محیط شناسی، سال سی و هشتم، شمارهٔ ۶۲، تابستان ۹۱، صفحهٔ۲۳-۳٤

کاربرد توام روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی پویا در تدوین مدیریت پایدار پارک جنگلی سراوان گیلان

سمیه شیرزادی لسکوکلایه[۱] ، محمود صبوحی صابونی[۲*]

[۱]- دانشجوی دکترای اقتصادکشاورزی دانشگاه زابل shirzady24@gmail.com

۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی زابل

تاریخ دریافت : ۹۰/۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۳

چکیده

در مطالعه حاضر، مدیریت پایدار پارک جنگلی سراوان گیلان، در قالب الگوی تصمیم سازی در سه دورهٔ زمانی ۱۰ ساله برای وضعیت‌های مختلف پارک جنگلی و با در نظرگرفتن معیارهای اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی طرح ریزی شد. در ابتدا، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی، سطح مطلوب سه معیار اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی به طور همزمان به صورت ارزش رضامندی ترکیبی آنها در دوره‌های زمانی، تصمیمات و وضعیت‌های مختلف پارک جنگلی به‌دست آمد. نتایج حاصل از این روش نشان داد که برای رسیدن به سطح مطلوب معیارها به طور همزمان ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله اول، اجرای تصمیم اکولوژیکی، ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله دوم، به ترتیب در سه وضعیت درنظرگرفته شده، اجرای تصمیمات اجتماعی، اکولوژیکی و اکولوژیکی و ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ ساله سوم نیز به ترتیب در اولین و دومین وضعیت، اجرای تصمیم اجتماعی و اکولوژیکی بیشترین میزان ارزش مطلوبیت ترکیبی اهداف را به‌دست داد. ارزش‌های رضامندی ترکیبی اهداف به عنوان قسمتی از داده‌های ورودی به مدل برنامه‌ریزی پویا مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد، ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ ساله اول، اجرای تصمیم اکولوژیکی، در ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله دوم، با در نظرگرفتن دومین وضعیت و شرایط طراحی شده برای پارک جنگلی، اجرای تصمیم اکولوژیکی و ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ ساله سوم، با اعمال اولین وضعیت طراحی شده برای پارک جنگلی اجرای تصمیم اجتماعی مطلوب است که برتری هدف اکولوژیکی نسبت به اهداف دیگر را در دستیابی به مدیریت پایدار پارک جنگلی سراوان نشان می‌دهد.

کلید واژه

برنامه‌ریزی پویا، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی ، مدل تصمیم سازی، مدیریت پایدار، پارک جنگلی سراوان گیلان

سرآغاز

ساماندهی منابع طبیعی موجود در کشور و استفاده بهینه از سرزمین (آب و خاک) بدون شک پیامدهای شگرفی بر شکوفایی اقتصادی و بهبود وضعیت ساکنان مناطق مختلف دارد. بخش بزرگی از منابع طبیعی بدون استفاده، یا دارای استفاده غیر اصولی هستند (صفی صمغ آبادی، ۱۳۸۳). در حالی که تجربیات مختلف نشان داد که با مطالعه و برنامه‌ریزی صحیح و قابل اجرا و با مشارکت تمام عوامل درگیر می‌توان به منابع درآمدزای پایدار تبدیل شوند. امروزه، به دلیل نقش و اهمیتی که منابع طبیعی در تعادل محیط‌زیست، حفظ اکوسیستم‌ها، حفاظت خاک، بهره‌وری اقتصادی و بستر مناسب کلیهٔ فعالیت‌ها دارند، باید بیش از پیش به نقش و اهمیت آنها آگاهی پیدا کرد (مرادی، ۱۳۸۶). شناخت اهمیت جنگل‌ها و تأثیر آنها در تداوم حیات بشر موجب تلاش گسترده جهانی برای برنامه‌ریزی به منظور حفاظت پایدار این منبع طبیعی شده است. در ایران با توجه به محدود بودن سطح جنگل‌ها در مقایسه با میانگین جهانی و بخصوص تخریب شدید جنگل‌ها در سالهای اخیر و وقوع بلایای طبیعی، نظیر سیل و خشکسالی ناشی از تخریب جنگل‌ها، ضرورت برنامه‌ریزی بیش از پیش احساس می‌شود. برنامه‌ای که افزون بر تأمین نیازهای اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی نسل فعلی، متضمن حیات پایدار این منابع در درازمدت باشد (صفی صمغ آبادی، ۱۳۸۳). در زمینهٔ مدیریت پایدار و مدل‌های برنامه‌ریزی و مدیریتی، مطالعات زیادی انجام گرفته است.

Iliadis (2005)، سیستم تصمیم سازی کاربردی در ترکیب با مدل فازی را برای تخمین ریسک و خطر آتش‌سوزی طولانی مدت جنگل‌ها به کار برد. نتایج نشان داد که روش فازی مفهوم معتبر و قابل انعطافی را فراهم می‌سازد که می‌تواند همراه با سیستم

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۵۱۱۱۴۳۲۷ msabuhi39@yahoo.com

تصمیم‌گیری مناسبی استفاده شود. Chen و Fu (2005)، برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندهدفهٔ چند مرحله‌ای، به ترکیب مدل تکراری فازی با برنامه‌ریزی پویا پرداختند. آنان برای در نظر گرفتن وزن اهداف و مقدار جایگزین ها با چند هدف، ابتدا مدل تکراری فازی را گسترش و سپس برنامه‌ریزی پویای فازی را با ترکیب آن با مدل کلاسیک برنامه‌ریزی پویا برای ارزش‌گذاری تصمیمات در هر مرحله اجرا و در پایان، مسئلهٔ تخصیص منابع آب را از طریق آن حل کردند.

Seely و همکاران (2004)، راهبردهای ارزیابی مدیریت چند هدفهٔ جنگل را با کاربرد روش سلسله مراتبی سیستم تصمیم‌سازی برای ۲۸۸ هزار هکتار جنگل در شمال غربی کلمبیا مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق کاربرد سیستم تصمیم سازی برای تجزیه و تحلیل روشهای مدیریتی را که به بیان اهمیت اثر تخریب‌های طبیعی، سودها و ریسک‌های همراه با تکنیک‌های عینی کاربردی می‌پردازد برای بیان نتایج به گروههای مدیریتی مورد بحث قراردادند. فتوحی (۱۳۷۳) از مدل برنامه‌ریزی پویای تصادفی به‌منظور بهره برداری بهینه مخزن سد کرج استفاده کرد. نتایج نشان داد که اگر بهره‌برداری از مخزن سد بدرستی صورت گیرد، باتوجه به وضعیت‌های بهینه حجم مخزن در آخر دوره، چنانچه در ابتدای دوره در یک طبقه از مخزن قرار بگیریم، در این صورت در پایان دوره اختلاف بین آب موجود و حداقل حجم مخزن چشمگیر خواهد بود.

بنابراین با این سیاست که سیلاب‌های حاصل از ذوب شدن برف در بهار وجود دارد، می‌توان حجم دریاچه را به مقدار مناسب و بالا نگه داشت تا بنا به نتایج حاصل از مطالعه در پایان دوره نیز در طبقه بالا از حجم مخزن قرار بگیریم تا ضریب اطمینان برای ذخیره در ماههای گرم بالاتر رود. صبوحی و همکاران(۱۳۸۶)، راه کارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی را در دشت نریمانی استان خراسان ارزیابی نمودند. در این مطالعه راهکارهای مختلف شامل برداشت آزاد (کنترل نشده)، کنترل بهینه برداشت از آب های زیرزمینی، بهره برداری از آبهای زیرزمینی و سیاست مالیاتی، دخالت دولت و کنترل قانونی، مشارکت بهره برداران در کنترل برداشت از آبهای زیرزمینی و همکاری دولت و تشکل‌های بهره برداران مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد دولت می‌تواند از طریق اتخاذ سیاست مناسب مالیاتی، هزینه‌های جنبی بهره برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی را به خود بهره برداران منطقه منتقل کند. پارک جنگلی سراوان در جنوب غربی استان گیلان و به فاصلهٔ ۱۷ کیلومتری از مرکز استان واقع شده است. از نظر ادارهٔ جنگل، تابع جنگلداری رودبار، سرجنگلبانی شهر بیجار و زیرمجموعه مدیریت منابع طبیعی استان گیلان است. منطقهٔ مورد مطالعه، قدیمی‌ترین قطعه جنگل‌کاری استان گیلان بوده است. از سال۱۳۷۱ از طریق مسئولان ذیربط به منظور ایجاد تفرجگاههای سالم در استان گیلان، راهکارهایی پیشنهاد شد از جمله: تجهیز جنگل‌های منطقه سراوان گیلان به عنوان پارک و تفرجگاه جنگلی، استفاده از توان اکولوژیکی منطقه برای استقرار و رشد گونه‌های بومی و فراهم آوردن شرایط رشد مناسب برای گونه‌های بومی در سطح وسیع (بی نام، ۱۳۸۷).

