

## به کارگیری روش دلفی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) برای اولویت‌بندی عوامل منفی مؤثر بر جنگل‌های مانگرو (مطالعه موردی: جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان، ایران)

### چکیده

امروزه، جلوگیری و یا کاهش پیامدهای نامطلوب ناشی از افزایش آسیب‌پذیری اکوسیستم‌های جنگلی به یکی از مهم‌ترین تصمیمات و اهداف مدیران منابع طبیعی در سراسر جهان تبدیل شده است. دستیابی به این هدف، نیازمند به استفاده از روش‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مناسبی است که انجام تصمیم‌گیری درست، علمی و به‌موقع را امکان‌پذیر می‌سازد. در این میان این روش‌ها، روش دلفی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) به دلیل اعتبار علمی و نیز قابلیت استفاده در سطوح مختلف بین‌رشته‌ای، برای اولویت‌بندی معیارهای چندگانه و اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب هستند. در این مطالعه نیز از این دو روش برای اولویت‌بندی تنش‌ها و آشفته‌گی‌های مؤثر در آسیب‌پذیری جنگل‌های مانگرو ایران استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که تنش‌ها و آشفته‌گی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در مجموع از اهمیت بالاتری نسبت به سایر عوامل منفی اثرگذار محیطی برخوردار بودند. نتایج همچنین نشان داد که در میان محرک‌های اثرگذار آب و هوایی، بالا آمدن سطح آب دریا نسبت به سایر محرک‌ها دارای اهمیت و اولویت بالاتری بود (با قرار گرفتن در اولویت دوم). آگاهی کافی نسبت به پیامدهای نامطلوب ناشی از توسعه صنایع و سازه‌ها سبب گردید تا پس از وزن دهی و اولویت‌بندی، متخصصان آن را در جایگاه سوم رتبه‌بندی نهایی و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آشفته‌گی‌های مؤثر بر جنگل‌های مانگرو ایران معرفی نمایند. در نهایت می‌توان گفت که نتایج حاصل از این تحقیق از طریق اولویت‌بندی و تعیین درجه اهمیت تنش‌ها و آشفته‌گی‌های محیطی چندگانه وارد آمده بر مانگروها می‌تواند به‌عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری نقش قابل ملاحظه‌ای را در کارایی و موفقیت برنامه‌های حفاظت و مدیریت جنگل‌های مانگرو ایران داشته باشد.

**واژگان کلیدی:** تنش‌ها و آشفته‌گی‌ها، اولویت‌بندی، روش دلفی، FAHP، جنگل‌های مانگرو،

ایران.

داود مافی غلامی<sup>۱\*</sup>

جهانگیر فقهی<sup>۲</sup>

افشین دانه‌کار<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

\*مسئول مکاتبات:

d.mafigholami@nres.sku.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۵۰۱۰۱۹۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۲

### مقدمه

امروزه با وجود اهمیت بالای جنگل‌های مانگرو در فراهم نمودن خدمات اکوسیستمی موردنیاز انسانی، تخریب و از بین رفتن این رویشگاه‌های منحصربه‌فرد شدت یافته است، چنان‌که تاکنون بیش از ۵۰ درصد از جنگل‌های مانگرو جهان دچار تخریب و افت کیفیت شده‌اند و این روند همچنان ادامه دارد (Duke et al., 2007). این تخریب‌ها و آشفته‌گی‌ها تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسان‌ساخت مختلفی صورت می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به طوفان‌ها، بیماری‌ها، جنگل‌زدایی، تغییر زمین ریخت‌های ساحلی و توسعه زمین‌های زراعی و مناطق مسکونی، ایجاد کانال‌ها، توسعه تفرجگاه‌های ساحلی، آبی‌پروری و اثرات مخرب ناشی از آلودگی نفتی و نیز فاضلاب حاوی مواد شیمیایی گوناگونی اشاره نمود که از محیط‌های شهری، صنعتی و کشاورزی مجاور به درون جنگل‌های مانگرو وارد شده‌اند (Ong Che, 1999; Schaffelke et al., 2005; )

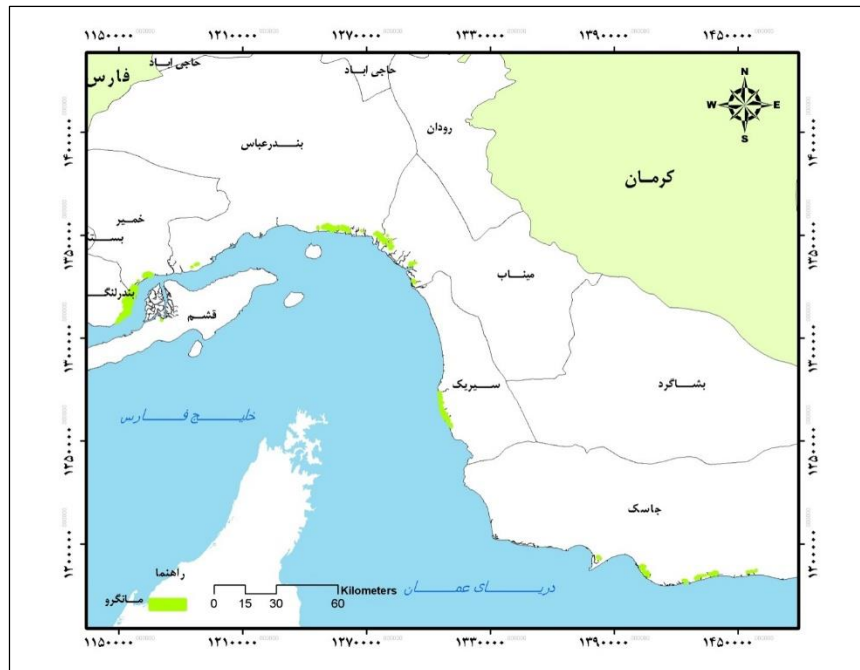


(Binelli et al., 2007). نتیجه مستقیم این آشفتگی‌ها، کاهش وسعت و سلامتی مانگروها، کاهش تنوع زیستی، تشدید گرمایش جهانی و سایر تغییرات اقلیمی و نیز نابودی بخش عمده‌ای از منابع موردنیاز جوامع انسانی است (Kristensen et al., 2008; Walters et al., 2008). برای جلوگیری و یا کاهش اثرات نامطلوب مربوط به تنش‌ها و آشفتگی‌های ذکرشده و نیز فراهم آوردن زیرساخت‌های ضروری برای کاهش خطرات و یا پیامدهای نامطلوب ناشی از آن، انجام برنامه‌ریزی و فراهم آوردن ابزارهای مناسب مدیریتی امری اجتناب‌ناپذیر است (Smith et al., 1994). دستیابی به هدف فوق‌نیازمند شناسایی و اولویت‌بندی این تنش‌ها و آشفتگی‌ها است که زمینه‌ساز اجرای فرایند ارزیابی آسیب‌پذیری بوده و نقش مهمی را در ایجاد تصویری کمی و کیفی از فرآیندها و نتایج مربوط به آسیب‌پذیری جنگل‌های مانگرو بر عهده دارد (Adger, 2006).

در سال‌های اخیر، فنون و تکنیک‌های تصمیم‌گیری مختلفی مانند روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای کمک به تصمیمات مدیریتی و اولویت‌بندی معیارهای گوناگون توسعه‌یافته است که از آن جمله می‌توان به روش دلفی، نقطه ایدئال، تجزیه و تحلیل فهرست و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) اشاره نمود. در این میان، دو روش دلفی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) در مطالعات گوناگون به‌صورت گسترده‌ای برای برطرف نمودن مشکلات موجود در تصمیم‌سازی چند معیار به کار گرفته شده‌اند. لذا هدف این پژوهش نیز استفاده از ترکیبی از روش دلفی و FAHP برای اولویت‌بندی تنش‌های چندگانه وارد آمده بر جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان است. در واقع، این مقاله نخستین بخش از مجموعه نوشتارهایی است که باهدف ارزیابی آسیب‌پذیری جنگل‌های مانگرو در کشور ایران تدوین می‌شوند و نتایج حاصل از آن‌ها کمک قابل‌توجهی به اجرای مؤثر و منطقی فرآیند ارزیابی آسیب‌پذیری و نیز ارائه گزینه‌های سازگار مناسبی خواهد نمود که نقش مهمی را در تعدیل نمودن پیامدهای مخرب وارد آمده بر جنگل‌های مانگروی ایران و ارائه راه‌کارهای لازم جهت دستیابی به حفاظت و افزایش پایداری آن‌ها بر عهده دارد.

