نشریه علمی- پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۵، شماره ۳، ۱۳۹۲، صفحات ۱۵۵-۱۶۴

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 5, Issue 3, 2013, Pages 155-164

بررسی الگوی استفاده از اراضی در حوزه آبخیز سد سنا استان بوشهر

علی جعفری*[۱]، داود نیک‌کامی[۲]، اسماعیل عباسی[۳] و فاطمه توکلی‌راد[۴]

[۱و۳و۴] کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر و [۲] استاد، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۲۰

چکیده

عدم وجود مدیریت صحیح استفاده از اراضی در یک حوزه آبخیز، تأثیرات نامناسبی بر منابع موجود در آن دارد. برای کاهش اثرات محیطی و اقتصادی فرسایش که ناشی از سوء مدیریت در استفاده از اراضی است، نیاز به تدابیری در حوزه‌های آبخیز است. بهینه‌سازی کاربری اراضی یکی از راه کارهای مناسب برای دست‌یابی به توسعه پایدار و کاهش هدررفت منابع می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش، تعیین سطح بهینه کاربری اراضی به‌منظور افزایش درآمد ساکنین و کاهش میزان اثرات فرسایش در حوزه آبخیز سد سنا است. به‌منظور رسیدن به توسعه و به‌کارگیری روشی به‌منظور ترسیم الگوی بهینه استفاده از اراضی برای داشتن حداقل فرسایش و افزایش درآمد کاربران، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چند هدفی متناسب با شکل توابع هدف و محدودیت‌ها گزینه‌های بهینه تعیین و ارائه شد. در این رابطه، مدل برنامه‌ریزی خطی برای سه سناریوی مختلف وضعیت کنونی کاربری‌ها، وضعیت کنونی کاربری‌ها با اعمال مدیریت اراضی و وضعیت استاندارد کاربری‌ها و مطابق با اصول و معیارهای علمی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، سطح کاربری‌های فعلی برای کاهش میزان فرسایش و افزایش درآمد ساکنین حوضه مناسب نبوده و در شرایط بهینه باید تغییر کند. همچنین، نتایج حاصله از میزان سود و فرسایش نشان داد، در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی، میزان فرسایش در شرایط فعلی، با اعمال مدیریت اراضی در کاربری‌های فعلی و در شرایط استاندارد به‌ترتیب ۵/۳ ، ۳۱/۷ و ۴۳/۴ درصد کاهش و میزان سود به‌ترتیب ۴۷/۷۳، ۲۴۲/۵۷ و ۲۴۲/۵۷ درصد افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی، سوددهی، فرسایش، مدیریت اراضی

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت و محدودیت منابع موجود، بشر را وادار ساخته تا با چاره‌اندیشی صحیح، مدیریت بهینه منابع را به‌عنوان یکی از راه‌کارهای اساسی در تخصیص منابع به بهترین صورت ممکن به‌کار گیرد تا با تخصیص بهینه منابع محدود به نیازهای نامحدود بشری پاسخ دهد. توسعه پایدار در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی، جز با حفظ منابع و استفاده صحیح و مستمر و پایدار و کاهش هدررفت و خسارت به آن‌ها به‌وقوع نمی‌پیوندد (Nikkami، ۲۰۰۳). 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

* مسئول مکاتبه: a_j472000@yahoo.com

رسیدن به پایداری و نیز تخصیص بهینه اراضی به‌منظور رسیدن به بیشترین سود است (Riedel، ۲۰۰۳).

کاربرد روش‌های مختلف بهینه‌سازی در سال‌های اخیر به‌نحوی توسعه یافته که اغلب اقدام‌های مدیریتی همه‌جانبه و منطقی بر نتایج به‌دست آمده از پژوهش‌های مرتبط با آن‌ها استوار شده است. به‌منظور تعیین الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر کردن درآمد خالص در منطقه‌ای از پاکستان از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده شد. در این مدل، میزان زمین و حداقل کشت گندم و برنج برای نیازهای غذایی کشاورزان به‌عنوان محدودیت‌های مدل در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان داد، سودآورترین کشت منطقه، کشت محصول گندم می‌باشد (Singh و همکاران، ۲۰۰۱).

افزایش بهره‌وری اراضی کشاورزی و جنگلی در بخش ترانین ژاپن به‌دلیل تخصیص مناسب اراضی به کاربری‌های مختلف توسط Tra و Egashira (۲۰۰۴) مورد تأیید قرار گرفت. مدل برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی در بهینه‌سازی کاربری اراضی جنوب شرقی ترکیه در راستای بیشینه‌سازی سود در اراضی کشاورزی با توجه به محدودیت آب مورد استفاده قرار گرفت (Benli و Kodal، ۲۰۰۳). در این مدل، زمین و دیگر منابع با توجه به کمیابی و مزیت نسبی آن‌ها در فرآیند تولید به کاربری‌های مختلف تخصیص می‌یابند (Falah Shamsi و همکاران، ۲۰۰۶).

