

## Research Article

## Environmental analysis of Ramsar coastal basin according to morphometric parameters

Elham Arjmand <sup>\*1</sup>, Seyed Mohammad Taghi Sadatipour <sup>2</sup>, Abdolreza Karbasi <sup>3</sup><sup>1</sup> Marine Pollution Expert, Marine Environment Deputy, Environmental Protection Organization, Tehran, Iran<sup>2</sup> Marine Pollution and Environmental Protection Department, Faculty of Marine Sciences and Technologies, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran<sup>3</sup> Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

## Key Words

Analysis  
Ramsar coastal basin  
Morphometric factors  
Topographic factors  
Zoning  
Sustainable development

## Abstract

**Introduction:** The basin is well defined by Khazar Sea to the north, Alborz Mountain range to south, Tonekabon basin to the east & Chaboksar basin to the west. The aim is of recognizing the capabilities of Ramsar coastal basin and its useful uses and use environmental management tools in the development plan and damage reduction, according to the mentioned parameters, zoning can be achieved.

**Materials & Methods:** The Ramsar coastal basin is a part of Iran Topo Maps No (6063 I, 6063 II, 6163 I, 6163 II, 6163 III, 6163 IV) lies between latitudinal of 50° 23' to 50° 50' N and longitudinal of 36° 36' to 36° 56' E with 912.70 Km<sup>2</sup> area. The investigation is carried out based on quantitative analysis of following parameters: The Number of segments (Nu), Length of the basin (Lb), Area (Au), stream Length (L), Circularity Ratio (Rc), Elongation Ratio (Re), Lemniscate (K), Density (D), Frequency (F), Texture (T), Texture Ratio (Tu), Dissection Index (D), Relative Relief (RR), Relief Ratio (Rh), Ruggedness number (Rn), and Gradient (G). In this research, the effective factors on topography, land use are being investigated, are as follows. Re, Rc, K, Ff, D, DI, Rn, RR, T, G, Rh. Regarding the necessities of development, the suitable areas have been determined for future development and in the areas in which development has not been. Based on sustainable development has been identified. Hydrological factors affecting zoning include (F, D, T), geometric factors (Re, Rc, Ff, K), topographic factors (G, DI, RR, Rh) and morphometric parameters were also calculated. According to the environmental conditions and measurement of morphometric parameters of the region, such as capabilities of the environment, development requirements are determined and by placing soil, fault and earthquake maps on the base map of the study area, suitable areas for future development and areas for their development. Non-sustainable development components were also identified.

**Results:** Environmental parameters were also identified to investigate the impact on active ecosystems. In the Ramsar coastal basin, the percentage of Development requirements is higher than the current development. Agricultural use showed more current development in the western highlands than future development.

**Conclusion:** In order to protect the forest cover in the foothills and mountainous due to suitable hydrological parameters and relative development potential for the protection of forest cover in the foothills and mountains, large-scale developments are not developed.

## Article info

\* Corresponding Author's email:  
[earjmand@yahoo.com](mailto:earjmand@yahoo.com)

Received: 22 January 2024  
Reviewed: 23 February 2024  
Revised: 25 April 2024  
Accepted: 30 May 2024

## مقاله علمی - پژوهشی

## بررسی و تحلیل زیست محیطی حوضه ساحلی رامسر با توجه به پارامترهای مورفومتری

الهام ارجمند<sup>۱\*</sup>، سیدمحمدتقی ساداتی‌پور<sup>۲</sup>، عبدالرضا کرباسی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دفتر بررسی آلودگی دریایی، معاونت محیط زیست دریایی، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> گروه آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
<sup>۳</sup> مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

## کلمات کلیدی

## چکیده

تحلیل  
حوضه ساحلی رامسر  
عوامل مورفومتری  
عوامل توپوگرافی  
پهنه‌بندی  
توسعه پایدار

**مقدمه:** حوضه ساحلی رامسر در دامنه جنگل‌های زیبای استان مازندران و شمال رشته کوه البرز قرار دارد، که از شمال به دریای خزر، از جنوب به قزوین، از شرق به تنکابن و از غرب به چابکسر (توابع شهرستان رودسر) محدود است. این حوضه به دلیل وجود آب و هوای معتدل و مرطوب، جنس خاک، رطوبت ناشی از دریای خزر و بارندگی زیاد، پوشیده از جنگل و چمنزار است. این تحقیق با هدف شناخت قابلیت‌های حوضه ساحلی رامسر و کاربری مفید آن انجام گردیده است.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق حوضه ساحلی رامسر بین عرض شمالی ۳۶° ۳۶' تا ۳۶° ۵۶' و طول شرقی ۵۰° ۲۳' تا ۵۰° ۵۰' با مساحت ۹۱۲/۷۰ کیلومترمربع مورد بررسی قرار گرفت و شاخاب‌ها به روش استالر ارزش گذاری گردید. عوامل مؤثر بر پهنه‌بندی عبارتند از: عوامل هیدرولوژیکی (T، D، F)، عوامل ژئومتری (K، Ff، Rc، Re)، عوامل توپوگرافی (DI، G)، (Rh، RR) و پارامترهای مورفومتری نیز محاسبه شد. با توجه به شرایط زیست محیطی و اندازه گیری پارامترهای مورفومتری منطقه، هم چنین قابلیت‌ها و توانایی‌های محیط الزامات توسعه تعیین و با قراردادن نقشه‌های خاک، گسل و زلزله بر روی نقشه مبنای حوضه مطالعاتی، مناطق مناسب جهت توسعه آبی مشخص و مناطقی که توسعه آن‌ها مبتنی بر مؤلفه‌های توسعه پایدار نبوده نیز شناسایی گردید. هم چنین جهت استفاده از ابزارهای مدیریت محیط زیست در برنامه توسعه و کاهش خسارات می‌توان پهنه بندی بهینه را با توجه به پارامترهای ذکر شده به دست آورد. پارامترهای محیطی نیز جهت تعامل با یکدیگر شناسایی شد تا میزان تاثیرگذاری بر اکوسیستم‌های فعال را بررسی گردد.

