

مدل برنامه‌ریزی خطی در تخصیص زمین به کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز کلیبر چای وسطی^۱

سید رشید فلاح شمسی^۲ هوشنگ سبحانی^۲ ارسطو سعید^۴ علی اصغر درویش صفت^۵ احمد فرجی دانا^۶

چکیده

زمین، به عنوان مکان و نیز یکی از عوامل تولید از نقش مهمی در برنامه‌ریزی اقتصادی برخوردار است. تخصیص زمین به یک کاربری، تحت تاثیر عوامل محدود کننده زیادی قرار دارد. مطالعات گذشته توانایی مدل برنامه‌ریزی خطی را در حل مسائل تخصیص منابع به خوبی نشان می‌دهد. در این مدل، زمین و دیگر منابع با توجه به کمیابی و مزیت نسبی آنها در فرایند تولید به کاربری‌های مختلف تخصیص می‌یابند. مدل برنامه‌ریزی در این مطالعه به تحلیل ۵۳ متغیر و ۶۲ محدودیت در سطح ۲۸۱۷۱ هکتار از حوزه کلیبرچای وسطی می‌پردازد. منطقه با توجه به توان طبیعی برای تولید محصولات مختلف به زیر منطقه‌های همگنی تقسیم شده است که این سطوح همگن گروهی از عوامل محدودکننده در مدل را تشکیل می‌دهند. این مطالعه نشان می‌دهد که چگونه مدل برنامه‌ریزی خطی می‌تواند با عوامل محدودکننده مکانی و اقتصادی مربوط شود. در منطقه مورد مطالعه، مرتعداری به همراه کشت علوفه؛ از نظر اقتصادی نسبت به زراعت گندم دیم، جو دیم و انواعی از باغداری در اولویت بالاتری قرار گرفته است. حدود ۷۰۰ هکتار از کل اراضی به تولید یونجه و جو آبی تخصیص یافته است. این مقدار علوفه کاری می‌تواند با عرضه خوراک تکمیلی، از دامپروری در ۱۲۵۲۱ هکتار مراتع منطقه پشتیبانی نماید. این مسئله؛ می‌تواند به کاهش سطح اراضی حفاظت شده جنگلی به نفع مرتعداری در برنامه منطقه منجر شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی خطی، تخصیص زمین، بهینه سازی، تغییر کاربری زمین.

^۱-تاریخ دریافت: ۸۲/۱۱/۲۵، تاریخ پذیرش: ۸۳/۲/۲۸

^۲- دانشجوی دکتری جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (E-mail: rfallah@chamran.ut.ac.ir)

^۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۴- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۵- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۶- دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

مقدمه

محدودیت‌های حاکم بر منابع اقتصادی از یک سو و گستره وسیع نیازهای نامحدود بشر از سوی دیگر، بیش از پیش بر اهمیت برنامه‌ریزی هوشمندانه و تصمیم‌گیری هدفمند در تخصیص منابع افزوده است. در چند دهه اخیر، جایگاه ویژه‌ای به برنامه‌ریزی‌های ریاضی در بررسی‌های کمی اختصاص یافته است. در این روش، تعریف مسئله در قالب معادلات و نامعادلات جبری و تحلیل نتایج برپایه استدلال‌های منطقی انجام می‌شود. پیشرفت‌های علوم رایانه نیز سبب شده است تا به مقدار قابل توجهی از دشواری و حجم محاسبات کاسته شده و بر قابلیت تحلیل همزمان تعداد بیشتری از متغیرها و معادلات افزوده شود. برنامه‌ریزی خطی یکی از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی است که به دلیل منطق ساده و انعطاف‌پذیری بالای آن در تعریف و حل مسائل گوناگون، گستره آن به علوم مختلف از جمله منابع طبیعی کشیده شده است. در علوم منابع طبیعی، زمین از یک سو به عنوان عامل تولید و از سوی دیگر به عنوان بستر نگهدارنده سایر عوامل و نهاده‌های تولید از نقش ویژه‌ای برخوردار است. همچنین تحرک‌ناپذیری این منبع بر اهمیت برنامه‌ریزی صحیح آن می‌افزاید و اندیشه تخصیص آن به بهترین کاربری نسبی و بالاترین کارایی اقتصادی را قوت می‌بخشد. بررسی نشان می‌دهد که تخصیص زمین به یک کاربری صرف‌نظر از پتانسیل‌های طبیعی آن، به جریان‌ات اقتصادی منطقه‌ای که زمین در آن واقع شده بستگی دارد (۱۲ و ۹). پیشنهاد بهترین کاربری برای زمین و تصمیم‌گیری در این مورد نیازمند بررسی مجموعه وسیعی از فعالیت‌های جایگزین و رقیب، نحوه رقابت آنها بر سر منبع زمین، نحوه رقابت آنها بر سر دیگر عوامل تولید، اثر سایر عوامل تولید بر نحوه استفاده از زمین و نیز عوامل محدودکننده بی‌شماری است که چنین تصمیم‌گیری را به انتخاب دشواری بدل می‌کند. بررسی‌های متنوعی در زمینه استفاده از انواع برنامه‌ریزی‌های ریاضی و کمی در سطوح مدیریت مزرعه (۱۳)، واحد مدیریت تلفیقی کشاورزی (۱۱)، چشم‌انداز و منظر (۱۰) و مناطق روستایی (۸ و ۱۴) صورت

