نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال یازدهم- شماره ۳۶- بهار ۱۳۹۶

Vol. 11, No. 36, Spring 2017

نقش بهینه‌سازی کاربری اراضی بر درآمد بهره‌برداران با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی سیمپلکس (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چهل‌گزی سنندج)

حسین خالدیان[1] و داود نیک‌کامی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۵

چکیده

مدیریت منابع آب و خاک در حوزه‌های آبخیز همراه با افزایش درآمد بهره‌برداران از مهمترین اقدامات در زمینه ارائه الگوی صحیح استفاده از اراضی و بهینه‌سازی کاربری اراضی است. در این تحقیق با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی سیمپلکس و سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقش بهینه‌سازی کاربری اراضی در حوزه آبخیز چهل گزی سنندج در سه گزینه شامل وضعیت موجود، وضعیت اعمال مدیریت و وضعیت استاندارد اراضی بررسی شد. نتایج نشان داد درآمد خالص سالانه در وضعیت اعمال مدیریت ۲۲/۵۰ درصد و در وضعیت استاندارد ۱٤۳/٦۵ درصد نسبت به وضعیت موجود افزایش خواهد یافت. نتایج تحلیل حساسیت سناریوها نشان داد که درگزینه وضعیت موجود وگزینه اعمال مدیریت، تغییر در سطح اراضی باغی و سپس مراتع بیشترین تأثیر را بردرآمد آبخیزنشینان دارند. حال آنکه درگزینه استاندارد اراضی، تغییر در سطح اراضی مرتعی و سپس باغات بر روی درآمد تأثیر زیادتری دارند. بر طبق نتایج به‌دست آمده، درآمد خالص سالانه در وضعیت فعلی ۲۲/۹۱ درصد، در وضعیت اعمال مدیریت اراضی ٤۱/٤۲ درصد و در وضعیت استاندارد ۱٤۲/٤۷ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین میزان درآمد در واحد هکتار در کاربری ترکیبی مرتع- بادامکاری، نسبت به کاربری‌های دیگر در حدود سه برابر افزایش می‌یابد.

کلید واژه‌ها: ***برنامه‌ریزی خطی، حوزه آبخیز چهل‌گزی، کاربری اراضی، مدیریت اراضی***

مقدمه

اراضی زراعی، مرتعی و جنگلی مهمترین اجزای منابع طبیعی محسوب می‌شوند و ادامه حیات جوامع انسانی مستلزم وجود و حفظ این منابع در ارتباط با آب و خاک است. استفاده نامناسب و بی رویه از اراضی، کاهش ارزش این منابع و تخریب آنها را به دنبال دارد که در نهایت منجر به کاهش درآمد آبخیزنشینان می شود. بنابراین توسعه پایدار و استفاده بهینه از منابع طبیعی بدون آسیب رساندن به آنها برای نسل‌های آتی ضروری است. بهینه‌سازی کاربری اراضی یکی از روش‌های تخصیص منابع محسوب می شود که در آن فعالیت‌های مختلف یا کاربری‌های اراضی به واحدهای خاصی اختصاص داده می شود، کائو و همکاران [۲]. مدل‌های بهینه‌سازی متعددی به منظور حل مشکل تخصیص کاربری اراضی ارائه شده‌اند. این مدل‌ها به دو دسته مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و مدل‌های برنامه‌ریزی ترکیب عدد صحیح تقسیم می‌شوند. این در حالی است که تخصیص مکانی کاربری، یک فرآیند جغرافیایی است که در برگیرنده انواع محدودیت‌ها و روابط مکانی پیچیده می‌باشد و از طرفی تغییر شکل متغیرها، محدودیت‌ها و اهداف به زبان ریاضی، به راحتی امکان پذیر نیست، لین و همکاران [٦].در این زمینه علم مدیریت به عنوان علم مکمل کشاورزی با در نظر گرفتن رابطه بین عوامل مختلف کشاورزی برای دست‌یابی به بیشترین سود پا به عرصه مدیریت منابع نهاده است تا با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی، مسائل موجود در عرصه‌های طبیعی را فرمول‌بندی کنند، صدرالاشرافی [۱۲] و شولی و کاکس [۱٤]. بهینه‌سازی کاربری اراضی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و سامانه اطلاعات جغرافیایی و با توجه به تضاد نیازها و منابع محدود زمین، یکی از روش‌های مدیریتی مناسب برای رسیدن به پایداری و نیز تخصیص بهینه اراضی به‌منظور رسیدن به بیش‌ترین سود است، ریدل[۱۱]. اگرچه نهایی‌سازی گزینه‌های اقتصادی برتر باید با ملاحظات بیولوژیکی و با توجه به پایداری اکوسیستم‌ها و همچنین مسائل اجتماعی صورت پذیرد، اما پایه و اساس توسعه اقتصادی بسیاری از جوامع بر آمایش صحیح سرزمین و بحث‌های مربوط به محاسبات اقتصادی مبتنی است، دکورتیکس و همکاران[۵]. مدل‌های بهینه‌سازی متعددی به منظور حل مشکل تخصیص کاربری اراضی ارائه شده‌اند. این مدل‌ها به دو دسته مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و مدل‌های برنامه‌ریزی ترکیب عدد صحیح تقسیم می شوند. این در حالی است که تخصیص مکانی کاربری، یک فرآیند جغرافیایی پیچیده

۱- نویسنده مسئول و مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پست الکترونیکی: hkhaledian@yahoo.com

۲- استاد پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

Archive of SID

www.SID.ir

است که در برگیرنده انواع محدودیت‌ها و روابط مکانی پیچیده می باشد و از طرفی تغییر شکل متغیرها، محدودیت‌ها و اهداف به زبان ریاضی، به راحتی امکان پذیر نیست، لین و همکاران[٦]. به دلیل عدم توجه به مسئله قابلیت و تناسب اراضی اکثرا از اراضی به صورت نامناسب و نامعقول استفاده می‌شود که این استفاده نابه‌جا و در نتیجه پایین بودن بازده متوسط تولید به نسبت کار انجام شده در واحد سطح، باعث مهاجرت موقت و دائم عده‌زیادی از روستائیان به شهرها شده است. در دهه‌های اخیر با روش‌ها و مدل‌های مختلف و متنوعی توانسته‌اند با در نظر گرفتن اهداف چندگانه و نیز توجه به محدودیت‌های موجود در امر بهینه‌سازی کاربری اراضی نتایج قابل قبولی ارائه دهند و بهینه‌سازی کاربری اراضی در حوزه‌های آبخیز با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و سامانه اطلاعات جغرافیایی و با توجه به دیدگاه متضاد نیازها و منابع محدود زمین، یکی از روش‌های مدیریتی مناسب برای رسیدن به پایداری و نیز تخصیص بهینه اراضی به‌منظور رسیدن به بیشترین سود است، لین و همکاران [٦]. شعبانی [١٣] تحقیقی به منظور تعیین سطح بهینه کاربری‌های اراضی به منظور بالا بردن درآمد ساکنین حوزه آبخیز زاخرد در استان فارس انجام دادند. نتایج نشان داد که در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی، میزان سوددهی کل حوزه ٢٧/٠٤ درصد افزایش می‌یابد.