**نتایج:** الزامات توسعه مقدار درصد توسعه آبی در حوضه ساحلی رامسر بیش تر از توسعه فعلی است. کاربری کشاورزی در بخش ارتفاعات غربی توسعه فعلی را بیش تر از توسعه آبی نشان داد.

**بحث و نتیجه گیری:** به جهت حفاظت از پوشش جنگلی در زیرحوضه کوهپایه ای و کوهستانی و با توجه به پارامترهای هیدرولوژیکی مناسب (به ویژه در حاشیه رودهای بزرگ) و استعداد نسبی قابل قبول جهت توسعه براساس مؤلفه‌های به دست آمده، مناسب نمی باشد.

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:  
 earjmand@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۲ بهمن ۱۴۰۲  
 تاریخ داوری: ۴ اسفند ۱۴۰۲  
 تاریخ اصلاح: ۶ اردیبهشت ۱۴۰۳  
 تاریخ پذیرش: ۱۰ خرداد ۱۴۰۳

## مقدمه

تحقیق به مقایسه بین کاربری فعلی اراضی با نقشه آمایش تهیه شده با استفاده از نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته است (۵).

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق پارامترهای محیطی و میزان تاثیرگذاری آن‌ها با روش‌های مختلف جهت رسیدن به پهنه‌بندی‌های مناسب توسعه در محورهای کلان شناسایی شد. انجام این تحقیق با توجه به شناخت کالبدی محیط و مطالعات کمی و کیفی محدوده مورد مطالعه، شامل: جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای، مطالعات کالبدی و تولید اطلاعات و محاسبات مورفومتری می‌باشد. محدوده مطالعاتی بر روی نقشه‌های جغرافیایی ۱/۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش بین عرض شمالی ۳۶° ۳۶' تا ۳۶° ۵۶' و طول شرقی ۵۰° ۲۳' تا ۵۰° ۵۰' با مساحت ۹۱۲/۷۰ کیلومتر مربع قرار می‌گیرد. اسکن محدوده به صورت تصویر در نرم افزار RASTER، AUTOCAD شد. سپس یک تقاطع از طول و عرض جغرافیایی را در نظر گرفته و با دستور LINE خطوطی به موازات این طول و عرض جغرافیایی رسم نموده و محدوده به مربع‌هایی با اضلاع چهارسانتی متر تقسیم می‌شود. به این ترتیب محدوده مطالعاتی به ۲۵۵ واحد تحقیقاتی یا گرید GRID تقسیم شد، که در هر واحد تحقیقاتی شاخ‌ها طبق روش استالر ارزش گذاری شد که در این تحقیق بستر اصلی عدد ۵ را به خود اختصاص داده است و با N5 نشان داده شد (۶، ۷، ۸، ۹). در هر واحد تحقیقاتی ۲۴ پارامتر مورفومتری کاربردی زیر اندازه‌گیری و محاسبات لازم با اکسل انجام گردید:

پارامترهای مربوط به رواناب: تعداد جریانات  $u$  تعداد و شاخ‌ها با  $N$  و  $\sum n$  مجموع تعداد سرشاخه‌های یک گرید،  $Lb$  طول حوضه،  $L$  طول شاخه اصلی در هر گرید،  $\sum L$  مجموع طول هر شاخه در هر گرید است. پارامترهای ژئومورفومتری:  $H_o$  حوضه ماکزیمم ارتفاع حوضه که سرشاخه رود از آن سرچشمه می‌گیرد،  $H_e$  مینیمم ارتفاع حوضه که سرشاخه رود از آن سرازیر می‌شود،  $Z$  ماکزیمم ارتفاع هر گرید می‌باشد،  $z$  مینی مم ارتفاع هر گرید می‌باشد،  $RR$  برجستگی نسبی حوضه،  $DI$  شاخص برجستگی حوضه،  $G$  گرادیان،  $Rh$  ضریب برجستگی حوضه،  $F$  فرکانس،  $Re$  ضریب کشیدگی،  $D$  دانسیته،  $Ff$  فاکتور شکلی،  $Rn$  عدد زمختی،  $Tu$  بافت،  $Rc$  ضریب مدوری حوضه،  $K$  ضریب لامینسکیت،  $Rb$  ضریب نسبی سرشاخه،  $P$  محیط حوضه و  $A$  مساحت حوضه می‌باشد. لذا اندازه‌گیری پارامترها انجام سپس با محاسبه مقادیر دیگر پارامترها مشخص شد (۱۰).

