقلیمی شامل ساعات آفتابی، متوسط بارش سالیانه، رطوبت نسبی، حداکثر مطلق درجه حرارت، روزهای یخبندان، متوسط درجه حرارت سالیانه، طول فصل خشک (دوره خشکی)، پارامترهای خاک‌شناسی شامل رنگ خاک، بافت خاک، ساختمان خاک، خلل و فرج خاک، ماده آلی خاک، رطوبت خاک، pH خاک، هدایت الکتریکی خاک، نوع فرسایش و عوامل فیزیوگرافی شامل شیب، جهت جغرافیایی، شکل زمین و ارتفاع از سطح دریا، وزن‌دهی شده و با یکدیگر مقایسه زوجی شدند. برای اولویت‌بندی بین معیارهای مختلف به معیارهای منتخب وزن داده شد تا درجه اهمیت هر عامل یا معیار در تعیین توان با ظرفیت برد منطقه قابل محاسبه باشد. سیستم نمره‌دهی در این روش بر اساس طیف ۹تایی ساعتی صورت می‌گیرد (Saaty, 1980).

شده است.

$S_i =$ لایه‌های نرمال‌سازی شده می‌باشد.

در نتیجه رابطه:

Result: $W_1 S_1 + W_2 S_2 + \dots + W_i S_i$ تولید و با استفاده از

نقشه تلفیقی نهایی، وضعیت توان اکولوژیکی و مکان‌های مناسب برای رشد بادام کوهی در منطقه نشان داده شد.

یافته‌ها

به منظور تعیین پتانسیل و توان اکولوژیکی منطقه جنگلی نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت‌های جغرافیایی تحت برنامه ArcGIS 9.2 تولید شد. خطوط منحنی میزان نقشه توپوگرافی نوسانات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه را در اختیار می‌گذارند اما با تهیه نقشه طبقات ارتفاعی براساس مدل رقومی ارتفاعی (DEM) می‌توان نوسان‌های ارتفاع را آسان‌تر و سریع‌تر تشخیص داد.

ارتفاع از سطح دریا معرف تغییر نوسانات اقلیمی است. به دلیل اختلاف ارتفاع میزان انرژی که هر نقطه از زمین، از خورشید می‌گیرد متفاوت است. با افزایش فشار و کاهش ارتفاع نیز میزان درصد رطوبت و بارش تغییر می‌کند. بنابراین تغییرهای ارتفاعی می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر روی سه پارامتر دما، بارش و رطوبت برجای گذارد. بیشترین مساحت در کل عرصه با ارتفاع ۱۲۵۰-۱۰۵۰ می‌باشد. ارتفاع ۶۵۰ تا ۱۰۵۰ متر برای رویش بادام بسیار مناسب و ارتفاع ۱۰۵۰ تا ۱۴۵۰ متر قابل قبول است.

شیب نیز یک عامل مهم در حاصل‌خیزی خاک‌های جنگلی در منطقه است. در شیب‌های کم اصولاً عمق خاک بیشتر و حاصل‌خیزی آن بالاست به طوری که درختان موجود در آن قطور و ارتفاع بیشتری دارند. بیشترین شیب در این عرصه شیب ۲-۳٪ و ۳۰-۲۰٪ می‌باشد. شیب ۸-۰٪ برای رویش بادام بسیار مناسب، شیب ۱۵-۸٪ مناسب، شیب ۳۰-۱۵٪ متوسط و بالای ۳۰٪ از توان اندکی برخوردار است.

جهت جغرافیایی عامل مهم دیگری است که در حاصل‌خیزی رویشگاه جنگلی در منطقه مورد مطالعه تاثیر مستقیم و غیرمستقیم دارد. به طوری که در جهت غربی در شرایط یکسان در مقایسه با جهت جنوبی، تراکم، اندازه تاج و بلندی درختان و میزان علوفه کف جنگل بیشتر و بهتر است. مهم‌ترین تاثیر جهت‌های جغرافیایی بر ساختار طبیعی منطقه در میزان دریافت

در این پژوهش طبق جدول مورگان تعداد پرسشنامه‌های AHP، ۵۶ عدد (با توجه به جمعیت پایه دلفی) انتخاب شد. پرسشنامه‌ها توسط افراد متخصص و کارشناسان آشنا به نیازهای اکولوژیکی بادام کوهی و شرایط منطقه جنگلی دزفول و با توجه به مطالعه‌های قبلی تهیه شد. با استفاده از میانگین هندسی ترکیب جداول مقایسه‌ای اعضای گروه صورت گرفت. میانگین هندسی ترکیب جداول‌های مقایسه‌ای از رابطه (۲) محاسبه شد. فرض کنید: $a_{ij}^{(k)}$ مولفه مربوط به شخص k ام برای مقایسه سیستم i به سیستم j است؛ بنابراین میانگین هندسی برای تمامی مولفه‌های متناظر به این صورت محاسبه می‌شود.