متکان و همکاران [٨] به طراحی مدل بهینه‌سازی کاربری اراضی، در حوزه آبخیز رودبار جنوب در استان کرمان پرداختند. در این مدل ابتدا با بررسی توان اکولوژیک منطقه، برای هر قسمت از آن یک مجموعه کاربری قابل استفاده معرفی و در ادامه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی، یک کاربری بهینه برای هر قسمت از منطقه انتخاب گردید. با بررسی نتایج مشخص شد سطح منفعت اقتصادی منطقه حدود ٤٠ تا ٥٠ درصد رشد داشته است. سینگ و همکاران[١٥] بیشینه‌سازی تولید و سود را با برنامه‌ریزی بهینه کشت در یک مطالعه موردی در هندوستان بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که برنامه‌ریزی کشت در سطح منطقه تولیدات را از ٦٠ تا ٩٦ درصد و برگشت خالص را از ٢٣ تا ٢٦ درصد افزایش داده است.

نیک کامی و همکاران [٩] در حوزه آبخیز خارستان استان فارس از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده کردند. در این تحقیق از سه گزینه شامل: ١- وضعیت کنونی کاربری‌ها و بدون اعمال مدیریت اراضی؛ ٢- وضعیت کنونی کاربری‌ها و اعمال مدیریت اراضی؛ ٣- وضعیت استاندارد کاربری‌ها و مطابق با اصول و معیارهای علمی استفاده شد. نتایج نشان داد که با اعمال مدیریت اراضی وضعیت کنونی کاربری‌ها درآمد خالص ٢٠٦٪ افزایش خواهد یافت؛ در حالی که در وضعیت استاندارد، درآمد خالص ٢٠٨٪ افزایش می‌یابد. تجزیه و تحلیل حساسیت مدل نیز نشان داد که تغییر در سطح اراضی باغی و مراتع بیشترین تأثیر را بر درآمد خالص دارد.

اوجی و همکاران [١٠] برای تخصیص بهینه کاربری اراضی با هدف به دست آوردن حداکثر سود در حوزه جاجرود، از مدل برنامه ریزی خطی چند هدفه به روش سیمپلکس استفاده کردند. نتایج بهینه سازی نشان داد که سطح اراضی آبی و مراتع کاهش می یابد و در عوض سطح اراضی باغی افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل حساسیت نیز نشان داد که افزایش حداقل مساحت مراتع و کاهش در حداکثر سطح اراضی باغ و کشاورزی آبیاری منجر به کاهش سود خواهد شد.

در حوزه آبخیز چهل‌گزی به دلیل شیب بالای اراضی و سایر محدودیت‌های موروفوکلیماتیک، اراضی زراعی غالباً محدود به کشت دیم هستند. این در حالی است که اراضی دیم بر روی دامنه‌های با شیب تند و در جهت شیب شخم خورده‌اند. این مدیریت غلط اراضی دیم، منجر به روند تدریجی کاهش حاصلخیزی خاک شده است. از طرفی این حوزه یکی از سرشاخه‌های سد قشلاق سنندج می‌باشد که تخریب اراضی ناشی از زراعت دیم با شیوه‌های ناصحیح مدیریتی، در حوزه آبخیز مورد مطالعه به دلیل شیب بالا و سایر محدودیت‌های موروفوکلیماتیک، اراضی زراعی غالباً محدود به کشت دیم هستند. این مدیریت غلط اراضی دیم، منجر به روند تدریجی کاهش حاصلخیزی خاک شده است که به نوبه خود، درآمد زارعین را تحت تأثیر قرار داده است. بنابراین لازم است برنامه‌ای تدوین گردد تا با تخصیص بهینه کاربری اراضی، افزایش درآمد روستائیان را در پی داشته باشد. دراین تحقیق با مشخص شدن نقاط ضعف الگوی موجود بهره‌برداری ازاراضی حوضه چهل‌گزی، روش‌های اصلاح الگوهای موجود، ترسیم خواهد شد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی حوزه مورد مطالعه

حوزه آبخیز چهل‌گزی با مساحت ٢٧٢/٣ کیلومترمربع یکی از سه زیر حوزه اصلی سد قشلاق در شمال شهرستان سنندج و در محدوده ° ٤٥′ ٤٦ تا ° ٥٧′ ٤٦ طول شرقی و ° ٢٥′ ٣٥ تا ° ٢٨′ ٣٥ عرض شمالی واقع گردیده است(شکل١). با توجه به مدل رقومی ارتفاع، در حدود ٣٠ درصد از سطح حوزه در کلاس شیب ٣٠-٢٠ درصد و حدود ٢٦ درصد نیز در طبقه ٤٥-٣٠ درصد قرار گرفته است. مطالعات پایه حوزه نیز نشان می‌دهد که در حدود ٩٤ درصد از حوزه که عمدتاً شامل قسمت‌های شمالی، شمال غربی و شمال شرقی می‌شود، کوهستانی است، زرکشت پایدار[٤]. خلاصه وضعیت فیزیوگرافی حوزه در جدول(١) نشان داده شده است.

روش تحقیق

به‌منظور رسیدن به روشی جهت ترسیم الگوی بهینه استفاده از اراضی برای افزایش درآمد کاربران با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چند منظوره در راستای افزایش درآمد آبخیزنشینان سه گزینه به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت. به طوری که در هرگزینه درآمد خالص هریک از کاربری‌ها محاسبه و به عنوان ضریب در توابع هدف استفاده شده. سپس تغییرات میزان درآمد خالص کل حوزه آبخیز پس از بهینه‌سازی و به تفکیک هریک از سناریوها مورد

Archive of SID
www.SID.ir

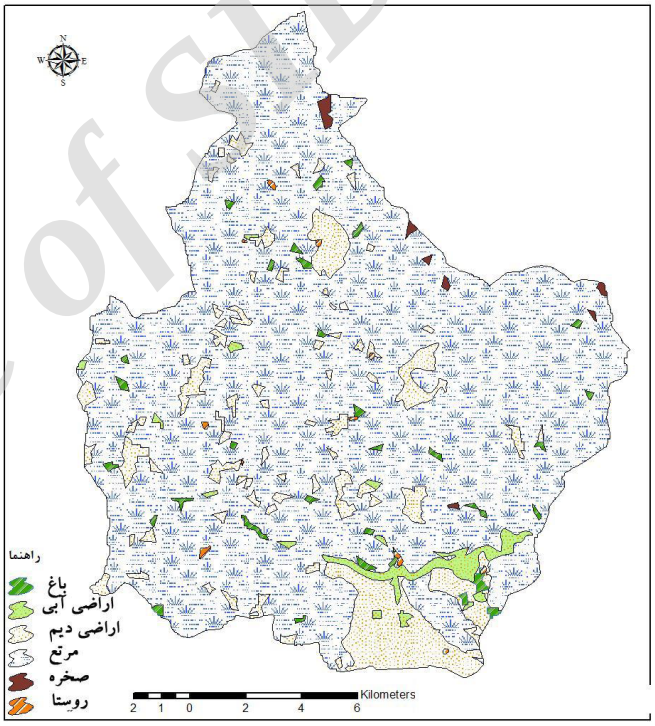
جدول۱- خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز چهلگزی

