

طراحی مدل مدیریت پوشش مراتع، مبتنی بر الگوریتم ژنتیک چندهدفه با رویکرد حفاظت خاک (مطالعه موردی: رودبار جنوب - استان کرمان)

- | | |
|-------------------|---|
| ۱. علی اکبر متکان | دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه شهید بهشتی نویسنده مسئول: کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی، Tanasan.mohammad@Gmail.com |
| ۲. محمد تناسان | |
| ۳. علی رضا شکیبا | دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه شهید بهشتی |
| ۴. بابک میرباقری | مربی گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه شهید بهشتی |
| ۵. کمال اکبری | کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی |
| ۶. مهران شایگان | دانشجوی دکتری سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی |

چکیده

یکی از مباحث مهم در مدیریت منابع طبیعی از نظر آب‌خیزداری و حفاظت خاک، کاهش میزان و شدت رواناب‌های سطحی و در نتیجه کاهش فرسایش است. از عوامل موثر در کاهش و یا تشدید فرسایش، وضعیت پوشش سطحی زمین و به خصوص پوشش گیاهی می‌باشد از طرفی پوشش کامل سطح زمین به منظور کاهش فرسایش ضرورتی ندارد. هدف از این پژوهش طراحی یک مدل بهینه‌سازی درصد تاج پوشش مراتع، مبتنی بر الگوریتم NSGA-II (Non dominated Sorting Genetic Algorithm - II) می‌باشد؛ بدین منظور ابتدا مناطق دارای حساسیت فرسایشی متوسط تا زیاد شناسایی شده و سپس تیپ مرتعی آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت در ادامه با استفاده از توانایی الگوریتم NSGA-II، درصد بهینه تاج پوشش برای هر قسمت از منطقه مورد مطالعه تعیین گردید. خروجی‌های این مدل، الگوهای برای درصد تاج پوشش مرتعی منطقه می‌باشد که با کمترین هزینه، فرسایش منطقه را تا حد قابل قبولی کاهش دهند. مدل طراحی شده در منطقه رودبار جنوب واقع در استان کرمان پیاده سازی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که این مدل قادر است الگوهای متنوعی برای مدیریت پوشش مراتع پیشنهاد دهد که هم اقتصادی بوده و هم فرسایش را کاهش می‌دهد که هر یک از این الگوها بر اساس شرایط منطقه و نظر کارشناسی قابل انتخاب و اجرایی خواهد بود. یکی از الگوهای پیشنهادی مدل، درصد تاج پوشش مرتعی در قسمت‌های مختلف منطقه را به نحوی تعیین می‌کند که بتوان بدون صرف هزینه و تنها با مدیریت صحیح پوشش مرتعی، نسبت تقلیل فرسایش را از $\frac{4}{3}$ در شرایط فعلی به حدود $\frac{1}{2}$ کاهش داد که این خود نشان از اهمیت مدیریت صحیح پوشش مرتعی دارد. در این مطالعه به منظور بررسی کارایی و دقت مدل از معیار فراگشایش و نمودار مسیر ارزش که از روش‌های بررسی دقت مدل‌های بهینه‌یابی چندهدفه می‌باشد استفاده شد. نتایج حاصل نشان می‌دهد مدل طراحی شده توانسته به خوبی فرایند بهینه‌یابی را انجام دهد و نتایج حاصل از مدل قابل اطمینان خواهند بود.

واژه‌های کلیدی:

بهینه‌سازی؛ درصد تاج پوشش؛ نسبت تقلیل فرسایش؛ GIS

۱- مقدمه

فرسایش خاک توسط آب مسئله‌ای جدی در بسیاری از مناطق جهان به شمار می‌رود. کاهش میزان و شدت رواناب‌های سطحی در حوزه آب‌خیز یکی از مباحث مهم در مدیریت منابع طبیعی از نظر آب‌خیزداری و حفاظت خاک است. پوشش سطحی زمین و به خصوص پوشش گیاهی به دلیل حفاظت خاک را در برابر سقوط قطرات باران، افزایش میزان نفوذ آب در خاک، بقاء زبری، کاهش سرعت رواناب سطحی، به هم پیوستگی بیشتر ذرات خاک و همچنین بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی

و بیولوژیکی خاک تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش فرسایش خاک و همچنین کاهش سیلاب‌های مخرب دارد. پوشش گیاهی به عنوان عامل بازدارنده فرسایش خاک از این جهت حائز اهمیت خواهد بود که تنها عاملی است که انسان قادر به کنترل بیولوژیکی فرسایش از طریق اعمال مدیریت مطلوب مرتع دارد. چنانچه Vallentine (۱۹۷۱) مدیریت مرتع را هنر و علم برنامه ریزی و بهره برداری از پوشش گیاهی برای دستیابی به حداکثر تولیدات دامی به صورت مستمر مشروط بر اینکه پایداری و بقای منابع طبیعی تجدید شونده حفظ شود معرفی کرده است.

برنامه ریزی و تصمیم گیری برای مدیریت و استفاده بهینه از پوشش مراتع و در عین حال حفاظت از خاک و منابع طبیعی به دلیل وجود اهداف مختلف و متضاد (همچون کاهش میزان فرسایش، افزایش منفعت اقتصادی و ...) و همچنین گستردگی فضای جواب، پیچیده و مشکل می‌باشد؛ لذا استفاده از ابزار قدرتمند در زمینه مدیریت، ارائه و تحلیل داده‌های مکانی همانند سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در حل این گونه مسائل بسیار مفید می‌باشد. به منظور افزایش توانایی GIS در حل برخی از مسائل پیچیده مکانی می‌توان از الگوریتم‌های هوشمند از جمله الگوریتم‌های بهینه یابی چندهدفه یاری جست (۱۶). از آنجا که کاربرد های مرتبط با اطلاعات مکانی معمولاً با حجم وسیعی از اطلاعات و پردازش‌ها مواجه اند و فضایی که باید بهینه سازی شود نیز با توجه به تنوع اهداف، پیچیدگی زیادی دارد، استفاده از الگوریتمی سریع می‌تواند بسیار مورد توجه قرار گیرد (۲۲). الگوریتم تکاملی NSGA-II به عنوان یکی از انواع الگوریتم‌های ژنتیک و بهینه یابی (۱۲)، از معروف‌ترین و پرکاربردترین الگوریتم‌های تکاملی چند هدفه می‌باشد که تکنیکی بسیار قدرتمند برای حل مسائل جستجو و بهینه یابی دنیای واقعی است. عدم نیاز این الگوریتم به پارامترهای اضافی و سرعت محاسباتی بالای آن (۷)، سبب افزایش به کارگیری آن در پژوهش‌های مختلف به ویژه در زمینه های مرتبط با GIS شده است.

