

تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری از منابع حوزه‌های آبخیز با استفاده از برنامه‌ریزی هدف^۱

محسن محسنی ساروی^۲ مجتبی فرزاتگان^۳ مجید کوپاهی^۴ مجید خلقی^۵

چکیده

امروزه جوهره علم مدیریت در شیوه مدلسازی متجلی است و روش‌های برنامه‌ریزی درجهت تخصیص بهینه منابع کمیاب برای به‌دست آوردن بیشترین منافع از مهم‌ترین ابزارهای کاربردی علم مدیریت به شمار می‌رود. در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع طبیعی در مقایسه با بخش صنعت، تصمیم‌گیران معمولاً با بهینه‌کردن هم‌زمان چندین هدف مواجه‌اند. در این تحقیق که در زیرحوزه گرمادشت حوزه قره‌سو منطقه گلستان انجام گرفته، سعی شده است با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی هدف، علاوه بر اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نسبت به اولویت‌بندی هدف‌ها، الگوی بهینه بهره‌برداری منابع حوزه آبخیز را در گزینه‌های مختلف پیشنهاد و نتایج الگوی مختلف را مقایسه نماید. براساس نتایج این مطالعه الگوی پیشنهادی در گزینه‌های مختلف با روش‌های برنامه‌ریزی هدف، نتایج واقع‌بینانه و انعطاف‌پذیرتری را نسبت به برنامه‌ریزی خطی سنتی ارائه می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: مدیریت، حوزه آبخیز، منابع طبیعی، الگوی بهره‌برداری، برنامه‌ریزی هدف.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۰/۱۱/۲۹، تاریخ تصویب نهایی: ۸۲/۲/۲۲

^۲ - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (E-mail: saravi@nrf.ut.ac.ir)

^۳ - کارشناس ارشد آبخیزداری

^۴ - استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

^۵ - استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

در حال حاضر در بیشتر حوزه‌های آبخیز، بهره‌برداری مطلوبی از زمین نمی‌شود، به طوری که در کاربری‌های فعلی حوزه‌های آبخیز از یک الگوی بهینه اقتصادی منطبق با امکانات و اهداف، استفاده نمی‌شود. بنابراین استفاده از روش‌های نوین برنامه‌ریزی به ویژه مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی هدف برای تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری از منابع طبیعی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. روش برنامه‌ریزی هدف به سبب در نظر گرفتن اهداف چندگانه نسبت به روش‌های دیگر برنامه‌ریزی برتری نسبی داشته و کاربرد آن نتایج مناسبی برای بهره‌برداران منابع طبیعی دربر خواهد داشت، زیرا در مدیریت منابع طبیعی تقاضا برای منابع بیش از ظرفیت اکوسیستم است.

حوزه آبخیز به‌عنوان جایگاه بهره‌برداری از منابع طبیعی، همواره مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشور برای توسعه پایدار بوده است در این میان استفاده منطقی و اصولی از منابع بالادست حوزه به نحوی که برای مناطق پایین دست خطری نداشته باشد، یکی از مهم‌ترین سیاست‌های مجریان منابع طبیعی بوده است.

با بررسی‌هایی که نویسندگان انجام داده‌اند در زمینه تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری از منابع طبیعی با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی مطالعه‌ای در ایران انجام نگرفته است ولی در زمینه صنعت، حمل و نقل، کشاورزی تحقیقاتی صورت گرفته است. سالیانی (۱۳۷۵) در زمینه طراحی الگوی کشت در طرح‌های توسعه منابع آب، از روش برنامه‌ریزی خطی، مطالعاتی انجام داده است. ایشان در این تحقیق تلاش نمود تا از ظرفیت‌های موجود و در دسترس منابع و نهاده‌ها و به منظور افزایش تولیدات کشاورزی و درآمد ملی با هدف بیشینه نمودن درآمد خالص برای تعیین الگوی مناسب کشت منطقه مورد مطالعه استفاده کند. بیدآباد (۱۳۷۱) درباره مکان‌یابی در صنایع با استفاده از مدل برنامه‌ریزی هدف کار کرده است. ایشان برای تعیین وضعیت بهینه برای استقرار صنایع در سراسر کشور، از توزیع منطقی با الگوهای ریاضی استفاده نمود. در

