تعيين الگوي بهينه بهره‌برداري از منابع حوزه‌هاي آبخيز با استفاده از برنامه‌ريزي هدف[١]

محسن محسني ساروي[٢] مجتبي فرزانگان[٣] مجيد كوپاهي[٤] مجيد خلقي[٥]

چكيده

امروزه جوهره علم مديريت در شيوه مدلسازي متجلي است و روش‌هاي برنامه‌ريزي درجهت تخصيص بهينه منابع كمياب براي به‌دست آوردن بيشترين منافع از مهم‌ترين ابزارهاي كاربردي علم مديريت به شمار مي‌رود. در برنامه‌ريزي‌هاي كشاورزي و منابع طبيعي در مقايسه با بخش صنعت، تصميم‌گيران معمولا با بهينه‌كردن هم زمان چندين هدف مواجه‌اند. در اين تحقيق كه در زيرحوزه گرمابدشت حوزه قره‌سو منطقه گلستان انجام گرفته، سعي شده است با بهره‌گيري از روش برنامه‌ريزي هدف، علاوه بر اهداف اقتصادي، اجتماعي و زيست محيطي نسبت به اولويت‌بندي هدف‌ها، الگوي بهينه بهره‌برداري منابع حوزه آبخيز را در گزينه‌هاي مختلف پيشنهاد و نتايج الگوي مختلف را مقايسه نمايد. براساس نتايج اين مطالعه الگوي پيشنهادي در گزينه‌هاي مختلف با روش‌هاي برنامه‌ريزي هدف، نتايج واقع‌بينانه و انعطاف‌پذيرتري را نسبت به برنامه‌ريزي خطي سنتي ارائه مي‌نمايد.

واژه‌هاي كليدي: *مديريت، حوزه آبخيز، منابع طبيعي، الگوي بهره‌برداري، برنامه‌ريزي هدف.*

---

[١]- تاريخ دريافت: ٨٠/١١/٢٩ ، تاريخ تصويب نهايي: ٨٢/٢/٢٢

[٢]- دانشيار دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران(**E-mail: saravi@nrf.ut.ac.ir**)

[٣]- كارشناس ارشد آبخيزداري

[٤]- استاد دانشكده كشاورزي دانشگاه تهران

[٥]- استاديار دانشكده كشاورزي دانشگاه تهران

مقدمه

در حال حاضر در بيشتر حوزه‌هاي آبخيز، بهره‌برداري مطلوبي از زمين نمي‌شود، به طوري كه در كاربري‌هاي فعلي حوزه‌هاي آبخيز از يك الگوي بهينه اقتصادي منطبق با امكانات و اهداف، استفاده نمي‌شود. بنابراين استفاده از روش‌هاي نوين برنامه‌ريزي به ويژه مدل‌هاي برنامه‌ريزي خطي و برنامه‌ريزي هدف براي تعيين الگوي بهينه بهره‌برداري از منابع طبيعي، ضرورتي اجتناب‌ناپذير محسوب مي‌شود. روش برنامه‌ريزي هدف به سبب در نظرگرفتن اهداف چندگانه نسبت به روش‌هاي ديگر برنامه‌ريزي برتري نسبي داشته و كاربرد آن نتايج مناسبي براي بهره‌برداران منابع طبيعي دربرخواهد داشت، زيرا در مديريت منابع طبيعي تقاضا براي منابع بيش از ظرفيت اكوسيستم است.

حوزه آبخيز به‌عنوان جايگاه بهره‌برداري از منابع طبيعي، همواره مورد توجه سياستگزاران و برنامه‌ريزان كشور براي توسعه پايدار بوده است در اين ميان استفاده منطقي و اصولي از منابع بالادست حوزه به نحوي كه براي مناطق پايين دست خطري نداشته باشد، يكي از مهم‌ترين سياست‌هاي مجريان منابع طبيعي بوده است.