Table 1.Physiographic features of Chehel-Gazi watershed

پارامتر parameters	مقدار Value
مساحت (کیلومترمربع) Area(km²)	272.3
محیط (کیلومتر) Perimeter(km)	83.8
طول رودخانه اصلی (کیلومتر) The length of the main river (km)	24.4
ارتفاع بیشینه (متر) Maximum height(m)	2790
ارتفاع کمینه (متر) Minimum height(m)	1555
ارتفاع متوسط(متر) The average height(m)	1982
شیب متوسط حوزه(درصد) Average slope(percent)	24.5
شیب متوسط رودخانه (درصد) Average slope of river(percent)	2.4

شکل۱- موقعیت محل مورد مطالعه

Fig 1. Location map of the study area



شکل ۲- پراکنش کاربری اراضی حوزه آبخیز چهل‌گزی

Fig 2. land use distribution of Chehel-Gazi watershed

به انواع کاربری‌ها از طریق مصاحبه با آبخیزنشینان و همچنین بر اساس بانک‌های اطلاعاتی دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، میانگین عملکرد محصولات مختلف و قیمت محصول و میزان درآمد ناخالص محصولات زراعی آبی، دیم، باغی و مرتعی موجود در منطقه در سال جمع‌آوری داده‌ها(سال آبی ۹۲-۱۳۹۱) محاسبه گردید. میزان هزینه‌ها نیز با در نظر گرفتن ارزش زمین، هزینه‌های آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت، در هر کاربری و برای هر محصول محاسبه شد و نهایتاً با توجه به سطح اختصاص یافته به هر محصول میزان کل هزینه‌ها بدست آمد. پس از آن میزان درآمد خالص، از تفاضل درآمد ناخالص و هزینه‌ها به دست آمد. محاسبات اقتصادی با برآورد میزان علوفه تولیدی وتعیین وضعیت در هر یک از تیپ‌های مرتعی انجام گرفت. از آنجایی که اراضی مرتعی تحت مالکیت دولت قرار دارند، هزینه‌ای برای این اراضی در نظر گرفته نشده و تنها جنبه تولید علوفه مدنظر بوده و از سایر جنبه‌های دیگر صرف نظر شده است. شکل(۲) وضعیت فعلی کاربری اراضی حوزه را نشان می‌دهد. گزینه وضعیت فعلی کاربری‌ها با اعمال مدیریت اراضی پس از اعمال مدیریت اراضی در بررسی قرار گرفته است. سناریوهای مورد استفاده در ادامه تشریح شده است.

گزینه وضعیت فعلی کاربری‌ها

بر مبنای داده‌های حاصل از سنجنده موضوعی[1] ماهواره لندست ۵ مربوط به سال ۲۰۱۰ و بازدید میدانی نقشه کاربری اراضی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد. با جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط

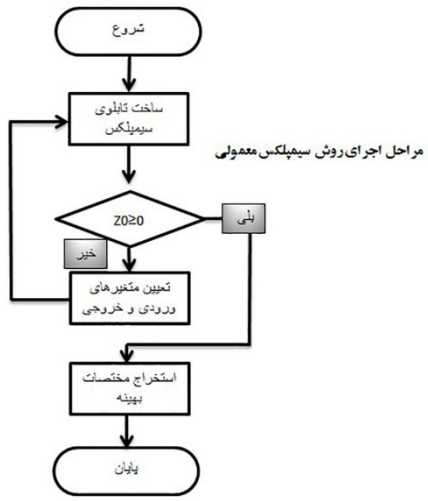
1.TM

Archive of SID
www.SID.ir

نقشه کاربری اراضی فعلی، از جمله استفاده از شخم عمود بر جهت شیب به جای شخم در جهت شیب، کشت متراکم به جای کشت سنتی، کشت بر روی خطوط تراز به جای کشت معمولی و مدیریت صحیح چرا در اراضی مرتعی، درآمد خالص مربوط به هر کاربری در وضعیت جدید تعیین شد و در توابع هدف مورد استفاده قرار گرفت. به منظور محاسبه درآمد در شرایط اعمال مدیریت اراضی، میزان تولید در هکتار برای هر یک از محصولات کشت دیم، آبی، باغ و مرتع تعیین شد. سپس مطابق باگزینه وضعیت موجودکاربری اراضی، درآمد ناخالص و خالص محاسبه گردید. لازم به ذکر است در حوزه آبخیز چهل گزی در حدود ۳۵ درصد از اراضی دیم بصورت آیش است که در برنامه‌های مدیریت اراضی می تواند تحت کشت یونجه دیمی یکساله باشد. با توجه به برنامه‌های حفاظت آب و خاک بخش آبخیزداری، هزینه تهیه و تخصیص بذر یونجه در نظر گرفته نشده است و تنها هزینه شخم لحاظ شد. به دلیل چرای مستقیم دام از یونجه یکساله، از هزینه برداشت نیز صرف نظر شده است. بنابراین اضافه‌کردن کشت یونجه دیمی یکساله در تناوب زراعی به همراه استفاده از شخم عمود بر جهت شیب به جای شخم در جهت شیب، کشت متراکم به جای کشت سنتی، کشت بر روی خطوط تراز به جای کشت معمولی و برنامه‌های اصلاح و توسعه مراتع در این گزینه برای افزایش درآمد اعمال شد.

گزینه وضعیت استاندارد اراضی

با توجه به اینکه در حوزه آبخیز مورد نظر از اراضی بدلیل وجود محدودیت‌ها(شیب، عمق خاک، شرایط دسترسی به آب، شرایط زهکشی و غیره) به صورت استاندارد استفاده نمی‌شود، مطالعات مربوط به تناسب اراضی انجام و اولویت استفاده از اراضی در شرایط آتی مشخص گردید. به منظور تعیین نقشه در حالت استاندارد، از استانداردهای ارائه شده توسط ماهلر[۷] و برنگل[۱] در مورد انجام هرگونه فعالیت کشت و کار بر اساس شیب زمین، عمق خاک و منبع تأمین آب استفاده شد. در این مرحله با توجه به شرایط خاک و شیب مربوط به هر کاربری در واقع شرایط لازم برای وجود یا عدم وجود هر کاربری مشخص شده و تنها وجود یا عدم وجود آب است که تناسب نهایی هر کاربری را مشخص می‌نماید. لذا جهت تصمیم‌گیری برای واحدهایی که دارای شرایط استاندارد و لازم برای کاربری خاصی هستند، قابلیت دسترسی به آب را مدنظر قرار داده و در مورد آن تصمیم گیری شده است(جدول۳). به عنوان مثال واحدی که شرایط لازم از جهت عمق خاک و شیب رابرای کشت آبی داراست اما قابلیت دسترسی به آب برای آن وجود ندارد، واحد مناسبی برای کشت آبی نیست و کاربری دیگری باید برای آن تعریف شود. بنابراین با همپوشانی لایه‌های شیب، عمق خاک و منابع آب، نقشه کاربری اراضی در شرایط استاندارد تهیه شد و سپس میزان درآمد در هر کاربری محاسبه گردید. در این بخش، بر اساس میزان تولید در هکتار برای هر یک از محصولات در شرایط اعمال مدیریت اراضی، درآمد ناخالص و خالص محاسبه شد. لازم به



