Archive of SID

بررسی مرفولوژی مغز ازون برون *Acipenser stellatus* و قره برون *Acipenser persicus*

علی بانی*، فریبا زادباقر و نسیم جدیدی

گیلان، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

تاریخ دریافت ۸۵/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۲۸

چکیده

در بررسی ها و مطالعات انجام گرفته ارتباط مرفولوژی مغز گونه های مختلف ماهیان با رفتارهای اکولوژیکی مشخص شده است. تحقیقات بسیاری برروی مغز ماهیان استخوانی و ماهیان غضروفی انجام گرفته، اما بررسی بر روی مغز ماهیان غضروفی- استخوانی صورت نگرفته است. در این پروژه مغز دو گونه ازماهیان خاویاری شامل *Acipenser stellatus* (ازون برون) و *Acipenser persicus* (قره برون) مورد بررسی قرار گرفت. اندازه نسبی مغز (Encephalization) و توسعه ٤ منطقه مغز مورد توجه قرار گرفت، که شامل دومنطقه تکمیلی (شامل مخچه و مغز پیشین) و دو منطقه حسی (شامل بصل النخاع و مغز میانی) دردو ماهی فوق می باشد. سپس مقایسه ای بین ماهیان استخوانی، غضروفی و ماهیان خاویاری انجام شد. نتایج نشان داد که توسعه بخش تکمیلی دراین دوگونه بیشتر از بخش حسی است. این ماهیان از مخچه بزرگی برخوردار هستند که تقریبا بیشتر از ٦٠٪ کل مغز را تشکیل داده و قسمت اعظم بخش تکمیلی را به خوداختصاص می دهد. این در حالی است که درماهیان استخوانی حجم عمده مغز را مغز میانی (مزن سفالون) و در ماهیان غضروفی عمدتاً مغز پیشین (تلن سفالون) تشکیل می دهد. اندازه نسبی مغز در ازون برون کمتر از قره برون می باشد. با این وجود شدت تغییرات اندازه قسمت های مختلف مغز به اندازه کل مغز تقریباً در دو گونه برابر است.

واژه های کلیدی: مرفولوژی مغز، اکولوژی رفتار، ازون برون، قره برون

* نویسنده مسئول، تلفن تماس: ۰۹۱۱۳۳٦٥۷۱۰، پست الکترونیک:Email: bani@guilan.ac.ir

مقدمه

ماهیان خاویاری از با ارزش ترین ماهیان دریای خزر و دنیا می باشند. این ماهیان کفزی بوده و بالغین آنها معمولا در اعماق دریا زند گی می کنند (۲). با توجه به محیط زیست این ماهیان، که محیطی کم نور می‌باشد، این ماهیان نیاز به استفاده ویژه از حواس جهت انجام فعالیت های زیستی و رفتارهای اکولوژیکی نظیر فرار از شکارچی, یافتن غذا و یا جفت را دارند. گروههای مختلف ماهیان بنتیک دارای سیستم های تطبیقی متفاوتی از جمله چشم بزرگ, قابلیت استفاده از حس الکتریکی و شیمیایی, وجود سبیلک و شکل خاص پوزه هستند (۷). حتی برخی از گونه ها قادرند با استفاده از درک مدار مغناطیسی زمین, جهت یابی کرده و بدون بهره گیری از سایر عوامل محیطی مهاجرت کنند (۱۰). با این همه اطلاعات کمی در خصوص رفتارهای اکولوژیکی ماهیان خاویاری و رابطه بین تطابق سیستم عصبی مرکزی با فعالیت های زیستی این ماهیان موجود می باشد. ماهیان خاویاری دارای سیستم گیرنده الکتریکی (لورنزینی) و سبیلک های توسعه یافته ای هستند (۲) که به نظر می رسد برای فعالیت های زیستی همچون یافتن غذا اهمیت داشته باشد. با این وجود فقدان اطلاعات در خصوص دیگر گیرنده های حسی، نتیجه گیری در خصوص نقش احتمالی تکمیلی آنها در اکولوژی رفتار را مشکل می سازد.

www.SID.ir

Archive of SID

طریقه زندگی یک گونه در ساختار سیستم عصبی مرکزی آن گونه انعکاس پیدا می کند و بنابراین مطالعه مغز می تواند نگرش ما را در خصوص بیولوژی یک گونه گسترش دهد. رابطه بین اندازه مغز و توسعه قسمت های مختلف مغز با طیفی از پارامترهای اکولوژیکی در ماهیان بخوبی بررسی شده است (۱۱). همچنین ارتباط بین اندازهٔ بزرگ مغز با فاکتورهایی نظیر شکار فعالانه و رفتارهای پیچیده در ماهیان ثابت شده است (۳و ۱۱). اندازه نسبی بخش های مختلف حسی و تکمیلی مغز نشان دهنده نقش آن بخش در فعالیت های اکولوژیکی یک گونه است (۱۱). در منطقه تکمیلی، مغز پیشین یا تلن سفالون (Telencephalon) در یادگیری فضایی و حافظه و انجام کارهای پیچیده اجتماعی نقش دارد (٤) و مخچه یا متن سفالون (Metencephalon) وظیفه حفظ تعادل حرکات، تونوس عضلات و بالانس وضعیت ماهی را بر عهده دارد (١٤ و ١٥). یکی از وظایف اصلی مخچه اختلاط پیامهای حسی معین (مانند اختلاط حس شنوایی و خط جانبی) می باشد (۲۲). در منطقه حسی، مغز میانی یا مزن سفالون (Mesencephalon) مرکز حس بینایی است و وظایف دیگری همچون یادگیری و ایجاد هماهنگی بین پیام های حسی و پاسخ های حرکتی را نیز بر عهده دارد (۱۱). بصل النخاع یا میلن سفالون (Myelencephalon) از دیگر مناطق حسی مغز بوده که یکی از وظایف مهم آن کنترل تنفس است.