محیط زیست مجموعه بسیار عظیم و درهم پیچیده‌ای از عوامل فعال گوناگونی است که بر اثر یک‌روند و تکامل تدریجی شکل گرفته است. این مجموعه طبیعت و کلیه موجودات زنده را در بر گرفته و بر فعالیت‌های انسان تأثیر می‌گذارد. انسان، مهم‌ترین عاملی است که با کشاورزی، صنعت، بهره‌برداری از منابع و امکانات، ضمن ایجاد تغییرات مفید و مناسب، سبب آلودگی و تخریب محیط زیست می‌شود. نگرشی بر وضعیت محیط زیست جهان نشان می‌دهد که نه فقط اثرات مخرب انسانی بلکه مسائل حاد و بغرنجی مانند آلودگی شدید جو، کاهش تنوع زیستی، شکاف لایه ازن، پدیده گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین، افزایش آب اقیانوس‌ها، تغییرات شدید اقلیمی و اثرات مختلف و متعدد آن‌ها بروز نموده است. بحران حال و آینده تنها به‌خاطر افزایش جمعیت نیست، کاهش بیش از اندازه منابع طبیعی، افزایش آلودگی‌ها، نارسایی توزیع متعادل منابع، رشد صنعتی و رشد اقتصادی، از دسته عواملی هستند که با رشد جمعیت دست به‌دست هم داده، بحران را پی‌ریزی می‌نمایند (۱). هدف اصلی از پهنه‌بندی سرزمین توزیع فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی و ظرفیت‌های آشکار و پنهان با توجه به تحولات و دگرگونی‌های زمان و نیازهاست که عمدتاً با دیدی دراز مدت و به‌منظور استفاده بهینه از امکانات و براساس توانمندی‌های قابلیت هر منطقه انجام می‌شود (۲). انسان می‌تواند با انتخاب بهینه پهنه‌بندی، توسعه مبتنی بر مؤلفه‌های توسعه پایدار نابسامانی‌ها را مهار کرده و از بروز بحران جلوگیری نماید. لذا برای رسیدن به توسعه پایدار باید کلیه پارامترهای محیطی، تعامل آن‌ها با یکدیگر و میزان تأثیرگذاری آن‌ها بر اکوسیستم‌های فعال را در منطقه شناسایی و مورد بررسی قرار داد. روش‌های سنتی مرتبط با آمایش محیط نیز (در قالب طرح‌های جامع منطقه‌ای و استانی) به جهت در نظر گرفتن اکوسیستم‌های فعال به تنهایی، با ابهاماتی همراه است (۳). در صورتی که برای رسیدن به پهنه‌بندی‌های مناسب برای توسعه در محورهای کلان، نه فقط باید حدود اکوسیستم‌های فعال را شناخت، بلکه باید کلیه پارامترهایی را که به نوعی تغییرات محیط را در برمی‌گیرند شناسایی نمود و با محاسبه میزان تعامل و تأثیرات این عوامل در محیط به یک پهنه‌بندی دقیق و اصولی دست یافت (۴). بهینه‌سازی کاربری اراضی در حوزه‌های آبخیز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و با توجه به دیدگاه‌های متضاد و منابع محدود زمین، یکی از روش‌های مدیریتی مناسب برای رسیدن به پایداری و نیز تخصیص بهینه اراضی به‌منظور رسیدن به بیش‌ترین سود است. آمایش سرزمین و استفاده صحیح و متناسب با ویژگی‌های محیطی در سطح منطقه و کشور، از اصول اولیه و مهم توسعه پایدار به‌شمار می‌آید. در این

## نتایج

نتایج زیر از مطالعات گردآوری شده خاک در محدوده مطالعاتی حوضه ساحلی رامسر بین عرض شمالی ۳۶°۳۶' تا ۳۶°۵۶' و طول شرقی ۵۰°۲۳' تا ۵۰°۵۰' با مساحت ۹۱۲/۷۰ کیلومتر مربع حاصل گردید. با استفاده از نقشه‌های دو بعدی-سه بعدی؛ حوضه به ۵ بخش توپوگرافی زیر تقسیم شد: ساحلی (کم‌تر از ۱۰۰ متر)، کوهپایه‌ای (بین ۴۰۰-۱۰۰۰ متر)، کوهستانی (بین ۱۰۰۰-۴۰۰۰ متر)، ارتفاعات غربی

ارتفاعات شرقی (بیش‌تر از ۱۰۰۰ متر) و ارتفاعات بیش از ۱۸۰۰ متر (با مساحتی بالغ بر ۳۵۹/۵۰ که در توسعه کاربردی نداشته و کاربری توریستی دارد). بخش اخیر دارای کوه‌های بلند، گیاهان علوفه‌ای در داخل برخی دره‌ها، اراضی بایر، پوشش خاکی بسیار کم عمق و سیلاب‌های فصلی می‌باشد. ماکزیمم درصد پارامترها در هر بخش حوضه اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱: دسته‌بندی تغییرات پارامترهای کالبدی در کل حوضه (Re) ضریب کشیدگی، K ضریب لامینسکیته، Ff فاکتور شکلی، Rc ضریب مدوری حوضه، G گرادیان، DI شاخص برجستگی حوضه، Rh ضریب برجستگی حوضه، T بافت، D دانسیته، F فرکانس، Rn عدد زمختی) می‌باشد.

| پارامترها | ماکزیمم درصد پارامتر در حوضه | ماکزیمم درصد پارامتر در حوضه | ماکزیمم درصد پارامتر در حوضه | ماکزیمم درصد پارامتر در حوضه | ماکزیمم درصد پارامتر در حوضه |
|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|           | ارتفاعات غربی                | ارتفاعات شرقی                | پارامتر در حوضه کوهستانی     | پارامتر در حوضه کوهپایه‌ای   | پارامتر در حوضه ساحلی        |
| Re        | 56.79 % خوب                  | 61.76 % متوسط                | 71.79 % متوسط                | متوسط 79.41 %                | 74.19 % متوسط                |
| K         | 35.80 % متوسط                | 66.18 % خیلی خوب             | 71.79 % خیلی خوب             | 79.41 % خیلی خوب             | 74.19 % خیلی خوب             |
| Ff        | 37.03 % خوب                  | 58.82 % متوسط                | 71.79 % متوسط                | 79.41 % متوسط                | 74.19 % متوسط                |
| Rc        | 46.91 % خوب                  | 51.47 % متوسط                | 53.85 % متوسط                | 58.82 % ضعیف                 | 45.16 % خوب                  |
| G         | 56.79 % متوسط                | 47.06 % متوسط                | 48.72 % متوسط                | 97.06 % ضعیف                 | 100 % ضعیف                   |
| DI        | 70.37 % متوسط                | 57.35 % متوسط                | 38.46 % خیلی خوب             | 64.71 % خیلی خوب             | 83.87 % خیلی خوب             |
| Rh        | 44.45 % خوب                  | 36.76 % خیلی خوب             | 53.85 % متوسط                | 35.29 % خوب                  | 96.77 % ضعیف                 |
| T         | 59.26 % خیلی خوب             | 48.53 % ضعیف                 | 38.46 % خوب                  | 61.76 % خیلی خوب             | 35.48 % خیلی خوب             |
| D         | 46.91 % خوب                  | 35.29 % متوسط                | 61.54 % خوب                  | 64.71 % خوب                  | 51.62 % خوب                  |
| F         | 48.15 % خیلی خوب             | 36.76 % متوسط                | 56.41 % خوب                  | 50 % خوب                     | 32.26 % ضعیف                 |
| Rn        | 28.40 % متوسط                | 55.88 % ضعیف                 | 56.41 % متوسط                | 67.65 % ضعیف                 | 100 % ضعیف                   |