$$\bar{a}_{ij} = \left(\prod_{k=1}^N a_{ij}^{(k)} \right)^{1/N} \quad (2)$$

در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار Expert 2000 (EC) choice وزن هر یک از شاخص‌ها نسبت به شاخص‌های سطح بالاتر (وزن نسبی) به روش بردار ویژه محاسبه گردیده و با تلفیق وزن نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص شد. در نهایت یک بردار ارجحیت کلی به دست آمد که اثر و اهمیت پایین‌ترین عناصر را نشان می‌دهد. گزینه‌ای که وزن بیشتری را کسب نموده، دارای درجه اهمیت بیشتری نسبت به سایر گزینه‌ها محسوب می‌شود. به هنگام تهیه ماتریس‌های AHP میزان ناسازگاری کمتر از ۰/۱ پیش‌بینی شد (Saaty, 1988). پس از رقومی شدن و ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی، ادغام لایه‌ها با استفاده از روش رویهم‌گذاری انجام شد. برای تعیین وزن‌های معیار (تاثیرگذاری لایه‌ها نسبت به هم) و همچنین تعیین میزان اهمیت طبقات هر لایه اطلاعاتی (وزن درون لایه‌ای) از نرم‌افزار Expert Choice 2000 استفاده شد. پس از تعیین وزن‌ها Attribute Table به کلیه لایه‌ها فیلدی به نام weight افزوده شد و وزن هر طبقه از لایه اطلاعاتی در آن وارد شد. سپس برای فراخوانی لایه نهایی از دستور Query در نرم‌افزار Arc GIS 9.2 استفاده شد. در ادامه به منظور تعیین ارزش‌ها (مقادیر) در لایه‌های رقومی اطلاعات نقشه‌ای کلاسه‌بندی شدند. این امر با استفاده از تکنیک Raster Calculator انجام پذیرفت. در این روش وزن هر یک از لایه‌ها در اطلاعات آن لایه ضرب شد و سپس با لایه‌های دیگر جمع شد.

$W_i =$ وزن هر لایه است که با استفاده از تکنیک AHP محاسبه

وزن ۰/۰۶۱، فیزیوگرافی با وزن ۰/۲۷۶ و منابع آبی با وزن ۰/۱۹۸ می‌باشد. اولویت‌بندی معیارهای فیزیکو-شیمیایی نشان‌دهنده این مطلب است که فاکتورهای اقلیمی نسبت به بقیه فاکتورها از اهمیت بالاتری برخوردارند. پس از عوامل اقلیمی، فاکتورهای فیزیوگرافی و منابع آبی قرار دارند. خاکشناسی و سازندهای زمین‌شناسی نیز با توجه به این که گیاه بادام‌کوهی در شرایط نامساعد خاک نیز رویش می‌کند وزن‌های کمتری را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به این که کشت بادام‌کوهی در این منطقه به صورت دیم است منابع آبی نسبت به خاکشناسی و زمین‌شناسی مهم‌تر هستند. فیزیوگرافی به دلیل تاثیرگذار بودن بر میکرواقلیم نسبت به خاکشناسی و زمین‌شناسی و منابع آبی موجود مهم‌تر و نسبت به اقلیم تقریباً هم‌ارزش برآورد می‌شوند.

ماتریس هندسی زیرمعیارهای اقلیم که شامل ساعت‌های آفتابی، متوسط بارش سالیانه، رطوبت نسبی، حداکثر مطلق درجه حرارت، روزهای یخبندان، متوسط درجه حرارت سالیانه و طول فصل خشک (دوره خشکی) هستند که با توجه به پرسشنامه‌های AHP تهیه شد. پس از تعیین وزن‌های هر لایه توسط نرم‌افزار Expert Choice 2000 وزن لایه‌ها به شکل زیر استخراج شدند. زیرمعیار ساعت‌های آفتابی با وزن ۰/۰۶۲، متوسط بارش سالیانه با وزن ۰/۴۲۱، رطوبت نسبی با وزن ۰/۱۹۷، حداکثر مطلق درجه حرارت با وزن ۰/۱۴۸، روزهای یخبندان با وزن ۰/۰۳۹، متوسط درجه حرارت سالیانه با وزن ۰/۱۰۶ و طول فصل خشک (دوره خشکی) با وزن ۰/۰۲۸ می‌باشند. اولویت‌بندی زیرمعیارهای اقلیمی حاکی از آن است که میزان بارندگی سالیانه با توجه به دیم بودن کشت بادام‌کوهی از اهمیت زیادی برخوردار است. بعد از آن به ترتیب فاکتورهای رطوبت نسبی، حداکثر مطلق درجه حرارت، متوسط درجه حرارت سالیانه، ساعت‌های آفتابی، روزهای یخبندان و طول فصل خشک قرار می‌گیرند. روزهای یخبندان با توجه به این که گیاه بادام برودت هوا را تا ۲۰- تحمل می‌کند تحمل سرمای شدید و سرمای ارتفاعات بالاتر از ۲۰۰۰ متر داراست و هم‌چنین در منطقه تعداد روزهای یخبندان و دوره خشکی در منطقه به ندرت اتفاق می‌افتد این دو معیار اهمیت کمتری را نسبت به سایر زیرمعیارهای اقلیم به خود اختصاص داده‌اند.