کشورهای دیگر در این زمینه مطالعه زیادی انجام گرفته است. شارپ و انجنتی (۱۹۹۱) مطالعه‌ای تحت عنوان یک رویکرد برنامه‌ریزی هدف به مدیریت در رقابت و تضاد میان مصرف‌کنندگان زمین در منطقه استوایی در کامرون انجام دادند، در این تحقیق از یک الگوی برنامه‌ریزی هدف وزن داده شده به منظور تخصیص زمین بین چهار فعالیت دامپروری، جنگل و کشاورزی در نواحی مختلف کامرون استفاده شده است. بارنت و همکاران (۱۹۸۰) از یک الگوی برنامه‌ریزی هدف وزن داده شده همراه با رتبه‌بندی اهداف به منظور رسیدن به اهداف متعدد در مزارع معیشتی در سنگال استفاده کرد. باتومز و بارتلت (۱۹۷۵) منابع موجود از یک حوزه آبخیز را با استفاده از برنامه‌ریزی هدف تخصیص داد. ستی‌گار (۲۰۰۰) با استفاده از نرم‌افزار Excel و برنامه‌ریزی هدف مسئله مدیریت چندمنظوره آبخیزداری را حل نموده که از داده‌های با تومز و بارتلت (۱۳۷۵) استفاده نموده است.

برنامه‌ریزی هدف یکی از مهم‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفی است که ابتدا توسط چارلز و کوپر (۱۹۷۱) معرفی شد. آنها در این کتاب تحت عنوان مدل‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی خطی به معرفی سه رویکرد از مسائل چند هدفی پرداختند. در این روش اهداف در قالب محدودیت‌هایی که به‌وسیله متغیرهای انحرافی کنترل می‌شوند، معرفی شدند.

اولین برنامه‌ریزی کامپیوتری برنامه‌ریزی هدف توسط ایگنیزو، برای حل مدل‌های غیرخطی ارائه شد. نتیجه موفقیت‌آمیز دستورالعمل و نرم‌افزار برنامه‌ریزی هدف موجب شد تا وی توجه بیشتری به برنامه‌ریزی هدف ابراز کند، در نتیجه در سال ۱۹۷۶ ضمن مواجهه با مدل‌های برنامه‌ریزی هدف با مقیاس وسیع‌تر، یک نرم‌افزار کامپیوتری برای برنامه‌ریزی هدف با اعداد صحیح اولیاتی ارائه کرد. هدف همه روش‌ها کمینه‌کردن انحرافات نامساعد از اهداف است (ایگنیزو، ۱۹۷۶).

در این تحقیق از روش برنامه‌ریزی هدف ارائه شده توسط ایگنیزو (۱۹۷۶) استفاده شد. هدف اصلی این تحقیق تهیه یک الگوی بهینه بهره‌برداری از حوزه آبخیز

گرمابدشت زیرحوزه قره‌سو در منطقه گلستان با استفاده از برنامه‌ریزی هدف می‌باشد.

b_i = سطح هدف مطلوب (مقدار) موردنظر از آامین هدف است.

مواد و روش‌ها

شکل عمومی مدل مورد استفاده به صورت زیر می‌باشد:

$$z = \{g_1(n, p), g_2(n, p), \dots, g_k(n, p)\}$$

$$f_i(x) + n_i - P_i = b_i$$

$$x, n_i, P_i \geq 0$$

که در آن:

z = تابع هدف برداری از K اولویت؛

x = برداری از متغیرهای تصمیم‌گیری؛

n_i, P_i = انحرافات منفی و مثبت از آامین هدف؛

$g_k(n, P)$ = یک تابع خطی از متغیرهای انحرافی.

وزن داده شده برای K آامین سطح اولویت که به شکل زیر نشان داده می‌شود:

$$g_k(n, P) = \Sigma(W_{ik}^-, W_{ik}^+)$$

$$W_{ik}^-, W_{ik}^+, n, p \geq 0 \quad K = 1, 2, \dots, k (K < m)$$

K آامین فاکتور اولویت (g_k) با اهداف مشترکی که در یک گروه قرار می‌گیرند تعریف می‌شود و g_k ها دارای رابطه زیر هستند:

$$g_1 > g_2 > \dots > g_k$$

این رابطه نشان می‌دهد که اهداف با سطح بالاتر (g_1) قبل از اینکه اهداف با سطوح اولویت بیشتر (g_2) انتخاب شود تا حد ممکن بهینه می‌شوند و ممکن است برای رسیدن به یک هدف، هدفی دیگر که در اولویت پایین‌تری است قربانی شود.

W_{ik}^-, W_{ik}^+ = ارزش‌های عددی (وزن‌ها) هستند که به متغیرهای انحرافی n, p در یک سطح اولویت g_k نسبت داده می‌شود. معیاری که باید در تعیین وزن متغیرهای انحرافی استفاده شود کمینه‌کردن هزینه فرصت از دست رفته می‌باشد، به این معنی که ضرایب هزینه فرصت که همیشه مثبت است باید به متغیر انحرافی با عامل W_i ، منسوب شود.

$f_i(x)$ = یک تابع خطی از متغیرهای انحرافی در

سطح آامین هدف است.