گرفته است. پیشینه تاریخی مطالعات کمی و اقتصادی در تخصیص زمین به کاربری‌های مختلف به بررسی‌های انجام شده توسط یوهان هاینریش ون تانن در سال ۱۸۶۶ باز می‌گردد (نقل از ۵). این مطالعات اغلب در حیطه علوم کشاورزی انجام شده‌اند. استفاده از برنامه‌ریزی خطی در برنامه‌ریزی ماشین آلات بهره‌برداری از جنگل (۶)، تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری از منابع آبخیز (۴) و تخصیص بهینه آب رودخانه‌ها (۲) از نمونه تحقیقاتی هستند که در سال‌های اخیر توانایی برنامه‌ریزی خطی را برای کاربرد در منابع طبیعی به خوبی نشان داده‌اند. با توجه به پیشینه علمی و تحقیقاتی، به هدف دستیابی به بازده بهینه اقتصادی، مدل تخصیص منابع در برنامه‌ریزی خطی تشکیل شده و تخصیص زمین و سایر نهاده‌های مرتبط با آن به کمک برنامه‌ریزی خطی انجام و تفسیر شده است. این مطالعه وضعیت اقتصادی کاربری‌های موجود در حوزه آبخیز کلیبرچای وسطی (ارسباران شمالی) را از جنبه رقابت بر سر تخصیص زمین مورد توجه قرار داده و به ارزیابی اثر آن را بر کاهش یا افزایش گستره اراضی جنگلی حفاظت شده در منطقه می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به مساحت ۲۸۱۷۳ هکتار، قسمتی از حوزه آبخیز کلیبرچای وسطی از حوزه ارسباران شمالی و در استان آذربایجان شرقی واقع است. در یک نگاه کلی، منطقه‌ای است کوهستانی که دامنه تغییرات ارتفاع آن از حدود ۵۰۰ متر تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا متغیر است. پوشش گیاهی منطقه شامل جنگل و بیشه‌زارهای خزان‌کننده، علف‌زارهای استپی و مراتع بیلاقی است. متوسط بارندگی منطقه ۳۱۳/۵ میلی‌متر و پراکنش آن بیشتر در ماه‌های اردیبهشت و آبان به صورت باران و در زمستان به شکل برف می‌باشد. علی‌رغم بارش‌های کم و نامنظم در منطقه، دامنه‌های رو به شمال به جهت برخورداری از رطوبت جریان‌ات جوی، شرایط مناسبی را

استفاده از نقشه‌های سال ۱۳۷۵، بازدید زمینی و تفسیر بصری تصاویر سنجنده+ETM^۱ ماهواره لندست - ۷ بازنگری و به هنگام شده‌اند. سپس با توجه به گزارش‌های موجود و با کمک بازدیدهای زمینی مکرر در فصول مختلف، مجموعه‌ای از کاربری‌های زمین شناسایی گردید. زراعت، باغداری، مرتعداری، توریسم و حفاظت از عمده‌ترین کاربری‌های وابسته به زمین در منطقه به شمار می‌روند. به منظور دستیابی به اطلاعات به هنگام از فرایند تولید، نحوه تخصیص منابع و نهاده‌گذاری، هزینه‌ها و درآمدهای ناشی از آن و تقویم سالانه هر فعالیت، برای هر یک از این کاربری‌ها پرسشنامه ویژه‌ای تهیه شده است. جمع‌آوری اطلاعات به هنگام با استفاده از پرسش‌نامه و به شیوه پاسخ‌های باز^۲ صورت گرفته و پرسشگر از رایحه پاسخ‌های معین به خانوار نمونه خودداری نموده است. تنظیم پرسشنامه‌ها برای ۳ گروه اصلی از کاربری‌ها (زراعت، باغداری و مرتعداری) و مشتمل بر ۱۱ زیر گروه آنها (گندم دیم، گندم آبی، جو دیم، جو آبی، یونجه دیم و یونجه آبی درگروه زراعت، گردوکاری، باغ ذغال اخته و صنوبرکاری درگروه باغداری و دامپروری گوسفند و گوساله با چرای آزاد در گروه مرتعداری) انجام شده است.

برای توزیع پرسشنامه‌ها از یک طرح نمونه‌برداری تصادفی- وزنی بر مبنای جمعیت روستاها استفاده شده است. به این روش، در روستاهایی که از جمعیت بیشتری برخوردار هستند تعداد نمونه بیشتری انتخاب شده و پرسشنامه‌های بیشتری توزیع شده است. این روش به روستاهای پر جمعیت که در فعالیت‌های اقتصادی- تجاری منطقه نقش بارزتری نیز دارند، سهم بیشتری از نمونه‌ها را اختصاص می‌دهد. به این روش، توزیع پرسشنامه‌ها در ۱۱ روستای بالای ۱۰ خانوار و در سطح ۲۵ درصد خانوارهای منطقه انجام شد و جمعاً ۹۶ خانوار روستایی مورد پرسش قرار گرفتند.

برای پیدایش پوشش جنگل، بیشه‌زار و مراتع فراهم آورده است. این منطقه بخشی از منطقه حفاظت شده ارسباران و در جنوب شرقی آن واقع شده است.