با وجود اینکه تحقیقات زیادی بر روی مغز ماهیان استخوانی و غضروفی صورت گرفته است (۹و ۱۷و ۱۸) هنوز مطالعه ای در خصوص مرفولوژی مغز ماهیان خاویاری انجام نشده است. در این تحقیق مرفولوژی مغز دو گونه ازون برون و قره برون بررسی شد و اندازه نسبی مغز و توسعه مناطق حسی (sensory areas) شامل مغز میانی و بصل النخاع و مناطق تکمیلی (integration areas) شامل مغز پیشین و مخچه مورد مطالعه قرار گرفت. مناطق حسی بصل النخاع و مغز میانی بترتیب پیام ها یا تصاویر اولیه (primary projections) را از حواس حسی– حرکتی (octavolateralis) و چشم دریافت می کنند (۲۱). بعبارت بهتر تصاویری که از طریق حواس بینایی و خط جانبی به مناطق حسی مغز می رسد، تصویر اولیه ای را از محیط اطراف ماهی در اختیار آن قرار می دهد. درک بیشتر (یا تکمیلی) محیط اطراف، از طریق پیام های رسیده به مناطق تکمیلی مغز امکان پذیر می شود. بررسی اندازه مناطق مختلف مغز دو گونه از ماهیان خاویاری علاوه بر اینکه رابطه بین مغز و رفتارهای اکولوژیکی این ماهیان را روشن می سازد، امکان مقایسه سیستم عصبی مرکزی ماهیان غضروفی– استخوانی را با ماهیان استخوانی و غضروفی فراهم می نماید.

مواد و روشها

در این تحقیق دو بخش حسی (شامل بصل النخاع و مغز میانی) و دو بخش تکمیلی (شامل مخچه و مغز پیشین) مغز دو گونه ازون برون *(A. stellatus)* و قره برون *(A. persicus)* مورد بررسی قرار گرفت. با کسب مجوز از اداره کل شیلات استان گیلان سر دو گونه فوق (تعداد ۱۰ عدد از هر گونه) در فصل تکثیر از مرکز تکثیر ماهیان خاویاری شهید بهشتی و در فصول غیر تکثیر بطور مستقیم از اداره کل شیلات از هر دو جنس نر و ماده و با سایزهای مختلف تهیه شد (جدول ۱).

وزن، طول کل و طول فورک هرماهی اندازه گیری شد و جنسیت ماهیان تعیین گردید. سپس سر بوسیله اره از تنه جدا شد و به آزمایشگاه آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال یافت. سرها ابتدا در فرمالین ۱۰ درصد بمدت ۳۰ ـ ۱۸ ساعت (با توجه به سایز ماهی) قرار گرفت. جهت تشریح مغز، سر ماهی از داخل فرمالین برداشته شد و استخوان پوستی جمجه بوسیله اره آهن بر جدا گردید. سپس بوسیله اسکالپل غضروفهای روی مغز بدقت برداشته شد تا اینکه مغز نمایان گردید. با دنبال کردن اعصاب و با استفاده از منابع مختلف (۵ و ٦ و ۲۰) که در آنها ساختار مغز ماهیان غضروفی و ماهیان استخوانی به

www.SID.ir

Archive of SID

خوبی تشریح شده بود، مناطق مختلف مغز شامل مغز پیشین، مغز میانی، مخچه و بصل النخاع شناسایی شد. با توجه به اینکه مغز دوم یا رابط (Diencephalon) تنها بعنوان یک مرکز ارتباطی جهت داخل شدن وخارج شدن پیام ها است و نه یک مرکز عصبی (٦) این بخش معمولا مورد بررسی قرار نمی‌گیرد (۱۲ و ۲۱) و در این تحقیق نیز بدین گونه عمل شد.