## مواد و روش‌ها

جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان با قرار گرفتن در سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان دارای وسعتی برابر با ۱۰۰۲۵/۵۵ هکتار (بیش از ۹۰ درصد جنگل‌های مانگرو ایران) بوده و در ۷ شهرستان جاسک، سیریک، میناب، بندرعباس، خمیر، قشم و بندرلنگه در رویشگاه‌های مختلف توسعه‌یافته است. جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان بیشترین وسعت این اجتماعات را در کشور و نیز در کل حوزه خلیج فارس و آب‌های منطقه راپمی (ROPME) دارا بوده و متشکل از دو گونه حرا (*Avicennia marina*) و چنل (*Rhizophora mucronata*) هستند. جنگل‌های طبیعی مانگرو استان هرمزگان از شرق به غرب از رویشگاه گابریک (لکه رویشی هیمن) در شهرستان جاسک آغاز و تا رویشگاه سایه خوش در حوزه شهرستان بندرلنگه امتداد می‌یابد که به‌صورت لکه‌های پراکنده در سواحل استان با وسعت‌های مختلف دیده می‌شود. رویشگاه‌های طبیعی جنگل‌های مانگرو در سواحل این استان در حدفاصل عرض شمالی  $13^{\circ} 34' 25''$  در گابریک (شهرستان جاسک) تا  $54' 10' 27''$  در کولغان شهرستان بندرعباس و طول شرقی  $07^{\circ} 34' 58''$  در هیمن شهرستان جاسک تا  $06' 22' 55''$  در شهرستان بندرلنگه گسترش دارد (شکل ۱). در گستره یادشده توده‌های طبیعی به‌جز رویشگاه سیریک تماماً از اجتماعات خالص، نامنظم و ناهمسال درختان حرا پوشیده شده است و تنها در رویشگاه سیریک درختان چنل به‌صورت آمیخته با درختان حرا مشاهده می‌شود (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۸۵). جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان دربرگیرنده طیف گسترده‌ای از عملکردهای اکولوژیک همچون تثبیت فلزات سنگین، تثبیت رسوب، کنترل فرسایش، ترسیب کربن، تأمین محیط پرورشگاهی برای ماهی و میگو و نیز فراهم‌کننده مجموعه‌ای از خدمات اکوسیستمی گوناگون مانند تأمین علوفه دام، برداشت عسل، برداشت آبیان و حفاظت ساحل هستند (دانه‌کار، ۱۳۷۸).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان در ایران.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، فاکتورهای محیطی خارجی که دارای اثرات منفی بر گیاهان هستند، در دودسته کلی تنش‌ها و آشفستگی‌ها قرار می‌گیرند. بنا به تعاریف موجود، تنش شامل تمامی فاکتورهای خارجی است که اثر محدودکننده بر فرایند فتوسنتز گیاهی دارد (به‌طور عمده شامل کمبود نور، رطوبت و یا مواد غذایی و نیز درجه حرارت‌های خارج از حد اپتیمال) و آشفستگی شامل تخریب جزئی و یا کلی ذیتوده گیاهی توسط عوامل خارجی مانند علفخواران، عوامل بیماری‌زا و انسان (لگدمالی، قطع، بهره‌برداری و شخم زدن) و یا به‌وسیله تخریب بادی، یخ‌زدگی، خشک‌شدگی، فرسایش خاک و آتش‌سوزی است (Grime, 1977). در واقع شدت این فاکتورهای محیطی تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری، رشد و زنده‌مانی و نیز سرعت بازیابی و استقرار پوشش گیاهی در مناطق گوناگون است (Huggett, 2005). از این دیدگاه، اکوسیستم‌های مختلف، به‌ویژه مانگروها، تقریباً به‌صورت دائمی و هم‌زمان، هدف تنش‌ها و آشفستگی‌های چندگانه محیطی (ژئولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک) قرار می‌گیرند که به لحاظ خصوصیت آن‌ها در طول زمان و مکان، متنوع هستند (Venter et al., 2006; Halpern et al., 2008). از این رو، شناخت و اولویت‌بندی این تنش‌ها و آشفستگی‌ها نقش مهمی در برنامه‌ریزی توانمندسازی و به حداقل رساندن و یا جبران خسارت‌های وارد آمده بر این رویشگاه‌ها دارد (Adger, 2006).

به‌طور کلی، شناسایی و طبقه‌بندی تنش‌ها و آشفستگی‌ها، تنظیم پرسشنامه برای اخذ نظر متخصصان و در نهایت تجزیه و تحلیل یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای، مبانی اصلی روش بررسی این تحقیق بوده است؛ بنابراین، در ابتدا با بررسی گسترده منابع کتابخانه‌ای و سوابق مطالعاتی موجود در زمینه‌ی جنگل‌های مانگرو، مهم‌ترین تنش‌ها و آشفستگی‌هایی که دارای اثرات منفی بر ساختار و عملکرد رویشگاه‌های مانگروی استان هرمزگان بودند، شناسایی شدند و برای تهیه ساختار سلسله مراتبی در ۴ دسته اصلی و ۱۶ گروه طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).

**جدول ۱: طبقه‌بندی انواع عوامل منفی اثرگذار بر جنگل‌های مانگرو.**

منابع	معیار	نوع عامل منفی اثرگذار
Ellison, 2000; Gilman <i>et al.</i> , 2007	بالا آمدن سطح آب دریا	آب و هوایی
Cahoon <i>et al.</i> , 2003	طوفان	
Field, 1995; Ellison, 2000	خشک‌سالی	
Tomlinson, 1986; Ellison, 2000; Larcher, 2001	دمای هوا	
kathiresan and Rajendran, 2005; Dahdouh-Guebas <i>et al.</i> , 2005	سونامی	زمین‌شناختی
González <i>et al.</i> , 2010; Della Seta <i>et al.</i> , 2012	روانگرایی	
Norkko <i>et al.</i> 2002; Ellison, 2006	جابجایی رسوبات (فرسایش و رسوب‌گذاری)	
Primavera, 1997; Valiela <i>et al.</i> , 2001; Barbier and Cox, 2003	آبزی‌پروری مدیریت نشده	
Tam <i>et al.</i> , 2005; Araujo and Costa, 2007	انتشار آلاینده‌ها	انسانی
Schlacher and Thompson, 2008	فعالیت‌های گردشگری مدیریت نشده	
Sobardo, 2005; Dahdouh-Guebas <i>et al.</i> , 2005	تغییر در جریان آب شیرین ورودی به محیط ساحلی	
Schleupner, 2008	دخالت‌های مهندسی در سواحل	
Sasekumar <i>et al.</i> , 1992	برداشت بیش‌ازاندازه از منابع آبی	
Hauff <i>et al.</i> , 2006; Lopez-Hoffman <i>et al.</i> , 2006; Crona and Ronnback, 2007	تبدیل جنگل و بهره‌برداری بیش از ظرفیت	
Russell and Helnale, 2002	معدن کاری	ناشی از پدیده‌های زیستی
Osborne and smith, 1990; Cannicci <i>et al.</i> , 2008	بوم‌گونه‌های مهاجم (آفات)	

در این بخش، تنش‌ها و آشفتگی‌های شناسایی شده، با استفاده از روش دلفی، غربال شد و درجه اهمیت و اولویت‌بندی آن‌ها تعیین شد. در این مطالعه برای اجرای روش دلفی، از شیوه به‌کاررفته توسط Danekar و Hadadinia (۲۰۱۰)، Sharifi و همکاران (۲۰۱۱) و Hasanzadeh و همکاران (۲۰۱۳) استفاده شد.

در این مطالعه پرسشنامه نظرسنجی متخصصان به‌صورت بسته طراحی شده بود که طی آن تنش‌ها و آشفتگی‌های شناسایی شده برای تعیین درجه اهمیت در اختیار کارشناسان و متخصصان قرار گرفت. پرسشنامه‌ها به‌گونه‌ای طراحی شده بود که متخصصان بتوانند نظرات خود را در زمینه میزان اهمیت تنش‌ها و آشفتگی‌ها و مطابق طیف لیکرت با یکی از پنج درجه اهمیت (خیلی کم‌اهمیت با امتیاز ۱ که معرف دامنه وزنی ۰ تا ۲، کم‌اهمیت با امتیاز ۳ معرف دامنه وزنی ۲ تا ۴، بااهمیت با امتیاز ۵ معرف دامنه وزنی ۴ تا ۶، بااهمیت زیاد با امتیاز ۷ معرف دامنه وزنی ۶ تا ۸ و دارای اهمیت خیلی زیاد با امتیاز ۹ معرف دامنه وزنی ۸ تا ۱۰) بیان کنند. بر اساس مطالعات موجود، شناسایی و انتخاب متخصصان با استفاده از روش‌های مختلفی مانند قضاوت و تصمیم‌گیری مدیریت اصلی پروژه، موقعیت‌سازمانی افراد و مرور نویسندگان مقالات انجام می‌شود (Fraser, 2004; Okoli and Pawlowski, 1999). در این مطالعه نیز با نظر مدیریت پروژه اقدام به انتخاب دقیق ۸ نفر از متخصصان گردید که دارای سابقه علمی و عملی کافی در حوزه حمایت و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران و منطقه ساحلی جنوب کشور و مدیریت منابع طبیعی (حداقل ۱۰ سال سابقه فعالیت) بودند و نظرات خود را در زمینه درجه اهمیت تنش‌ها و آشفتگی‌های معرفی شده بیان کردند. به‌طور کلی قانون مشخصی در زمینه تعداد تکرارهای ارسال پرسشنامه وجود ندارد و آنچه تعیین‌کننده تعداد تکرارهاست، سطحی از توافق نظر نهایی است که