با بررسي‌هايي كه نويسندگان انجام داده‌اند در زمينه تعيين الگوي بهينه بهره‌برداري از منابع طبيعي با استفاده از مدل‌هاي برنامه‌ريزي خطي مطالعه‌اي در ايران انجام نگرفته است ولي در زمينه صنعت، حمل و نقل، كشاورزي تحقيقاتي صورت گرفته است. سالياني (۱۳۷۵) در زمينه طراحي الگوي كشت در طرح‌هاي توسعه منابع آب، از روش برنامه‌ريزي خطي، مطالعاتي انجام داده است. ايشان در اين تحقيق تلاش نمود تا از ظرفيت‌هاي موجود و در دسترس منابع و نهاده‌ها و به منظور افزايش توليدات كشاورزي و درآمد ملي با هدف بيشينه نمودن درآمد خالص براي تعيين الگوي مناسب كشت منطقه مورد مطالعه استفاده كند. بيدآباد (۱۳۷۱) درباره مكان‌يابي در صنايع با استفاده از مدل برنامه‌ريزي هدف كار كرده است. ايشان براي تعيين وضعيت بهينه براي استقرار صنايع در سراسر كشور، از توزيع منطقي با الگوهاي رياضي استفاده نمود. در كشورهاي ديگر در اين زمينه مطالعه زيادي انجام گرفته است. شارپ و انجتي (۱۹۹۱) مطالعه‌اي تحت عنوان يك رويكرد برنامه‌ريزي هدف به مديريت در رقابت و تضاد ميان مصرف‌كنندگان زمين در منطقه استوايي در كامرون انجام دادند، در اين تحقيق از يك الگوي برنامه‌ريزي هدف وزن داده شده به منظور تخصيص زمين بين چهار فعاليت دامپروري، جنگل و كشاورزي در نواحي مختلف كامرون استفاده شده است. بارنت و همكاران (۱۹۸۰) از يك الگوي برنامه‌ريزي هدف وزن داده شده همراه با رتبه‌بندي اهداف به منظور رسيدن به اهداف متعدد در مزارع معيشتي در سنگال استفاده كرد. باتومز و بارت‌لت (۱۹۷۵) منابع موجود از يك حوزه آبخيز را با استفاده از برنامه‌ريزي هدف تخصيص داد. ستي‌گار (۲۰۰۰) با استفاده از نرم‌افزار Excel و برنامه‌ريزي هدف مسئله مديريت چندمنظوره آبخيزداري را حل نموده كه از داده‌هاي با تومز و بارت‌لت (۱۳۷۵) استفاده نموده است.

برنامه‌ريزي هدف يكي از مهم‌ترين روش‌هاي تصميم‌گيري چندهدفي است كه ابتدا توسط چارنز و كوپر (۱۹۷۱) معرفي شد. آنها در اين كتاب تحت عنوان مدل‌هاي مديريتي و برنامه‌ريزي خطي به معرفي سه رويكرد از مسائل چند هدفي پرداختند. در اين روش اهداف در قالب محدوديت‌هايي كه به‌وسيله متغيرهاي انحرافي كنترل مي‌شوند، معرفي شدند.

اولين برنامه‌ريزي كامپيوتري برنامه‌ريزي هدف توسط ايگينزيو، براي حل مدل‌هاي غيرخطي ارائه شد. نتيجه موفقيت‌آميز دستورالعمل و نرم‌افزار برنامه‌ريزي هدف موجب شد تا وي توجه بيشتري به برنامه‌ريزي هدف ابراز كند، در نتيجه در سال ۱۹۷٦ ضمن مواجه با مدل‌هاي برنامه‌ريزي هدف با مقياس وسيع‌تر، يك نرم‌افزار كامپيوتري براي برنامه‌ريزي هدف با اعداد صحيح اولويتي ارائه كرد. هدف همه روش‌ها كمينه‌كردن انحرافات نامساعد از اهداف است (ايگنيزيو، ۱۹۷٦).

در اين تحقيق از روش برنامه‌ريزي هدف ارائه شده توسط ايگنيزيو (۱۹۷٦) استفاده شد. هدف اصلي اين تحقيق تهيه يك الگوي بهينه بهره‌برداري از حوزه آبخيز

گرمابدشت زيرحوزه قره‌سو در منطقه گلستان با استفاده از برنامه‌ريزي هدف مي‌باشد.

مواد و روش‌ها

شكل عمومي مدل مورد استفاده به‌صورت زير مي‌باشد:

$$z = \{g_1(n,p), g_2(n,p), ...g_k(n,p)\}$$
$$f_i(x) + n_i - P_i = b_i$$
$$x, n_i, P_i \geq 0$$

كه در آن:

z = تابع هدف برداري ازK اولويت؛

x = برداري از متغيرهاي تصميم‌گيري؛

n_i, P_i = انحرافات منفي و مثبت از iامين هدف؛

$g_k(n,P)$ =يك تابع خطي ازمتغيرهاي انحرافي.

