# پیش‌بینی الگوی پراکنش ماهی حسون (*Saurida tumbil*) براساس سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)


- **علیرضا رضوانی گیل‌کلائی*:** گروه مدیریت و فناوری اطلاعات، واحد الکترونیکی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
- **تورج ولی نسب:** موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵
- **محمدعلی افشارکاظمی:** واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
- **فرهاد کی‌مرام:** موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵
- **عبدالرسول سلمان ماهینی:** دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۳۸۶


تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

## چکیده


**به منظور بررسی و پیش‌بینی الگوی پراکنش ماهی حسون (*Saurida tumbil*) داده‌های صید بر واحد سطح سال ۱۳۸۷ حاصل از گشت‌های تحقیقاتی در حوزه آبهای استان هرمزگان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با استفاده از نرم‌افزار صفحه گسترده، تجزیه و تحلیل اولیه صورت گرفت و با نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه‌های پراکنش مکانی ماهی حسون براساس میزان صید بر واحد سطح Catch Per Unit of Area (CPUA) تهیه گردید. پس از آن به منظور پیش‌بینی الگوی پراکنش، نقشه‌های پارامترهای فیزیکی وشیمیایی آب منطقه شامل: دما، کدورت، شوری، چگالی، اکسیژن محلول، pH، کلروفیل a، هدایت الکتریکی، عمق، فاصله از ساحل، زمان صید و طول و عرض جغرافیایی تهیه گردید. نقشه‌های فوق الذکر پس از تبدیل به داده، بعنوان متغیرهای مستقل و CPUA ماهی حسون بعنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. نقشه‌ها پس از تبدیل بعنوان ورودی نرم‌افزار شبکه عصبی مصنوعی Artificial Neural (ANNs) Networks مورد استفاده قرار گرفت، که ۶۰ درصد از داده‌ها برای آموزش، ۲۰ درصد به منظور اعتبارسنجی و ۲۰ درصد دیگر برای آزمایش عملکرد شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند و بهترین مدل شبکه عصبی مصنوعی، با درصد کارآیی بالا در یادگیری، آزمایش و اعتبار سنجی به عنوان الگویی برای پیش‌بینی انتخاب شد. با بکارگیری مدل، روی اطلاعات محدود آبشناسی و صید در منطقه، می توان پیش‌بینی الگوی پراکنش ماهی مورد نظر را انجام داد و با استفاده از الگوی پراکنش، می‌توان ناوگان صیادی را راهنمایی و دقیقاً مناطق صید را برحسب مختصات جغرافیایی پیش‌بینی نمود.**


**کلمات کلیدی:** ماهی حسون، *Saurida tumbil*، سامانه اطلاعات جغرافیایی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، خلیج فارس و دریای عمان



*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: arghmf@yahoo.com

## مقدمه

آبزیان از ارزش غذایی بالایی برخوردارند و امروزه نقش مهمی در تامین جیره غذایی جوامع بشری ایفاء می‌کنند. بهره‌برداری بهینه می‌تواند در حفظ این ذخایر خدادادی کمک نماید، ولی صید بی‌رویه، عوامل مخرب زیست‌محیطی، تخریب زیستگاه‌ها، آسیب‌پذیری جوامع آبزیان، قابلیت محدود بازسازی ذخایر و از سوی دیگر نیاز جوامع انسانی، باعث به خطر افتادن جمعیت آنها می‌شود.

لذا به منظور بهره‌برداری صحیح و توسعه پایدار لازم است، همواره روند تغییرات جمعیت آبزیان را زیر نظر داشت. یکی از راههای موجود برای رسیدن به این هدف، انجام تحقیقاتی منظم است تا بتوان هرگونه تغییرات احتمالی در جمعیتهای مختلف آبزیان را تعیین نمود.

تاریخچه فعالیتهای تحقیقاتی انجام شده در زمینه بررسی ذخایر کفزیان خلیج فارس و دریای عمان نشان می‌دهد که اولین گشتهای تحقیقاتی منسجم در سالهای ۱۹۷۹ـ۱۹۷۶ میلادی (۱۳۵۸ـ۱۳۵۵ شمسی) تحت عنوان طرح منطقه‌ای UNDP/FAO انجام شده است (۷).

اولین پروژه تحقیقاتی مربوط به آبهای استان سیستان و بلوچستان، دریای عمان در سال ۱۳۷۷ انجام شد. موسسه تحقیقات شیلات ایران به منظور بررسی و پایش جمعیت آبزیان و تعیین فصل و میزان صید هر گونه از آبزیان، هر ساله گشت‌های منظم تحقیقاتی را در خلیج فارس و دریای عمان انجام می‌دهد. برای انجام این امر مهم، تجهیزات گرانقیمت و هزینه‌بری، مانند شناورهای مجهز به وسایل و ادوات تحقیقاتی، منابع انسانی ماهر و بودجه کافی، هزینه زیادی را بر تحقیقات شیلات تحمیل می‌کند که این امر اجتناب ناپذیر است.

آبزی مورد مطالعه که در این تحقیق داده‌های آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت ماهی حسون (*Saurida tumbil*) نام دارد که از خانواده کیجار ماهیان با نام فارسی حسون معمولی، کیجار یا کریشو می‌باشد و در حال حاضر گونه‌ی با ارزش تجاری در سرتاسر آبهای خلیج فارس و دریای عمان محسوب می‌گردد.

این تحقیق به دنبال راهکاری است که با بکارگیری از فناوری‌های نوین اطلاعاتی و استفاده از نرم‌افزارهای مختلف بتواند بخشی از هزینه‌ها را کاهش دهد. در این روش با کم کردن میزان مناطق صیدگاهی (ایستگاههای نمونه‌برداری) می‌توان به نتایج مشابه با قبل دست یافت.

بکارگیری از نرم‌افزارهای GIS امکان توزیع سطحی را با داشتن نقاط صید در اختیار قرار می‌دهد و نرم‌افزار شبکه عصبی در پیش‌بینی پراکنش یک گونه آبزی کمک می‌کند. به همین منظور داده‌های صید مربوطه به یک دوره از گشتهای تحقیقاتی و داده‌های آبشناسی منطقه خلیج فارس و بخشی از دریای عمان محدوده‌ی آبهای ایران در استان هرمزگان جمع‌آوری و تحلیل‌های لازم روی آن انجام گرفت و نتایج خوبی حاصل شد که امید است مورد بهره‌برداری کلیه دست‌اندرکاران شیلاتی قرار گیرد.