با توجه به اهمیت این پارک به دلیل نزدیک بودن به مرکز استان گیلان، ارزش تفرجی بالا، وسعت زیاد، تنوع گونه‌های گیاهی و حیوانی، وجود رودخانه‌ها، تأمین آب برای کشاورزی اراضی منطقه و محیطی سالم و پاک، مدیریت در استفاده و بهره برداری پایدار آن به طوری که پاسخگوی نیاز نسل فعلی و آینده باشد بسیار پر اهمیت است.

در مطالعهٔ حاضر از روش ترکیبی برنامه‌ریزی چندهدفه پویا[1] و روش سلسله مراتبی فازی برای ساختن مدل تصمیم سازی در بهره‌برداری از پارک جنگلی سراوان با در نظرگرفتن سه معیار اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی استفاده و جنبه‌های کیفی و کمی مدیریت پارک جنگلی در مدل‌سازی لحاظ و در انتها ترتیب بهینهٔ تصمیمات اولویت‌بندی شده در هر دورهٔ زمانی نیز تعیین می‌شود. هدف کلی مدل، با توجه به سه معیار اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، حداکثر کردن ارزش رضامندی ترکیبی آنهاست. محدودیت‌های مدل نیز سلسله محدودیت‌های درونی و پیوسته از متغیرهای تصمیم است که از یک حالت در دورهٔ زمانی معین به دورهٔ زمانی بعدی می‌رود.

دراین تحقیق، داده‌های مورد نیاز از طریق تنظیم۱۸۰ پرسشنامه، اطلاعات موجود در اداره جنگلبانی استان گیلان و آرای کارشناسان پارک جنگلی بدست آمد.

مواد و روشها

مدل برنامه‌ریزی پویا که در این مطالعه در قالب مدل تصمیم سازی[2] بیان شد شامل اجزای اصلی مراحل برنامه‌ریزی (دورهٔ زمانی)، متغیرهای حالت (وضعیت پارک جنگلی)، تصمیم و اهداف است. مراحل شامل، سه دورهٔ زمانی ۱۰ ساله (۳۰و۲۰و۱۰و۰= n) که۰= n شروع دورهٔ زمانی۱۰ساله،۱۰= n پایان دورهٔ زمانی ۱۰

ساله اول و n =۳۰ نشان دهندهٔ پایان دورهٔ برنامه‌ریزی مدیریتی۱۰ سالهٔ سوم در نظرگرفته شد(شکل شمارهٔ ۳). بردارهای حالت موجود در مدل (وضعیت موجود پارک جنگلی) نیز شامل مساحت کل پارک جنگلی، مساحت منطقهٔ جنگل‌کاری شده، تعدادگونه‌های درختی و حیوانی، وضعیت بازدید، امکانات تفریحی و شرایط اکولوژیکی است که با مشخصه‌های $s_1, s_2, s_3, \ldots\ldots, s_9$ نشان داده شدند. در هر دورهٔ زمانی یک بردار حالت (وضعیت پارک) وجود دارد که با $\underline{X}(0, j=1) = \underline{X}(0, s_1, s_2, \ldots\ldots s_9)$ نشان داده شد (Zadnik Stirn, 2006).

از آنجایی که برای بعضی از متغیرها یا مشخصه‌های وضعیت، مقدار عددی مشخصی نمی‌توان تعیین کرد. بنابراین، از منطق فازی برای تعیین مقدار این اعداد استفاده شد. بدین منظور، پرسشنامه‌هایی طراحی و به سه دسته افراد بومی منطقه، کارشناسان پارک و افراد بازدیدکننده ارائه شد.

آرای افراد در مورد مشخصه‌های کیفی وضعیت در پارک جنگلی سراوان، با اعداد ۱ تا ۹ (به صورت ۱ و۳ و ۵ و۷ و ۹) و اعداد بینابین آنها (یعنی ۲ و۴ و۶ و۸) برای ارزش‌های بینابینی بیان شد(Kahraman, 2008).

بنابراین، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی[۳](FAHP)دست‌یابی به هدف کلی حداکثرکردن ارزش رضامندی ترکیبی معیارها در سطوح بالاتر بررسی شده و پس از مقایسات زوجی صورت گرفته بر اساس درجهٔ اهمیت موجود در یک ساختار سلسله مراتب قرار گرفتند.

بدین ترتیب سه سطح مورد بررسی قرار گرفت، سه سطح به ترتیب شامل هدف، معیارها که به روش مستقیم مقدار آن را نمی‌توان تعیین نمود و بر اساس فاکتور، یا مشخصه (مشخصه‌های فازی) که در سطح سوم بیان شدند، تعیین می‌شوند. مطابق شکل شمارهٔ (۱)– در این مدل، معیارهای مورد نظر در سطوح مختلف با معیارهای اطلاعات بدست آمده به صورت کمی ارائه و در یک فرم ماتریسی (جدول) تنظیم شد. این ماتریس به منظور تهیهٔ مقیاس نسبی بین داده‌ها استفاده و برای مقایسه و انتخاب گزینه‌ها نیز به کار رفت. در این روش، مسئله در قالب یک درخت تصمیم‌گیری تعیین و ارزش برابری معیارها مشخص شد (Kahraman, 2008). ساختار سلسله مراتبی مدل در شکل شمارهٔ (۱) نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود برای هریک از معیارهای اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی در نظرگرفته شده برای مدل، سه شاخص (گزینه) در سطح سوم ساختار درختی روش سلسله مراتبی مشخص شد.

جدول شمارهٔ (۱): تفسیر ماتریس مقایسه زوجی

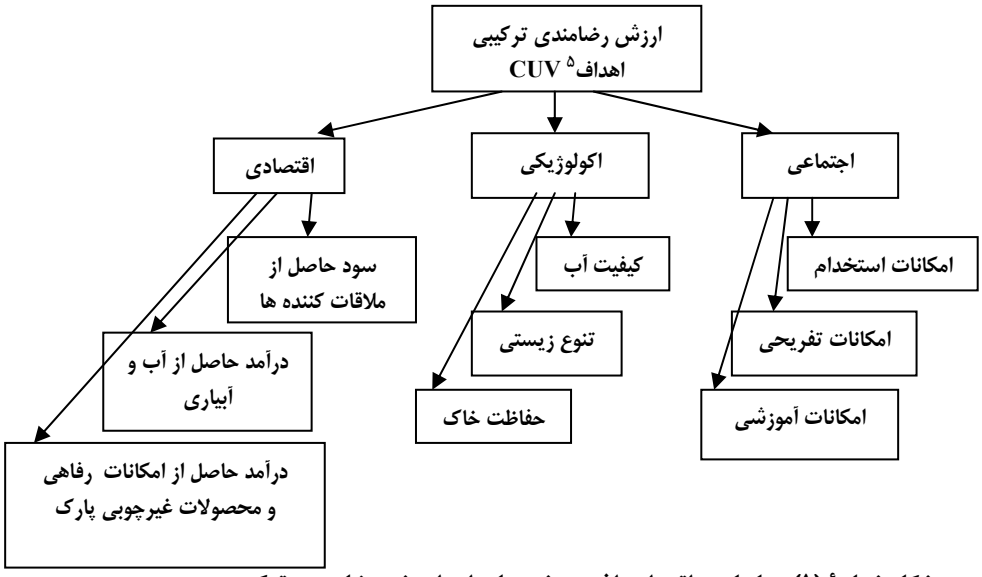
ارزش a_{ij}	تفسیر
۱	اهداف iوj اهمیت برابر دارند
۳	هدف i نسبت به هدف j به طور ضعیف مهم است
۵	هدفi نسبت به هدف j دارای اهمیت قوی است
۷	هدف i نسبت به هدف j اهمیت خیلی قوی یا پراهمیت دارد
۹	هدف iنسبت به هدف j به طور مطلق مهم تر است
۸ و۶ و۴و۲	ارزش های میانی (بینابین)