وزن داده شده براي kامين سطح اولويت كه به شكل زير نشان داده مي‌شود:

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

kامين فاكتور اولويت (g_k) با اهداف مشتركي كه در يك گروه قرار مي‌گيرند تعريف مي‌شود و g_k ها داراي رابطه زير هستند:

$$g_1 > g_2 > ... > g_k$$

اين رابطه نشان مي‌دهد كه اهداف با سطح بالاتر (g_1) قبل از اينكه اهداف با سطوح اولويت بيشتر (g_2) انتخاب شود تا حد ممكن بهينه مي‌شوند و ممكن است براي رسيدن به يك هدف، هدفي ديگر كه در اولويت پايين‌تري است قرباني شود.

W_{ik}^-, W_{ik}^+= ارزش‌هاي عددي (وزن‌ها) هستندكه به متغيرهاي انحرافي n,p در يك سطح اولويت g_k نسبت داده مي‌شود. معياري كه بايد در تعيين وزن متغيرهاي انحرافي استفاده شود كمينه‌كردن هزينه فرصت از دست رفته مي‌باشد، به اين معني كه ضرايب هزينه فرصت كه هميشه مثبت است بايد به متغير انحرافي با عامل W_i، منسوب شود.

$fi(x)$ = يك تابع خطي از متغيرهاي انحرافي در سطح iامين هدف است.

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

با توجه به مدل برنامه‌ريزي هدف حوزه مورد مطالعه براي چهار كاربري جنگل صنعتي، چراگاه، پارك و منطقه حفاظت شده در نظرگرفته شد. اين كاربري در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. داده‌ها و اطلاعات مورد نياز جهت به‌دست‌اوردن ضرايب فني مربوط به اين مدل عبارتنداز: درآمد، هزينه، ميزان اشتغال، ميزان تامين آب، ميزان رسوب توليدي، استفاده بهينه از زمين و ميزان توليد در واحد سطح مي‌باشد.

حوزه مورد مطالعه يكي از زيرحوزه‌هاي قره‌سو در منطقه گرگان مي‌باشد. اين حوزه در ارتفاعات شمال شرقي شهرگرگان و در ارتفاع ٣٠٠٠متري از سطح دريا قرار دارد. رودخانه اصلي اين زيرحوزه از كوه‌هاي بسياري همچون پيرگردكوه، كوه كل چال، كوه كلاه گردان سرچشمه مي‌گيرد.

مساحت اين حوزه ١٩٥/٣٥ كيلومترمربع است و داراي ٧٤/٧٥درصد پوشش جنگلي با گونه‌هاي غالب توسكا، نمدار، بلوط، افرا و ممرز است. زمين‌هاي مرتعي حوزه در ارتفاعات بالا قرار دارد. جدول ١ داده‌ها و متغيرهاي مربوط به كاربري‌هاي درنظرگرفته شده را كه مربوط به سال ١٣٧٣ مي‌باشد نشان مي‌دهد.

براي اجراي مدل بايد اجزاء آن را تعريف و ضرايب آنرا محاسبه نموده و در مدل قرار داد.

١-تابع هدف

الف: نرمال‌كردن تابع هدف

به‌علت اين‌كه اهداف موردنظر مديرآبخيز، واحدهاي مختلفي دارند (مثل كمينه نمودن فرسايش و رسوبگذاري با حداكثر نمودن درآمد) و به‌علت مقايسه اين اهداف با يكديگر از روش نرمال كردن اهداف استفاده مي‌شود شكل عمومي معادله نرمال‌كردن اهداف به‌صورت زير است:

$$Z = \min \frac{1}{W_i}(d_i^- + d_i^+)$$
$$W_i = \sqrt{\Sigma aij^2}$$

كه در آن:

W_i=ضريب وزني نرمال شده مربوط به ضريب انحراف i؛

a_{ij} = ضريب فني مربوط به هدف iام.

