Archive of SID

مطالعه کاریولوژیک ماهی انجک (*Schizothorax zarudnyi*) در منطقه زهک استان سیستان و بلوچستان

سید ولی حسینی[1]*، محمدرضا کلباسی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس
valihosseini814@hotmail.com
۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس
kalbas-m@modares.ac.ir

چکیده

در این تحقیق ویژگیهای سیتوژنتیکی ماهی انجک (*Schizothorax zarudnyi*) منطقه زهک زابل در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از روش له کردن و رنگ آمیزی گیمسا تعیین شد.

با شمارش کروموزومها در ۸۵ پلاک متافازی به دست آمده از ۱۵ عدد بچه ماهی ۱۰ گرمی، تعداد کروموزومهای این ماهی۹۶= ۲n و تعداد بازوهای کروموزومی آن ۱۴۲= NF تعیین گردید. کاریوتایپ کروموزومهای این گونه نشان داد که ماهی انجک دارای ۹ جفت کروموزوم متاسانتریک (m)، ۱۴جفت کروموزوم ساب متاسانتریک (sm) و ۲۵ جفت ساب تلوسانتریک (st) می باشد. به طور خلاصه می توان فرمول کاریوتایپ آن را به صورت ۲n = ۹m + ۱۴sm + ۲۵s-t اعلان نمود.

همچنین پارامترهای کاریولوژیک نشان داد که شاخص سانترومری، نسبت بازوها، طول نسبی و نیز دامنه تغییرات طول کروموزومهای این ماهی بترتیب بین ۲۵/۰۰µ- ۴۹/۲۴، ۱/۰۳- ۳/۵۵، ٪۰/۸۸- ۴/۱۳، ۱۴/۵۷µ- ۶۷/۷۰ متغیّر و مجموع طول کروموزومها برابر ۱۶۳۹/۱۶µ بود. بزرگترین کروموزوم ماهی انجک یک جفت کروموزوم ساب متاسانتریک (sm) می باشد.

در این تحقیق، بهترین کیفیت گسترشهای کروموزومی تهیه شده از دز ۵۰µg کلشی سین بر گرم وزن ماهی، ارتفاع پرتاب ۱۲۰cm و محلول هیپوتونیزاسیون تری سیترات سدیم ۱٪ در دمای ۴ درجه سانتیگراد حاصل شد.

کلید واژگان: کروموزوم، کاریولوژی، کاریوتایپ، ماهی انجک، *Schizothorax zarudnyi*، زهک.

۱- مقدمه

ماهی انجک متعلق به رده ماهیان استخوانی Teleostei، راسته کپورماهی شکلان Cypriniformes، رده شعاع بالگان Actinopterygii، خانواده کپورماهیان Cyprinidae و جنس *Schizothorax* است که پراکنش جهانی آن به آبهای شیرین مناطق نیمه گرمسیری غرب آسیا مربوط است. این ماهی بومی ایران است و در منطقه سیستان به وفور یافت می شود [۱، ۲].

ماهی انجک دارای دو جفت سبیلک، دهان زیرین و نعل اسبی شکل و دندان حلقی سه ردیفی به فرمول ۵۰۳۰۲- ۲۰۳۰۵ می باشد[۳]. این ماهی در دریاچه‌های با آب شیرین، قسمتهای پایین دست رودخانه ها با بستر ماسه‌ای توأم با گل و لای که در اطراف آن گیاهان آبزی مانند نی

* نویسنده عهده دار مکاتبات

www.SID.ir

Archive of SID

وجود دارد، زندگی می کند. با توجه به رشد نسبتاً خوب و نیز فراوانی آن در تالاب هامون، ارزش صید ورزشی و اقتصادی بالایی برای مردم سیستان دارد[۱].

ماهیان بیشترین تعداد گونه را در میان مهره‌داران دارایند در حالی که کاریوتایپ استاندارد فقط برای حدود۱۰٪ ماهیان گزارش شده است [۴].

به طور کلی در ماهیان انجام دادن هرگونه دستکاری کروموزومی از جمله ماده زایی، دورگه گیری، تولید تریپلوئیدی و غیره مستلزم دانستن تعداد و نوع کروموزومهای (کاریوتایپ) والدین می‌باشد. همچنین شناسایی کروموزوم ماهیان، هدف مهمی برای مطالعات مقایسه‌ای درخصوص بازگو کردن پلی مورفیسم کروموزومی و نیز نمونه‌ای برای مطالعات پیشرفته مولکولی است.