با توجه به این که در جدول فوق ماکزیمم درصد پارامترهای کالبدی در هر بخش به ترتیب ذیل در وضعیت خوب و خیلی خوب می‌باشد: در حوزه ارتفاعات غربی ۷ پارامتر، در ارتفاعات شرقی ۲ پارامتر، در بخش کوهستانی ۵ پارامتر، در بخش کوهپایه‌ای ۶ پارامتر و در بخش ساحلی ۵ پارامتر، پس شرایط بهینه در ارتفاعات غربی بیش‌تر می‌باشد. از طرف دیگر ماکزیمم درصد پارامتر بررسی شده در (Re) ضریب کشیدگی، Ff فاکتور شکلی، G گرادیان، T بافت، F فرکانس، Rn عدد زمختی) خوب بوده و در بقیه بخش‌های حوضه متوسط می‌باشد در حالی که K ضریب لامینسکیته، در ارتفاعات غربی متوسط و در بقیه بخش‌ها خیلی خوب می‌باشد، لذا با این شرایط نیز بهره‌وری بیش‌تر در ارتفاعات غربی صورت‌پذیر است و بهره‌وری در ارتفاعات شرقی بسیار کم می‌باشد. دامنه تغییرات در کل حوضه به شرح ذیل مشخص و درصد توزیع تغییرات از دامنه ضعیف تا خیلی خوب در توپوگرافی ساحلی، کوهپایه‌ای، کوهستانی و ارتفاعات بررسی شد: دامنه‌های مشخص شده برای پارامترهای Re، Ff، K، G، DI، Rh در فاصله (0-0.2) ضعیف، در فاصله (0.2-0.4) متوسط، در فاصله (0.4-0.6) خوب و در فاصله (0.6-1) خیلی خوب می‌باشد. دامنه‌های مشخص شده برای پارامترهای Rn، F، D، T در فاصله (0-0.5) ضعیف،

در فاصله (0.5-1) متوسط، در فاصله (1-2) خوب و بیش‌تر از ۲ خیلی خوب می‌باشد. با توجه به اعداد به دست آمده برای هر پارامتر در هر حوضه بررسی‌های لازم انجام، نقشه مبنای حوضه رسم، اطلاعات گردیده جمع‌بندی و نتایج حاصله ارائه گردیده است. الزامات توسعه برای حوضه ساحلی و درصد توزیع پارامترها برای هر گونه توسعه محاسبه شد. سپس میانگین‌گیری شد تا درصد توسعه آتی به دست آید (جدول ۲). در جدول فوق توسعه‌های فعلی و آتی در حوزه ساحلی بر مبنای پارامترهای در نظر گرفته شده در غالب عوامل هیدرولوژیکی، ژئومتری، توپوگرافی و فرسایشی بررسی شده است. در بخش کشاورزی عوامل هیدرولوژیکی غالب می‌باشد، عوامل ژئومتری و توپوگرافی در کاربری شهری-روستایی و صنعتی به یک میزان قابلیت خوبی دارند. توسعه فعلی و آتی در حوضه ساحلی در کاربری شهری و روستایی بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است (جدول ۲). الزامات توسعه برای حوضه کوهپایه‌ای و درصد توزیع پارامترها برای هر گونه توسعه محاسبه گردید. سپس میانگین‌گیری شد تا درصد توسعه آتی به دست آید (جدول ۳).

جدول ۲: الزامات توسعه برای حوضه ساحلی

| هیدرولوژیکی | ژئومتری        | توپوگرافی     | فرسایش        |
|-------------|----------------|---------------|---------------|
| D, T, F     | Re             | Rc            | G             |
| متوسط و خوب | خوب و خیلی خوب | ضعیف تا متوسط | ضعیف تا متوسط |
| 53.76 %     | 19.35 %        | 51.61 %       | 90.32 %       |
| 48.39 %     | 19.35 %        | 51.61 %       | 90.32 %       |
| 48.39 %     | 35.48 %        | ---           | 95.16 %       |
| 26.83 %     | ---            | ---           | 1.61 %        |

| نوع توسعه      | درصد توسعه فعلی | سطح توسعه فعلی (کیلومتر مربع) | درصد توسعه آتی | سطح توسعه آتی (کیلومتر مربع) |
|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|------------------------------|
| شهری و روستایی | 8.81 %          | 9.13                          | 28.43 %        | 29.43                        |
| صنعتی          | 3.86 %          | 4.00                          | 17.40 %        | 18                           |
| کشاورزی        | 0.30 %          | 0.30                          | 11.61 %        | 12.02                        |
| عمرانی         | 0.50 %          | 0.50                          | 6.60 %         | 6.80                         |
| مجموع          | 9.60 %          | 9.93                          | 64.10 %        | 66.30                        |