ماتریس هندسی زیرمعیارهای خاکشناسی که شامل خلل و فرج خاک، بافت خاک، ساختمان خاک، نوع فرسایش، ماده آلی خاک، رنگ خاک، سنگلاخی بودن، رطوبت خاک، pH خاک و E.C

نور خورشید و اثرات ناشی از آن می‌باشد که در شکل‌گیری میکروکلیم و پوشش گیاهی عرصه نقش موثری دارد. برای تهیه نقشه جهت‌های جغرافیایی نیز از ویژگی‌های خطوط منحنی میزان بر روی نقشه توپوگرافی به اضافه سایر ویژگی‌های این گونه نقشه‌ها مانند رودخانه، نهرها، آبراهه‌ها و غیره استفاده شد. نقشه جهت‌های جغرافیایی به علت آسان‌تر دیدن جهت دامنه‌ها در مطالعه‌های توان اکولوژیک کاربرد گسترده‌ای دارد. در این تحقیق نقشه جهت‌های جغرافیایی در نه طبقه استخراج گردید. حدود ۳۳ درصد این واحد فاقد جهت است. بعد از آن جهت‌های شمال‌شرقی، شرق و جنوب‌شرقی بیشترین مساحت را دارا هستند. جهت‌های شمالی و شمال‌غربی برای رویش بادام عالی، جهت‌های شمال‌شرقی و غربی خوب، جهت‌های شرقی و جنوب‌غربی متوسط و جهت‌های جنوب‌شرقی و جنوبی برای رویش بادام کوهی ضعیف هستند.

ماتریس هندسی معیارهای اصلی که شامل فاکتورهای فیزیکو-شیمیایی و بیولوژیکی با توجه به پرسشنامه‌های AHP تهیه شد. این نمرات از ۱ تا ۹ نشان‌دهنده وزن سنگین‌تر هر کدام از معیارها در مقایسه با دیگری است. با استفاده از نرم‌افزار EC معیارهای اصلی با یکدیگر مقایسه شده و وزن هر معیار تعیین شد. در این ساختار محیط بیولوژیکی وزن ۰/۲۵ و محیط فیزیکو-شیمیایی وزن ۰/۷۵ را به خود اختصاص دادند. تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی رویشگاه بادام‌کوهی و نتایج به دست آمده حاکی از آن است که معیارهای فیزیکو-شیمیایی در مقایسه با معیارهای بیولوژیکی وزن بیشتری را به علت شکننده بودن این جنگل به خود اختصاص داده‌اند.

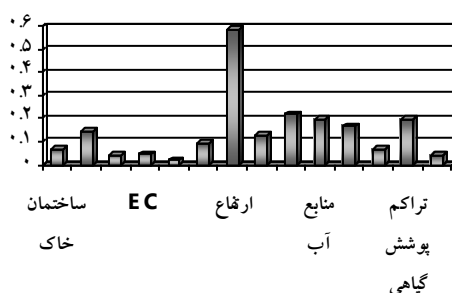
ماتریس هندسی معیارهای بیولوژیکی که شامل تعدادگونه گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، پهنه‌بندی رویشگاه، بیماری‌های گیاهی، الگوی زنجیره‌های غذایی و مناطق تحت حفاظت است با توجه به پرسشنامه‌های AHP تهیه شد. زیر معیار تعدادگونه گیاهی با وزن ۰/۰۶۶، تراکم پوشش گیاهی با وزن ۰/۱۹۵، پهنه‌بندی رویشگاه با وزن ۰/۱۲۱، بیماری‌های گیاهی با وزن ۰/۰۳۸، الگوی زنجیره‌های غذایی با وزن ۰/۰۵۷ و مناطق تحت حفاظت با وزن ۰/۵۲۲ می‌باشد.