با توجه به مدل برنامه‌ریزی هدف حوزه مورد مطالعه برای چهار کاربری جنگل صنعتی، چراگاه، پارک و منطقه حفاظت شده در نظر گرفته شد. این کاربری در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز جهت به دست آوردن ضرایب فنی مربوط به این مدل عبارتند از: درآمد، هزینه، میزان اشتغال، میزان تامین آب، میزان رسوب تولیدی، استفاده بهینه از زمین و میزان تولید در واحد سطح می‌باشد.

حوزه مورد مطالعه یکی از زیرحوزه‌های قره‌سو در منطقه گرگان می‌باشد. این حوزه در ارتفاعات شمال شرقی شهر گرگان و در ارتفاع ۳۰۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. رودخانه اصلی این زیرحوزه از کوه‌های بسیاری همچون پیرگردکوه، کوه کل چال، کوه کلاه گردان سرچشمه می‌گیرد.

مساحت این حوزه ۱۹۵/۳۵ کیلومترمربع است و دارای ۷۴/۷۵ درصد پوشش جنگلی با گونه‌های غالب توسکا، نمدار، بلوط، افرا و مرمر است. زمین‌های مرتعی حوزه در ارتفاعات بالا قرار دارد. جدول ۱ داده‌ها و متغیرهای مربوط به کاربری‌های در نظر گرفته شده را که مربوط به سال ۱۳۷۳ می‌باشد نشان می‌دهد.

برای اجرای مدل باید اجزاء آن را تعریف و ضرایب آنرا محاسبه نموده و در مدل قرار داد.

۱- تابع هدف

الف: نرمال کردن تابع هدف

به علت این که اهداف موردنظر مدیر آبخیز، واحدهای مختلفی دارند (مثل کمینه نمودن فرسایش و رسوبگذاری با حداکثر نمودن درآمد) و به علت مقایسه این اهداف با یکدیگر از روش نرمال کردن اهداف استفاده می‌شود شکل عمومی معادله نرمال کردن اهداف به صورت زیر است:

$$Z = \min \frac{1}{W_i} (d_i^- + d_i^+)$$

$$W_i = \sqrt{\sum a_{ij}^2}$$

که در آن:

د: متغیرهای بهره‌برداری: میزان بهره‌برداری در واحد سطح کاربری I برابر Epi می‌باشد. ضرایب فنی مربوط به بهره‌برداری (aij) در ستون ۵ جدول ۱ ارائه شده است.

کل استفاده مجاز از هر کاربری برای جنگل ۸۰۰۰ مترمکعب در سال، چراگاه ۵۰۰۰ واحد دامی در سال و پارک ۱۰۰۰۰ نفر در سال برآورد شده است (شرکت مهندسی مشاور زرنقش ۱۳۶۹).

ضرایب انحراف مربوط به بهره‌برداری از جنگل (D_4^+, D_4^-) از چراگاه D_5^+, D_5^- و پارک جنگلی (D_6^+, D_6^-) با تابع هدف کمینه کردن $D_4^- + D_5^- + D_6^-$ می‌باشد.

ه: متغیرهای مربوط به تامین آب: در منطقه مورد مطالعه برای تعیین مقدار آب تولیدی از منطقه جنگلی، چراگاه و پارک و منطقه حفاظت شده از روش SCS استفاده شده است که ضرایب فنی مربوط به آن (aij) در ستون ۷ جدول یک آمده است.

کل برداشت مجاز آب‌های زیرزمینی در مناطق پایین دست حوزه برابر ۱۵۰۰۰۰۰۰ مترمکعب در سال برآورد شده است (نجفی‌نژاد ۱۳۷۰، شرکت مهندسی مشاور زرنقش ۱۳۶۹).

ضرایب انحراف مربوط به تامین آب D_7^+, D_7^- با تابع هدف کمینه کردن D_7^- به منظور دستیابی به میزان برداشت مجاز و تامین آب پایین دست حوزه.

و: متغیرهای مربوط به تولید رسوب: برای برآورد میزان رسوب تولیدی در واحد سطح جنگل، مرتع، پارک از روش پسیاک استفاده شد. مقدار رسوب تولیدی از هر کاربری برابر Si است. ضرایب فنی مربوط به رسوب تولیدی هر کاربری در ستون ۶ جدول ۱ ارائه شده است. کل رسوب مجاز به نحوی که باعث تخریب مناطق پایین دست نشود (Ts) برابر ۲۱۷۹۳ مترمکعب در سال برآورد شده است (شرکت مهندسی مشاور ایران، ۱۳۷۲ و رفاهی ۱۳۷۵). ضرایب انحراف مربوط به تولید رسوب (D_8^+, D_8^-) با تابع هدف کمینه کردن D_8^+ به منظور کاهش رسوب تولیدی می‌باشد.