Jalili و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی کاربری اراضی در حوزه‌های آبخیز به‌منظور کمینه‌سازی فرسایش خاک با استفاده از برنامه‌ریزی خطی در حوزه آبخیز بریموند، استان کرمانشاه، چنین گزارش کردند که عدم وجود مدیریت صحیح استفاده از اراضی در یک حوزه آبخیز، تأثیرات نامناسبی بر منابع موجود در آن دارد. نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی خطی در خارستان فارس نشان داد، در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی در شرایط فعلی و بدون اعمال مدیریت اراضی، میزان فرسایش خاک و سوددهی کل حوضه به‌ترتیب ۳/۷ درصد کاهش و ۱۶۲/۶درصد افزایش می‌یابد. در صورت اعمال مدیریت اراضی در داخل سطوح فعلی کاربری‌ها، میزان فرسایش خاک و سوددهی کل حوضه به‌ترتیب ۳۷/۳ درصد کاهش و ۲۰۵/۷ درصد افزایش و در شرایط استاندارد کاربری‌ها، میزان فرسایش و سوددهی کل حوضه به‌ترتیب ۵۳/۲ درصد کاهش و ۲۰۷/۹ درصد افزایش می‌یابد (Shabani، ۲۰۰۸). مطالعات گذشته توانایی مدل برنامه‌ریزی خطی در حل مسائل تخصیص منابع را به خوبی نشان می‌دهد. بنابراین، هدف از این پژوهش این است که با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چند هدفی از بین ترکیبات مختلف و متنوع کاربری‌ها، گزینه بهینه طوری انتخاب شود تا با وضعیت موجود، علاوه بر کاهش آلودگی منابع آب و خاک و کاهش فرسایش و رسوب، درآمد مناسبی را برای ساکنین حوضه به ارمغان آورد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز سد سنا با مساحتی بالغ بر ۱۸۱۳۶/۹ هکتار است که در ۱۰۲ کیلومتری شهر بوشهر قرار گرفته است (شکل ۱). این حوضه در مختصات جغرافیایی ′۵۱ و °۲۸ و ″۵۷ تا ′۵۱ و °۳۹ و ″۳۵ طول شرقی و ′۲۸ و °۳۱ و ″۳۲ تا ′۲۸ و °۴۱ و ″۴۹ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه از سطح دریا ۱۶۵۶، حداقل ۱۳۶ و متوسط ۷۸۹ متر می‌باشد. شیب متوسط حوضه ۳۵/۹ درصد است. طبقه شیب ۲۵-۱۲ درصد با مساحت ۴۸/۵۷۷ کیلومترمربع (۲۶/۹ درصد) بیشترین و طبقه ۵-۲ با وسعت ۱۰/۵۳۹ کیلومترمربع (۵/۸ درصد) کمترین سطح را اشغال کرده است. مجموع طول کلیه آبراهه‌ها ۹۶۵/۶۹ کیلومتر و تراکم زهکشی در این حوضه ۱۰/۵ کیلومتر بر کیلومترمربع می‌باشد که نشان از سیل‌خیز بودن حوضه دارد (NRDBP، ۲۰۰۶).

بارندگی متوسط سالانه حوضه سنا ۳۱۷/۲۱ میلی‌متر محاسبه شده است. همچنین، حداکثر بارندگی ۲۴ساعته حوضه ۵۱/۷ میلی‌متر است. دمای حداقل سالانه، حداکثر سالانه و میانگین سالانه حوضه به‌ترتیب ۱۵/۳، ۲۹/۸ و ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد است. همچنین، میانگین رطوبت نسبی نیز در این حوضه ۵۰/۵ درصد می‌باشد. میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی حوضه به‌ترتیب ۱۷۱۲/۲ و ۲۰۹/۵ میلی‌متر

محاسبه شده است. اقلیم منطقه با توجه به‌روش دومارتن اصلاح شده خشک گرم است. سازندهای زمین‌شناسی حوضه شامل گروه‌های خامی زیرین و فوقانی و بنگستان، سازندهای پابده و گورپی، آسماری، گچساران، میشان، آغاجاری و بختیاری به همراه واحدهای آبرفتی مربوط به مخروط‌های آبرفتی جوان و آبرفت‌های بستر رودخانه می‌باشد (NRDBP، ۲۰۰۶).

شکل ۱- نقشه موقعیت حوضه مورد مطالعه

خاک حوزه آبخیز مورد مطالعه در رده Entisol و گروه بزرگ Typic Xerorthents قرار گرفته است. این خاک‌ها فاقد تکامل پروفیلی هستند و به جز افق سطحی Ochric افق مشخص دیگری ندارد. ظرفیت کل مراتع حوضه ۱۹۰۱/۶۶ واحد دامی در ماه است که معادل با ۴۸۵ تن علوفه قابل برداشت در سال می‌باشد. در حال حاضر، تعداد دام موجود در حوضه ۸۹۵۴ واحد دامی است که نیاز علوفه‌ای معادل با ۲۲۸۵/۲۸ تن دارند. با توجه به علوفه قابل برداشت حوضه که برابر با ۴۸۵ تن می‌باشد، حدود ۷۰۵۲/۳۴ واحد دامی مازاد بر ظرفیت مراتع هستند. وضعیت مراتع مورد مطالعه از خیلی‌ضعیف تا ضعیف بوده و گرایش آن‌ها منفی است (NRDBP، ۲۰۰۶).

مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد، انواع فرسایش‌های آبی در این حوضه مشاهده می‌شود. با استفاده از روش MPSIAC میزان رسوب ویژه و کل رسوب تولید در زیرحوضه‌های لاور و کشتو به‌ترتیب ۴۶۸/۶۳ مترمکعب بر کیلومترمربع در سال، ۷۴۰۹۷/۷۵ مترمکعب در سال، ۴۰۵/۴۹ مترمکعب بر کیلومترمربع در سال و ۷۸۸۶/۷۸ مترمکعب در سال می‌باشد. بخش عمده جمعیت ۱۱۰۵ نفری منطقه را روستائیان تشکیل می‌دهند (حدود ۸۷/۲ درصد). از این مجموعه، ۹۸۱ نفر در حوضه ساکن می‌باشند و بقیه در مرز آبخیز مسکن گزیده‌اند. همچنین، بخشی از اراضی حوضه نیز در اختیار ۲۱ خانوار عشایری قرار دارد. جمعیت فعال منطقه عموماً به شغل‌های کارگری (۲۷/۴ ٪)، دامداری (۲۲ ٪)، خدمات (۱۶/۴ ٪) و کشاورزی (۱۳/۷ ٪) اشتغال دارند. با توجه به این که عمده شغل کارگری در زمینه کشاورزی می‌باشد، لذا می‌توان نتیجه گرفت حدود ۶۳ درصد جمعیت در امور کشاورزی و دامداری شاغل می‌باشند. نظام بهره‌برداری از اراضی زراعی منطقه نظام دهقانی می‌باشد. حدود ۵۵ درصد از کل خانوارهای حوضه فاقد اراضی کشاورزی می‌باشند و حدود ۲۳ درصد آن‌ها نیز کمتر از چهار هکتار زمین دارند. عمده‌ترین محصولات زراعی منطقه گندم، جو، هندوانه، ذرت، کنجد و سیب زمینی می‌باشد که در مساحتی معادل ۱۳۹۶ هکتار از اراضی کشت می‌شوند. همچنین، ۱۸/۴۵ هکتار اراضی به باغ نخل و مرکبات اختصاص دارد (NRDBP، ۲۰۰۶). با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده، اراضی

منطقه مستعد کاشت گندم، جو، هندوانه، ذرت، کنجد، لیموترش و نخل می‌باشد.

روش پژوهش: در این پژوهش، ابتدا اطلاعات پایه و مورد نیاز براساس مطالعات تفصیلی- اجرایی حوزه آبخیز سد سنا که در سال ۱۳۸۴ به‌وسیله معاونت آبخیزداری استان بوشهر انجام شده بود، تهیه و جمع‌آوری شد. اطلاعات و داده‌های تکمیلی و مورد نیاز در مراحل مختلف پژوهش با تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود، بررسی‌های صحرایی و بحث و تبادل نظر با مردم ساکن حوضه جمع‌آوری شد. سپس، سه گزینه مورد بررسی قرار گرفت. به‌طوری‌که در هر گزینه میزان فرسایش و درآمد خالص از هر کاربری تعیین و به‌عنوان ضرایب در توابع هدف استفاده شد. سپس، تغییرات میزان فرسایش و درآمد خالص در کل منطقه و در هر سه گزینه با استفاده از مدل ADBASE، به تفکیک مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت. گزینه‌های مورد بررسی به شرح زیر است:

گزینه اول (وضعیت کنونی کاربری‌ها): در این گزینه، نقشه کاربری اراضی در وضعیت کنونی تهیه و میزان فرسایش و درآمد خالص در هر کاربری تعیین شد. سپس، با توجه به مقادیر فرسایش و درآمد خالص هر کاربری با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، توابع هدف تعریف و ترکیب بهینه کاربری اراضی تعیین شد. به‌طوری‌که با توجه به وضعیت کنونی، ترکیب بهینه کاربری اراضی طوری مشخص شد که میزان درآمد حداکثر و میزان فرسایش در کل حوزه حداقل شود.

گزینه دوم (وضعیت کنونی کاربری‌ها و اعمال مدیریت اراضی): در این گزینه، در وضعیت کنونی تنها مدیریت صحیح استفاده از اراضی اعمال می‌شود، لذا در حالت جدید میزان فرسایش و درآمد خالص هر کاربری که متفاوت با حالت قبل می‌باشد، تعیین و در توابع هدف مورد استفاده قرار گرفت. مثلاً استفاده از شخم عمود بر جهت شیب به جای شخم سنتی، کشت متراکم به جای کشت سنتی، کشت بر روی خطوط تراز به جای کشت معمولی و یا مدیریت صحیح چرا به جای چرای سنتی در اراضی مرتعی. لازم به توضیح است برای پیاده کردن الگوهای مختلف کشت و کار و نحوه بهره‌برداری از اراضی از اطلاعات موجود در منطقه، خواسته‌های مردم و کشاورزان و نظر کارشناسان کشاورزی استفاده شده است.

گزینه سوم (وضعیت استاندارد کاربری‌ها): در این حالت با توجه به محدودیت‌ها و منابع موجود در منطقه، مطالعات تناسب اراضی صورت گرفته و اولویت‌های استفاده از اراضی در شرایط آتی مشخص شد. سپس، براساس دستورالعمل و استانداردهای ارائه شده در مورد انجام هر گونه فعالیت کشت و کار در منطقه براساس شیب زمین و همچنین، شرایط عمق خاک و دیگر مسائل، مطابق با اصول و معیارهای علمی نقشه کاربری اراضی در حالت استاندارد تهیه شد. با توجه به نقشه پراکنش کاربری‌ها در حالت استاندارد، مدیریت اراضی نیز در داخل هر کاربری اعمال و سپس میزان درآمد و فرسایش در حالت جدید مشخص و در توابع هدف مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

کاربری‌های موجود در حوزه آبخیز سنا به چهار صورت مرتع، باغ، زراعت آبی و زراعت دیم تقسیم‌بندی شد که میزان هر کاربری در جدول ۱ ارائه شده است.