موردپذیرش گروه ناظر بر اجرای فرایند دلفی قرار می‌گیرد. از این‌رو، در مطالعه صورت گرفته توسط Liu (۱۹۸۸) و Miller (۲۰۰۱) بیان شده است که در صورت انتخاب صحیح و آگاهانه متخصصان توسط گروه ناظر بر اجرای فرایند دلفی، تکرار ارسال پرسشنامه تغییر قابل توجهی را در سطح توافق نظر صورت گرفته در مورد گزینه‌های مطرح شده ایجاد نخواهد کرد و با وجود این توافق نظر و ثبات عقیده متخصصان می‌توان ارسال پرسشنامه‌ها را تنها در یک مرحله انجام داد. لذا در این مطالعه، مفهوم توافق نظر به‌عنوان شرط همگنی و یا سازگاری عقیده میان متخصصان تعریف شد. در این میان، آلفای کرونباخ یکی از نمایه‌های آماری است که به‌صورت گسترده‌ای برای اندازه‌گیری سطح توافق نظر و یا سازگاری میان مجموعه‌ای از افراد (در اینجا گروه متخصصان) در روش دلفی مورد استفاده قرار گرفته است (Cronbach, 1951; Bland and Altman, 1997; Cronbach, 2004). مقدار آلفای کرونباخ با استفاده از رابطه ۱ به دست آمد (Graham et al., 2003; Bederman et al., 2010):

$$\alpha_x = k/k - 1(1 - \sum \sigma_{y_i}^2 \cdot \sigma_x^2) \quad \text{رابطه ۱:}$$

که در این رابطه:  $K$ : تعداد متخصصان؛  $\sigma_{y_i}^2$ : واریانس هر یک از پاسخ‌های افراد و  $\sigma_x^2$ : واریانس مجموع پاسخ‌ها برای هر یک از افراد است. مقدار آلفای کرونباخ بین صفر تا یک تغییر است. مقادیر نزدیک به صفر بیان‌کننده توافق نظر اندک میان متخصصان و مقادیر نزدیک به یک نشان‌دهنده وجود توافق نظر بالا میان افراد است. در این مطالعه، مقدار آلفای کرونباخ در دور اول بالای ۰/۹۳ بود که نشان‌دهنده همگنی و یا سطح بالایی از توافق نظر در زمینه‌ی میزان اهمیت تنش‌ها و آشفتگی‌های مطرح‌شده میان متخصصین منتخب بود. لذا ارسال پرسشنامه‌ها تنها در یک مرحله انجام گردید. در این مطالعه نیز بر اساس شیوه بکار رفته توسط Danekar و Hadadinia (۲۰۱۰)، Sharifi و همکاران (۲۰۱۱) و Hasanzadeh و همکاران (۲۰۱۳) برای جمع‌بندی آرای پرسش‌شوندگان نیز از آماره میانگین برای محاسبه امتیاز وزن‌دار هر عامل اثرگذار و در نهایت درصد و درجه اهمیت آن استفاده شد. تعداد انتخاب‌های صورت گرفته برای هر درجه اهمیت به‌عنوان امتیاز آن درجه اهمیت ( $n_i$ ) در نظر گرفته شد. وزن عوامل نیز در دامنه بین ۰ تا ۱۰ در نظر گرفته شد و چنانچه ذکر گردید هر درجه اهمیت معرف یک دامنه از وزن است. برای هر عامل دو مؤلفه آماری شامل درصد ( $P$ ) و درجه ( $D$ ) اهمیت محاسبه شد تا بر اساس نمودار اهمیت عامل، امکان‌پذیر شدن عوامل اثرگذار منتخب فراهم شود. به‌منظور تعیین درصد اهمیت ( $P$ ) ابتدا حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول ( $A$ )، از ضرب بالاترین امتیاز قابل انتظار (برابر با مجموع تعداد پرسش‌شوندگان ( $N$ ) است) در حداکثر وزن تعدیل‌شده ( $W=10$ ) به دست آمد (رابطه ۲). سپس از تقسیم نمودن مقدار حداکثر وزن تعدیل‌شده ( $W$ ) بر مجموع وزن‌های هر عامل ( $\sum x_i$ )، ضریب وزن تعدیل‌شده ( $y_i$ ) محاسبه شد (رابطه ۳). با استفاده از ضریب وزن تعدیل‌شده ( $y_i$ ) و امتیاز هر معیار ( $n_i$ )، امتیاز وزن‌دار ( $Z_i$ ) حاصل شد (رابطه ۴). از تقسیم نمودن مجموع امتیاز وزن‌دار هر عامل بر حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول آن ( $A$ )، درصد اهمیت آن عامل به دست آمد (رابطه ۵). در نهایت، میانگین وزنی اهمیت هر تنش و یا آشفتگی از مجموع حاصل ضرب امتیاز در وزن (درجه اهمیت) تقسیم‌بر مجموع کل امتیازها (برابر با تعداد کل پرسش‌شوندگان که در این مطالعه برابر با ۱۵ بود) محاسبه و به‌عنوان درجه اهمیت ( $D$ ) هر عامل اثرگذار در نظر گرفته شد (رابطه ۶).

$$A = N \times W \quad \text{رابطه ۲:}$$

$$y_i = \frac{W}{\sum x_i} \times x_i \quad \text{رابطه ۳:}$$

$$Z_i = y_i \times n_i \quad \text{رابطه ۴:}$$

$$P = \frac{\sum Z_i}{A} \times 100 \quad \text{رابطه ۵:}$$

$$D = \frac{\sum (x_i \times n_i)}{N} \quad \text{رابطه ۶:}$$

پس از محاسبه مقادیر درصد و درجه اهمیت، نمودار اهمیت معیار برای گزینش تنش‌ها و آشفتگی‌های موردنظر، طراحی و تنظیم شد. در این نمودار، درصد اهمیت هر عامل اثرگذار در محور افقی و درجه اهمیت آن در محور عمودی نمایش داده شد و هر عامل بر اساس این دو مؤلفه بر روی نمودار نشان داده شد و در نهایت برای گزینش مهم‌ترین عوامل، از مقادیر بهترین درصد و درجه اهمیت استفاده گردید. به این ترتیب که نمودار بر اساس نصف درجه اهمیت (برابر با ۵) و نصف حداکثر درصد اهمیت اخذ شده (در این بررسی برابر با ۱۶)، به چهار بخش تفکیک و تنش‌ها و آشفتگی‌هایی که دارای حداقل بیش از نصف ارزش عددی هر محور بود و یا در ربع اول نمودار قرار داشتند، برای انجام وزن دهی و اولویت‌بندی نهایی با استفاده از روش FAHP، انتخاب شدند.

به‌طور کلی، اجرای FAHP و وزن دهی و رتبه‌بندی تنش‌ها و آشفتگی‌ها، طی سه مرحله انجام شد. مرحله نخست شامل تعیین عناصر اصلی و غیرمعیارها به‌عنوان لایه‌های تشکیل‌دهنده FAHP است و در آن، هدف، معیارها و غیرمعیارها به ترتیب لایه‌های اول، دوم و سوم این سلسله‌مراتب را به وجود می‌آورند. در این مرحله، هدف شامل تعیین وزن نسبی تنش‌ها و آشفتگی‌های وارد آمده بر جنگل‌های مانگرو و لایه دوم شامل معیارهای مربوط به هر یک از تنش‌ها و آشفتگی‌های غربال شده با استفاده از روش دلفی بود. پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی، با استفاده از پرسشنامه، ابتدا ماتریس مقایسه زوجی با توجه به نظرات خبرگان نسبت به معیارها و با استفاده از مقیاس بنیادی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ایجاد شد. بر اساس روش AHP پرسشنامه‌هایی قابل‌پذیرش هستند که نرخ ناسازگاری آن‌ها ۰/۱ و یا کمتر باشد. از این‌رو پرسشنامه‌هایی که دارای نرخ ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشند از فرآیند تحلیل حذف می‌شوند. در واقع نرخ ناسازگاری ۰/۱ و کمتر نشان‌دهنده قضاوت آگاهانه‌ای است که می‌تواند به دانش فرد تحلیل‌کننده نسبت داده شود؛ بنابراین، در این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار EC اقدام به تعیین نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی متخصصان شد و پرسشنامه‌های دارای نرخ ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ حذف گردید. در واقع اگر ماتریس مقایسه زوجی  $a_{ij}$  یک پرسشنامه دارای نرخ ناسازگاری قابل‌قبول باشد، ماتریس مقایسه زوجی فازی آن  $(\tilde{a}_{ij})$  نیز دارای نرخ ناسازگاری قابل‌قبولی خواهد بود. از این‌رو می‌تواند مقادیر صریح موجود در ماتریس مقایسه زوجی را به ماتریس مقایسه زوجی فازی تبدیل نمود. در این مطالعه نیز با نظر مدیریت پروژه اقدام به انتخاب ۶۰ نفر از متخصصانی گردید که دارای سابقه علمی و عملی کافی در حوزه حمایت و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران و منطقه ساحلی جنوب کشور و مدیریت منابع طبیعی (حداقل پنج سال سابقه فعالیت) بودند و نظرات خود را در زمینه درجه اهمیت تنش‌ها و آشفتگی‌های معرفی شده بیان کردند و از تعداد ۶۰ پرسشنامه تکمیل شده، تعداد ۵۸ پرسشنامه با نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ برای انجام تجزیه و تحلیل انتخاب شدند. در این پژوهش به‌منظور استفاده از نظر تمامی خبرگان و همچنین اجتناب از نقاط ضعف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در استفاده از داده‌های ثابت و مطلق، اعداد فازی مثلثی مورد استفاده قرار گرفتند و هر مقایسه به صورت  $(l, m, u)$  نشان داده شد که شامل حداقل  $(l)$ ، میانگین  $(m)$  و حداکثر  $(u)$  میزان نظرات خبرگان در مقایسه زوجی معیارها است. پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی جامع فازی متشکل از اعداد مثلثی و مطابق با روش تحلیل توسعه‌ای فازی که برای نخستین بار توسط چانگ معرفی شد، وزن و اهمیت هر یک از معیارهای تنش‌ها و آشفتگی‌ها تعیین شد (Chang, 1996). اجرای تحلیل توسعه‌ای چانگ از طریق محاسبه ارزش دامنه ترکیبی فازی برای هر یک از تنش‌ها و آشفتگی‌های منتخب انجام شد و این ارزش با استفاده از رابطه ۷ محاسبه شد:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad \text{رابطه ۷:}$$