در ایران مطالعات کروموزومی بر روی برخی از کپور ماهیان نظیر ماهی سفید دریای خزر*Rutilus frisii kutum* [۵]، ماهی سیم *Abramis brama* [۶]، کپور علفخوار *Ctenopharyngodon idella* [۷] و کپور نقره‌ای *Hypophthalmichthys molitrix* [۸] انجام شده است اما هیچگونه مطالعه کروموزومی بر روی این ماهی گزارش نگردیده است. به همین علت پژوهش حاضر به منظور تعیین تعداد و نوع کروموزومهای ماهی انجک صورت گرفت و نتایج آن می تواند سرآغاز سایر تحقیقات ژنتیکی در مورد این گونه با ارزش باشد.

۲- مواد و روشها

برای انجام دادن مطالعات سیتوژنتیک، بچه ماهیان مورد نیاز از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان گرم آبی زهک واقع در شهرستان زابل تهیه و به آزمایشگاه ژنتیک دانشگاه زابل منتقل شدند. پس از تهیه گسترش کروموزومی، مطالعات میکروسکوپی مربوط در آزمایشگاه شیلات دانشگاه تربیت مدرس و آزمایشگاه ژنتیک مؤسسه تحقیقات و سرم سازی رازی کرج انجام پذیرفت.

در این مطالعه پانزده عدد بچه ماهی انجک با وزن تقریبی ۱۰g به کار گرفته شد.

به علت نیاز به سلولهایی که در مرحله متافاز تقسیم سلولی میتوز قرار دارند، از محلول کلشی سین به صورت تزریق عضلانی برای متوقف نمودن سلولها در مرحله متافاز سلولی استفاده شد. مقدار تزریق کلشی سین به ازای هر گرم از وزن ماهی در دو وضعیت ۲۵µg [۹] و ۵۰µg مورد آزمایش قرار گرفت.

تزریق با سرنگ انسولین به قسمت ناحیه پشتی عضله ماهی انجام پذیرفت. پس از تزریق، ماهیان به مدت۱۰ ساعت در آکواریوم کاملاً هوادهی شده رها شدند. سپس بخش قدامی کلیه و در مواردی که مقدار بافت جمع آوری شده از کلیه کم بود، سلولهای اپی اتلیال آبشش نیز به همراه آن استخراج گردید.

برای متورم شدن یاخته‌ها و جداسازی کروموزومهای متافازی از یکدیگر از محلول هیپوتونیک با فشار اسمزی پایینتر نسبت به یاخته‌ها (تری سیترات سدیم ۱٪ و کلرید پتاسیم ۰/۰۷۵M) به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه در دو دمای ۴ و ۲۵°C استفاده شد. پس از انقضای مدت مذکور، محلول به کمک پیپت پاستور هموژن و سپس با دور (rpm)۱۳۰۰ (بار در دقیقه) به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید. سپس محلول رویی دور ریخته شد. برای تثبیت نمونه ها قبل از رنگ آمیزی از محلول خنک فیکساتیو کارنوی (۳ قسمت متانول: ۱ قسمت اسید استیک گلاسیال) به مدت ۳۰ دقیقه همراه با سه تعویض۱۰ دقیقه ای استفاده شد.

لامهای مورد نیاز پس از شستشو با آب مقطر در الکل۵۰٪ قرار داده شد تا بخوبی تمیز شوند. آنگاه لامها برروی هات پلیت (صفحه گرم) تا دمای۴۰°C گرم و سپس سه تا چهار قطره از سوسپانسیون سلولی به وسیلهٔ پیپت برداشته شد. پس از این مرحله از دو ارتفاع ۶۰ و ۱۲۰cm برروی لامها پرتاب گردیدند. این دو ارتفاع به منظور بررسی تأثیر ارتفاع برکیفیت تشکیل گسترشهای کروموزومی مورد آزمون قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

لامهای تهیه شده پس از خشک شدن در مجاورت هوا با رنگ گیمسای ۱۰٪ به مدت ۸ دقیقه رنگ آمیزی شدند، سپس با آب مقطر شستشو داده شده و در محیط آزمایشگاه خشک گردیدند. از آنجا که در مطالعات کروموزومی، معمولاً تعداد توده‌های کروموزومی با پراکنش مناسب برای شمارش، از یک لام به لام دیگر متفاوت می‌باشند، به همین دلیل در مطالعه حاضر ۸۵ توده متافازی مورد شمارش قرار گرفت.