ماتریس هندسی معیارهای فیزیکو-شیمیایی که شامل اقلیم، سازند زمین‌شناسی، خاکشناسی، فیزیوگرافی و منابع آبی است با توجه به پرسشنامه‌های AHP تهیه شد. در این میان اقلیم با وزن ۰/۴۲۱، سازند زمین‌شناسی با وزن ۰/۰۴۳، خاکشناسی با

رویش پیدا می‌کند. بعد از فاکتور ارتفاع به‌ترتیب، جهت جغرافیایی، شیب و شکل زمین با توجه به اثر بر میکرو اقلیم قرار می‌گیرند.

در این مطالعه لایه‌های نقشه‌های منابع به‌عنوان معیار ارزیابی شناخته شدند. بدین منظور اطلاعات پس از رقومی شدن و ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی به نقشه‌های معیار تبدیل شدند. ورودی این برنامه تعدادی نقشه‌های رستری از یک منطقه معین است که Criteria یا Effect نامیده می‌شوند و واجد جدول توصیفی می‌باشند. بخش مهم این برنامه یک درخت معیار است که قسمتی برای استاندارد کردن، وزن‌دهی و تجمیع معیارها می‌باشد. در درخت معیارها نقشه‌های متعدد ورودی و یا اطلاعات توصیفی ترکیب می‌شوند که این عمل مطابق با قوانین و معیارهای تعریف شده مشخص می‌باشد. نقشه‌های خروجی شاخص ترکیبی نامیده می‌شوند. بدین ترتیب نقشه‌های زیرمعیارها در حالی که هم دارای وزن و هم از لحاظ درجه بهینه بودن مشخص بودند به دست آمدند. هم‌چنین رابطه ارزیابی چندمعیاره رویشگاه بادام کوهی در منطقه به‌صورت معادله خطی زیر ارائه شد. که در این معادله، زیرمعیار ارتفاع بیشترین ضریب را داراست. در شکل (۲) نیز مقایسه ضریب زیر معیارها نشان داده شده است.

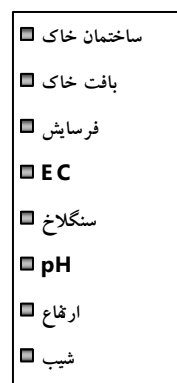
Evaluation of Ecological Capability of *Amygdalus Scoparia* Habitat = ([structure of soil] * 0.066) + ([soil texture] * 0.143) + ([kind of erosion] * 0.4) + ([EC of soil] * 0.044) + ([stony soil] * 0.019) + ([pH of soil] * 0.091) + ([elevation] * 0.587) + ([slope] * 0.129) + ([aspect] * 0.217) + ([water sources] * 0.198) + ([soil organic material] * 0.166) + ([vegetation types] * 0.066) + ([land cover density] * 0.195) + ([geological structure] * 0.043)



شکل (۲): مقایسه ضریب زیرمعیارها در معادله خطی

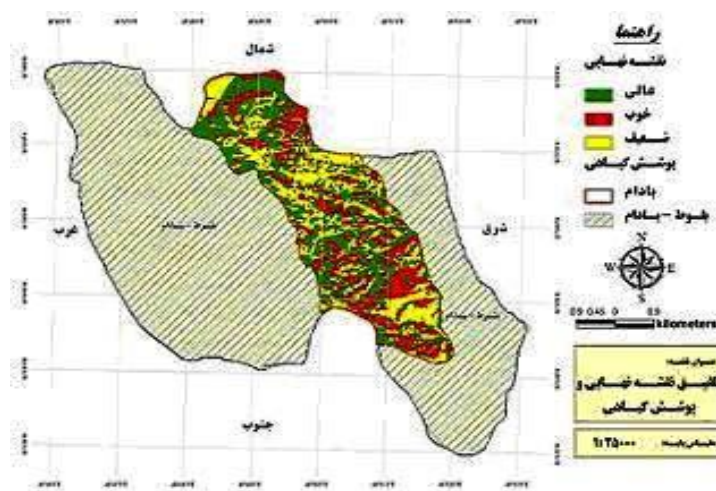
خاک است با توجه به پرسشنامه‌های AHP تهیه شد. در این خصوص نیز پس از تعیین وزن هر لایه توسط نرم‌افزار 2000 Expert Choice وزن لایه‌ها به شکل زیر استخراج شدند. زیرمعیار خلل و فرج خاک با وزن ۰/۰۳۱، بافت خاک با وزن ۰/۱۴۳، ساختمان خاک با وزن ۰/۰۶۶، نوع فرسایش با وزن ۰/۰۴۰، ماده آلی خاک با وزن ۰/۱۶۶، رنگ خاک با وزن ۰/۰۶۵، سنگلاخی‌بودن با وزن ۰/۰۱۹، رطوبت خاک با وزن ۰/۳۳۴، pH خاک با وزن ۰/۰۹۱ و EC خاک با وزن ۰/۰۴۴ می‌باشد. اولویت‌بندی زیرمعیارهای خاک‌شناسی نشان‌دهنده این مطلب است که رطوبت خاک به‌علت دیم بودن کشت بادام کوهی اهمیت فوق‌العاده زیادی دارد. بعد از فاکتور رطوبت خاک به‌ترتیب ماده آلی خاک به‌دلیل فراهم بودن عناصر غذایی در خاک، بافت خاک به واسطه اثر بر آب و هوادهی در خاک، pH خاک با اثر بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه، ساختمان خاک اثر بر آب و هوادهی در خاک، رنگ خاک به‌دلیل نوع ماده آلی خاک، نوع فرسایش و وضعیت خاک موجود، EC خاک تأثیرگذار بر جذب آب و عناصر غذایی، خلل و فرج خاک و اثر آن بر آب و هوادهی در خاک و سنگلاخی بودن به واسطه اثر بر شدت نفوذ آب در خاک قرار می‌گیرند.