ز: متغیرهای مربوط به نیروی کار - میزان نیروی کار موردنیاز برای هر کاربری Wi می‌باشد که ضرایب فنی

W_i = ضریب وزنی نرمال شده مربوط به ضریب انحراف i؛

a_{ij} = ضریب فنی مربوط به هدف jام.

ب: اولویت دادن به اهداف:

برای اولویت دادن به اهداف بایستی ضریب وزنی بیشتری به ضرایب انحراف مربوط به این اهداف داد تا بتوان با جابه‌جایی اهداف، الگوهای مدیریتی مختلفی پیشنهاد نمود. بنابراین ضرایب وزنی مقادیر انحراف تابع هدف در جدول ۲ با سه هدف مشخص ارائه شده است.

۲- متغیرهای مدل:

در منطقه مورد مطالعه هفت متغیر مورد توجه قرار گرفته است:

الف: متغیرهای کاربری زمین که شامل منطقه جنگلی (X1)، چراگاه (X2)، پارک (X3) و منطقه حفاظت‌شده (X4) است. ضرایب فنی مربوطه به کاربری زمین (aij) برابر یک است. کل مساحت (A) برابر ۱۹۵۳۵ هکتار است و ضرایب انحراف مربوط به کاربری زمین D_1^+, D_1^- است. تابع هدف مربوط به کاربری زمین کمینه کردن ضرایب انحراف مربوطه می‌باشد.

ب: متغیرهای هزینه: هزینه به‌کاررفته در واحد سطح برای کاربری $C_i = i$ ، ضرایب فنی مربوط به هزینه (aij) مطابق ستون چهار جدول ۱ می‌باشد. کل سرمایه در دسترس برای هزینه‌های جاری که در اختیار آبخیزدار می‌باشد (Tc) برابر ۹۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال در سال است. (شرکت مهندسی مشاور زرنقش ۱۳۶۹). ضرایب انحراف مربوط به هزینه D_2^+, D_2^- با هدف کمینه کردن D_2^+ می‌باشد.

ج: متغیرهای درآمد: درآمد ناخالص برآورد شده در واحد سطح برای کاربری نابرابر P_i است. ضرایب فنی مربوط به درآمد مطابق ستون ۳ جدول ۱ می‌باشد. سطح مطلوب درآمد ناخالص موردنظر آبخیزدار (TP) برابر ۱۰۸۰۰۰۰۰۰ ریال در سال با توجه به نرخ بهره ۲۰ درصد محاسبه شد (نجفی‌نژاد ۱۳۷۰، خادم آدم ۱۳۷۰). ضرایب انحراف مربوط به درآمد D_3^- و D_3^+ به هدف کمینه کردن D_3^- برای دستیابی به سطح بالاتر درآمد است.

جدول ۱- داده‌ها و متغیرهای مربوط به کاربری‌های در نظر گرفته شده در منطقه مورد مطالعه^۱

میزان اشتغال در واحد سطح با کاربری‌های مختلف (نفر در هکتار)	میزان آب تولیدی در واحد سطح با کاربری‌های مختلف به روش SCS (مترمکعب در هکتار)	میزان رسوب تولیدی در واحد سطح با کاربری‌های مختلف با استفاده از روش پسیاک (تن در هکتار)	کل تولید	تولید در واحد سطح	میزان هزینه‌های جاری در واحد سطح کاربری (ریال در هکتار)	میزان درآمد ناخالص در واحد سطح کاربری (ریال در هکتار)	بیشترین مساحت اختصاص یافته به کاربری (هکتار)	کاربری‌ها
۰/۱۶	۹۲۵	۴/۴	۸۰۰۰	۳/۶	۳۴۰۷۲۸	۱۳۴۳۹۲	۲۲۲۵	جنگل صنعتی
۰/۳	۸۰۲	۵/۲۶	۵۰۰۰	۱	۱۰۰۰	۱۹۵۵۳/۸	۲۸۶۰	چراگاه
۱	۴۹۵	۱/۰۳	۱۰۰۰	۲۰	۲۰۰۰۰	۳۲۵۰	۱۰۰۰	پارک
۰/۱	۱۰۰۰	۰/۰۲	—	—	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۴۲۵	منطقه حفاظت شده