(منبع: Saaty, 1980)

با توجه به توانایی‌های پارک جنگلی از لحاظ دارا بودن منابع آبی و مجانی بودن تفریح و استفاده از پارک جنگلی، با در نظر گرفتن آرای کارشناسان پارک جنگلی، تعیین ورودی غیر محسوس برای بازدیدکنندگان، درآمد حاصل از منابع آبی برای استفاده‌های کشاورزی و درآمدهای حاصل از امکانات رفاهی و تولیدات غیر چوبی در پارک از جمله شاخص‌های درنظرگرفته شده برای رسیدن به هدف و جنبهٔ استفاده اقتصادی پارک جنگلی سراوان در نظرگرفته شد. همچنین، به دلیل به وجود آمدن زمینهٔ اشتغال، با توسعه پارک جنگلی و افزایش تعداد بازدیدکنندگان، آسایش افراد و مسافران با بهبود و فراهم کردن امکانات تفریحی و نیز افزایش برخوردها، معاشرت‌ها و فرهنگ افراد و با توجه به شرایط اقلیمی پارک و دارا بودن حیوانات وحشی و دره‌های خطرناک، نحوهٔ صحیح استفاده از پارک و معرفی گونه‌های گیاهی و حیوانی آن درقالب جنبهٔ امکانات آموزشی پارک برای نائل شدن به هدف اجتماعی بیان شد.

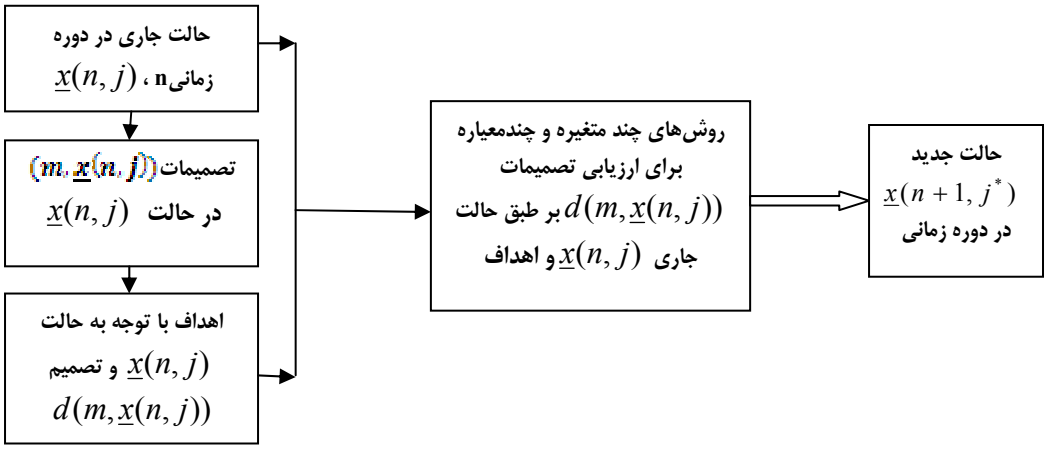
افزون برآن، بالابردن کیفیت آب (مخصوصاً کیفیت آب رودخانهٔ سیاهرود برای پرورش ماهی)، افزایش و حفظ گونه‌های گیاهی و حیوانی، افزایش منطقهٔ حفاظت شده و حفاظت خاک با توجه به شرایط و خاک منطقه از عوامل مربوط به بالابردن و ارتقای هدف اکولوژیکی در نظرگرفته شد.

ساختار کلی مدل تصمیم سازی در شکل شمارهٔ (۲) نشان داده شده است. با توجه به شکل، متغیرهای تصمیم به صورت $d(m, \underline{x}(n, j))$ در هر وضعیت بیان شد و $\underline{x}(n+1, j^*)$ وضعیت جدید در زمان بعد، یعنی n+1 است.



شکل شمارهٔ (۱): سلسله مراتب اهداف و صفت ها برای ارزش رضامندی ترکیبی

(منبع : یافته‌های تحقیق)



شکل شمارهٔ (۲): مدل تصمیم سازی برای مدیریت بهینهٔ جنگل دردورهٔ زمانی n

(منبع: یافته‌های تحقیق)

در مدل تصمیم سازی ذکر شده، سه متغیر تصمیم در وضعیت‌های مختلف در نظرگرفته شد. d_1، متغیر تصمیم سرمایه‌گذاری (تصمیم اقتصادی) ، d_2 متغیر تصمیم حفاظت و پایداری جنگل (تصمیم اکولوژیکی) و d_3 متغیر تصمیم در رابطه با هدف اجتماعی(امکانات تفریحی مناسب، استفاده از جنبهٔ طبیعی پارک) هستند. سه معیار نیز، معیارهای اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی هستند. برای رسیدن به حداکثر این معیارها در قالب هدفی کلی به طور همزمان طی سه دورهٔ زمانی۱۰ ساله، متغیرهای تصمیم و وضعیت تعریف شده، باید ارزش رضامندی ترکیبی(CUV)اهداف حداکثر شود، بنابراین، در ابتدا با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی در هر وضعیت و تصمیم، به عنوان مثال وضعیت $\underline{x}(0,j=1)$ و تصمیم اقتصادی(d_1)، روش سلسله مراتبی فازی استفاده شد که براساس وزن‌دهی‌ها و مقایسه‌های زوجی و تابع عضویت فازی مثلثی مقدار I_K ها برای هر معیار و در پایان ارزش رضامندی ترکیبی برای این وضعیت و تصمیم به دست آمد. با توجه به پویا بودن مطالعهٔ مورد نظر این عمل برای تمام وضعیت‌ها و تصمیمات مربوط به آنها تکرار شد تا مقدار ارزش رضامندی ترکیبی این سه معیار به طور همزمان در هر انتقالی از

وضعیتی به وضعیت بعدی بـه دسـت آیـد (Zadnik Stirn, 2006). رابطهٔ (۱) بردار تابع انتقال (انتقـال تـصمیم از وضـعیتی و زمـان بـه وضعیت و زمان بعدی) را نـشان مـی‌دهـد کـه بـه صـورت تجربـی به‌دست می‌آید. همچنین رابطهٔ۳ ، آثار تجمعی فاکتورهـا t(k) روی k امـین معیـار، رابطـه ۴، تـابع عـضویت فـازی و رابطـه ۵، ارزش رضامندی ترکیبـی معیارهـا را بیـان مـی‌کننـد. در رابطـهٔ ۵، β,α مشخصه‌هایی هستند که نشان دهندهٔ ارزش محدودی از صـفات بـا توجه به x امین وضعیت براساس تنظیم پرسـشنامه در تعیـین تـابع عضویت هستند. در روابط ۴ و ۶ نیز k = معیارها، t(k) = فاکتورهـا و v_k = وزن معیارها را مشخص می‌کننـد. وزن‌هـای w_x بـرای - t(k)ها بر مبنای مقایسه‌های زوجی فاکتورهـا t(k)، طبـق روش AHPمحاسبه و نرمالیزه می‌شوند تا مقیاس آنها بین صـفر و یـک قرار گیرد. رابطه $\sum_{t(k)} w_{x,t(k)} = 1$ نیز باید در مدل برقرار باشد. همچنین برای تعیین نرخ سازگاری (جامعیـت) در روش AHP که میزان اعتماد به اولویت‌هـا (وزن‌هـای) بـه‌دسـت آمـده را نـشان می‌دهد از رابطهٔ زیر استفاده شد.