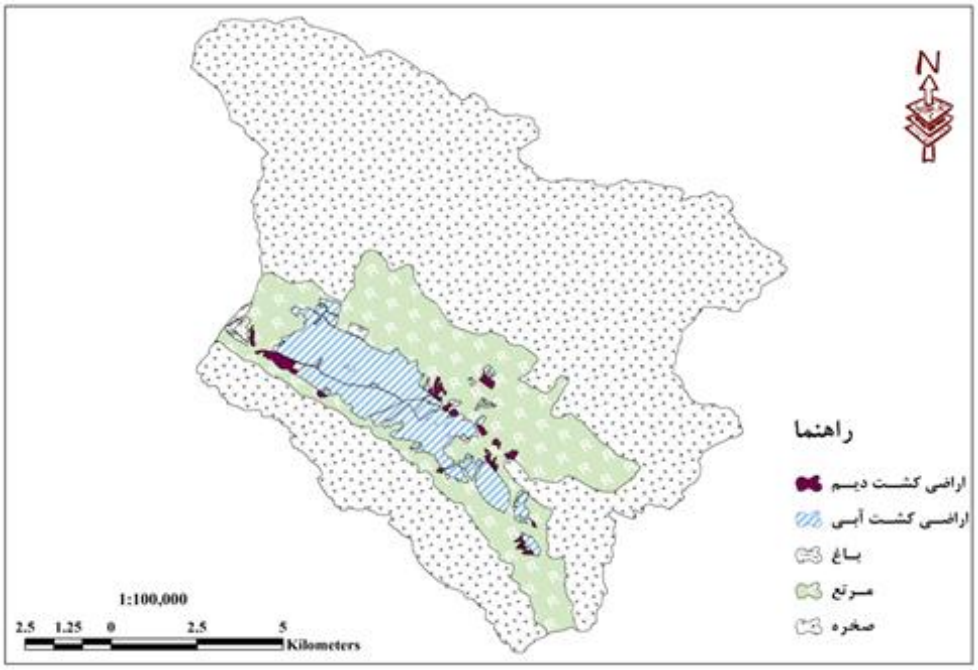
جدول ۱- مساحت کاربری‌های موجود در حوزه آبخیز سنا

کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
باغ	۱۰۷/۵۸	۰/۶۰
مرتع	۳۴۰۴/۸۲	۱۸/۷۷
کشت آبی	۱۲۳۱/۷۲	۶/۷۹
کشت دیم	۱۰۶/۵۴	۰/۵۹
سایر مناطق	۱۳۲۸۶/۲۳	۷۳/۲۵
مجموع	۱۸۱۳۶/۹	۱۰۰

با توجه به نتایج به‌دست آمده، کاربری کشت دیم و باغ به‌ترتیب با ۰/۵۹ و ۰/۶۰ کمترین سطح از اراضی حوضه را به خود اختصاص داده است. علاوه بر این، سایر کاربری‌های جاده، مسکونی و توده سنگی جزء سایر مناطق قرار گرفتند که بیشترین سطح از حوضه یعنی ۷۳/۲۵ درصد را به خود اختصاص داده است (شکل ۲).

با در نظر گرفتن شرایط استاندارد برای هر کاربری از جمله عمق خاک، شیب و فاصله دسترسی به منابع آب، سطح کاربری‌ها در این شرایط تعیین شد که

نتایج حاصل از آن در جدول ۲ و شکل ۳ آمده است. نتایج حاصل از بهینه سازی با استفاده از نرم‌افزار ADBASE نشان داد که برای هر سه سناریوی مورد مطالعه یعنی وضعیت کنونی، وضعیت اعمال مدیریت اراضی و وضعیت استاندارد، سطح بهینه کاربری‌های اراضی که می‌تواند درآمد ساکنین آبخیز را حداکثر و در عین حال میزان فرسایش کل حوضه را به حداقل ممکن برساند، در جدول ۳ ارئه شده است.



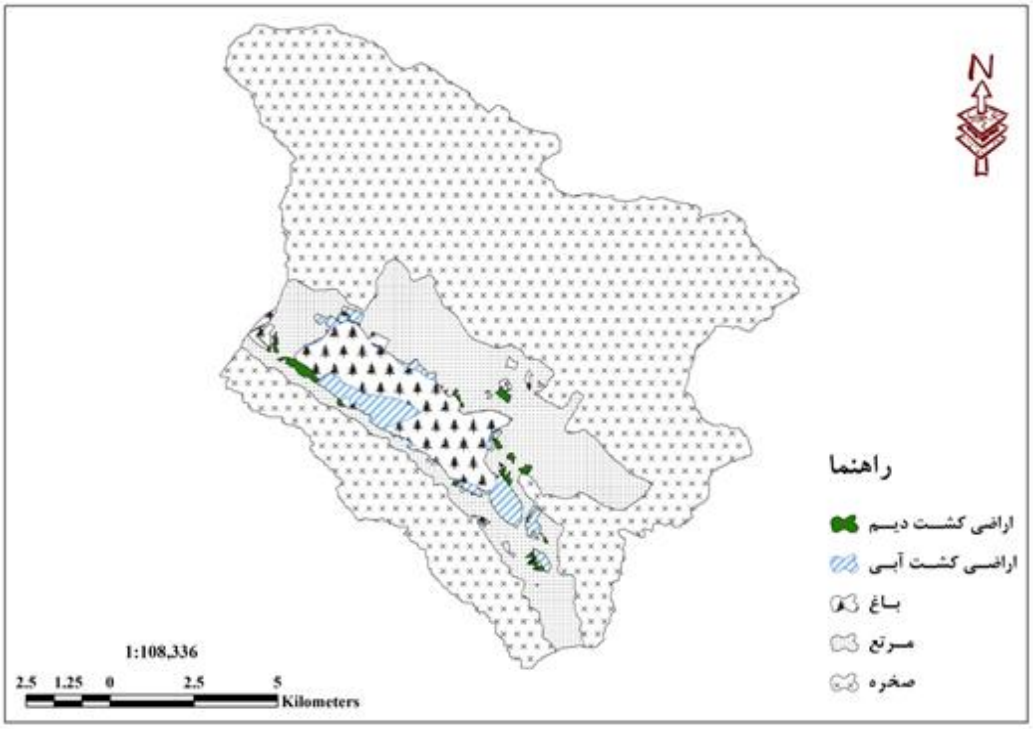
شکل ۲- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز سد سنا در وضعیت کنونی