ب: اولويت دادن به اهداف:

براي اولويت دادن به اهداف بايستي ضريب وزني بيشتري به ضرايب انحراف مربوط به اين اهداف داد تا بتوان با جابه‌جايي اهداف، الگوهاي مديريتي مختلفي پيشنهاد نمود. بنابراين ضرايب وزني مقادير انحراف تابع هدف درجدول ۲ با سه هدف مشخص ارائه شده است.

۲- متغيرهاي مدل:

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

الف: متغيرهاي كاربري زمين كه شامل منطقه جنگلي (X1)، چراگاه (X2) ، پارك (X3) و منطقه حفاظت‌شده (X4) است. ضرايب فني مربوطه به كاربري زمين (aij) برابر يك است. كل مساحت (A) برابر ۱۹۵۳۵ هكتار است و ضرايب انحراف مربوط به كاربري زمين D_1^+, D_1^- است. تابع هدف مربوط به كاربري زمين كمينه كردن ضرايب انحراف مربوطه مي‌باشد.

ب: متغيرهاي هزينه: هزينه به‌كاررفته در واحد سطح براي كاربري Ci=i، ضرايب فني مربوط به هزينه (aij) مطابق ستون چهار جدول ۱ مي‌باشد. كل سرمايه در دسترس براي هزينه‌هاي جاري كه در اختيار آبخيزدار مي‌باشد (Tc) برابر ۹۰,۰۰۰,۰۰۰ ريال در سال است. (شركت مهندسي مشاور زرنقش ۱۳۶۹). ضرايب انحراف مربوط به هزينه D_2^+, D_2^- با هدف كمينه كردن D_2^+ مي‌باشد.

ج: متغيرهاي درآمد: درآمد ناخالص برآورد شده در واحد سطح براي كاربري نابرابر P_i است. ضرايب فني مربوط به درآمد مطابق ستون ۳ جدول ۱ مي‌باشد. سطح مطلوب درآمد ناخالص موردنظر آبخيزدار (TP) برابر ۱۰۸۰۰۰۰۰۰ ريال در سال با توجه به نرخ بهره ۲۰درصد محاسبه شد (نجفي‌نژاد ۱۳۷۰، خادم آدم ۱۳۷۰). ضرايب انحراف مربوط به درآمد D_3^{1-} و D_3^- به هدف كمينه كردن D_3^- براي دستيابي به سطح بالاتر درآمد است.

د: متغيرهاي بهره‌برداري: ميزان بهره‌برداري در واحد سطح كاربري I برابر Epi مي‌باشد. ضرايب فني مربوط به بهره‌برداري (aij) در ستون ۵ جدول ۱ ارائه شده است.

كل استفاده مجاز از هر كاربري براي جنگل ۸۰۰۰ مترمكعب در سال، چراگاه ۵۰۰۰ واحد دامي در سال و پارك ۱۰۰۰۰ نفر در سال برآورد شده است (شركت مهندسين مشاور زرنقش ۱۳۶۹).

ضرايب انحراف مربوط به بهره‌برداري از جنگل (D_4^+, D_4^-) از چراگاه D_5^+, D_5^- و پارك جنگلي (D_6^+, D_6^-) با تابع هدف كمينه كردن $D_4^- + D_5^- + D_6^-$ مي‌باشد.

ه: متغيرهاي مربوط به تامين آب: در منطقه مورد مطالعه براي تعيين مقدار آب توليدي از منطقه جنگلي، چراگاه و پارك و منطقه حفاظت شده از روش SCS استفاده شده است كه ضرايب فني مربوط به آن (aij) در ستون ۷ جدول يك آمده است.

كل برداشت مجاز آب‌هاي زيرزميني در مناطق پايين دست حوزه برابر ۱۵۰۰۰۰۰۰ مترمكعب در سال برآورد شده است (نجفي‌نژاد ۱۳۷۰، شركت مهندسين مشاور زرنقش ۱۳۶۹).

ضرايب انحراف مربوط به تامين آب D_7^+, D_7^- با تابع هدف كمينه كردن D_7^- به‌منظور دستيابي به ميزان برداشت مجاز و تامين آب پايين دست حوزه.