ماتریس هندسی زیرمعیارهای فیزیوگرافی که شامل ارتفاع از سطح دریا، شکل زمین، جهت جغرافیایی و شیب است با توجه به پرسشنامه‌های AHP تهیه شد. زیرمعیار ارتفاع از سطح دریا با وزن ۰/۵۸۷، شکل زمین با وزن ۰/۰۶۷، جهت جغرافیایی با وزن ۰/۲۱۷ و شیب با وزن ۰/۱۲۹ می‌باشد. اولویت‌بندی زیرمعیارهای فیزیوگرافی نشان‌دهنده آن است که ارتفاع نقش بسیار زیادی را در رویش بادام کوهی ایفا می‌کند تا جایی که در ارتفاع مناسب در هر جهت و با شیب بسیار زیاد بادام کوهی



بادام‌کوهی منطقه جنگلی را نشان می‌دهد. به‌منظور اولویت‌بندی مناطق کل پیکسل‌ها به ۳ طبقه عالی، خوب و ضعیف گروه‌بندی شد.

بعد از آن به تلفیق نقشه‌ها برای به‌دست آوردن نقشه معیارهای اصلی اقدام شد. در نهایت نقشه تلفیقی نهایی به‌دست آمد که مکان‌های مناسب برای رشد بادام‌کوهی را نشان داد. شکل (۳) تلفیق نهایی توان اکولوژیکی و مناطق مناسب برای رویشگاه



شکل (۳): تلفیق نهایی توان اکولوژیکی و مناطق مناسب برای رویشگاه بادام‌کوهی

تعیین معیارها و وزن‌ها برای الگوسازی فضایی ابتدا اطلاعات مکانی و توصیفی به لایه‌های اطلاعاتی تبدیل شدند و لایه‌های اطلاعاتی مختلف که مبین معیارهای مورد استفاده هستند، تشکیل شد. پس از تشکیل پایگاه اطلاعات داده‌ها، براساس معیارهای مربوطه و وزن آنها، لایه‌های وزنی تولید شد و برای ترکیب لایه‌ها و تعیین ارزش مناطق مختلف با استفاده توابع ترکیبی در محیط GIS لایه‌ها باهم جمع و لایه نهایی تولید شد. اصولاً روش‌های ارزیابی توان اکولوژیکی با تلفیق در برنامه GIS نمایش بهتری از واقعیت‌های محیطی یک منطقه در اختیار می‌گذارد چرا که لایه‌ها عامل مختلف و چندگانه را به سهولت مورد ترسیم، دسته‌بندی، وزن‌دهی و هم‌پوشانی قرار می‌دهد. در این مقاله نیز با تلفیق نقشه‌های عامل در محیط GIS نقشه نهایی توان‌سنجی محدوده مورد مطالعه برای رویش گونه بادام‌کوهی تهیه شد. که در شکل (۳) از نظر گذشت. این نقشه امکان کاشت این گونه را از طریق توسعه طرح‌های جنگل‌کاری با رویکرد ارزیابی چندمعیاره مورد بررسی قرار داد. نتایج نیز در سه طبقه کیفی عالی، خوب و ضعیف گروه‌بندی شد و نشان داد که تنها ۳۶ درصد حوضه فاقد قابلیت برای توسعه رویش این گونه است از این رو به‌منظور کاهش خسارت‌های ناشی از عدم