جدول (۱): اطلاعات طبقه بندی شده جنس, اندازه بدن و وزن مغز برای ۱۰ نمونه از هر دو گونه مطالعه شده

نام گونه	طول کل (سانتیمتر)	طول فورک (سانتیمتر)	وزن بدن (کیلو گرم)	وزن مغز (گرم)	جنسیت
ازون برون					
۱	۱٤۲	۱۲٦	۱۰	۱۱/٤٦	ماده
۲	۱۳٥	۱۲٤	۸	۷/۸۹	ماده
۳	۱٤۱	۱۲۳	۹	۸/٥	نر
٤	۱۱٥	۱۰۳	۷	٤/۸۸	نر
٥	۱٤۱	۱۲۳	۹	۷/۸٥	نر
٦	۱۲٥	۱۱۱	۷	۷/٦۰	ماده
۷	۱٤۳	۱۲٦	۹	۱۱/۳٦	نر
۸	۱۲۰	۱۰۳	۷	٦/٥۹	ماده
۹	۱٥۱	۱۳۷	۱۰	۱۳/۰۹	ماده
۱۰	۱٤٥	۱۲۹	۹	۱۱/۷۹	ماده
قره برون					
۱	۷٥	٦۳	۱.۳	۲/۷٥	نابالغ
۲	۸٤	۷۲	۱/۷٥	۳/٤۱	نابالغ
۳	۷۹	٦۹	۱/۸۰۰	٥/٥٤	نابالغ
٤	۱٤۰	۱۲۹	۱۱	۱۹/۸٥	نر
٥	۱۷۹	۱٥۸	۳۳	۳۸/۸۸	ماده
٦	۱٥۲	۱۳۸/۸	۱٥	۲٤/٥۹	ماده
۷	۱۳۷	۱۲٥	۱۰	۱۷/۹۸	نر
۸	۱۲۰	۱۰٦	٦	۱۲/٤۷	نر
۹	۱۷٥	۱٥٦	۲٥	۳۸/٦۰	ماده
۱۰	۱٦۱	۱٤۸	۱۸	۲۹/٤٦	ماده

طول، عرض، ارتفاع هر بخش بوسیله کولیس اندازه گیری شد و وزن هر بخش بوسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ بدست آمد. حجم هر بخش با در نظر گرفتن هر بخش به شکل نیم بیضی half-ellipsoid و با استفاده از فرمول $V=1/6\pi abc$ (۱۲) محاسبه شد (a , b و c به ترتیب طول, عرض و ارتفاع هر بخش است).

۲ منطقه حسی (بینایی و بصل النخاع) و ۲ منطقه تکمیلی (بویایی و مخچه) از کل مغز بررسی شد و اندازه نسبی فضای اشغال شده بوسیله هر منطقه حسی وتکمیلی برای هر گونه محاسبه شد. نسبت حجمی بخش های حسی و تکمیلی مغز با تقسیم حجم بخش های حسی و تکمیلی به حجم کل مغز بدست آمد. حجم کل مغز از جمع حجم بخشهای مختلف مغز بدست آمد. میانگین حجم های نسبی هر قسمت از مغز برای هر دو گونه محاسبه، و حجم های نسبی محاسبه شده برای هر گونه با استفاده از میانگین آن منطقه مغز، به عدد طبیعی و واقعی نزدیک شد. این مهم با محاسبه فاکتور وزنی (θ) برای نمونه ها و با تقسیم حجم هر بخش به میانگین حجمی آن بخش در ۱۰ نمونه از هر گونه (فرمول زیر) انجام گرفت (۲۱). فاکتور وزنی بعبارتی انحراف از میانگین را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\theta_{\mathbf{optic}} = \frac{\mathbf{V_{optic\ r}}}{V_{optic\ r}}$$

که در آن $V_{optic\ r} = \frac{\mathbf{V_{optic\ a}} + \cdots\cdots\cdots + \mathbf{V_{optic\ n}}}{\mathbf{n}}$

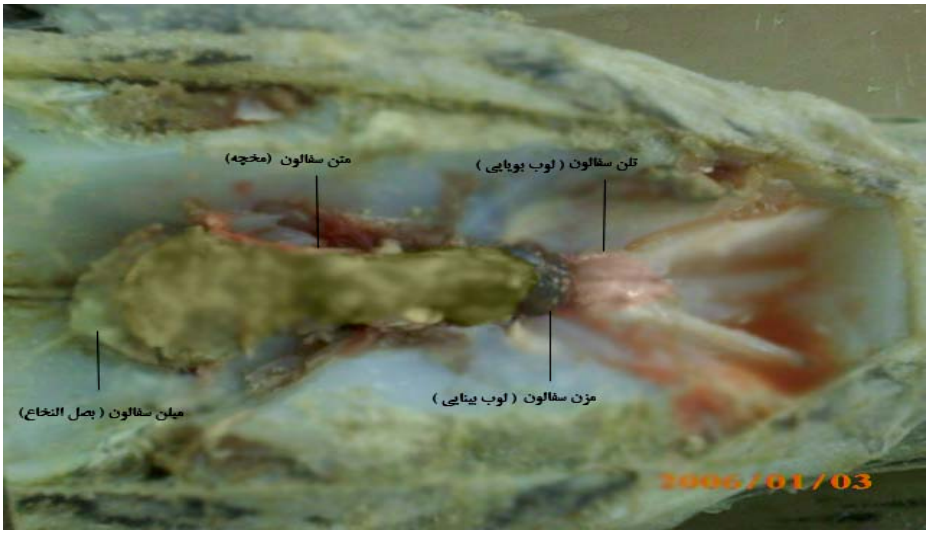
در فرمول فوق $V_{optic\ r}$ میانگین حجمی یک بخش از مغز (برای مثال لوب بینایی یا مزن سفالون) است که از مجموع حجم n عدد (در این تحقیق ۱۰ عدد) تقسیم بر تعداد نمونه ها بدست می آید. $V_{optic\ r}$ حجم نسبی یک بخش از مغز را نشان می دهد.