که این رابطه نشان‌دهنده عمل جمع فازی ارزش‌های تحلیل توسعه‌ای  $M$  برای هر ماتریس ویژه است. پس از محاسبه ارزش‌های دامنه ترکیبی، مقایسه ارزش‌های دامنه ترکیبی معیارها و تعیین وزن آن‌ها انجام گرفت. بر این اساس، اقدام به مقایسه اعداد فازی گردید که برای انجام آن نیاز به محاسبه درجه امکان  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  بود؛ بنابراین برای مقایسه  $M_1$  و  $M_2$  هر دو ارزش  $V =$

$(M_1 \geq M_2)$  و  $V = (M_2 \geq M_1)$  مورد نیاز است. درجه احتمال  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  به صورت رابطه ۸ تعریف می‌شود:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad \text{رابطه ۸:}$$

بدین ترتیب تمامی مقایسات معیارها برای هر عدد فازی با  $k$  عدد فازی دیگر انجام گرفت. مطابق تحلیل دامنه چانگ، درجه امکان برتری یک عدد فازی نسبت به  $k$  عدد فازی دیگر از مینیمم مقدار این مقایسات حاصل می‌شود (رابطه ۹).

$$d(A_i) = \min V(S_i \geq S_k), \quad k = 1, 2, \dots, n; k \neq i \quad \text{رابطه ۹:}$$

بنابراین بردار وزنی معیارها به صورت رابطه ۱۰ بیان می‌شود:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad \text{رابطه ۱۰:}$$

بدین ترتیب تمامی مقایسات میان اعداد فازی گوناگون انجام گرفت و بردار وزنی تنش‌ها و آشفستگی‌های منتخب تهیه شد. پس از تشکیل بردار وزنی، با استفاده از رابطه (۱۱)، نرمال‌سازی بردار وزنی تنش‌ها و آشفستگی‌ها انجام شد (Chang, 1996) و وزن هر یک از تنش‌ها و آشفستگی‌های منتخب، به صورت اعداد فازی بین صفر تا یک محاسبه شد.

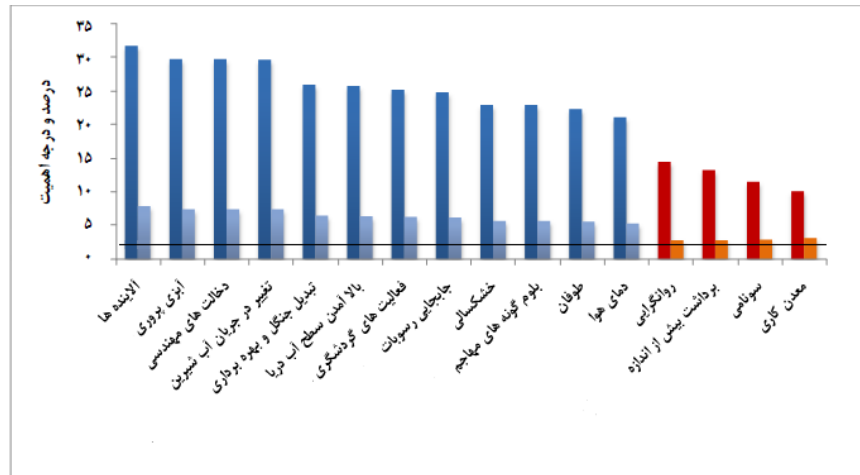
$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

## نتایج

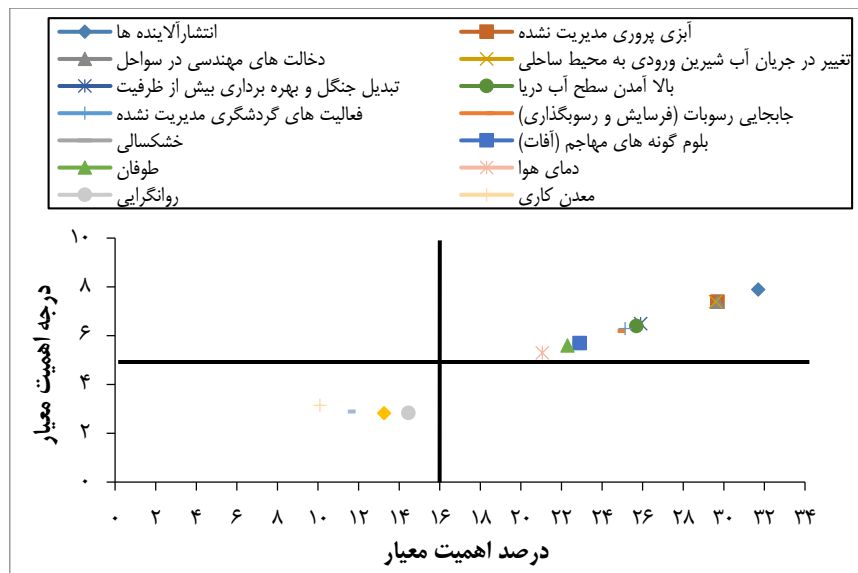
همان‌طور که ذکر شد، تعداد ۸ پرسشنامه تکمیل شده توسط متخصصان که دربرگیرنده مقیاس‌های ۵ گانه درجه اهمیت برای هر یک از عوامل منفی اثرگذار بود، برای انجام تجزیه و تحلیل و تعیین درصد و درجه اهمیت هر عامل، مورد استفاده قرار گرفت. بررسی مقادیر درصد اهمیت به دست آمده برای هر یک از عوامل اثرگذار نشان داد که آلاینده‌ها بیشترین درصد اهمیت (۳۱/۷) را در بین تمام عوامل دارا هستند و پس از آن دو عامل آبی‌پروری مدیریت نشده و دخالت‌های مهندسی در سواحل (هر دو با مقدار درصد اهمیتی برابر با ۲۹/۷) نیز در بین عوامل موجود، دومین رتبه را به خود اختصاص دادند. نتایج همچنین نشان داد که سه عامل سونامی، معدنکاری، برداشت بیش از اندازه از منابع آبی و روانگرایی به ترتیب با دارا بودن درصد اهمیتی برابر با ۱۱/۵، ۱۰/۱، ۱۳/۲۶ و ۱۴/۴۶، به لحاظ این مؤلفه در رتبه‌های آخر قرار دارند. این نتایج نشان دهنده اهمیت کمتر عوامل زمین‌شناختی در وارد آوردن اثرات نامطلوب محیطی بر اکوسیستم‌های مانگرو نسبت به سایر عوامل تحت بررسی بود. همچنین، مقایسه کلی میان عوامل اثرگذار گوناگون نشان داد که عوامل منفی اثرگذار ناشی از فعالیت‌های انسانی نسبت به تنش‌ها و آشفستگی‌های ناشی از عوامل آب و هوایی و زمین‌شناختی به مراتب دارای درصد اهمیت بالاتری هستند و سهم قابل ملاحظه‌ای را در ایجاد اثرات منفی گوناگون و افزایش آسیب‌پذیری اکوسیستم‌های مانگرو دارند. مقایسه تنش‌ها و آشفستگی‌های گوناگون بر اساس مقادیر درجه اهمیت نیز دارای ترتیبی مشابه با مقایسه‌های انجام شده با درصد اهمیت است. چنانکه سه عامل انتشار آلاینده‌ها، آبی‌پروری مدیریت نشده و دخالت‌های مهندسی در سواحل دارای بالاترین مقدار درجه اهمیت در میان تمام تنش‌ها و آشفستگی‌های تحت بررسی هستند (شکل ۲).