در این منطقه بهترین وضعیت اکولوژیکی با مساحت ۶۱۷ هکتار معادل ۳۵/۵۹ درصد، وضعیت توان اکولوژیکی خوب با مساحت ۴۷۱ هکتار معادل ۲۷/۹۷ درصد، وضعیت اکولوژیکی ضعیف با مساحت ۵۹۹ هکتار معادل ۳۶/۴۴ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. با در نظر گرفتن مجموع دو طبقه عالی و خوب به عنوان توان اکولوژیکی مناسب می‌توان بیان کرد حدود ۶۴ درصد منطقه تیپ خالص بادام‌کوهی دارای توان اکولوژیکی مناسب و حدود ۳۶ درصد از توان اکولوژیک پایینی برخوردار است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این مطالعه ارزیابی شرایط رویشگاه بادام‌کوهی در منطقه زاگرس جنوبی می‌باشد. برای دستیابی به این هدف پس از مطالعه در زمینه روش‌های مختلف، فرآیند AHP به‌عنوان روش کار انتخاب شد. ساختار سلسله‌مراتبی این تحقیق با کمک گرفتن از ویژگی‌های محیط تحت بررسی و اطلاعات گذشته‌نگر ترسیم شد. محاسبه وزن‌های نسبی و نهایی گزینه‌ها، معیارها و زیرمعیارها از طریق وارد کردن نتایج مقایسه‌های زوجی به نرم‌افزار Expert Choice 2000 انجام پذیرفت. در نهایت به تحلیل هر یک از عوامل و دلایل اولویت آنها پرداخته شد. پس از

سرعت در ارزیابی گردید. (Elfrengrén & Korpela, 2007) نیز به این نتیجه رسید که AHP می‌تواند نظر افراد مختلف را وارد کند مثلاً شخصی جنبه محیط‌زیستی را در نظر می‌گیرد و فرد دیگری با دیدگاه اقتصادی پرسشنامه را پر می‌کند و نظرهای افراد مختلف تلفیق می‌شوند. همچنین مقایسه‌های به نسبت ساده زوجی این اجازه خواهد داد که حق تقدم‌ها و اولویت‌ها به وسیله گروه تصمیم‌گیرنده مشخص شود. در این گزارش اشاره شده که زمانبر بودن و وقت‌گیر بودن مصاحبه با گروه تصمیم‌گیرنده از معایب این روش می‌باشد.

در بررسی حاضر نیز با کمک AHP وزن اولویت‌ها مشخص شده و قسمت‌های با اولویت بالا نشان داده شده است. با توجه به این ذی‌نفعان با کمک پرسشنامه در انجام این پژوهش یاری رساندند میزان خطا کاهش یافته است. پرسشنامه‌ها نیز با دیدگاه‌های مختلف پر شد و در انتها همه نظرها با هم تلفیق شد که این مورد از نقاط قوت این روش است. همچنین زمان زیادی صرف مصاحبه با افراد مختلف شد که این مورد از معایب این روش در نظر گرفته می‌شود. روش AHP یک روش مناسب برای حل چند معیاری مشکلات پیچیده تصمیم‌گیری را فراهم می‌کند. نرم‌افزار Expert Choice به‌طور قابل توجهی به روش AHP کمک کرده است. AHP یک روش تصمیم‌گیری است که می‌تواند به تجزیه و تحلیل و حمایت از تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه و حتی رقابت مورد استفاده قرار گیرد. AHP به‌عنوان یک ابزار انعطاف‌پذیر و عملی برای تعیین توان اکولوژیکی ثابت شده است. علاوه بر این، GIS می‌تواند مورد استفاده برای حمایت فضایی تصمیم‌گیری قرار بگیرد و دارای قابلیت بسیار عالی برای برخورد با مسایل فضایی است. بنابراین، این مطالعه می‌تواند یک چارچوب برای فرایند برنامه‌ریزی با استفاده از GIS و AHP ارایه و نتایج آن در برنامه‌ریزی استفاده از زمین، در منطقه مورد مطالعه مفید است. در ادامه راهکارهای برای افزایش سطح توان محیط‌زیست در منطقه در جدول (۲) آورده شده است.

موفقیت جنگل‌کاری و هدررفت هزینه و زمان می‌باید از اجرای طرح‌های جنگل‌کاری با استفاده از این گونه در مناطقی که از لحاظ رویشگاهی ضعیف شناخته می‌شوند اجتناب کرد.