و: متغيرهاي مربوط به توليد رسوب: براي برآورد ميزان رسوب توليدي در واحد سطح جنگل، مرتع، پارك از روش پسياك استفاده شد. مقدار رسوب توليدي از هر كاربري برابر Si است. ضرايب فني مربوط به رسوب توليدي هر كاربري در ستون ٦ جدول ۱ ارائه شده است. كل رسوب مجاز به نحوي كه باعث تخريب مناطق پايين دست نشود (Ts) برابر ۲۱۷۹۳ مترمكعب در سال برآورد شده است (شركت مهندسين مشاور ايران، ۱۳۷۲ و رفاهي ۱۳۷۵).

ضرايب انحراف مربوط به توليد رسوب (D_8^+, D_8^-) با تابع هدف كمينه كردن D_8^+ به‌منظور كاهش رسوب توليدي مي‌باشد.

ز: متغيرهاي مربوط به نيروي كار – ميزان نيروي كار موردنياز براي هر كاربري wi مي‌باشد كه ضرايب فني

جدول ١- داده‌ها و متغيرهاي مربوط به كاربري‌هاي درنظرگرفته شده در منطقه موردمطالعه[1]

كاربري‌ها	بيشترين مساحت اختصاص يافته به كاربري (هكتار)	ميزان درآمد ناخالص در واحد سطح كاربري (ريال در هكتار)	ميزان هزينه‌هاي جاري در واحد سطح كاربري (ريال درهكتار)	توليد در واحدسطح	كل توليد	ميزان رسوب توليدي در واحد سطح با كاربري‌هاي مختلف با استفاده از روش پسياك (تن در هكتار)	ميزان آب توليدي در واحد سطح با كاربري‌هاي مختلف به روش SCS (مترمكعب در هكتار)	ميزان اشتغال در واحد سطح با كاربري‌هاي مختلف (نفر درهكتار)
جنگل صنعتي	٢٢٢٥	١٣٤٣٩٢	٣٤٠٧٢٨	٣/٦	٨٠٠٠	٤/٤	٩٢٥	٠/١٦
چراگاه	٢٨٦٠	١٩٥٥٣/٨	١٠٠٠	١	٥٠٠٠	٥/٢٦	٨٠٢	٠/٢
پارك	١٠٠٠	٣٢٥٠	٢٠٠٠٠	٢٠	١٠٠٠	١/٠٣	٤٩٥	١
منطقه حفاظت شده	١٠٤٢٥	٢٠٠	٢٠٠	—	—	٠/٠٢	١٠٠٠	٠/١

١- داده‌ها مربوط به سال ١٣٧٣مي‌باشد

جدول ۲- ضرايب وزني مقادير انحراف در تابع هدف كلي در مدل برنامه‌ريزي هدف

متغيرها / اهداف	اهداف اقتصادي			اهداف زيست محيطي		اهداف اجتماعي	
	هزينه	درآمد	درآمد	زمين	رسوب	تامين آب	اشتغال
	D_2^+	$D_4^- + D_5^- + D_6^-$	D_3^-	$D_1^- + D_1^+$	D_8^+	D_7^-	D_9^-
اهداف اقتصادي	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۱۶۸ ۰/۶ ۰/۰۳	۰/۰۰۰۱۲	۰/۱۵ ۰/۱۵	۰/۰۴۲	۰/۰۰۰۰۶۲	۰/۰۹۶
اهداف زيست محيطي	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۰/۰۱۵ ۰/۳ ۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۰/۳ ۰/۳	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۹۶
اهداف اجتماعي	۰/۰۰۰۰۰۰۲۴	۰/۰۱۵ ۰/۳۱ ۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۱۵ ۰/۱۵	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۹۶

مربوط به آن در ستون ٨ جدول ١ ارائه شده است. كل ميزان نيروي كار در دسترس آبخيز دار (Tw) برابر ٢٥٠٠ نفر در سال مي‌باشد (شركت مهندسين مشاور زرنقش، ١٣٦٩). ضرايب انحراف مربوط به نيروي كار D_9^+, D_9^- با تابع هدف مي‌نيمم كردن D_9^- بمنظور بالابردن اشتغال است.

٣- فرموله كردن مدل

به منظور فرموله كردن مدل لازم است اهداف اصلي مديريت حوزه آبخيز اولويت بندي شده و بر مبناي آن فرمول‌بندي صورت گيرد. به‌طور كلي سه هدف عمده در اين مطالعه موردتوجه بود.