جدول ۲- سطح کاربری‌های حوضه مطالعاتی در وضعیت استاندارد

کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
باغ	۸۹۹/۲۸	۱۸/۵۳
مرتع	۳۴۰۴/۸۲	۷۰/۱۸
کشت آبی	۴۶۲/۵۲	۹/۵۳
کشت دیم	۸۵/۲	۱/۷۶

مقایسه مقادیر سود و فرسایش سالانه قبل و بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی: پس از محاسبه میزان فرسایش و سود در قبل و بعد از عملیات بهینه‌سازی، اقدام به مقایسه میزان فرسایش و سود سالانه برای هر سه سناریو شد که نتایج حاصل از آن در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. افزایش فرسایش سالانه در برخی کاربری‌ها مانند باغ در بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی، مربوط به افزایش مساحت کاربری در بعد از بهینه‌سازی می‌باشد (۱۰۸ هکتار به ۸۹۹/۲۸ هکتار). در جدول‌های ۴ و ۵، مقادیر فرسایش و سود در هر سه سناریو قبل از ورود داده‌ها به مدل بهینه‌سازی ارائه شده که با استفاده از اطلاعات موجود محاسبه شد.

سپس، داده‌های حاصله وارد مدل ADBASE شده و مقادیر فرسایش و سود بعد از بهینه‌سازی در وضعیت کنونی، وضعیت اعمال مدیریت اراضی و وضعیت استاندارد بدست آمد. بنابراین، این جدول‌ها مقایسه سود و فرسایش را در هر سه گزینه در قبل و بعد از بهینه‌سازی نشان می‌دهد. مقایسه هر گزینه بعد از بهینه‌سازی با وضعیت کنونی در جدول‌های ۶ و ۷ انجام شده که به‌صورت درصد کاهش فرسایش و افزایش سود ارائه شده است.



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز سد سنا در وضعیت استاندارد

جدول ۳- سطح اختصاص یافته به هر کاربری در شرایط قبل و بعد از بهینه‌سازی

کاربری	سطح اختصاص یافته (هکتار)	
	قبل از بهینه سازی	بعد از بهینه سازی
باغ	۱۰۸	۸۹۹/۲۸
مرتع	۳۴۰۴/۸۲	۳۴۰۴/۸۲
کشت آبی	۱۲۳۲	۴۶۲/۵۲
کشت دیم	۱۰۷	۸۵/۲۰

جدول ۴- میزان فرسایش سالانه (تن در سال) در قبل و بعد از اعمال مدیریت اراضی کاربری اراضی

کاربری اراضی	وضعیت کنونی		وضعیت اعمال مدیریت اراضی	
	قبل از بهینه‌سازی	بعد از بهینه‌سازی	قبل از بهینه‌سازی	بعد از بهینه‌سازی
باغ	۱۱۸۲/۶	۹۸۴۷/۱۱۶	۸۴۳/۴۸	۷۰۲۳/۳۸
مرتع	۴۵۱۳۷/۰۴	۴۵۱۳۷/۰۴	۳۲۵۷۶/۲۸	۳۲۵۷۶/۲۸
کشت آبی	۱۹۰۵۹/۰۴	۷۱۵۵/۱۸	۱۳۸۳۵/۳۶	۵۱۹۴/۱
کشت دیم	۱۴۸۵/۱۶	۱۱۸۲/۵۸	۱۱۰۹/۵۹	۸۸۳/۵۲
کل	۶۶۸۷۴/۷۱	۶۳۳۳۲/۷۹	۴۸۳۶۴/۷۱	۴۵۶۸۵/۱۳

جدول‌های ۶ و ۷ به‌ترتیب درصد کاهش میزان فرسایش و افزایش سود خالص کل حوضه در شرایط بهینه‌سازی کاربری‌های اراضی نسبت به وضعیت موجود را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از جدول ۶ نشان می‌دهد که در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی میزان فرسایش در وضعیت کنونی، اعمال مدیریت اراضی و وضعیت استاندارد به‌ترتیب ۵/۳، ۳۱/۷ و ۴۳/۴ درصد کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از جدول ۷ نشان می‌دهد، در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی در محدوده مطالعاتی، میزان سود خالص در وضعیت سه سناریو یاد شده به‌ترتیب ۳۴/۲۱ و ۵۷/۲۴ درصد افزایش می‌یابد (جدول ۷).

جدول ۵- مقادیر سود خالص سالانه در قبل و بعد از اعمال مدیریت اراضی کاربری اراضی (میلیون ریال در سال)

کاربری اراضی	وضعیت کنونی		وضعیت اعمال مدیریت اراضی	
	قبل از بهینه‌سازی	بعد از بهینه‌سازی	قبل از بهینه‌سازی	قبل از بهینه‌سازی
باغ	۲۸۸۳/۶	۲۴۰۱۰/۷۸	۷۷۳۹/۲۸	۶۴۴۴۲/۴
مرتع	۸۵۵/۲۵	۸۵۵/۲۵	۱۰۲۱/۴۴۶	۱۰۲۱/۴۴۶
کشت آبی	۱۷۴۹۴/۴	۶۵۶۷/۷۸	۱۹۹۷۰/۷۲	۷۴۹۷/۴۵
کشت دیم	۹۶/۳	۷۶/۶۸	۱۳۴/۸۲	۱۰۷/۳۵
کل	۲۱۳۲۹/۵۵	۳۱۵۱۰/۴۹	۲۸۸۶۶/۲۶۶	۷۳۰۶۸/۶۵