در مقایسه با سایر پژوهش‌ها (Song et al., 2010)، در بررسی خود به این نکته اشاره می‌کنند که AHP در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره وزن اولویت‌های هر معیار را نشان می‌دهد که این مورد نمره هر بخش را مشخص می‌کند. همچنین به این نتیجه دست یافتند که اظهارنظرهای عمومی یا فرآیندهای مشارکت گروه تصمیم‌گیرنده در AHP برای کارایی بیشتر و الگوی شفاف‌تر بسیار مفید است. به علاوه تکنیک‌هایی مانند AHP جنبه‌های مختلف و درصد بالایی از مشارکت ذی‌نفعان را ترکیب می‌کنند. در پژوهش حاضر نیز وزن هر معیار در بخش‌های مختلف دقیقاً مشخص و از اظهارنظرهای خبرگان و کارشناسان در این خصوص استفاده گردید. (Ananda, 2006; Mohammadi Limaiei & Mohammadi, 2013; Savari et al., 2014) به این نتیجه رسید که با به کارگیری مقایسه‌های زوجی اثر تداخلی متغیرها و شاخص‌ها بر روی یکدیگر که ممکن است بیش‌تر از مجموع اثرهای انفرادی آن‌ها باشد سنجیده و ارزشیابی می‌شود. همچنین در بررسی خود به این نکته اشاره می‌کند که AHP در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره وزن اولویت‌های هر معیار را نشان می‌دهد که این مورد نمره هر بخش را مشخص می‌کند. (Chuan Yan et al., 2006; Piran, 2013) نیز در مطالعه‌های خود بیان می‌کنند که با کمک GIS تا اندازه زیادی محدودیت‌ها و پیچیدگی‌ها ناشی از حجم زیاد اطلاعات، ناهم‌خوانی‌های ناشی از تنوع ماهیت معیارها را کاهش داده و مدت زمان محاسبه‌ها و تحلیل‌ها را نیز کاهش می‌دهد. ضمن آن که خروجی‌ها از دقت به نسبت خوبی برخوردار بودند. در این تحقیق نیز با تلفیق نتایج متدها در سامانه اطلاعات جغرافیایی، پیچیدگی ناشی از تعدد پارامترها و معیارها کاسته شد و نقشه‌سازی عرصه‌ها در این سامانه کار ارزیابی اکولوژیکی منطقه را تسهیل نمود و بررسی بسیاری از پیچیدگی‌های ارزیابی توان منطقه با GIS و به کارگیری AHP کاهش یافت و سبب

جدول (۲): اقدامات پیشنهادی برای حفاظت و افزایش سطح توان محیط زیست در منطقه

فعالیت	ملاحظات
بندهای چپری	این بندها توسط چوب، سرشاخه درختان و یا پایه‌های فلزی و تورسیمی جهت کنترل فرسایش و رسوب در آبراهه‌های کوچک ساخته می‌شود.
بندهای خشکه‌چین	این بندها توسط سنگ در آبراهه‌های کوچک برای کنترل فرسایش و رسوب در آبراهه‌های کوچک ساخته می‌شود.
بندهای گابیونی	این بندها در آبراهه‌های بزرگ‌تر در جهت کنترل و مهار سیلاب ساخته می‌شود. مصالح مورد استفاده سنگ و توری گابیونی می‌باشد.
بندهای خاکی	برای کنترل هرزآب‌ها و تغذیه مصنوعی در آبراهه‌ها ساخته می‌شوند. در آبراهه‌های فصلی بیشتر بندهای خاکی غیر تراکمی با ارتفاع مفید ۳-۵ متر و در آبراهه‌های بزرگ‌تر بندهای خاکی تراکمی با ارتفاع مورد نیاز احداث می‌شود.
بندهای سنگ و سیمان	این بندها برای انحراف آب، کنترل هرزآب‌ها، کنترل سیل و فرسایش و رسوب در انواع آبراهه‌ها ساخته می‌شوند. مصالح مورد استفاده شامل سنگ و سیمان می‌باشد.
بانکت‌بندی	در اراضی شیب‌دار که دارای عمق کافی خاک باشند، برای کنترل فرسایش و هرزآب اجرا می‌شوند. شیارهای بانکت بر روی خطوط تراز با فاصله و عمق مناسب احداث می‌شوند.
تراس‌بندی	برای جلوگیری از فرسایش خاک و سهولت در امر زراعت و آبیاری انجام می‌شود.
احداث دیواره حایل حاشیه رودخانه	این عملیات به منظور حفاظت از اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه و کنترل فرسایش و رسوب انجام می‌شود و شامل عملیات خاکی و سنگی می‌باشد.
علوفه‌کاری	این عملیات به منظور افزایش تولید علوفه در انواع اراضی آبی و دیم توسط انواع گونه‌های علوفه‌ای زراعی و مرتعی انجام می‌شود.
نهال‌کاری	این عملیات به منظور کنترل فرسایش و تثبیت انواع سازه‌های احداثی در حوزه‌های آبخیز توسط انواع گونه‌ها به خصوص گونه‌های مثمر مانند بادام انجام می‌شود. از اهداف دیگر این پروژه افزایش درآمد و اشتغال‌زایی می‌باشد. کاشت گونه‌های درختی به دو صورت بذرکاری و نهال‌کاری انجام خواهد شد.
پخش سیلاب	این پروژه عموماً در قالب عملیات خاکی برای استفاده از هرزآب‌های فصلی تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی انجام می‌شود. از اهداف دیگر آن جلوگیری از خسارت ناشی از سیل و تقویت پوشش گیاهی می‌باشد.
موکاری	این پروژه برای حفظ و ذخیره نزولات، کنترل فرسایش، افزایش درآمد و اشتغال‌زایی در سطح حوزه‌های آبخیز و در مناطق مستعد انجام می‌شود. حفر کانال با ابعاد مناسب، کاشت قلمه مو و حفظ و نگهداری از مراحل اجرای این پروژه می‌باشد.
عملیات احیاء و اصلاح مراتع	این عملیات به منظور تقویت پوشش گیاهی و افزایش علوفه مراتع، کنترل فرسایش و رسوب در سطح اراضی مرتعی انجام می‌شود. حفاظت و قرق، بذریابی، کپه‌کاری و بوته‌کاری از روش‌های مختلف اجرای این پروژه هستند.