جدول ۳: الزامات توسعه برای حوضه کوهپایه‌ای

| هیدرولوژیکی | ژئومتری        | توپوگرافی     | فرسایش        |
|-------------|----------------|---------------|---------------|
| D, T, F     | Re             | Rc            | G             |
| متوسط و خوب | خوب و خیلی خوب | ضعیف تا متوسط | ضعیف تا متوسط |
| 52.53 %     | 30.30 %        | 63.64 %       | 93.94 %       |
| 18.63 %     | 30.30 %        | 63.64 %       | 93.94 %       |
| 77.78 %     | 42.42 %        | ---           | 70.59 %       |
| 11.76 %     | ---            | ---           | 29.41 %       |

| نوع توسعه      | درصد توسعه فعلی | سطح توسعه فعلی (کیلومتر مربع) | درصد توسعه آتی | سطح توسعه آتی (کیلومتر مربع) |
|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|------------------------------|
| شهری و روستایی | 0.50 %          | 0.50                          | 9 %            | 10.10                        |
| صنعتی          | 0.0003 %        | 0.0003                        | 6.70 %         | 7.50                         |
| کشاورزی        | ---             | ---                           | 30.40 %        | 34.10                        |
| عمرانی         | 0.02 %          | 0.02                          | 1.70 %         | 1.90                         |
| مجموع          | 0.51 %          | 0.50                          | 47.80 %        | 53.60                        |

در جدول فوق نیز توسعه های فعلی و آتی در حوزه کوهپایه ای بر مبنای پارامترهای در نظر گرفته شده در غالب عوامل هیدرولوژیکی، ژئومتری، توپوگرافی و فرسایشی بررسی شده است. در بخش کشاورزی عوامل هیدرولوژیکی غالب می

باشد، عوامل ژئومتری و توپوگرافی کاربری شهری-روستایی و صنعتی به یک میزان قابلیت خوبی دارند. در این حوضه در کاربری کشاورزی بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است لذا توسعه آتی جهت کشاورزی در این حوضه بهینه می باشد

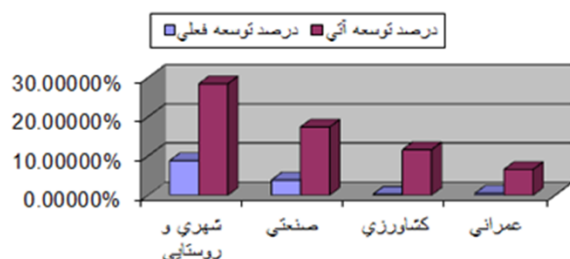
(جدول ۳). در آخر الزامات توسعه برای حوضه ارتفاعات غربی و درصد توزیع پارامترها برای هر گونه توسعه محاسبه گردید. سپس میانگین گیری شد تا درصد توسعه آتی به دست آید (جدول ۴).

جدول ۴: الزامات توسعه برای حوضه ارتفاعات غربی

| فرسایش<br>Rh, Rn         | توپوگرافی<br>DI                   | G                        | ژئومتری<br>Re             | هیدرولوژیکی<br>D, T, F    |                          |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| ضعیف تا متوسط<br>% 61.54 | خوب و خیلی<br>خوب---              | ضعیف تا متوسط<br>% 53.85 | ضعیف تا متوسط<br>% 46.15  | خوب و خیلی خوب<br>% 46.15 | متوسط و خوب<br>% 61.54   |
| ضعیف تا متوسط<br>% 61.54 | خوب و خیلی<br>خوب---              | ضعیف تا متوسط<br>% 53.85 | ضعیف تا متوسط<br>% 46.15  | خوب و خیلی خوب<br>% 46.15 | ضعیف تا متوسط<br>% 23.10 |
| ضعیف<br>% 15.38          | به نوع کشاورزی بستگی دارد.<br>--- |                          | خوب و خیلی خوب<br>% 53.85 | خوب و خیلی خوب<br>% 74.36 | کشاورزی                  |
| متوسط<br>% 46.15         | نقشی ندارد.<br>---                |                          | نقشی ندارد.<br>---        | ضعیف<br>% 20.51           | عمرانی                   |

| سطح توسعه آتی<br>(کیلومتر مربع) | درصد توسعه آتی | سطح توسعه فعلی<br>(کیلومتر مربع) | درصد توسعه فعلی | نوع توسعه      |
|---------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| 6.12                            | % 10.10        | 0.09                             | % 15            | شهری و روستایی |
| 3.20                            | % 5.30         | 0.00005                          | % 0.0001        | صنعتی          |
| 7.84                            | % 12.90        | 11.90                            | % 19.60         | کشاورزی        |
| 3.14                            | % 5.20         | ---                              | ---             | عمرانی         |
| 20.30                           | % 33.50        | 11.99                            | % 16.80         | مجموع          |

صنعتی کم، در بخش کشاورزی کم تر و در بخش عمرانی (راه) بسیار کم می‌باشد (شکل ۱).



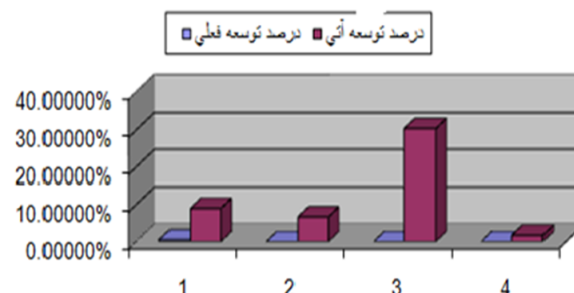
شکل ۱: نمودار توسعه فعلی و آتی در حوضه ساحلی ۱:

شهری و روستایی، ۲: صنعتی، ۳: کشاورزی، ۴: عمرانی

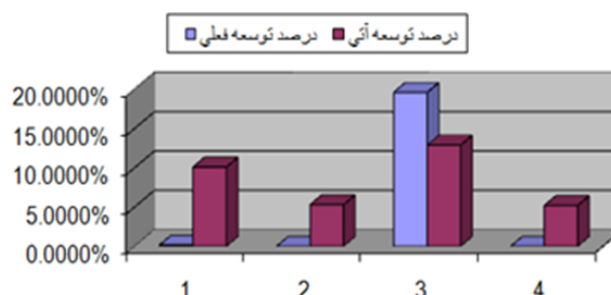
نمودار الزامات توسعه‌ای در بخش حوضه کوهپایه‌ای توانایی انجام توسعه آتی و فعلی را نشان می‌دهد. خوشبختانه در حال حاضر در این بخش توسعه قابل توجهی وجود ندارد ولی مقدار درصد توسعه آتی در بخش کشاورزی بسیار زیاد، در بخش عمرانی (راه) بسیار کم و در بخش صنعت این مقدار به هم نزدیک می‌باشد (شکل ۲). نمودار الزامات توسعه در زیرحوضه ارتفاعات غربی توانایی انجام توسعه آتی در این زیرحوضه را نشان می‌دهد. کاربری کشاورزی در این بخش توسعه فعلی را بیش تر از آتی نشان می‌دهد و متأسفانه به مقدار ۶/۷۰ درصد توسعه در این بخش به اشتباه انجام شده است (شکل ۳).

در جدول فوق توسعه‌های فعلی و آتی در حوزه ارتفاعات غربی بر مبنای پارامترهای در نظر گرفته شده در غالب عوامل هیدرولوژیکی، ژئومتری، توپوگرافی و فرسایشی بررسی شده است. در بخش کشاورزی عوامل هیدرولوژیکی غالب می‌باشد، عوامل ژئومتری و توپوگرافی در کاربری شهری-روستایی و صنعتی به یک میزان قابلیت خوبی دارند. توسعه فعلی و آتی در ارتفاعات غربی نیز مانند زیرحوضه کوهپایه‌ای در کاربری شهری و روستایی بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است (جدول ۴). سپس با قراردادن نقشه‌های خاک، گسل و زلزله بر روی نقشه مبنای حوضه مطالعاتی و تکمیل جدول الزامات توسعه نمودارها رسم شد؛ مناطق مناسب جهت توسعه شهری و روستایی، صنعتی، کشاورزی و عمرانی (راه) بر روی نقشه‌های کاربری پیشنهاد گردید. در این نقشه‌ها با انتخاب رنگ متفاوت، کاربری فعلی را از پیشنهادی متمایز نموده‌ایم. هم چنین مناطق نامناسب برای کاربری را مشخص کرده‌ایم. نمودار الزامات توسعه‌ای در بخش حوضه ساحلی توانایی انجام توسعه آتی و فعلی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودارها مشخص است درصد توسعه آتی بیش از توسعه فعلی می‌باشد و این مقدار در بخش شهری و روستایی بسیار زیاد، در بخش

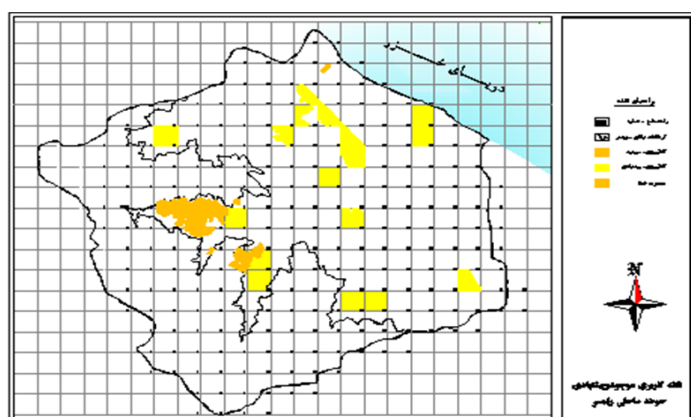
نقشه کاربری موجود و پیشنهادی شهری و روستایی در حوضه رامسر کاربری‌های فعلی از کاربری‌های پیشنهادی با رنگی کم‌رنگ‌تر متمایز شده است و همان‌طور که در نقشه مشخص است تراکم جمعیت در سواحل شرقی بسیار زیاد است و با دوری از ساحل از شدت آن کم می‌شود. پیشنهاد می‌گردد جهت آسیب کم‌تر به محیط زیست این جمعیت در جاهایی که با رنگ صورتی نشان داده شده است اسکان یابد و توسعه دور از ساحل باشد (شکل ۴). نقشه کاربری موجود و پیشنهادی کشاورزی در حوضه رامسر کاربری‌های آبی پیشنهادی با رنگی کم‌رنگ متمایز شده است. همان‌طور که در نقشه مشخص است جهت آسیب کم‌تر به محیط زیست کشاورزی دور از ساحل پیشنهاد می‌گردد و قسمتی نارنجی رنگ کاربری فعلی است که به اشتباه انجام گرفته است (شکل ۵). نقشه کاربری موجود و پیشنهادی عمرانی (راه) در حوضه رامسر کاربری‌های آبی پیشنهادی با رنگی پر رنگ و در غرب استان متمایز شده است. کاربری‌های موجود به صورت خط و در کنار ساحل نمایش داده شده است (شکل ۶).



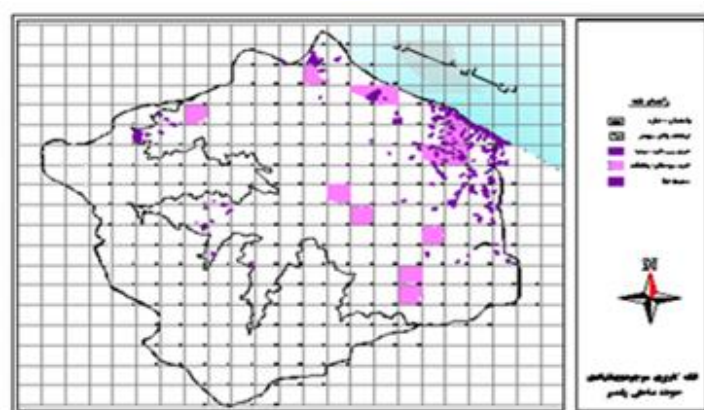
شکل ۲: نمودار توسعه فعلی و آبی در حوضه کوهپایه‌ای (۱): شهری و روستایی، ۲: صنعتی، ۳: کشاورزی، ۴: عمرانی