جدول ۶- درصد کاهش میزان فرسایش کل حوضه در بعد از اعمال مدیریت اراضی کاربری اراضی

قبل از بهینه‌سازی	بعد از بهینه‌سازی			
	وضعیت کنونی		وضعیت اعمال مدیریت اراضی	
وضعیت کنونی	میزان (تن در سال)	درصد کاهش	میزان (تن در سال)	درصد کاهش
۶۶۸۷۴/۷۱	۶۳۳۳۲/۷۹	۵/۳	۴۵۶۸۵/۱۳	۳۱/۷

جدول ۷- درصد افزایش میزان سود خالص کل حوضه در بعد از اعمال مدیریت اراضی کاربری اراضی

قبل از بهینه‌سازی	بعد از بهینه‌سازی			
	وضعیت کنونی		وضعیت اعمال مدیریت اراضی	
وضعیت کنونی	مقدار (میلیون ریال)	درصد افزایش	مقدار (میلیون ریال)	درصد افزایش
۲۱۳۲۹/۵۵	۳۱۵۱۰/۴۹	۴۷/۷۳	۷۳۰۶۸/۶۵	۲۴۲/۵۷

سطح اختصاص یافته به هر کاربری در شرایط قبل و بعد از بهینه‌سازی: همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، سطح کاربری‌های فعلی در صورت بهینه‌سازی مسئله تغییر کرده است، به‌طوری‌که سطح اراضی باغی از ۱۰۸ به ۸۹۹/۲۸ هکتار (۸۳/۶۶ درصد افزایش)، اراضی مرتعی ۳۴۰۴/۸۲ (بدون تغییر)، سطح اراضی کشت آبی از ۱۲۳۲ به ۴۶۲/۵۲ هکتار (۳۷/۵۴ درصد کاهش) و سطح اراضی کشت دیم نیز از ۱۰۷ به ۸۵/۲ هکتار (۷۹/۶۲ درصد کاهش) تغییر کرده است. نتایج به‌دست آمده از جدول ۳ گویای این مطلب است که تغییر در سطح کاربری‌ها بیشتر در اراضی کشت آبی، دیم و باغ ها رخ داده است. عملیات‌های میدانی و مصاحبه‌های انجام شده با کشاورزان ساکن روستاهای موجود در حوزه آبخیز سد سنا، کشاورزان پیشرو و همچنین، کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان دشتی نیز نشان می‌دهد که بیشتر کشاورزان منطقه به‌دلیل سودآوری پایین اراضی کشت دیم و آبی، بالا بودن میزان سوددهی اراضی باغی، وجود شرایط خاص آب و هوایی و اقلیمی مناسب برای ایجاد باغات، کاهش بیش از حد آب‌های زیرزمینی در اثر خشکسالی‌های اخیر و تشویق مسئولین در ایجاد باغات، در بیشتر اراضی کشاورزی اصلاح کشت صورت گرفته و توصیه اکید شده که اراضی را تبدیل به باغ نمایند. البته با اعمال مدیریت صحیح و تبدیل روش‌های سنتی آبیاری به روش‌های مدرن می‌توان انتظار داشت سودآوری بیشتر و فرسایش کمتر در این اراضی مطرح باشد.

سود و فرسایش در هریک از سناریوها:

گزینه اول: وضعیت فعلی

الف) فرسایش قبل و بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی: با توجه به نتایج به‌دست آمده در بخش نتایج مشاهده می‌شود، میزان فرسایش خاک در صورت

بهینه‌سازی کاربری اراضی در شرایط فعلی کاهش یافته است. همان‌گونه که جدول ۴ نشان می‌دهد، میزان فرسایش قبل از بهینه‌سازی کاربری اراضی برابر با ۶۶۸۷۴/۷ تن در سال بوده است که پس از بهینه‌سازی کاربری اراضی به ۶۳۳۳۲/۸ تن در سال رسیده است. به‌عبارتی، میزان فرسایش حدود ۵/۳ درصد کاهش یافته است (جدول ۶). Jalili و همکاران (۲۰۰۷) با انجام پژوهشی در حوزه آبخیز بریموند به این نتیجه دست یافت، در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی، فرسایش به میزان ۷/۸ درصد کاهش می‌یابد. همچنین، Nikkami (۱۹۹۹) نیز در تحقیقات خود در یکی از حوزه‌های آبخیز دماوند گزارش داد بهینه‌سازی کاربری اراضی، میزان فرسایش خاک را به میزان پنج درصد کاهش می‌دهد.

ب) سوددهی کاربری‌های مختلف در شرایط قبل و بعد از بهینه‌سازی: نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد، در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی، میزان کلی سوددهی کاربری‌ها افزایش قابل توجهی داشته است. با توجه به جدول ۵، میزان سوددهی کل حوضه در قبل از بهینه‌سازی کاربری اراضی برابر با ۲۱۳۲۹/۶ میلیون و پس از بهینه‌سازی کاربری اراضی برابر با ۳۱۵۱۰/۵ میلیون ریال بوده است. به‌عبارتی، میزان سوددهی درصورت بهینه‌سازی کاربری اراضی به میزان ۴۷/۷ درصد افزایش یافته است.