شکل۳- نمودار محاسبات در روش سیمپلکس[۳]

Fig 3.Charts of the simplex method

یادآوری است که ۳۵ درصد آیش کاربری دیم به کشت یونجه دیمی اختصاص داده شده است. با توجه به اینکه طرح‌های حفاظت آب و خاک بخش آبخیزداری، کشت بادام توأم با بانکت است، هزینه تهیه و تخصیص بذر بادام همانند یونجه دیمی در نظر گرفته نشده است. همچنین همانند گزینه‌های قبلی، تنها جنبه تولید علوفه یونجه دیمی مدنظر قرار گرفته است. بر اساس میزان تولید در هکتار برای هر یک از محصولات در شرایط اعمال مدیریت اراضی، درآمد ناخالص و خالص محاسبه شد. ۳۵ درصد آیش کاربری دیم به کشت یونجه دیمی اختصاص داده شده است. با توجه به اینکه طرح‌های حفاظت آب و خاک بخش آبخیزداری، کشت بادام توأم با بانکت است، هزینه تهیه و تخصیص بذر بادام مانند یونجه دیمی در نظر گرفته نشده است. همچنین مانند گزینه‌های قبلی، تنها جنبه تولید علوفه یونجه دیمی مدنظر قرار گرفته است.

فرمول بندی مسأله در هر یک از گزینه‌ها

«روش سیمپلکس[1]» یک رویکرد و روشی کلی برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی است. در این روش، ابتدا مدل وارد یک جدول شده و سپس یک سری مراحل ریاضی ابتدایی بر روی جدول اجرا می‌گردد. مراحل روش سیمپلکس به نحو اثربخشی بیانگر فرآیند روش ماتریسی می‌باشد که حرکت از یک گوشه به گوشه‌ای با تابع هدف بهتر(حداقل نه بدتر) حرکت می‌کند، چم حیدر[٤]. درشکل(۳) نمودار کلی مراحل اجرای روش سیمپلکس نشان داده شده است.

از آنجا که توابع هدف در این مطالعه از نوع خطی است، برنامه‌ریزی خطی چند هدفی به منظور حل مسأله انتخاب شده است. مسأله عمومی بهینه سازی چند هدفه با n متغیر تصمیم، m محدودیت و p هدف در روابط ارائه و مدل بهینه‌سازی با بکارگیری

1- Simplex

Archive of SID
www.SID.ir

نرم افزار لینگو۱۱[1] اجرا و محاسبات لازم بعمل آمد. شکل عمومی مسأله، جهت تابع بیشینه‌سازی درآمد در حوزه آبخیز چهل‌گزی به صورت رابطه ساده شده(۱) نوشته می‌شود:

$$Max(Z_1) = \sum_{i=1}^{n} [(A_{i1} - A_{i2} - A_{i3}) X_i] \quad (۱)$$

در این رابطه، Z1 درآمد خالص سالانه کل حوزه آبخیز بر حسب میلیون ریال در سال، Ai1 درآمد ناخالص سالانه واحد سطح مربوط به هر کاربری اراضی بر حسب میلیون ریال در هکتار، Ai2 هزینه تولید واحد سطح هر کاربری اراضی بر حسب میلیون ریال در هکتار، Ai3 خسارت فرسایش خاک در واحد سطح هر کاربری اراضی بر حسب میلیون ریال در هکتار و Xi مساحت مربوط به هر کاربری بر حسب هکتار می‌باشد.

به منظور حل تابع بیشینه‌سازی درآمد در مدل بکارگرفته شده، با فرمول بندی مسئله بهینه سازی کاربری اراضی حوضه در گزینه اعمال مدیریت اراضی، محدودیت‌هایی به شرح زیر مد نظر قرار گرفت: محدودیت اول: سطح اراضی زیر کشت آبی حوضه در شرایط فعلی ٤٤٩ هکتار است که بدلیل دسترسی به منابع آبی از ارزش بالایی برخوردار هستند. اما با توجه به نقشه پتانسیل اراضی، سطح بهینه این کاربری به ۷۱ هکتار کاهش یافته که نبایستی از این مقدار بیشتر باشد. محدودیت دوم: سطح اراضی باغی در شرایط فعلی ۲۹۳ هکتار است، اما با توجه به نقشه پتانسیل اراضی، سطح بهینه این کاربری تا ٥٦٨ هکتار قابل افزایش بود. محدودیت سوم: با توجه به محدودیت‌های اعمال شده در نقشه پتانسیل اراضی در مورد شیب، عمق خاک و دسترسی به منابع آبی، مجموع اراضی آبی و باغی نباید از ٦٣٩ هکتار بیشتر باشد. محدودیت چهارم: سطح اراضی زیر کشت دیم در منطقه در شرایط فعلی ۲۷۷٤ هکتار است که با توجه به نقشه پتانسیل اراضی و با توجه به میانگین بارش ٤٤٦ میلیمتر در سال، این مقدار به ۷۹٦ هکتار کاهش یافته است. محدودیت پنجم: در ارتباط با سطح اراضی مرتعی که در شرایط فعلی ۲۳٥۸۱ هکتار است، بر اساس ماده ٥٦ قانون ملی شدن مراتع، این اراضی ملی بوده و نمی توان هیچ گونه تغییری در کاهش آن داشت. محدودیت ششم: حداکثر سطح اراضی منطقه که می تواند به چهار کاربری آبی، باغ، دیم و مرتع اختصاص یابد برابر مجموع مساحت فعلی این چهار کاربری یعنی ۲۷۰۹۷ هکتار است.

تحلیل حساسیت توابع هدف

به منظور تجزیه و تحلیل حساسیت و بررسی اثر تغییرات ضرایب بر جواب بهینه مسأله بیشینه‌سازی سود، نسبت ۱۰ تا ٥۰ درصدی از منابع و ضرایب کاسته و افزوده شد. سپس دامنه مجاز تغییرات پارامتر به شرط تأمین شرایط بهینه و عملی‌بودن راه حل تعیین شد و حساسیت ضرائب تحلیل شد. تحلیل حساسیت مدل بهینه برای حوزه آبخیز چهل‌گزی در خصوص منابع مختلف و ضرایب توابع هدف برای هر یک از گزینه‌ها انجام شد.