در زمینه تأثیر پوشش گیاهی در کاهش فرسایش مطالعات متعددی در محیط های مختلف انجام شده است و نتایج همه این تحقیقات نشان از اثر مثبت پوشش گیاهی بر کاهش میزان فرسایش دارد. زنگی آبادی و همکاران خود (۲۰۱۰) طی مطالعه‌ای به منظور بررسی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فرآیند فرسایش خاک در مراتع نیمه خشک کلات نشان دادند که پوشش گیاهی با ضریب همبستگی ۰/۶۶- دارای بیش‌ترین تأثیر در فرآیند فرسایش خاک می‌باشد به طوری که حدود ۴۴ درصد فرسایش منطقه مورد مطالعه آن‌ها تحت تأثیر پوشش گیاهی بوده است که این امر حاکی از اهمیت پوشش گیاهی در فرآیند فرسایش خاک می‌باشد و این نتیجه مطابق نتیجه مطالعات انجام شده توسط Cerda (۱۹۹۶) و Duiker و همکاران (۲۰۰۱) می‌باشد. همت زاده و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعات خود نشان دادند که بهبود پوشش گیاهی از طریق قرقق تأثیر به سزایی در کاهش فرسایش در منطقه مورد مطالعه آن‌ها داشته است. در مطالعات Battany و Grismer (۲۰۰۰) و Wainwright و همکاران (۲۰۰۰)، درصد تراکم پوشش گیاهی به عنوان اصلی ترین فاکتور محدودکننده میزان فرسایش خاک اعلام شده است. همان گونه که از نتیجه این مطالعات مشاهده می‌گردد درصد تراکم پوشش گیاهی در سطح خاک و همچنین میزان سنگریزه درشت در لایه خاک سطحی اثر کاهنده بر فرسایش خاک دارند. این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعات محققین مختلف از جمله Li، (۲۰۰۳)، Romero-Diaz و همکاران (۱۹۹۹)، Defigueiredo و Person (۱۹۹۸)، Morin و Kosovsky (۱۹۹۵) مطابقت دارد. رفاهی نقش پوشش سطحی زمین در کاهش فرسایش را با رابطه زیر نشان داد (۲۱).

$$MF = e^{(-bRC)}$$

رابطه (۱)

که در آن MF عامل مالچ یا نسبت تقلیل فرسایش، RC درصد پوشش سطح زمین مرکب از گیاه و سنگ و b ضریبی است که مقدار آن را به طور متوسط ۰/۰۵ در نظر می‌گیرند. به دلیل نمایی بودن این رابطه می‌توان چنین استنباط کرد که به منظور حفاظت خاک پوشاندن کامل سطح زمین با گیاه ضرورتی ندارد.

طبق مطالعات نگارنده در زمینه بهینه سازی درصد تاج پوشش مراتع با استفاده از مدل‌های چندهدفه تاکنون تحقیقات و پژوهشی صورت نگرفته است ولی از این گونه مدل‌ها در زمینه مدیریت منابع طبیعی تحقیقاتی صورت گرفته است. Datta و

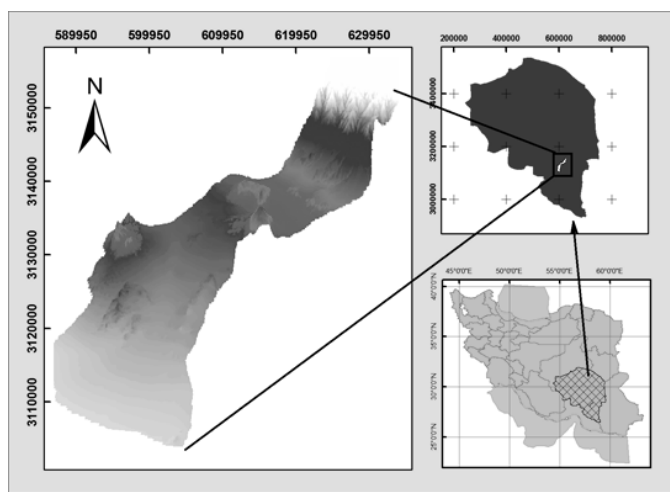
Deb (۲۰۰۷) در پژوهش خود از الگوریتم NSGA-II برای مدیریت زمین استفاده کردند و در کار خود NSGA-II-LUM را به عنوان یک الگوریتم بهینه یابی چند هدفه تکاملی و مکان مبنا معرفی کردند. Yang و همکارانش (۲۰۰۸) از الگوریتم تکاملی چندهدفه در مدیریت زمین های کشاورزی استفاده کردند. Kia Cao و همکارانش (۲۰۱۱) مدلی به نام NSGA-II_MOLM یا به عبارتی الگوریتم NSGA-II را به منظور آمایش سرزمین با چند هدف توسعه دادند. تناسان و همکاران (۲۰۱۳) مدلی به منظور بهینه سازی کاربری اراضی، مبتنی بر الگوریتم ژنتیک چندهدفه با رویکرد آمایش سرزمین طراحی کردند و آن را در حوضه رودبار جنوب واقع در استان کرمان مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج کار آن ها حاکی کارایی بالای الگوریتم های بهینه سازی در مسائل مدیریت منابع طبیعی بود.

هدف از این پژوهش طراحی یک مدل بهینه سازی درصد تاج پوشش مراتع، مبتنی بر الگوریتم ژنتیک چندهدفه در بستر GIS است. مدل طراحی شده به گونه ای عمل می کند تا با کمترین پوشش گیاهی ممکن، بیشترین مقدار از خاک را حفاظت کند. بدین منظور ابتدا مناطق دارای حساسیت فرسایشی متوسط تا زیاد شناسایی شده و سپس تیپ مرتعی منطقه مورد مطالعه قرار گرفت در ادامه با استفاده از توانایی الگوریتم NSGA-II، درصد بهینه تاج پوشش مراتع تعیین می شود.

