اولویت‌بندی پهنه‌های استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی جزیره کیش با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS

سید حسن موسوی*، دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
افشین دانه‌کار، دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
محمد رضا شکری، استادیار دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

E-mail*: shmousavi@ut.ac.ir
دریافت: ۱۳۹٤/۰۱/۲۳- پذیرش: ۱۳۹٤/۰۵/۰٦

چکیده

هدف از این مطالعه اولویت‌بندی پهنه‌های انتخابی جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در جزیره کیش می‌باشد. از این رو این بررسی طی دو مرحله صورت پذیرفت. در مرحله نخست با استفاده از روش دلفی، روش AHP و راهبرد ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) در محیط GIS، در نهایت تعداد هفت پهنه نهایی شناسایی گردید. در مرحله دوم و با هدف تعیین صحت مدل حاصله از مرحله نخست، طی عملیات میدانی از هر یک از پهنه‌های گزینش شده، داده‌برداری میدانی صورت گرفت. در گام بعدی، با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS بر مبنای نتایج حاصل از عملیات میدانی، پهنه‌ها رتبه‌بندی شدند. سپس در نهایت با توجه به روش‌های مختلفی که در این پژوهش به‌منظور اولویت‌بندی پهنه‌ها مورد استفاده قرار گرفته بود و رتبه‌بندی‌های متفاوتی به دست آمده بود، برای رفع تعارض بین رتبه‌بندی‌های گوناگون از روش‌های ادغام (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا، روش کپ‌لند) برای رتبه‌بندی نهایی هر یک از پهنه‌ها استفاده شد. مطابق این راهبرد، پهنه‌های ۶ و ۷ دارای بالاترین اولویت و سپس پهنه‌های ۵، ۲، ۳، ۱ و ٤ به ترتیب از اولویت کمتری جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی با هدف بازسازی اکوسیستم‌های مرجانی تخریب‌شده در آب‌های ساحلی جزیره کیش برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: زیستگاه مصنوعی دریایی، ارزیابی چند معیاری، TOPSIS، AHP، جزیره کیش.

۱- مقدمه

آب‌های ساحلی جزیره کیش با دارا بودن ۲۱ گونه مرجان آبسنگ‌ساز، ۹ گونه مرجان نرم (Fatemi and Shokri, 2001)، سه گونه نهنگ (مهاجر)، دو گونه دلفین، یک گونه گاو دریایی، دو گونه لاک پشت، در حدود ۳٤ گونه جلبک دریایی، ۲۰ گونه ماهی تجاری، ٤٦ گونه ماهی زینتی و آبزیان متنوعی چون اسفنج‌ها، شقایق‌ها، توتیای دریایی، خیار دریایی و ستاره دریایی (رضائی و همکاران، ۱۳۸۹) از جمله مناطق حساس بوم‌شناختی در خلیج فارس به‌شمار می‌رود. بوم‌سازگان مرجانی مولدترین و در عین حال حساسترین بوم‌سازگان دریایی جزیره کیش در برابر آشفتگی‌های طبیعی و غیرطبیعی به‌شمار می‌رود. بوم‌سازگان مرجانی در جزیره کیش از نظر اقتصادی، بوم شناختی و فرهنگی از اهمیت و ارزش بسیار بالایی برخوردار است، به طوری‌که زیربنای بسیاری از فعالیت‌های تفرجی و توریستی در این جزیره را تشکیل می‌دهد (Maghsoudlou et al., 2008; Eghtesadi-Araghi, 2011). متاسفانه در خلال‌سال‌های گذشته بخش بزرگی از آبسنگ‌های مرجانی و تنوع زیستی موجود در این مناطق در اثر فعالیت‌های مخرب انسانی (صیادی، گرمایش زمین، غواصی و ...) و طبیعی

*نویسنده مسئول

(تغذیه توسط ستاره دریایی، طوفان‌ها و ....) از بین رفته و نیازمند توجه و فعالیت‌های جدی‌تر در جهت بازسازی و احیاء می‌باشند (رضائی و همکاران، ۱۳۸۹).

طی چند دهه گذشته، زیستگاه‌های مصنوعی دریایی به‌عنوان یکی از مهمترین روش‌های ترمیم و بازسازی بوم‌سازگان‌های مرجانی تخریب‌شده کاربرد فراوانی داشته‌اند (Abelson, 2006; Yeemin et al., 2006). طبق تعریف شبکه پژوهشی زیستگاه‌های مصنوعی اروپا (EARRN)[۲]، اصطلاح زیستگاه مصنوعی به کلیه اشیاء و سازه‌های انسان‌ساختی گفته می‌شود که به‌صورت اتفاقی یا به عمد توسط انسان در حالت شناور در سطح آب، معلق در ستون آب یا ثابت در بستر دریا برای دستیابی به اهدافی خاص مستقر شده، تا اینکه شرایط موجود در زیستگاه‌های طبیعی را تا حدودی بازسازی کند (Baine, 2001; Seaman, 2007). شناسایی مناسب‌ترین مکان استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی را با توجه به پرهزینه بودن فرآیند احداث، می‌توان حساسترین مرحله احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی دانست که می‌تواند سرنوشت نهایی و موفقیت یا عدم موفقیت چنین پروژه‌هایی را تعیین کند (Barber et al., 2009). از این‌رو امروزه سعی می‌شود تا از فناوری‌های نوین همچون سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[۳]، سنجش از دور (RS)[۴] و تصمیم‌گیری چند معیاری (MCDM)[۵] برای مکان‌یابی و اولویت‌بندی دقیق‌تر مکان‌های انتخابی جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی استفاده شود (موسوی، ۱۳۸۹).

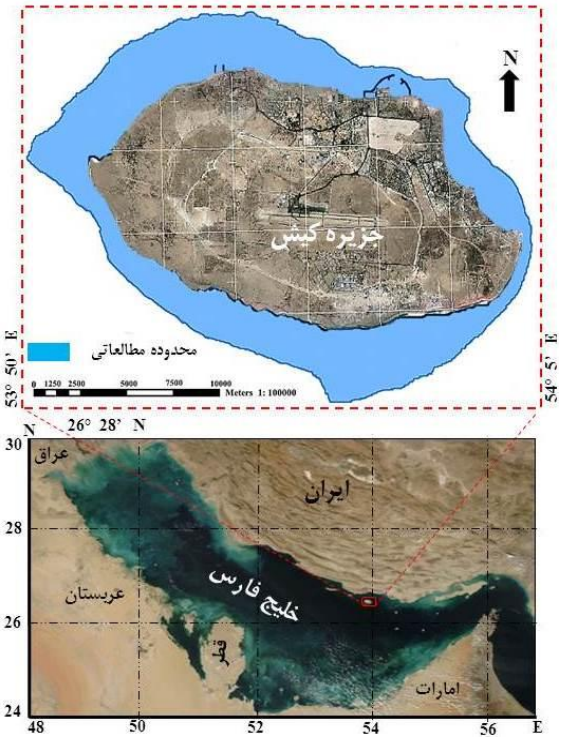
در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM)[۶] مدت‌هاست که کاربرد فراوانی یافته‌اند (اصغرپور، ۱۳۸۷; Malczewski, 1999). روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از زیر مجموعه‌های روش‌های ارزیابی چند معیاری (MCDM) به‌شمار می‌روند که در ارتباط با تصمیم‌گیری در مسایل پیچیده با جنبه‌های مختلف از قبیل بهینه‌سازی مسایل مختلف مکان‌یابی و اولویت‌بندی گزینه‌ها استفاده فراوانی دارند (Malczewski, 1999). به‌منظور حل مسایل مربوط به استقرار کاربری‌های مختلف در مناسب‌ترین مکان، مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه مختلفی از قبیل مدل مجموع ساده وزنی (SAW)[۷]، مدل TOPSIS[۸]، مدل ELECTRE[۹]، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[۱۰] و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[۱۱] مورد استفاده قرار می‌گیرند (مومنی، ۱۳۸۷).

پیشتر، طی مطالعه‌ای اقدام به شناسایی پهنه‌های مناسب استقرار زیستگاه های مصنوعی دریایی در آب‌های ساحلی جزیره کیش گردیده بود که از نظر پارامترهای محیط‌زیستی بالاترین مطلوبیت را هم برای آبسنگ‌های مرجانی و هم برای زیستگاه های مصنوعی دارا باشد. با توجه به وسعت زیاد پهنه‌ها و اینکه احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی فرآیندی پرهزینه است، امکان احداث زیستگاه‌های مصنوعی در تمامی پهنه‌ها نیازمند صرف هزینه‌ای زیاد و تقریبا امکانپذیر نخواهد بود. بنابراین ضرورت دارد تا از میان پهنه‌های انتخابی مکان‌های دارای بالاترین اولویت شناسایی گردد. از این رو در این مطالعه نخست چگونگی انتخاب پهنه‌های مناسب جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در جزیره کیش و سپس چگونگی اولویت‌بندی این پهنه‌ها با استفاده از مطالعات میدانی و روش‌های AHP و TOPSIS مورد توجه قرار گرفته است.

۲- روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش آب های ساحلی پیرامون جزیره کیش می باشد. این محدوده در شمال خلیج فارس و در ۱۸ کیلومتری جنوب کرانه‌های بندرلنگه، در موقعیت جغرافیایی ۲۶ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۲۶ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۵۴ درجه و ٤ دقیقه طول شرقی واقع می‌باشد (شکل ۱).