نتایج

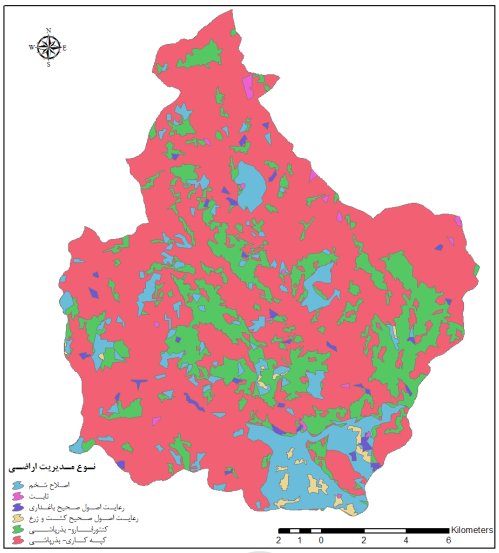
تمایل بهره‌برداران به افزایش سطح اراضی دیم با توجه به بارش نسبتاً خوب محل مورد مطالعه، موجب تبدیل اراضی مرتعی به دیمزار شده است. اما بعد از گذشت چند سال، قابلیت اراضی برای تولید محصول دیم به دلیل کاهش حاصلخیزی خاک کم می شود. سطح اراضی زیر کشت دیم در منطقه در شرایط موجود۲۷۷٤ هکتار است که با توجه به نقشه بهینه‌سازی کاربری فعلی در شکل(۳) به ۷۹٦ هکتار کاهش یافته است. کاهش سطح کشت دیم در صورتی تحقق می یابد که توسعه اراضی ترکیبی(باغ و بادامکاری) در بخشی از اراضی رها شده بر اساس مرمت و احیاء منابع آب زیرسطحی و زیرزمینی حوزه انجام پذیر باشد. همچنین به دلیل اینکه نمی‌توان به طور یقین اطمینان نمود که زارعین عملیات خاک‌ورزی صحیح و اصولی را انجام دهند، بنابراین سطح این کاربری بیشتر از این مقدار پیشنهاد نشده است. با تهیه جدول سیمپلکس و به کمک مدل برنامه‌ریزی خطی در نرم افزار لینگو، سطح بهینه کاربری‌های اراضی حوزه آبخیز چهل‌گزی که می‌تواند میزان درآمد را حداکثر نماید، تعیین شد. در ادامه مبحث با توجه به محدودیت و بمنظور جلوگیری از طولانی‌شدن مقاله از ذکر روابط تعریف شده مدل و جداول مربوطه خودداری و مهمترین بخش نتایج ارائه می‌شود.

بر اساس نتایج، بعد از بهینه‌سازی اراضی موجود، سطح اراضی آبی با ۷۱ درصد کاهش، از ٤٤۹ هکتار به ۷۱ هکتار رسید. مساحت اراضی باغی با ۹۳/۹ درصد افزایش از ۲۹۳ به ٥٦۸ هکتار رسید. سطح اراضی دیم با ۷۱/۳ درصد کاهش، از ۲۷۷٤ هکتار به ۷۹٦ هکتار رسید. مساحت اراضی مرتعی با ۸/۸ درصد افزایش، از ۲۳٥۸۱ هکتار به ۲٥٦٦۲ هکتار رسید. این نتایج نشان می‌دهد که بیشترین درصد تغییرات مربوط به افزایش کاربری باغ است و در جدول راهنمای اراضی، دامنه های با شیب بالا که فاقد محدودیت و یا محدودیت متوسط خاک و دسترسی به آب هستند، به کاربری باغ اختصاص داده شده‌اند. این مسئله موجب آن شده تا درآمد افزایش و فرسایش کاهش یابد. سطح بهینه کاربری‌های اراضی در جدول(۲) برای کاربری اراضی فعلی قبل و بعد از بهینه‌سازی ارائه شده است. شکل(٤) نقشه وضعیت استاندارد و مدیریت کاربری‌های فعلی حوزه را نشان می‌دهد.

در حالت استاندارد اراضی، سه کاربری ترکیبی شامل دیم- باغ، مرتع- باغ و مرتع- بادامکاری اضافه شد. در این گزینه با توجه به محدودیت منابع، میزان تخصیص کاربری‌ها در سطح مشترک دیم- باغ بصورت ٤ به ۱ (۸۰ درصد دیم و ۲۰ درصد باغ)، مرتع- باغ بصورت ۹ به ۱(۹۰ درصد مرتع و ۱۰ درصد باغ)، مرتع- بادامکاری بصورت ۹ به ۱ (۹۰ درصد مرتع و ۱۰ درصد بادامکاری) لحاظ گردید. جدول(۳) راهنمای تهیه شده نقشه تناسب اراضی برای

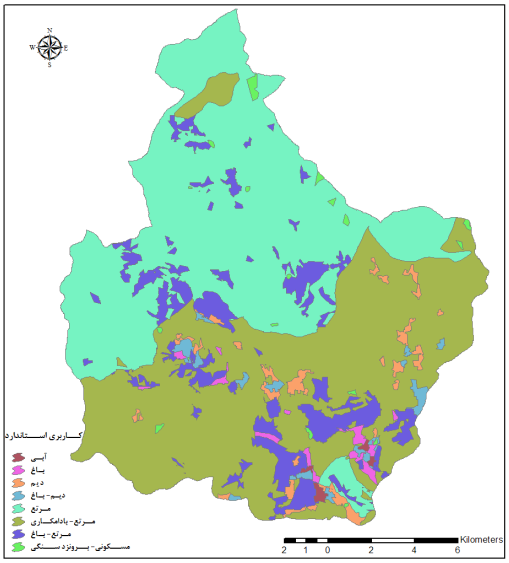
1- Lingo 11

Archive of SID
www.SID.ir



شکل٤- کاربری فعلی حوزه در وضعیت مدیریت اراضی

Fig 4.Current land use under land management condition



شکل٥- کاربری حوزه در وضعیت استاندارد

Fig 5. Current land use under standard condition

جدول٢- مساحت کاربری‌های اراضی فعلی قبل و بعد از بهینه‌سازی

Table 2.Current land use area before and after optimization

کاربری land use	آبی Farming Irrigated (ha)	باغ Orchard (ha)	دیم Farming Dry (ha)	مرتع Rangeland (ha)
قبل از بهینه‌سازی Before Optimization	449	293	2774	23581
بعد از بهینه‌سازی After Optimization	71	568	796	25662
تغییرات Difference (Percent)	84.2-	93.9+	71.3-	8.8+

حوزه آبخیز چهل‌گزی را نشان می‌دهد.

متوسط درآمد ناخالص، هزینه‌ها و درآمد خالص کاربری‌ها در وضعیت استاندارد برای هر کاربری همانند گزینه اعمال مدیریت اراضی می باشد؛ ولی برای کاربری‌های ترکیبی (دیم- باغ، مرتع- باغ و مرتع- بادامکاری) طبق تعیین محدودیت منابع آبی، برآورد هزینه و درآمد به تفکیک درصد سطح هر کاربری محاسبه شده است و نهایتاً میانگین وزنی مقادیر برای کاربری ترکیبی تعیین شده است. با توجه به نتایج، کمترین درصد تغییرات مربوط به کاربری مرتع است. ولی سطح تغییرات آن در حدود ۲۰۸۱ هکتار است که این مساحت عمدتاً از کاربری دیم گرفته شده، زیرا درآمد کاربری دیم کمتر از سایر کاربری‌هاست.