۲- مواد و روش

۲-۱ منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش حوضه آبخیز رودبار جنوب در استان کرمان می باشد. این حوضه با مساحت ۵۲۳۴۵/۱ هکتار بین طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵۵ دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۵۹ درجه و ۱۹ دقیقه و ۳۳ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲ دقیقه و ۵۲ ثانیه تا ۲۸ درجه و ۳ دقیقه و ۲۷ ثانیه شمالی واقع گردیده است (شکل ۱)



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

گسترش سازندهای حساس به فرسایش، شرایط خاص توپوگرافی و ویژگی های اقلیمی به خصوص در ارتفاعات فوقانی باعث گردیده این حوضه از نظر فرسایش آسیب پذیر گردد. به طوری که ۷۴/۳ درصد مساحت منطقه دارای تیپ فرسایشی با حساسیت فرسایشی متوسط می باشد (شرکت مهندسی مشاور طرح آب ریز، ۱۳۹۱). با بررسی های صورت گرفته مشخص شد که در منطقه مورد مطالعه با وجود پتانسیل بالای مرتع داری و دامپروری (۷۳ درصد سطح حوزه مرتع می باشد) همچنان مردم این منطقه از محرومیت عمیقی رنج می برند و در عین حال فعالیت آن ها تأثیر بسزایی در افزایش فرسایش در منطقه

دارد. در چنین شرایطی برنامه ریزی برای استفاده بهینه از امکانات و منابع موجود منطقه از اهمیت بسیار بالایی برای مردم محروم این منطقه برخوردار است.

۲-۲ بهینه یابی چندهدفه

هنگامی که یک مسئله بهینه یابی شامل بیش از یک تابع هدف است، عمل یافتن یک یا چند جواب بهینه، بهینه یابی چندهدفه نامیده می شود (۹). در یک مسئله بهینه یابی چندهدفه بعد از شناسایی مسئله، یک مجموعه از متغیرهای تصمیم کشف شده و ضمن توجه به محدودیت های مسئله سعی در بهینه کردن توابع هدف می شود. از این رو واژه «بهینه یابی» به معنای پیدا کردن مجموعه ای از جواب یا جوابی که از لحاظ تمامی مقادیر توابع هدف قابل قبول است می باشد (۳).

۳-۲ جواب های بهینه پارتو و جبهه بهینه پارتو

هنگامی که در مقایسه دو جواب، هیچ یک از دو جواب به ازای تمامی اهداف بهتر از دیگری نباشد، گفته می شود که آن دو، جواب های نامغلوب هستند. اگر اهداف به یک اندازه اهمیت داشته باشند نمی توان گفت کدام یک از این دو جواب به ازای تمامی اهداف بهتر از دیگری است. به مجموعه چنین جواب هایی، جواب های بهینه پارتو گفته می شود (۸). مجموعه تمام جواب های بهینه پارتو در یک مسئله چند هدفه مجموعه بهینه پارتو و بردارهای هدف متناظر با آن، لبه یا جبهه بهینه پارتو نامیده می شوند (۱۷).

۴-۲ الگوریتم NSGA-II

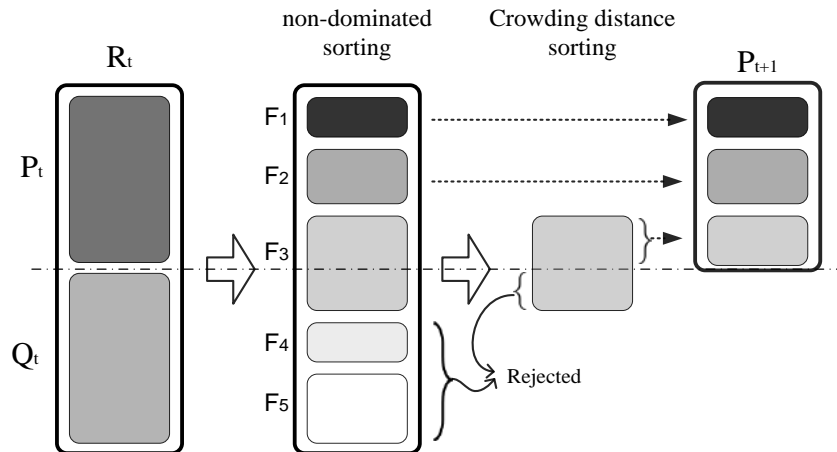
الگوریتم NSGA-II (۷)، اولین بار توسط دب و همکارانش در سال ۲۰۰۲ ارائه شد. این الگوریتم یکی از معروف ترین و پرکاربردترین الگوریتم های تکاملی چند هدفه می باشد که از نگرش نخبه گرایی استفاده می کند و می تواند در یک فضای گسترده از متغیر تصمیم و هدف جستجو کند (۱۹). در این الگوریتم ابتدا جمعیت اولیه به صورت تصادفی انتخاب می شود. سپس این جمعیت با توجه به توابع هدف و بر اساس مفهوم غالب بودن به کمک عملگر مرتب سازی نامغلوب^۱ (۷) به n سطح پرتو^۲ (F) تقسیم می گردد. به هر سطح پرتو یک رتبه مجزا و به اعضای درون سطح یک رتبه مساوی بر اساس مفهوم غالب بودن نسبت داده می شود. حال برای اعضای که در یک سطح پرتو قرار می گیرند و دارای یک رتبه می باشند، یک عدد فاصله با توجه به روش فاصله ازدحامی^۳ که بیانگر رتبه فاصله است نسبت داده می شود. در مرحله بعد به کمک الگوریتم رقابت دودویی، جمعیت والد (P) با توجه به رتبه غالب بودن کمتر و رتبه فاصله بیشتر انتخاب می شوند. در ادامه جمعیت نتیجه (Q) از روی جمعیت والد به کمک عملگرهای کلاسیک ژنتیک ایجاد می شوند. در نهایت جمعیت های والد و فرزندان با هم ترکیب شده و جمعیت نسل بعد (R) از کل مجموعه این دو جمعیت که شامل جمعیت نخبه نیز می باشند انتخاب می گردد. این روند در نسل های بعد نیز به همین صورت تکرار می شود تا معیار اختتام (به عنوان نمونه می توان همگرا شدن کل جمعیت و یا اینکه فاصله ارزیابی (برازندگی) بهترین فرد جمعیت از متوسط ارزیابی ها (برازندگی ها) را در نظر گرفت) ارضا گردد (۷). شکل ۲ نمایشی از نحوه عملکرد این الگوریتم را نشان می دهد. در این شکل R_t جمعیت حاصل از ترکیب جمعیت والدین (P) و فرزندان (Q) نسل t می باشد. در ابتدا جمعیت R_t به وسیله عملگر مرتب سازی نامغلوب به δ سطح پرتو (F) تقسیم شده است. چون تنها به تعداد جمعیت اولیه، از جمعیت R_t می تواند به نسل بعد $(t+1)$ انتقال یابند لذا جمعیت F_1 و F_2 به دلیل داشتن رتبه غالب بودن بهتر، می توانند به صورت مستقیم وارد نسل بعد شوند ولی جمعیت F_3 نمی تواند به صورت کامل به نسل بعد انتقال یابند لذا در ابتدا اعضای جمعیت F_3 به روش فاصله ازدحامی مرتب شده سپس

^۱ Non dominated Sorting

^۲ Pareto Front

^۳ Crowding Distance

تعدادی از اعضای این جبهه پرتو که دارای فاصله ازدحامی بهتری می باشند به نسل بعد انتقال یافته و باقی اعضای این سطح پرتو به همراه اعضای F_4 و F_5 حذف می گردند.