منطقه شامل ۱۷ روستا از دهستان "میشه پاره" است و روستاهایی با حداقل ۳ تا حداکثر ۱۲۳ خانوار را در بر می‌گیرد. منبع اصلی درآمد مردم منطقه بر مبنای استفاده از زمین و معیشت مردم به آن وابسته است. کشاورزی و دامپروری عمده فعالیت‌های منطقه است که اغلب به شیوه سنتی انجام می‌گیرد. دیم کاری، رایج ترین شیوه تولید محصولات زراعی و عامل اصلی تبدیل اراضی مرتعی و جنگلی به زراعت محسوب می‌شود و استفاده از ماشین آلات کشاورزی مخصوصاً در مراحل شخم و آماده سازی زمین معمول است. مرکز عمده داد و ستد و تهیه نهاده‌ها و عوامل تولید شهر کلیدر بوده و فعالیت در سرتاسر حومه به دلیل وجود راه‌های ارتباطی مناسب و مراکز آرایه خدمات روستایی بر این بازار منطقه‌ای متمرکز شده است.

داده‌ها

در این مطالعه از ۳ گروه اطلاعات مربوط به کاربری‌های موجود در منطقه استفاده شده است:

الف) اطلاعات مربوط به مطالعات گذشته

این مطالعات شامل دو دسته اطلاعات مکانی و توصیفی است. داده‌های مکانی که مجموعه‌ای از نقشه‌های پایه منطقه به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ را شامل می‌شود (۳) که در سال ۱۳۷۵ و تحت نظارت سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شده است. تغییر این اطلاعات در کوتاه مدت بسیار ناچیز و قابل چشم پوشی است.

اطلاعات توصیفی موجود نیز مجموعه‌ای از گزارش‌های مربوط به منطقه در سطح شهرستان، استان و کشور را در بر می‌گیرد و از اطلاعات کمی و کیفی موجود در آنها برای آگاهی از وضعیت اقتصادی و اجتماعی منطقه و در نهایت آرایه روش مطالعه استفاده شده است.

ب) اطلاعات به هنگام از وضع موجود

برخی از اطلاعات مکانی پویا به کمک بازدیدهای زمینی و در حد مقیاس مطالعه (۱:۵۰۰۰۰) مورد بازنگری قرار گرفت. وضعیت پوشش زمین و کاربری‌های موجود نیز با

^۱ - Enhanced Thematic Mapper(ETM)

^۲ - Open Questionnaires

کننده وارد نماید (۱). ارزش تابع هدف در برنامه‌ریزی اقتصادی غالباً سود و یا هزینه حاصل از ترکیب مجموعه‌ای از متغیرهاست.

$$\text{Max } \sum (A_i X_i - C_i I_i) \quad (1)$$

$$X_i \geq 0$$

$$I_i \geq 0 \quad i = \{0, \dots, n\}$$

رابطه (۱) الگوی ساده شده تخصیص منابع را در مدل برنامه‌ریزی خطی، با انگیزه به حداکثر رسانیدن ارزش تابع هدف نشان می‌دهد. در رابطه (۱)، A_i درآمد نیمه خالص^۱ یک واحد از محصول X_i و C_i هزینه استفاده از یک واحد نهاده از نوع I_i را نشان می‌دهد. در این شکل از برنامه‌ریزی خطی، نمادهای جبری در تابع هدف، معرف متغیرهای نهاده یا محصول هستند. ضریب متغیرهای محصول در تابع هدف، درآمد نیمه خالص واحد محصول و ضریب متغیرهای نهاده، هزینه استفاده از واحد نهاده است. نامعادلات محدودکننده در مدل، روابط ترکیب خاصی از متغیرهای تابع هدف را با مقادیر معینی از یک عامل محدودکننده نشان می‌دهد. به منظور محاسبه ضرایب متغیرهای محصول و نهاده در تابع هدف و نامعادلات محدودکننده، محاسبات و ارزیابی اقتصادی برای هر محصول در زراعت، دامپروری، باغداری، توریسم و حفاظت و صنایع منطقه انجام شده است.

از نظر کارشناسی و فنی در سطح دانش ملی انتقادات زیادی بر نحوه تخصیص منابع در درون هریک از فرایندهای تولیدی به شیوه سنتی وارد است. از این رو، در تشکیل مدل تخصیص منابع از آن دسته ضرایبی فنی مربوط به متغیرهای نهاده و محصول استفاده شده که از شیوه‌های تولید مندرج در طرح‌های نمونه سرمایه‌گذاری به دست آمده باشد. هنگامی که الگوی نهاده‌گذاری در درون هر یک از این کاربری‌های منطقه، دست کم از جنبه فنی بهینه نباشد، برنامه‌ریزی برای مجموعه کاربری‌ها، به حداکثر ارزش ممکن در تابع هدف منجر نمی‌شود. استفاده

تقاضا برای محصولات مختلف زراعی و دامی، توسط تعدادی از صنایع تبدیلی منطقه، انگیزه مهمی در اولویت‌گذاری زمین به برخی کاربری‌ها به وجود آورده است. به ویژه آنکه وجود صنایع تبدیلی در منطقه و شکل‌گیری ساختار صنعتی نقش بسزایی در تقاضای پایدار برای برخی محصولات ایفا می‌کند. به همین منظور Y صنعت تبدیلی وابسته به محصولات به دست آمده از زمین در مدل برنامه‌ریزی وارد شده است. این صنایع یا در منطقه مستقر شده‌اند و یا با توجه به موافقت اصولی کسب شده از اداره صنایع استان به زودی در منطقه مستقر خواهند شد. اطلاعات مربوط به فرایند تولید، هزینه‌ها و درآمدهای سالانه و نحوه تخصیص منابع از روی راهنمای حداقل سرمایه‌گذاری صنعتی (Y) و توجیه فنی و اقتصادی آنها استخراج شده و در تشکیل مدل مورد استفاده قرار گرفته است.