## مواد و روشها

به منظور اجراء گشتهای عملیاتی پروژه از شناور تحقیقاتی فردوس ۱ که یک کشتی ترالر پاشنه می‌باشد، استفاده گردید. همچنین از نقشه جغرافیایی دیجیتالی و معمولی خلیج فارس و دریای عمان. دستگاه CTD (Conductivity Temperature Depth)، مجهز به سنسورهای چندگانه برای نمونه‌برداری از عوامل فیزیکی و شیمیایی آب و نمونه‌برداری از آبزیان بستر دریا توسط تور ترال کف (Bottom trawl) انجام شد. نرم‌افزارهای تجزیه و تحلیل شامل: Excel, Arc GIS, Idrisi, Statistica بودند

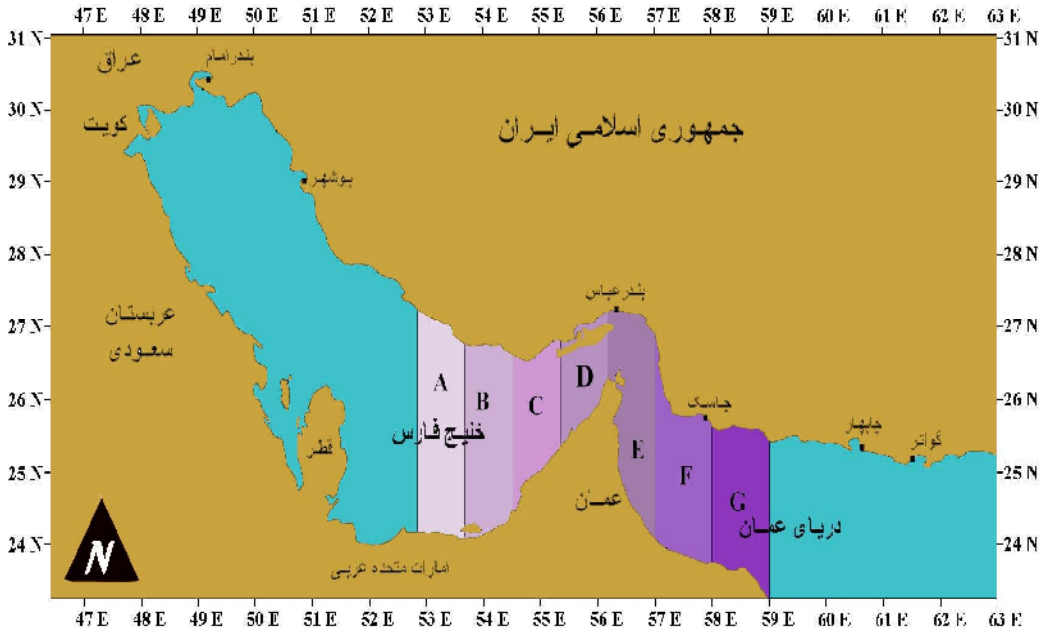
منطقه مورد بررسی محدود به آبهای ایرانی خلیج فارس و دریای عمان در محدوده آبهای استان هرمزگان که از ′۱۶ °۵۲ طول شرقی در غرب تا ′۰۸ °۵۷ طول شرقی در شرق و از ′۴۶ °۲۵ تا ′۲۸ °۲۷ عرض شمالی در اعماق ۱۰ تا ۱۰۰ متر بود. کل منطقه مورد بررسی به ۷ زیر منطقه از A تا G تقسیم‌بندی شد که ۵ زیر منطقه آن در خلیج فارس (A تا E) و ۲ زیر منطقه در دریای عمان (F و G) بود و استان هرمزگان را به شرح زیر تحت پوشش قرار داد:

- غرب استان هرمزگان با ۵ منطقه (A,B,C,D,E)
- شرق استان هرمزگان با ۲ منطقه (F,G) (جدول ۱ و شکل ۱).

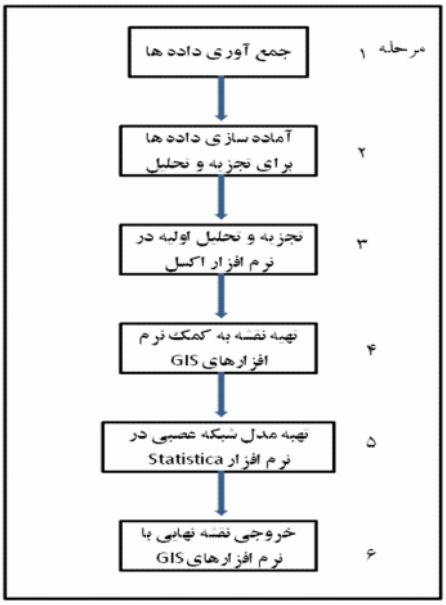
تعداد ۷۰ ایستگاه نمونه‌برداری با روش تصادفی تعیین و به ناخدای شناور تحویل گردیدند. سپس طبق شکل ۲ مراحل کار انجام شد.

**جدول ۱: محدوده جغرافیایی مناطق هفتگانه مورد بررسی در آبهای خلیج فارس و دریای عمان**

| منطقـــه | زیر منطقه | | محـدوده جغرافیائـی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | شـروع | خاتمـه |
| غرب استان هرمزگان | A | راس نایبند تا بندر مقام | ۵۲° ۴۵' E | ۵۳° ۳۶' E |
| | B | بندر مقام تا فارور | ۵۳° ۳۶' E | ۵۴° ۲۷' E |
| | C | فارور تا باسعیدو | ۵۴° ۲۷' E | ۵۵° ۱۸' E |
| | D | باسعیدو تا جنوب قشم | ۵۵° ۱۸' E | ۵۶° ۰۹' E |
| | E | بندرعباس تا سیریک | ۵۶° ۰۹' E | ۵۷° ۰۰' E |
| شرق استان هرمزگان | F | سیریک تا جاسک | ۵۷° ۰۰' E | ۵۸° ۰۰' E |
| | G | جاسک تا میدانی | ۵۸° ۰۰' E | ۵۸° ۵۵' E |




**شکل ۱: تقسیم‌بندی منطقه خلیج فارس و دریای عمان**




**شکل ۲: مراحل انجام کار**

**مرحله اول: جمع‌آوری داده‌ها:** در هر ایستگاه با استفاده از تور ترال کف، اقدام به عملیات نمونه‌برداری شد. نحوه اجرای عملیات نمونه‌برداری در کلیه ایستگاه‌ها مشابه و به شرح ذیل می‌باشد:

عملیات تورکشی به مدت یک ساعت در نظر گرفته شد و در تمام این مدت عمق مورد نظر بوسیله اکوساندر کنترل شد. پس از جداسازی نمونه‌های بزرگ، تا حد امکان کل صید تور، مخلوط شده تا دقت کار در جداسازی شمارش و توزین کلیه گروه‌های آبزی افزایش داده شود.