بررسی میکروسکوپی لامهای تهیه شده به وسیلهٔ میکروسکوپ نوری لیکا[1] انجام شد. با مشاهده گسترشهای کروموزومی مناسب، جداولی که مربوط به مختصات کروموزوم روی لامها بودند، ترسیم گردید. سپس با فتومیکروسکوپ نیکون[2] از متافازهای مناسب، با درشتنمایی ۱۰۰۰ × عکسبرداری شد. عکس‌ها پس از بزرگنمایی برای تهیه کاریوگرام و ایدیوگرام مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور تهیه کاریوگرام از نرم افزار فتوشاپ۶ و اکسل[3] تهیه ایدیوگرام از نرم افزار Paint استفاده شدند. پس از مشخص کردن پارامترهای کاریولوژیک، براساس روش [۱۰] نوع کروموزومها و فرمول کروموزومهای متاتاتلوسانتریک مشخص گردید. سایر پارامترهای کاریولوژیک از قبیل شاخص سانترومری، نسبت بازوها و طول نسبی کروموزومها نیز بترتیب از روابط ۱ تا ۳ محاسبه شد[۱۱].

۱) ۱۰۰×[طول کل کروموزوم/طول بازوی کوتاه]= **شاخص سانترومری**

۲) [طول بازوی کوتاه / طول بازوی بلند]= **نسبت بازوها**

۳) ۱۰۰ × [طول کلی تمام کروموزومها در یک سری هاپلوئید/ طول کل کروموزوم] = **طول نسبی**

پس از انجام اعمال فوق، کاریوگرام کروموزومی(سری دیپلوئید) به روش دستی، و ایدیوگرام کروموزومی(سری هاپلوئید) با استفاده از رایانه ترسیم شد.

۳- نتایج

تعدادکروموزومهای ماهی انجک با توجه به (جدول۱) و با استفاده از فرمول محاسبه میانگین ۲n=۹۶ تعیین شد. نوع کروموزوم و سایر پارامترهای کاریولوژیک در (جدول۳) نشان داده شده است. با توجه به این جدول، این ماهی دارای ۹ جفت کروموزوم متاسانتریک، ۱۴ جفت کروموزوم ساب متاسانتریک و ۲۵ جفت کروموزوم ساب- تلوسانتریک است که فرمول کروموزومی آن را به صورت $2n=9m+14sm+25a-t$ می‌توان اعلان کرد. بزرگترین کروموزوم در کاریوتایپ تهیه شده از این ماهی یک جفت کروموزوم ساب‌متاسانتریک است. مجموع طول کروموزومهای هاپلوئید و برخی دیگر از خصوصیات کاریوتایپ ماهی انجک در (جدول۲) آمده است.

جدول۱ فراوانی کروموزومها در پلاکهای متافازی بررسی شده

تعداد کروموزومها در هر پلاک متافازی	۱۰۱	۹۸	۹۶	۹۵
تعداد پلاکهای متافازی	۱	۳	۷۹	۲

جدول۲ خلاصه صفات کاریوتایپ در ماهی انجک *Schizothorax zarudnyi*

مجموع طول کروموزوم* (هاپلوئید)	**مجموع طول بازوی بلند**	**مجموع طول بازوی کوتاه**	**2n**	**NF****
۱۶۳۹/ ۱۶	۱۲۲۶/۶۲	۴۱۲/۵۴	۹۶	۱۴۲

* طولهای داده شده برحسب میکرون می باشند.

**تعداد بازوهای کروموزومی

1. Leica
2. Nikon
3. Photoshop 6 & Excel

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ جدول شاخص سانترومری ماهی انجک *Schizothorax zarudnyi*