شکل ۲: نمایشی از نحوه عملکرد الگوریتم NSGA-II (۱۲)

۲-۵: معیار فراگشایش^۱

کشف جواب های بهینه پارتو و یا نزدیک به آن و همچنین پیدا کردن جواب هایی با تنوع و گوناگونی خوب (فاصله ازدحامی مناسب بین جواب ها)، دو هدف اصلی الگوریتم های بهینه سازی چندهدفه می باشد (۸). چندین معیار وجود دارد که هر دو وظیفه مسائل بهینه یابی را به طور همزمان ارزیابی می کنند. در این پژوهش برای ارزیابی مدل از معیار فراگشایش (۸) استفاده شد. این معیار میزان ناحیه (واقع در فضای هدف) پوشیده شده توسط جواب های جبهه پرتو را محاسبه می کند. به بیان ریاضی برای هر جواب عضو جبهه اول، یک مکعب فضایی (V_i) با یک نقطه مرجع (مبتنا) ساخته می شود. سپس از اجتماع تمام مکعب های به وجود آمده معیار فراگشایش (HV)، از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$HV = \text{Volume} \left(U_{i=1}^{|Q|} v_i \right) \quad \text{رابطه ۲}$$

لازم به ذکر است الگوریتم هایی که دارای مقدار بزرگی برای HV باشند الگوریتم های بهتری خواهند بود.

۲-۶ نمودار مسیر ارزش

از دیگر روش های بررسی کیفیت جواب های مدل، روش مسیر ارزش می باشد (۱۱). در این نمودار محور افقی توابع هدف را نشان می دهد و میله های عمودی برای نمایش هر تابع هدف به کار می رود که برد آن کمترین و بیشترین مقدار تابع هدف برای مجموعه بهینه پارتو را نمایش می دهد. هر خط متقاطع که توابع هدف را به هم وصل می کند با یک جواب از مجموعه نامغلوب متناظر است. همچنین این خطها ارزش یک جواب را در هر مورد از توابع هدف نشان می دهد. در مورد این نمودار ذکر دو نکته ضروری است: (۱) این نمودار یک ارزیابی کیفی از جواب های به دست آمده از لحاظ هر تابع هدف را نشان می دهد. الگوریتمی که بتواند جواب های خود را در سراسر طول میله بگستراند، جواب های با پراکندگی خوب را پیدا کرده است. (۲) اندازه شیب میان خطوط، مبادله میان توابع هدف را نشان می دهد. الگوریتمی که تغییرات عمده در شیب خطوط بین دو تابع هدف متوالی (میله های عمودی) را داشته باشد آنگاه دارای مبادله خوبی از جواب نامغلوب می باشد (۸).

^۱ Hyper Volume

۲-۷ داده‌ها

در این پژوهش نقشه‌های رقومی ارتفاع، حساسیت به فرسایش در منطقه، بافت و عمق خاک، نوع تیپ مرتعی، درصد تاج پوشش مرتع، درصد لاشبرگ و پوشش سنگ و سنگریزه منطقه به عنوان نقشه‌ها و داده‌های پایه مورد استفاده قرار گرفته‌اند (منبع تمامی داده‌ها و نقشه‌های پایه، شرکت مهندسی مشاور طرح آب ریز می‌باشد).

جدول ۱: مشخصات نقش‌های مورد استفاده

| ردیف | عنوان نقشه | سال تهیه | مقیاس | فرمت | اندازه پیکسل |
|------|----------------------------------|----------|---------|-------|--------------|
| ۱ | نقشه‌های رقومی ارتفاع | ۱۳۹۰ | ۱:۲۵۰۰۰ | رستر | ۳۰ |
| ۲ | حساسیت به فرسایش | ۱۳۹۰ | ۱:۲۵۰۰۰ | وکتور | - |
| ۳ | بافت خاک | ۱۳۹۱ | ۱:۲۵۰۰۰ | وکتور | - |
| ۴ | عمق خاک | ۱۳۹۱ | ۱:۲۵۰۰۰ | وکتور | - |
| ۵ | نوع تیپ مرتعی | ۱۳۹۱ | ۱:۲۵۰۰۰ | وکتور | - |
| ۶ | درصد تاج پوشش مرتع | ۱۳۹۱ | ۱:۲۵۰۰۰ | وکتور | - |
| ۷ | درصد لاشبرگ و پوشش سنگ و سنگریزه | ۱۳۹۱ | ۱:۲۵۰۰۰ | وکتور | - |

۲-۸ طراحی و اجرای مدل

۲-۸-۱ تعریف توابع هدف

در این پژوهش به منظور برنامه‌ریزی درصد بهینه پوشش مراتع دو تابع هدف نسبت تقلیل فرسایش و منفعت اقتصادی در نظر گرفته شده است. اهداف در نظر گرفته شده به شرح زیر فرموله گردید:

۲-۸-۱-۱ نسبت تقلیل فرسایش

بر اساس تحقیقات انجام شده توسط شرکت مهندسی مشاور طرح آب ریز، حوضه آبخیز رودبار از نظر فرسایش آسیب پذیر می‌باشد؛ لذا یکی از اهداف در نظر گرفته شده در این پژوهش ایجاد الگوهایی برای پوشش بهینه مرتع می‌باشد که فرسایش را تا حد ممکن کاهش دهد. در این پژوهش به منظور تعیین نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش از رابطه عامل مالچ یا نسبت تقلیل فرسایش (۲۱) استفاده شده است. تابع هدف مدنظر به کمک رابطه ۳ در مدل طراحی شده به کار رفته است:

Minimiz :

$$Z_1 = \sum_{i=1}^n e^{(-b*RC_i)}$$

رابطه ۳

که در آن RC_i درصد پوشش سطح زمین مرکب از گیاه و سنگ برای واحد کاری i ام و b ضریبی است که مقدار آن را به طور متوسط ۰/۰۵ در نظر می‌گیرند.