همچنین افزایش سطح اراضی باغی نیز ناشی از کاهش سطح اراضی آبی و دیم(به شرط توسعه و احیاء منابع آب) است. در کاربری آبی موجود با مساحت ٤٤٩ هکتار، محصولاتی نظیر گندم، جو، یونجه، شبدر و نخود کشت می شوند که متوسط درآمد خالص در هکتار این کاربری برابر ۷۰۱۱ هزار ریال است. کاربری باغ در شرایط موجود نیز مساحتی در حدود ۲۹۳ هکتار دارد که درآمد خالص آن برابر ٤٥٠٠٠ هزار ریال در هکتار است. در کاربری دیم برای شرایط موجود با مساحت ۲۷۷٤، عمده محصولات قابل کشت شامل گندم، نخود، جو در تناوب با آیش است که متوسط درآمد خالص در هکتار این کاربری برابر ۱۳۷۰ هزار ریال و بیشترین سطح حوزه آبخیز چهل‌گزی نیز به کاربری مرتع اختصاص دارد که

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۳- راهنمای تهیه نقشه تناسب اراضی برای حوزه

Table 3.Guidelines for land suitability map

شیب (درصد) Slope (percent)	وضعیت آب Water Condition	عمق خاک- Soil Depth		
		کم Low (0-30 cm)	متوسط Medium (30-80 cm)	زیاد High (>80 cm)
0-5	بدون محدودیت No Constraint	*	*	آبی Irrigated Farming
	محدودیت متوسط Moderate Constraint	*	*	*
	فاقد آب آبیاری Without irrigation water	*	*	دیم Dry Farming
5-8	بدون محدودیت No Constraint	*	آبی Irrigated Farming	آبی Irrigated Farming
	محدودیت متوسط Moderate Constraint	مرتع- باغ Rangeland- Orchard	دیم- باغ Dry- Orchard	دیم- باغ Dry- Orchard
	فاقد آب آبیاری Without irrigation water	مرتع Rangeland	دیم Dry Farming	دیم Dry Farming
8-12	بدون محدودیت No Constraint	*	باغ Orchard	باغ Orchard
	محدودیت متوسط Moderate Constraint	مرتع- باغ Rangeland- Orchard	دیم- باغ Dry- Orchard	دیم- باغ Dry- Orchard
	فاقد آب آبیاری Without irrigation water	مرتع Rangeland	دیم Dry Farming	دیم Dry Farming
12-25	بدون محدودیت No Constraint	مرتع- باغ Rangeland- Orchard	باغ Orchard	باغ Orchard
	محدودیت متوسط Moderate Constraint	مرتع Rangeland	مرتع- باغ Rangeland- Orchard	مرتع- باغ Rangeland- Orchard
	فاقد آب آبیاری Without irrigation water	مرتع Rangeland	مرتع- بادامکاری Rangeland Almond	مرتع- بادامکاری Rangeland Almond
25>	بدون محدودیت No Constraint	*	*	*
	محدودیت متوسط Moderate Constraint	مرتع- باغ Rangeland- Orchard	مرتع- باغ Rangeland- Orchard	*
	فاقد آب آبیاری Without irrigation water	مرتع Rangeland	مرتع- بادامکاری Rangeland Almond	مرتع- بادامکاری Rangeland Almond

* فاقد اراضی متناسب- Lack of suitable land

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤- مقادیر هزینه و درآمد در شرایط موجود کاربری اراضی

Table 4.The amount of Costs and Income under current condition of land use

کاربری Use Land	سطح زیر کشت (هکتار) Allocated Area(ha)	هزینه (هزار ریال در هکتار) Cost(tIRha-1)	درآمد خالص (هزار ریال در هکتار) Net Income (tIRha-1)	کل درآمد خالص (هزار ریال) Total Income(tIR)
آبی Irrigated Farming	449	14823	7011	3147939
باغ Orchard	293	45000	45000	13185000
دیم Farming Dry	2774	2284	1370	3800380
مرتع Rangeland	23581	0	725	17092490
جمع Total	27097	-	-	37225809

چهار تیپ مرتعی را شامل می شود و با توجه به تولید علوفه، درآمد خالص این کاربری نیز ۷۲۵ هزار ریال در هکتار است(جدول٤).

پس با لحاظ قراردادن سطح کاربری‌های اراضی بدست آمده و اعمال محدودیت‌های تعریف شده در نرم افزار مطابق جدول(۳)، مقادیر درآمد در وضعیت بهینه‌سازی با اعمال مدیریت و وضعیت استاندارد محاسبه شده و نتایج در جداول(۵و٦) ملاحظه شود. در گزینه اعمال مدیریت اراضی کاربری فعلی و گزینه استاندارد اراضی، در کاربری آبی با اعمال اصول صحیح کشت و زرع، درآمد خالص به ۸٤٥٤ هزار ریال در هکتار، درکاربری باغ به ۵۱۷۵۰ هزار ریال در هکتار و در کاربری دیم به ۲٦۷۲ هزار ریال در هکتار رسیده است. در این حال درآمد خالص کاربری مرتع درگزینه فعلی برابر ۷۲٤ هزار ریال در هکتار و گرینه اعمال مدیریت اراضی برابر ۸۰۰ هزار ریال در هکتار و در گزینه استاندارد به دلیل ترکیب بادامکاری در مرتع، درآمد خالص به ۲۲٦۵ هزار ریال در هکتار افزایش یافته است.

در گزینه وضعیت استاندارد، متوسط درآمد ناخالص، هزینه‌ها و درآمد خالص کاربری‌ها برای هر کاربری همانندگزینه اعمال مدیریت در این گزینه میزان اراضی آب، باغ و دیم به ترتیب ۷۱، ۵٦۸ و ۷۹٦ هکتار تعیین شده و سطح مراتع از ۲۳۵۸۱ هکتار به ۲۵٦٦۲ هکتار افزایش یافته است.

در شرایط موجودکاربری اراضی حوزه آبخیز چهل‌گزی، کل درآمد خالص از تمامی کاربری‌ها، برابر ۳۷۰۲۵ میلیون ریال است که در وضعیت اعمال مدیریت اراضی، میزان درآمد به ٤۵۷۲۹ میلیون ریال خواهد رسید که افزایشی در حدود ۲۲/۵۰ درصد خواهد داشت. همچنین در وضعیت استاندارد، افزایش درآمد برابر ۹۰۲۱۲ می باشد که افزایشی در حدود ۱٤۳/٦۵ درصدی نسبت به وضعیت موجودکاربری اراضی را نشان می دهد. با توجه به نتایج، افزایش عملکرد در شرایط اعمال مدیریت اراضی ۱۰ درصد و افزایش هزینه‌ها ۵ درصد تعیین شد. خلاصه نتایج در جدول(۷) آمده است.

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل بهینه‌سازی نشان داد که تغییر در سطح اراضی باغی بیشترین تاثیر مثبت را بر درآمد در گزینه فعلی و گزینه اعمال مدیریت دارد، زیرا بر اساس نتایج، درآمد خالص در کاربری باغ در شرایط فعلی ٤۵۰۰۰ هزار ریال در هکتار و در شرایط اعمال مدیریت اراضی ۵۱۷۵۰ هزار ریال در هکتار است که در مقایسه با سایر کاربری‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد(جداول ٤و۵) و پس از آن مساحت اراضی مرتعی حساسیت بیشتری دارند. این در حالی است که در گزینه استاندارد اراضی، تغییر در سطح اراضی مرتعی حساسیت بیشتری بر روی درآمد ایجاد می کند و کاربری باغ پس از آن قرار دارد. دلیل این امر هم افزایش درآمد اراضی مرتعی در این گزینه نسبت به دو گزینه قبل است؛ زیرا در این گزینه با پیشنهاد کاربری ترکیبی مرتع- بادامکاری، میزان درآمد در واحد هکتار نسبت به گزینه‌های دیگر در حدود سه برابر افزایش یافته است. از طرفی با توجه به اینکه در این گزینه سطح اراضی مرتعی از ۸۷ به ۹۵ درصد از سطح حوزه افزایش پیدا کرده است، بنابراین کل درآمد خالص حوزه نیز از تغییرات این کاربری تأثیر می‌پذیرد. نمودار تحلیل حساسیت در وضعیت‌های فعلی، اعمال مدیریت و استاندارد در شکل‌های(۵ تا ۷) نشان داده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵- مقادیر هزینه و درآمد در شرایط اعمال مدیریت کاربری اراضی