شماره کروموزوم	بازوی کوتاه(µm)	بازوی بلند(µm)	طول کلی کروموزوم (µm)	شاخص سانترومری	نسبت بازوها	طول نسبی ٪	نوع کروموزوم
۱	۲۹/۴۳	۳۱/۸۳	۶۱/۲۶	۴۸/۰۲	۱/۰۸	۳/۷۳	**M**
۲	۲۳/۹۰	۲۸/۸۶	۵۲/۷۶	۴۵/۲۹	۱/۲۸	۳/۲۱	**M**
۳	۲۱/۹۳	۲۴/۷۶	۴۶/۶۹	۴۶/۹۴	۱/۱۳	۲/۸۴	**M**
۴	۲۰/۰۲	۲۳/۳۲	۴۳/۳۴	۴۶/۱۹	۱/۱۶	۲/۶۴	**M**
۵	۲۰/۰۹	۲۲/۹۲	۴۳/۰۱	۴۶/۹۵	۱/۱۳	۲/۶۲	**M**
۶	۲۰/۲۳	۲۰/۹۳	۴۱/۱۶	۴۹/۲۴	۱/۰۳	۲/۵۱	**M**
۷	۱۹/۱۵	۲۲/۰۵	۴۱/۲	۴۶/۴۸	۱/۱۵	۲/۵۱	**M**
۸	۱۹/۰۵	۲۲/۰۰	۴۱/۰۵	۴۶/۴۰	۱/۱۵	۲/۵	**M**
۹	۱۷/۱۰	۱۹/۸۵	۳۶/۹۵	۴۶/۲۷	۱/۱۶	۲/۲۵	**M**
۱۰	۲۹/۵۰	۳۸/۲۰	۶۷/۷۰	۴۳/۴۸	۱/۳۴	۴/۱۳	**Sm**
۱۱	۲۲/۹۲	۳۴/۲۴	۵۷/۱۶	۴۰/۰۱	۱/۴۹	۳/۴۸	**Sm**
۱۲	۱۸/۲۵	۳۷/۵۰	۵۵/۷۵	۳۲/۷۳	۲/۰۵	۳/۴	**Sm**
۱۳	۲۱/۲۲	۳۲/۲۶	۵۳/۴۸	۳۹/۶۸	۱/۵۲	۳/۲۶	**Sm**
۱۴	۲۳/۳۴	۲۹/۴۳	۵۲/۷۷	۴۴/۲۶	۱/۲۶	۳/۲۱	**Sm**
۱۵	۱۸/۳۹	۲۳/۳۴	۴۱/۷۳	۴۳/۸۲	۱/۰۳	۲/۵۴	**Sm**
۱۶	۱۲/۷۳	۲۵/۱۸	۳۷/۹۱	۳۳/۴۸	۱/۹۹	۲/۳۱	**Sm**
۱۷	۱۰/۴۹	۲۶/۸۸	۳۷/۳۷	۲۸/۶۳	۳/۵۵	۲/۲۷	**Sm**
۱۸	۱۵/۲۸	۲۲/۰۷	۳۷/۳۵	۴۱/۷۰	۱/۴۷	۲/۲۷	**Sm**
۱۹	۱۰/۱۹	۲۶/۹۹	۳۷/۱۸	۲۷/۴۳	۲/۶۴	۲/۲۶	**Sm**
۲۰	۱۵/۹۱	۲۰/۳۱	۳۶/۲۲	۴۳/۲۶	۱/۵۰	۲/۲	**Sm**
۲۱	۹/۴۷	۲۶/۱۷	۳۵/۶۴	۲۶/۵۶	۲/۴۹	۲/۱۷	**Sm**
۲۲	۷/۰۵	۲۱/۱۵	۲۸/۲۰	۲۵/۰۰	۳/۰۰	۱/۷۲	**Sm**
۲۳	۶/۹۰	۲۰/۳۰	۲۷/۲۰	۲۵/۳۶	۲/۹۴	۱/۶۵	**Sm**
۲۴	۰/۰۰	۳۳/۹۵	۳۳/۹۵	۰/۰۰	∞	۲/۰۷	**s-t**
۲۵	۰/۰۰	۳۲/۰۰	۳۲/۰۰	۰/۰۰	∞	۱/۹۵	**s-t**
۲۶	۰/۰۰	۳۰/۴۲	۳۰/۴۲	۰/۰۰	∞	۱/۸۵	**s-t**
۲۷	۰/۰۰	۲۸/۶۹	۲۸/۶۹	۰/۰۰	∞	۱/۷۵	**s-t**
۲۸	۰/۰۰	۲۸/۵۸	۲۸/۵۸	۰/۰۰	∞	۱/۷۴	**s-t**
۲۹	۰/۰۰	۲۸/۳۰	۲۸/۳۰	۰/۰۰	∞	۱/۷۲	**s-t**
۳۰	۰/۰۰	۲۸/۰۲	۲۸/۰۲	۰/۰۰	∞	۱/۷	**s-t**
۳۱	۰/۰۰	۲۸/۰۱	۲۸/۰۱	۰/۰۰	∞	۱/۷	**s-t**
۳۲	۰/۰۰	۲۷/۱۶	۲۷/۱۶	۰/۰۰	∞	۱/۶۶	**s-t**
۳۳	۰/۰۰	۲۶/۶۰	۲۶/۶۰	۰/۰۰	∞	۱/۶۲	**s-t**
۳۴	۰/۰۰	۲۵/۵۳	۲۵/۵۳	۰/۰۰	∞	۱/۵۵	**s-t**
۳۵	۰/۰۰	۲۵/۴۸	۲۵/۴۸	۰/۰۰	∞	۱/۵۵	**s-t**
۳۶	۰/۰۰	۲۵/۲۵	۲۵/۲۵	۰/۰۰	∞	۱/۵۴	**s-t**
۳۷	۰/۰۰	۲۴/۸۱	۲۴/۸۱	۰/۰۰	∞	۱/۵۱	**s-t**