گزینه دوم: وضعیت اعمال مدیریت اراضی:

الف) فرسایش قبل و بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی: نتایج حاصل از جدول ۶ نشان می‌دهد، در صورت اعمال مدیریت اراضی در کاربری‌های فعلی، میزان فرسایش خاک به اندازه ۳۱/۷ درصد کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که میزان فرسایش از ۶۶۸۷۴/۷۱ تن در سال در قبل از بهینه‌سازی در وضعیت کنونی به ۴۵۶۸۵/۱۳ تن در سال در شرایط بعد از بهینه‌سازی در وضعیت اعمال مدیریت اراضی رسیده است (جدول ۴). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دیگر محققان نظیر Poudel و همکاران (۱۹۹۹) همخوانی دارد. Poudel و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی میزان فرسایش و تولید رسوب در فیلیپین دریافتند که بیشترین مقدار فرسایش به مقدار ۶۵/۳ تن در هکتار در اراضی بالا دست بدون کنتوربندی و ۴۳/۷ تن در هکتار در اراضی با کشت نواری بوده است. نتایج نشان می‌دهد که در صورت اعمال سیستم کشت نواری در حوضه مقدار فرسایش حدود ۳۳ درصد کاهش می‌یابد.

ب) سوددهی کاربری‌های مختلف در شرایط قبل و بعد از بهینه‌سازی: همان‌طورکه جدول ۵ نشان می‌دهد، میزان سوددهی کل حوضه در شرایط قبل از بهینه‌سازی در وضعیت کنونی برابر با ۲۱۳۲۹/۶ میلیون ریال و در شرایط بعد از بهینه‌سازی در وضعیت اعمال مدیریت اراضی برابر با ۷۳۰۶۸/۷ میلیون ریال بوده است. به‌عبارتی، بهینه‌سازی کاربری اراضی همراه با اعمال مدیریت اراضی در کاربری‌های فعلی باعث افزایش ۲۴۲/۶ درصدی در میزان سود کل حوضه شده است. علت افزایش میزان سود کل حوضه افزایش وسعت اراضی باغی به‌دلیل سودآوری بیشتر و کاهش سطح اراضی دیم و کشت آبی بوده است (جدول ۷).

گزینه سوم: وضعیت استاندارد

الف) فرسایش در شرایط قبل و بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی: همان‌طورکه جدول ۴ نشان می‌دهد، در وضعیت استاندارد، میزان فرسایش از ۶۶۸۷۴/۷ تن در سال در وضعیت کنونی به ۳۷۸۴۹/۴ تن در سال در وضعیت استاندارد کاهش یافته است. به‌عبارتی، میزان فرسایش در شرایط استاندارد به میزان ۴۳/۴ درصد کاهش یافته است (جدول ۶). این امر از لحاظ مدیریت پایدار حوزه های آبخیز بسیار حائز اهمیت است. Argabright و همکاران (۱۹۹۶) با مطالعه‌ای در دره می‌سی‌سی‌پی شمالی در آمریکا، در مورد تغییرات فرسایش خاک از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۹۲ به این نتیجه دست یافتند که میزان فرسایش خاک در طول دوره ۱۹۹۲-۱۹۳۰، ۴۲ تا ۵۸ درصد کاهش یافته است. علت کاهش فرسایش، به‌کارگیری سیستم مناسب زراعی مانند تراس‌بندی، کشت نواری، شخم حفاظتی و تغییر در الگوی کشت می‌باشد.

Towery (۱۹۹۸) نیز براساس مطالعات خود گزارش می‌کند که سسیستم‌های شخم حفاظتی می‌تواند فرسایش خاک و رواناب را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. به‌عبارتی، شخم حفاظتی حدود ۶۷ درصد میزان فرسایش و حدود ۴۸ درصد میزان

رواناب را کاهش می‌دهد. Baker و Laflen (۱۹۸۳) و Fawcett و همکاران (۱۹۹۴) در آمریکا نیز گزارش داده‌اند که میزان فرسایش و رسوب تحت عملیات شخم حفاظتی و به‌کارگیری اصول صحیح استفاده از اراضی حدود ۹۰-۴۴ درصد بسته به نوع سیستم شخم و نوع محصول کاهش می‌یابد.

ب) سوددهی کاربری‌های مختلف قبل و بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی: نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد، بهینه‌سازی کاربری اراضی در شرایط استاندارد، میزان سوددهی کاربری ها را به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. میزان سوددهی کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز سنا از ۲۱۳۲۹/۶ میلیون ریال در سال در شرایط قبل از بهینه‌سازی در وضعیت کنونی به ۷۳۰۶۸/۷ میلیون ریال درشرایط بعد از بهینه‌سازی در وضعیت استاندارد رسیده (جدول ۵) که مؤید افزایش ۲۴۲/۶ درصدی میزان سوددهی بعد از بهینه‌سازی کاربری‌های اراضی طبق معیارهای استاندارد می‌باشد (جدول ۷).

تغییر کاربری اراضی به‌عنوان یکی از چالش‌های عمده در قرن‌های آتی مطرح خواهد بود و برخی حتی اعتقاد به شدیدتر بودن تاثیرات آن نسبت به پدیده تغییر اقلیم دارند. پژوهش حاضر در راستای کاهش میزان فرسایش و افزایش میزان سوددهی حوزه آبخیز سد سنا با استفاده از بهینه‌سازی کاربری اراضی انجام شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی در شرایط فعلی بدون اعمال مدیریت اراضی، میزان فرسایش خاک نسبت به شرایط حال به میزان ۵/۳ درصد، در وضعیت اعمال مدیریت اراضی در کاربری‌های فعلی، فرسایش خاک ۳۱/۷ درصد و در وضعیت استاندارد کاربری‌ها و مطابق با اصول و معیارهای علمی، میزان فرسایش به میزان ۴۳/۴ درصد کاهش می‌یابد. علت کاهش فرسایش مربوط به کاهش سطح اراضی دیم و کشت آبی و افزایش آن به سطح اراضی باغی بوده است. همچنین، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، بهینه‌سازی کاربری اراضی، نه تنها میزان فرسایش و هدررفت منابع را کاهش داده، بلکه میزان سوددهی کاربری‌های مختلف را بهبود می‌بخشد که این امر از لحاظ مدیریت پایدار حوزه آبخیز بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به‌طوری‌که در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی در وضعیت فعلی و بدون اعمال مدیریت اراضی ۴۷/۷ درصد، در وضعیت اعمال مدیریت اراضی ۲۴۲/۶ درصد و در شرایط استاندارد کاربری‌ها و مطابق با اصول و معیارهای علمی ۲۴۲/۶ درصد نسبت به شرایط قبل از بهینه‌سازی بر میزان کل سوددهی حوضه افزوده شده است.