جدول ۲- ضرایب وزنی مقادیر انحراف در تابع هدف کلی در مدل برنامه ریزی هدف

اهداف اجتماعی		اهداف زیست محیطی			اهداف اقتصادی			مقیاسها
اشتباه	تأمین آب	رسوب	زمین	درآمد	درآمد	هزینه	اهداف	
D_9^-	D_7^-	D_8^+	$D_1^- + D_1^+$	D_3^-	$D_4^- + D_5^- + D_6^-$	D_2^+	اهداف اقتصادی	
۰/۰۹۶	۰/۰۰۰۰۶۲	۰/۰۴۲	۰/۱۵	۰/۰۰۰۱۲	۰/۱۶۸	۰/۰۰۰۰۰۰۱		
			۰/۱۵	۰/۴	۰/۰۳		اهداف اقتصادی	
۰/۰۹۶	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۰۸۴	۰/۳	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۰۰۶	اهداف زیست محیطی	
			۰/۳		۰/۳			
۰/۰۹۶	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۰۸۴	۰/۱۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۰۰۲۴	اهداف اجتماعی	
			۰/۱۵		۰/۳۱			

فرمول‌بندی صورت گیرد. به‌طور کلی سه هدف عمده در این مطالعه مورد توجه بود.

الف-اهداف اقتصادی که در این صورت هدف اقتصادی در اولویت اول قرار داشته و بقیه اهداف در اولویت‌های بعدی قرار دارند. در این حالت مدل به‌صورت زیر فرمول شده است:

مربوط به آن در ستون ۸ جدول ۱ ارائه شده است. کل میزان نیروی کار در دسترس آبخیز دار (TW) برابر ۲۵۰۰ نفر در سال می‌باشد (شرکت مهندسی مشاور زرنقش، ۱۳۶۹). ضرایب انحراف مربوط به نیروی کار D_9^+ , D_9^- با تابع هدف می‌نیمم کردن D_9^- بمنظور بالابردن اشتغال است.

۳- فرموله کردن مدل

به منظور فرموله کردن مدل لازم است اهداف اصلی مدیریت حوزه آبخیز اولویت بندی شده و بر مبنای آن

$$\text{Min}Z = 0.15D_1^- + 0.15D_1^+ + 0.0000001D_2^+ + 0.00012D_3^- + 0.168D_4^- + 0.6D_5^- + 0.03D_6^- + 0.00006D_7^- + 0.042D_8^+ + 0.096D_9^-$$

Subject to :

- (1) $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + D_1^+ - D_1^- = 19535$
- (2) $340728X_1 + 10000X_2 + 20000X_3 + 200X_4 + D_2^+ - D_2^- = 90000000$
- (3) $134392X_1 + 19553.8X_2 + 32500X_3 + 200X_4 + D_3^+ - D_3^- = 108000000$
- (4) $3.6X_1 + D_4^+ - D_4^- = 8000$
- (5) $X_2 + D_5^+ + D_5^- = 5000$
- (6) $20X_3 + D_6^+ - D_6^- = 10000$
- (7) $925X_1 + 802X_2 + 495X_3 + 10000X_4 + D_7^+ - D_7^- = 15000000$
- (8) $4.4X_1 + 5.26X_2 + 1.03X_3 + 0.02X_4 + D_8^+ - D_8^- = 21793$
- (9) $0.16X_1 + 0.2X_2 + X_3 + 0.1X_4 + D_9^+ - D_9^- = 2500$

- | | |
|---|---|
| (۱) تابع دسترسی مربوط به زمین؛ | (۵) تابع دسترسی مربوط به بهره‌برداری از چراگاه؛ |
| (۲) تابع دسترسی مربوط به هزینه؛ | (۶) تابع دسترسی مربوط به بهره‌برداری از پارک؛ |
| (۳) تابع دسترسی مربوط به درآمد؛ | (۷) تابع دسترسی مربوط به تامین آب؛ |
| (۴) تابع دسترسی مربوط به بهره‌برداری از جنگل؛ | (۸) تابع دسترسی مربوط به تولید رسوب؛ |
| | (۹) تابع دسترسی مربوط به نیروی کار؛ |

ب- اهداف زیست محیطی که در این حالت اهداف زیست محیطی در اولویت اول و بقیه هدف‌ها در اولویت‌های بعدی قرار دارند. در این صورت مدل به‌صورت زیر در می‌آید.

اهداف موردنظر در این حالت بیشینه‌کردن درآمد بهره‌برداران، کمینه‌نمودن سرمایه‌گذاری نقدی و بیشینه‌کردن تولید می‌باشد.

$$\text{Min}Z = 0.3D_1^+ + 0.3D_1^- + 0.0000006 D_2^+ + 0.0000007 D_3^- + 0.015D_4^- + 0.3D_5^- + 0.15D_6^- + 0.084D_7^- + 0.00006 D_8^+ + 0.096D_9^-$$