اما همان‌طور که بیان شد، غربال عوامل اثرگذار با استفاده از نمودار دو مؤلفه‌ای اهمیت معیار که متشکل از درصد و درجه اهمیت انجام شد. شکل ۳ نشان دهنده موقعیت هر یک از عوامل اثرگذار بر اساس دو مؤلفه درصد و درجه اهمیت است. بر این اساس که تنها عوامل واقع در ربع اول این نمودار قابل پذیرش هستند، چهار عامل سونامی، معدنکاری، برداشت بیش از اندازه از منابع آبی و روانگرایی به دلیل قرار گرفتن در ربع سوم

نمودار، از فهرست نهایی حذف شدند و سایر عوامل اثرگذار موجود در ربع اول نمودار، برای انجام رتبه‌بندی و اولویت‌بندی نهایی با استفاده از روش FAHP انتخاب شدند.



شکل ۲: نمودار مقایسه درصد و درجه اهمیت عوامل منفی اثرگذار بر جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان.



شکل ۳: نمودار اهمیت برای غربال عوامل منفی اثرگذار بر جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان.

همان‌طور که ذکر گردید، ماتریس‌های مقایسه زوجی برای مقایسه معیارهای تنش‌های منتخب با توجه به نظرات خبرگان و بر اساس مقیاس‌های ۹ گانه ساعتی (۱۹۸۰) تشکیل شد. بر این اساس تعداد ۵۸ پرسشنامه که دارای نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه کمتر از ۰/۱ بودند برای انجام تجزیه و تحلیل و تعیین وزن نسبی معیارهای تنش‌ها و آشفتگی‌ها، مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌ای از این ماتریس‌های مقایسه زوجی تکمیل شده توسط یکی از متخصصان در شکل ۴ نشان داده شده است.

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$	$C_{10}$	$C_{11}$	$C_{12}$
$C_1$	۱	۱/۵	۱/۷	۱/۲	۱/۹	۲	۱/۷	۱/۸	۱/۴	۱/۶	۱/۸	۱/۹
$C_2$	۵	۱	۱/۳	۴	۱/۵	۶	۱/۸	۱/۴	۲	۱/۲	۱/۶	۱/۷
$C_3$	۷	۳	۱	۶	۱/۳	۸	۱/۶	۱/۲	۴	۲	۱/۴	۱/۵
$C_4$	۲	۱/۴	۱/۶	۱	۱/۸	۳	۱/۹	۱/۷	۱/۳	۱/۵	۱/۸	۱/۹
$C_5$	۹	۵	۳	۸	۱	۹	۱/۴	۲	۶	۴	۱/۲	۱/۳
$C_6$	۱/۲	۱/۶	۱/۸	۱/۳	۱/۹	۱	۱/۹	۱/۸	۱/۵	۱/۷	۱/۸	۱/۹
$C_7$	۷	۸	۶	۹	۴	۹	۱	۵	۷	۶	۳	۲
$C_8$	۸	۴	۲	۷	۱/۲	۸	۱/۵	۱	۵	۳	۱/۳	۱/۴
$C_9$	۴	۱/۲	۱/۴	۳	۱/۶	۵	۱/۷	۱/۵	۱	۱/۳	۱/۷	۱/۸
$C_{10}$	۶	۲	۱/۲	۵	۱/۴	۷	۱/۶	۱/۳	۳	۱	۱/۵	۱/۶
$C_{11}$	۸	۶	۴	۶	۲	۸	۱/۳	۳	۷	۵	۱	۱/۲
$C_{12}$	۹	۷	۵	۹	۳	۹	۱/۲	۴	۸	۶	۲	۱

شکل ۴: نمونه ماتریس مقایسه زوجی معیارها با استفاده از مقیاس ۹ گانه ساعتی

شکل ۵ نشان‌دهنده ماتریس مقایسه زوجی جامع فازی حاصل از ترکیب ۵۵ ماتریس مقایسه زوجی متخصصان است که در آن اعداد فازی مثلثی شامل حداقل ( $l$ )، میانگین ( $m$ ) و حداکثر ( $u$ ) میزان نظرات خبرگان در مقایسه زوجی معیارها است.

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$	$C_{10}$	$C_{11}$	$C_{12}$
$C_1$	۱	۰.۸	۰.۶۴	۰.۴	۰.۵۸	۰.۶۴	۰.۵۴	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۶۵	۰.۴۹
$C_2$	۱.۳۴	۱	۰.۸۳	۰.۸۹	۱.۰۲	۰.۸۳	۰.۸۰	۱.۰۷	۱.۰۷	۱.۰۷	۰.۶۳	۰.۴۳
$C_3$	۰.۳۶	۰.۳۶	۱	۰.۸۱	۰.۸۱	۰.۴۹	۰.۴۵	۰.۵۸	۰.۵۲	۰.۶۹	۰.۶۴	۰.۹
$C_4$	۰.۸۳	۰.۸۳	۰.۸۱	۱	۰.۸۱	۰.۸۳	۰.۸۰	۱.۰۷	۱.۰۷	۱.۰۷	۱.۰۷	۱.۰۷
$C_5$	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۱	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹
$C_6$	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۱	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴
$C_7$	۰.۵۴	۰.۵۴	۰.۵۴	۰.۵۴	۰.۵۴	۰.۵۴	۱	۰.۵۴	۰.۵۴	۰.۵۴	۰.۵۴	۰.۵۴
$C_8$	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۱	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷
$C_9$	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۱	۰.۷	۰.۷	۰.۷
$C_{10}$	۰.۶۵	۰.۶۳	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۴	۱	۰.۶۳	۰.۴۳
$C_{11}$	۰.۴۹	۰.۴۳	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۴۹	۱	۰.۴۳
$C_{12}$	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۰.۴۳	۱

شکل ۵: ماتریس جامع فازی مقایسه زوجی معیارها.

پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی جامع فازی متشکل از اعداد مثلثی و مطابق با روش تحلیل توسعه‌ای چانگ، بر اساس رابطه ۸، ارزش‌های دامنه ترکیبی معیارها ( $S_i$ ) مطابق با جدول ۳ به دست آمد.

جدول ۳: ارزش‌های دامنه ترکیبی به‌دست‌آمده از ماتریس مقایسه زوجی جامع فازی.

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$	$C_{10}$	$C_{11}$	$C_{12}$
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۳۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲
$S_i$	۰/۰۶۷	۰/۰۷۰	۰/۰۸۹	۰/۰۳۷	۰/۰۹۳	۰/۱۰۰	۰/۲۶۰	۰/۰۷۲	۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۵۱	۰/۰۴۰
	۰/۶۳۰	۰/۷۱۶	۰/۸۳۴	۰/۵۲۶	۱/۰۸۶	۱/۴۰۱	۱/۸۰۱	۱/۲۳۹	۰/۲۱۵	۰/۹۷۸	۱/۷۲۸	۱/۴۵۰

با استفاده از روابط ۹ و ۱۰، نتایج حاصل از مقایسه ارزش‌های دامنه ترکیبی و یا به‌عبارت‌دیگر، محاسبه درجه امکان به‌صورت جدول ۴ به دست آمد.

جدول ۴: درجه امکان حاصل از مقایسه جفتی ارزش دامنه ترکیبی معیارها

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$
$S_{12}$		۱	۱	۰/۹۵	۱	۱	۱	۱	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۸
$S_{11}$	۰/۹۹		۱	۰/۹۴	۱	۱	۱	۱	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۸
$S_{10}$	۰/۹۷	۰/۹۷		۰/۹۱	۱	۱	۱	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۹۷
$S_9$	۱	۱	۰/۹۱		۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
$S_8$	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۰		۱	۱	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۹۶
$S_7$	۱	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۹۹		۱	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۶
$S_6$	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۷۰	۰/۸۶	۰/۸۹		۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۸۵
$S_5$	۰/۹۹	۰/۹۹	۱	۰/۹۴	۱	۱	۱		۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۸
$S_4$	۱	۱	۱	۰/۹۸	۱	۱	۱	۱		۰/۹۹	۱	۰/۹۹
$S_3$	۱	۱	۱	۰/۹۹	۱	۱	۱	۱	۱		۱	۱
$S_2$	۱	۱	۱	۰/۹۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱		۱
$S_1$	۱	۱	۱	۰/۹۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

با استخراج مقادیر حداقل درجه امکان برای هر معیار موجود در جدول ۴، بردار وزنی معیارها مطابق با رابطه ۱۱ حاصل شد.

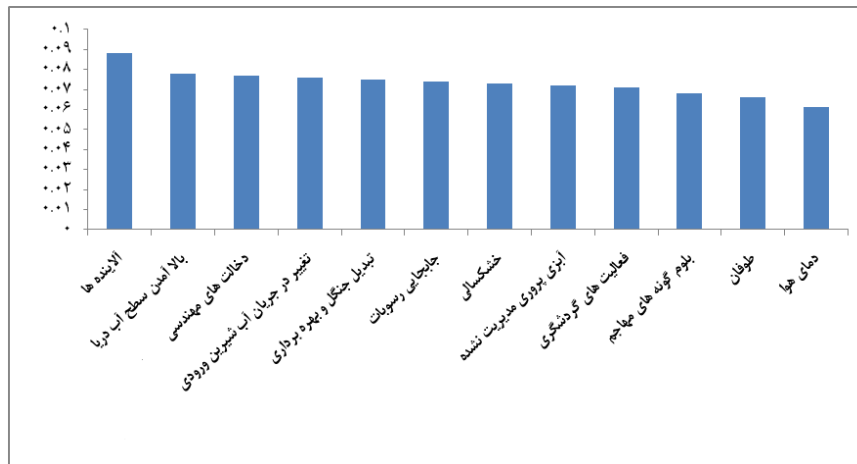
$$W' = (0.76. 0.78. 0.82. 0.70. 0.86. 0.89. 1. 0.87. 0.84. 0.81. 0.88. 0.85)$$

درنهایت، با نرمال‌سازی بردار وزنی معیارها، وزن نسبی هر معیار ( $W$ ) به‌صورت اعداد غیر فازی بین صفر و یک به دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵: وزن نهایی مربوط به هر یک از معیارها.