رگرسیون خطی با در نظر گرفتن وزن بدن بعنوان متغیرمستقل و وزن مغز بعنوان متغیر وابسته برای هر دو گونه ترسیم و معادله خطی آن بدست آمد. البته رابطه های لگاریتمی، تصاعدی و خطی ابتدا بررسی شد و بر اساس تناسب خط همبستگی با مشاهدات و مقدار r^2 ، رابطه بین وزن مغز و وزن بدن خطی بود . مقایسه نسبت وزنی قسمت های مختلف مغز با تجزیه واریانس یک طرفه One-Way ANOVA انجام گرفت. در جائیکه اختلافات معنی دار بود آزمون Tukey جهت بررسی دقیق تر اختلافات به کار برده شد.

اندازه نسبی مغز یا (Encephalization Quotierts) EQبرای هر دو گونه محاسبه شد. EQ در واقع نسبت وزنی مغز را بیان می کند که از تقسیم وزن واقعی مغز (وزن شده با ترازو) به وزن مغز مورد انتظار (محاسبه شده از رابطه خطی بین وزن مغز و وزن بدن) بدست می آید (۱۲). وزن مغز مورد انتظار از جاگذاری میانگین وزن بدن نمونه ها در معادله خطی بدست آمد و در نهایت با قرار دادن در فرمول E_a / E_e (E_a : وزن واقعی مغز و E_e: وزن مغز مورد انتظار) E_Q برای هر دو گونه ازون برون و قره برون محاسبه شد.

نتایج

مغز در این ماهیان در داخل محفظه مغزی قرار داشته و بوسیله غضروف پوشیده شده است. بخش های مختلف مغز (مغز پیشین، مغز میانی، مخچه و بصل النخاع) در شکل (۱) نشان داده شده است. همانگونه که مشهود است مغز پیشین کوچک بوده و توسط نوار بویایی توسعه یافته ای به پیاز بویایی متصل شده است. مغز میانی نیز همانند مغز پیشین کوچک است و برخلاف ماهیان استخوانی بصورت دو نیمکره برجسته نمی باشد. مخچه بزرگ و کاملاً چین خورده و لایه لایه بوده و توسط ساقه ای به پشت مغز میانی متصل است. بخش پیشین بصل النخاع در زیر مخچه قرار گرفته و در بخش خلفی برجسته می باشد.



شکل (۱): قسمت های مختلف مغز در قره برون *A. persicus* در محفظه مغزی

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی کمی مناطق مختلف مغز

مقایسه میانگین وزنی بخش های مختلف مغز در هر دو گونه، اختلاف معنی داری را بین قسمت های مختلف مغز نشان می دهد (ازون برون: $P<0/001$,19 ,3 ,df $F=566/1$ و قره برون: $P<0/001$,19 ,3 ,df $F=287/4$). وزن مخچه در هر دو گونه به طور قابل ملاحظه ای بزرگتر از سایر قسمت های مغز است و بترتیب در ازون برون و قره برون ۶۹/۲ و ۶۶/۸ درصد از کل وزن مغز را تشکیل می دهد (شکل ۲). پس از مخچه، بصل النخاع بزرگترین میانگین وزنی را به خود اختصاص داده و نتیجه آزمون Tukey نشان از متفاوت بودن وزن بصل النخاع در مقایسه با مغز پیشین و میانی در هر دو گونه ازون برون و قره برون دارد. در ازون برون درصد وزنی مغز پیشین ۵/۱ و در مغز میانی ۸/۲ است. شرایط نسبتاً مشابه ای از نظر درصد وزنی این دو بخش در قره برون نیز دیده می شود.

الگوی درصد حجمی قسمت های مختلف مغز (محاسبه شده از اندازه طول، عرض و ارتفاع هر بخش) تقریباً شبیه الگوی درصد وزنی است (جدول ۲). مخچه و مغز پیشین بترتیب بیشترین و کمترین درصد حجمی را در بین قسمت های مختلف مغز دارند. فاکتور وزنی (θ) که انحراف از میانگین را نشان می‌دهد برای مناطق مختلف مغز در ازون برون بین ۰/۶۱ تا ۱/۴۸ و در قره برون بین ۰/۴ تا ۱/۵۶ نوسان دارد (جدول ۲). علت اختلاف بیشتر بین حداقل و حداکثر فاکتور وزنی در این گونه وجود ماهیانی با اندازه های مختلف در گونه قره برون است.