ج) اطلاعات مربوط به وضعیت مطلوب فنی (کارشناسی)

در این بخش با رجوع به منابع علمی مختلف و نظر کارشناسان منطقه‌ای در هر زمینه، روش‌های بهینه تولید از نظر فنی برای هر کاربری در قالب "طرح‌های نمونه سرمایه‌گذاری" تعریف شده است. این روش‌ها از نظر کارشناسی و از جنبه توجیه فنی در سطح دانش منطقه‌ای و ملی قابل قبول و توصیه هستند. در این طرح‌ها، هزینه‌های تولید، نحوه ترکیب عوامل، نهاده‌های اقتصادی لازم، تقویم اقدامات سالانه و دوره‌ای برای تولید یک محصول معین در طول یک سال و در طول سال‌های پروژه معین و مشخص شده است.

روش مطالعه

چهارچوب اصلی برنامه‌ریزی بر مبنای استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی و الگوی تخصیص منابع در آن استوار است. هر مدل برنامه‌ریزی خطی از یک تابع هدف و تعدادی نامعادلات محدودکننده تشکیل شده است. مدل برنامه‌ریزی خطی با الگوی تخصیص منابع همزمان با تلاش برای به حداکثر رساندن ارزش تابع هدف، می‌تواند در کنار متغیرهای محصول، مقادیر متغیرهای نهاده را محاسبه کرده و آنها را هم در تابع هدف و هم در نامعادلات محدود

^۱ - درآمد نیمه خالص برابر است با درآمد حاصل از فروش یک واحد محصول پس از کسر هزینه‌های غیر نهاده‌ای تولید آن.

حساسیت متغیرها و بررسی دامنه تغییرات ضرایب مدل نیز انجام شده و از آن به منظور تفسیر نتایج مدل و ارزیابی اقتصادی تاثیر کاربری‌های مختلف بر یکدیگر استفاده شده است.

نتایج

در صورت مواجهه تابع هدف با نامعادلات محدودکننده مربوط به صنایع، مدل به راه حلی نشدنی^۲ ختم می‌شود. تغییر نامعادلات به نحوی که سبب رهاکردن منطقه از التزام به تولید کلیه مواد اولیه مورد نیاز صنایع گردد، حل بهینه را ممکن می‌سازد. با فرض اصلاح شیوه تولید به شکل کارشناسی، سطح دانش و فناوری ملی و منطقه‌ای و عرضه کافی از نهاده‌های مصرف شدنی در بازار منطقه مبلغ ۵۲۳۰۳۱۳۰۰۰۰ ریال حداکثر ارزشی است که هر ساله از ترکیب پیشنهادی کاربری‌ها در این مدل حاصل می‌شود. مقادیر کمبود و مازاد^۳، تحلیل حساسیت سنجی^۴ و دامنه تغییرات ضرایب متغیرهای مدل^۵ نیز محاسبه شده و در تفسیر نتایج مدل مورد استفاده قرار گرفته است. نتیجه تخصیص زمین به کاربری‌های مختلف در جدول (۱) آمده است و الگوی جدید کاربری‌های منطقه با توجه به مقادیر فعلی هر یک از کاربری‌ها مشهود است.

بحث و نتیجه گیری

وجود مناطق زیستگاهی و جنگلی حفاظت شده از یک سو و تمایل به تخصیص هرچه بیشتر اراضی مساعد به تولید محصولات زراعی و دامی توسط ساکنین از سوی دیگر، منطقه را با چالشی برای تخصیص زمین مواجه کرده است. به دلیل اثر نامعادلات محدودکننده مربوط به صنایع است که قید دشواری را برای تامین مواد اولیه مورد نیاز بر

از طرح‌های نمونه سرمایه‌گذاری در این مدل برنامه‌ریزی به معنی اصلاح همزمان شیوه تولید در کنار تغییر الگوی ترکیب کاربری‌های منطقه، برای دستیابی به بیشترین ارزش اقتصادی است. در این مطالعه مجموعه‌ای از نهاده‌ها انتخاب شده است که تخصیص آنها در نحوه استفاده از زمین نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. زمین، آب، نیروی کار، کود و سم، نیروی کار ماشینی، سرمایه، خوراک دام و ارزش خاک فرسوده شده از هر کاربری از جمله نهاده‌هایی هستند که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته‌اند.

نامعادلات محدودکننده به ۶ گروه محدودیت‌های مربوط به سطح، محدودیت‌های فنی، محدودیت‌های اقتصادی، محدودیت‌های زیست محیطی، محدودیت‌های حقوقی مربوط به مالکیت‌ها و محدودیت‌های مربوط به روابط داخلی فعالیت‌های منطقه تقسیم شده است. در مدل برنامه‌ریزی، سطح ممکن از هر کاربری به مساحت زیرمنطقه‌هایی محدود می‌شود که با رعایت اصول فنی و زیست محیطی از نظر نوع و مقدار محصول قابل تولید، همگن هستند. این نواحی با استفاده از نقشه‌های رقومی و توانایی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در تلفیق و مدل‌سازی به "زبان پرسش‌های ساده"^۱ برآورد شده است. حداکثر شیب مجاز برای هر کاربری، وضعیت موجود فرسایش خاک، محدود زیستگاه حفاظت شده، مالکیت‌های واگذار شده از منطقه، مالکیت سازمان‌ها و نهادهای محلی، محدود روستاها و امثال آن نمونه‌هایی هستند که در برنامه‌ریزی و با تعریف در برخی نامعادلات محدودکننده، مورد توجه قرار گرفته‌اند. این مدل، شامل ۵۳ متغیر و ۶۲ نامعادله محدودکننده و به کمک امکانات نرم افزار برنامه‌ریزی LINDO6.0 تنظیم و اجرا شده است. از آنجایی که هدف اصلی مطالعه، بررسی نحوه رقابت کاربری‌ها بر سر تخصیص زمین است، مقدار تخصیص این نهاده به تفکیک برای هر کاربری محاسبه شده است. برای سایر نهاده‌ها، مقدار مجموع نهاده محاسبه و از آرایه مقدار جزیی هر نهاده برای هر کاربری خودداری شده است. حل مدل، تحلیل