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$	$C_{10}$	$C_{11}$	$C_{12}$
$W$	۰/۰۶۶	۰/۰۶۸	۰/۰۷۲	۰/۰۶۱	۰/۰۷۵	۰/۰۷۸	۰/۰۸۸	۰/۰۷۶	۰/۰۷۳	۰/۰۷۱	۰/۰۷۳	۰/۰۷۴

نتیجه رتبه‌بندی معیارهای مربوط به تنش‌ها و آشفستگی‌های شناسایی‌شده در جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶: رتبه‌بندی نهایی تنش‌ها و آشفستگی‌های مؤثر بر جنگل‌های مانگرو ایران

### بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، در مطالعات گوناگون برای ارزیابی و اولویت‌بندی تنش‌ها و آشفستگی‌های وارد آمده بر اکوسیستم‌ها، از تحلیل آراء و نظرات متخصصان و تصمیم‌سازان استفاده می‌شود و برای انجام این کار، روش‌ها و ابزار مختلفی به کار گرفته می‌شود که از کارایی لازم برای دستیابی به اهداف تحقیق برخوردار باشند (Zacharias and Greg, 2005). در میان روش‌های مختلف، رویکردهای تصمیم‌گیری چند معیار با ترکیب دانش و آگاهی گروهی از متخصصان، امکان انتخاب گزینه‌های مطلوب را در شرایط پیچیده فراهم می‌کنند (Ananda and Herath, 2008). تاکنون روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار بسیاری توسعه یافته‌اند که از میان این روش‌ها، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) و روش دلفی، به دلیل انعطاف‌پذیری، اعتبار محتوایی بالاتر و نیز باقابلیت استفاده در سطوح مختلف بین‌رشته‌ای، برای اولویت‌بندی معیارهای چندگانه مناسب هستند (Ertugrul and Tus, 2007). در این مطالعه نیز مانند مطالعات صورت گرفته توسط Li و همکاران (۲۰۰۹)، Chen و همکاران (۲۰۱۱) و Mikaeil و همکاران (۲۰۱۱) از دو روش FAHP و دلفی برای رتبه‌بندی و اولویت‌بندی معیارهای موردنظر استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به آگاهی متخصصان از وضعیت کنونی جنگل‌های مانگرو کشور، تنش‌ها و آشفستگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در مجموع از اهمیت بالاتری نسبت به سایر تنش‌ها و آشفستگی‌های محیطی برخوردار بودند. این در حالی است که بررسی مطالعات صورت گرفته در ارزیابی آسیب‌پذیری برخی از محیط‌های ساحلی جهان نشان می‌دهد که تنش‌ها و آشفستگی‌های طبیعی از درجه اهمیت و اولویت بالاتری دارند (Lee et al., 2013; Wang et al., 2013).

نتایج رتبه‌بندی نهایی نشان داد که در میان محرک‌های اثرگذار آب و هوایی، دو عامل طوفان و دمای هوا در اولویت‌های آخر قرار گرفتند؛ درحالی‌که بالا آمدن سطح آب دریا با قرار گرفتن در اولویت دوم، نسبت به سایر محرک‌های آب و هوایی دارای اهمیت و اولویت بالاتری بود که بیان‌کننده تمایل متخصصان به اختصاص وزن بیشتر به این محرک محیطی نسبت به سایر عوامل اقلیمی است. البته این نتایج چندان دور از انتظار نبود چنان‌که سایر محققان و متخصصان جهان نیز در میان عوامل گوناگون اقلیمی، بالا آمدن سطح آب دریا را مهم‌ترین عامل اقلیمی در تقلیل کنونی و آینده مورد انتظار در وسعت و سلامتی مانگروها و دیگر مناطق تالابی جزرومدی و دلیل کاهش ۱۰ تا ۲۰ درصدی از کل کاهش سطح جنگل‌های مانگرو جهان را ناشی از وقوع این رویداد بیان نموده‌اند (Gilman et al., 2007).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل نظرات متخصصان نشان داد که آلاینده‌ها با دارا بودن بالاترین میزان ضریب اهمیت در بین همه تنش‌ها و آشفته‌گی‌های مورد بررسی، مهم‌ترین عامل منفی اثرگذار بر جنگل‌های مانگرو ایران محسوب می‌شوند. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده در مناطق مختلف جهان نیز نشان داده که آلاینده‌ها مهم‌ترین و مخرب‌ترین عامل منفی اثرگذار بر جنگل‌های مانگرو در سراسر جهان هستند که ضمن عمل نمودن در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف، سبب ایجاد حساسیت و آسیب‌پذیری فراوانی در جنگل‌های مانگرو می‌شوند (Tam *et al.*, 2005). نتایج اولویت‌بندی نهایی نشان داد که پس از بالا آمدن سطح آب دریا و در میان کلیه تنش‌ها و آشفته‌گی‌های انسانی مورد بررسی، دو عامل دخالت‌های مهندسی در سواحل و تغییر در جریان آب شیرین ورودی به محیط ساحلی به لحاظ میزان اثرات نامطلوبی که بر جنگل‌های مانگرو ایران وارد می‌آورند، به ترتیب در اولویت‌های سوم و چهارم اهمیت قرار گرفتند. نتایج مطالعات گوناگون نشان داده که توسعه پرشتاب و بدون برنامه ساخت‌وسازهای گوناگون در محیط‌های ساحلی از طریق ایجاد تغییر در سیستم هیدرودینامیک طبیعی و فرآیند جابجایی رسوب در سواحل، تشدید آثار مخرب ناشی از هجوم گونه‌های غیربومی و نیز برهم زدن چرخه طبیعی مواد غذایی، سبب وارد آمدن صدمات جبران‌ناپذیر بر یکپارچگی و وسعت اکوسیستم‌های مختلف ساحلی شده است (Hsu *et al.*, 2007). در سواحل استان هرمزگان نیز ساخت‌وسازهای بی‌رویه و توسعه روزافزون صناعی مانند لجن‌سازی و توسعه کارخانه‌های گچ و سیمان سبب تخریب و قطعه‌قطعه شدن رویشگاه‌ها و کاهش اندازه مؤثر جمعیت گونه‌های مانگرو شده و آن را به اکوسیستمی آسیب‌پذیر و به شدت نیازمند حفاظت تبدیل کرده است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۸۶؛ شیروانی و همکاران، ۱۳۸۶). در واقع، آگاهی کافی نسبت به پیامدهای نامطلوب ناشی از توسعه صنایع و سازه‌ها سبب گردید تا اغلب متخصصان به هنگام تکمیل پرسشنامه‌ها و در میان سایر تنش‌ها و آشفته‌گی‌های محیطی (پس از آلاینده‌ها)، بیشترین درجه اهمیت را به این عامل اختصاص دهند و آن را در جایگاه سوم رتبه‌بندی نهایی و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آشفته‌گی‌های مؤثر بر جنگل‌های مانگرو ایران معرفی نمایند.

جریان آب‌های شیرین سطحی یکی تأثیرگذارترین فرآیندهای زمین‌سیمایی است که با دارا بودن خصوصیات فصلی، حجمی و بیوشیمیایی منحصربه‌فرد، بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های مانگرو اثرگذار است (Sklar and Browder, 1998). اقدامات انسانی مانند کانال‌سازی، سدسازی، لایروبی، برداشت از آب‌های زیرزمینی، مدیریت پسماند، احداث سد، توسعه کشاورزی، معدنکاری و برداشت پوشش گیاهی زمین و نیز پیامدهای نامطلوب ناشی از تغییر اقلیم مانند وقوع خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت می‌تواند با ایجاد تغییر در میزان شوری، مواد مغذی، رسوبات، توپوگرافی بستر و اکسیژن محلول در آب، سبب وارد آمدن خسارات جبران‌ناپذیری بر جنگل‌های مانگرو شود (Dahdouh-Guebas *et al.*, 2005; Sobardo, 2005). چنانچه مطالعات نشان داده که کاهش میزان آب شیرین ورودی به محیط مانگروها دلیل کاهش ۱۱ درصدی در وسعت مانگروهای جهان است (Farnsworth and Ellison, 1997). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که آگاهی متخصصان از پیامدهای نامطلوب ناشی از وقوع خشک‌سالی‌های چند سال اخیر در ایران و نیز وجود فعالیت‌های توسعه‌ای و برداشت‌های بیش‌ازاندازه از منابع آب سطحی و تغییر در میزان جریان آب شیرین ورودی به جنگل‌های مانگرو ایران سبب شده که در رتبه‌بندی نهایی به‌دست‌آمده، تغییر در میزان جریان آب شیرین ورودی به محیط ساحلی با دارا بودن درجه اهمیت بالا، در رتبه چهارم اهمیت قرار گیرد.