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} \qquad (۱)$$

که R.I (شاخص ناسازگاری از ماتریس تصادفی) بر اساس بعد ماتریس(n) که در جدول شمارهٔ (۲) آمده است تعیین شد. C.I (شاخص ناسازگاری) نیز بعد از نرمالیزه کردن اعداد و به‌دست آوردن $\lambda_{\max}$ طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$C.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \qquad (۲)$$

که n تعداد سطرها، یا ستون‌های ماتریس است (دارابی، ۱۳۷۲ و Kahraman, 2008). بر اساس تجربه هرگاه [۵] C.R در رابطه با جدول مقایسه کمتر از ۰.۱ باشد، جامعیت آن قابل قبول است. ولی اگر C.R بیش از ۰.۱ باشد باید مقایسه‌ها را دوباره انجام داد (دارابی، ۱۳۷۲).

$$\underline{x}(n+1, j^*) = f(\underline{x}(n,j), d(m, \underline{x}(n,j))) \qquad (۳)$$

$$I_k = \sum_{t(k)} w_{x,t(k)} \mu_{x,t(k)} \qquad (۴)$$

$$\mu_x = \begin{bmatrix} 0 \; for x \prec \alpha \\ 1 - \dfrac{\beta - x}{\beta - \alpha} \; for \; \alpha \le x \le \beta \\ 0 \; for x \succ \beta \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

$$CUV = \sum_k v_k I_k \qquad (۶)$$

روش برنامه‌ریزی پویای چند هدفه برای دستیابی بـه مـدیریت بهینه در رابطـهٔ (۷) نـشان داده شـده و مبـین حداکثرسـازی مقـدار رضـامندی ترکیبـی معیارهـای اقتـصادی، اجتمـاعی و اکولـوژیکی، مشروط به تصمیمات محدود در انتقال از وضعیتی به وضعیت بعـدی است.

همچنین از معادلهٔ برگشتی بلمن، برای رسیدن بـه تـصمیمات بهینه در هر وضـعیت مـشروط بـه اینکـه حـداکثر فاصـله‌ای را کـه وضعیت نهـایی از وضـعیت هـدف دارد برابـر صـفر شـود، اسـتفاده می‌شود.

در نتیجه می‌توان تصمیم بهینه در هـر وضـعیت و هـر دوره را تعیین کرد. که به صورت رابطهٔ ۷ بیان می‌شـود (Dreyfus, 2002 and Zadnik Stirn, 2006).

$$g(\underline{x}(n,j)) = \max_{allconnectionsfrom\,\underline{x}(n,j)to\,\underline{x}(n+1,j^*)} (g(\underline{x}(n+1,j^*)) + CUV(\underline{x}(n,j), \underline{x}(n+1,j^*), d(m,\underline{x}(n,j))); \qquad (7)$$

$$n = N-1, N-2, \ldots\ldots 0, and \qquad g(\underline{x}(N,j^{**})) = 0$$

$g(\underline{x}(N,j^{"}))$ بیان کنندهٔ حداکثر فاصلهٔ وضعیت نهایی از وضعیت هدف است. تابع هدف در نظرگرفته شده در مدل

جدول شمارهٔ (۲): عدد[۶] R.I. بر اساس تعداد سطرها، یا ستون های ماتریس

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R.I	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

(منبع: اصغرپور، ۱۳۷۷)

برنامه‌ریزی پویا، براساس معادله بهینه یابی بلمن در این مطالعه به صورت رابطه (۸) تعریف شد:

(۸)

$$\max \sum_{t=0}^{T-1} U_t(x_t, v_t) + S(x_T)$$

$$\left\{ \begin{matrix} v_t; t = 0,1,....T-1 \\ v_t \in \Omega \end{matrix} \right\}$$

Subject to

$$i) \quad x_{t+1}^i = G_t^i(x_t, v_t) \qquad \forall i = 1.....n \quad and \quad t = 0,....T-1$$

$$ii) \quad x_0^i = \bar{x}_0^i \quad given \qquad \forall i = 1.....n$$

در رابطهٔ بالا x_t بردار حالت (وضعیت) در زمانی معین، v_t بردار متغیر تصمیم (کنترل) که به وسیله تصمیم‌گیرنده در هر دوره تعیین می‌شود، $U(0)$ تابع هدف است که در حالت کلی تابعی است از همه وضعیت‌ها و تصمیمات در هر دوره زمانی (مرحله)، $G(.)$ مجموعه‌ای در محدودیت‌های درونی و بهم پیوسته از متغیرهای تصمیم و وضعیت و Ω مجموعهٔ ممکن و محدودی از متغیرهای تصمیم تعریف می‌شود (Dreyfus, 2002). به طور کلی فرمول‌سازی مسئله در بخش "برنامه‌ریزی پویای قطعی" [۷] (DDP) با تعداد مراحل محدود، در مطالعهٔ حاضر به صورت زیر است.

(۹)

$$Max_{D_t} \sum_{t=1}^{T} R_t\{I_t, D_t\} + F\{I_{T+1}\}$$

$$for \quad I_1 \quad given, \quad and \quad I_{t+1} = w_t\{I_t, D_t\}$$

t= شماره مرحله، I_t= شماره حالت، D_t= شماره تصمیم، $R_t\{I_t, D_t\}$= مرحلهٔ بازگشت، $w_t\{I_t, D_t\}$= انتقال حالت و $F\{I_{T+1}\}$= ارزش نهایی حالت هستند (Kennedy, 1986).

نتایج و بحث

ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی معیارها و فاکتورها (گزینه‌ها) در وضعیت‌ها، مراحل و تصمیم‌های مختلف تشکیل و وزن (اولویت) هر معیار مشخص شد. برای نمونه مقایسه‌های زوجی برای معیارها در دوره زمانی اول (ابتدای دوره زمانی۱۰ ساله) برای وضعیت موجود پارک جنگلی و تصمیم اقتصادی ($\underline{x}(0, j=1)/d_1$) در جدول ۳ نشان داده شده است. اعداد هر خانه از این جدول نشان دهندهٔ اولویت یک معیار بر دیگری با توجه به زمان، تصمیم و وضعیت در نظرگرفته شده در مدل برنامه‌ریزی پویا برای رسیدن به هدف مطلوب است. همان گونه که در جدول شمارهٔ (۳) مشاهده می‌شود هریک از اعداد درون ماتریس بیان کنندهٔ ارجحیت هر معیار بر دیگری است. برای نمونه در سطر سوم و ستون دوم، عدد ۳ بیان کنندهٔ این است که در وضعیت فعلی، تصمیم اقتصادی و ابتدای دوره زمانی ۱۰ ساله، در پارک جنگلی سراوان معیار اجتماعی، کمی پر اهمیت تر(دارای اهمیت ضعیف) از معیار اکولوژیکی است.

جدول شمارهٔ (۳): مقایسه‌های زوجی معیارها

$\underline{x}(0, j=1)/d_1$

معیار	اقتصادی	اکولوژیکی	اجتماعی	وزن
اقتصادی	۱	۱/۴	۱/۶	۰/۰۹
اکولوژیکی	۴	۱	۱/۳	۰/۲۷
اجتماعی	۶	۳	۱	۰/۶۴
λ_{max}=۳/۰۶ ; C.I= ۰/۰۳				

(منبع: یافته‌های تحقیق)

مقایسه‌ها زوجی فاکتورهای معیار اقتصادی در ابتدای دوره برنامه ریزی ۱۰ ساله اوّل (۱۳۸۷) و اجرای تصمیم اقتصادی در جدول شمارهٔ (۴) نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که بر طبق خصوصیات روش AHP ، اعداد روی قطر اصلی ۱ هستند و برای نمونه در سطر دوم و ستون اول جدول، عدد ۴، بیان‌کنندهٔ این است که بنا بر وضعیت در نظرگرفته شده در دورهٔ زمانی مربوط درآمد حاصل از عرضه آبیاری برای کشاورزی نسبت به درآمد حاصل از ورودی پارک دارای اهمیت بیشتری است.