Table 5.The amount of Costs and Income under land management condition of land use

کاربری Use Land	سطح زیر کشت (هکتار) Allocated Area(ha)	هزینه (هزار ریال در هکتار) Cost(tIRha-1)	درآمد خالص (هزار ریال در هکتار) Net Income (tIRha-1)	کل درآمد خالص (هزار ریال) Total Income(tIR)
آبی Irrigated Farming	449	15564	8454	3795846
باغ Orchard	293	47250	51750	15162750
دیم Farming Dry	2774	2927	2672	7412128
مرتع Rangeland	23581	0	800	18806614
جمع Total	27097	-	-	45177338

جدول ٦- درآمد خالص کل در شرایط استاندارد کاربری اراضی

Table 6.Total net Income at standard conditions of land use

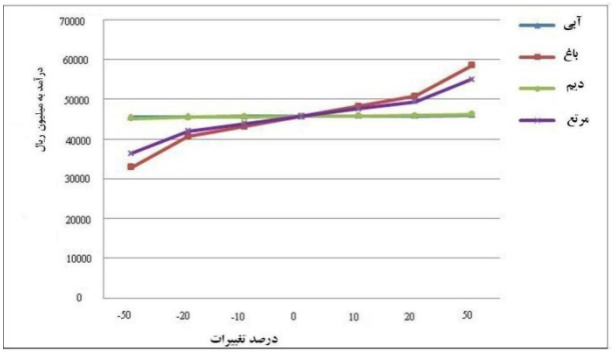
کاربری Use Land	سطح زیر کشت (هکتار) Allocated Area(ha)	هزینه (هزار ریال در هکتار) Cost(tIRha-1)	درآمد خالص (هزار ریال در هکتار) Net Income (tIRha-1)	کل درآمد خالص (هزار ریال) Total Income(tIR)
آبی Irrigated Farming	71	15564	8454	600234
باغ Orchard	568	47250	51750	29394000
دیم Farming Dry	796	2797	2672	2126912
مرتع Rangeland	25662	0	2265	58124430
جمع Total	27097	-	-	90245576

جدول۷- تغییرات درآمد خالص سالانه بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی

Table 7.The amount of annual net Income changes after land use optimization

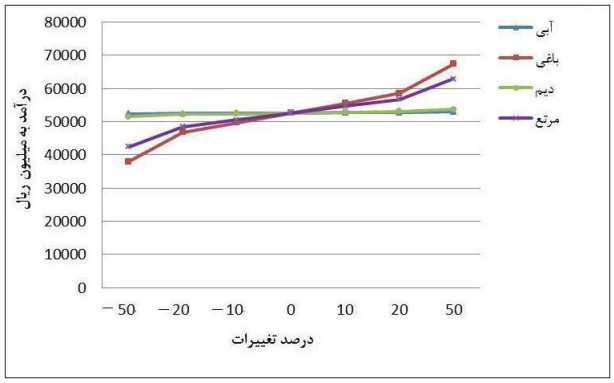
وضعیت موجود condition Current	وضعیت اعمال مدیریت اراضی After land use management		وضعیت استاندارد Condition Standard	
مقدار (میلیون ریال) Amoun (mtIR)	مقدار (میلیون ریال) Amoun (mtIR)	درصد Percent	مقدار (میلیون ریال) Amoun (mtIR)	درصد Percent
37225	45177	22.5	9024	143.65

Archive of SID
www.SID.ir



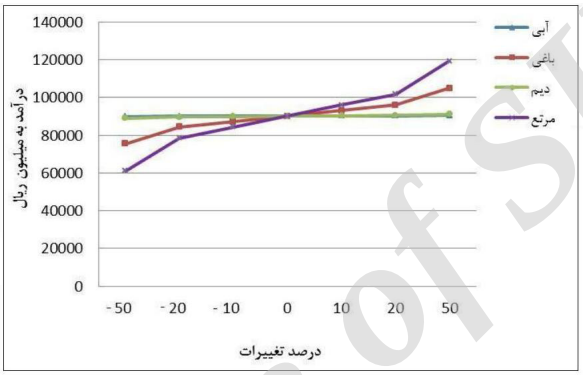
شکل ۵- تحلیل حساسیت نسبت به درآمد در وضعیت فعلی

Fig 5. Income sensitivity analysis Due to current status



شکل ٦- تحلیل حساسیت نسبت به درآمد در وضعیت اعمال مدیریت

Fig 6. Income sensitivity analysis Due to land management status



شکل ۷- تحلیل حساسیت نسبت به درآمد در وضعیت استاندارد

Fig 6. Income sensitivity analysis Due to standard status

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی کاربری اراضی به منظور تعیین ترکیب الگوی کشت بهینه انجام شد. هدف از انجام این تحقیق، افزایش درآمد تعریف شد. طبق نتایج، بیشترین درآمد از کاربری باغ حاصل گردید. با توجه به نتایج، مدل بهینه اقدام به افزایش سطح اراضی باغی و مرتعی و کاهش سطح اراضی دیم و آبی نمود تا بر این اساس، بیشینه‌سازی درآمد انجام گیرد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد تغییرات مربوط به افزایش کاربری باغ است؛ چرا که در جدول راهنمای اراضی، دامنه‌های با شیب بالا که فاقد محدودیت و یا محدودیت متوسط خاک و دسترسی به آب هستند، به کاربری باغ اختصاص داده شده‌اند. این مسئله موجب آن شده تا درآمد افزایش یابد. با توجه به نتایج، کمترین درصد تغییرات مربوط به کاربری مرتع است ولی سطح تغییرات آن در حدود ۲۰۸۱ هکتار است که این مساحت عمدتاً از کاربری دیم گرفته شده است. درآمد کاربری دیم نیز کمتر از سایر کاربری‌هاست. همچنین افزایش سطح اراضی باغی نیز ناشی از کاهش سطح اراضی آبی و دیم(به شرط توسعه و احیاء منابع آب) است.

مهمترین دلیل افزایش درآمد، افزایش سطح اراضی باغی و اعمال کاربری‌های ترکیبی مشابه باغ همانند مرتع- بادامکاری است. در تحقیقات شعبانی[۱۳]، نیک‌کامی و همکاران[۹]، اوجی و همکاران[۱۰]نیز در تحقیقات خود به تأثیر افزایش سطح اراضی باغی در بهینه‌سازی کاربری اراضی به منظور افزایش درآمد اشاره داشته‌اند. در گزینه اعمال مدیریت اراضی کاربری فعلی و گزینه استاندارد اراضی، در کاربری آبی با اعمال اصول صحیح کشت و زرع، درآمد خالص در هکتار افزایش یافته است که با تحقیقات چم‌حیدر[۳] و شعبانی [۱۳] مطابقت دارد.