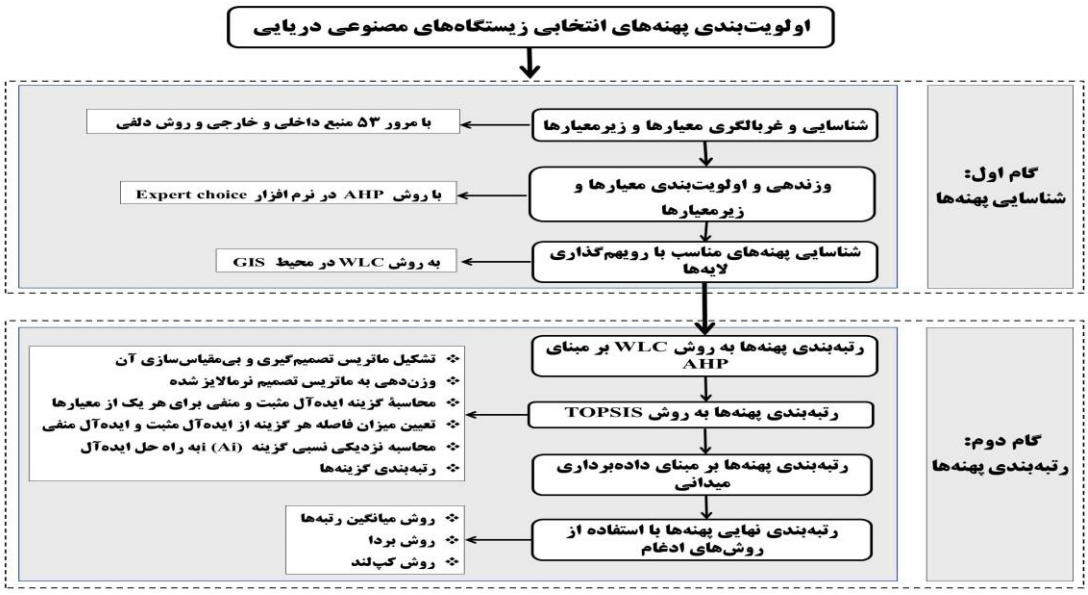


شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه در خلیج فارس

در منطقه مورد مطالعه، بیشترین پوشش آبسنگ‌های مرجانی در بخش‌های شرقی و شمالی جزیره کیش دیده می شود. در شمال جزیره وضعیت پراکنش آبسنگ‌ها به دلیل وجود تاسیسات آب شیرین‌کن تقریباً اندک بوده به طوری که پوشش آبسنگ‌های مرجانی زنده در نزدیکی ساحل بندرگاه به ۲ تا ۳ درصد می رسد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۹). پراکنش آبسنگ‌های مرجانی در جزیره کیش حداکثر تا عمق ۱۵ متری می باشد که بیشترین حضور این گونه ها در عمق ۳ تا ۸ متری دیده می شود. بزرگترین خانواده آبسنگ های مرجانی از نظر تنوع در جزیره کیش، خانواده Faviidae با ۸ گونه و بعد از آنخانواده های Poritidae و Siderastreidae هر کدام با ۳ گونه مختلف می‌باشند. خانواده Acroporidae بیشترین فراوانی را در آب‌های اطراف جزیره کیش دارد و پس از آن خانواده Poritidae در مرتبه دوم قرار دارد. کمترین فراوانی نیز متعلق به خانواده Dendrophyllidae می‌باشد (Fatemi & Shokri, 2001).

۲-۲- روش پژوهش

این بررسی طی دو مرحله، نخست شناسایی پهنه‌ها و سپس رتبه‌بندی پهنه‌های نهایی استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در آب‌های ساحلی جزیره کیش به اجرا در آمد. در شکل شماره ۲ مراحل پژوهش در قالب یک فلوچارت آمده است.



شکل ۲. مراحل پژوهش را در قالب فلوچارت

۲-۲-۱- مرحله اول: شناسایی پهنه‌های مناسب استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی

در این مرحله طی سه گام اقدام به شناسایی پهنه‌های مناسب استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی گردید.

۲-۲-۱-۱- گام نخست: شناسایی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش دلفی

در نخستین گام، پس از مطالعه تجربیات مختلف مرتبط با موضوع (۵ تجربه داخلی و ٤٨ تجربه خارجی)، اقدام به شناسایی معیارهای اصلی و زیرمعیارهای مرتبط با مکان‌یابی پهنه‌های استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی گردید (جدول ۱).

در ادامه با استفاده از روش دلفی و جمع‌آوری نقطه‌نظر نُه کارشناس آشنا به موضوع، درصد اهمیت و درجه اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روابط ۱ تا ۵ تعیین گردید. از هر یک از کارشناسان درخواست شد تا جهت قضاوت معیارها و زیرمعیارها از ضرایب ۱ (بی اهمیت)، ۳ (کم اهمیت)، ۵ (با اهمیت)، ۷ (اهمیت زیاد)، ۹ (اهمیت خیلی زیاد) استفاده کنند. پس از تجزیه و تحلیل نظرات کارشناسان، زیرمعیارهایی که بیش از ۵۰ درصد ارزش عددی حداکثر درصد اهمیت و درجه اهمیت را برخوردار بودند، به‌عنوان زیرمعیارهای نهایی موثر در فرآیند مکان‌یابی زیستگاه‌های مصنوعی دریایی شناسایی شدند.

$$\text{ضریب وزن تعدیل شده} = \frac{9}{\sum x_i} \quad (۱)$$

$$\text{وزن تعدیل شده}(y_i) = \frac{9}{\sum x_i} \times x_i \quad (۲)$$

$$\text{امتیاز وزن دار}(z_i) = y_i \times n \quad (۳)$$

$$\text{درصد اهمیت معیار} = \frac{\sum z_i}{A} = \frac{\sum z_i}{81} \times 100 \quad (٤)$$

$$\text{درجه اهمیت معیار} = \frac{\sum (x_i \times n)}{N} \quad (۵)$$

n= تعداد افرادی که به هر درجه اهمیت رای داده‌اند؛

A= (امتیاز) حداکثر امتیاز قابل حصول؛

x_i = وزن اولیه؛

N = تعداد کل پرسش شوندگان.

۲-۲-۱-۲- گام دوم: وزن‌دهی و اولویت‌بندی زیرمعیارها و شاخص‌های آنها با استفاده از روش AHP

در دومین گام، از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بر مبنای اصول ارائه شده توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ (روش بردار ویژه)، جهت تعیین وزن زیرمعیارهای نهایی و هر یک از شاخص‌های آنها استفاده شد. ساختار سلسله مراتبی روش AHP در وزن‌دهی زیرمعیارها و اولویت‌دهی پهنه‌های انتخابی در شکل شماره (۳) ارائه شده است.

در این روش زیرمعیارهای نهایی و شاخص‌های آنها در قالب پرسشنامه‌ای توسط نُه کارشناس به صورت دو به دو با هم مقایسه شده و نتایج در نرم افزار Expert choice11 پردازش و وزن نهایی هر یک از زیرمعیارهای نهایی و شاخص‌های آنها تعیین شد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۲-۱-۳- گام سوم: شناسایی پهنه‌های مناسب با استفاده از راهبرد ترکیب خطی وزن دار (WLC) در محیط GIS

در گام سوم، هر یک از زیرمعیارهای نهایی گزینش‌شده بر مبنای درجه وزنی شاخص های خود در محیط نرم افزار ArcGIS 9.3 تبدیل به نقشه شده و برای روی هم‌گذاری به روش ترکیب خطی وزندار (WLC)[۱۳] وارد نرم افزار IDRISI شد.

در نهایت پهنه‌های نهایی مناسب جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی با هدف بازسازی بوم‌سازگان‌های مرجانی جزیره کیش شناسایی شدند.

۲-۲-۲- مرحله دوم: رتبه‌بندی پهنه‌های مناسب استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی

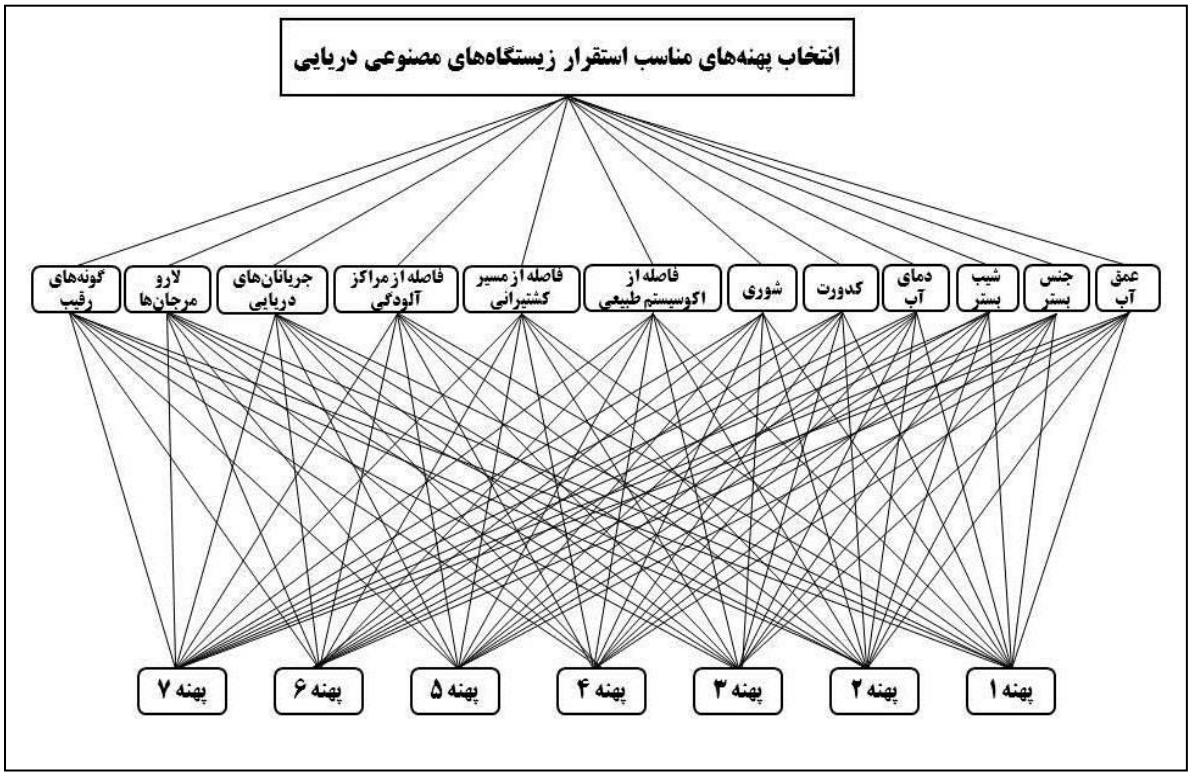
در این مرحله نیز طی چهار گام، اقدام به رتبه‌بندی پهنه‌های مناسب استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی شد.