۲-۸-۱-۲ منفعت اقتصادی

هدف از این تابع هدف رسیدن به حداکثر سودمندی بهره برداری از مرتع می‌باشد. برای اعمال این تابع هدف فرض بر این است که هزینه بهبود یک درصد معینی از تاج پوشش مرتع برابر با سود بهره برداری از همان مقدار درصد تاج پوشش

مرتع می‌باشد. لذا در این تابع هدف مینا درصد تغییر تاج پوشش می باشد که مقادیر مثبت آن به معنای لزوم بهبود پوشش در سطح مرتع و مقدار منفی آن به معنای اجازه بهره برداری از تاج پوشش منطقه است همچنین در مواردی که درصد تغییر تاج پوشش صفر باشد این بدان معناست که مقدار بهره برداری از تاج پوشش برابر با مقدار بهبود تاج پوشش در مرتع است. تابع هدف مدنظر به کمک رابطه ۴ در مدل طراحی شده به کار رفته است. لازم به ذکر است در این پژوهش به دلیل گستردگی موضوع به منفعت غیر بازاری تاج پوشش مرتع توجه نشده است.

Maximaiz :

$$Z_2 = \sum_{i=1}^n \Delta C_i$$

رابطه ۴)

در رابطه ۴، ΔC_i میزان تغییر درصد تاج پوشش واحد کاری i ام می باشد.

۲-۸-۲ اجرای مدل

به منظور تولید الگوهای بهینه جهت مدیریت تاج پوشش مراتع، با استفاده از الگوریتم NSGA-II لازم است در ابتدا واحدهای کاری مناسب تعریف و سپس کروموزوم های متناسب با این مسئله طراحی شوند و همچنین عملگرهای ژنتیکی متناسب با این گونه مسائل مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۸-۲-۱ واحدهای کاری مدل

در این پژوهش واحدهای کاری مدل از تلفیق لایه های نوع و درصد تاج پوشش مرتع، طبقات شیب، طبقات ارتفاعی، نقشه حساسیت به فرسایش، بافت و عمق خاک به شیوه چند ترکیبی تولید شد. در ضمن قسمت های از منطقه مورد مطالعه که فاقد خاک بوده و امکان بهبود پوشش گیاهی و اعمال عملیات مرتع داری در آن وجود نداشت از فضای جستجوی مسئله حذف گردید.

۲-۸-۲-۲ نحوه شکل دهی کروموزوم ها

مجموعه های از کروموزوم ها به شکل یک جمعیت برای الگوریتم ژنتیک هستند (۱۳) که این جمعیت به وسیله عملگرهای الگوریتم ژنتیک تکامل پیدا می کند. در این پژوهش یک کروموزوم متشکل از یک فضای دو بعدی از ژن ها می باشد که موقعیت هر ژن نشان دهنده یک واحد مکانی از منطقه (واحد کاری مدل) است و ارزش آن بیانگر درصد پوشش مرتعی آن واحد می باشد. این موارد به گونه ای طراحی شده اند که نیاز فضایی مسئله را ارضا کنند.

۲-۸-۲-۳ عملگر ترکیب

یکی از عملگرهای مهم در الگوریتم NSGA-II، عملگر ترکیب است. هدف از عملگر ترکیب کاوش در قسمت های جدید و به خصوص سودمند فضای جستجو به وسیله تعویض قسمت یک مجموعه از ژن ها بین دو کروموزوم می باشد. در این پژوهش از عملگر ترکیب Uniform Crossover (۱۴) استفاده شده است.

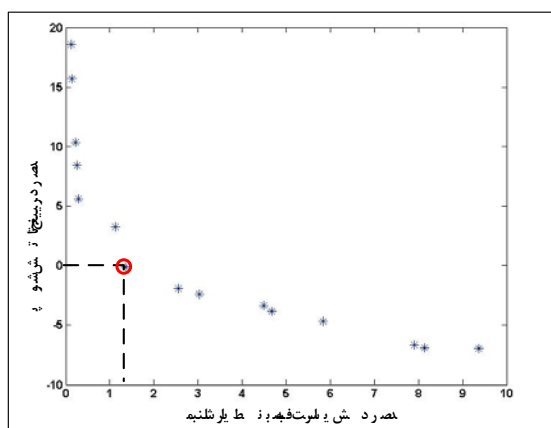
۲-۸-۲-۴ عملگر جهش

عملگر جهش باعث ورود اطلاعات جدید به جمعیت و همچنین جستجو در فضاهای دست نخورده مسئله می شود. در این پژوهش به منظور اعمال جهش از عملگر جهش باینری^۱ (۱۴) استفاده شده است.

^۱ Binary Mutation

۳- نتایج

از آنجا که مدل طراحی شده مبتنی بر الگوریتم ژنتیک چندهدفه می‌باشد لذا خروجی مدل به صورت چندین الگوی مدیریت پوشش مرتع بهینه که دارای ارزش کاربردی یکسانی می‌باشند ارائه می‌گردد که بر اساس شرایط موجود در منطقه مورد مطالعه و نظر کارشناسی، الگوهای بهینه قابل انتخاب و اجرایی خواهد بود. شکل ۳ جواب‌های بهینه پرتو و جبهه بهینه پرتو حاصل از مدل در تکرار ۵۰۰ام را نشان می‌دهد.



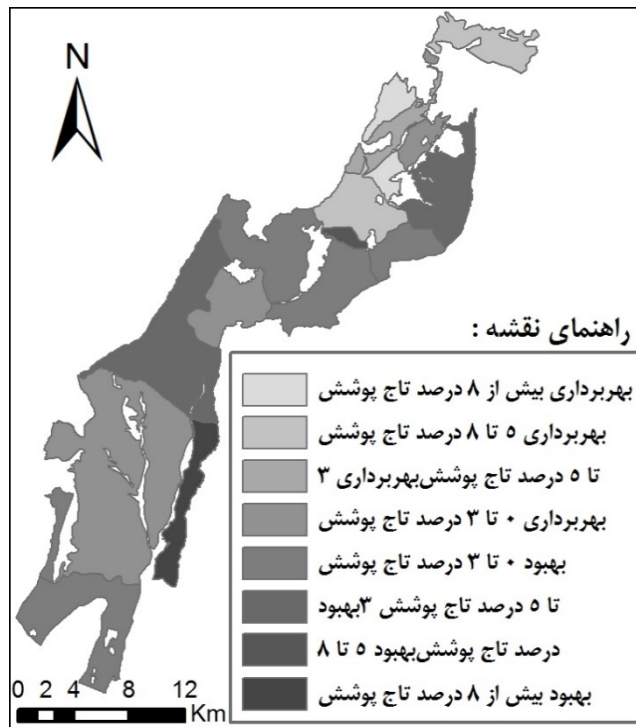
شکل ۳: جواب‌های بهینه پرتو تولیدشده توسط مدل