الف-اهداف اقتصادي كه در اين صورت هدف اقتصادي در اولويت اول قرار داشته و بقيه اهداف در اولويت‌هاي بعدي قرار دارند. در اين حالت مدل به‌صورت زير فرمول شده است:

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

Subject to :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(١)تابع دسترسي مربوط به زمين؛
(٢)تابع دسترسي مربوط به هزينه؛
(٣)تابع دسترسي مربوط به درآمد؛
(٤)تابع دسترسي مربوط به بهره‌برداري از جنگل ؛
(٥)تابع دسترسي مربوط به بهره‌برداري از چراگاه؛
(٦)تابع دسترسي مربوط به بهره‌برداري از پارك؛
(٧)تابع دسترسي مربوط به تامين آب؛
(٨) تابع دسترسي مربوط به توليد رسوب؛
(٩)تابع دسترسي مربوط به نيروي كار؛

اهداف موردنظر در اين حالت بيشينه‌كردن درآمد بهره‌برداران، كمينه‌نمودن سرمايه‌گذاري نقدي و بيشينه‌كردن توليد مي‌باشد.

ب- اهداف زيست محيطي كه در اين حالت اهداف زيست محيطي در اولويت اول و بقيه هدف‌ها در اولويت‌هاي بعدي قرار دارند. در اين صورت مدل به‌صورت زير در مي‌آيد.

$$MinZ = 0.3D_1^+ + 0.3D_1^+ + 0.0000006\,D_2^+ + 0.0000007\,D_3^- + 0.015D_4^- + 0.3D_5^- + 0.15_6^-$$
$$+ 0.084D_7^- + 0.00006\,D_8^+ + 0.096\,D_9^-$$

Subject `to :

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

ج-اهداف اجتماعي كه در اين حالت اهداف اجتماعي در اولويت اول و بقيه هدف‌ها در اولويت‌هاي بعدي قرار مي‌گيرند. در اين صورت مدل به‌صورت زيردر مي‌آيد:

$$MinZ = 0.15D_1^- + 0.15D_1^+ + 0.00000024D_2^+ + 0.0000002D_3^- + 0.015D_4^- + 0.3D_5^- + 0.016D_6^-$$
$$+ 0.00006D_7^- + 0.084D_8^+ + 0.096D_9^-$$

Subject to :

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

نتايج

بر اساس اولويت‌بندي اهداف مديريتي نتايج زير حاصل شد:

الف – اولويت اول با اهداف اقتصادي كه براساس آن بيشينه نمودن درآمد بهره‌برداران، كمينه‌نمودن هزينه‌هاي سرمايه‌گذاري و بيشينه كردن توليد مدنظر مي‌باشد. نتايج به دست آمده در اين حالت در جدول ۳ نشان داده شده است.

ب – اولويت اول با اهداف زيست محيطي كه براساس آن استفاده بهينه از زمين كمينه نمودن رسوبگذاري مدنظر مي‌باشد.

نتایج به دست آمده در این حالت در جدول
٤ نشان داده شده است

جدول ۳- مقادير به دست آمده براساس اولويت اقتصادي

		مقدار موردانتظار	مقدار به دست آمده	مقدار پيشرفت از مقدار موردنظر
درآمد		۱۰۸۰۰۰۰۰۰	۱۳۸۵۰۳۰٤٦	%۱۲۸
هزينه		۹۰۰۰۰۰۰۰	۱٦۲۹۰۳٥٦۲	%۱۸۱
توليد	جنگل	۸۰۰۰	۸۰۰۰	%۱۰۰
	چراگاه	٥۰۰۰	٥۰۰۰	%۱۰۰
	پارك	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	%۱۰۰
رسوب		۲۱۷۹۳	۳٦۸۲۹	%۱٦۹
كاربري زمين		۱۹٥۳٥	۱۹٥۳٥	%۱۰۰
تامين آب		۱٥۰۰۰۰۰۰۰	۱٥۳۱٥۸۳۳	%۱۰۲
اشتغال		۲٥۰۰	۳۰۳۷	%۱۲۱