جدول ۱. منابع و زیرمعیارهای مختلف مورد استفاده

	منابع	زیرمعیارهای مورد استفاده		منابع	زیرمعیارهای مورد استفاده
۱	اژدری و اژدری، ۱۳۸۵	۲-۳-۶-۳۰	۲۸	IENPO[6], 2008	۳-۲۸-۳۰-۳۱
۲	بهزادی وهمکاران، ۱۳۸٦	۲-۳-۳۰	۲۹	Kenish et al, 2002	۱-۳-۶-۱۰-۱۲-۱۹-۲۳-۲۶-۲۸
۳	بهزادی، ۱۳۸۲	۲-۳-۳۰	۳۰	Leverette, 2005	۲-۳-٤-۲۳-۳۰-۳۱
٤	اسکندری، ۱۳۸۱	۲-۳-۲۳-۳۰	۳۱	Lukens and Selberg,2004	۳-۱۹-۲۲-۲۳-۲٦-۲۷-۲۸-۳۱
٥	شکری و همکاران، ۱۳۸۸	۲-۳-۱۰-۱۳-۳۰	۳۲	Matthews, 1985	٤-٥-۱٥-۱۷-۲٦-۲۸-۳۱
٦	A.F.C.D[1], 2000	۲-۳-٦-۸-۱٦-۲۲-۳۲	۳۳	Miller et al., 1998	۳-۲۱-۲۲-۲۳-۲۷-۳۰-۳۲
۷	Abelson, 2006	۳-۸-۲۰-۲۳	۳٤	Munro and Balgos, 1995	۳-۹-۱۰-۲۳-۳۰
۸	Tseng et al, 2001	۲-۳-۸-۱۰-۱٤-۲۳-۳۰	۳٥	Street and Street., 2008	۳-٦-۱۳-۱٤-۲۳-۳۰
۹	U.S.E.P.A[2], 2006	۳-٦-۲۳-۲۷-۳۰-۳۲	۳٦	Roberts et al, 2003	٥-٦-۱۰-۱۲-۱۸-۱۹
۱۰	U.S.D.C[3], 2007	۳-۹-۱٤-۲۳-۳۰	۳۷	Seaman, 2000	۲-۱٤-۲۱-۲۳-۲٥-۲٦-۲۷-۲۸-۳۲
۱۱	Wright et al., 1998	۳-۱٤-۲۲-۲۳-۳۰	۳۸	Spieler et al., 2001	۸-۲۰-۲۱-۲۳-۲۸-۲۹-۳۰-۳۱
۱۲	Ray et al., 1996	۳-۷-۱٤-۲۳-۳۰	۳۹	Perkol-Finkel et al., 2008	۲-۲۳-۲۷-۳۲
۱۳	Thomas, 2006	۲-۳-۲۳	٤۰	Petrsen and Tolrian,2001	۲-٦-۲۰
۱٤	Titensor etal., 2009	٤-۱٦-۲۳-۲٤-۲٦-۳۱	٤۱	Pradal and Millet, 2005	۳-۸-۱٤-۲۰-۲۳-۲۸-۳۰
۱٥	Chang, 1985	۲-۸-۱۰-۲۳-۲۸	٤۲	Ditton and Burke, 1985	۲-۳-۲۳-۲۹-۳۰-۳۲
۱٦	Chou, 1997	۲-۸-۱۰-۱۳-۳۰	٤۳	Green and Ray, 2002	۲-۱۰-۱٤-۲۳-۲۸-۳۰
۱۷	Leary et al., 2001	۲-۳-۸-۱٤-۲۳-۲۹-۳۰	٤٤	Embankment, 2009	۳-۷-۱۱-۱٥-۲۲-۲۸-۳۲
۱۸	Dawson etal., 2009	۲۳-۲٦-۲۸-۳۰-۳۱	٤٥	Berios and Timber, 1989	۸-۱٤-۱۸-۲۳-۲۸
۱۹	Kaiser, 2006	۳-۸-۱۳-۳۰	٤٦	Birkeland, 1997a	٦-۱۰-۱۹-۲۱-۲٦-۳۰-۳۱
۲۰	Done, 1995	٦-۱۰-۳۰	٤۷	Woods, 1999	۲-۱۳-۱۷-۲۳-۲٦-۳۱-۳۲
۲۱	HKAFD[4], 1999	۳-۹-۱۰-۱۳-۲۳-۳۰	٤۸	Armono, 1999	۳-۸-۲۲-۲۳-۲٦-۲۸-۳۱
۲۲	Nakamura, 1982	۱-٦-۱۰-۱۸-۲۹	٤۹	ARPB[7], 2003	۸-۱۳-۱۷-۲۳-۲۸-۳۰-۳۱
۲۳	Nakamura, 1985	۱-٦-۱۰-۱۸-۲۹ -۳۲	٥۰	Baine, 2001	۳-۸-۲۳-۲٦-۲۸-۳۰-۳۲
۲٤	Guinan *et al*., 2009	۲-٦-۲۳	٥۱	Barber *et al*., 2009	۲-۳-۸-۱٤-۱٥-۲۳-۳۰
۲٥	Heaps *et al*., 1996	٦-۹-۳۰	٥۲	Rousseau, 2006	۳-۲۳-۲٦-۳۰-۳۱-۳۲
۲٦	OSPAR[5], 1999	۳-۱۰-۱۳-۲۳-۳۰	٥۳	Binlatun and Binabdullah, 1990	۲-۳-۲۳-۳۰
۲۷	Heaps, 1995	۳-۸-۱۳-۲۷-۳۲			

1. A.F.C.D -Agriculture, Fisheries and Conservation Department
2. U.S.E.P.A- United States Environmental Protection Agency
3. U.S.D.C- United States Department of Commerce
4. HKAFD- Hong Kong Agriculture and Fisheries Department
5. OSPAR- Oslo and Paris Convention
6. IENPO- International Environmental Non-Profit Organization
7. ARPB- Artificial reef project in Bahrain

۱- سود و منفعت اقتصاد محلی، ۲- شیب بستر، ۳- جنس بستر، ٤- غلظت کلروفیل‌آ، ٥- ارزش‌های فرهنگی- اجتماعی، ٦- فاصله از گونه‌های رقیب، ۷- فاصله از تاسیسات آب شیرین کن، ۸- فاصله از اکوسیستم‌های مرجانی طبیعی، ۹- فاصله از سکوهای استخراج نفت و گاز و خطول لوله انتقال آنها، ۱۰- فاصله از کانون‌های آلودگی (مثل مکان‌های دفن زباله‌های شیمیایی و اتمی زیردریایی)، ۱۱- فاصله از مراکز تولید انرژی (مثل توربین‌های بادی)، ۱۲- فاصله از گونه‌های صیاد، ۱۳- فاصله از مناطق حساس ساحلی و دریایی، ۱٤- فاصله از مسیر تردد قایق‌ها و کشتی‌ها، ۱٥- فاصله از سواحل، ۱٦- سهولت دسترسی توسط ذی‌نفعان (مثل توریست‌ها، محققان و مدیران)، ۱۷- صرفه اقتصادی استقرار زیستگاه، ۱۸- ارزش‌های آموزشی و پژوهشی، ۱۹- فاصله از جوامع بنتیک، ۲۰- حضور لارو مرجان‌ها، ۲۱- حضور نور، ۲۲- غلظت کم مواد آلی محلول، ۲۳- جریانات دریایی، ۲٤- اکسیژن محلول آب، ۲٥- اسیدیته آب، ۲٦- شوری آب، ۲۷- جزر و مد، ۲۸- کدورت آب، ۲۹- ارزش گردشگری، ۳۰- عمق آب، ۳۱- دمای آب، ۳۲- قدرت امواج.



شکل ۲. مراحل پژوهش را در قالب فلوچارت

۲-۲-۲-۱-گام نخست: رتبه‌بندی با استفاده از روش WLC بر مبنای AHP

در مراحل قبل با استفاده از AHP زیرمعیارهای نهایی و شاخص‌های آنها وزن‌دهی و اولویت‌بندی شدند که متعاقب آن بر مبنای همین زیرمعیارها و شاخص‌ها پهنه‌های نهایی با روش WLC در محیط GIS تعیین شد. در این روش میانگین ارزش پیکسل‌های هر یک از پهنه ها، اولویت آنها را نسبت به سایر مناطق محدوده مورد مطالعه مشخص می‌کند.

۲-۲-۲-۲-گام دوم: رتبه‌بندی با استفاده از داده برداری‌های میدانی

در این مرحله پس از جانمایی پهنه‌های مناسب، اقدام به جمع‌آوری داده‌های مکانی (سنجش شاخص‌های هر یک از زیرمعیارها) از هر یک از پهنه‌ها (در مجموع در ۱۶ ایستگاه و در هر ایستگاه با سه تکرار) شد تا صحت نتایج حاصل از مدل GIS آزمون شود. به این منظور از دستگاه CTD جهت ثبت تغییرات زیر معیارهای شوری، کدورت، دمای آب، عمق آب و شدت جریان آب استفاده گردید. نتایج حاصل از دستگاه CTD به همراه میانگین تغییرات چند ساله این متغیرها حاصل مطالعات پژوهشگران مختلف در محدوده مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲). میزان فاصله هر یک از پهنه‌ها نسبت به ساحل، کانون‌های آلاینده، بوم‌سازگان‌های مرجانی مجاور، مسیر کشتیرانی، گونه‌های رقیب مرجان‌ها همچون علف‌های دریایی، اسفنج‌ها و غیره با استفاده از GPS[14] ثبت گردید. بررسی جنس رسوبات بستر نیز با استفاده از گرب نمونه‌برداری و تعیین دانه‌بندی آنها در محیط آزمایشگاهی صورت گرفت. مطلوبیت پهنه‌ها از نظر زیرمعیار پراکنش لارو مرجان‌ها نیز با استفاده از میزان دوری و نزدیکی پهنه‌ها نسبت به بوم‌سازگان‌های مرجانی طبیعی تعیین گردید، به این صورت که هر چه فاصله پهنه‌ها با بوم‌سازگان‌ها کمتر

باشد از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. در این مرحله تغییرات شاخص‌های هر زیرمعیار در پهنه‌ها مورد سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل از این داده‌برداری به‌عنوان ابزاری جهت اولویت‌بندی پهنه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. به این صورت که تغییرات این شاخص‌ها در هر یک از پهنه‌ها تعیین و با توجه به نتایج AHP در مرحله قبل امتیازدهی شدند. در نهایت اولویت هر یک از پهنه‌ها تعیین شد.

۲-۲-۲-۳- گام سوم: رتبه‌بندی با استفاده از روش نزدیکی به حالت ایده‌آل (TOPSIS)

در این مرحله با استفاده از روش نزدیکی به حالت ایده‌آل (TOPSIS) اقدام به وزن دهی و رتبه‌بندی پهنه‌های انتخابی جزیره کیش جهت استقرار زیستگاه های مصنوعی دریایی گردید. این روش بر این مبنا استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین انتخاب ممکن، A_i^+) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین انتخاب ممکن، A_i^-) داشته باشد. اجرای روش TOPSIS در این پژوهش به‌منظور اولویت‌دهی پهنه‌های گزینش شده، شامل شِش مرحله است که به شرح زیر می‌باشد:

۱) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و بی‌مقیاس‌سازی آن

در اولین قدم ماتریسی که شامل m گزینه و n معیار می‌باشد، تشکیل می‌شود. علاوه بر این هر نتیجه اظهار شده در ماتریس تصمیم‌گیری که کیفی باشد، لازم است تا به صورت کمی تغییر یابد (مانند معیار جنس بستر C_2). در این ماتریس، داده های مکانی مرتبط با هر یک از معیارها در پهنه های انتخابی، با مقیاس واحدی امتیازدهی شدند تا راحت تر قابل مقایسه گردند. به این صورت که با توجه به مرور منابع مختلف، هر یک از طبقات معیارها دارای میزان مطلوبیت متفاوتی برای استقرار زیستگاه های مصنوعی دریایی می باشند و با توجه به میزان مطلوبیت هر طبقه امتیازی متناسب (مطلوبیت اول ۹، مطلوبیت دوم ۷، مطلوبیت سوم ۵، مطلوبیت چهارم ۳ و مطلوبیت پنجم ۱)، به آن طبقه اختصاص داده شد. به‌عنوان مثال معیار عمق آب (C_1) دارای چهار طبقه می باشد که از نظر میزان مطلوبیت متفاوتند. در نتیجه طبقه ۲ (۱۰-۵ متر) که دارای بیشترین مطلوبیت برای استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی است بالاترین امتیاز یعنی عدد (۹) را دریافت کرد و به همین ترتیب طبقات ۱ (۵-۰ متر) امتیاز ۷، طبقه ۳ (۱۵-۱۰ متر)، امتیاز ۵ و طبقه ٤ (بیش از ۱۵ متر) امتیاز ۳ را دریافت نمودند. در ادامه به‌منظور اطمینان از سازگاری بین میانگین امتیازها و میانگین وزن ها، ماتریس تصمیم برای این که به مقیاس‌های قابل‌مقایسه تبدیل شود، با استفاده از نورم اقلیدسی (رابطه ٦) نرمال سازی گردید که نتیجه آن ماتریس نرمالیزه (R) می باشد. به این ترتیب که هر کدام از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم‌گردید، یعنی ابتدا مجذور هر یک از درایه‌ها (aij) به دست آمد و سپس جذر مجموع مجذورات هر یک از معیارها تعیین گردید.

$$R_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^{\ 2}}} \qquad (٦)$$

۲) وزن‌دهی به ماتریس تصمیم نرمالیز شده

ماتریس تصمیم در واقع پارامتری است و لازم است تا کمی شود. از این رو وزن هر یک از معیارها (W_j) به دست آمد. وزن هر یک از معیارها را می‌توان بر اساس رویکردها و نظریه‌های کارشناسانه نظیر روش Linmap، مدل Antropi و مدل AHP و نیز بر اساس اهمیت هر معیار به دست آورد. در این مرحله وزن معیارها با استفاده از روش آنتروپی شانون محاسبه شد (روابط ۷ تا ۱۱).

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{ij}^{n} a_{ij}} \qquad (۷)$$

$$k = \frac{1}{Ln7} \qquad (۸)$$

$$E_j = -K\sum\left[P_{ij} LnP_{ij}\right] \qquad (۹)$$

$$D_j = 1 - E_j \qquad (۱۰)$$

$$W_i = \frac{D_i}{\sum D_i} \qquad (۱۱)$$

جدول ۲. منابع مورد استفاده و میانگین چند ساله آن‌ها

زیرمعیارها	منابع مورد استفاده	توضیحات
عمق آب	مهندسین مشاور سازه پردازی ایران، ۱۳۸٦- موسوی و همکاران، ۱۳۹۳	برگرفته از نقشه عمق‌سنجی و نتایج CTD
دمای آب	عمیدی، ۱۳۸۰- ناظم السادات و همکاران، ۱۳۸٤- ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۵- مهندسین مشاور سازه پردازی ایران، ۱۳۸٦- رضائی و همکاران، ۱۳۸۹- موسوی و همکاران، ۱۳۹۳	میانگین ۹ ساله (۸۹-۱۳۸۰)
شوری	عمیدی، ۱۳۸۰- ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۵- مهندسین مشاور سازه پردازی ایران، ۱۳۸٦- رضائی و همکاران، ۱۳۸۹- موسوی و همکاران، ۱۳۹۳	میانگین ۹ ساله (۸۹-۱۳۸۰)
کدورت	مهندسین مشاور سازه پردازی ایران، ۱۳۸٦- رضائی و همکاران، ۱۳۸۹- موسوی و همکاران، ۱۳۹۳	میانگین ۳ ساله (۸۹-۱۳۸٦)
جریانات دریایی	فرزین گهر، ۱۳۷۷- پروژه مدلسازی امواج ایران، ۱۳۸۳	میانگین سرعت جزر و مد و امواج

سپس با ضرب امتیاز هر یک از معیارها (C_n) در مقدار W_j مربوط به همان معیار (C_n)، ماتریس بی‌مقیاس شده موزون به دست آمد (رابطه ۱۲).

$$V= N_D \times W_{n\times n} \qquad (۱۲)$$

۳) محاسبهٔ گزینه ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر یک از معیارها

بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت بزرگترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی کوچکترین مقادیر است و بدترین برای شاخص‌های مثبت کوچک‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی بزرگ ترین مقادیر است. در این مرحله گزینه ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی با توجه به مثبت بودن تمامی شاخص‌ها به دست آمدند (روابط ۱۳ و ۱٤).

گزینهٔ ایده‌آل مثبت $A^+ =[\text{Max } V_{j1}, \text{Max } V_{j2}, \text{Max } V_{j3}, \ldots, \text{Max } V_{j12}] = \{V^+_1, V^+_2, V^+_3, \ldots, V^+_{12}\}$ (۱۳)

گزینهٔ ایده‌آل منفی $A^- = [\text{Min } V_{j1}, \text{Min } V_{j2}, \text{Min } V_{j3}, \ldots, \text{Min } V_{j12}] = \{V^-_1, V^-_2, V^-_3, \ldots, V^-_{12}\}$ (۱٤)

٤) تعیین میزان فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

در این مرحله فاصله میان هر گزینه n بعدی به دست آمد (روابط ۱۵ و ۱٦).

فاصله از ایده‌آل مثبت (۱۵)

$$d_i^+ = \sqrt{(\sum_{j=1}^{m} V_{ij} - V_j^+)^2} \quad , \quad (i = 1,2,\ldots, m)$$

فاصله از ایده‌آل منفی (۱٦)

$$d_i^- = \sqrt{(\sum_{j=1}^{m} V_{ij} - V_j^-)^2} \quad , \quad (i = 1,2,\ldots, m)$$

۵) محاسبه نزدیکی نسبی گزینه A_i (i) به راه حل ایده‌آل

در این مرحله Cl_i که نشان‌دهنده نزدیکی به ایده‌آل مثبت و دوری از ایده‌آل منفی است، تعیین شد (رابطه ۱۷).

$$Cli^+ = \frac{di^-}{di^+ + di^-} \quad 0 \le cl_i \le 1 \; ; \; i = 1,2,3,\ldots, 12 \qquad (۱۷)$$

٦) رتبه‌بندی گزینه‌ها

با توجه به روابط بالا، چنانچه $A_i = A^+$ باشد آنگاه $d_i^+ = 0$ و در نتیجه $cl_i^+ = 1$ می‌باشد و در صورتی که $A_i = A^-$ باشد آنگاه $d_i^- = 0$ و در نتیجه $cl_i^+ = 0$ خواهد شد. بنابراین هر اندازه گزینه A_i به راه حل ایده آل (A^+) نزدیکتر باشد ارزش cli+ به واحد نزدیک‌تر خواهد بود و هر اندازه گزینه A_i به ایده‌آل منفی (A^-) نزدیک‌تر باشد، ارزش cl_i^+ به صفر نزدیک‌تر می‌باشد. به عبارتی دیگر هر چه مقدار Cl_i به عدد یک نزدیک‌تر باشد راه‌کار بهتر است. در انتها گزینه‌های موجود در آب‌های ساحلی جزیره کیش جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی بر اساس ترتیب نزولی cl_i^+ رتبه‌بندی شدند.

۲-۲-۲-٤- گام چهارم: رتبه‌بندی نهایی پهنه‌ها با استفاده از روش‌های ادغام

با توجه به روش‌های مختلفی که در این پژوهش به منظور اولویت‌بندی پهنه‌های استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در جزیره کیش مورد استفاده قرار گرفت و رتبه‌بندی‌های متفاوتی که به این منظور به دست آمد، برای

رفع تعارض بین رتبه‌بندی‌های گوناگون از روش‌های ادغام[14] (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا[15] ، روش کپ‌لند[16]) استفاده شد. پس از تعیین رتبه‌ها توسط هر یک از سه راهبردهای اولویت‌بندی، سعی شد تا نتایج حاصله، از طریق تشکیل یک مجموعهٔ رتبه‌بندی جزیی[17] با یکدیگر ادغام گردند و اولویت نهایی هر یک از پهنه‌ها تعیین گردد.

۳- نتایج

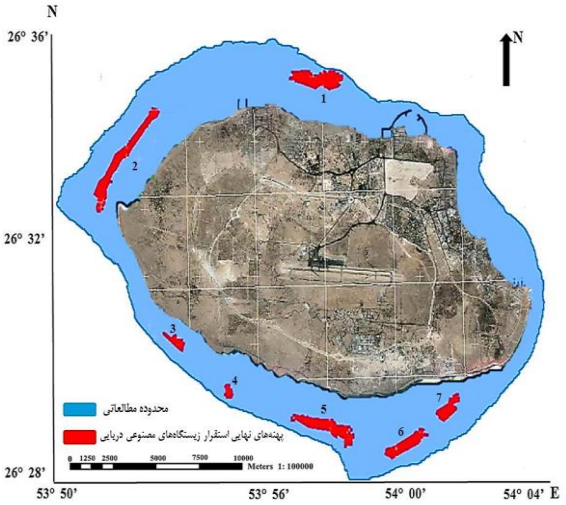
۳-۱- مرحله اول: شناسایی معیارها و زیرمعیارها

در این مطالعه از مجموع ۵۳ پژوهشی که مورد بررسی قرار گرفت، در نهایت چهار معیار اصلی و ۱۲ زیرمعیار از میان ۳۲ شاخص جمع‌آوری شده به‌عنوان مهمترین پارامترهای موثر در فرآیند مکان‌یابی زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در آب‌های ساحلی جزیره کیش با استفاده از روش دلفی (نظرسنجی از ۹ کارشناس) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) شناسایی شدند. ضریب وزنی هر یک از معیارها و زیرمعیارها بیان کننده میزان اهمیت آن در فرآیند مکان‌یابی است. در این بررسی، زیر معیار عمق آب بالاترین درصد اهمیت (۵۶/۴۵)، درجه اهمیت (۸/۵۵) و ضریب وزنی (۰/۱۵۷) را برخوردار گردید (جدول ۳).

جدول ۳. درصد و درجه اهمیت معیارهای اصلی و زیرمعیارهای آنها (نتایج دلفی) و همچنین وزن نهایی زیرمعیارها (نتایج AHP)

ردیف	معیارهای اصلی	زیرمعیارها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	وزن نهایی	زیرمعیارهای نهایی و اولویت آنها
۱	فیزیکی	کدورت	۴۳/۷۵	۷/۸۸	۰/۰۷۵	۷
۲		دمای آب	۴۹/۵۸	۷/۴۴	۰/۰۹۲	۳
۳		شوری	۳۲/۱۸	۷/۰۰	۰/۰۵۷	۹
۴		اکسیژن محلول	۲۴/۲۰	۵/۸۸	-	-
۵		کلروفیل a	۲۳/۲۹	۵/۶۶	-	-
۶		عمق آب	۵۶/۴۵	۸/۵۵	۰/۱۵۷	۱
۷		جنس رسوبات بستر	۳۹/۴۸	۷/۴۴	۰/۰۵۴	۱۰
۸		شکل بستر	۳۳/۵۸	۷/۸۸	۰/۰۸۴	۵
۹		جریان‌های دریایی	۳۵/۸۷	۵/۶۶	۰/۰۴۷	۱۲
۱۰		ارتفاع و قدرت امواج	۲۶/۰۳	۶/۳۳	-	-
۱۱		جزر و مد	۲۰/۸۸	۵/۲۲	-	-
۱۲		اسیدیته آب	۲۲/۶۱	۵/۳۴	-	-
۱۳		میزان مواد مغذی (N, P)	۲۲/۵۸	۴/۳۸	-	-
۱۴		شدت نور	۲۷/۵۵	۴/۴۸	-	-
۱۵	زیستی	فاصله از گونه‌های رقیب	۳۳/۲۵	۶/۷۷	۰/۰۸۱	۶
۱۶		پراکنش لارو مرجان‌ها	۵۴/۶۸	۷/۸۸	۰/۰۶۱	۸
۱۷		فاصله از زیستگاه‌های طبیعی	۳۵/۶۵	۷/۲۲	۰/۱۵۵	۲
۱۸		فاصله از گونه‌های همزیست	۲۵/۱۲	۶/۱۱	-	-
۱۹		فاصله از گونه‌های صیاد	۲۰/۵۵	۵/۰۰	-	-
۲۰		فاصله از مناطق حساس دریایی	۲۴/۱۹	۵/۴۴	-	-
۲۱	اقتصادی- اجتماعی	به صرفه بودن اقتصادی طرح	۲۷/۸۴	۶/۱۱	-	-
۲۲		ارزش‌های فرهنگی	۲۶/۹۶	۴/۳۳	-	-
۲۳		بهبود وضعیت اقتصادی بومیان	۱۹/۰۷	۴/۲۳	-	-
۲۴	مدیریتی	سهولت دسترسی به منطقه	۱۹/۸۵	۶/۵۵	-	-
۲۵		فاصله از کانون‌های آلودگی	۴۵/۲۸	۸/۱۱	۰/۰۸۹	۴
۲۶		ارزش گردشگری (زیبایی‌شناسی)	۲۷/۱۶	۶/۱۱	-	-
۲۷		فاصله از مسیرهای کشتیرانی	۳۸/۷۵	۷/۴۴	۰/۰۴۸	۱۱
۲۸		فاصله از خطوط لوله زیر دریایی	۲۰/۳۸	۴/۷۷	-	-
۲۹		فاصله از تاسیسات تولید انرژی	۲۴/۷۸	۶/۵۵	-	-
۳۰		فاصله از تاسیسات آب شیرین کن	۲۸/۶۷	۶/۳۳	-	-
۳۱		اهمیت آموزشی و پژوهشی	۲۰/۳۸	۵/۴۴	-	-
۳۲		سهولت در مدیریت	۲۱/۵۸	۴/۱۵	-	-
		مجموع وزن‌ها			۱/۰۰	-

در این بررسی پس از روی هم‌گذاری نقشه‌های منتج شده از شاخص های هر یک از زیرمعیارهای نهایی به روش ترکیب خطی وزن دار (WLC)، موقعیت پهنه های نهایی برای احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در محدوده مورد مطالعه مشخص گردید. در نهایت تعداد هفت پهنه مورد شناسایی قرار گرفت که در کل ۷/۲ درصد (۵۰۵ هکتار) مساحت محدوده مورد مطالعه را شامل می شوند (شکل ٤).



شکل ٤. موقعیت پهنه‌های انتخابی جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در جزیره کیش

۳-۲- مرحله دوم: رتبه‌بندی پهنه‌های مناسب استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی

۳-۲-۱- گام نخست: رتبه‌بندی با استفاده از روش WLC بر مبنای AHP

طبقه‌بندی و وزن هر یک از شاخص‌های مرتبط با زیرمعیارهای نهایی با استفاده از روش AHP در جدول (٤) آمده است. وزن هر یک از شاخص‌ها بر اساس روش دلفی (نظرسنجی کارشناسان) به دست آمده است که مجموع وزن هر یک از شاخص‌ها در هر ردیف، وزن نهایی زیرمعیارها را تشکیل می‌دهد. در این مرحله میانگین ارزش پیکسل های هر یک از پهنه‌ها در نرم افزار IDRISI به دست آمد که عبارت بودند از: پهنه ۱ (۰/۰۷۵)، پهنه ۲ (۰/۰۷۷)، پهنه ۳ (۰/۰۷٦)، پهنه ٤ (۰/۰۷٤)، پهنه ۵ (۰/۰۷۹)، پهنه ٦ (۰/۰۷۹) و پهنه ۷ (۰/۰۷۹). نتایج حاصل از این روش اولویت پهنه‌ها را به ترتیب زیر معرفی می‌کند:

پهنه٤ < پهنه۱ < پهنه۳ < پهنه۲ < پهنه۵ = پهنه ٦ = پهنه۷

۳-۲-۲- گام دوم: رتبه‌بندی با استفاده از داده‌برداری میدانی

در این مرحله داده‌برداری به منظور تعیین شاخص‌های زیرمعیارها در مجموع در ١٦ ایستگاه (پهنه های ۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦ و ۷ به ترتیب ۳، ٤، ۱، ۱، ۳، ۲ و ۲ ایستگاه) در پهنه‌های نهایی صورت پذیرفت. در این مرحله شاخص‌های تمامی زیرمعیارها (عمق آب (C_1)، جنس بستر (C_2)، کدورت (C_4)، دمای آب (C_5)، شوری (C_6)، جریانات دریایی (C_7)، فاصله از آلاینده‌ها (C_8)، فاصله از مسیرهای کشتیرانی (C_9)، فاصله از گونه‌های رقیب (C_{10})، پراکنش لارو مرجان‌ها (C_{11}) و فاصله از اکوسیستم‌های مرجانی (C_{12}) بجز زیرمعیار شیب بستر (C_3) مورد آزمون قرار گرفتند.

با توجه به امکانات موجود بررسی میزان شیب بستر پهنه‌ها امکان‌پذیر نبود و تنها راه استفاده از نقشه عمق سنجی است که پیشتر در محاسبات مورد استفاده قرار گرفته بود. نتایج این بررسی در جدول (۵) نشان داده شده است.

مطابق جدول (۵) اولویت هر یک از پهنه‌ها به ترتیب زیر می‌باشد.

پهنه٤ < پهنه۱ < پهنه۳ < پهنه۵ < پهنه۲ < پهنه ٦ = پهنه۷

۳-۲-۳- گام سوم: رتبه‌بندی با استفاده از روش TOPSIS

در آخرین مرحله، با اساس قرار دادن نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌های میدانی از هر یک از پهنه‌های گزینش شده، اقدام به اولویت‌بندی هر یک از پهنه‌ها با استفاده از روش TOPSIS (مثلثی) گردید. در این روش در اولین

جدول ٤. طبقه‌بندی و وزن هر یک از شاخص‌های مرتبط با زیرمعیارهای نهایی با استفاده از روش AHP

زیرمعیارها	واحد	وزن	طبقه ١	وزن	طبقه ٢	وزن	طبقه ٣	وزن	طبقه ٤	وزن نهایی
عمق آب	m	٠/٠١٤	٠–٥	٠/١٠٣	٥ –١٠	٠/٠٣٣	١٠ –١٥	٠/٠٠٧	١٥ <	٠/١٥٧
جنس بستر	–	٠/٠٠٦	ماسه‌ای (S)	٠/٠١٣	ماسه–صخره‌ای (R-S)	٠/٠٣٥	صخره‌ای (R)	–	–	٠/٠٥٤
شیب بستر	درجه	٠/٠٣٨	٠ –١	٠/٠٢٥	١ –٣	٠/٠١٣	٣ –٥	٠/٠٠٨	٥ <	٠/٠٨٤
کدورت	NTU	٠/٠٤٩	٠ – ٨/٨	٠/٠٢٥	٨/٨ <	–	–	–	–	٠/٠٧٤
دمای آب	°C	٠/٠٠٩	< ١٨	٠/٠٣٧	١٨ –٢٤	٠/٠٢٩	٢٤ – ٤٠	٠/٠١٧	٤٠ <	٠/٠٩٢
شوری	ppm	٠/٠٠٦	< ٣٢	٠/٠٢١	٣٢ – ٣٧	٠/٠١٨	٣٧ –٥٥	٠/٠١٢	٥٥ <	٠/٠٥٧
جریانات دریایی	cm/s	٠/٠١٤	< ١٠	٠/٠٢٦	١٠–٧٥	٠/٠٠٧	٧٥ <	–	–	٠/٠٤٧
فاصله از آلاینده‌ها	km	٠/٠٢٥	٠–١	٠/٠٦٤	١ <	–	–	–	–	٠/٠٨٩
فاصله از مسیرهای کشتیرانی	km	٠/٠١٣	٠–١	٠/٠٣٥	١ <	–	–	–	–	٠/٠٤٨
فاصله از گونه‌های رقیب	km	٠/٠٣٢	٠–١	٠/٠٤٩	١ <	–	–	–	–	٠/٠٨١
پراکنش لارو مرجان‌ها	km	٠/٠٣٩	٠–١	٠/٠٢٣	١ <	–	–	–	–	٠/٠٦٢
فاصله از زیستگاه‌های طبیعی	km	٠/٠٥٩	< ٠/٦	٠/٠٦٨	٠/٦ –١	٠/٠٢٨	١ <	–	–	٠/١٥٥

جدول ٥. طبقه‌بندی و وزن هر یک از شاخص‌ها در پهنه‌ها و میانگین وزنی هر یک از پهنه‌ها با استفاده از داده‌های میدانی

گزینه‌ها / شاخص‌ها		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	میانگین
پهنه ١	طبقه	١٠ –٥	R-S	–	٠ – ٨/٨	٢٤ –٤٠	٣٧ –٥٥	١٠–٧٥	١ <	١ <	١ <	١ <	١ <	–
	وزن	٠/١٠٣	٠/٠١٣	–	٠/٠٤٩	٠/٠٢٩	٠/٠١٨	٠/٠٢٦	٠/٠٦٤	٠/٠٣٥	٠/٠٤٩	٠/٠٢٣	٠/٠٢٨	٠/٠٣٩
پهنه ٢	طبقه	١٠ –٥	R	–	٠ – ٨/٨	٢٤ –٤٠	٣٧ –٥٥	١٠–٧٥	١ <	١ <	١ <	٠–١	< ٠/٦	–
	وزن	٠/١٠٣	٠/٠٣٥	–	٠/٠٤٩	٠/٠٢٩	٠/٠١٨	٠/٠٢٦	٠/٠٦٤	٠/٠٣٥	٠/٠٤٩	٠/٠٣٩	٠/٠٥٩	٠/٠٤٥
پهنه ٣	طبقه	١٠ –٥	R-S	–	٠ – ٨/٨	٢٤ –٤٠	٣٧ –٥٥	١٠–٧٥	١ <	١ <	٠–١	٠–١	٠/٦ –١	–
	وزن	٠/١٠٣	٠/٠١٣	–	٠/٠٤٩	٠/٠٢٩	٠/٠١٨	٠/٠٢٦	٠/٠٦٤	٠/٠٣٥	٠/٠٣٢	٠/٠٣٩	٠/٠٦٨	٠/٠٤١
پهنه ٤	طبقه	١٥ –١٠	R	–	٠ – ٨/٨	٢٤ –٤٠	٣٧ –٥٥	١٠–٧٥	١ <	١ <	٠–١	٠–١	٠/٦ –١	–
	وزن	٠/٠٣٣	٠/٠٣٥	–	٠/٠٤٩	٠/٠٢٩	٠/٠١٨	٠/٠٢٦	٠/٠٦٤	٠/٠٣٥	٠/٠٣٢	٠/٠٣٩	٠/٠٦٨	٠/٠٣٧
پهنه ٥	طبقه	١٠ –٥	R-S	–	٠ – ٨/٨	٢٤ –٤٠	٣٧ –٥٥	١٠–٧٥	١ <	١ <	١ <	٠–١	< ٠/٦	–
	وزن	٠/١٠٣	٠/٠١٣	–	٠/٠٤٩	٠/٠٢٩	٠/٠١٨	٠/٠٢٦	٠/٠٦٤	٠/٠٣٥	٠/٠٤٩	٠/٠٣٩	٠/٠٥٩	٠/٠٤٣
پهنه ٦	طبقه	١٠ –٥	R	–	٠ – ٨/٨	٢٤ –٤٠	٣٧ –٥٥	١٠–٧٥	١ <	١ <	١ <	٠–١	٠/٦ –١	–
	وزن	٠/١٠٣	٠/٠٣٥	–	٠/٠٤٩	٠/٠٢٩	٠/٠١٨	٠/٠٢٦	٠/٠٦٤	٠/٠٣٥	٠/٠٤٩	٠/٠٣٩	٠/٠٦٨	٠/٠٤٦
پهنه ٧	طبقه	١٠ –٥	R	–	٠ – ٨/٨	٢٤ –٤٠	٣٧ –٥٥	١٠–٧٥	١ <	١ <	١ <	٠–١	٠/٦ –١	–
	وزن	٠/١٠٣	٠/٠٣٥	–	٠/٠٤٩	٠/٠٢٩	٠/٠١٨	٠/٠٢٦	٠/٠٦٤	٠/٠٣٥	٠/٠٤٩	٠/٠٣٩	٠/٠٦٨	٠/٠٤٦

جدول ٦. ماتریس امتیازدهی به معیارها بر مبنای مطالعات میدانی

معیارها / گزینه‌ها	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
پهنه ١	٩	٧	٩	٩	٧	٧	٩	٩	٩	٩	٧	٥
پهنه ٢	٩	٩	٩	٩	٧	٧	٩	٩	٩	٩	٩	٧
پهنه ٣	٩	٧	٧	٩	٧	٧	٩	٩	٩	٧	٩	٩
پهنه ٤	٥	٩	٧	٩	٧	٧	٩	٩	٩	٧	٩	٩
پهنه ٥	٩	٧	٩	٩	٧	٧	٩	٩	٩	٩	٩	٧
پهنه ٦	٩	٩	٩	٩	٧	٧	٩	٩	٩	٩	٩	٩
پهنه ٧	٩	٩	٩	٩	٧	٧	٩	٩	٩	٩	٩	٩

جدول ۷. ماتریس امتیاز هر یک از معیارها با استفاده از نورم اقلیدسی (ماتریس N_D)

معیارها / گزینه‌ها	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
پهنه ۱	۰/۳۹۸	۰/۳۲۲	۰/٤۰۱	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/٤۰۱	۰/۳۰۲	۰/۲۳٦
پهنه ۲	۰/۳۹۸	۰/٤۱٤	۰/٤۰۱	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/٤۰۱	۰/۳۸۹	۰/۳۳۱
پهنه ۳	۰/۳۹۸	۰/۳۲۲	۰/۳۱۲	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۱۲	۰/۳۸۹	۰/٤۲٥
پهنه ٤	۰/۲۲۱	۰/٤۱٤	۰/۳۱۲	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۱۲	۰/۳۸۹	۰/٤۲٥
پهنه ٥	۰/۳۹۸	۰/۳۲۲	۰/٤۰۱	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/٤۰۱	۰/۳۸۹	۰/۳۳۱
پهنه ٦	۰/۳۹۸	۰/٤۱٤	۰/٤۰۱	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/٤۰۱	۰/۳۸۹	۰/٤۲٥
پهنه ۷	۰/۳۹۸	۰/٤۱٤	۰/٤۰۱	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/٤۰۱	۰/۳۸۹	۰/٤۲٥

جدول ۸. ماتریس وزن هر یک از معیارها با استفاده از روش آنتروپی شانون

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
E_j	۰/۹۸۷	۰/۹۹۰	۰/۹۹۳	۰/۹۹٦	۰/۹۹٦	۰/۹۹٦	۰/۹۹٦	۰/۹۹٦	۰/۹۹٦	۰/۹۹۳	۰/۹۹۳	۰/۹۸٦
D_j	۰/۰۱۳	۰/۰۱۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰٤	۰/۰۰٤	۰/۰۰٤	۰/۰۰٤	۰/۰۰٤	۰/۰۰٤	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۱٤
W_j	۰/۱٥۸	۰/۱۲۲	۰/۰۸٥	۰/۰٤۹	۰/۰٤۹	۰/۰٤۹	۰/۰٤۹	۰/۰٤۹	۰/۰٤۹	۰/۰۸٥	۰/۰۸٥	۰/۱۷۰

جدول ۹. ماتریس بی‌مقیاس شده موزون

معیارها / گزینه‌ها	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
پهنه ۱	۰/۰٦۲	۰/۰۳۹	۰/۰۳٤	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳٤	۰/۰۲٥	۰/۰٤۰
پهنه ۲	۰/۰٦۲	۰/۰٥۰	۰/۰۳٤	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳٤	۰/۰۳۳	۰/۰٥٦
پهنه ۳	۰/۰٦۲	۰/۰۳۹	۰/۰۲٦	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲٦	۰/۰۳۳	۰/۰۷۲
پهنه ٤	۰/۰۳٥	۰/۰٥۰	۰/۰۲٦	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲٦	۰/۰۳۳	۰/۰۷۲
پهنه ٥	۰/۰٦۲	۰/۰۳۹	۰/۰۳٤	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳٤	۰/۰۳۳	۰/۰٥٦
پهنه ٦	۰/۰٦۲	۰/۰٥۰	۰/۰۳٤	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳٤	۰/۰۳۳	۰/۰۷۲
پهنه ۷	۰/۰٦۲	۰/۰٥۰	۰/۰۳٤	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳٤	۰/۰۳۳	۰/۰۷۲

قدم ماتریسی را که شامل ۷ گزینه و ۱۲ معیار می‌باشد به دست آمد (جدول ٦). سپس با استفاده از نورم اقلیدسی ماتریس امتیاز هر یک از معیارها به دست آمد (جدول ۷). وزن هر یک از معیارها نیز به روش آنتروپی شانون به‌دست آمد جدول (۸). سپس با ضرب امتیاز هر یک از معیارها (C_n) در مقدار W_j مربوط به همان معیار (C_n)، ماتریس بی‌مقیاس شده موزون به‌دست آمد جدول (۹).

A^+ = [۰/۰٦۲, ۰/۰٥۰, ۰/۰۳٤, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۳٤, ۰/۰۳۳, ۰/۰۷۲] گزینهٔ ایده‌آل مثبت

A- = [۰/۰۳٥, ۰/۰۳۹, ۰/۰۲٦, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۸, ۰/۰۲٦, ۰/۰۲٥, ۰/۰٤۰] گزینهٔ ایده‌آل منفی

با توجه به ماتریس بی‌مقیاس‌شده موزون، گزینه ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی نیز به دست آمد که بر مبنای آن میزان فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی تعیین شد (جدول ۱۰).

میزان فاصله از ایده‌آل مثبت برای پهنه‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ٥، ٦ و ۷ به ترتیب برابر ۰/٤٦۰، ۰/٦۹۲، ۰/۷٥۰، ۰/٥۱٥، ۰/۷٤۳، ۱/۰۰۰ و ۱/۰۰۰ می‌باشد.

با توجه به میزان فاصله گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت رتبه هر یک از پهنه‌ها تعیین گردید که این رتبه‌بندی برای پهنه‌های شماره ۱، ۲، ۳، ٤، ٥، ٦ و ۷ به ترتیب شامل ٦، ٤، ۲، ٥، ۳، ۱ و ۱ می‌باشد.

جدول ۱۰. مقادیر مربوط به نزدیکی به ایده‌آل مثبت و دوری از ایده‌آل منفی

	پهنه ۱	پهنه ۲	پهنه ۳	پهنه ٤	پهنه ٥	پهنه ٦	پهنه ۷
d_i^+	۰/۰۳٤	۰/۰۱٦	۰/۰۱٤	۰/۰۲۹	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
d_i^-	۰/۰۲۹	۰/۰۳٦	۰/۰٤۲	۰/۰۳٤	۰/۰٥٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥
cl_i^+	۰/٤٦۰	۰/٦۹۲	۰/۷٥۰	۰/٥۱٥	۰/۷٤۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

۳-۲-٤- گام چهارم: اولویت‌بندی نهایی پهنه‌ها با استفاده از روش‌های ادغام

در این مرحله برای رفع تعارض بین رتبه‌بندی‌های گوناگون از روش‌های ادغام (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا، روش کپ‌لند) استفاده شد.

۳-۲-٤-۱- روش میانگین رتبه‌ها

در این روش، گزینه‌ها بر اساس میانگین رتبه‌های حاصله از روش‌های مختلف مورد استفاده در پژوهش اولویت‌بندی شدند (جدول ۱۱).

۳-۲-٤-۲- روش بردا

در این روش با استفاده از قاعدهٔ اکثریت، با در نظر گرفتن ماتریس مقایسه‌های زوجی، اولویت‌بندی گزینه‌ها صورت گرفت. به این صورت که به عنوان مثال روش‌هایی که پهنه ۲ را بر پهنه ۳ ترجیح می‌دهند دو روش (روش AHP و مطالعات میدانی) می‌باشند، به همین ترتیب مشاهده می‌شود که تنها یک روش (روش TOPSIS) پهنه ۳ را بر پهنه ۲ ارجح می‌داند. در نتیجه طبق قاعده اکثریت تعداد روش‌هایی که پهنه ۲ را بر پهنه ۳ ترجیح می‌دهند بیشتر از تعداد روش‌هایی است که پهنه ۳ را بر پهنه ۲ ارجح می‌دانند و این حالت در این مقایسه زوجی با M نشان داده می‌شود. اگر در این مقایسه زوجی، رای اکثریت وجود نداشت و یا آراء با هم برابر بودند با X نشان داده می‌شود. در نتیجه M به منزله آن است که سطر بر ستون ارجحیت دارد و X به منزله آن است که یا تعداد آرا مساوی است یا ستون بر سطر ارجعیت دارد (مومنی، ۱۳۸۷). طبق روش بردا اولویت‌بندی گزینه‌ها با توجه به ستون $\sum C$ تعیین خواهد شد. جدول (۱۲).

۳-۲-٤-۳- روش کپ‌لند

روش کپ‌لند با پایان روش بردا شروع می‌شود. این روش نه فقط تعداد بردها، بلکه تعداد باخت‌ها را هم برای هر گزینه در نظر می‌گیرد (مومنی، ۱۳۸۷). امتیازی که روش کپ‌لند به هر گزینه می‌دهد مطابق رابطه (۱۸) با کم کردن تعداد باخت‌ها ($\sum R$) از تعداد بردها ($\sum C$) محاسبه می‌شود جدول (۱۳).

$$\mathbf{C} = \sum C - \sum R \qquad \text{رابطه (۱۸)}$$

۳-۲-٤-٤- مرحله ادغام

در این مرحله پس از تعیین رتبه‌ها توسط هر یک از سه راهبرد اولویت‌بندی (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا، روش کپ لند) نتایج حاصله، می‌بایست از طریق تشکیل یک مجموعهٔ رتبه‌بندی جزیی با یکدیگر ادغام شوند و در نهایت رتبه نهایی هر یک از پهنه‌ها مشخص گردد. اما با توجه به این‌که نتایج حادث از این سه روش مشترک بود (که این امر بیانگر صحت و دقت عمل در محاسبات است)، بنابراین دیگر نیازی به انجام این مرحله نبوده و اولویت‌بندی نهایی پهنه‌ها به شکل زیر معرفی می‌شود:

پهنه٤ < پهنه۱ < پهنه۳ < پهنه۲ < پهنه٥ < پهنه ٦ = پهنه۷

مطابق این راهبرد، پهنه‌های ٦ و ۷ دارای بالاترین اولویت و سپس پهنه‌های ٥، ۲، ۳، ۱ و ٤ به ترتیب از اولویت کمتری جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی با هدف بازسازی بوم‌سازگان‌های مرجانی تخریب شده در آب‌های ساحلی جزیره کیش برخوردار می‌باشند.

٤- بحث و نتیجه‌گیری

مسائل اولویت‌بندی تحت تأثیر عوامل و شرایط مختلف قرار دارند که می‌توانند به طرق مختلف اعمال شوند. این پژوهش با طی روندی هدفمند و استفاده از سه مدل تصمیم‌گیری AHP، مطالعات میدانی و TOPSIS به صورت مرحله به مرحله به معرفی راه‌کارهای مناسب برای رسیدن به تصمیم‌گیری مکانی جامع برای پشتیبانی از فرآیند انتخاب محل احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی

جدول ۱۱. نتایج اولویت‌بندی حاصل از روش میانگین رتبه‌ها

روش مورد استفاده	پهنه ۱	پهنه ۲	پهنه ۳	پهنه ٤	پهنه ٥	پهنه ٦	پهنه ۷
AHP	٤	۲	۳	٥	۱	۱	۱
مطالعات میدانی	٥	۲	٤	٦	۳	۱	۱
TOPSIS	٦	٤	۲	٥	۳	۱	۱
میانگین رتبه‌ها	٥/۰۰	۲/٦٦	۳/۰۰	٥/۳۳	۲/۳۳	۱/۰۰	۱/۰۰
اولویت	٥	۳	٤	٦	۲	۱	۱

جدول ۱۲. نتایج اولویت‌بندی به روش بردا

	پهنه ۱	پهنه ۲	پهنه ۳	پهنه ٤	پهنه ٥	پهنه ٦	پهنه ۷	اولویت	$\sum C$
پهنه ۱	-	X	X	M	X	X	X	٥	۱
پهنه ۲	M	-	M	M	X	X	X	۳	۳
پهنه ۳	M	X	-	M	X	X	X	۴	۲
پهنه ٤	X	X	X	-	X	X	X	۶	۰
پهنه ٥	M	M	M	-	M	X	X	۲	۴
پهنه ٦	M	M	M	M	-	X	X	۱	٥
پهنه ۷	M	M	M	M	X	-	-	۱	٥
$\sum R$	٥	۳	۴	۶	۲	۰	-	-	-

جدول ۱۳. نتایج روش کپ‌لند

گزینه‌ها	پهنه ۱	پهنه ۲	پهنه ۳	پهنه ٤	پهنه ٥	پهنه ٦	پهنه ۷
امتیاز روش‌کپ‌لند	٤- = ٥- ۱	۰= ۳-۳	۲- = ٤ - ۲	٦- = ٦- ۰	۲ = ۲- ٤	٥ =۰- ٥	٥ =۰- ٥
اولویت	٥	۳	٤	٦	۲	۱	۱

در آب‌های ساحلی جزیره کیش پرداخت. برای دستیابی به این هدف، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری از جمله AHP و TOPSIS به دلیل آن‌که در مقایسه با سایر روش‌ها، عرصهٔ بیشتری را به کاربر برای وارد کردن عوامل محیط زیستی می‌دهد، به عنوان روش کار انتخاب شد.

این مطالعه در چهار مرحله به ترتیب با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) به کمک AHP، داده برداری میدانی، روش TOPSIS و جمع‌بندی نتایج به دست آمده با روش‌های ادغام به سرانجام رسید. در مرحله اول هدف اصلی شناسایی پهنه‌های مناسب در محدوده مورد مطالعه بود و تعیین اولویت هر یک از پهنه‌ها هدف ثانویه این مرحله بود. در این مرحله پهنه‌های مناسب پس از هم‌پوشانی لایه‌ها حاصل شد و میانگین وزنی پیکسل‌ها در محدوده مورد مطالعه مطلوبیت مناطق را برای هدف مذکور تعیین کرد. پهنه‌های نهایی در این روش اختلاف چندان معنی‌داری را از نظر میانگین وزنی با یکدیگر نشان نمی‌دادند. بنابراین این رویکرد چندان برای تعیین اولویت بین پهنه‌ها قابل اعتماد نخواهد بود.