جدول (۲): فاکتور وزنی و حجم (نسبی و مطلق) ۴ منطقه مغز در دو گونه (۱۰ نمونه از هر گونه) از ماهیان خاویاری

بصل النخاع			مخچه			(مغز میانی) لوب بینایی			(مغز پیشین) لوب بویا یی			
θ حداقل حداکثر	درصد حجمی (٪)	حجم (mm^3)	θ حداقل حداکثر	درصد حجمی (٪)	حجم (mm^3)	θ حداقل حداکثر	درصد حجمی (٪)	حجم (mm^3)	θ حداقل حداکثر	درصد حجمی (٪)	حجم (mm^3)	گونه
۰/۷۷ ۱/۴۶	۱۷/۷	۱۱۴۴/۴	۰/۹۱ ۱/۰۶	۶۹	۴۴۴۵/۷	۰/۶۱ ۱/۴۸	۸/۲	۴۸۰/۱	۰/۷۴ ۱/۳۶	۵/۱۳	۳۰۷/۱	*Acipenser stellatus*
۰/۶۸ ۱/۱۶	۲۰	۲۵۰۵/۳	۰/۸۷ ۱/۱۵	۶۶/۸	۴۰۳۱/۶	۰/۴ ۱/۵۶	۶/۲	۴۷۵/۹	۰/۴۵ ۱/۴۱	۳/۱	۲۶۱/۷	*Acipenser persicus*

جدول (۳): پارامترهای رابطهٔ خطی بین قسمت های مختلف وزن و وزن کل مغز در هر گونه $(n=10)$

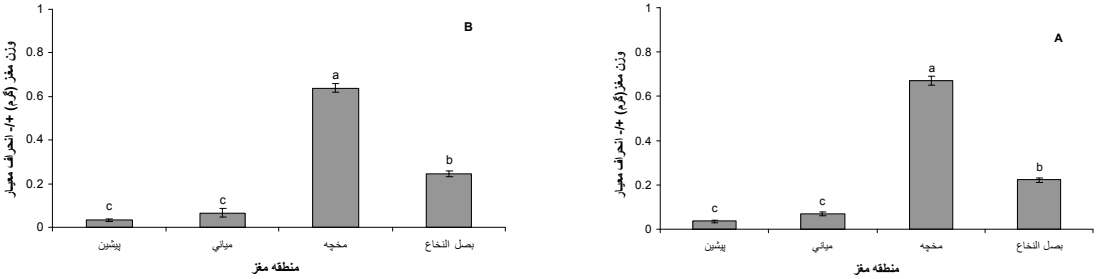
گونه	مغز پیشین	مغز میانی	مخچه	بصل النخاع
ازون برون				
شیب (b)	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۷۴	۰/۲۱
عرض از مبدا (a)	۰/۲۹	۰/۵۲	۰/۸۲	۰/۱۱
ضریب همبستگی (r^2)	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۹۸	۰/۹۴
قره برون				
شیب (b)	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۶۹	۰/۲۸
عرض از مبدا (a)	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۳۱
ضریب همبستگی (r^2)	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۹۹	۰/۹۹

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه نسبی مغز

در هر دو گونه رابطه بین وزن بدن– وزن مغز یک رابطه خطی است. وزن مغز (پارامتر وابسته) با افزایش وزن بدن (پارامتر مستقل) افزایش می یابد و همبستگی چنین ارتباطی در ازون برون (r^2=۰/۸۹, n=۱۰, P <۰/۰۵؛ وزن مغز=۰/۰۰۲ × وزن بدن – ۱۰/۲) و قره برون (r^2=۰/۹۵, n=۱۰, P <۰/۰۵؛ وزن مغز=۰/۰۰۱× وزن بدن + ۳/۸) قابل ملاحظه است. شیب دو رابطهٔ خطی تفاوت معنی داری را در بین دو گونه نشان نمی دهد (P=۰/۲٤ ,*df* ۱, ۱۹ ,F=۱/۳۸) ، بنابراین می توان EQ دو گونه را مقایسه نمود (۲۱). اندازه نسبی مغز (EQ) در قره برون برابر با یک و کمی بزرگتر از گونه ازون برون (EQ=۰/٦) است.



شکل (۲): میانگین وزنی قسمت های مختلف مغز در ازون برون (A) و قره برون (B). میانگین های با حروف مختلف اختلاف معنی دار را نشان می دهد.

شدت تغییرات بخش های مختلف مغز

با افزایش اندازه بدن اندازه مغز بزرگتر می شود، اما شدت تغییرات وزن قسمت های مختلف مغز به وزن کل مغز و یا وزن بدن به یک اندازه نیست. در گونه ازون برون وزن دو بخش مغز پیشین و مغز میانی با افزایش وزن کل مغز ماهی، افزایش چندانی نشان نمی دهد و رابطه خطی بین وزن آنها و وزن مغز دارای شیب بسیار کمی است (جدول ۳). اما در سایر بخش ها با افزایش اندازه مغز، اندازه هر بخش نیز بزرگتر می شود، خصوصاً در مخچه که شدت تغییرات محسوس است. در گونه قره برون نیز بیشترین و کمترین شدت تغییرات وزن قسمت های مختلف مغز به وزن کل مغز به ترتیب در مخچه و مغز میانی دیده می شود.