جدول ٤- مقادير به دست آمده براساس اولويت زيست‌محيطي

		مقدار موردانتظار	مقدار به دست آمده	مقدار پيشرفت از حد موردنظر
درآمد		۱۰۸۰۰۰۰۰۰	۱۱۳۷۸۰۲۳۳	%۱۰٥
هزينه		۹۰۰۰۰۰۰۰	۹۳۲۱۰۰۳۰	%۱۰۳
توليد	جنگل	۸۰۰۰	۸۰۰۰	%۱۰۰
	چراگاه	٥۰۰۰	٥۰۰۰	%۱۰۰
	پارك	۱۰۰۰۰	۱۹۹۹۹	%۱۹۹
رسوب		۲۱۷۹۳	۳۷۳٤٦	%۱۷۱
كاربري زمين		۱۹٥۳٥	۱۸٦٤۷	%۹٥
تامين آب		۱٥۰۰۰۰۰۰	۱٦۹۸٥٥٥٥	%۱۱۳
اشتغال		۲٥۰۰	۱۲۳۹۸	%٤۹٦

ج- اولويت اول با اهداف اجتماعي كه براساس آن تامين آب براي مناطق پايين دست و بيشينه نمودن اشتغال مدنظر مي‌باشد. نتايج به دست آمده در اين حالت در جدول ٥ نشان داده شده است.

در مطالعه حاضر با استفاده از برنامه‌ريزي هدف، ضمن ملحوظ نمودن اهداف اقتصادي، زيست محيطي و اجتماعي و اولويت دهي اهداف، الگوي بهينه بهره‌برداري منابع حوزه آبخيز موردمطالعه در گزينه‌هاي مختلف پيشنهاد و نتايج الگوهاي مختلف را مقايسه نمود (جدول ٦).

جدول ٥- مقادير به دست آمده براساس اولويت اجتماعي

		مقدار موردانتظار	مقدار به دست آمده	مقدار پيشرفت از حد موردنظر
درآمد		١٠٨٠٠٠٠٠٠	١٠٨٢٦٦٢٩٢	%١٠٠
هزينه		٩٠٠٠٠٠٠٠	٩٢٨٧٠٤٠١	%١٠٣
توليد	جنگل	٨٠٠٠	٨٠٠٩/٩	%١٠٠
	چراگاه	٥٠٠٠	٢٠٨١	%٤٠
	پارك	١٠٠٠٠	١٩٩٩٩	%١٩٩
رسوب		٢١٧٩٣	٢١٧٩٣	%١٠٠
كاربري زمين		١٩٥٣٥	١٥٧٣٠/٧	%٨٠
تامين آب		١٥٠٠٠٠٠٠	١٤٦٤٦٨٤٩	%٩٧
اشتغال		٢٥٠٠	١١٨١٥	%٤٧٢

جدول ٦- مقايسه ديدگاه‌هاي مختلف براي مديريت

		ديدگاه اقتصادي	ديدگاه زيست محيطي	ديدگاه اجتماعي
درآمد		%١٢٨	%١٠٥	%١٠٠
هزينه		%١٨١	%١٠٣	%١٠٣
توليد	جنگل	%١٠٠	%١٠٠	%١٠٠
	چراگاه	%١٠٠	%١٠٠	%٤١
	پارك	%١٠٠	%١٩٩	%١٩٩
رسوب		%١٦٩	%١٧١	%١٠٠
كاربري زمين		%١٠٠	%٩٥	%٨٠
تامين آب		%١٠٢	%١١٣	%٩٧
اشتغال		%١٢١	%٤٩٦	%٤٧٢

بحث و نتيجه‌گيري

نتايج مطالعه نشان مي‌دهد كه الگوي پيشنهادي براساس ديدگاه اقتصادي داراي برتري نسبي نسبت به ديگر ديدگاه‌ها است (تمام اهداف تامين شده است). با توجه به جدول ۳ موارد زير مورد بحث و نتيجه‌گيري قرار مي‌گيرد:

۱-مقدار درآمد بهره‌برداران با توجه به هدف درنظرگرفته شده (بيشينه نمودن درآمد) از ديدگاه اقتصادي علاوه بر اين‌كه به هدف موردنظر (رسيدن به سقف درآمد مطلوب ۱۰۸۰۰۰۰۰۰ريال) رسيده، ۲۸درصد افزايش نيز داشته است درحالي‌كه از ديدگاه زيست محيطي اين رقم۵درصد و از لحاظ اجتماعي به هدف موردنظر رسيده است.