اطلاعات مربوط به مشخصات تورکشی، اعم از تاریخ، زمان تورانـدازی و تورکشـی، موقعیـت جغرافیـایـی، عمـق بستر، مسافـت پیمـوده شده (با استنـاد بـه اطلاعـات Global (GPS) Positioning System) و برای تورکشـی، مدت زمان تورکشی، فاصله طی شده و سرعت شناور در فرم اطلاعات صید ثبت شدنـد. ابتدا آبزیان بزرگ شمارش و توزین شده و سپس کلیه آبزیان مـوجـود به تفکیک گونـه یا گروه آبـزی شمـارش و توزیـن شـده و در فـرم مربوطه ثبـت گـردیدنـد.

در شناسایی و تفکیک آبزیان از کلیدهای شناسایی و منابع علمی زیر استفاده گردید:

ـ کلید شناسایی ۵ جلدی فائو (۷)

ـ کتاب ماهیان اسمیت (۸)

ـ راهنمایی صحرایی ماهیان پاکستان (۴)

ـ راهنمای صحرایی ماهیان سری لانکـا (۶)

ـ راهنمای صحرایی ماهیان امارات متحده عربی، کویت، بحرین و عربستان صعودی (۵)

-اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان (۱)

برای توزین از ترازوی عقربه‌ای با دقت ۵۰ گرم استفاده شد. در پایان وزن زیر نمونه به وزن نمونه و در نهایت به وزن کل صید تعمیم داده شد و بدین ترتیب وزن صید هر گونه یا گروه آبزی موجود در هر تورکشی برآورد گردیدند (۹).

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب از قبیل: دما، کدورت، شوری، چگالی، اکسیژن محلول، pH، کلروفیل a، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه CTD ساخت شرکت هیدرونات، مجهز به سنسورهای چندگانه همزمان با عملیات گشت دریایی در عرشه شناور مورد سنجش قرار گرفت و در جداول مربوطه ثبت گردید.

**مرحله دوم: آماده‌سازی داده برای تجزیه و تحلیل**: شامل حذف داده‌های غلط و غیرواقعی (طول و عرض جغرافیایی که خارج از منطقه واقع شده بود) و اصلاح بعضی از داده بود.

**مرحله سوم: تجزیه و تحلیل اولیه:** روش محاسبـه میـزان CPUA

پس از آنکه داده‌ها وارد نرم‌افزار Excel شد و پردازش داده‌ها و کسب نتایج مورد نظر صورت گرفت. مسافت طی شده در هر ایستگاه بوسیله پلاتر محاسبه و ثبت گردید. روش محاسبه برای برآورد صید بر واحد سطح و میزان توده زنده بترتیب ذیل می‌باشد (۹):

$a=d \cdot h \cdot x^2$

که در آن:

a : مساحت جاروب شده (مایل مربع)

d : مسافت طی شده (مایل دریایی)

h : طول طناب فوقانی (مایل)

$x^2$: ضریب گستردگی تور که ۰/۷ در نظر گرفته شد (۹).

$CPUA=Cw/a$

که در آن:

CPUA: صید بر واحد سطح (کیلوگرم بر مایل مربع دریایی)

Cw: وزن کل گونه در ایستگاه (کیلوگرم) می‌باشد.

پس از آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل اولیه داده‌ها و در اختیار داشتن نقشه دیجیتال منطقه مطابق شکل ۳، کار ادامه پیدا کرد.

**شکل ۳: مراحل انجام کار و ارتباط بین نرم‌افزارهای صفحه گسترده، GIS و شبکه عصبی**

ورودی‌های مرحله ۱ شامل: نقشه منطقه، نقشه عمق، نقشه جزایر

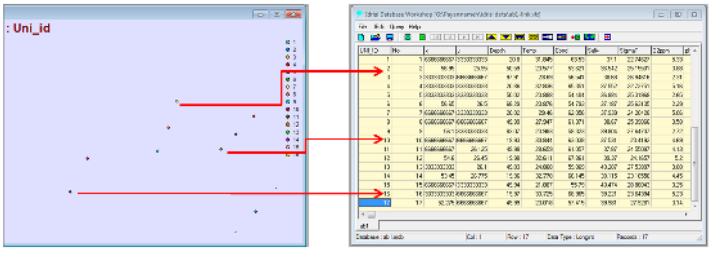
اطلاعات صید: طول و عرض جغرافیایی ایستگاه نمونه‌برداری، عمق تورکشی، فاصله ایستگاه تا ساحل، میزان صید بر واحد سطح CPUA و زمان صید.

اطلاعات آبشناسی: دما، کدورت، شوری، چگالی، اکسیژن محلول، pH، کلروفیل a و هدایت الکتریکی بود.

به منظور تهیه نقشه در نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی از شکل ۴ و به روش زیر کار صورت گرفت:

ابتدا مختصات جغرافیایی (طول و عرض) مناطق صیدگاهی و نمونه‌برداری آب که به شکل درجه، دقیقه و ثانیه ثبت شده بود و قابل فهم برای نرم‌افزار نبود، تبدیل به دسیمال شده و بصورت یک فایل جداگانه و با فرمت ASCII وارد نرم‌افزارگردید. بعد ضمن ایجاد یک بانک اطلاعاتی و انتقال فایل اصلی به آن و برقراری ارتباط بین ایستگاههای نمونه‌برداری و بانک اطلاعاتی (شکل ۵) کار برای ایجاد نقشه شروع شد (۲).

**شکل ٤: نحوه تهیه نقشه در نرم‌افزار GIS**




**شکل ۵: برقراری ارتباط بین فایل نقاط صید و بانک اطلاعاتی**

پس از ایجاد فایل اصلی (فایل ارتباطی) که فایل ایستگاههای نمونه‌برداری را با بانک اطلاعاتی برقرار نمود، ضمن فراخوانی آن، در نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی، ابتدا فایل وکتور که همان نقاط صید یا نمونه‌برداری آب بود، برای تمام متغیرها تهیه شد. پس از تهیه نقشه وکتور، با روش درون‌یابی (Interpol) نقشه رستری تمام متغیرها رسم شدند (۲).

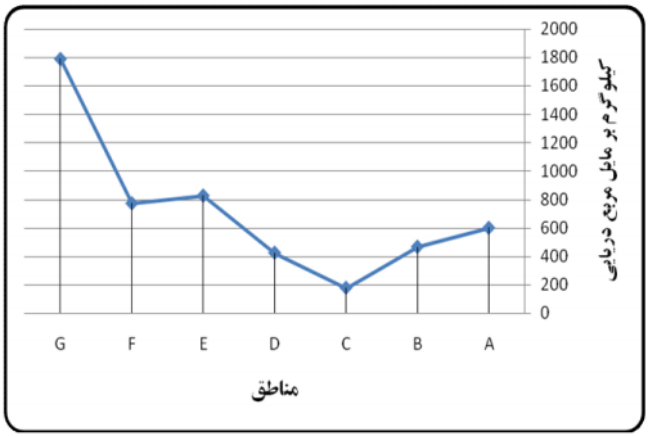
به منظور بدست آوردن صید بر واحد سطح فقط برای نقاط صیدگاهی، از روی نقشه رستری ماهی حسون، با Reclass کردن یک نقشه Mask تهیه شد. در واقع نقشه رستری صید به یک نقشه‌ای که فقط مقدار آن صفر و یک بود تبدیل شد. در نقشه جدید، نقاط یک نشان‌دهنده مکانی است که در آن صید وجود داشته و نقاط صفر نشان‌دهنده عدم وجود صید در نقطه مورد نظر است. در مرحله بعد با روی هم گذاری نقشه‌ها، نقاط متناظر با نقاط صید استخراج شد و سایر موارد براساس شکل ۵ دنبال شد.

## نتایج

بررسی‌ها نشان داد، حداکثر CPUA مربوط به منطقه G به میزان ۱۷۹۰۲ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی و حداقل مقدار CPUA مربوط به منطقه C به میزان ۱۷۶۰ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی بود. همچنین در حوزه آبی دریای عمان، شرق استان هرمزگان، ماهی حسون معمولی در منطقه G از میزان CPUA بالاتری نسبت به منطقه F برخوردار بود. در منطقه خلیج فارس، غرب استان هرمزگان، میزان صید بر واحد سطح مایل مربع دریایی ماهی حسون معمولی، در منطقه E که نسبت بالاتری به سایر مناطق برخوردار بود ۶۶۰۶ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی بود و در سایر مناطق بترتیب، منطقه A به میزان ۵۹۹۴ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی، منطقه B به میزان ۴۱۸۳ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی، منطقه D به میزان ۴۶۵۰ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی و منطقه C با کمترین مقدار ۱۷۶۰ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی بود (نمودار ۱ و جدول ۲).

نتایج حاصل از مقدار کل توده زنده برآورد شده برای ماهی حسون معمولی در سال ۱۳۸۷ در منطقه دریای عمان و خلیج فارس محدود به آبهای استان هرمزگان، ۴/۳۹۰ تن که در غرب استان هرمزگان با ۵ منطقه مجموعاً ۱/۹۳۷ تن و شرق استان هرمزگان با ۲ منطقه مجموعاً ۲/۴۵۳ تن بود.

نتایج مربوط به توزیع عمودی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مناطق مختلف مورد بررسی طی فصل زمستان ۱۳۸۷ به تفکیک پارامترها در نمودارهای ۲ تا ۱۰ ارائه شده است (مربوط به یک ترانسکت)، که به اختصار در مورد تغییرات هر یک از پارامترها اشاره می‌شود.

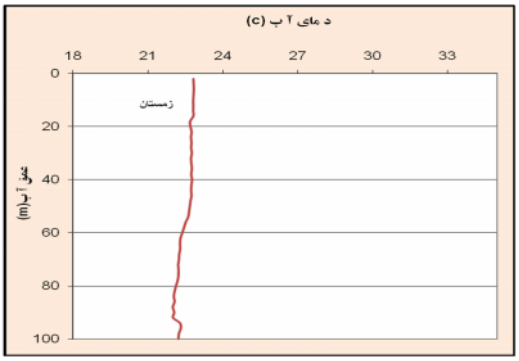



**نمودار ۱: الگوی پراکنش ماهی حسون براساس مناطق صیدگاهی در آبهای خلیج فارس و دریای عمان**

**جدول ۲: مقایسه میزان CPUA (کیلوگرم بر مایل مربع دریایی) براساس تعداد ایستگاهها و مناطق (سال ۱۳۸۷)**

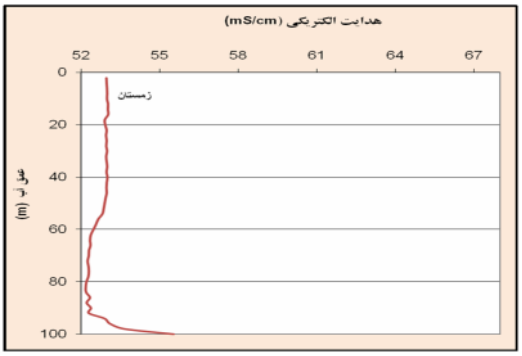
| نام منطقه | زیر منطقه | تعداد ایستگاه | میانگین CPUA هرایستگاه | میزان CPUA منطقه |
|---|---|---|---|---|
| غرب استان | A | ۱۰ | ۵۹۹ | ۵/۹۹٤ |
| هرمزگان | B | ۹ | ٤٦۵ | ٤/۱۸۳ |
| | C | ۱۰ | ۱۷٦ | ۱/۷٦۰ |
| | D | ۱۱ | ٤۲۳ | ٤/٦۵۰ |
| | E | ۸ | ۸۲٦ | ٦/٦۰٦ |
| شرق استان | F | ۱۲ | ۷۷۲ | ۹/۲٦٤ |
| هرمزگان | G | ۱۰ | ۱۷۹۰ | ۱۷/۹۰۲ |

**دمای آب:** نتایج بدست آمده نشان داد که توزیع عمودی دمای آب در فصل زمستان در تمامی ترانسکت‌ها از سطح تا عمق ۱۰۰ متری، تقریباً یکنواخت بوده و از حداکثر ۲۲/۸ درجه سانتیگراد در سطح و حداقل ۲۲ درجه سانتیگراد در عمق، با میانگین ۲۲/۵۱ درجه سانتیگراد برخوردار بود (نمودار ۲).



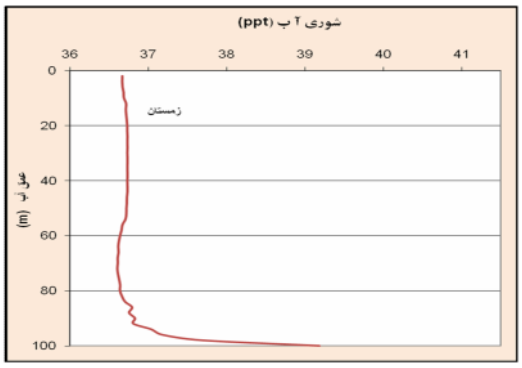

**نمودار ۲: میانگین توزیع عمودی دمای آب در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

**هدایت الکتریکی :** توزیع عمودی هدایت الکتریکی و روند تغییرات از سطح آب تا عمق ۱۰۰ متری، به ترتیب ۵۲/۲ و ۵۵/۵ میکروزیمنس بر سانتیمتر و با میانگین ۵۲/۷۹ میکروزیمنس بر سانتیمتر بود که از سطح تا عمق ۵۶ متری روند یکنواختی را طی می‌کند ولی از عمق ۵۶ متری تا عمق ۶۲ متری میزان آن افزایش یافته و از عمق ۶۲ متری تا عمق ۹۰ متری به صورت یکنواخت پیش می‌رود ولی از عمق ۹۰ متری تا ۱۰۰ متری افزایش چشمگیری می‌یابد (نمودار ۳).




**نمودار ۳: میانگین توزیع عمودی هدایت الکتریکی در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

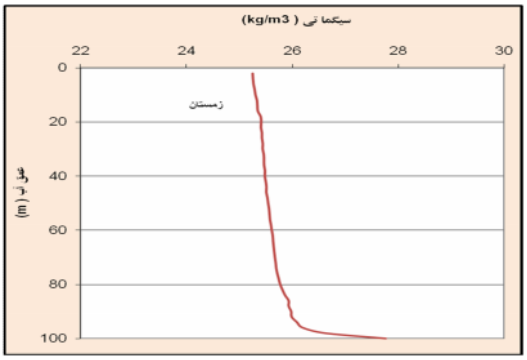
**شوری:** نتایج مربوط به توزیع عمودی شوری نشان داد که مقدار شوری در فصل زمستان از حداقل ۳۶/۶ppt و حداکثر ۳۹/۲ppt و با میانگین ۳۶/۷۹ppt از سطح تا عمق ۱۰۰ متری بوده است. مقدار شوری از سطح تا عمق ۹۶ متری تقریبا یکنواخت بوده ولی از عمق ۹۶ متری تا ۱۰۰ متر، مقدار شوری از ۳۷/۷ppt به ۳۹/۲ppt افزایش یافت (نمودار ۴).




**نمودار ٤: میانگین توزیع عمودی شوری آب در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

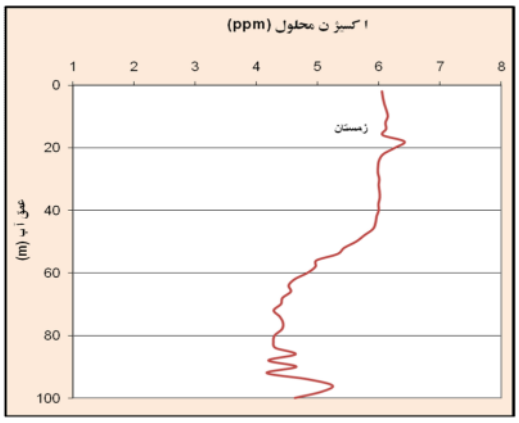
**چگالی :** نتایج مربوط به توزیع عمودی چگالی آب نشان داد که روند تغییرات فصلی آن از سطح به عمق عکس روند تغییرات درجه حرارت بوده بطوریکه در زمستان تقریباً یکنواخت بود و میزان آن از سطح ۲۵/۳ کیلوگرم بر مترمکعب تا عمق ۹۸ متری با یک شیب یکنواخت به ۲۶/۶ کیلوگرم بر مترمکعب و در

عمق ۱۰۰ متری به ۲۷/۸ کیلوگرم بر مترمکعب رسید (نمودار ۵).



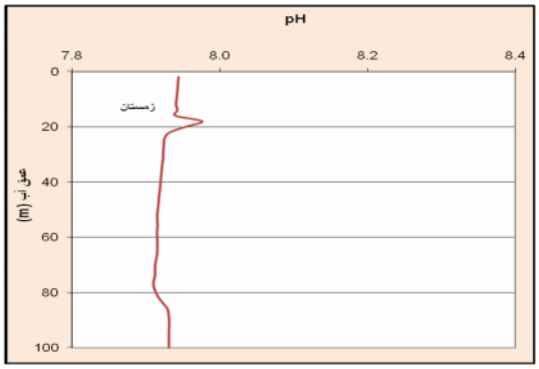

**نمودار ۵: میانگین توزیع عمودی چگالی در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

**اکسیژن محلول** : نتایج توزیع عمودی اکسیژن محلول و روند تغییرات فصلی آن نشان داد که مقدار اکسیژن محلول از سطح تا عمق ۱۰۰ متری یک روند نزولی را طی می‌کند. میزان آن از حداکثر ۶/۴ppm به ۴/۲ppm رسید. میزان اکسیژن محلول آب از سطح تا عمق ۴۵ متری یک روند یکنواختی داشت، ولی در عمق ۱۸ متری افزایش نشان داد. از عمق ۴۵ متری تا عمق ۸۰ متری روند کاهشی و از عمق ۸۰ تا ۱۰۰ متری در نوسان بود (نمودار ۶).



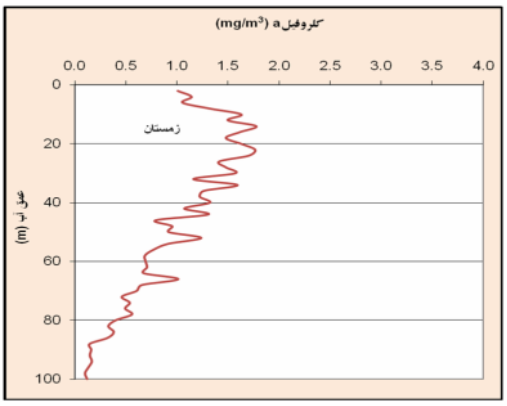

**نمودار ٦: میانگین توزیع عمودی اکسیژن محلول در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

**pH:** نتایج مربوط به توزیع عمودی pH آب و روند تغییرات آن نشان داد که نوسانات آن در زمستان از یک روند تقریبا یکنواخت برخوردار بود و میزان آن در سطح تا عمق ۱۰۰ متری بصورت یکنواخت ۷/۹ بود ولی در عمق ۱۸ تا ۲۰ متر به ۸ رسید (نمودار ۷).




**نمودار ۷: میانگین توزیع عمودی pH در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

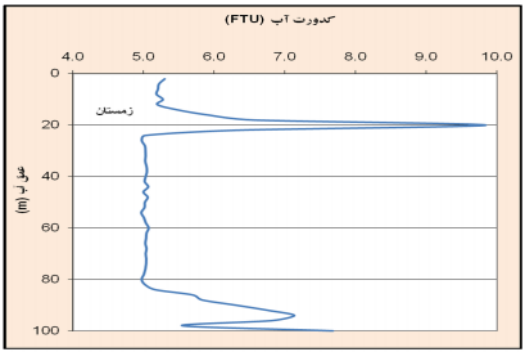
**کلروفیل a:** نتایج مربوط به توزیع عمودی کلروفیل a و روند تغییرات آن نشان داد که اگرچه میزان آن از سطح به عمق سیر نزولی را طی می‌کند ولی در لایه‌های فوقانی (حدود ۴۰-۱۰ متری) به مراتب بیشتر از لایه‌های سطحی و پایینی بود و در لایه ۱۸ تا ۲۰ متری یک افزایش چشمگیری را نشان داد. بطوریکه از میزان ۱/۰ میلی‌گرم بر مترمکعب در سطح به ۱/۸ میلی‌گرم بر مترمکعب در عمق ۲۲ متری رسید و این نوسان به صورت نزولی تا عمق ۱۰۰ متر ادامه داشت (نمودار ۸).




**نمودار ۸: میانگین توزیع عمودی کلروفیل a در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

**کدورت:** نتایج مربوط به توزیع عمودی کدورت آب و روند تغییرات آن نشان داد که مقدار آن از سطح به عمق در مناطق

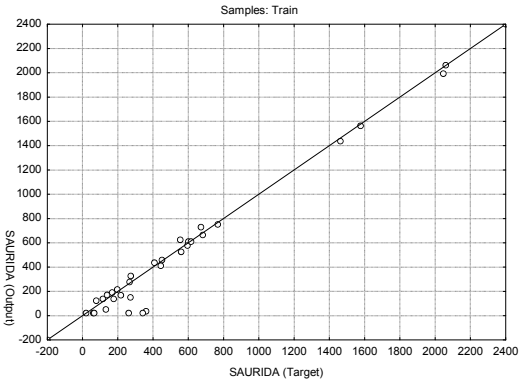
مختلف نوسانات متفاوتی داشت بطوریکه در بعضی مناطق لایه‌های تحتانی مقدار کدورت آب نسبتاً از لایه‌های سطحی بیشتر و در بعضی از مناطق نیز مقدار آن در لایه‌های فوقانی (حدود ۲۰ متری) بیشتر از لایه‌های سطحی و عمقی بود. بعلاوه توزیع عمودی آن از سطح به عمق در اکثر مناطق با یکدیگر همپوشانی داشت (نمودار ۹).




**نمودار ۹ : میانگین توزیع عمودی کدورت آب در محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس (۱۳۸۷)**

از مشخصه‌های اصلی یک شبکه عصبی توانایی آموزش و یادگیری است. برای یادگیری، داده‌ها به سه دسته؛ مجموعه آموزشی، مجموعه آزمایش یادگیری و مجموعه اعتبارسنجی تقسیم شدند. آموزش با استفاده از داده‌های مجموعه آموزش صورت گرفت و خطاها با استفاده از اصلاح وزن‌ها تصحیح گردید.

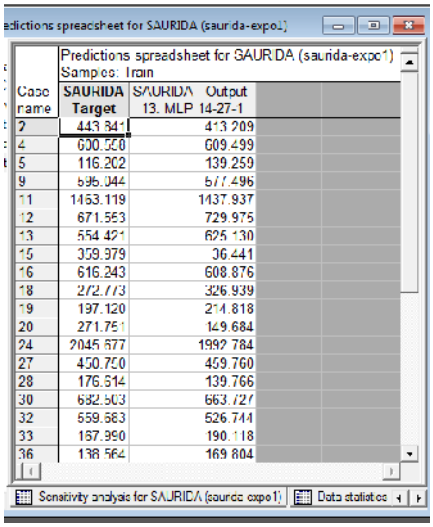
بهترین نتیجه زمانی حاصل شده که به منظور یادگیری شبکه عصبی، از روش Automatic Network Search (ANS) بعنوان راهبرد و آنالیز رگرسیون به عنوان یادگیری و ۶۰ درصد داده‌ها برای آموزش، ۲۰ درصد برای آزمایش یادگیری و ۲۰ درصد دیگر برای اعتبارسنجی در نظر گرفته شد و بهترین مدل از بین ۲۰ مدل ارائه شده توسط سیستم، مدل Multilayer Perceptron (MLP) با بهترین کارایی از لحاظ آموزش (۹۸ درصد) و آزمایش یادگیری (۸۷ درصد) انتخاب شد (نمودار ۱۰).




**نمودار ۱۰: نتیجه حاصل از آموزش شبکه عصبی (مقایسه اطلاعات وارد شده و اطلاعات پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی)**

جدول ۳، نمونه‌هایی از اعداد پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی را نشان می‌دهد. بعنوان مثال، نتایج نشان داد، اگر عدد اولیه وارد شده ۴۴۳ باشد، پیش‌بینی سیستم عدد ۴۱۳ و برای عدد ۶۰۰ عدد ۶۰۹ و برای عدد ۱۱۶ عدد ۱۳۹ و ... را پیشی‌بینی کرد. مقداری اختلاف بین اعداد ورودی و اعداد پیش‌بینی شده وجود دارد (۰/۰۵) که این مقدار اختلاف برای پیش‌بینی طبیعی است.

**جدول ۳: مقایسه اطلاعات وارد شده و اطلاعات پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی**



یکی از موارد مهمی کـه از نتـایج پـیش‌بینـی حاصـل شـد، بدست آمدن ضرایب تاثیر هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیـر وابسته (ماهی حسون) بود. نتایج تحقیق نشان داد، میزان شوری، بیشترین تاثیر بر پراکنش این ماهی را بخود اختصاص داده است، یعنی هرچه مقدار شوری آب بالا بود میزان پراکنش این ماهی از فراوانی بالاتری برخوردار بود. میـزان pH و چگـالی در رده‌هـای دوم و سوم قرار داشتند.

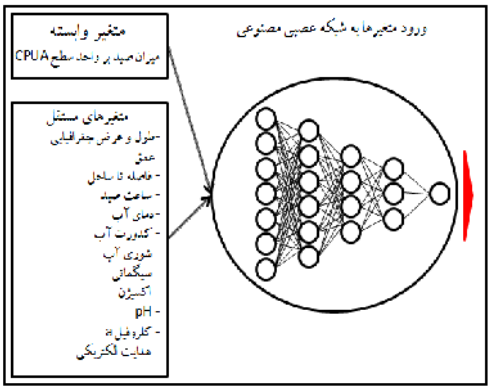
برای رسم نقشه‌های متغیرهای مختلف مناطق صیدگاهی و آب شامل: نقشه میزان صید بر واحد سطح CPUA، نقشه طول و عرض جغرافیایی منطقه نمونه‌برداری، نقشه عمق منطقه تورکشی، نقشه فاصله منطقه تورکشی تا ساحل، نقشه زمان صید، نقشه دمای آب در عمق محل صید، نقشه کدورت آب، نقشه میزان شوری آب، نقشه چگالی، نقشه اکسیژن محلول در آب، نقشه pH، نقشه کلروفیل a و نقشه هدایت الکتریکی، ابتدا اندازه هر پیکسل یک مایل مربع دریایی یعنی یک دقیقه در نظر گرفته شد که خروجی مناسبی نداشت و در نهایت یک چهارم مایل مربع دریایی اندازه پیکسلی بود که مورد نظر کارشناسان شیلاتی قرار گرفت.

برای آنکه نقشه‌ها قابل فهم برای نرم‌افزار شبکه عصبی مصنوعی باشند، با عمل تبدیل (Convert)، نقشه‌ها تبدیل به عدد شدند (۲).

با انجام این کار جدولی از اعداد، شامل ۵۰۰ هزار رکورد اطلاعاتی، شامل مقادیر صید بر واحد سطح و مقدار متناظر آن از سایر متغیرهایی که نقشه‌های آن تهیه گردیدند، استخراج شد.

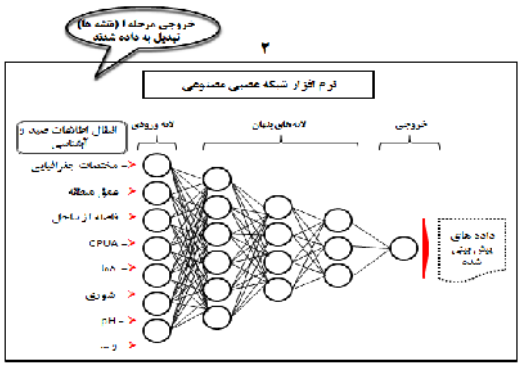
برای آموزش شبکه عصبی از آنالیز رگرسیون چند متغیره استفاده شد و برای ساختن مدل از فایل ماسک شده صید بر واحد سطح و نقاط متناظر از سایر متغیرها استفاده شد که در تحقیق حاضر میزان صید بر واحد سطح بعنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها که نقشه آنها قبلا ترسیم شد، شامل: طول و عرض جغرافیایی منطقه صید، عمق منطقه تورکشی، فاصله تا ساحل منطقه تورکشی، زمان صید، دمای آب در عمق محل صید، میزان کدورت آب، میزان شوری آب، چگالی آب، اکسیژن محلول در آب، میزان pH، کلروفیل a و میزان هدایت الکتریکی، بعنوان متغیر مستقل وارد لایه اول نرم‌افزار شبکه عصبی شدند (شکل ۶).

لازم به ذکر است برای مدل‌سازی نمی‌توان از فایل‌های اصلی بعنوان ورودی استفاده نمود. چرا که اگر یادگیری براساس فایل‌های اصلی صورت گیرد نتایج حاصله مورد قبول نیستند.




**شکل ٦: ورود متغیر وابسته و متغیرهای مستقل به شبکه عصبی**

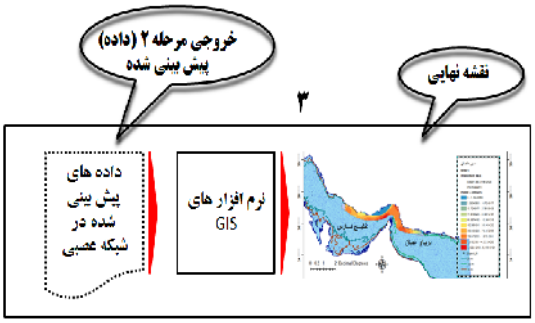
از آنجایی که یکی از مشخصه‌های اصلی شبکه عصبی توانایی آموزش و یادگیری است. برای یادگیری داده‌ها، به سه دسته؛ مجموعه آموزشی، مجموعه آزمایش یادگیری و مجموعه اعتبارسنجی تقسیم شدند، آموزش با استفاده از داده‌های مجموعه آموزش صورت گرفت و خطاها با استفاده از اصلاح وزنها تصحیح گردید. که به همین منظور، پس از وارد نمودن متغیرها به نرم‌افزار شبکه عصبی، ۶۰ درصد داده‌ها به منظور آموزش شبکه عصبی، ۲۰ درصد برای آزمایش یادگیری و ۲۰ درصد دیگر برای اعتبارسنجی در نظر گرفته شد و از بین مدل‌های ارائه شده، مدل پرسپترون‌های چند لایه‌ای که از گسترده‌ترین و شناخته‌شده‌ترین بخش شبکه‌های عصبی هستند و توسط سیستم بهترین کارایی را نشان داد، بعنوان بهترین مدل انتخاب شد (شکل ۷). سایر مدل‌ها کارایی لازم را نشان ندادند.




**شکل ۷: مراحل ورود و آموزش شبکه عصبی و نتایج حاصل ازآن**

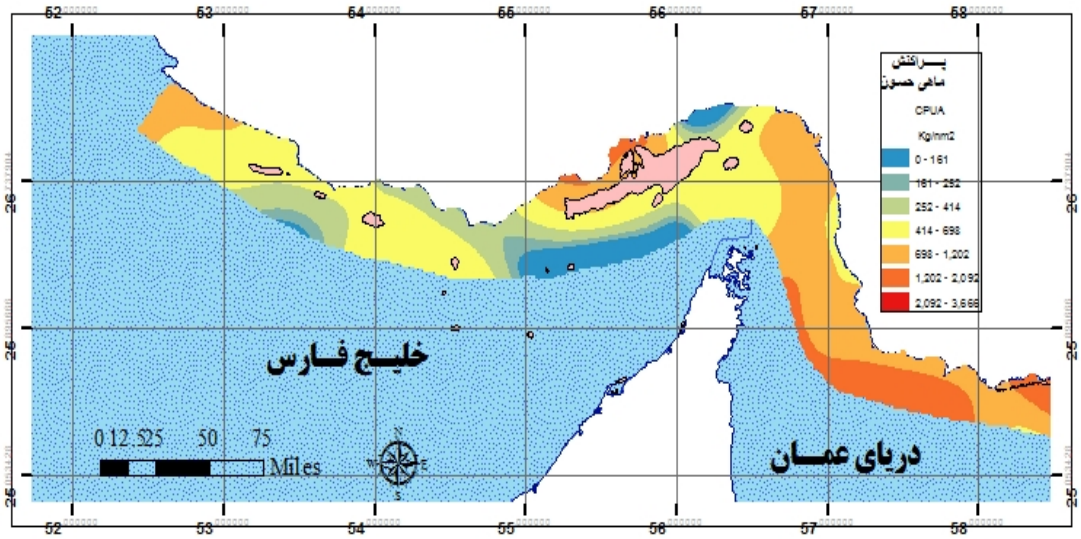
پس از آموزش شبکه عصبی و انتخاب بهترین مدل، در مرحله بعد به منظور پیش‌بینی، کل اطلاعات، یعنی همان فایل اصلی (برای متغیر وابسته همان مناطق صیدگاهی و برای متغیرهای مستقل تمام نقاط (علاوه بر نقاط متناظر صید)، بعنوان ورودی به شبکه عصبی داده شد و مدلی که انتخاب شده بود روی اطلاعات جدید تعمیم داده و نتایج پیش‌بینی نقاط صید (برای مکانهایی که اطلاعاتی وجود نداشت) حاصل شد.

برای رسم نقشه نهایی اطلاعات خروجی از شبکه عصبی به نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی، تبدیل شد و در نهایت نقشه نهایی منطقه رسم گردید. با کلیک روی نقاط مختلف نقشه، ضمن نشان دادن مختصات جغرافیایی منطقه، میزان صید قابل استحصال آن نقطه نیز بدست می‌آید (شکل ۸).




**شکل ۸: مرحله نهایی انجام کار**

نتایج حاصل از پیش‌بینی شبکه عصبی که نقشه نهایی براساس اطلاعات آن رسم شده است، الگوی پراکنش ماهی حسون را در آبهای خلیج فارس و دریای عمان نشان می‌دهد (شکل ۹).




**شکل ۹: الگوی پراکنش ماهی حسون در آبهای خلیج فارس و دریای عمان**

**(رسم شده در نرم‌افزار Arc GIS)**

## بحث

مقایسه صید بر واحد سطح (CPUA) به تفکیک مناطق ۱۷ گانه نشان می‌دهد که در مجموع میانگین CPUA کفزیان تجاری در دریای عمان در مناطق مختلف مانند Q، O و K بطور نسبی بالاتر از این شاخص در خلیج فارس می‌باشند بطوریکه میانگین کل CPUA کفزیان تجاری در دریای عمان برابر با ۵۴۱۱/۴ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی بود درحالیکه میانگین کل CPUA در خلیج فارس برای کفزیان تجاری ۳۵۷۶/۴ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی محاسبه گردیده است. این شاخص برای ماهیان کفزی غیرتجاری نیز در دریای عمان بالاتر از خلیج فارس است (۳).

نتایج حاصل از بررسی تحقیق حاضر، بیشترین میـزان صـید بر واحد سطح ماهی حسون مربوط به سال ۱۳۸۷، را در منطقـه G و کمترین مقدار را در منطقه C نشان می دهد (شکل ۹).

بررسی و مقایسـه نتـایج بدسـت آمـده از میـانگین CPUA ماهی حسون معمـولی در دو حـوزه آبـی نشـان داد کـه در کـل میانگین صید بر واحد سـطح مـاهی حسـون معمـولی در آبهـای خلیج فارس طی سالهای ۸۶-۱۳۸۲ بالاتر از مقدار ایـن شـاخص در دریای عمان بوده است. اگر چه در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۶ در دو حوزه آبی وضعیت تقریباً مشابهی از لحاظ تراکم ماهی حسون معمولی مشاهده شد و مقدار این شاخص در آبهای خلیج فـارس تنها اندکی بالاتر از میـانگین CPUA دریـای عمـان بـود امـا در سـالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ شـاهد افـزایش قابـل توجـه میـانگین CPUA ماهی حسون معمولی در آبهای خلیج فارس بـودیم و بـا توجه به کاهش تراکم این ماهی در دریای عمان در سـال ۱۳۸۳ اختلاف مقدار میانگین CPUA در دو حـوزه آبـی بـه ۴/۳ برابـر رسید. امـا بـر خـلاف سـالهای گذشـته در سـال ۱۳۸۷، مقـدار میانگین صید بر واحد سطح مـاهی حسـون معمـولی در دریـای عمان تقریباً به دو برابر میزان این شاخص در خلیج فارس رسـید که علت آن افزایش ناگهانی تـراکم ایـن مـاهی در دریـای عمـان بـوده است. بررسی روند تغییرات CPUA به تفکیک مناطق ۱۷ گانـه (A تـا Q) نشان داد که در سواحل غربی استان هرمزگان بـه ویـژه در منطقـه K حداکثر CPUA ماهی حسون معمولی مشاهده شد.

در استان هرمزگان، حداکثر CPUA مربوط به منطقـه G و حداقل مقدار CPUA به منطقه C بود. همچنین در حـوزه آبـی دریای عمان، شـرق اسـتان هرمزگـان، حـداکثر میـزان CPUA مربوطه به منطقه G و حداقل مقدار CPUA مربوط به منطقـه F بود. در منطقه خلیج فارس، غـرب اسـتان هرمزگـان، حـداکثر میزان صید بر واحد سطح مربوط به منطقه E و حداقل میـزان صید بر واحـد سـطح مربوطـه بـه منطقـه C بـود. بـرغم تعـداد ایستگاهها و مناطق کمتر در شرق استان هرمزگان، در حوزه آبی دریای عمـان، میـزان CPUA مـاهی حسـون معمـولی از غـرب استان هرمزگان در منطقه خلـیج فـارس بیشـتر اسـت کـه ایـن موضوع در گزارش ولی‌نسب و همکاران (۱۳۸۳) مورد تایید قـرار گرفته است (جدول ۲).

نتایج حاصل از پیش‌بینـی شـبکه عصـبی کـه نقشـه نهـایی (شکل ۹) براساس اطلاعات آن رسم شده است، الگوی پـراکنش ماهی حسون را در آبهـای خلـیج فـارس و دریـای عمـان نشـان می‌دهد. طبق این نقشه، میزان CPUA ماهی حسـون در شـرق استان هرمزگان، آبهای حوزه دریای عمان بیشتر از غرب اسـتان هرمزگان، در منطقه خلیج فارس می‌باشد.

## منابع


**۱-اسدی، ه. و دهقانی پشترودی، ر.، ۱۳۷۵.** اطلـس ماهیـان خلیج فارس و دریای عمان. موسسه تحقیقـات شـیلات ایـران، ۳۵۰ صفحه.

**۲-ایستمن، ر.، ۲۰۰۳.** سنجش از دور سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. ترجمه: ماهینی، ع. و کامیاب، ح. ، ۱۳۸۶. انتشارات دی، ۲۳۷ صفحه.

**۳-ولی‌نسب، ت.؛ آژیر، م.؛ مومنی، م.؛ مبرزی، ع.؛ صفی‌خانی، ح. و دریانبرد، ر.، ۱۳۸۹.** تعیین میزان توده زنده کفزیان خلیج فارس و دریای عمان به روش مساحت جاروب شده. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۵۷ صفحه.

**4-Bianchi, G., 1985.** Field guide to the commercial marine and brackish-water species of Pakistan. FAO species identification sheets for fishery purposes. FAO, Rome, Italy. 200P.

**5-Carpenter, K.E.; Krupp, F.; Jones, D.A. and Zajonz, U., 1997.** Living marine resources of Kuwait, eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates. FAO, Rome, Italy. 293P.

**6-De Bruin, G.H.P.; Russel, B.C. and Bogusch, A., 1995.** FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. The Marine Fishery Resources of Sri Lanka. FAO, Rome, 400P.

**7- Fischer, W. and Bianchi, G., 1984.** FAO species identification sheets for fisheries purposes. West Indian Ocean, FAO, Rome, Italy. Vols. 1-5.

**8-Smith, M.M. and Heemstra, P.C. (editors), 1986.** Smiths' Sea Fishes. Macmillan, Johannesburg. 1047P.

**9- Sparre, P. and Venema, S.C., 1992.** Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1, Manual FAO Fisheries Technical Paper. 376P.