^۲ - Infeasible Solution

^۳ - Slack/Surplus

^۴ - Sensitivity Analysis

^۵ - Coefficient Range

^۱ - Simple Query Language

منطقه وارد می‌نماید. حل اولیه مدل برنامه‌ریزی به حالت حل نشدنی منتهی می‌گردد.

جدول ۱- تخصیص زمین به کاربری های مختلف، وضعیت موجود در برابر نتایج مدل (سطح به هکتار)

کاربری	وضعیت موجود	بعد از برنامه ریزی
گندم آبی	۱۵۰	۹۴
گندم دیم	۵۰۶	۰
جو آبی	۲۵	۹۵
جو دیم	۱۹۲	۰
یونجه آبی	۲۲۸	۶۰۴
یونجه دیم	۶۰۰	۰
آیش اراضی	۱۰۶۳	۰
گوسفند داری مرتعی	۹۸۹۰	۱۲۵۲۱
گوساله داری مرتعی	۴۶۷۱	۰
گردو کاری	۲۱۴	۱۱۲۶
باغداری ذغال اخته	۱۷۲	۱۴۰
صنوبر کاری	۱۸	۰
حفاظت از زیستگاه	۱۰۳۵۰	۱۳۴۹۹
پارک "قلعه دره سی"	۹۴	۹۴
جمع مساحت	۲۸۱۷۳	۲۸۱۷۳

از این کاربری به نتایج حل مدل وارد شده‌اند. جداول (۲) و (۳) بخش‌هایی از نتیجه تحلیل حساسیت مدل برنامه‌ریزی خطی منطقه را برای دو برنامه‌ریزی با دیدگاه حفاظت و عدم حفاظت از زیستگاه جنگلی؛ نشان می‌دهد. براساس ارزش دوگان^۱ محاسبه شده، اولویت سرمایه‌گذاری در منطقه به گروه‌های مختلفی قابل تفکیک است. دو گروه اصلی از این اولویت‌گذاری‌ها عبارتند از فعالیت‌هایی که سرمایه‌گذاری در آنها بیش از ۱۰ میلیون ریال و کمتر از ۱۰۰ میلیون ریال در سال به ارزش خالص تابع هدف منطقه می‌افزایند و به ترتیب الحاق و افزایش اراضی با قابلیت باغداری، افزایش تولید پشم از هر راس و افزایش بازده تبدیل پشم خام به نخ فرش، افزایش عملکرد گردوکاری را شامل می‌شوند. فعالیت‌هایی که سرمایه‌گذاری در آنها بیش از یک میلیون ریال و کمتر از ۱۰ میلیون ریال در سال به ارزش خالص تابع هدف منطقه می‌افزایند و به ترتیب، افزایش ظرفیت مراتع در گوساله‌داری، افزایش

از آنجا که انتظار نمی‌رود تمامی نیازهای صنایع موجود از این منطقه تامین شود، این قیود به گونه‌ای تنظیم شده است تا نقش منطقه در برآوردن نیاز صنایع را در یک راه حل شدنی محاسبه نماید و در کنار آن مقدار کمبود منابع (نیاز به واردات) مشخص شود. همان گونه که از جدول (۱) مشخص است، بخش عمده‌ای از اراضی منطقه به فعالیت دامپروری (گوسفند داری) اختصاص یافته است که دلیل عمده آن تولید محصولات ثانوی با ارزش افزوده بالا در صنایع تبدیلی گوشت، پشم، پوست و پنیر است. دلیل ارجحیت گوسفند داری بر گوساله داری نیز ارزش افزوده ناشی از تنوع صنایع مرتبط با گوسفندداری، و قابلیت اراضی منطقه به پرورش این دام به شمار می‌رود. نیاز گوسفند به مراتع با کیفیت کمتر، آب روزانه کمتر، تحمل شیب بیشتر مراتع سبب گسترش سطح مراتع قابل استفاده در گوسفندداری شده و نیاز گوساله‌داری به خوراک، هزینه سرمایه سرپا و نیروی کار بیشتر سبب حذف این فعالیت از نتایج شده است. یونجه کاری، زراعت گندم و جو آبی و باغداری به دلیل تولید خوراک دام و در حمایت