شکل ۳: نمودار توسعه فعلی و آبی در حوضه ارتفاعات غربی (۱): شهری و روستایی، ۲: صنعتی، ۳: کشاورزی، ۴: عمرانی



شکل ۵: نقشه کاربری موجود و پیشنهادی کشاورزی حوضه ساحلی رامسر



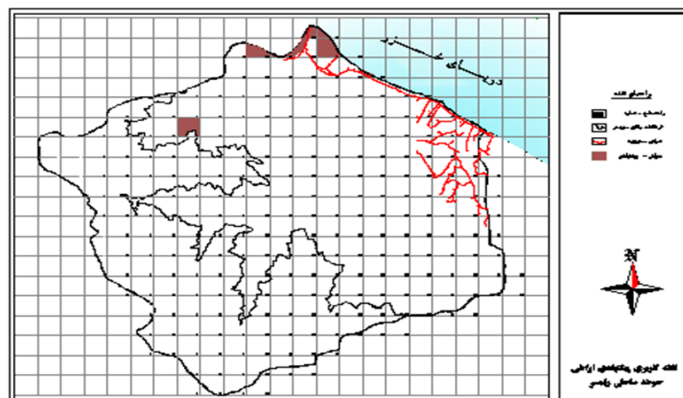
شکل ۴: نقشه کاربری موجود و پیشنهادی شهری و روستایی حوضه ساحلی رامسر

## بحث

نمودارهای الزامات توسعه مقدار درصد توسعه آبی در حوضه ساحلی رامسر بیش‌تر از توسعه فعلی می‌باشد، که در شکل ۱ نیز درصد توسعه آبی بیش از توسعه فعلی می‌باشد. این مقدار در بخش شهری و روستایی بسیار زیاد است؛ همان‌طور که در جداول الزامات توسعه، درصد توسعه فعلی و آبی نیز با توجه به پارامترهای کالبدی محاسبه شده کاربری شهری و روستایی بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است (جدول

۲). و در بخش صنعتی کمتر، در بخش کشاورزی هم کم‌تر و در بخش عمرانی بسیار کم می‌باشد (شکل ۱). هم‌چنین در جداول الزامات توسعه، درصد توسعه فعلی و آبی نیز با توجه به پارامترهای کالبدی محاسبه شده کاربری شهری و روستایی بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است و نمودار توسعه فعلی و آبی در بخش ارتفاعات غربی نیز این موضوع کاملاً مشخص است و نکته قابل تامل در این بخش کاربری کشاورزی فعلی می‌باشد که به مقدار ۶/۷۰٪ بیش‌تر از توسعه

آتی صورت گرفته است که قطع به یقین طبقات زیست محیطی زیادی داشته است (شکل ۳).



شکل ۶: نقشه کاربری موجود و پیشنهادی عمرانی (راه) حوضه ساحلی رامسر

با توجه به مقدار  $5/22\%$  که برای RC (ضریب مدوری حوضه) های بالاتر از  $0/8$  از محاسبات انجام گرفته به دست آمده است، ماندگاری آلاینده‌ها در این گریدها قطعی می‌باشد. حدود  $60/84\%$  منطقه توان متوسط برای دفع آلاینده‌ها را دارد و نیز  $21/07\%$  از منطقه دارای توان خوبی برای دفع آلاینده‌ها است (۱۱). میزان RC (ضریب مدوری حوضه) در ارتفاعات غربی  $46/91\%$  و حوضه ساحلی با میزان  $45/16\%$  توان خوبی برای دفع آلاینده‌ها را دارد ولی حوضه ارتفاعات شرقی و کوهستانی دارای توان متوسط از دفع آلودگی است و حوضه کوهپایه‌ای آلاینده‌های کم‌تری را دفع خواهد نمود. در ساحل نیز با توجه به این که در زیرحوضه ارتفاعات شرقی و غربی در داخل دره‌های بسیار عمیق این منطقه اراضی با کشت نباتات علوفه‌ای و در حاشیه دره‌ها قطعات کوچک دیم کاری دیده می‌شود. این ارتفاعات عموماً بدون پوشش گیاهی درختچه‌های آلی و نباتات استپی با پراکندگی زیاد است. فرسایش بسیار زیاد خاک و خاک بسیار کم عمق سنگ‌ریزه‌دار از ویژگی‌های خاک این زیرحوضه می‌باشد. مساحت هریک از کاربری‌های جنگل، مرتع، کشاورزی، مناطق مسکونی، حفاظت و توریسم به ترتیب  $0/6$ ،  $0/08$ ،  $3$ ،  $0/32$  درصد برآورد شد. درحالی که کاربری فعلی جنگل، مرتع، کشاورزی، مناطق مسکونی، اراضی فاقد پوشش و ماسه‌ای به ترتیب  $71$ ،  $20$ ،  $9$ ،  $8$  و  $1/0$  است (۵). در حوضه ساحلی رامسر با استفاده از نقشه آمایش سرزمین، اولویت‌بندی کاربری‌ها (با روش کیفی قیاسی بین توان‌های اکولوژیکی) و توابع موجود در نرم افزار؛ کاربری بهینه (آمایش سرزمین) انجام شد (۵). در زیرحوضه ساحلی چالوس خاک از عمق نسبتاً خوبی برخوردار است و ساختار خاک دارای بافت متراکم می‌باشد. از نظر توپوگرافی هموار بوده و از