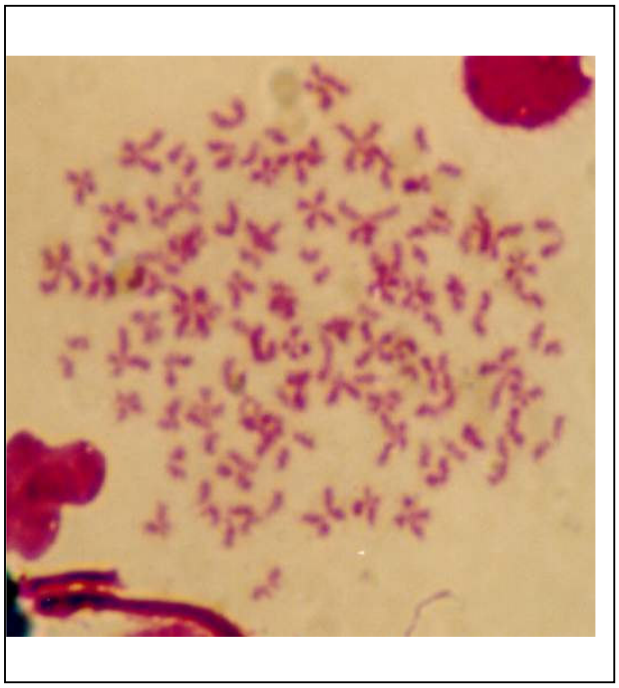
www.SID.ir

Archive of SID

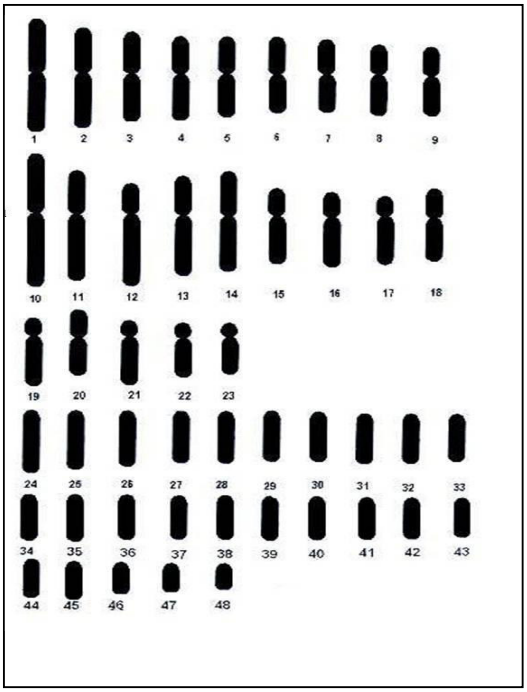
ادامه جدول ۳

شماره کروموزوم	بازوی کوتاه(µm)	بازوی بلند(µm)	طول کلی کروموزوم (µm)	شاخص سانترومری	نسبت بازوها	طول نسبی ٪	نوع کروموزوم
۳۸	۰/۰۰	۲۴/۷۶	۲۴/۷۶	۰/۰۰	∞	۱/۵۱	**s-t**
۳۹	۰/۰۰	۲۴/۳۷	۲۴/۳۷	۰/۰۰	∞	۱/۴۸	**s-t**
۴۰	۰/۰۰	۲۴/۰۵	۲۴/۰۵	۰/۰۰	∞	۱/۴۶	**s-t**
۴۱	۰/۰۰	۲۴/۰۵	۲۴/۰۵	۰/۰۰	∞	۱/۴۶	**s-t**
۴۲	۰/۰۰	۲۳/۹۱	۲۳/۹۱	۰/۰۰	∞	۱/۴۵	**s-t**
۴۳	۰/۰۰	۲۲/۶۴	۲۲/۶۴	۰/۰۰	∞	۱/۳۸	**s-t**
۴۴	۰/۰۰	۲۱/۹۳	۲۱/۹۳	۰/۰۰	∞	۱/۳۳	**s-t**
۴۵	۰/۰۰	۲۱/۰۱	۲۱/۰۱	۰/۰۰	∞	۱/۲۸	**s-t**
۴۶	۰/۰۰	۱۶/۲۹	۱۶/۲۹	۰/۰۰	∞	۰/۹۹	**s-t**
۴۷	۰/۰۰	۱۵/۷۰	۱۵/۷۰	۰/۰۰	∞	۰/۹۹	**s-t**
۴۸	۰/۰۰	۱۴/۵۷	۱۴/۵۷	۰/۰۰	∞	۰/۸۸	**s-t**

m : کروموزوم متاسانتریک **sm** : کروموزوم ساب متاسانتریک **s-t** : کروموزوم ساب- تلوسانتریک