وزن، یا اولویت‌بندی معیارها (v_k) و فاکتورها (گزینه‌ها w_x) در وضعیت‌ها و دوره‌های زمانی مختلف با توجه به تصمیمات اتخاذی متفاوت در نمودارهای شمارهٔ (۱) تا (۴) نشان داده شده‌اند. محور عمودی تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی را نشان می دهد. در هر تصمیم، معیارهای اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی بیان شدند که هر معیار در بردارندهٔ دوره‌های زمانی اوّل تا سوم و وضعیت‌های درنظرگرفته شده در هر زمان است.

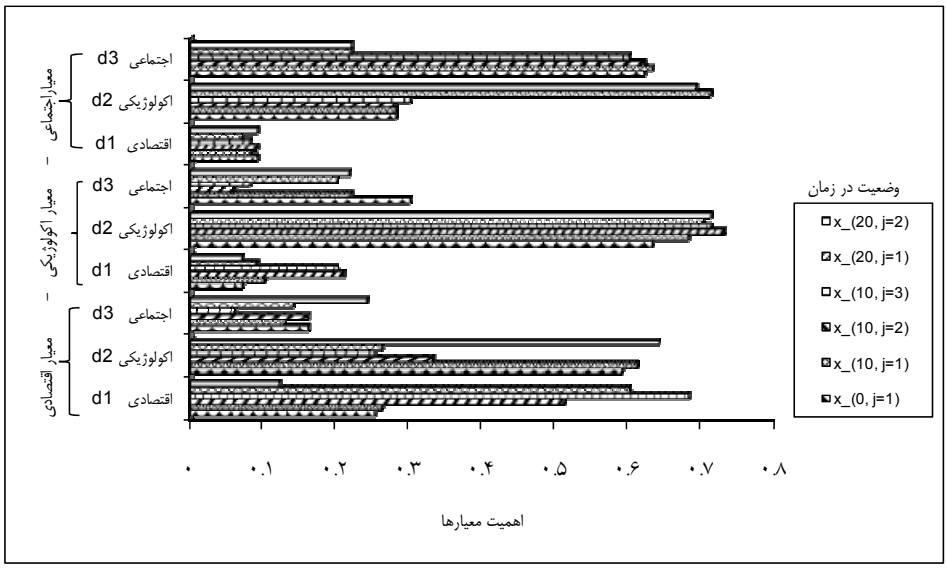
جدول شمارهٔ (۴): مقایسهٔ فاکتورهای معیار اقتصادی نسبت به هم در $\underline{x}(0, j=1)/d_1$

نسبت به معیار اقتصادی	درآمد ورودی	درآمد آب برای کشاورزی	درآمد امکانات رفاهی	اوزان
درآمد از ورودیه	۱	۱/۴	۱/۳	۰/۱۳
درآمد از آب برای کشاورزی	۴	۱	۱/۴	۰/۲۸
درآمد امکانات رفاهی	۳	۴	۱	۰/۵۹
λ_{max} = ۳/۲ ; C.I= ۰/۱				

(منبع: یافته‌های تحقیق)

شایان ذکر است که x_(0, j=1) تا x_(20, j=2) به ترتیب بیان‌کننده وضعیت اول در ابتدای دورهٔ ۱۰ساله اول (شروع برنامه ریزی) و وضعیت دوم در پایان دورهٔ ۱۰ساله سوم است.

همان طور که در نمودارشمارهٔ (۱) مشاهده می شود در ابتدای دوره برنامه‌ریزی ۱۰ ساله اوّل (دورهٔ اولیه درنظرگرفته شده) سال ۱۳۸۷، با اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، به ترتیب معیارهای اکولوژیکی، اکولوژیکی و اجتماعی بیشترین اهمیت را دارند. همچنین، در ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله دوم و با اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، به ترتیب در وضعیت اول پارک جنگلی، معیارهای اکولوژیکی، اکولوژیکی، اجتماعی، در وضعیت دوم، مشاهده معیارهای اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی و در وضعیت سوم پارک جنگلی، معیارهای اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی بیشترین اهمیت را دارند. در ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله سوم و اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی نیز نشان داد در وضعیت اول پارک جنگلی به ترتیب معیارهای اقتصادی، اکولوژیکی و اکولوژیکی و در وضعیت دوم، معیارهای اکولوژیکی، اکولوژیکی، اکولوژیکی بیشترین اهمیت را در ارزش رضامندی ترکیبی اهداف دارند.

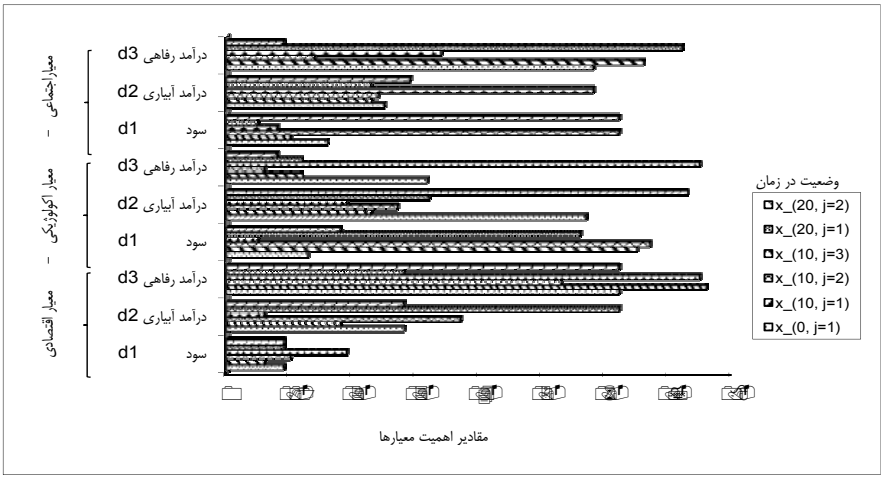


نمودارشمارهٔ (۱): اولویت بندی معیارها در وضعیت ها و تصمیمات مختلف d_1, d_2, d_3

(منبع: یافته‌های تحقیق)

اولویت‌بندی فاکتورها نسبت به معیار اقتصادی در وضعیت‌ها و تصمیمات مختلف در نمودار شمارهٔ (۲) نشان داده شده است. باتوجه به نمودار ملاحظه می‌شود، با اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، به ترتیب در وضعیت اولیه درنظرگرفته شده پارک (سال۱۳۸۷)، درآمد حاصل از امکانات رفاهی، درآمد حاصل از عرضه آب برای کشاورزی و درآمد حاصل از امکانات رفاهی پارک، به دلیل بالابودن تقاضای آب کشاورزی، وجود منابع گسترده آبی در پارک و تأمین امنیت افراد جهت اقامت شبانه در پارک بیشترین اهمیت را در رسیدن به سطح مطلوب اقتصادی نشان دادند. در ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله دوم و اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی به ترتیب در وضعیت اول پارک، درآمد حاصل از امکانات رفاهی، سود حاصل از ورودی پارک و درآمد حاصل از امکانات رفاهی پارک، در وضعیت دوم، درآمد حاصل از امکانات رفاهی، سود حاصل از بازدیدکنندگان و سود حاصل از بازدیدکنندگان و در وضعیت سوم پارک، درآمد حاصل از امکانات رفاهی، درآمد حاصل از امکانات رفاهی و درآمد حاصل از عرضه آب برای کشاورزی بیشترین اهمیت را برای رسیدن به سطح مطلوب اقتصادی نشان می‌دهند. در ابتدای دوره ۱۰ساله سوم، بر طبق اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، در وضعیت اول، به ترتیب، درآمد حاصل از عرضه آب برای کشاورزی، سود حاصل از ورودی بازدیدکنندگان و درآمد حاصل از امکانات رفاهی پارک و در وضعیت دوم پارک جنگلی، درآمد حاصل از امکانات رفاهی پارک، درآمد حاصل از عرضه آب برای کشاورزی و سود حاصل از ورودی بیشترین اهمیت را برای رسیدن به سطح مطلوب اقتصادی دارا هستند. اولویت بندی فاکتورها نسبت به معیار اکولوژیکی در وضعیت‌ها و تصمیمات مختلف در نمودار شمارهٔ (۳) نشان داده شده است. با توجه به