^۱ - Dual Price

اگر نامعادله‌ای که مدل را به حفظ اراضی جنگلی و زیستگاهی مقید می‌کند، به گونه‌ای تغییر یابد که بتوان این اراضی را نیز به فعالیت‌های تولیدی مذکور تخصیص داد، به ارزش خالص سالانه منطقه در تابع هدف ۵۷۵۱۸۱۰۰۰۰ ریال افزوده می‌شود که البته به دلیل حفاظت از منطقه از این مبلغ صرف‌نظر شده است. با در نظر گرفتن قید حفاظت از پوشش جنگلی؛ هر ساله با کاهش رواناب سطحی بیش از ۱۰ میلیون متر مکعب آب ذخیره شده و ارزشی معادل ۵۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال تولید می‌گردد. کاهش میزان فرسایش خاک سطحی و جلوگیری از افت سالانه محصول ناشی از آن نیز از صرف هزینه سالانه‌ای معادل ۳۵۹۹۲۶۸۹۶ ریال، جلوگیری می‌نماید. ارزش هر متر مکعب خاک در هر کاربری با توجه به ارزش محصول موجود در هر کاربری برآورد شده است. بر اساس این ملاک؛ هر مترمکعب از خاک فرسایش یافته از هر کاربری؛ در برابر ارزش محصول سالانه و مدت زمان کاهش منابع خاک به اندازه ۱۵؛ ۲۰؛ ۲۵ و ۵۰ درصد وضع موجود و افزایش هزینه تولید در این شرایط (نهاده‌گذاری اضافی برای ثابت نگه داشتن محصول) قرار گرفته است. در نتیجه هر چه یک کاربری در برابر فرسایش معین؛ عایدی بیشتری تولید کند؛ یا در برابر عایدی معین؛ سبب فرسایش خاک کمتری نسبت به سایر کاربری‌های رقیب گردد و یا در برابر فرسایش کمتر؛ عایدی بیشتری را تولید نماید؛ از درجه اولویت بالاتری در تخصیص برخوردار می‌شود. در الگوی اول تخصیص گرچه سهم کاربری‌ها بهینه‌سازی شده است، لیکن از یک سو؛ بخش عمده‌ای از سرزمین به پوشش جنگل و بیشه زار موجود تعلق یافته که در کنار فرسایش کم از آن، متأسفانه ارزش‌های ریالی تولید شده از هر هکتار آن نیز ناچیز است. این اراضی تنها بر اساس حجم رواناب نفوذ یافته در خاک و ارزش هر متر مکعب خاک در پایین دست؛ ارزش‌گذاری شده است. در نتیجه در این اراضی تا زمانی که سایر ارزش‌های آن کمی و در مقیاس مدل ریاضی قابل برنامه‌ریزی نباشند؛ در قبال هر متر مکعب خاک که فرسایش یابد ارزش کمتر تولید می‌کنند. به دلیل سهم بالای این کاربری در منطقه و عایدی کم از آن؛ هزینه

سطح اراضی آبی، افزایش عملکرد جو آبی و دیم، افزایش توان برداشت از گله‌های انواع دام یا افزایش وزن لاشه، افزایش عملکرد گندم آبی و دیم، افزایش ظرفیت مراتع در گوسفند داری را شامل می‌شوند. با توجه به اولویت‌های سرمایه‌گذاری، اولین و دومین گروه اصلی کاربری‌های که بر سر تخصیص زمین با حفاظت به رقابت می‌پردازند، فعالیت‌های وابسته به مرتعداری و باغداری است. ممکن است حذف برخی از کاربری‌ها از نظام تولید منطقه باعث شگفتی گردد. به نظر می‌رسد نامعادلات تعیین کننده^۱، مخصوصاً محدودیت منابع آب سبب شده است تا تخصیص زمین به فعالیت‌های گوناگون، به بهره‌وری آب در آن کاربری‌ها نیز توجه داشته باشد. به همین دلیل برخی کاربری‌ها؛ مانند صنوبر کاری؛ به واسطه نیاز به آب فراوان، دوره طولانی بازدهی محصول و عدم ارتباط آن با سایر کاربری‌ها و صنایع منطقه، از نتیجه مدل برنامه‌ریزی حذف شده و مکانی به آن تخصیص نیافته است. توجه به روش نهاده‌گذاری فنی نیز در تخصیص یا عدم تخصیص یک کاربری نقش به‌سزایی ایفا می‌نماید. برای نمونه می‌توان از گردو کاری نام برد که در منطقه با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای مستقر شده و تحت حمایت‌های مالی بانک کشاورزی و اداره جهاد کشاورزی شهرستان قرار دارد. در یک سو؛ گردو کاری قرار دارد که استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای در آن؛ در قبال مصرف آب کمتر منجر به عایدی بیشتری می‌شود و در سوی دیگر صنوبر کاری سنتی قرار گرفته که با آبیاری کرتی و نشتی؛ مخصوصاً در سال‌های اول به آبیاری زیادی نیاز دارد و اجرای سیستم‌هایی مانند آبیاری قطره‌ای هم در آن به واسطه فرایند عملیات خاص تولید و عایدی کم آن به نسبت گردو کاری؛ ناممکن است. البته کمبود یک نهاده به معنی فقدان آن نیست و در نهایت هر واحد از نهاده به آن کاربری تخصیص خواهد یافت که در قبال مصرف مقدار مشابه عایدی بیشتر و یا در برابر عایدی یکسان، از نهاده کمتری در فرایند تولید استفاده نماید.

^۱ - Hard Constraints

پذیرش راه حل بهینه‌ای که هم از جنبه زیست محیطی و هم اقتصادی واقع بینانه‌تر باشد توصیه می‌گردد. تهیه و تنظیم چنین مدل‌هایی، پیش‌بینی اثر تغییرات اقتصادی بر الگوی کاربری منطقه را آسانتر می‌نماید و الگوی تخصیص منابع ناشی از اخذ تصمیم‌ها و سیاست‌های جدید را به شکل کلی مشخص می‌نماید. در هر حال تصمیم‌نهایی در مورد الگوی کاربری منطقه به استراتژی تصمیم‌گیری مدیر منطقه در دستیابی به سود حداکثر یا حفاظت حداکثر؛ بستگی دارد. در این تحقیق بر توانایی مدل برنامه‌ریزی خطی در آزمون سناریوهای مختلف مجدداً تاکید می‌گردد.