Subject to :

$$(1) X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + D_1^+ - D_1^- = 19535$$

$$(2) 340728 X_1 + 10000 X_2 + 20000 X_3 + 200 X_4 + D_2^+ - D_1^- = 90000000$$

$$(3) 134392 X_1 + 19553.8 X_2 + 32500 X_3 + 200 X_4 + D_3^+ - D_3^- = 108000000$$

$$(4) 3.6 X_1 + D_4^+ - D_4^- = 8000$$

$$(5) X_2 + D_5^+ + D_5^- = 5000$$

$$(6) 20 X_3 + D_6^+ - D_6^- = 10000$$

$$(7) 925 X_1 + 802 X_2 + 495 X_3 + 10000 X_4 + D_7^+ - D_7^- = 15000000$$

$$(8) 4.4 X_1 + 5.26 X_2 + 1.03 X_3 + 0.02 X_4 + D_8^+ - D_8^- = 21793$$

$$(9) 0.16 X_1 + 0.2 X_2 + X_3 + 0.1 X_4 + D_9^+ - D_9^- = 2500$$

ج-اهداف اجتماعی که در این حالت اهداف اجتماعی در اولویت اول و بقیه هدف‌ها در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. در این صورت مدل به صورت زیر در می‌آید:

$$\text{Min}Z = 0.15D_1^- + 0.15D_1^+ + 0.00000024D_2^+ + 0.0000002D_3^- + 0.015D_4^- + 0.3D_5^- + 0.016D_6^- + 0.00006D_7^- + 0.084D_8^+ + 0.096D_9^-$$

Subject to :

$$(1) X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + D_1^+ - D_1^- = 19535$$

$$(2) 340728 X_1 + 10000 X_2 + 20000 X_3 + 200 X_4 + D_2^+ - D_1^- = 90000000$$

$$(3) 134392 X_1 + 19553.8 X_2 + 32500 X_3 + 200 X_4 + D_3^+ - D_3^- = 108000000$$

$$(4) 3.6 X_1 + D_4^+ - D_4^- = 8000$$

$$(5) X_2 + D_5^+ + D_5^- = 5000$$

$$(6) 20 X_3 + D_6^+ - D_6^- = 10000$$

$$(7) 925 X_1 + 802 X_2 + 495 X_3 + 10000 X_4 + D_7^+ - D_7^- = 15000000$$

$$(8) 4.4 X_1 + 5.26 X_2 + 1.03 X_3 + 0.02 X_4 + D_8^+ - D_8^- = 21793$$

$$(9) 0.16 X_1 + 0.2 X_2 + X_3 + 0.1 X_4 + D_9^+ - D_9^- = 2500$$

کردن تولید مدنظر می‌باشد. نتایج به دست آمده در این حالت در جدول ۳ نشان داده شده است.

ب - اولویت اول با اهداف زیست محیطی که براساس آن استفاده بهینه از زمین کمینه نمودن رسوبگذاری مدنظر می‌باشد. نتایج به دست آمده در این حالت در جدول ۴ نشان داده شده است

نتایج

بر اساس اولویت‌بندی اهداف مدیریتی نتایج زیر حاصل شد:

الف - اولویت اول با اهداف اقتصادی که براساس آن بیشینه نمودن درآمد بهره‌برداران، کمینه نمودن هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بیشینه

جدول ۳- مقادیر به دست آمده براساس اولویت اقتصادی

مقدار پیشرفت از مقدار موردنظر	مقدار به دست آمده	مقدار موردانتظار		
٪۱۲۸	۱۳۸۵۰۳۰۴۶	۱۰۸۰۰۰۰۰۰	درآمد	
٪۱۸۱	۱۶۲۹۰۳۵۶۲	۹۰۰۰۰۰۰۰	هزینه	
٪۱۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	جنگل	تولید
٪۱۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	چراگاه	
٪۱۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	پارک	
٪۱۶۹	۳۶۸۲۹	۲۱۷۹۳	رسوب	
٪۱۰۰	۱۹۵۳۵	۱۹۵۳۵	کاربری زمین	
٪۱۰۲	۱۵۳۱۵۸۳۳	۱۵۰۰۰۰۰۰	تامین آب	
٪۱۲۱	۳۰۳۷	۲۵۰۰	اشتغال	

جدول ۴- مقادیر به دست آمده براساس اولویت زیست محیطی

مقدار پیشرفت از حد موردنظر	مقدار به دست آمده	مقدار موردانتظار		
٪۱۰۵	۱۱۳۷۸۰۲۳۳	۱۰۸۰۰۰۰۰۰	درآمد	
٪۱۰۳	۹۳۲۱۰۰۳۰	۹۰۰۰۰۰۰۰	هزینه	
٪۱۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	جنگل	تولید
٪۱۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	چراگاه	
٪۱۹۹	۱۹۹۹۹	۱۰۰۰۰	پارک	
٪۱۷۱	۳۷۳۴۶	۲۱۷۹۳	رسوب	
٪۹۵	۱۸۶۴۷	۱۹۵۳۵	کاربری زمین	
٪۱۱۳	۱۶۹۸۵۵۵۵	۱۵۰۰۰۰۰۰	تامین آب	
٪۴۹۶	۱۲۳۹۸	۲۵۰۰	اشتغال	

اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی و اولویت دهی اهداف، الگوی بهینه بهره‌برداری منابع حوزه آبخیز مورد مطالعه در گزینه‌های مختلف پیشنهاد و نتایج الگوهای مختلف را مقایسه نمود (جدول ۴).