مرحله دوم نیز بیشتر به‌منظور صحت‌سنجی پهنه‌های انتخابی صورت پذیرفت ضمن اینکه نتایج حاصل از داده‌برداری میدانی خود می‌توانست به عنوان ابزاری جهت اولویت‌بندی هر یک از پهنه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. پهنه‌هایی که از صحت بالاتری برخوردار بودند بی‌شک از اولویت بالاتری برای استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی برخوردار بودند. اما با توجه به اینکه از اطلاعات اولیه یکسانی (با هر میزان صحت و دقتی) برای شناسایی تمامی این پهنه‌ها استفاده گردیده است در مجموع پهنه‌ها اختلاف چندانی را از نظر صحت

پارامترهای محیطی دخیل در فرایند شناسایی آنها نشان ندادند. تنها پهنه‌های ٦ و ٧ از صحت ١٠٠ درصد برخوردار بودند و تمامی پارامترهای محیطی ثبت شده در آنها با اطلاعات اولیه مورد استفاده در شناسایی آنها مطابقت داشت و سایر پنج پهنه دیگر هر کدام در یک یا چند پارامتر به‌ویژه از نظر جنس بستر و عمق آب از شرایط چندان مطلوبی برخوردار نبودند. از این رو نیاز بود تا اولویت‌بندی پهنه‌ها با استفاده از روشی دقیق‌تر و تخصصی‌تر مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور در مرحله سوم از روش TOPSIS که یکی از مطمئن‌ترین روش‌های علمی و مدیریتی تصمیم‌گیری است و با استفاده از آن می‌توان تصمیم‌گیری‌ها را علمی‌تر ساخته و فرآیند تصمیم‌گیری، در بستری از داده‌ها و خروجی‌های منطقی‌تر قرار می‌گیرد (لولاچی، ١٣٨٤) استفاده گردید.

هدف از این روش صرفا رتبه‌بندی و تعیین اولویت هر یک از پهنه‌ها بود. برای این منظور از ١٢ زیرمعیار عمق آب، جنس بستر، شیب‌بستر، کدورت، دمای آب، شوری، جریانات دریایی، فاصله از آلاینده‌ها، فاصله از مسیرهای کشتیرانی، فاصله از گونه‌های رقیب، پراکنش لارو مرجان‌ها و فاصله از اکوسیستم‌های مرجانی بهره گرفته شد. در روش TOPSIS پهنه‌های شماره ٦ و٧، ٣، ٥، ٢، ٤ و ١ به ترتیب به‌عنوان رتبه‌های ١ تا ٦ معرفی شدند. از آنجائی که نتایج هر کدام از روش‌ها در اولویت‌بندی پهنه‌ها با یکدیگر مغایرت داشت، برای رفع تعارض موجود در آخرین مرحله از فرآیند اولویت‌بندی پهنه‌ها از روش‌های ادغام (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا و روش کپ‌لند) استفاده شد که در نهایت رتبه نهایی هر یک از پهنه‌ها به ترتیب بصورت زیر تعیین گردید ٦ و٧ > ٥ > ٢> ٣ > ١> ٤ .

نتایج حاصله نشان داد که استفاده توأم از روش‌های AHP و TOPSIS در اولویت‌بندی و پیدا کردن بهترین پهنه‌ها، توانمندی بسیاری دارد و زمانی که این روش‌ها کنار هم استفاده می‌شوند، به‌ویژه اگر با مطالعات میدانی نیز همراه باشند، کاستی‌های همدیگر برده و در مدیریت و برنامه‌ریزی نتایج رضایت بخش‌تری را به دنبال خواهند داشت. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از روش ترکیب خطی وزندار (WLC) به کمک AHP نتایج بهتری را در ارتباط با مکان‌یابی پهنه‌ها و استفاده از روش TOPSIS در ترکیب با مطالعات میدانی نتایج بهتری را در ارتباط با اولویت‌بندی پهنه‌ها به دست می‌دهد. معین‌الدینی و همکاران (٢٠١٠) برای انتخاب محل دفن زباله، نتایج مشابهی را گزارش کردند به‌طوری که از روش WLC برای شناسایی مکان‌ها و برای اولویت‌بندی آنها از روش‌های مبتنی بر تصمیم‌گیری چند معیاری فضایی همچون AHP و TOPSIS استفاده کردند. یافته‌های این پژوهش قابلیت بالای روش TOPSISدر رتبه‌بندی مکان‌های مناسب استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در جزیره کیش را نشان داد.

٥- پی نوشت‌ها

1. Eutrophication
2. Europian Artificial Reef Research Network
3. Geographic Information System
4. Remote Sensing
5. Multi Criteria Decision Making
6. Multi Attribute Decision Making
7. Simple Additive Weighted
8. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
9. Elimination et Choice in Translating to Reality
10. Analytic Hierarchy Process
11. Analytic Network Process
12. Weighted linear combination
13. Global Positioning System
14. Aggregate Methods
15. Borda Method
16. Copeland Method
17. Partially Ordered Set

٦- منابع

- ابراهیمی، محمود.، (١٣٨٥) "مطالعات مستمر هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس و تنگه هرمز

در محدوده آبهای استان هرمزگان"، انتشارات پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندر عباس.

- اصغرپور، محمد جواد.، (۱۳۸۷) "تصمیم‌گیری چند معیاره"، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران.

- رضائی، حمیدرضا.، صمیمی، کاوه.، کبیری، کیوان.، جلیلی، مهشید.، قوام مصطفوی، پرگل.، غواصی، محمد.، (۱۳۸۹) "بررسی زیست بوم شناسی سواحل دریایی جزیره کیش با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)"، انتشارات موسسه ملی اقیانوس شناسی، تهران، ۲۵۵ ص.

- عمیدی، رویا.، (۱۳۸۰) "بررسی و اندازه‌گیری عناصر سنگین (نیکل و وانادیوم) و هیدروکربن‌های نفتی در صدف خوراکی Saccostrea cucullata در محدوده جزرومدی جزیره کیش"، پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ص ٤٦ - ٥١.

- فرزین‌گهر، مهری.، (۱۳۷۷) "پیش بینی جزرومد در جزیره کیش"، پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ٦٦ تا ٦٨ و ٧٢ تا ٧٨.

- قدسی‌پور، سید حسین.، (۱۳۸۵) "فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

- لولاچی، مسعود.، (۱۳۸٤) "استفاده از الگوریتم TOPSIS جهت انتخاب مراکز تعمیرات دپویی برتر"، سومین کنفرانس ملی تعمیرات و نگهداری، اردیبهشت، تهران، ایران.

- موسوی، سید حسن.، (۱۳۸۹) "مکانیابی استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (مطالعه موردی آبسنگ‌های مرجانی جزیره کیش)"، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ص٥٦- ٨٦.

- موسوی، سید حسن.، دانه‌کار، افشین.، شکری، محمدرضا.، پورباقر، هادی.، جوانشیر، آرش.، (۱۳۹۰) "شناسایی معیارهای موثر در مکانیابی زیستگاه‌های مصنوعی دریایی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP (مطالعه موردی: آبسنگ‌های مرجانی جزیره کیش)"، مجله اقیانوس‌شناسی، ۲ (۵): ۷۸-۹۱.

- موسوی، سید حسن.، شکری، محمدرضا.، پورباقر، هادی.، دانه‌کار، افشین.، (۱۳۹۳) "بررسی ارتباط عوامل زیست محیطی با توزیع آبسنگ های مرجانی (مطالعه موردی: جزیره کیش)"، مجله اقیانوس شناسی، ۵ (۱۷): ۹۱-۹۹.

- مومنی، منصور.، (۱۳۸۷) "مباحث نوین تحقیق در عملیات"، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

- مستوفی الممالکی، رستم.، (۱۳۸۸) "بررسی عوامل موثر در کاربری اراضی مسکونی شهر قشم با استفاده از الگوهای AHP و اولویت‌بندی مولفه‌ها با TOPSIS"، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۳: ۸۱-۱۰۷.

- مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران (۱۳۸٦) "طرح جامع مدیریت سواحل و محیط زیست جزیره کیش"، سازمان منطقه آزاد کیش، جزیره کیش.

- ناظم‌السادات، سید محمد جواد و شیروانی، اصغر.، (۱۳۸٤) "پیش بینی دمای سطح آب خلیج فارس با استفاده از رگرسیون چند گانه و تحلیل مولفه‌های اصلی"، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۹ (۳): ۱-۱۲.

island, Persian Gulf', Indian Ocean Regional Workshop, Muzambique.

- Gumus, A.T., (2009) "Evaluation of hazardous Waste transportation firms by using a two step Fuzzy-AHP and TOPSIS methodology", Expert Systems with Applications, Vol. 36, pp. 4067–4074.

- Maghsoudlou, A., Eghtesadi Araghi, P., Wilson, S., Taylor, O. and Medio. D., (2008) "Status of Coral Reefs in the ROPME Sea Area (The Persian Gulf, Gulf of Oman and Arabian Sea). Status of coral reefs of the world", Townsville, Auatralia, 296 p.

- Malczewski, J., (1999) "Gis and multicriteria decision analysis", USA: John Wiley and Sons.

- Saaty, T.L., (1980) "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill.

- Seaman, W., (2007) "Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries", Hydrobiologia, Vol. 580, pp. 143-155.

- Yeemin, T., Sutthacheep, M. and Pettongma, R., (2006) "Coral reef restoration projects in Thailand", Ocean & Coastal Management, Vol. 49, pp. 562– 575.

- Abelson, A., (2006) "Artificial Reefs vs Coral Transplantation as Restoration Tools for Mitigating Coral Reef Deterioration: Benefits, Concerns, and Proposed Guidelines", Bulletin of Marine Science, Vol. 78(1), pp. 151–159.

- Amiri, M.P., (2010) "Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods", Expert Systems with Applications, Vol. 37, pp. 6218–6224.

- Baine, M., (2001) "Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance", Ocean and Coastal Management, Vol. 44, pp. 241–259.

- Barber, J.S., Chosid, D.M., Glenn, R.P. and Whitmore, K.A., (2009) "A systematic model for artificial reef site selection", New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, Vol. 43, pp. 283–297.

- Eghtesadi-Araghi, P. (2011) "Coral Reefs in the Persian Gulf and Oman Sea – An Integrated Perspective", Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Vol. 6(1), pp. 48-56.

- Fatemi, M.R. and Shokri, M.R., (2001) "Iranian coral reefs status white particular reference to Kish