نظر فرسایش دارای مولفه‌های ضعیفی است. توسعه کشاورزی جهت برنامه‌های بلندمدت شالیکاری متمرکز خواهد بود و شایان توجه است که در زمین‌ها و دامنه‌های بلند با شیب کم توسعه کشاورزی از نوع دیم کاری و چراگاه پیشنهاد می‌شود (۱۲). در زیرحوضه ساحلی، اراضی دارای خاک‌های عمیق رسی می‌باشند که تحت تأثیر آب زیر زمینی قرار گرفته‌اند و خاک‌های عمیق با بافت متوسط تا سنگین به همراه سنگ‌ریزه، در حاشیه بستر رودخانه‌ها وجود دارند. این اراضی زیر کشت برنج، باغات مرکبات است و خاک‌های اسیدی، مناسب چای کاری می‌باشد. در این تحقیق نیز نشان داده شده که توسعه در بخش شهری و روستایی بسیار زیاد بوده است (شکل ۱). با توجه به محاسبات انجام شده و الزامات توسعه، بخش عمرانی (راه) در حوضه ساحلی رامسر بسیار کم بوده است. کاربری موجود در این حوضه بیش‌تر در سواحل شرق استان متمرکز شده‌اند و مناطق قابل توسعه در بخش ساحلی و ارتفاعات کم‌تر از  $1800$  می‌باشد (شکل ۶). در مناطقی با ارتفاع کم‌تر از  $1800$  عمق خاک کم و همراه با قلوه‌سنگ و سنگ‌ریزه است. نفوذپذیری زیاد و در مناطقی که عمق خاک نسبتاً خوب و پوشش جنگلی متراکم است. در دامنه‌های با شیب کم، کشت دیم و چراگاه‌های فصلی در سطح محدود رایج است (۱۲). در شکل ۴ نیز کاربری‌های موجود شهری در این حوضه نمایشگر این مهم است که تراکم جمعیتی با توجه به سطح رایج پوششی در شرقی‌ترین نقطه ساحلی حوضه رامسر مجتمع گردیده است. این تراکم ناشی از ارتفاع خاک و میزان نفوذپذیری زیاد آن می‌باشد (شکل ۴). تشکیلات خاک در حوضه ساحلی رامسر که بستر رودخانه صفاورد در آن می‌باشد از نظر سنگ‌شناسی یا دانه‌بندی هتروژن، متشکل از ذرات ریز تا قلوه سنگ‌های بزرگ بوده که سختی چندانی ندارند و از نظر مورفولوژی کم ارتفاع‌تر از سایر تشکیلات هستند. بررسی‌های زمین‌شناسی و مطالعات ژئوفیزیکی انجام شده در حوضه ساحلی رامسر، بخش آبرفتی را با ضخامت تقریبی و بیش از  $100$  متر معرفی می‌کند (۱). با توجه به نتایج حاصل از محاسبات و نیز الزامات و پارامترهای کالبدی برای توسعه‌های اصلی چنین می‌شود که زیرحوضه ساحلی نسبت به انواع توسعه در جهات مشخص شده توان بالقوه را نشان می‌دهد. در زیر حوضه کوهپایه‌ای بافت خاک مناسب و متراکم است. پوشش جنگلی در این بخش متراکم بوده و این ویژگی تا حدود زیادی از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند (۱۲). کاربری موجود و پیشنهادی کشاورزی در حوضه ساحلی رامسر در بخش ارتفاعات غربی، توسعه فعلی را بیش‌تر از آتی نشان می‌دهد که به مقدار  $6/70$  درصد در این بخش توسعه به اشتباه انجام شده که با رنگ نارنجی نمایش داده شده است (شکل ۵). این توسعه نیز در

مناطق با ارتفاع کم تر از ۱۸۰۰ عمق خاک صورت گرفته است که در تحقیقات دیگر (۱۲) به آن اشاره شده است. نفوذپذیری و پوشش مناسب این منطقه عامل اصلی توسعه می باشد.

## منابع

1. **Moustofian, A., 1991.** Study of Ramsar mineral waters in terms of radioactivity and its impact on the environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch. Bachelor's thesis. (In Persian)
2. **Aden, J. and Morgan, R., 2001.** Regional Planning. A Comprehensive View. Leonard Hill Books.
3. **Mokhtari, F., 2010.** Zoning of Mahmoudabad coastal basin with respect to the sustainable development component. Faculty of Marine Sciences and Technologies, Islamic Azad University, North Tehran Branch. Master's thesis. (In Persian)
4. **Darban Astaneh, Z., 2001.** Kangan Environmental Zoning, Faculty of Marine Sciences and Technologies. Islamic Azad University, Tamab Branch. Master's thesis. (In Persian)
5. **Salehi, N. and Karimian, A.A., 2017.** Land planning of Safaroud Ramsar watershed using geographic information system software, Fourth International Conference on Environmental Planning and Management, Tehran. (In Persian)
6. **Horton, R.E., 1945.** Erosion. development of stream and their drainage basins.
7. **Gardiner, V., 1982.** Drainage basin morphometry: Quantitative analysis of drainage basin form. *Perspectives in Geomorphology* (Ed. Sharma, H.S.), 2: 107-142.
8. **Glock, W.S., 1932.** Available relief as a factor of control in the profile of a land form. *Journal of Geology*. 40: 74-83.
9. **Morisawa, M.E., 1962.** Quantitative Geomorphology of Some Watersheds in the Appalachian Plateau. *Geological Society of America Bulletin*. 73: 1025-1046.
10. **Coates, D.R., 1958.** Quantitative geomorphology of small drainage basins of southern Indiana. (In Topological and geometric study of drainage network. S.E. Chotan Nagpur Region, India, Singh, S. and upadhyaya, D.P.G., 1982. *Perspectives in Geomorphology*, II concept Publishing co., New Delhi).
11. **Ghobadi, F., 2005.** Quantitative and qualitative study of the basin affected by the headwaters of the Dez River and attention to the components of sustainable development, 24th Earth Sciences Conference, Tehran. (In Persian)
12. **Binaghi, P., 2003.** Environmental management of the Chalus coastal basin with regard to sustainable development components. Faculty of Marine Sciences and Technologies, Islamic Azad University, North Tehran Branch. Master's thesis. (In Persian)