نسبت تقلیل فرسایش در شرایط پوشش مرتعی فعلی، برای مناطق منتخب در فضای جستجو، ۴/۳ شرایط مبنا برآورد شد. این در حالی است که در الگوهای خروجی مدل کمترین مقدار نسبت تقلیل فرسایش نزدیک به ۰/۱ می‌باشد ولی در این الگو لازم است به طور متوسط تاج پوشش منطقه حدود ۱۸ درصد بهبود یابد. یکی از جواب‌های مدل الگویی برای پوشش مرتع پیشنهاد داده که بدون تغییر در تاج پوشش مرتع و تنها با مدیریت صحیح و بهره برداری از قسمت‌های دارای پوشش اضافی و به همان اندازه بهبود پوشش در قسمت‌های دارای پوشش ضعیف‌تر، توانسته نسبت تقلیل فرسایش را به ۱/۲ کاهش دهد که این موضوع نشان از اهمیت مدیریت صحیح پوشش مرتعی و نقش آن در کاهش بسزای فرسایش منطقه دارد. جدول ۲ تأثیر تعدادی از الگوهای خروجی مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۲: تعدادی از الگوهای حاصل از مدل

| ردیف | نسب تقلیل فرسایش | درصد تغییر تاج پوشش |
|------|------------------|---------------------|
| ۱ | ۹/۵ | -۷/۵ |
| ۲ | ۴/۴ | -۲/۶ |
| ۳ | ۱/۲ | ۰ |
| ۴ | ۱ | ۲/۵ |
| ۵ | ۰/۳ | ۵/۲ |
| ۶ | ۰/۰۸ | ۱۸ |

در شکل ۴ یکی از الگوهای خروجی مدل نشان داده شده است. این شکل مربوط به الگویی می‌باشد که در آن بدون هزینه اقتصادی (برابر بودن درصد تغییرات پوشش یا به عبارتی برابر بودن نسبت بهبود پوشش با نسبت بهره برداری از آن)، نسبت تقلیل فرسایش را به ۱/۲ کاهش یافته است.

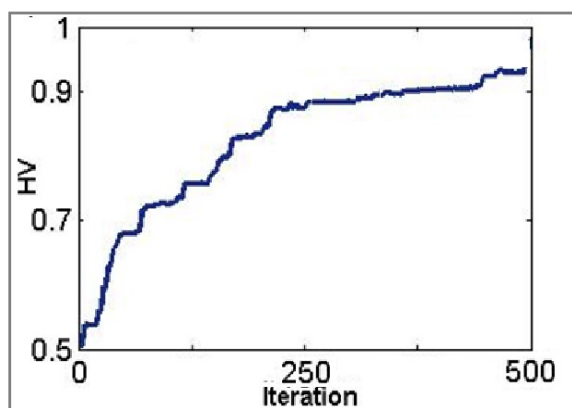


شکل ۴: یکی از الگویی‌ها مدیریت پوشش مرتع تولیدشده توسط مدل

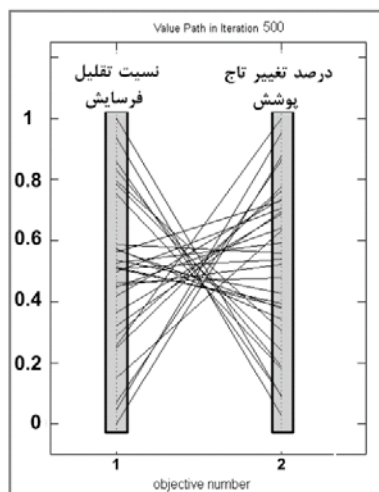
قابل ذکر است در مسائلی همچون مسئله مورد بررسی در این پژوهش به دلیل استفاده از داده های مختلف و تفاوت در شرایط اقلیمی مناطق مورد مطالعه و همچنین در نظر گرفتن اهداف و قیود مختلف، نمی توان به صورت مستقیم نتایج به دست آمده را با سایر کارها مورد مقایسه و ارزیابی قرارداد؛ لذا مقادیر عددی نتایج مدل طراحی شده در این پژوهش با سایر کارهای در این راستا متفاوت است. در این پژوهش به منظور بررسی کارایی مدل، نتایج آن مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گرفت و تست تکرارپذیری بر روی آن اعمال شد.

۳-۱ ارزیابی مدل طراحی شده

در این پژوهش به منظور ارزیابی مدل از معیار فراگشایش و نمودار مسیر ارزش استفاده شده است. شکل ۵ معیار فراگشایش بین توابع هدف را نشان می دهد. همان طور که از شکل ۵ مشخص است تغییرات معیار فراگشایش طی نسل های مختلف یک روند صعودی و رو به رشد می باشد که این موضوع نشان دهنده آن است که مدل توانسته طی نسل های مختلف به سمت جواب های بهینه نهایی حرکت کند. همچنین از این نمودار مشخص است که جواب های مدل از تکرار ۳۰۰ به بعد تقریباً همگرا شده اند.



شکل ۵: معیار فراکشایش در طی ۵۰۰ نسل بین تابع هدف نسبت تقلیل فرسایش و درصد تغییر تاج پوشش نمودار مسیر ارزش برای جواب‌های نسل ۵۰۰ ام حاصل از مدل، در شکل ۶ نمایش داده شده است. این شکل برای توابع هدف نرمال شده رسم گردیده است.



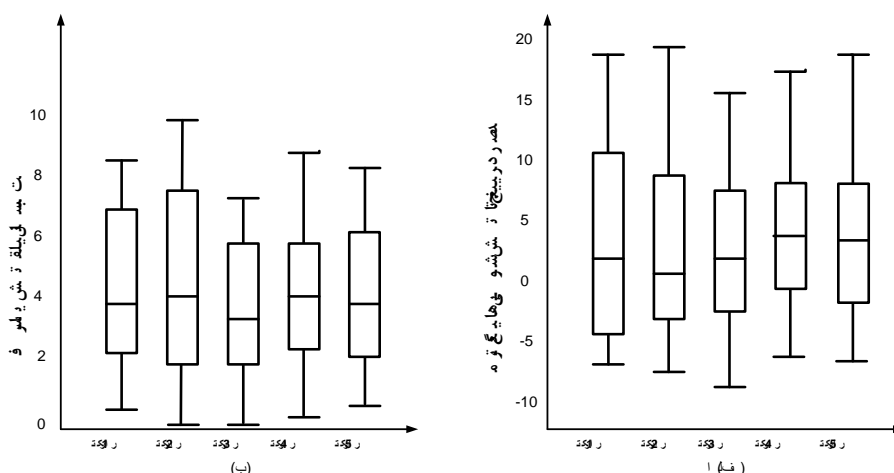
شکل ۶: نمودار مسیر ارزش برای ۲ تابع هدف در نسل ۵۰۰ به صورت نرمال شده

همان طور که از شکل ۶ نیز مشخص است جواب‌های خروجی مدل در هر یک از توابع هدف، در سراسر طول میله آن تابع هدف گسترده شده که این امر حاکی از پراکندگی خوب نتایج است و هم اینکه تغییرات عمده ای در شیب خطوط بین هر دو تابع هدف متوالی دیده می‌شود که نشان از مبادله خوب بین جواب‌های نامغلوب می‌باشد.