۲- مقدار سرمايه‌گذاري نقدي با توجه به هدف در نظرگرفته شده (كمينه نمودن هزينه‌هاي جاري) از ديدگاه اقتصادي به علت بهره‌برداري اضافي ۸۱درصد از مقدار درنظرگرفته شده بيشتر بوده كه بايد در اين زمينه به فكر سرمايه‌گذاري بيشتر بود. در حالي‌كه اين رقم در مورد ديدگاه‌هاي زيست محيطي و اجتماعي فقط ۳درصد است.

۳-در مورد هدف بيشينه نمودن توليد از كاربري‌هاي درنظرگرفته شده، از ديدگاه‌هاي سه‌گانه مذكور در مورد چراگاه از ديدگاه اجتماعي كمبود ۵۹درصد مشاهده مي‌شود كه مطلوب نخواهد بود. ولي در مورد پارك، ديدگاه‌هاي زيست محيطي و اجتماعي ۹۹درصد از مقدار تابع هدف جلوتر بوده و نسبت به ديدگاه اقتصادي برتري دارند.

٤-در مورد هدف كمينه نمودن رسوبگذاري فقط در ديدگاه اجتماعي به هدف تعيين شده رسيده است در حاليكه از لحاظ اقتصادي مقدار رسوب ٦٩ درصد و از ديدگاه زيست محيطي ۷۱ درصد در مقدار رسوب توليدي، افزايش مشاهده مي‌شود كه مطلوب نخواهد بود و بايستي اقداماتي از قبيل عمليات بيولوژيكي و مكانيكي براي كاهش اين مقدار فرسايش انجام داد.

۵-در مورد استفاده بهينه از زمين، از نظر اقتصادي، تمام سطح حوزه داراي كاربري‌هاي درنظرگرفته شده است؛ ولي از ديدگاه زيست محيطي ۵ درصد و از ديدگاه اجتماعي ۲۰ درصد از كل حوزه فاقد كاربري‌هاي درنظرگرفته شده است.

٦-در مورد هدف تامين آب براي ساكنين پايين دست، از ديدگاه اقتصادي ۲ درصد مازاد آب خواهد داشت كه سالانه بر مقدار سطح سفره آب زيرزميني مي‌افزايد؛ كه اين رقم در مورد ديدگاه زيست محيطي ۱۳ درصد است ولي در مورد ديدگاه اجتماعي با ۳ درصد كمبود مواجه مي‌باشد كه بايد نسبت به آن تمهيداتي انديشيد.

۷- در مورد بيشينه نمودن اشتغال در منطقه با توجه به جدول ۳ مشخص مي‌شود كه كاربري‌هاي درنظرگرفته شده با ديدگاه زيست محيطي و اجتماعي باعث افزايش اشتغال (حدود ۵ برابر) شده است كه اين رقم از لحاظ اقتصادي فقط ۲۱ درصد خواهد بود.

منابع

۱-بيدآباد بيژن، ۱۳۷۱. مكان‌يابي در صنايع با استفاده از مدل برنامه‌ريزي هدف، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، ص۲۲۰ .

۲-خادم آدم ناصر، ۱۳۷۰. سياست اقتصاد كشاورزي در نظام‌هاي مختلف ايران چاپ دوم-معاونت تحقيقات وزارت كشاورزي

۳-رفاهي حسينقلي، ۱۳۷۵. فرسايش آبي و كنترل آن،موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، ص۵۵۱ .

٤-سالياني طوبي، ۱۳۷۵. طراحي الگوي كشت در طرح‌هاي توسعه منابع آب. فصلنامه اقتصاد كشاورزي و توسعه، سال چهارم شماره ۱۵، ص ص ۹۳-۹۱.

۵-شركت مهندسين مشاور زرنقش، ۱۳٦۹. طرح جامع حوزه آبخيز قره‌سو، جلد ۳ و ٤.

٦-شركت مهندسين مشاور ايران ۱۳۷۲. خاكشناسي نيمه تفضيلي گرگان.

۷-نجفي‌نژاد علي، ۱۳۷۰. ارزيابي اقتصادي طرح‌هاي آبخيزداري، معاونت آبخيزداري وزارت جهادسازندگي.

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 manageral 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 Saravi[1] M. Farzanegan[2] M. Koupahi[3] M. Kholghi[4]

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 Rsources,, 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