نمودار ملاحظه می‌شود در وضعیت اولیه پارک (۱۳۸۷) و اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، به ترتیب کیفیت آب، کیفیت آب و کیفیت آب بیشترین اهمیت را نشان داد. این یافته نشان می‌دهد که مهم‌ترین مشکل پارک در راستای تحقق هدف اکولوژیکی در این دوره، آلوده بودن آب رودخانه سیاهرود است. در ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ ساله دوم و اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، در وضعیت اول، تنوع زیستی،تنوع زیستی و کیفیت آب، در وضعیت دوم پارک، تنوع زیستی، حفاظت خاک و تنوع زیستی و در وضعیت سوم پارک جنگلی، کیفیت آب، حفاظت خاک و تنوع زیستی به دلیل عدم توجه بیش از حد به جنبه اجتماعی پارک و کاهش انقراض گونه‌های گیاهی و حیوانی بیشترین اهمیت را دارند.



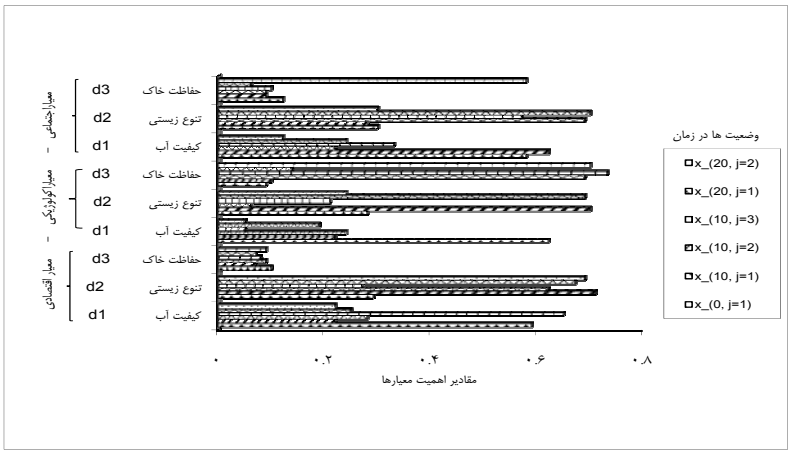
نمودار۲: اولویت بندی فاکتورها نسبت به معیار اقتصادی در حالت ها و تصمیمات مختلف d_1, d_2, d_3

(منبع: یافته های تحقیق)

همچنین، در ابتدای دوره ۱۰ ساله سوم و اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، به ترتیب در وضعیت اول، تنوع زیستی، تنوع زیستی و تنوع زیستی و در وضعیت دوم، تنوع زیستی، حفاظت خاک و حفاظت خاک بیشترین اهمیت را برای رسیدن به سطح مطلوب هدف اکولوژیکی در راستای نیل به ارزش مطلوبیت ترکیبی اهداف نشان دادند. اولویت‌بندی فاکتورها نیز نسبت به معیار اجتماعی در وضعیت‌ها و تصمیمات مختلف طبق نتایج ارائه شده در نمودار شمارهٔ (۴) نشان داد که با اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، در ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ سالهٔ اول و وضعیت فعلی پارک جنگلی، فاکتورهای امکانات تفریحی، امکانات تفریحی و امکانات تفریحی بیشترین اهمیت را دارد.

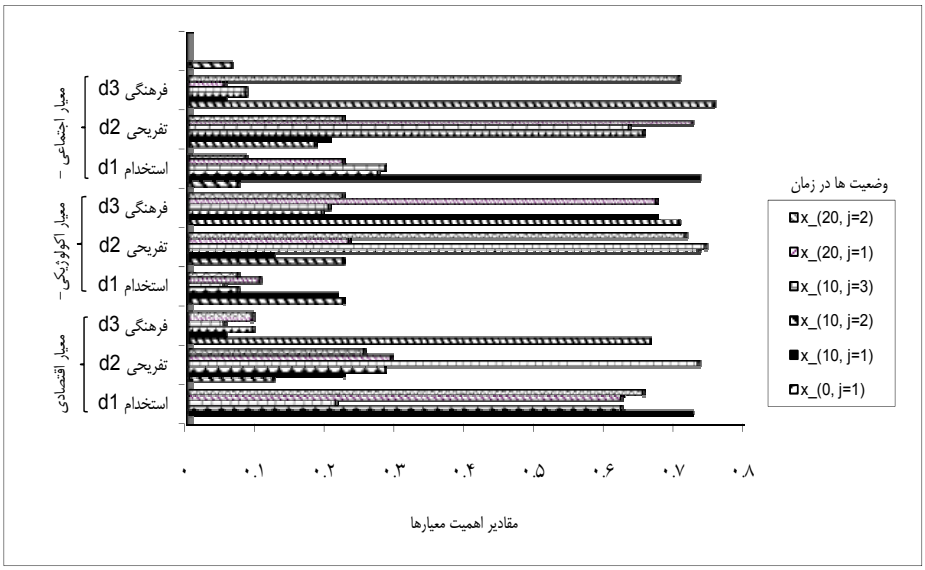
این یافته بیان‌کنندهٔ نامناسب بودن امکانات تفریحی موجود پارک در این دوره است که جهت برطرف کردن مشکلات اجتماعی پارک در اولویت اول قرار می‌گیرد. در ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ ساله دوم با اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی به ترتیب در وضعیت اول پارک جنگلی، امکانات استخدام، امکانات آموزشی و امکانات استخدام، در وضعیت دوم، امکانات استخدام، امکانات تفریحی و امکانات تفریحی و در وضعیت سوم، امکانات تفریحی، امکانات تفریحی و امکانات تفریحی بیشترین اهمیت را برای نیل به سطح مطلوب هدف اجتماعی با در نظرگرفتن ارزش رضایت ترکیبی اهداف دارند. همچنین، در ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله سوم و اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی به ترتیب در وضعیت اول، امکانات استخدام، امکانات آموزشی و امکانات تفریحی و در وضعیت دوم پارک، امکانات استخدام، امکانات تفریحی و امکانات آموزشی- فرهنگی بیشترین اهمیت و اولویت را نشان می‌دهند. این یافته نشان می‌دهد که افزایش میزان اشتغال‌زایی پارک و توجه بیشتر به امکانات آموزشی و تفریحی با توجه به اجرای تصمیات اقتصادی و اکولوژیکی از اهمیت بیشتری برخوردارند.

همان‌گونه که در نمودارهای شمارهٔ (۱ تا ۴) ملاحظه شد. اولویت‌بندی (وزن‌های) مربوط به مقایسه‌های زوجی معیارها و مقایسه‌های زوجی فاکتورها نسبت به هر معیار مربوط در زمان، وضعیت و تصمیمات معین با استفاده از روش سلسله مراتبی تعیین و وزن، یا درجهٔ اهمیت هر فاکتور برای معیار مربوطه و هدف نهایی مشخص شد.