همچنین نتایج تحقیق نشان داد که تغییر در ترکیب کاربری اراضی و بهینه‌سازی آن در حوزه آبخیز چهل‌گزی، بدون اعمال برنامه‌های مدیریتی و استفاده بر اساس استعداد و پتانسیل(استاندارد سازی) نمی تواند منجر به افزایش درآمد شود. البته این افزایش درآمد نیز به دلیل عدم توجه به بحث مدیریت خاک نمی‌تواند پایدار باشد. چرا که با اعمال فشار در کاربری‌هایی که تحت مدیریت و اصول صحیح کشت و زرع نیستند، منابع آب و خاک به عنوان منابع پایه و بستر حوزه آبخیز رو به تخریب و انحطاط خواهند رفت. بنابراین

Archive of SID
www.SID.ir

به منظور تحقق هدف(افزایش درآمد) بایستی بهینه‌سازی کاربری اراضی همراه با برنامه‌های مدیریتی و استفاده صحیح بر اساس پتانسیل و استعداد باشد. انجام این تحقیق، ضمن تاییدکارایی مدل برنامه‌ریزی خطی، به خوبی توانست بخشی از برنامه‌های پایش اراضی و آمایش آن و در نهایت الگوی صحیح استفاده از اراضی را در حوزه آبخیز چهل‌گزی نشان دهد. با انجام تحلیل حساسیت به منظور تغییر ترکیب کاربری‌ها در دامنه مجاز و اثر آن بر درآمد، تغییر در بیشترین سطح اراضی باغی گزینه فعلی و گزینه اعمال مدیریت، بیشترین تأثیر را بر درآمد حوزه آبخیز چهل‌گزی دارد و پس از آن بیشترین سطح اراضی آبی از خود حساسیت نشان می‌دهد. همچنین در هر سه گزینه، تغییر در کمترین سطح اراضی باغی تأثیری بر درآمد ندارد؛ چرا که با توجه به درآمد بالای کاربری باغ، مدل بهینه‌سازی تمایل به حداکثر سطح اراضی باغی دارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان به‌دلیل تامین منابع مالی، امکانات عملیات صحرایی، مشاوره‌های علمی و حمایت‌های معنوی قدردانی می‌شود.

منابع

1- Bringl, K. j. 2001. Principles and dryland farming operations. Translation Rashid M. M. H. And Kochaki, A. The Mashhad University Press, 236 p.

2- Cao, K. Batty, M. Huang, B. Liu, Y. Yu, L. and Chen, J. 2011. Spatial multi-objective land use optimization: extensions to the nondominated sorting genetic algorithm-II. International Journal of Geographical Information Science, iFirst, 1–21.

3- Cham Heydar, E. 2011. Optimize the impact of land use on soil erosion and watershed profitability, sedimentation and nutrient losses soil of Sub basin of Yellow River. Ph.D. thesis in agriculture Soil Science, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, 218 pages. (In Persian)

4- Consulting Engineers sustainable Zarkesht Paidar.2005. Detailed studies parcel A of Gheshlag dam. Executive watershed basin. Composed and suggestions. Watershed Management Agricultural Organization of Kurdistan, Volume IX, 255 p. (In Persian)

5- Ducourtieux, O. Laffort, J.R. and Sacklokham, S.2005. Land policy and farming practices in Loas, development and change, 36(3):499-526.

6- Lin, L.Y. Wei, T.D. Feng, L.D. and Song, K.X. 2013. A land use spatial allocation model based on ant colony optimization. Proceedings of the 12th International Conference on GeoComputation LIESMARS Wuhan University, Wuhan, China, 9p.

7- Mahler, P. J. 1979. Manual of land classification for irrigation (third revised edition). Soil Instituted of Iran, Publication No. 205, 103 P.

8- Mtkan, A.R. Shakiba, A.R. Mirbagheri, B. Shaigan.B. And Tanasam. M. 2013. Land use optimization model design based on NSGA-II algorithm to flood management. National Conference on Flood Management. 11 p. (In Persian)

9- Nikkami, D. Shabani, M. and Ahmadi, H. 2009. Land use scenarios and optimization in a watershed. Journal of applied Sciences. 9(2):287-295. (In Persian)

10- Owji, M.R. Nikkami, D. Mahdian, M.H. and Mahmoodi, S. 2012. Land Use Management in Order to Maximizing Benefit and Minimizing Soil Erosion. International Journal of Soil Science, 7(4):157-167. (In Persian)

11- Riedel, C. 2003. Optimizing land use planning for mountainous regions using LP and GIS towards sustainability. Journal of soil conservation, USA, 34(1):121-124.

12- Sadrolashrafi, D. 2010. Principles of management and farm 5th Ed.). The Tehran University Press, 320 p. (In Persian)

13- Shabani, D. 2011. The Impact optimizes land use in the watershed soil erosion and profitability, Case Study: Watershed Persian Zakherd. Journal of Physical Geography 3 (8): 98-83. (In Persian)

14- Shively,G. and Coxhead, I. 2004. Conducting economic policy analysis at a landscape scale: examples from a Philippine watershed, Agriculture Ecosystem and environment, 27(2): 159-170.

15- Singh, A.K. and Singh J.P (1999): Production and Benefit Maximization through Optimal Crop Planning: a Case Study of Mahi Command, Indian Journal of Soil Conservation, 27(2): 157-152.

Archive of SID

www.SID.ir

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering
Vol. 11, No. 36, Spring 2017
سال یازدهم- شماره ۳۶- بهار ۱۳۹۶

Abstract

The Role of Land Use Management Optimizing on Stockholders' Incomes Using Linear Programming, Simplex Model (Case Study: Chehel-Gazi Watershed, Sanandaj)

H. Khaledian[1] and D. Nikkami[2]

Received: 2016/02/06 Accepted: 2016/12/25

In watersheds, soil and water resources management and increase stockholders income is the main aims of watershed management. Provide the appropriate pattern of land use is one of the most important measures in watershed management to optimize land use. In this study, using Linear Programming Model, Simplex and GIS, optimization of land use in the current situation scenario, management scenario and Standard scenario in the Chehel-Gazi watershed, Kurdistan province, Iran, were investigated. The results showed that compared to the current situation, annual net income increases 22.50 percent under land use management scenario and 143.65 percent increase in Standard condition scenario. The results of the scenarios sensitivity analysis showed that in the current situation scenario and management scenario, changes in the area of orchards and then pasture have the greatest impact on stockholders' incomes. However, under the optimal management scenario of land, changes in rangeland and gardens area have more impact on revenue. According to the results, 91.22 percent of annual net income in the current situation, the status of land management 42.41 percent and 47.142 percent increase in the standard setting. Also, the income per hectare in mixed - used pasture - almond, compared to other Land use, about three fold will be increased.

Keywords: Chehel-Gazi watershed, Land management, Land use, land use optimization, linear programing

1- Researcher in Agriculture and Natural Resources Research Center of Kurdistan, Iran. Corresponding author, Email: hkhaledian@yahoo.com
2- Professor in Department of Watershed Management, Tehran University, Tehran, Iran, E-mail: nikkami@scwmri.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir