

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 می‌شود. 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 می‌شود که در آن فعالیت‌های مختلف یا کاربری‌های اراضی به واحدهای خاصی اختصاص داده می‌شود، 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 [۶]. 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 کند، صدراشرافی [۱۲] و شولی و کاکس [۱۴]. 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 به منظور 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 می‌شوند. این در حالی است که تخصیص مکانی کاربری، یک فرآیند جغرافیایی پیچیده

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

حسین خالدیان^۱ و داود نیک‌کامی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷ 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 سندج 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 ۱۴۳/۶۵ 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 بر درآمد آبخیزنشینان دارند. حال آنکه درگزینه استاندارد اراضی، تغییر در سطح اراضی مرتعی و سپس باغات بر روی درآمد تأثیر زیادتری دارند. بر طبق نتایج به دست آمده، درآمد خالص سالانه در وضعیت فعلی ۲۲/۹۱ درصد، در وضعیت اعمال مدیریت اراضی ۴۱/۴۲ درصد و در وضعیت استاندارد ۱۴۲/۴۷ 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 چهل گزی، کاربری اراضی، مدیریت اراضی

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

است که در برگرفته 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 [6]. به دلیل عدم توجه به مسئله قابلیت و تناسب اراضی اکثرا از اراضی به صورت نامناسب و نامعقول استفاده می شود 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 عده زیادی از روستائیان به شهرها شده است. در دهه های اخیر با روش ها و مدل های مختلف و متنوعی توانسته اند با در نظر گرفتن اهداف چندگانه و نیز توجه به محدودیت های موجود در امر بهینه سازی کاربری اراضی نتایج قابل قبولی ارائه دهند و بهینه سازی کاربری اراضی در حوزه های آبخیز با استفاده از برنامه ریزی خطی و سامانه اطلاعات جغرافیایی و با توجه به دیدگاه متضاد نیازها و منابع محدود زمین، یکی از روش های مدیریتی مناسب برای رسیدن به پایداری و نیز تخصیص بهینه اراضی به منظور رسیدن به بیشترین سود است، لین و همکاران [6]. شعبانی [13] تحقیقی به منظور تعیین سطح بهینه کاربری های اراضی به منظور بالا بردن درآمد ساکنین حوزه آبخیز زاخرد در استان فارس انجام دادند. نتایج نشان داد که در صورت بهینه سازی کاربری اراضی، میزان سوددهی کل حوزه ۲۷/۰۴ درصد افزایش می یابد.

متکان و همکاران [8] به طراحی مدل بهینه سازی 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 بهینه سازی، یک کاربری بهینه برای هر قسمت از منطقه انتخاب گردید. با بررسی نتایج مشخص شد سطح منفعت اقتصادی منطقه حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد رشد داشته است. سینگ و همکاران [15] بیشینه سازی تولید و سود را با برنامه ریزی بهینه کشت در یک مطالعه موردی در هندوستان بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که برنامه ریزی کشت در سطح منطقه تولیدات را از ۶۰ تا ۹۶ درصد و برگشت خالص را از ۲۳ تا ۲۶ درصد افزایش داده است.

نیک کامی و همکاران [9] در حوزه آبخیز خارستان استان فارس از مدل برنامه ریزی خطی استفاده کردند. در این تحقیق از سه گزینه شامل: ۱- وضعیت کنونی کاربری ها و بدون اعمال مدیریت اراضی؛ ۲- وضعیت کنونی کاربری ها و اعمال مدیریت اراضی؛ ۳- وضعیت استاندارد کاربری ها و مطابق با اصول و معیارهای علمی استفاده شد. نتایج نشان داد که با اعمال مدیریت اراضی وضعیت کنونی کاربری ها درآمد خالص ۲۰۶٪ افزایش خواهد یافت؛ در حالی که در وضعیت استاندارد، درآمد خالص ۲۰۸٪ افزایش می یابد. 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 [10] 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 می یابد. 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 چهل گزی به دلیل شیب بالای اراضی و سایر محدودیت های مورفولوژیکی، اراضی زراعی غالباً محدود به کشت دیم هستند. این در حالی است که اراضی دیم بر روی دامنه های با شیب تند و در جهت شیب شخم خورده اند. این مدیریت غلط اراضی دیم، منجر به روند تدریجی کاهش حاصلخیزی خاک شده است. از طرفی این حوزه یکی از سرشاخه های سد قشلاق سنندج می باشد که تخریب اراضی ناشی از زراعت دیم با شیوه های ناصحیح مدیریتی، در حوزه آبخیز مورد مطالعه به دلیل شیب بالا و سایر محدودیت های مورفولوژیکی، 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 برنامه ای تدوین گردد تا با تخصیص بهینه کاربری اراضی، افزایش درآمد روستائیان را در پی داشته باشد. در این تحقیق با مشخص شدن نقاط ضعف الگوی موجود بهره برداری از اراضی حوضه چهل گزی، روش های اصلاح الگوهای موجود، ترسیم خواهد شد.

مواد و روش ها

موقعیت جغرافیایی حوزه مورد مطالعه

حوزه آبخیز چهل گزی با مساحت ۲۷۲/۳ کیلومترمربع یکی از سه زیر حوزه اصلی سد قشلاق در شمال شهرستان سنندج و در محدوده ۴۵° ۴۶' تا ۵۷° ۴۶' طول شرقی و ۳۵° ۲۵' تا ۳۵° ۲۸' عرض شمالی واقع گردیده است (شکل ۱). با توجه به مدل رقومی ارتفاع، در حدود ۳۰ درصد از سطح حوزه در کلاس شیب ۳۰-۲۰ درصد و حدود ۲۶ درصد نیز در طبقه ۴۵-۳۰ درصد قرار گرفته است. مطالعات پایه حوزه نیز نشان می دهد که در حدود ۹۴ درصد از حوزه که عمدتاً شامل قسمت های شمالی، شمال غربی و شمال شرقی می شود، کوهستانی است، زرکشت پایدار [۴]. خلاصه وضعیت فیزیوگرافی حوزه در جدول (۱) نشان داده شده است.

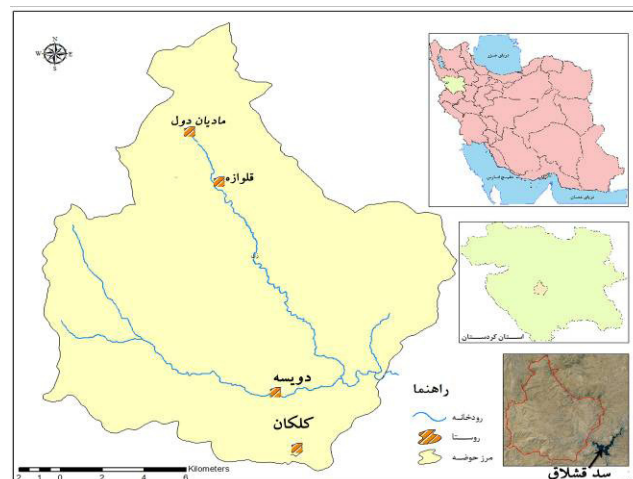
روش تحقیق

به منظور رسیدن به روشی جهت ترسیم الگوی بهینه استفاده از اراضی برای افزایش درآمد کاربران با استفاده از مدل برنامه ریزی 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 کاربری ها محاسبه و به عنوان ضریب در توابع هدف استفاده شده. سپس تغییرات میزان درآمد خالص کل حوزه آبخیز پس از بهینه سازی و به تفکیک هریک از سناریوها مورد

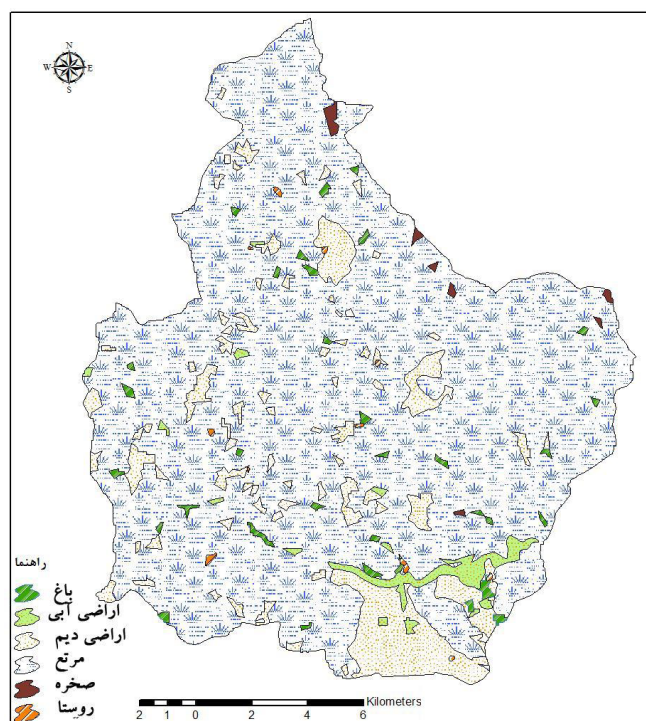
جدول ۱- خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز چهلگزی
Table 1. Physiographic features of Chehel-Gazi watershed

مقدار Value	پارامتر parameters
272.3	مساحت (کیلومتر مربع) Area(km ²)
83.8	محیط (کیلومتر) Perimeter(km)
24.4	طول رودخانه اصلی (کیلومتر) The length of the main river (km)
2790	ارتفاع بیشینه (متر) Maximum height(m)
1555	ارتفاع کمینه (متر) Minimum height(m)
1982	ارتفاع متوسط (متر) The average height(m)
24.5	شیب متوسط حوزه (درصد) Average slope(percent)
2.4	شیب متوسط رودخانه (درصد) Average slope of river(percent)

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 و تعیین 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



شکل ۱- موقعیت محل مورد مطالعه
Fig 1. Location map of the study area



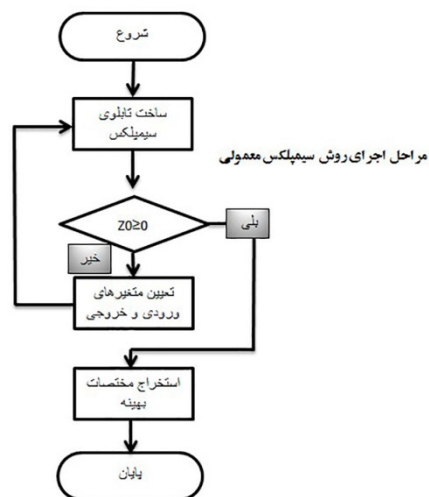
شکل ۲- پراکنش کاربری اراضی حوزه آبخیز چهلگزی
Fig 2. land use distribution of Chehel-Gazi watershed

بررسی قرار گرفته است. سناریوهای مورد استفاده در ادامه تشریح شده است.

گزینه وضعیت فعلی کاربری‌ها

بر مبنای داده‌های حاصل از سنجنده موضوعی^۱ 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



شکل ۳- 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 بانک 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 بانک 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» 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 [۴]. در شکل (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

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 موجود کاربری 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 می‌تواند 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 اضافه کردن 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 آبی مشخص گردید. به منظور تعیین نقشه در حالت استاندارد، از استانداردهای ارائه شده توسط ماهر [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 تصمیم‌گیری شده است (جدول ۳). به عنوان مثال واحدی که شرایط لازم از جهت عمق خاک و شیب را برای کشت آبی دارد 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

نرم افزار لینگو ۱۱ اجرا و محاسبات لازم بعمل آمد. شکل عمومی مسأله، جهت تابع بیشینه سازی درآمد در حوزه آبخیز چهل گزی به صورت رابطه ساده شده (۱) نوشته می شود:

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

در این رابطه، Z_1 درآمد خالص سالانه کل حوزه آبخیز بر حسب میلیون ریال در سال، A_{i1} درآمد ناخالص سالانه واحد سطح مربوط به هر کاربری اراضی بر حسب میلیون ریال در هکتار، A_{i2} هزینه تولید واحد سطح هر کاربری اراضی بر حسب میلیون ریال در هکتار، A_{i3} خسارت فرسایش خاک در واحد سطح هر کاربری اراضی بر حسب میلیون ریال در هکتار و X_i مساحت مربوط به هر کاربری بر حسب هکتار می باشد.

به منظور حل تابع بیشینه سازی درآمد در مدل بکارگرفته شده، با فرمول بندی مسئله بهینه سازی کاربری اراضی حوضه در گزینه اعمال مدیریت اراضی، محدودیت هایی به شرح زیر مد نظر قرار گرفت: محدودیت اول: سطح اراضی زیر کشت آبی حوضه در شرایط فعلی ۴۴۹ 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 نایستی 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 ۵۶۸ هکتار قابل افزایش بود. محدودیت سوم: با توجه به محدودیت های اعمال شده در نقشه پتانسیل اراضی در مورد شیب، عمق خاک و دسترسی به منابع آبی، مجموع اراضی آبی و باغی نباید از ۶۳۹ هکتار بیشتر باشد. محدودیت چهارم: سطح اراضی زیر کشت دیم در منطقه در شرایط فعلی ۲۷۷۴ هکتار است که با توجه به نقشه پتانسیل اراضی و با توجه به میانگین بارش ۴۴۶ میلیمتر در سال، این مقدار به ۷۹۶ هکتار کاهش یافته است. محدودیت پنجم: در ارتباط با سطح اراضی مرتعی که در شرایط فعلی ۲۳۵۸۱ هکتار است، بر اساس ماده ۵۶ 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 بیشینه سازی سود، نسبت ۱۰ تا ۵۰ درصدی از منابع و ضرایب کاسته و افزوده شد. سپس دامنه مجاز تغییرات پارامتر به شرط تأمین شرایط بهینه و عملی بودن راه حل تعیین شد و حساسیت ضرائب تحلیل شد. تحلیل حساسیت مدل بهینه برای

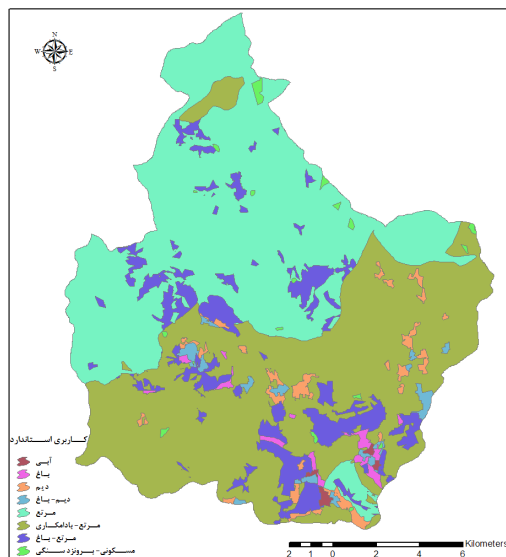
حوزه آبخیز چهل گزی در خصوص منابع مختلف و ضرایب توابع هدف برای هر یک از گزینه ها انجام شد.

نتایج

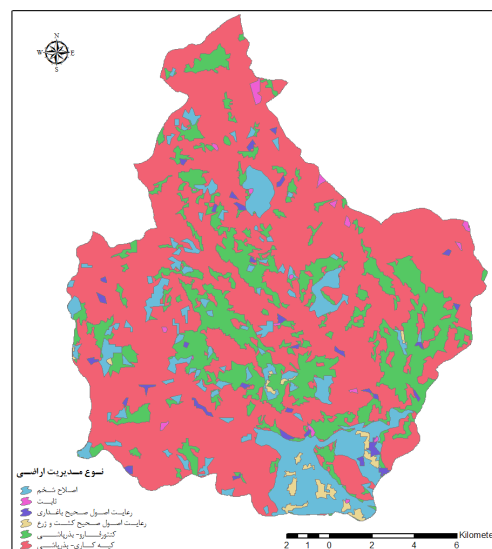
تمایل بهره برداران به افزایش سطح اراضی دیم با توجه به بارش نسبتاً خوب محل مورد مطالعه، موجب تبدیل اراضی مرتعی به دیمزار شده است. اما بعد از گذشت چند سال، قابلیت اراضی برای تولید محصول دیم به دلیل کاهش حاصلخیزی خاک کم می شود. سطح اراضی زیر کشت دیم در منطقه در شرایط موجود ۲۷۷۴ هکتار است که با توجه به نقشه بهینه سازی کاربری فعلی در شکل (۳) به ۷۹۶ 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 نمی توان به طور یقین اطمینان نمود که زارعین عملیات خاک ورزی 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 برنامه ریزی خطی در نرم افزار لینگو، سطح بهینه کاربری های اراضی حوزه آبخیز چهل گزی که می تواند میزان درآمد را حداکثر نماید، تعیین شد. در ادامه میحث با توجه به محدودیت و بمنظور جلوگیری از طولانی شدن مقاله از ذکر روابط تعریف شده مدل و جداول مربوطه خودداری و مهمترین بخش نتایج ارائه می شود.

بر اساس نتایج، بعد از بهینه سازی اراضی موجود، سطح اراضی آبی با ۷۱ درصد کاهش، از ۴۴۹ هکتار به ۷۱ هکتار رسید. مساحت اراضی باغی با ۹۳/۹ درصد افزایش از ۲۹۳ به ۵۶۸ هکتار رسید. سطح اراضی دیم با ۷۱/۳ درصد کاهش، از ۲۷۷۴ هکتار به ۷۹۶ هکتار رسید. مساحت اراضی مرتعی با ۸/۸ درصد افزایش، از ۲۳۵۸۱ هکتار به ۲۵۶۶۲ هکتار رسید. این نتایج نشان می دهد 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 شده اند. این مسئله موجب آن شده تا درآمد افزایش و فرسایش کاهش یابد. سطح بهینه کاربری های اراضی در جدول (۲) برای کاربری اراضی فعلی قبل و بعد از بهینه سازی ارائه شده است. شکل (۴) نقشه وضعیت استاندارد و مدیریت کاربری های فعلی حوزه را نشان می دهد.

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 کاربری ها در سطح مشترک دیم- باغ بصورت ۴ 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



شکل ۵- کاربری حوزه در وضعیت استاندارد
Fig 5. Current land use under standard condition



شکل ۴- کاربری فعلی حوزه در وضعیت مدیریت اراضی
Fig 4. Current land use under land management condition

جدول ۲- مساحت کاربری‌های اراضی فعلی قبل و بعد از بهینه‌سازی

Table 2. Current land use area before and after optimization

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

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 ۴۴۹ هکتار، محصولات نظیر گندم، جو، یونجه، شبدر و نخود کشت می‌شوند 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 ۴۵۰۰۰ هزار ریال در هکتار است. در کاربری دیم برای شرایط موجود با مساحت ۲۷۷۴، 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

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 می‌باشد؛ 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. 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.

جدول ۳- راهنمای تهیه نقشه تناسب اراضی برای حوزه

Table 3.Guidelines for land suitability map

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

جدول ۴- 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

۹۰۲۱۲ می باشد که افزایشی در حدود ۱۴۳/۶۵ درصدی نسبت به وضعیت موجود کاربری اراضی را نشان می دهد. با توجه به نتایج، افزایش عملکرد در شرایط اعمال مدیریت اراضی ۱۰ درصد و افزایش هزینه ها ۵ درصد تعیین شد. خلاصه نتایج در جدول (۷) آمده است.

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل بهینه سازی 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 ۴۵۰۰۰ هزار ریال در هکتار و در شرایط اعمال مدیریت اراضی ۵۱۷۵۰ هزار ریال در هکتار است که در مقایسه با سایر کاربری ها تفاوت قابل ملاحظه ای دارد (جدول ۴ و ۵) 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 گزینه های 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 تاثیر می پذیرد. نمودار تحلیل حساسیت در وضعیت های فعلی، اعمال مدیریت و استاندارد در شکل های (۵) تا (۷) نشان داده شده است.

چهار تیپ مرتعی را شامل می شود و با توجه به تولید علوفه، درآمد خالص این کاربری نیز ۷۲۵ هزار ریال در هکتار است (جدول ۴). پس با لحاظ قراردادن سطح کاربری های اراضی بدست آمده و اعمال محدودیت های تعریف شده در نرم افزار مطابق جدول (۳)، مقادیر درآمد در وضعیت بهینه سازی با اعمال مدیریت و وضعیت استاندارد محاسبه شده و نتایج در جداول (۶ و ۵) 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 ۸۴۵۴ هزار ریال در هکتار، در کاربری باغ به ۵۱۷۵۰ هزار ریال در هکتار و در کاربری دیم به ۲۶۷۲ هزار ریال در هکتار رسیده است. در این حال درآمد خالص کاربری مرتع در گزینه فعلی برابر ۷۲۴ هزار ریال در هکتار و گزینه اعمال مدیریت اراضی برابر ۸۰۰ هزار ریال در هکتار و در گزینه استاندارد به دلیل ترکیب بادامکاری در مرتع، درآمد خالص به ۲۲۶۵ هزار ریال در هکتار افزایش یافته است. در گزینه وضعیت استاندارد، متوسط درآمد ناخالص، هزینه ها و درآمد خالص کاربری ها برای هر کاربری همانند گزینه اعمال مدیریت در این گزینه میزان اراضی آب، باغ و دیم به ترتیب ۷۱، ۵۶۸ و ۷۹۶ هکتار تعیین شده و سطح مراتع از ۲۳۵۸۱ هکتار به ۲۵۶۶۲ هکتار افزایش یافته است.

در شرایط موجود کاربری اراضی حوزه آبخیز چهل گزی، کل درآمد خالص از تمامی کاربری ها، برابر ۳۷۰۲۵ میلیون ریال است که در وضعیت اعمال مدیریت اراضی، میزان درآمد به ۴۵۷۲۹ میلیون ریال خواهد رسید که افزایشی در حدود ۲۲/۵۰ درصد خواهد داشت. همچنین در وضعیت استاندارد، افزایش درآمد برابر

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 ۶- درآمد خالص کل در شرایط استاندارد کاربری اراضی

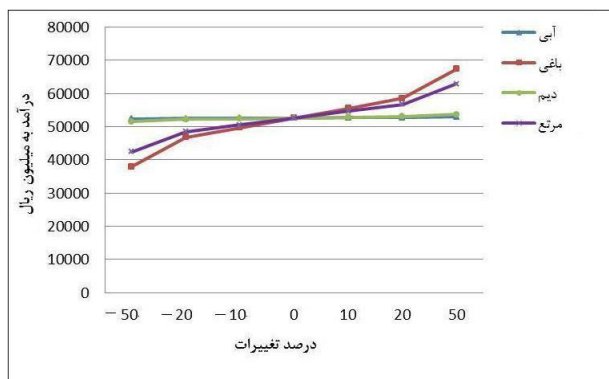
Table 6. Total net Income at standard conditions of land use

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

جدول ۷- تغییرات درآمد خالص سالانه بعد از بهینه سازی کاربری اراضی

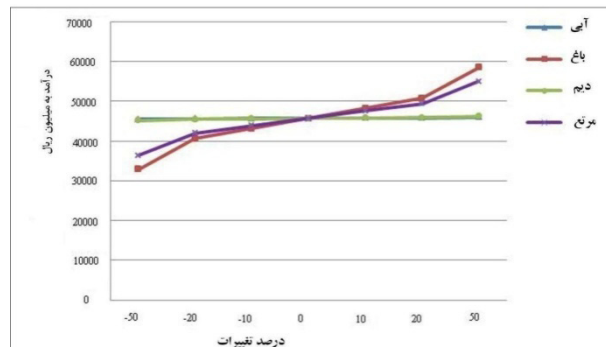
Table 7. The amount of annual net Income changes after land use optimization

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)	مقدار (میلیون ریال) Amoun (mtIR)
درصد Percent	درصد Percent	درصد Percent
37225	45177	9024
22.5	143.65	

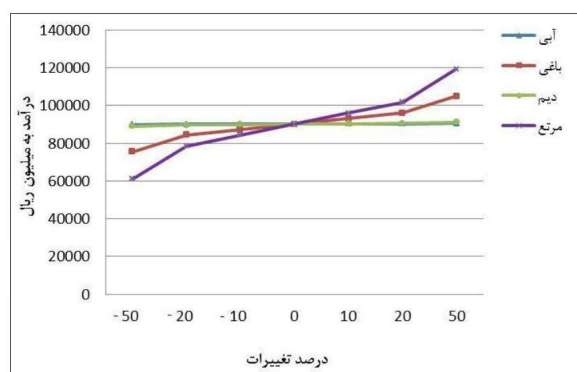


شکل ۶- تحلیل حساسیت نسبت به درآمد در وضعیت اعمال مدیریت

Fig 6. Income sensitivity analysis Due to land management status



شکل ۵- تحلیل حساسیت نسبت به درآمد در وضعیت فعلی
Fig 5. Income sensitivity analysis Due to current status



شکل ۷- تحلیل حساسیت نسبت به درآمد در وضعیت استاندارد

Fig 6. Income sensitivity analysis Due to standard status

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) نمی‌تواند 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

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، بهینه‌سازی 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.

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 Zakerd. 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.

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

بدین وسیله از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان به دلیل تامین منابع مالی، امکانات عملیات صحرائی، 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.

Abstract

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

H. Khaledian¹ and D. Nikkami²

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