به لحاظ تاریخی عمده اثرات انسانی بر محیط‌زیست‌های طبیعی ناشی از تخریب و بهره‌برداری بیش‌ازحد از اکوسیستم‌ها بوده است (Jackson *et al.*, 2001). در این میان، اکوسیستم‌های مانگرو بیشترین تهدید را متحمل شده‌اند؛ چنان‌که نرخ متوسط از دست رفتن مانگروها در هر سال برابر با ۱/۵۲ درصد است (Valiela *et al.*, 2001) و با ادامه همین نرخ، پیش‌بینی یک جهان بدون مانگرو به حقیقت خواهد پیوست (Duke *et al.*, 2007). مطالعات نشان می‌دهد که رفاه نسبی جوامع ساحلی بیشتر از میزان جمعیت بر نرخ از بین رفتن اکوسیستم‌های مانگرو تأثیر دارد (Valiela *et al.*, 2001) چنانکه جوامع محلی به‌طور دائمی از مانگروها به‌عنوان منبعی از چوب برای گرم کردن و ساختن خانه‌ها، کلبه‌ها، حصارها، حصیربافی و تخته‌سازی استفاده می‌کنند (Primavera, 1997). در ایران نیز وابستگی بالای جوامع ساحلی به مانگروها برای تأمین سوخت و نیز علوفه موردنیاز دام صدمات جبران‌ناپذیری را بر یکپارچگی این جنگل‌ها وارد نموده است و این امر سبب شده تا در نتایج رتبه‌بندی نهایی، این عامل در رتبه پنجم اهمیت قرار گیرد.

با توجه تغییر و تحولات زمانی و مکانی نامطلوب ناشی از فرایندهای فرسایش و رسوب گذاری در تمامی محیطهای ساحلی جهان، امروزه پایش روند فرسایش و رسوب گذاری در محیطهای ساحلی و بررسی دلایل ایجاد آن (مانند بالا آمدن سطح آب دریا، طوفان و مداخلات انسانی) به یکی از مهم ترین مسائل موجود در مدیریت مناطق ساحلی تبدیل شده است (Zhang *et al.*, 2004). در این میان، شناسایی پیامدهای حاصل از فرایندهای رسوب گذاری و فرسایش ساحلی مؤثر بر جنگل های مانگرو نیز به دلیل ارزش های بالای اکولوژیکی و اقتصادی آن ها دارای اهمیت قابل توجهی است (Ewel *et al.*, 1998a). پیامدهای نامطلوب حاصل از این فرآیند به صورت مرگ و میرهای انفرادی تا گسترده درختان مانگرو و در نهایت مهاجرت آن ها به سمت اراضی بالادستی مشاهده می شود (Ellison, 2006; Lewis, 2005). جنگل های مانگرو ایران نیز از این پیامدهای مخرب مستثنا نبوده چنانچه مطالعات صورت گرفته در سواحل ایران نیز نشان دهنده نرخ بالای فرسایش و رسوب گذاری در این مناطق است و آگاهی متخصصان کشور از این موضوع سبب شد تا این فرآیند در رتبه ششم (رتبه میانی) اولویت بندی نهایی قرار گیرد. این نتیجه نشان دهنده اهمیت انجام مطالعات دقیق تر در زمینه وضعیت فرآیند فرسایش و رسوب در مناطق دربرگیرنده جنگل های مانگروی ایران است.

ذکر این نکته ضروری است که پایین بودن ضرایب اهمیت برخی از تنش ها و آشفته گی ها نشان دهنده ناچیز بودن تأثیر آن ها بر اکوسیستم های مانگرو نیست؛ چنانکه وقوع تنش ها و آشفته گی هایی مانند طوفان، پرمایگی و دمای هوا که در اولویت های آخر به لحاظ ضریب اهمیت قرار دارند، می تواند اثرات مخربی را بر ساختار و عملکرد این اکوسیستم ها به وارد آورد اما با اتکا به نظر متخصصان برای انجام مداخلات مدیریتی در کشور، هنوز در اولویت قرار ندارند.

در نهایت می توان اذعان داشت که هر چند در مطالعات گوناگون، وجود نظرات و آراء متفاوت متخصصان و تصمیم سازان سبب ایجاد طبقه بندی ها و اولویت بندی های متفاوتی برای تنش ها و آشفته گی های مختلف طبیعی و انسانی وارد آمده بر مناطق گوناگون شده اما انجام این اولویت بندی و نتایج حاصل از آن به عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم گیری نقش قابل ملاحظه ای در کارایی و موفقیت برنامه های احیاء و مدیریت منابع بر عهده دارد. بدون شک اتخاذ راه کارهای مدیریتی مؤثر در زمینه تنش ها و آشفته گی های گوناگون محیطی، انجام برنامه ریزی راهبردی برای مناطق حفاظت شده دربرگیرنده مانگروها و سایر اکوسیستم های وابسته به آن ها و نیز نظارت و آموزش مستقیم جوامع انسانی وابسته به مانگروها، سبب کاهش آسیب پذیری و نیز ارتقاء پایداری و تاب آوری این اکوسیستم ها نسبت به بروز تنش های گوناگون محیطی خواهد شد. همچنین، انجام پیش بینی های دقیق در مورد تغییرات ایجاد شده در سلامتی و گستره اکوسیستم های مانگرو در پاسخ به وقوع تنش ها و آشفته گی های مختلف محیطی، نقش مهمی را در برنامه ریزی توانمندسازی رویشگاه ها و به حداقل رساندن و یا جبران خسارت های وارد آمده بر عهده دارد (Gilman *et al.*, 2007).

## منابع

- دانه کار، ا.، ۱۳۷۸. مناطق حساس دریایی ایران. فصلنامه علوم محیط زیست، شماره ۲۴: صفحات ۳۸-۲۸.
- دانه کار، ا. محمودی، ب. و هاشمی، ا.، ۱۳۸۵. طرح مدیریت و توسعه جنگل های مانگرو استان هرمزگان، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان، ۲۰۰ ص.
- Adger, W. N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16 (3): 268-281.
- Ananda, J. and Herath, G., 2008. Multi-attribute preference modelling and regional land-use planning. *Ecological economics*, 65(2): 325-335.
- Araujo, M. C. and Costa, M., 2007. An analysis of the riverine contribution to the solid wastes contamination of an isolated beach at the Brazilian Northeast. *Management Environmental Quarterly*, 18: 6-12.
- Barbier, E. B. and Cox, M., 2003. Does economic development lead to mangrove loss? A cross-country analysis. *Contemporary Economic Policy*, 21: 418-432.
- Bederman, S. S., McIsaac, W. J., Coyte, P. C., Kreder, H. J. and Wright, M. J. G., 2010. Referral practices for spinal surgery are poorly predicted by clinical guidelines and opinions of primary care physicians. *Medical Care*, 48: 852-858.