نمودار شمارهٔ (۳): اولویت بندی فاکتورها نسبت به معیار اکولوژیکی در حالت ها و تصمیمات مختلف d_1, d_2, d_3

(منبع: یافته‌های تحقیق)

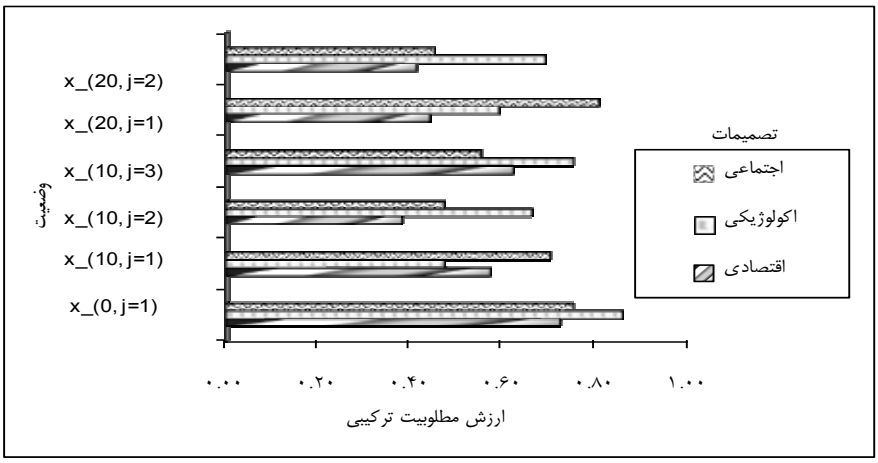


نمودار شمارهٔ (۴): اولویت بندی فاکتورها نسبت به معیار اجتماعی در حالت ها و تصمیمات d_1, d_2, d_3

(منبع: یافته‌های تحقیق)

رسیدن به سطح مطلوب اهداف اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی به طور همزمان به صورت ارزش رضامندی ترکیبی اهداف، در دوره‌های زمانی، تصمیمات و وضعیت‌های متفاوت پارک جنگلی در نمودار۵ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود در ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ ساله اول به دلیل توجه بیشتر به جنبه اجتماعی پارک و از بین رفتن تدریجی جنبه اکولوژیکی آن، اجرای تصمیم اکولوژیکی بیشترین ارزش رضامندی ترکیبی اهداف را نشان می‌دهد. در ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله دوم نیز به ترتیب در وضعیت اول تا سوم پارک جنگلی، تصمیمات اجتماعی، اکولوژیکی و اکولوژیکی بیشترین ارزش رضامندی ترکیبی را نشان دادند. در ابتدای دوره زمانی ۱۰ ساله سوم نیز به ترتیب در وضعیت اول و دوم، اجرای تصمیم اجتماعی و اکولوژیکی از بیشترین میزان ارزش رضایت ترکیبی اهداف برخوردار بودند. این داده‌ها در واقع بخشی از داده‌های ورودی به نرم افزار برنامه‌ریزی پویی[۸] (نرم افزار برنامه ریزی پویا با اهداف کلی(John Kennedy, 2003) هستند که براساس مدل برنامه‌ریزی پویای طراحی شده و تصمیمات بهینه در

هر دورهٔ زمـانی و مـسیر بهینـه بـرای دورهٔ برنامـه‌ریـزی را تعیـین می‌کند. با استفاده از مدل ساخته شده، جـواب برنامـه‌ریـزی پویـای قطعی برای ۳ مرحله و نرخ تنزیل ۰، با حداکثر سه حالت (وضـعیت) در هر مرحله و فاصله دوره‌های زمانی۱۰ ساله، به‌دست آمـد. نتـایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی پویای قطعـی در جـدول شـمارهٔ (۵) نشان داده شده است. با توجه به جدول، وضعیت و تصمیمات بهینـه در هر دوره زمانی برای پارک جنگلی سراوان گـیلان بـا اسـتفاده از اجرای مدل برنامه‌ریزی پویای قطعی به‌دست آمد.



نمودار (۵): ارزش مطلوبیت ترکیبی اهداف در وضعیت ها، دوره های زمانی و تصمیمات مختلف

(منبع: یافته های تحقیق)

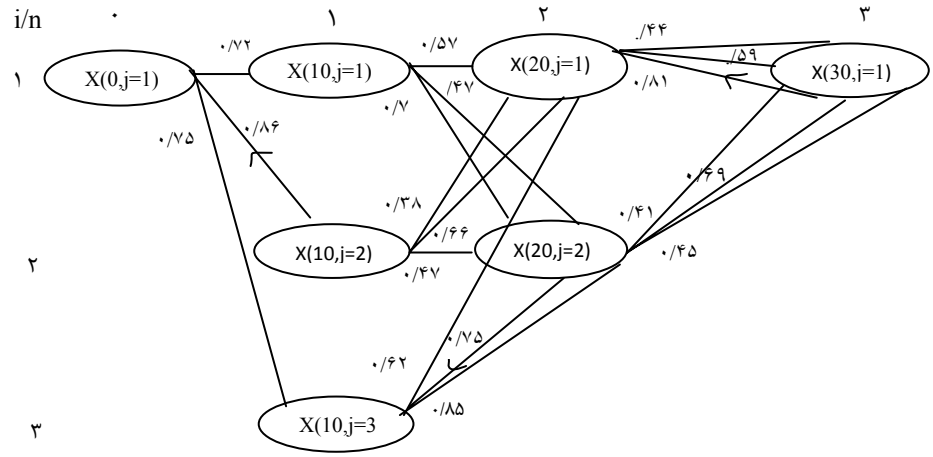
نتایج نشان می‌دهد که در ابتدای دورهٔ ۱۰ سـاله اوّل، تـصمیم اکولوژیکی تصمیمی بهینه است کـه بـا توجـه بـه ارزش مطلوبیـت ترکیبی مناسب بدست آمـده در ایـن دوره، بیـشترین ارزش کنـونی اهداف اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی را برای پارک جنگلی نشان داد. ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ سـاله دوم، دومـین وضـعیت پـارک، بـه عنوان وضعیت مطلوب بدسـت آمـد و اجـرای تـصمیم اکولـوژیکی، تصمیم بهینه است. ابتدای دورهٔ ۱۰ ساله سوم نیـز، اولـین وضـعیت پارک جنگلی و تصمیم اجتماعی مطلـوب‌تـرین وضـعیت و تـصمیم بـرای برنامـه‌ریـزی ۱۰ سـال بعـدی نـشان داد. در انتهـای دوره برنامه‌ریزی ۱۰ ساله سوم که سال پایانی برنامه ریزی است.

ارزش رضایت ترکیبـی در آن بـه صـورت ارزش فاصـله ای از سال هدف بیان شد که با توجه بـه قـرار دادن آن بـه عنـوان سـال هدف، مقدار ارزش صفر برای آن منظور شد. از آنجایی کـه در ایـن مطالعه، برای حل مدل برنامه‌ریـزی پویـا از روش معادلـه برگـشتی بلمن استفاده شد، با توجه به در نظرگرفتن وضعیت‌هـا و تـصمیمات بهینه از انتهای دوره زمانی ۱۰ ساله سوم به ابتدای دورهٔ زمـانی ۱۰ ساله اول، میزان کل ارزش کنونی برای پارک جنگلی سراوان گیلان ۲/۳ بدست آمد که نسبت به اجرای تـصمیمات و وضـعیت دیگـر در بالاترین سطح قرار دارد.

جدول شمارهٔ (۵): نتایج مدل برنامه‌ریزی پویای قطعی (مسیر بهینه تصمیمات) (منبع: یافته های تحقیق)

دوره زمانی	وضعیت	نوع تصمیم	مرحل‌کاهش بازگشتی (ارزش ترکیبی هداف)	ارزش کنونی
۰	۱	اکولوژیکی	۰/۸۶	۲/۳۰
۱	۲	اکولوژیکی	۰/۶۶	۱/۴۴
۲	۱	اجتماعی	۰/۷۸	۰/۷۸
۳	۱		۰	۰

طبق نتایج به‌دست آمده از مـدل برنامـه‌ریـزی پویـای قطعـی، نمودار مـسیر تـصمیمات بهینـه در کـل افـق برنامـه‌ریـزی (شـبکه برنامه‌ریزی پویا) در منطقهٔ مورد مطالعه، درشکل شـمارهٔ (۳) نـشان داده شده است. در این شکل، وضعیت‌های درنظرگرفته شـده بـرای مطالعه، درون دایره بیان شده اند. اعداد روی خطوطی کـه دو دایـره (وضعیت) را به هم وصل می‌کند نشان دهنده ارزش رضایت ترکیبی اهداف با اجرای هر تصمیم هستند. با توجـه بـه شـکل، تـصمیمات بهینه طی دورهٔ زمانی در نظرگرفته شده با فلش علامت‌گذاری شد و به صورت رابطهٔ برگشتی از دورهٔ برنامه‌ریزی سـوم بـه ابتـدای دورهٔ برنامـه‌ریـزی اول، بـا تـصمیمات d_3 (تـصمیمات اجتمـاعی)، d_2(تصمیمات اکولوژیکی) و d_2(تصمیمات اکولوژیکی) به عنوان تصمیمات بهینه در هر دوره هستند.