بحث

بررسی های صورت گرفته بر روی ماهیان غضروفی و ماهیان استخوانی نشان از ارتباط بین مرفولوژی مغز با فعالیت های زیستی و رفتارهای اکولوژیکی این ماهیان دارد (۱۰ و ۱۳ و ۱٦). ساختار سیستم عصبی مرکزی یک گونه به نحوه زندگی آن مرتبط است (۱۵). رابطه بین حجم لوب بویایی (مغز پیشین) با قدرت یافتن طعمه با استفاده از حس بویایی، در برخی از ماهیان استخوانی به اثبات رسیده است (۱۳). همچنین تغییرات ساختار مغز (بخصوص مغز پیشین) در بچه آزاد ماهیان در زمان مهاجرت به دریا بمنظور به خاطر سپردن شرایط محیطی رودخانه، ثابت شده است (۸). بررسی های صورت گرفته روی حجم قسمت های مختلف مغز در ماهیان اعماق نشان از تغییر حجم مغز پیشین و مغز میانی همگام با گرایش به استفاده از حس بویایی بجای حس بینایی دارد (۲۲). نظر به اینکه اطلاعاتی در مورد سیستم عصبی ماهیان خاویاری وجود ندارد، انجام این تحقیق و بررسی ساختار مغز، فرضیات جدیدی را در خصوص رفتارهای اکولوژیکی احتمالی این ماهیان مطرح می نماید. در این تحقیق نمونه برداریها در فصول مختلف انجام گرفت و ماهیانی با اندازه و جنس مختلف مورد مطالعه قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

این قضیه موجب شد تا طیف گسترده تری از نمونه ها نسبت به تحقیقات مشابه بدست آید که تنها با تعداد محدود (۳ـ۱) نمونه از هر گونه انجام شده بود(۱۲ و ۲۲).

منطقه تکمیلی مغز

این بخش از مغز که شامل مغز پیشین و مخچه است در دو گونه از ماهیان مورد مطالعه محاسبه شد و درصد حجمی بدست آمده برای منطقه تکمیلی درگونه ازون برون و قره برون به ترتیب ۹۱/۷۹ و ۹۳/۷۵ می باشد. مخچه در دو گونه مورد بررسی توسعه بیشتری نسبت به سایر بخش ها دارد. مغز پیشین در این دوگونه تقریباً رشد کمتری نسبت به سایر بخش ها داشته و درصد حجمی آن در گونه ازون برون کمی بزرگتر از گونه قره برون است. نظر به اینکه ماهیان با قدرت بویایی زیاد دارای مغز پیشین بزرگی هستند (۱ و ٤)، حجم کم مغز پیشین در دو گونه بررسی شده بیانگر آن است که این ماهیان احتمالا کمتر از حس بویایی خود استفاده می‌کنند.

اندازه مخچه دراین دو گونه در مقایسه با کوسه ها بزرگتر است. بزرگ بودن مخچه می تواند مرتبط با گیرندگی الکتریکی باشد (۱). بالا بودن حجم مخچه در دو گونه ازون برون و قره برون احتمالاً نشان از آن دارد که این دو گونه درمقایسه با ماهیان غضروفی بیشتر از بخش تکمیلی و کمتر از بخش حسی جهت فعالیت های رفتاری بهره می گیرند. برای مثال در کوسه *Carcharhinus falciformis* درصد حجمی مخچه ۸/۹۱ و در کوسه *Prionace glauca* درصد حجمی مخچه ۷/۰٦ است (۱۲) که در مقایسه با دو گونه تحت مطالعه بسیار کم است. بزرگ بودن مخچه به حفظ وضعیت و تعادل ماهیان کمک می کند (٦ و ۲۳). درماهیان استخوانی پلاژیک مانند *Katsuwonus plamis* و *Tetropturus oudax* بترتیب ۲٤/۲٤ و ۲٦/۷۹ درصد از منطقه تکمیلی را مخچه تشکیل می دهد (۱۲). این در حالی است که در دو کوسه مذکور بخش عمده منطقه تکمیلی را مغز پیشین تشکیل می دهد. کوسه های پلاژیک حس بویایی قویی دارند و این موضوع دلیل اصلی بزرگی حجمی این منطقه در کوسه نسبت به گونه های ماهیان خاویاری است که حس بویایی به قوت کوسه ندارند.

منطقه حسی مغز

این بخش از مغز شامل مغز میانی و بصل النخاع است که در دو گونه ازون برون و قره برون منطقه حسی بترتیب دارای درصد حجمی ۸/۲۱ و ٦/۲۵ است. بصل النخاع درصد بیشتری از این منطقه را تشکیل می دهد. بصل النخاع در ازون برون و قره برون بترتیب ٦۸/۰٦ و ۷٦/۲۲ درصد حجم منطقه حسی را به خود اختصاص داده است. ماهیان خاویاری دارای سبیلک و آمپول های لورنزینی هستند (۲). سبیلک ها عمدتاً وظیفه یافتن غذا را داشته و به حس چشایی ماهیان بر می گردد. عصب دهی سبیلک ها ازعصب چهره ای منتهی به بصل النخاع، صورت می گیرد (۱). همچنین عصب آمپولهای لورنزینی، که در اطراف پوزه ماهیان خاویاری قرار دارد و جزء گیرندهای الکتریکی در ماهیان محسوب می شوند (۱٦)، به لوب واگ بصل النخاع ختم می شود. بنابراین می توان گفت که بدلیل وجود سبیلک‌ها و آمپول های لورنزینی بصل النخاع در این ماهیان نسبت به بخش بینایی توسعه یافته است. از طرف دیگر کفزی بودن ماهیان خاویاری و نور کم اعماق احتمال استفاده از حس بینایی را ضعیف می‌سازد.