- Binelli, A., Sarkar, S. K., Chatterjee, M., Riva, C., Parolini, M., deb Bhattacharya, B. and Satpathy, K. K., 2007.** Concentration of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in sediment cores of Sundarban mangrove wetland, northeastern part of Bay of Bengal (India). *Marine Pollution Bulletin*, 54(8): 1220-1229.
- Bland, J. M. and Altman, D. G., 1997.** Statistics notes: Cronbach's alpha. *BMJ*, 314: 572-583.
- Cahoon, D. R., Hensel, P., Rybczyk, J., McKee, K., Proffitt, C. E. and Perez, B., 2003.** Mass tree mortality leads to mangrove peat collapse at Bay Islands. Honduras after Hurricane Mitch. *Journal of Ecology*, 91: 1093-1105.
- Cannicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith III, T. J., Offenber, J. and Dahdouh-Guebas, F., 2008.** Faunistic impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89: 186-200.
- Chang, D. Y., 1996.** Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3): 649-655.
- Crona, B. I. and Rönnbäck, P., 2007.** Community structure and temporal variability of juvenile fish assemblages in natural and replanted mangroves, *Sonneratia alba* Sm., of Gazi Bay, Kenya. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74: 44-52.
- Cronbach, L. J., 1951.** Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16: 297-334.
- Cronbach, L. J., 2004.** My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. *Educational Psychological Measurement*, 64: 391-418.
- Dahdouh-Guebas, F., Jayatissa, L. P., Di Nitto, D., Bosire, J. O., LoSeen, D. and Koedam, N., 2005.** How effective were mangroves as a defence against the recent tsunami? *Current Biology*, 15: 443-447.
- Danehkar, A. and Hadadinia, S., 2010.** Weighting and Prioritizing the Values of Ecotourism due to Planning for Desert and Semi Desert ecosystems through Delphi Method. *Journal of Management and Development of Natural Resource*, 2: 21-32.
- Della Seta, M., Marotta, E., Orsi, G., de Vita, S., Sansivero, F. and Fredi, P., 2012.** Slope instability induced by volcano-tectonics as an additional source of hazard in active volcanic areas: the case of Ischia island (Italy). *Bulletin of Volcanology*, 74 (1): 79-106.
- Duke, N. C., Meynecke, J. O., Dittmann, S., Ellison, A. M., Anger, K., Berger, U., Cannicci, S., Diele, K., Ewel, K. C., Field, C. D., Koedam, N., Lee, S. Y., Marchand, C., Nordhaus, I. and Dahdouh-Guebas, F., 2007.** A world without mangroves? *Science*, 317: 41-42.
- Ellison, J., 2006.** Mangrove paleoenvironmental response to climate change. In: Gilman, E. (Ed.). *Proceedings of the Symposium on Mangrove Responses to Relative Sea-Level Rise and Other Climate Change Effects*. Society of Wetland Scientists 2006 Conference. 9-14 July 2006. Cairns, Australia. Western Pacific Regional Fishery Management Council and United Nations Environment Programme Regional Seas Programme. Honolulu, USA and Nairobi, Kenya. ISBN: 1-934061-03-4. pp. 1-8.
- Ellison, J., 2000.** How South Pacific mangroves may respond to predicted climate change and sea level rise. In: Gillespie, A., Burns, W., (Eds.). *Climate Change in the South Pacific: Impacts and Responses in Australia, New Zealand, and Small Islands States*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. (Chapter 15). pp. 289-301.
- Ertugrul, I. and Tus, A., 2007.** Interactive fuzzy linear programming and an application sample at a textile firm. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 6: 29-49.
- Ewel, K., Twilley, R. and Ong, J. I. N., 1998.** Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(1): 83-94.
- Farnsworth, E. and Ellison, J., 1997.** The global conservation status of mangroves. *Ambio*, 26: 328-334.
- Field, C., 1995.** Impacts of expected climate change on mangroves. *Hydrobiologia*, 295: 75-81.
- Fraser, D. M., 1999.** Delphi technique: one cycle of an action research project to improve the pre-registration midwifery curriculum. *Nurse Education Today*, 19(6): 495-501.
- Gilman, E., Ellison, J. and Coleman, R., 2007.** Assessment of mangrove response to projected relative sea-level rise and recent historical reconstruction of shoreline position. *Environmental Monitoring Assessment*, 124: 112-134.
- González, A. L., Kominoski, J. S., Danger, M., Ishida, S., Iwai, N. and Rubach, A., 2010.** Can ecological stoichiometry help explain patterns of biological invasions? *Oikos*, 119(5): 779-790.

- Graham, B., Regehr, G. and Wright, J. G., 2003.** Delphi as a method to establish consensus for diagnostic criteria. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56: 1150-1156.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C. Watson, R., 2008.** A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865): 948-952.
- Hasanzadeh, M., Danehkar, A. and Azizi, M., 2013.** The application of Analytical Network Process to environmental prioritizing criteria for coastal oil jetties site selection in Persian Gulf coasts (Iran). *Ocean and Coastal Management*, 73: 136-144.
- Hauff, R. D., Ewel, K. C. and Jack, J., 2006.** Tracking human disturbance in mangroves: estimating harvest rates on a Micronesian Island. *Wetlands Ecology and Management*, 14(2): 95-105.
- Hsu, T., Lin, T. and Tseng, I., 2007.** Human impact on coastal erosion in Taiwan. *Journal of Coastal Research*, 23: 961-973.
- Huggett, A. J., 2005.** The concept and utility of 'ecological thresholds' in biodiversity conservation. *Biological conservation*, 124(3): 301-310.
- Jackson, J. B., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J. and Hughes, T. P., 2001.** Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293(5530): 629-637.
- Kathiresan K. and Rajendran N., 2005.** Coastal mangrove forests mitigated tsunami. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65(3), 601-606.
- Larcher, W., 2001.** *Physiological Plant Ecology*. 4 edition. Springer, New York, 234 p.
- Lee, G. Jun, K. S. and Chung, E. S., 2013.** Integrated multi-criteria flood vulnerability approach using fuzzy TOPSIS and Delphi technique. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 13: 1293-1312.
- Lewis, P. N., Riddle, M. J. and Smith, S. D., 2005.** Assisted passage or passive drift: a comparison of alternative transport mechanisms for non-indigenous coastal species into the Southern Ocean. *Antarctic Science*, 17(02): 183-191.
- Liu, J., 1988.** Hawaii Tourism to the year 2000: A Delphi Forecast. *Tourism Management*, 22: 79-290.
- Lopez-Hoffman, L., Monroe, I. E., Narvaez, E., Martinez-Ramos, M. and Ackerly, D. D., 2006.** Sustainability of mangrove harvesting: how do harvesters' perceptions differ from ecological analysis? *Ecological Society*, 11(2): 14-22.
- Miller, G., 2001.** The development of indicators for sustainable tourism: results of a Delphi survey of tourism researchers. *Tourism Management*, 22(4): 351-362.
- Norkko, A., Thrush, S. F., Hewitt, J. E., Cummings, V. J., Norkko, J., Ellis, J. I. and MacDonald, I., 2002.** Smothering of estuarine sandflats by terrigenous clay: the role of wind-wave disturbance and bioturbation in site-dependent macrofaunal recovery. *Marine Ecology Progress Series*, 234: 23-42.
- Okoli, C. and Pawlowski, S. D., 2004.** The Delphi method as a research tool: an example. *Design considerations and applications. Information and Management*, 42: 15-29.
- Ong Che, R. G., 1999.** Concentration of 7 heavy metals in sediment and mangrove root samples from Mai Po, Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 39: 269-279.
- Osborne, K. and Smith, T. J., 1990.** Differential predation on mangrove propagules in open and closed canopy forest habitats. *Vegetation*, 89: 1-6.
- Primavera, J. H., 1997.** Socio-economic impacts of shrimp culture. *Aquaculture research*, 28(10): 815-827.
- Russell, D. J. and Helnale, S. A., 2002.** Impacts of acid leachate on water quality and fisheries resources of a coastal creek in Northern Australia. *Marine Freshwater Research*, 53: 19-33.
- Sasekumar, A., Chong, V. C., Leh, M. U. and D'cruz, R., 1992.** Mangroves as a habitat for fish and prawns. *Hydrobiologia*, 247(1-3): 195-207.
- Schaffelke, B., Mellors, J. and Duke, N. C., 2005.** Water quality in the Great Barrier Reef region: responses of mangrove, seagrass and macroalgal communities. *Marine Pollution Bulletin*, 51(1): 279-296.
- Schlacher, T. A. and Thompson, L. M. C., 2008.** Physical impacts caused by off-road vehicles (ORVs) to sandy beaches: spatial quantification of car tracks on an Australian barrier island. *Journal of Coastal Research*, 24: 234-242.
- Schleupner, C., 2008.** Evaluation of coastal squeeze and its consequences for the Caribbean island Martinique. *Ocean and Coastal Management*, 51: 383-390.

- Sharifi, N., Danekar, A. and Etemad, V., 2011.** Identification and Prioritization of Criteria Used for Selecting Protected Areas in Forest Ecosystems Case Study: Iran's Hyrcanian Forests. *Environment and Natural Resources Research*, 1(1): 189-200.
- Sklar, F. H. and Browder, J. A., 1998.** Coastal environmental impacts brought about by alterations to freshwater flow in the Gulf of Mexico. *Environmental management*, 22(4): 547-562.
- Smith, T. J., Robblee, M. B., Wanless, H. R. and Doyle, T. W., 1994.** Mangroves, hurricanes, and lightning strikes. *BioScience*, 256-262.
- Sobrado, M. A., 2005.** Leaf characteristics and gas exchange of the mangrove *Laguncularia racemosa* as affected by salinity. *Photosynthetica*, 43(2): 217-221.
- Tam, N. F. Y., Wong, T. W. Y. and Wong, Y. S., 2005.** A case study on fuel oil contamination in a mangrove swamp in Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 51: 1092-1100.
- Tomlinson, P. B., 1986.** *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge. UK, 154 p.
- Valiela, I., Bowen, J. L. and York, J. K., 2001.** Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *Bioscience*, 51: 807-815.
- Venter, O., Brodeur, N. N., Nemiroff, L., Belland, B., Dolinsek, I. J. and Grant, J. W. A., 2006.** Threats to endangered species in Canada. *Bioscience*, 56: 903-910.
- Walters, B. B., Rönnbäck, P., Kovacs, J. M., Crona, B., Hussain, S. A., Badola, R. and Dahdouh-Guebas, F., 2008.** Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. *Aquatic Botany*, 89(2): 220-236.
- Wang, G., Liu, Y., Wang, H. and Wang, X., 2013.** A comprehensive risk analysis of coastal zones in China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140(1): 22-31.
- Zacharias, M. A. and Gregr, E. J., 2005.** Sensitivity and vulnerability in marine environments: an approach to identifying vulnerable marine areas. *Conservation Biology*, 19(1): 86-97.
- Zhang, K., Douglas, B. C. and Leatherman, S. P., 2004.** Global warming and coastal erosion. *Climatic Change*, 64(1-2): 41-58.