ج- اولویت اول با اهداف اجتماعی که براساس آن تامین آب برای مناطق پایین دست و بیشینه نمودن اشتغال مدنظر می‌باشد. نتایج به دست آمده در این حالت در جدول ۵ نشان داده شده است. در مطالعه حاضر با استفاده از برنامه‌ریزی هدف، ضمن ملحوظ نمودن اهداف

جدول ۵- مقادیر به دست آمده براساس اولویت اجتماعی

مقدار پیشرفت از حد موردنظر	مقدار به دست آمده	مقدار موردانتظار		
%۱۰۰	۱۰۸۲۶۶۲۹۲	۱۰۸۰۰۰۰۰۰	درآمد	
%۱۰۳	۹۲۸۷۰۴۰۱	۹۰۰۰۰۰۰۰	هزینه	
%۱۰۰	۸۰۰۹/۹	۸۰۰۰	جنگل	تولید
%۴۰	۲۰۸۱	۵۰۰۰	چراگاه	
%۱۹۹	۱۹۹۹۹	۱۰۰۰۰	پارک	
%۱۰۰	۲۱۷۹۳	۲۱۷۹۳	رسوب	
%۸۰	۱۵۷۳۰/۷	۱۹۵۳۵	کاربری زمین	
%۹۷	۱۴۶۴۶۸۴۹	۱۵۰۰۰۰۰۰	تامین آب	
%۴۷۲	۱۱۸۱۵	۲۵۰۰	اشتغال	

جدول ۶- مقایسه دیدگاه‌های مختلف برای مدیریت

دیدگاه اجتماعی	دیدگاه زیست محیطی	دیدگاه اقتصادی		
%۱۰۰	%۱۰۵	%۱۲۸	درآمد	
%۱۰۳	%۱۰۳	%۱۸۱	هزینه	
%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰	جنگل	تولید
%۴۱	%۱۰۰	%۱۰۰	چراگاه	
%۱۹۹	%۱۹۹	%۱۰۰	پارک	
%۱۰۰	%۱۷۱	%۱۶۹	رسوب	
%۸۰	%۹۵	%۱۰۰	کاربری زمین	
%۹۷	%۱۱۳	%۱۰۲	تامین آب	
%۴۷۲	%۴۹۶	%۱۲۱	اشتغال	

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان می‌دهد که الگوی پیشنهادی براساس دیدگاه اقتصادی دارای برتری نسبی نسبت به دیگر دیدگاه‌ها است (تمام اهداف تامین شده است). با توجه به جدول ۳ موارد زیر مورد بحث و نتیجه‌گیری قرار می‌گیرد:

۱- مقدار درآمد بهره‌برداران با توجه به هدف در نظر گرفته شده (بیشینه نمودن درآمد) از دیدگاه اقتصادی علاوه بر این که به هدف مورد نظر (رسیدن به سقف درآمد مطلوب ۱۰۸۰۰۰۰۰۰ ریال) رسیده، ۲۸ درصد افزایش نیز داشته است در حالی که از دیدگاه زیست محیطی این رقم ۵ درصد و از لحاظ اجتماعی به هدف مورد نظر رسیده است.

۲- مقدار سرمایه‌گذاری نقدی با توجه به هدف در نظر گرفته شده (کمینه نمودن هزینه‌های جاری) از دیدگاه اقتصادی به علت بهره‌برداری اضافی ۸۱ درصد از مقدار در نظر گرفته شده بیشتر بوده که باید در این زمینه به فکر سرمایه‌گذاری بیشتر بود. در حالی که این رقم در مورد دیدگاه‌های زیست محیطی و اجتماعی فقط ۳ درصد است.

۳- در مورد هدف بیشینه نمودن تولید از کاربری‌های در نظر گرفته شده، از دیدگاه‌های سه‌گانه مذکور در مورد چراگاه از دیدگاه اجتماعی کمبود ۵۹ درصد مشاهده می‌شود که مطلوب نخواهد بود. ولی در مورد پارک، دیدگاه‌های زیست محیطی و اجتماعی ۹۹ درصد از مقدار تابع هدف جلوتر بوده و نسبت به دیدگاه اقتصادی برتری دارند.