درصد حجم نسبی منطقه بینایی در کوسه *Carcharhinus falciformis* و *Prionace glauca* بترتیب ۲/۳۸ و ۹/۷۳ درصد است (۱۲ و ۲۱) درحالی که در ماهیان استخوانی این منطقه خیلی بزرگ است و حس برتر در ماهیان استخوانی محسوب می شود. بعبارتی بزرگترین بخش مغز در ماهیان استخوانی پلاژیک، مغز میانی است (۱۸). این در حالی است که بزرگترین قسمت در ماهیان خاویاری قره برون و ازون برون مخچه می باشد. بنابراین کوسه ها بیشتر از حس بویایی و ماهیان استخوانی پلاژیک یا سطح زی بیشتر از حس بینایی بهره می جویند و ماهیان خاویاری

www.SID.ir

Archive of SID

احتمالاً از منطقه تکمیلی مغز و خصوصاً مخچه برای فعالیت های زیستی استفاده می کنند. نقش مخچه در جهت یابی و تعادل حرکات در ماهیان مختلف به اثبات رسیده است (۱۹). همچنین همبستگی بین اندازه مخچه و زیاد بودن آمپول های لورنزینی در بسیاری از ماهیان وجود دارد (٦).

اندازه نسبی مغز

این فاکتور ارتباط بین اندازه مغز و اندازه بدن را نشان می دهد. اندازه نسبی مغز در گونه قره برون بزرگتر از گونه ازون برون است. در ضمن فاکتور دیگری که EQ می تواند از آن متأثر باشد وضعیت بلوغ گروههای مورد بررسی است. نسبت اندازه مغز به بدن در ماهیان جوان بزرگتر از ماهیان بالغ است (۳). در نمونه هایی که در این مطالعه استفاده شد ۳ قره برون (از ۱۰ نمونه) نابالغ بود، بنابراین نتایج حاصله در خصوص EQ می تواند تا حد زیادی نتیجه وجود ماهیان نابالغ قره برون در جمع نمونه های بررسی شده باشد. بطور کلی EQ با محیطی که ماهیان در آن زندگی می کنند و همچنین با فاکتورهای اکولوژیک مانند فعالیت های تغذیه ای، شیوه زندگی، فعالیت های شنای سریع و قابلیت مانور بالای ماهی می تواند مرتبط باشد (٦ و ۱۰). با این همه عدم اختلاف اندازه نسبی مغز ماهیان بالغ (زمانی که نمونه های نابالغ در نظر گرفته نشوند) دو گونه بررسی شده نشان دهنده آن است که اندازه ماهی نقش مهمی در EQ دارد.

شدت تغییرات مناطق مختلف مغز

با افزایش اندازه ماهی تغییر در اندازه منطقه بویایی و بینایی خیلی کمتر از مخچه و بصل النخاع است، خصوصاً در گونه ازون برون که با افزایش وزن کل مغز، اندازه لوب های بویایی و بینایی تغییر چندانی نمی‌یابند. آنچه که بطور محسوس دیده می شود افزایش رشد مخچه با افزایش اندازه ماهی در هر دو گونه است. هر چه ماهی بزرگتر می شود بخش تکمیلی در نتیجه توسعه مخچه بیشتر می شود و بنظر می رسد فعالیت ماهیان بیشتر وابسته به بخش تکمیلی می گردد. در حالی که در منطقه بویایی و بینایی تغییرات محسوسی دیده نمی شود.

نتایج حاصل گویای آن است که در این دو گونه از ماهیان خاویاری منطقه تکمیلی و مخچه توسعه یافته می‌باشند. علاوه بر این بصل النخاع نسبتاً توسعه یافته تر از لوب بویایی و بینایی است که شاید بدلیل وجود سبیلک و آمپول لورنزینی در این ماهیان باشد.

منابع

۱- ستاری، م. (۱۳۸۲) ماهی شناسی، جلد ۲. انتشارات حق شناس، ٦٥٥ صفحه.

۲- شریعتی، ا. (۱۳۸۳) ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن. انتشارات نقش مهر، ۲۰۵ صفحه.

3- Bauchot, R., Bauchot, M. L., Platel, R. and Ridet, J. M. (1977) Brains of Hawaiian tropical fishes; brain size and evolution. *Copeia*, 1977, 42-46.

4- Broglio, C., Rodriquez, R. and Salas, C. (2003) Spatial cognition and its neural basis in teleost fishes. *Fish and Fisheries*, 4, 274-255.

5- Harder, W. (1975) Anatomy of fishes. Vol 2, Schweizerbart, Stuttgart, Germany. 283 pp.

6- Helfman, G., Collette, B. and Facey, D. (1997) The diversity of fishes. London; Blackwell publishing. 544 pp.