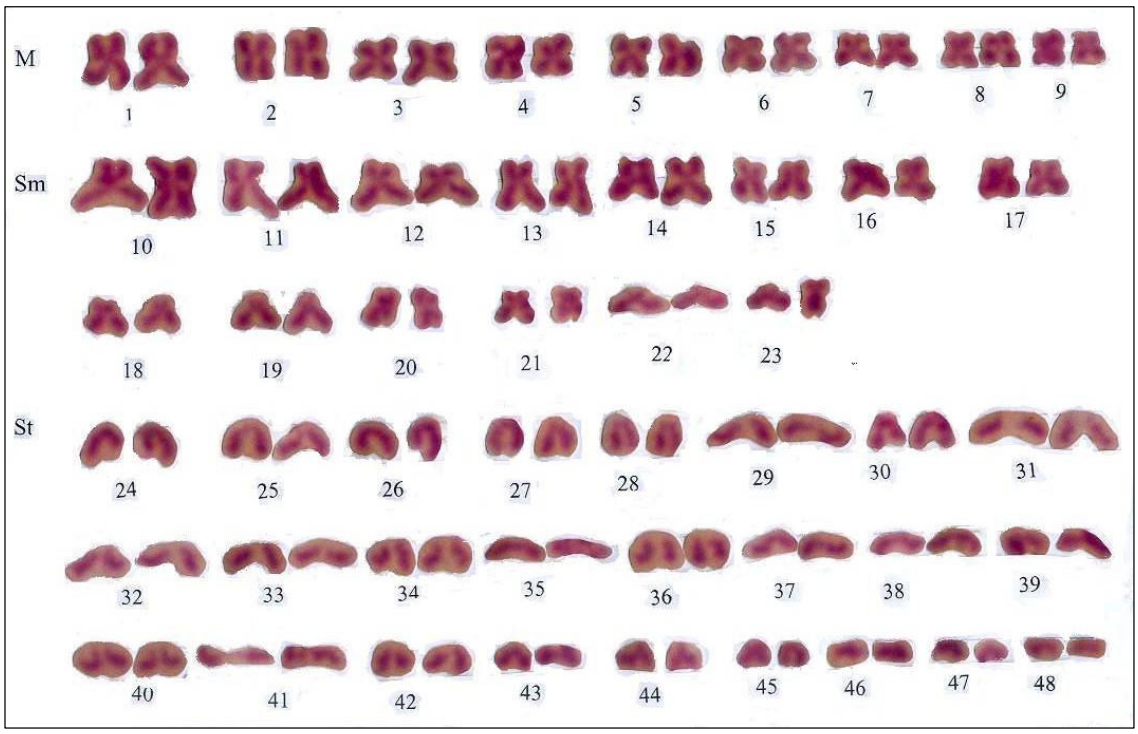
تصویر۱ گستره کروموزومی در ماهی انجک *Schizothorax zarudnyi* ، ۲n =۹۶



تصویر۲ ایدیوگرام ماهی انجک *Schizothorax zarudnyi* ، ۲n=۹۶

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر۳ کاریوگرام ماهی انجک *Schizothorax zarudnyi* ، ۹۶= ۲n

۴- بحث و نتیجه‌گیری

در آبزیان مطالعات کروموزومی به روشهای مختلف صورت می‌گیرد. از جمله این روشها می توان به روش *In vitro* که در آن گلبولهای سفید خون، مایع شکمی یا بافت کشت داده می‌شود [۱۲، ۱۳ و۱۴] و روش *In vivo* که در آن پس از تزریق محلول کلشی سین به ماهی، بافتهای فعال از نظر تقسیم سلولی نظیر کلیه، طحال، کبد، سلولهای اپی اتلیال آبششها [۹، ۱۵ و ۱۶]، قرنیه [۱۷] و باله و فلسها [۱۸] استخراج می گردد یا قرار دادن لارو ماهی در محلول کلشی سین [۱۹] می توان اشاره کرد.

در این تحقیق از سلولهای سوماتیکی – سلولهایی که دارای تعداد کروموزوم اصلی اند– برای تعیین تعداد کروموزوم استفاده شد. سلولهای مذکور از کلیه و آبشش به دلیل وجود تعداد زیاد سلول در مرحله تقسیم میتوز، تهیه گردیدند. مطالعه گسترشهای کروموزومی تهیه شده، بیانگر وجود تفاوت بسیار زیاد در اندازه کروموزومها بوده و انواع کروموزومهای متاتاتلوسانتریک قابل مشاهده است.