۲-۳ تست تکرارپذیری مدل

از آنجا که در الگوریتم‌های تکاملی، نقطه آغاز جستجو در فضای جواب، به صورت تصادفی انتخاب می‌شود؛ لذا نتایج کار با اجراهای مختلف، متفاوت خواهد بود. به منظور تست تکرارپذیری، مدل به دفعات ۵ بار با جمعیت اولیه ۵۰ و تعداد تکرار ۳۰۰ با پارامترهای یکسان اجرا شد.

شکل ۷ دامنه تغییرات مقادیر درصد تغییر تاج پوشش گیاهی مرتع (نمودار الف) و دامنه تغییرات نسبت تقلیل فرسایش (نمودار ب) برای ۵ تکرار مدل را نشان می‌دهد. همان طور که در این شکل مشخص است جواب‌های خروجی مدل در طی ۵ تکرار تقریباً در یک بازه از تغییرات نسبت تقلیل فرسایش و تغییرات درصد تاج پوشش مرتعی قرار دارند و تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین آن‌ها از لحاظ این دو تابع هدف وجود ندارد و تمامی الگوها توانسته‌اند نسبت تقلیل فرسایش منطقه را کاهش دهند و سطح منفعت اقتصادی یا به عبارتی درصد بهره برداری از تاج پوشش منطقه را بالا ببرند.



شکل ۷: نمودار دامنه تغییرات الف- درصد تغییر تاج پوشش مراتع ب- نسبت تقلیل فرسایش در طی ۵ بار تکرار مدل

۴- بحث و نتیجه گیری

بررسی نتایج به دست آمده نشان می دهد مدل طراحی شده در پژوهش حاضر قادر است الگوهای بهینه ای برای مدیریت مراتع پیشنهاد دهد که این الگوها تأثیر قابل ملاحظه ای در حفاظت خاک و اقتصاد منطقه دارند. هر یک از این الگوهای بهینه، با توجه به شرایط منطقه و نظر کارشناسی قابل انتخاب و اجرایی خواهند بود. در یکی از الگوهای بهینه خروجی مدل، تنها با مدیریت صحیح پوشش گیاهی، می توان نسبت تقلیل فرسایش را از $4/3$ در شرایط مبنا به حدود $1/2$ رساند که این امر اهمیت مدیریت صحیح پوشش مرتعی در مراتع کشور را نشان می دهد. ارزیابی مدل نیز نشان از کارکرد صحیح مدل داشت.

از نتایج و دستاوردهای این پژوهش می توان به: (۱) ارائه یک مدل مدیریت پوشش مراتع مبتنی بر الگوریتم ژنتیک چندهدفه (۲) قابلیت مدل در پیاده سازی در سایر مراتع کشور حتی با شرایط متفاوت (۳) مدیریت یکپارچه پوشش کل مرتع (۴) نگارش برنامه به فرمی قابل توسعه در آینده به منظور استفاده در مطالعات آتی، اشاره کرد. لازم به ذکر است که در این پژوهش به دلیل گستردگی موضوع تنها به ارزش تولید علوفه ای مرتع توجه شده و به ارزش غیر بازاری مرتع توجه ای نشده است در صورتی که بر اساس طرح تعادل دام و مرتع مصوب $1380/06/05$ شورای منابع طبیعی ارزش ریالی کنترل فرسایش خاک و کنترل رواناب $2/3$ برابر ارزش تولید علوفه آن است و ارزش زیست محیطی مرتع در ایران بین ۴ تا ۸ برابر تولید علوفه است (گزارش تعیین ارزش کارکردها و خدمات عمده غیرتجاری جنگل ها و مراتع - شرکت مهندسی مشاور بوم آباد - سال ۱۳۸۲) که اگر این موارد به نتایج مدل اضافه شود اهمیت مدل بیشتر خواهد شد.

۵- پیشنهادها

روش های گوناگونی برای محاسبه رابطه بین کاهش میزان فرسایش با درصد تاج پوشش مرتع وجود دارد که در این مطالعه به علت عدم دسترسی به داده های مناسب و زمان محدود در مطالعه از نسبت تقلیل فرسایش استفاده شد. پیشنهاد می گردد برای کارهای آتی از یک رابطه کاملتری استفاده گردد تا مدل به خوبی تأثیر تغییر تاج پوشش مرتع در کاهش میزان فرسایش منطقه را اعمال نماید. از طرفی در این مدل فرض شد که هزینه بهبود یک درصد معینی از تاج پوشش مرتع برابر با سود بهره برداری از همان مقدار درصد تاج پوشش مرتع می باشد و به دلیل گستردگی موضوع به منفعت غیر بازاری تاج پوشش مرتع توجه نشده است. لذا پیشنهاد می گردد در کارهای آتی تابع هدف منفعت اقتصادی به صورت کاملتر و با در نظر گرفتن منفعت غیربازاری تاج پوشش مدل سازی گردد.