فهرست منابع

- Adl, H. R.; Makhdoom, M. & Marwa Mohajer, M.R. 2007. Evaluation of adaptation of the most important factors affecting the ecological potential of three western, central and eastern regions of northern Iran, Iranian Journal of Forests and Poplar, 15: 113-127. (In Persian)
- Akhondali, A.R.; Akhondi, M.R. & Akhondali, A.R. 2003. Synthesis and integration of Boalhassan-Dezful forest resources management plan, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, General Department of Natural Resources, Khuzestan Province, pp. 1-15. (In Persian)
- Ananda, J. 2006. Implementing Participatory Decision Making in Forest Planning, Environ Manage. 39:534-544.
- Asafou-Ajaee, J. 2002. Environmental economy for non economists, Mc GRAWHILL, p:127
- Carmean, W.H. 1991. Forest site quality evalyation in north central Ontario. Lake head univ.press.
- Chuanyan, Z.; Zhongren, N.; Guodonga, C.; Junhua, Z. & Zhaodong, F. 2006. GIS-assisted modeling of the spatial distribution of Qinghai spruce (*Picea Crassifolia*) in the Qilian mountions, northwestern china based on biophysical parameters, Ecological Modelling 191(2006) 427-500.

- Elfrenghren, K. & Korpela, J. 2007. AHP-based expert analysis of forest industry strategies, *International Journal of Industrial and System Engineering*. 4: 375-392.
- Khajeabdollahi, M.H. 2007. Cultivation of almonds in sloping lands, Khuzestan Jihad Agricultural Organization, Extension and Exploitation System of the Ministry of Jihad Agriculture, No. 199, p.3. (In Persian)
- Mashimo, Y. & Arimitsu, K. 1981. Site classification for forest land use in Japan, 17 th IUFRO world congress, Tokyo, Division I: 103-116 .
- Mohammadi, Z. & Mohammadi Limaiei, S. 2014. Selection of appropriate criteria in urban forestry (Case study: Isfahan city, Iran), *Journal of forest science*, 60 (12): 487-794.
- Piran, H.; Maleknia, R.; Akbari, H.; Soosani, J. & Karami, O. 2013. Site selection for local forest park using analytic hierarchy process and geographic information system (case study: Badreh County), *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* , 6 (7): 930-935 .
- Saaty, T.l. 1980. The analytical hierarchy process: planning priority setting resource allocation, New york: hillbook co.
- Safianian, A.R.; Behrooz Rad, B.; Mahini, A. & Hajjah Nia, Sh. 2008. 4th National Conference on Environmental Crises in Iran and Strategies for Improving Them, Islamic Azad University, Khuzestan Science and Research Branch, p.64. (In Persian)
- Saaty, T. l. 1988. *Mathematical Methods of Operations Research*, Dover Publications, New York.
- Savari, F.; Varshosaz, K. & Morshedi, J. 2014. Ecological capability evaluation of Rekat watershed for forestry land use, using AHP & Makhdom method, *Journal of Wetland Ecobiology (JWEB)*, Vol. 21.
- Song, G.; Chen, Y Tian, M.; Shihai Lv, S.; Zhang, S. & Liu, S. 2010. The Ecological Vulnerability Evaluation in Southwestern Mountain Region of China Based on GIS and AHP Method *International Conference on Ecological Informatics and Ecosystem Conservation*. Beijing. Pp 465-475.
- Zobel, B. & Tabert, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*, John Willey and Sons Inc, USA. 159p.