مقایسه فرضیه‌ها و نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نیز نشان می‌دهد، فرضیه اول که مطرح می‌کند وضعیت فعلی کاربری اراضی در حوزه آبخیز سد سنا برای به حداقل رساندن فرسایش خاک مناسب نمی‌باشد و باید اقدامات مدیریتی برای بهینه‌کردن آن‌ها منظور شود. فرضیه دوم نیز که مطرح می‌کند با مدیریت بر روی کاربری‌های مختلف اراضی در یک حوزه آبخیز می‌توان میزان فرسایش را کاهش و میزان درآمد کاربران را افزایش داد، با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مورد تأیید قرار می‌گیرد. زیرا، در صورت اعمال مدیریت اراضی بر روی کاربری‌های مختلف و تعیین سطح استاندارد کاربری‌ها در یک حوزه آبخیز به میزان قابل توجهی از میزان فرسایش کاسته و بر میزان سوددهی حوضه افزوده می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Argabright, M.S., R.G. Cronshey., J.D. Helms and G.A. Pavlis. 1996. Historical changes in soil erosion 1930-1992: The Northern Mississippi Valley loess Hills.
2. Baker, J.L. and J.M. Laflen. 1983. Effect of tillage systems on run off losses of pesticides, a rainfall simulation study. Journal of Soil and Water Conservation, 38: 186-193.
3. Benli, B. and S. Kodal. 2003. A non-linear model for farm optimization with adequate and limited water supplies: Application to the South-east Anatolian Project (GAP) Region. Agricultural Water Management, 62:187–203.

4. Falah Shamsi, R., H. Sobhani., S. Arasto., A. Darvishsefat and A. Faraji Dana. 2006. Linear programming model in land customize to various land use in Kaler Chay Vasati Watershed. Journal of Iran Natural Resources, 3:579-589.
5. Jalili, K.H., H. Sadeghi and D. Nikkami. 2007. Land use optimization of watershed for soil erosion minimization using linear programming (a case study of Brimvand watershed, Kermanshah Province). Journal of Crop Production and Processing, 10(4): 15-27.
6. NRDBP. 2006. Detailed-Executive study of Sana Watershed. Natural Resources Department of Bushehr Province, 250 Pages.
7. Nikkami, D. 1999. Optimizing the management of soil erosion using GIS. PhD Dissertation, Concordia University, 108 Pages.
8. Nikkami, D. 2003. Optimization of soil erosion management in Damavand Watershed. Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 54: 82-89 (in Persian).
9. Poudel, D.D., D.J. Midmor and L.T. West. 1999. Erosion and productivity of vegetable system on sloping volcanic ash-derived Philippine soils. Soil Science Society of America Journal, 63: 1365-1376.
10. Riedel, C. 2003. Optimizing land use planning for mountainous regions using LP and GIS towards sustainability. Journal of Soil Conservation, 34(1): 121-124.
11. Shabani, M. 2008. The effect of land use management on mitigation of soil erosion (case study: Kharestan watershed). PhD Thesis, Azad University of Tehran, College of Agriculture and Natural Resources, Department of Watershed Management, 180 Pages (in Persian).
12. Singh, D.K., K.S. Jaiswal, R.M. Reddy and D.M. Bandarkar. 2001. Optimal cropping pattern in a canal command area. Agricultural Water Management, 50: 1-8.
13. Towery, D. 1998. No-tills impact on water quality. In: Proceedings of the Sixth Argentine National Congress of Direct Drilling Mar de Plata, Argentina, AAPRESID, 17026.
14. Tra, N.T. and K. Egashira. 2004. Land use effectiveness by farm households after land and forest allocation at Tran Yen district, Yen Bai province. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University, 49(2): 461-466.

Investigating land use schema in Sana Dam Watershed in Bushehr Province

Ali Jafari*[1], Davood Nikkami[2], Esmail Abbasi[3] and Fateme Tavakoli Rad[4]

[1, 3, 4] MSc, Agricultural and Natural Resources Research Center, Bushehr, Iran, [2] Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 10 May 2013 Accepted: 12 October 2013

Abstract

Improper land use management has inverse impacts on available resources. To reduce these environmental and economic effects of soil erosion, there is a need for proper watershed plans. Land use optimization is of the solutions for achieving sustainable development and reducing the loose of resources. The main objective of this research was determining the optimal level of land use to increase the income of residents and reducing the effect of erosion in the Sana Dam Watershed. To apply an optimal pattern of land used for minimizing soil erosion and maximizing land income by a multi-objective programming model, optimal scenarios were chosen proportion to the shape of objective functions and constraints. For this purpose a linear programming model was used for three different scenarios of a) present land use conditions b) present land use condition with some applied land use management and c) standard land use conditions according to principles and scientific criteria. The results showed that present land use is not in optimal level and should be changed. Also, results demonstrated that the amount of soil erosion could be decreased by 5.3, 31.7 and 43.4 percent and the amount of net income could be increased by 47.73, 242.57 and 242.57 percent by land use optimization in present land use conditions, present land use condition with some applied land use management and standard land use conditions, respectively.

Key words: Erosion, Land use management, Linear programming, Optimization, Profitability

* Corresponding author: a_j472000@yahoo.com