اصول و روش مطالعات کروموزومی در تمام موجودات زنده مشابه است. متوقف کردن سلولهای در حال تقسیم در مرحله متافاز، تیمار هیپوتونیک، تثبیت نمونه ها، تهیه لام و رنگ آمیزی از مراحل مورد استفاده در تهیه هر نوع گسترش کروموزومی اند. در آزمایشهای انجام شده روی ماهیان انجک، مقایسه‌ای بین دز تزریق کلشی سین، نوع محلول هیپوتونیک، درجه حرارت محلول هیپوتونیک و ارتفاع پرتاب سوسپانسیون سلولی تهیه شده به منظور بررسی تأثیر آنها برروی کیفیت گسترش سلولی صورت پذیرفت. در پایان آزمایش مشخص شد در ماهی انجک در زمانی که از کلشی سین با دز ۵۰µg، محلول هیپوتونیزاسیون تری سیترات سدیم

www.SID.ir

Archive of SID

۱٪ سرد شده با دمای ۴°C و ارتفاع پرتاب۱۲۰cm استفاده گردد، گسترش سلولی خوبی به دست خواهد آمد.

تعداد نرمال کروموزومهای دیپلوئید در ماهیان حدود ۵۰ عدد ذکر شده است و بیشتر گونه‌های کپور ماهیان نیز تعدد کروموزومهای دیپلوئید را نشان داده اند. در عین حال سطوح متفاوت پلی پلوئید نیز در ماهیان گزارش شده است [۲۰]. ماهیانی که دارای چندین سری کروموزومی و بیش از ۵۰ کروموزوم باشند را پلی پلوئید معرفی می کنند. پلی پلوئیدی نقش مهمی را در تکامل و بقای ماهیان ایفا می کند زیرا لوکوسهای ژنی فراوانی را برای فرار از فشار انتخاب طبیعی که مولکولهای فعال را حفظ می‌کند، فراهم می آورد [۲۱]. Khuda و همکاران در گزارش خود، سال ۱۹۸۲، به پلی پلوئید بودن ماهی *Schizothorax niger* صید شده از کشمیر هندوستان اشاره کرده‌اند [۲۱]. همچنین وجود حالت پلی پلوئیدی در دیگر گونه‌های کپور ماهیان از جمله *Tor putitora,Tor khudree & Tor toror* گزارش شد[۲۲]. بنابراین باتوجه به تعداد کروموزومهای ماهی انجک و مقاوم بودن این ماهی نسبت به شرایط محیطی، احتمال پلی پلوئید بودن این ماهی متصور است.

غلظت زیاد و طولانی بودن مدت تأثیر کلشی سین باعث تراکم زیاد و کوچک شدن کروموزومها و کوتاه شدن بازوهای کروموزومی می‌گردد [۲۳]. این مسأله تشخیص بازوهای کوتاه کروموزومهای آکروسانتریک را مشکل می‌سازد و در نتیجه اشتباهاتی در تفکیک انواع کروموزومها رخ داده که در نهایت به صورت تفاوت در کاریوتایپهای به دست آمده بروز می نماید. از طرفی دیگر تشخیص کروموزومهای همولوگ در ماهیان به علت کوچکی اندازه آنها و گاهی به دلیل فشردگی زیاد بازوهای کروموزومی دشوار و گاهی غیرممکن است برای غلبه بر این مشکل می توان به روشهای نواربندی کروموزومی(باندینگ)[1] مبادرت نمود.

تاکنون کاریوتایپ برخی از اعضای جنس *Schizothorax* مشخص شده است که از جمله آنها می‌توان به *S. richardsonii* با تعداد کروموزوم ۲n=۹۸، تعداد بازوهای کروموزومی NF=۱۵۴ و فرمول کروموزومی ۲n=۱۶m+۴۰t+۴۲ و *S. kumaonensis* با تعداد کروموزوم ۲n=۹۸، تعداد بازوهای کروموزومی NF=۱۲۶ و فرمول کروموزومی ۲n=۱۸m+۱۰t+۷۰a می‌توان اشاره نمود [۲۴] علاوه بر این آنها برای اولین بار وجود میکروکروموزومها را در *S. richardsonii* گزارش کردند اما در تحقیق حاضر هیچگونه میکروکروموزومی در *S. zarudnyi* مشاهده نشد. از آنجا که چنین تحقیقی تاکنون روی ماهی انجک گزارش نشده است، مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات مشابه مقدور نبود. بنابراین انجام تحقیقات وسیع‌تر در این خصوص قابل توصیه است.