شکل شمارهٔ (۳): شبکه طراحی شده برای بیان مسیر تصمیمات بهینه در روش برنامه‌ریزی پویای چندهدفه (منبع: یافته‌های تحقیق)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعهٔ حاضر، مدل تصمیم سازی برای مدیریت پایدار پارک جنگلی سراوان گیلان ساخته شد. روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، برای همهٔ دوره‌های زمانی، وضعیت‌ها و تصمیمات

در نظرگرفته شده برای مدل برنامه‌ریزی پویا انجام شد و در هر دورهٔ زمانی، وضعیت و تصمیم، ارزش رضامندی ترکیبی از هر سه هدف به طور همزمان بدست آمد و برای تعیین وضعیت و تصمیمات بهینه در هر دورهٔ زمانی، وارد مدل برنامه‌ریزی پویا شد. نتایج نشان داد که بر طبق اولویت بندی معیارها در وضعیت های مختلف و اجرای تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، در ابتدای برنامه‌ریزی، معیار اکولوژیکی و در دوره های زمانی آینده معیار اقتصادی نیز درکنار معیار اکولوژیکی اهمیت بیشتری می یابد. نتایج حاصل از اولویت بندی فاکتورها نسبت به معیار اقتصادی در وضعیت‌ها و تصمیمات مختلف نیز نشان داد که در بین فاکتورهای در نظر گرفته شده برای معیار اقتصادی، سود حاصل از ورودی پارک کمترین اهمیت را با توجه به رایگان بودن ورودی و عدم تمایل افراد برای پرداخت ورودی نشان داد و درآمد حاصل از امکانات رفاهی و درآمد حاصل از عرضه آب آبیاری به دلیل بالابودن تقاضای آب کشاورزی، وجود منابع گسترده آبی در پارک و تأمین امنیت افراد جهت اقامت شبانه در پارک بیشترین اهمیت را در رسیدن به سطح مطلوب اقتصادی نشان دادند. اولویت بندی فاکتورها نسبت به معیار اکولوژیکی در وضعیت‌ها و تصمیمات مختلف نیز نشان داد که تنوع زیستی در دوره‌های زمانی و وضعیت مختلف، مهمترین فاکتوری است که جهت مدیریت پایدار پارک جنگلی و رسیدن به سطح مطلوب اکولوژیکی نسبت به دیگر فاکتورهای درنظرگرفته شده درمدل باید مورد توجه بیشتر ی قرار گیرد. نتایج حاصل از اولویت بندی فاکتورها نسبت به معیار اجتماعی در وضعیت‌ها و تصمیمات مختلف نیز نشان داد که افزایش میزان اشتغال‌زایی پارک و توجه بیشتر به امکانات آموزشی و تفریحی، با توجه به اجرای تصمیات اقتصادی و اکولوژیکی از اهمیت بیشتری برخوردارند. افزون برآن بر طبق نتایج نهایی مدل برنامه ریزی پویا براساس اولویت بندی های معیارها و فاکتورهای حاصل از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، در ابتدای دوره زمانی ۱۰ ساله اول، به دلیل توجه بیشتر به جنبه اجتماعی پارک و از بین رفتن تدریجی جنبه اکولوژیکی آن، اولین وضعیت پارک با اجرای تصمیم اکولوژیکی، در ابتدای دوره ۱۰ ساله دوم، دومین وضعیت پارک با اجرای تصمیم اکولوژیکی و در ابتدای دورهٔ زمانی ۱۰ ساله سوم، اولین وضعیت پارک با اجرای تصمیم اجتماعی برای رسیدن به مدیریتی پایدار در پارک جنگلی سراوان بهینه است. براساس نتایج حاصل از مدل، برای ایجاد مدیریتی پایدار در پارک جنگلی سراوان و رسیدن به سطح مطلوبی از هر ترکیب ارزش‌ها در سه معیار اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی، عملی ساختن تصمیمات بدست آمده از اجرای مدل پیشنهاد می گردد. در این راستا پیشنهاد می گردد که بودجه های لازم و حمایت های مسئولین در عملی ساختن مدیریت پایدار پارک جنگلی سراوان گیلان با استفاده از اولویت بندی‌ها و تصمیمات به‌دست آمدهٔ این پژوهش مضاعف شود. تا بتوان از توان‌های بالقوه پارک در زمینه مسائل اقتصادی، اجتماعی- تفریحی و حفاظت و پایداری گونه‌های بومی آن، حداکثر استفادهٔ مطلوب را کرد و پارک را در بهترین شرایط به نسل بعد سپرد.

یادداشت‌ها

1-Dynamic Multi objective Programming (DMP)
2- Decision Support Model (DSM)
3- Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)
4- Composite Utility Value (CUV)
5-Ratio Scale (C.R)
6- Inconsistency Index of Random matrix (R.I)
7-Deterministic dynamic programming(DDP)
8-General Purpose Dynamic Programming (GPDP)

منابع مورد استفاده

اصغرپور، م. ۱۳۷۷ . تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، چاپ اوّل، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.صص ۲۵ تا ۷۸

بی نام. ۱۳۸۷. گزارش ارائه شده از واحد جنگلداری، ادارهٔ کل جنگلداری و منابع طبیعی استان گیلان.

دارابی، ه. ۱۳۷۲. تصمیم‌گیری به کمک AHP، مجله صنایع، شمارهٔ ۴، صص۱۵-۲۴.

صبوحی، م.، سلطانی، غ. ر.، زیبایی، م. ۱۳۸۶. ارزیابی راهکارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی: مطالعه موردی دشت نریمانی در استان خراسان، فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شمارهٔ ۱۱(۱)، صص ۴۷۵ تا ۴۸۴

صفی صمغ‌آبادی، ا. ۱۳۸۳. برنامه‌ریزی چندهدفه جنگل با استفاده از تعامل در مرز کارا به کمک شبکه‌های عصبی، رسالهٔ دکترای تخصصی مهندسی صنایع، دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.

فتوحی، ر. ۱۳۷۳. مدل بهینه‌سازی استوکاستیک بهره برداری از سد کرج، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

مرادی، ز. ۱۳۸۶. بررسی الگوی مناسب مدیریت پایدار جنگل‌های حاشیه رودخانه ای استان کردستان، دانشکدهٔ جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Chen,S., G,Fu. 2005. Combining fuzzy iteration model with dynamic programming to solve multiobjective multistage decision making problems. Fuzzy Sets and Systems. Vol.3, No.152, PP. 499-512.

Dreyfus,S. 2002. Richard Bellman on the brith of dynamic programming. University of California, Berkeley, Electronic ISSN., Vol.50, No.1, PP. 48-51.

Iliadis,L.S. 2005. A decision support system applying an integrated fuzzy model for long- term forest fire risk estimation. Environmental Modeling & Software. Vol.5, No.20, PP.613-624.

Kahraman,C. 2008. Multi- criteria decision making methods and fuzzy sets. Springer Optimization and Its Applications., Vol. 16, PP: 1-18.

Kennedy,J.O.S.1986. Introduction to dynamic programming. Dynamic programming application to agriculture and natural resources. Chapter2.¸Elsevier Applied Science Publishers. London and New York. Vol. 23, PP: 128-167.

Saaty,T.L. 1980. The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York. PPP: 271-278.

Seely,B.,et al. 2004. The application of a hierarchical, decision – support system to evaluate multi – objective forest management strategies: a case study in northeastern Brithish Columbia , Canada. Forest Ecology and Management. Vol.1, No.199, PP.283-305.

Zadnik Stirn,L. 2006. Integrating the fuzzy analytic hierarchy Process with dynamic programming approach for determining the optimal forest management decisions. Ecological Modeling. Vol.1, No.194, PP.296-305.