منابع

- ۱- بیدآباد بیژن، ۱۳۷۱. مکان‌یابی در صنایع با استفاده از مدل برنامه‌ریزی هدف، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، ص ۲۲۰.
- ۲- خادم آدم ناصر، ۱۳۷۰. سیاست اقتصاد کشاورزی در نظام‌های مختلف ایران چاپ دوم- معاونت تحقیقات وزارت کشاورزی
- ۳- رفاهی حسینی، ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، ص ۵۵۱.
- ۴- سالیانی طوبی، ۱۳۷۵. طراحی الگوی کشت در طرح‌های توسعه منابع آب. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال چهارم شماره ۱۵، ص ۹۳-۹۱.
- ۵- شرکت مهندسی مشاور زرنفش، ۱۳۶۹. طرح جامع حوزه آبخیز قره‌سو، جلد ۳ و ۴.
- ۶- شرکت مهندسی مشاور ایران ۱۳۷۲. خاکشناسی نیمه تفضیلی گرگان.
- ۷- نجفی‌نژاد علی، ۱۳۷۰. ارزیابی اقتصادی طرح‌های آبخیزداری، معاونت آبخیزداری وزارت جهادسازندگی.

۴- در مورد هدف کمینه نمودن رسوبگذاری فقط در دیدگاه اجتماعی به هدف تعیین شده رسیده است در حالیکه از لحاظ اقتصادی مقدار رسوب ۶۹ درصد و از دیدگاه زیست محیطی ۷۱ درصد در مقدار رسوب تولیدی، افزایش مشاهده می‌شود که مطلوب نخواهد بود و بایستی اقداماتی از قبیل عملیات بیولوژیکی و مکانیکی برای کاهش این مقدار فرسایش انجام داد.

۵- در مورد استفاده بهینه از زمین، از نظر اقتصادی، تمام سطح حوزه دارای کاربری‌های در نظر گرفته شده است؛ ولی از دیدگاه زیست محیطی ۵ درصد و از دیدگاه اجتماعی ۲۰ درصد از کل حوزه فاقد کاربری‌های در نظر گرفته شده است.

۶- در مورد هدف تامین آب برای ساکنین پایین دست، از دیدگاه اقتصادی ۲ درصد مازاد آب خواهد داشت که سالانه بر مقدار سطح سفره آب زیرزمینی می‌افزاید؛ که این رقم در مورد دیدگاه زیست محیطی ۱۳ درصد است ولی در مورد دیدگاه اجتماعی با ۳ درصد کمبود مواجه می‌باشد که باید نسبت به آن تمهیداتی اندیشید.

۷- در مورد بیشینه نمودن اشتغال در منطقه با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که کاربری‌های در نظر گرفته شده با دیدگاه زیست محیطی و اجتماعی باعث افزایش اشتغال (حدود ۵ برابر) شده است که این رقم از لحاظ اقتصادی فقط ۲۱ درصد خواهد بود.

- 8-Barnett, D, B.Black , A.Brunce & A.McCarl, 1980. Goal programming via multidimensional scaling applied to Seneglese subsistence farms. American Agricultural Economics Association, 720-722.
- 9-Bottoms, K.E. and E.T. Bartlett, 1975. Rsource allocation through goal programming . J. of Range Management 28(6): 442-447.
- 10-Charnes, A. and W.W. Cooper, 1971. Studies in mathematical and managerial economics. North Holand Publishing Company, 225-234.
- 11-Desteiguer, J.E. 2000. Applying Excel Solver to a watershed management goal-programming problem, USDA Forst Service Proceedings RMRS-P-B: 325-329.
- 12-Ignizio, J.P., 1976. Goal programming and extension, Lexington Book Massachusetts.
- 13-Sharp, D.M. & C.F. Njiti., 1991. A goal programming approach to the management on the competition and conflict among land uses in the tropics.

Optimum Utilization Pattern of Watershed Resources Using Goal Programming

M. Mohseni Saravi¹ M. Farzanegan² M. Koupahi³ M. Kholghi⁴

Abstract

Nowadays, modeling is a tool in management science, and planning techniques are one of the important management factors in order to allocate scarce resources to obtain maximum benefits. Unlike industry, for planning process in agriculture and natural resources, decision makers need to optimize various objectives simultaneously.

This research was conducted to suggest and compare different alternatives for optimum utilization of resources in Garmabdasht (sub-watershed of Gorgan), using goal programming as well as socio-economic and environmental objectives.

The results showed that the proposed pattern using goal programming has acceptable and flexible outputs when compared to the other linear programming techniques.

Keywords: Watershed management, Natural resources, Utilization pattern, Goal programming.

¹ - Assoc. Prof., Faculty of Natural Resources,, Univ. of Tehran

² - M.Sc. of Watershed Management

³ - Professor, Faculty of Agriculture, Univ. of Tehran

⁴ - Asst. Prof., Faculty of Agriculture, Univ. of Tehran