فرسایش خاک در منطقه افزایش یافته و در الگوی اول این مقدار در عین حفاظت رقم بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. در الگوی دوم؛ گرچه اثری از حفاظت در منطقه دیده نمی‌شود؛ لیکن کاربری‌ها به گونه‌ای آرایش داده شده که در قبال مصرف هر متر مکعب از خاک ارزش ریالی بیشتری تولید نماید.

البته در دیدگاهی کلان‌نگر، ارزش خالص سالانه محاسبه شده از مدل در شرایط عدم حفاظت تقریباً به هزینه تحمیل شده بر منطقه که از فرسایش خاک و نفوذ آب ناشی می‌شود، بسیار نزدیک است. در نتیجه نسبت به حفاظت از پوشش جنگلی منطقه پیشنهاد شده و به

جدول ۲- نتایج حل مدل، تحلیل حساسیت و ارزش دوگان کاربری‌ها (بدون تخصیص زیستگاه جنگلی به سایر کاربری‌ها)

نوع محدودیت	ارزش دوگان از حل مدل (۱۰ریال)	توضیحات
سطح کل منطقه مورد برنامه ریزی	۹۴۳۱۰/۳۲	ارزش تابع هدف برابر است با:
سطح کل اراضی با قابلیت کشت آبی	۲۵۹۵۰۸/۷۸	۵۱۵۸۳۹۷۰۰۰۰ ریال برای تخصیص زمین
سطح اراضی آیش دیم در منطقه	۵۳۵۶۳/۳۱	به شکل مدل برنامه ریزی، وقتی برنامه ملزم
سطح کل اراضی با قابلیت باغداری	۴۰۴۴۰۱۶/۲۵	به تخصیص زمین به پارک و زیستگاه به اندازه
عملکرد گندم آبی و سطح	۱۲۷۶۷۷/۷۵	کارشناسی به ترتیب ۹۴ و ۱۳۴۹۹ هکتار
عملکرد گندم دیم و سطح	۴۱۰۲۲/۱۰	باشد.
تبدیل گندم به آرد	۵۵۳۰	موازنه رواناب نفوذ یافته در برابر آب برداشت
ظرفیت مرتع برای گوسفند داری	۱۰۲۴۳۷/۴۶	شده از منابع پائین دست برابر است با :
ظرفیت مرتع برای گوساله پروری	۶۴۶۱۰۷/۷۵	۱۰۴۴۱۴۶۹ متر مکعب در سال
عملکرد جو آبی و سطح	۱۳۲۲۸۰/۹۲	هزینه فرسایش سالانه از کل منطقه مورد
عملکرد جو دیم و سطح	۱۲۹۴۸۵/۱۸	برنامه ریزی در الگوی پوشش اراضی با فرض
عملکرد یونجه آبی و سطح	۶۱۰۰۵/۷۱	ارزشی معادل افت محصول برابر است با:
عملکرد یونجه دیم و سطح	۹۸۲۷۳/۳۹	۵۰۸۶۸۱۴۴ ریال در سال فرسایش ورقه ای.
تولید کاه خشک از انواع کشت	۴۰۸۷۹/۶۳	
علف چینی از مراتع آیش و باغات	۵۵۰۰۰	
صنعت میوه با ذغال اخته	۳۲۵۹۷۶۶	
صنعت گوشت با گوسفند و گاو	۱۲۸۹۶۶	
صنعت پشم با گوسفند و چرمسازي	۱۸۷۹۰۱۸	
صنعت چرم با راس گوسفند	۳۱۶۱	
صنعت پنیر سازی با شیر و راس دام	۵۲۴۶۱۴	
عملکرد گردو کاری و سطح	۱۸۴۳۴۲۰	
عملکرد صنوبر و سطح	۲۶۴۹۰	

جدول ۳- نتایج حل مدل، تحلیل حساسیت و ارزش دوگان کاربری ها

(با تخصیص زیستگاه جنگلی به سایر کاربری ها)

نوع محدودیت	ارزش دوگان از حل مدل (۰ریال)	توضیحات
سطح کل منطقه مورد برنامه ریزی	۹۱۰۰	ارزش تابع هدف برابر است با:
سطح کل اراضی با قابلیت کشت آبی	۳۴۴۷۲۳	۵۷۳۳۵۷۸۰۰۰۰ ریال برای تخصیص زمین
سطح کل اراضی با قابلیت باغداری	۴۱۲۹۲۳۰	به شکل مدل برنامه ریزی، وقتی برنامه ملزم
عملکرد گندم آبی و سطح	۱۲۷۶۷۷	به تخصیص زمین به پارک و زیستگاه به اندازه
عملکرد گندم دیم و سطح	۴۱۰۲۲	کارشناسی به ترتیب ۹۴ و ۱۳۴۹۹ هکتار
تبدیل گندم به آرد	۵۵۳۰	نباشد.
ظرفیت مرتع برای گوسفند داری	۱۰۲۶۳۱	موازنه رواناب نفوذ یافته در برابر آب برداشت
ظرفیت مرتع برای گوساله پروری	۶۴۷۴۰۵	شده از منابع پائین دست برابر است با:
عملکرد جو آبی و سطح	۱۳۹۲۸۰	۱۴۴۹۴۲۴۰ متر مکعب در سال
عملکرد جو دیم و سطح	۱۱۸۷۰۶	هزینه فرسایش سالانه از کل منطقه مورد
عملکرد یونجه آبی و سطح	۶۱۰۰۵	برنامه ریزی در الگوی پوشش اراضی با فرض
عملکرد یونجه دیم و سطح	۵۵۷۶۶	ارزشی معادل افت محصول برابر است با:
تولید کاه خشک از انواع کشت	۴۰۸۷۹/۶۳	۴۱۰۷۹۵۰۴۰ ریال در سال فرسایش ورقه ای.
غلف چینی از مراتع، آیش و باغات	۵۵۰۰۰	
صنعت میوه با ذغال اخته	۳۲۵۹۷۶۶	
صنعت گوشت با گوسفند و گاو	۱۲۸۹۶۶	
صنعت پشم با گوسفند و چرمسازی	۱۸۷۹۰۱۸	
صنعت چرم با راس گوسفند	۳۱۶۱	
صنعت پنیر سازی با شیر و راس دام	۵۲۴۶۱۴	
عملکرد گردو کاری و سطح	۱۸۴۳۴۲۰	
عملکرد صنوبر و سطح	۲۸۳۳۲۰	