7- Herring, P. J., Priede, I. G., Bagely, P. M., Way, S. and Partridge, J. C. (2000) Observations of bioluminescence on the abyssal seafloor. *Luminescence*, 15, 211- 219.

8- Jarrard, H. E. (1997) Postembryonic changes in the structure of the olfactory bulb of the Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) across its life history. *Brain, Behavior and Evolution*, 49, 249-260.

9- Kawamura, G., Nishimura, W., Ueda, S. and Nishi, T. (1981) Vision in tunas and marlins. *Memoirs of the Kagoshima University Research Centre for the South Pacific* 1, 3-47.

www.SID.ir

Archive of SID

10-Kimley, A. P., Beavers, S. C., Curtis, T. H. and Jorgensen, S. J. (2002) Movements and swimming behavior of three species of sharks in La Jolla Canyon, California. *Environmental Biology of Fishes,* 63, 117-135.

11- Kotrschal, K., Van Staaden, M. J. and Huber, R. (1998) Fish brains: evolution and environmental relationships. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8, 373-408.

12- Lisney, T. J. and Collin, S. P. (2006) Brain morphology in pelagic fishes: a comparison between sharks and teleosts. *Journal of Fish Biology*, In press.

13- Meek, J. and Nieuwenhuys, R. (1997) Holosteans and teleosts. In *The central nervous system of vertebrates* (Eds Nieuwenhuys, R., Ten-Donkelaar, H. J. and Nicholson, C.), pp 759-938. Berlin: Springer-Verlag.

14- New, J. G. (2001) Comparative neurobiology of the elasmobranch cerebellum; theme and variations on a sensorimotor interface. *Environmental Biology of Fishe*s, 60, 93-108.

15- Nieuwenhuys, R. H., Ten-Donkelaar, H. J. and Nicholson, C. (1998) The meaning of it all. In *The central nervous system of vertebrates* (Eds Nieuwenhuys, R. H., Ten-Donkelaar, H. J. and Nicholson, C.), pp 2135-2195. Berlin; Springer-Verlag.

16- Northcutt, R. G. (1978) Brain organization in the cartilaginous fishes. In *Sensory biology of sharks, skates and rays* (Eds Hodgson, E. S. and Mathewson, R. F.), pp 117-193. Arlington; Office of Naval Research.

17- Pinet, P. R. (2000) Invitation to oceanography, 2nd edition. Jones and Bartlett, Boston, Massachusetts, pp 324, 326.

18- Priede, I. G., Williams, L. M., Wagner, H. J., Thom, A., Brierley, I., Collins, M. A., Collin, S. P., Merrett, N. R. and Yau, C. (1999) Implication of visual system in the regulation of activity cycles in the absence of solar light: 2-[^{125}I] iodomelatonin binding sites and melatonin receptor gene expression in the brains of demersal deep- sea gadiform fish. *Proceedings of the Royal Society of London*, 266, 2295-2302.

19- Singh, C. P. (1972) A comparative observation of the brain of some Indian freshwater teleosts, with special reference to their feeding habits. *Anatomischer Anzeiger*, 131, 234–237.

20- Tricas, T. C., Deacon, K., Last, P., McCosker, J. E., Walker, T. I. and Taylor, L. (1997) Sharks field guide. In *Sharks and rays* (Ed Taylor, L. R.), pp 132-199. Nature Company Guides, Time Life Book Series.

21- Wagner, H. J. (2001) Brain areas in abyssal demersal fishes. *Brain, Behavior and Evolution*, 57, 301-316.

22- Wagner, H. J. (2003) Volumetric analysis of brain areas indicates a shift in sensory orientation during development in the deep-sea grenadier *Coryphaenoides armatus*. *Marine Biology*, 142, 791-797.

23- Wootton, R. J. (1998) *Ecology of teleost fishes*. New York; Kluwer Academic Pblisher, pp 404.

www.SID.ir

Archive of SID

Brain morphology in *Acipenser stellatus* and *Acipenser persicus*

Bani A., Zadbagher F., Jadidi N.

Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, Guilan University, Guilan, I.R. of IRAN

Abstract

Sturgeons as the precious commercial fishes have co-evolved a number of adaptations to their habitat and lifestyle. The relationship between brain morphology and behavioral ecology has been confirmed in many chondrichthyes and teleost fish species. However, very little is known on the central nervous systems of sturgeon species. In this research, the relative brain size (encephalization) and the relative development of four brain areas in two sturgeons are investigated. Two integration areas (the telencephalon and the metencephalon or corpus cerebellum) and two sensory brain areas (mesencephalon and myelencephalon which receive primary projections from eye and octavolateralis senses, respectively) are examined. The analysis of brain size reveals that the integration area is developed more that the sensory area. The volume of cerebellum is significantly large in theses species, comprising up to two third of the total volume of brain. This is different from brain development of most teleost and chondrichthyes species, which have large mesencephalon and telencephalon, respectively. This study suggests that sturgeons have evolved different sensory strategies to cope with the demands of life in the depth of the sea.

Key words: brain morphology, behavioural ecology, sturgeon, encephalization.

www.SID.ir