۶- مآخذ

- (1) Battany, M., & Grismer, M. (2000). Rainfall runoff and erosion in Napa Valley vineyards: effects of slope, cover and surface roughness. *Hydrological processes*, 14(7), 1289-1304
- (2) Cao, K., Batty, M., Huang, B., Liu, Y., Yu, L., & Chen, J. (2011). Spatial multi-objective land use optimization: extensions to the non-dominated sorting genetic algorithm-II. *International Journal of Geographical Information Science*, 25(12), 1949-1969
- (3) Coello, C. A. C., Van Veldhuizen, D. A., & Lamont, G. B. (2002). Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems (Vol. 242): *Springer*
- (4) Cerda, A. (1996). Soil aggregate stability in three Mediterranean environments. *Soil technology*, 9(3), 133-140.
- (5) Datta, D., Deb, K., Fonseca, C. M., Lobo, F., & Condado, P. (2007). Multi-objective evolutionary algorithm for land-use management problem. *International Journal of Computational Intelligence Research*, 3(4), 1-24
- (6) De Figueiredo, T., & Poesen, J. (1998). Effects of surface rock fragment characteristics on interrill runoff and erosion of a silty loam soil. *Soil and Tillage Research*, 46(1), 81-95 .
- (7) Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., & Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, 6(2), 182-197 .
- (8) Deb, K. (2001). Multi-objective optimization using evolutionary algorithms (Vol. 16): *John Wiley & Sons*.
- (9) Dias, A. H., & De Vasconcelos, J. A. (2002). Multiobjective genetic algorithms applied to solve optimization problems. *Magnetics, IEEE Transactions on*, 38(2), 1133-1136
- (10) Duiker, S., Flanagan, D., & Lal, R. (2001). Erodibility and infiltration characteristics of five major soils of southwest Spain. *Catena*, 45(2), 103-121
- (11) Geoffrion, A. M., Dyer, J. S., & Feinberg, A. (1972). An interactive approach for multi-criterion optimization, with an application to the operation of an academic department. *Management science*, 19(4-part-1), 357-368 .
- (12) Goldberg D.E., Coello, C. C., & Van Veldhuizen, D. A. (2007). Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems: *Springer Science & Business Media*.
- (13) Golberg, D. E. (1989). Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. *Addion wesley*, 1989 .
- (14) Haupt, R. L., & Haupt, S. E. (2004). Practical genetic algorithms: *John Wiley & Son*
- (15) Hematzadeh, Y., Barani, H., & Kabir, A. (2009). The role of vegetation management on surface runoff (Case study: Kechik catchment in north-east of Golestan Province), *Journal of Water and Soil Conservation*, 16(2), 19-33, In Persian
- (16) Herzig, A. (2008). A GIS-based module for the multi objective optimization of areal resource allocation. *Paper presented at the Friis-Christensen L, Pundt H, Compte I eds Proceedings of the 11th AGILE International Conference on Geographic Information Science, University of Girona, Spain*. <http://agile.gis.Geo.tu-dresden.De/web/Conference Paper/CDs/AGILE>.
- (17) Horn, J., Nafpliotis, N., & Goldberg, D. E. (1994). A niched Pareto genetic algorithm for multiobjective optimization. *Paper presented at the Evolutionary Computation, 1994. IEEE World Congress on Computational Intelligence, Proceedings of the First IEEE Conference on*.
- (18) Li, X.-Y. (2003). Gravel-sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. *Catena*, 52(2), 105-127 .

- (19) Maringanti, C., Chaubey, I., & Popp, J. (2009). Development of a multi objective optimization tool for the selection and placement of best management practices for nonpoint source pollution control. *Water Resources Research*, 45(6).
- (20) Morin, J., & Kosovsky, A. (1995). The surface infiltration model. *Journal of Soil and Water Conservation*, 50(5), 470-476 .
- (21) Rafahi, H. Gh. (2006). Water erosion and Conservation, *Tehran University*, In Persian
- (22) Rajabi M.R., Mansourian A., Alimohammadi A., Talei M. (2010). Spatial optimization optimization of Urban design and planning process by development of innovative operators in NSGA-II, *Remote Sensing & GIS*, 2(3), 21-42, In Persian
- (23) Romero-Díaz, A., Cammeraat, L., Vacca, A., & Kosmas, C. (1999). Soil erosion at three experimental sites in the Mediterranean. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24(13), 1243-1256 .
- (24) Tanasan, M. (2013). Designing Spatial Optimization Land Use Model using Multi-Objective Genetic Algorithm whit Land Use Planning Approach, *MS Thesis, Department of Remote Sensing and GIS, Shahid Beheshti University*, In Persian
- (25) Vallentine, J. F. (1989). Range development and improvements: *Academic Press, Inc.*
- (26) Wainwright, J., Parsons, A. J., & Abrahams, A. D. (2000). Plot-scale studies of vegetation, overland flow and erosion interactions: Case studies from Arizona and New Mexico. *Hydrological processes*, 14(16-17), 2921-2943 .
- (27) Yang, A., Shan, Y., & Bui, L. T. (2008). Success in evolutionary computation (Vol. 92): *Springer Science & Business Media.*
- (28) Zangiabadi1, M., Rangavar, A., Rafahi, H. GH. Shorafa, M., & Bihamta, M.R. (2010) Investigation of the most Important Factors Affecting on Soil Erosion in Kalat Semi-Arid Rangelands, *Journal of water and soil*, 24(4), 737-744, In Persian

HORMOZGAN UNIVERSITY**Quarterly Journal of
ENVIRONMENTAL EROSION RESEARCH**

2014 autumn

Vol. 4: 3 (15), 33-46

Designing a multi-objective optimization model of Management Canopy, based on genetic algorithms Approach to soil conservation – Case study: Kerman- Roodbar watershed

- | | | |
|---|----------------|--|
| 1 | Matkan, A. | Associate Professor , Dept. of GIS & Remote Sensing, Shahid Beheshti University |
| 2 | Tanasan, M. * | Corresponding Author, M.Sc of RS & GIS, Shahid Beheshti University, Tanasan.mohammad@Gmail.com |
| 3 | Shakiba, A. | Associate Professor, Dept. of GIS & Remote Sensing, Shahid Beheshti University |
| 4 | Mirbagheri, B. | Instructor, Dept. of GIS & Remote Sensing, Shahid Beheshti University |
| 5 | Akbari, K. | M.Sc of RS & GIS, Shahid Beheshti University |
| 6 | Shaygan, M. | Ph.D of GIS, Khaje Nasir University |

Abstract

Reducing the amount and intensity of surface runoff, thus reducing erosion is one of the important aspects of natural resource management, watershed management and soil conservation. Land surface conditions and particularly vegetation is Mitigating or aggravating factor in erosion. Studies on the effect of ground cover to reduce erosion rates indicate that is not necessary to ground cover to reduce erosion. The purpose of this research is to design a model to optimize pasture cover, NSGA-II algorithm is based on the GIS platform. To illustrate identified areas whit the sensitivity of the corrosive medium to large and studied of grassland types, then using the ability NSGA-II algorithm's to determined optimum percentage of canopy. Output of the model might be introduced patterns for canopy that reduction of erosion to an acceptable level and enhancing the economic benefits. The developed model in the study was implemented in Kerman-Rodbar watershed Evaluation results show that the model is able to suggest patterns to canopy planning that reduce erosion with and enhancing the economic benefits that each of these patterns for canopy will be selected and implemented in based on local conditions and expertise. One of the patterns, capable reduce erosion of 4.3 in current situation to about 1.2, Without charge, but with proper management Canopy That it is Show The importance of proper management of Coverage. In this study, use of Hyper Volume and Value Path methods for the efficiency and accuracy of model. The results show that the model is able to good optimization process and results of the model will be reliable.

Keywords: Optimization, Percentage of Canopy, Reduce Erosion, GIS