منابع

- ۱- اصغریپور، محمد جواد، ۱۳۷۳. کاربرد های برنامه ریز خطی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۸۷۶، تهران، ص ۴۲۰.
- ۲- خوش اخلاق، رحمان و شهرکی جواد، ۱۳۷۹. تخصیص بهینه آب رودخانه هیرمند میان زیر بخش های کشاورزی منطقه سیستان، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۸(۲۹):صص ۱۵۵-۱۳۳.
- ۳- شرکت مهندسی مشاور جامع ایران، ۱۳۷۵. مطالعات توجیهی و نیمه تفصیلی حوزه ابخیز ارسباران شمالی، تهران.
- ۴- فرزادگان، مجتبی ۱۳۷۹. تعیین الگوی بهینه بهره برداری از منابع حوزه های ابخیز به وسیله برنامه ریزی هدف (مطالعه موردی حوزه گرمابدشت گرگان)، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۵- کلانتری، خلیل، ۱۳۸۰. برنامه ریزی و توسعه منطقه ای (تئوری ها و تکنیک ها)، انتشارات خوشبین، تهران، ص ۲۸۸.
- ۶- کاظمی طالکوئی، عادل، ۱۳۷۷. برنامه ریزی بهره برداری بهینه با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی و برنامه ریزی خطی، مطالعه موردی در سری قارونسرای طرح چوب و کاغذ مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۷- وزارت صنایع و معادن، ۱۳۷۹. راهنمای حداقل سرمایه گذاری صنعتی، اطلاع رسانی ۱۲، کار آفرینان بصیر، تهران.
- 8- Clock, J. P., C. C. Park, 1985. Rural Resource Management, Groom Helm Ltd. Sydney, Australia, 467 pp.
- 9- Found, W.C., 1971. A theoretical Approach to Rural Land Use Patterns, Edward Arnold Ltd, London, UK, 375 pp.

- 10- Martinez-Falero, E., S. Gonzales – Alonzo, 1995. Quantitative Techniques in Landscape Planning, CRC Press Inc. USA, 290 pp
- 11- Ngailo, J. A., j. M. Shaka, Ph. A. Kips, & F. van der Wal, 1994. Land Use Optimization Along the Sukuma Catena in Maswa District, Tanzania, John Wiley & Sons Ltd, The Netherlands, 420 pp
- 12- Patterson, T. W., 1979. Land Use Planning, Techniques of Implementation, Litton Educational Publishing Inc., New York, N.Y. USA, 520 pp
- 13- Vink, A.P.A., 1975. Land Use in Advancing Agriculture, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, 417 pp.
- 14- Whitby, M.C. K.G. Willis, 1978. Rural Resources Development: An economic Approach, Methuen & Co. Ltd, University Press, Cambridge, UK, 290 pp.

Linear Programming Model to Allocate Land to Different Land Uses in Keleibar-chai Watershed

S. R. Fallah Shamsi¹

H. Sobhani²

A. Saeed³

A.A. Darvishsefat⁴

A. Faraji Dana⁵

Abstract

Land, as Location as well as a production factor plays an important role in economic planning. There are numerous constraints that affect land allocation to a certain category of land uses. Previous studies have indicated the capability of Linear Programming (LP) to solve resources location as well as allocation problems. Land as well as other resources are allocated to different land uses due to their scarcity and comparative advantages in different production procedures.

In this study a model has been established for 28173 ha of Keleibar-chai watershed; including 53 variables and 62 constraints. The study area has been classified to homogenous sub-regions, according to their natural potential to produce different goods and provide numerous services. Homogenous areas have been defined as a group of constraints in the model.

The model explains how an LP Model could be related to location and economic constraints. In the region, rangeland, fodder cultivation as well as related processing industries are economically more efficient than dry farming of wheat, barely and orchard management. About 700 ha have been allocated to hay production and irrigated barley cultivation. This will supply enough complementary fodder to support 12521ha of the region for range management. It may forego some area of the protected forest to become dedicated to rangeland in the process of land planning in the region.

Keywords: Linear programming, Land allocation, Optimization, Land use change.

¹ – Ph.D. Scholar, Faculty of Natural Resources, University of Tehran (E-mail: rfallah@ut.ac.ir)

² – Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

³ – Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

⁴ – Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

⁵ – Associate Professor, Faculty of Economy, University of Tehran