۵- سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند به منظور مساعدت و همکاری در اجرای این تحقیق از همکاران و عزیزان نامبرده تشکر و قدردانی نمایند:

مهندس پیری و مهندس هاشمی از معاونت تکثیر و پرورش ماهی اداره کل شیلات سیستان. خانم گنجعلی سرپرست آزمایشگاههای آموزشکده دامپزشکی دانشگاه زابل، مهندس کمالی سرپرست آزمایشگاه شیلات دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، مهندس کاظمی سرپرست آزمایشگاه بافت شناسی انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری رشت، خانم پرمور کارشناس آزمایشگاه ژنتیک مؤسسه سرم سازی رازی کرج و مهندس رضا طاهرگورابی به خاطر همه کمک‌هایشان.

1. Banding

www.SID.ir

Archive of SID

۶- منابع

[۱] عبدلی، ا.، "ماهیان آبهای داخلی ایران"، موزه حیات وحش ایران؛ ۱۳۸۷؛ ص. ۳۷۷.

[2] Bianco, P. G., Banarescu, P. "A contribution to the knowledge of the cyprinidae of Iran (Pisces, Cypriniformes) (3)", Cybium 6(2); 1982; pp. 75-96.

[۳] وثوقی، غ.، مستجیر، ب.، "ماهیان آب شیرین ایران"، تهران: انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۱؛ ص. ۳۱۷.

[4] Gold, J. R., Loy, C., Shipley, N. S., Powers, P. K., "Improved methods for working with fish chromosome with a review of metaphase chromosome banding", *J. F. Biol;* 1990; 37: pp. 563-575.

[۵] نوروز فشخامی، م.، "بررسی کاریوتایپ ماهی سفید دریای خزر (Kamensky) *Rutilus frisii kutum*"، *مجله علمی شیلات ایران؛* ۱۳۷۴؛ شماره ۱؛ صص ۷۱-۶۴.

[۶] نهاوندی، ر.، امینی، ف.، رضوانی، س.، "بررسی سیتوژنتیک ماهی سیم *Abramis brama* حوزه جنوبی دریای خزر"، *مجله علمی شیلات ایران؛* ۱۳۸۰؛ شماره ۳؛ صص ۸۹-۱۰۰.

[۷] نوروز فشخامی، م.، پورکاظمی، م.، کلباسی، م.، "تهیه کاریوتایپ ماهی کپور علفخوار *Ctenopharyngodon idella*"، *مجله علمی شیلات ایران؛*۱۳۸۱؛ شماره ۳؛ صص ۱۴۴-۱۳۷.

[۸] وارسته، ا.، حسین زاده مقدم، م.، پورکاظمی، م.، نوروز فشخامی، م.، "بررسی تعدادکروموزومهای ماهی کپور نقره‌ای *Hypophthalmichthys molitrix* و تهیه کاریوتایپ آن"، *مجله علمی شیلات ایران؛* ۱۳۸۱؛ شماره۱؛ صص ۱۰۷-۱۱۴.

[9] Kingerman. A. D., Bloom, S. E., "Rapid chromosome preparations from solid tissues of fishes", *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*; 1977b; 34: pp. 266-269.

[10] Macgregor, U. C., Chromosome preparation and analysis. Chapter 6; 1993; pp. 177-186.

[11] Thorgaard, G. H., Disney, J. E.; Chromosome preparation and analysis. Chapter 6, 1993; pp.171-186.

[12] Heckman, J. R., Brubaker, P. E.; "Chromosome preparation from fish blood leucocytes"; *Progve Fish Cult*; 1970; 32: pp. 296-247.

[13] Ojima, Y., Hitotsumachi, S., Hayashi, M.; "A blood culture method for fish chromosome"; *Jap. J. Genet;* 1970; 45: pp. 161-162.

[14] Al-Sabti, K.; "Chromosomal studies by blood leukocyte culture techniques on tree samonids from Yugoslavian waters", *J. F. Biol* 1985; 26: 1983; pp. 5-12.

[15] Sharma, A. K.; Chromosome techniques: theory and practice. 2nd ed. London University Park Press, Baltimore, Butter Worths; 1972.

[16] Lieppman, M., Hubbs, C.; "A caryological analysis of two cyprinid fishes *Notemigonus crysdeuscas* and *Notropis lutrensis"*; *Tex. Rep. Bid. Med;* 1969; 27: pp.427-435.

[17] Drewry, G.; Chromosome number in fishes. Bull. Thx. Mem. Mus. bull. Thx. Mem. Mus. 1964; pp. 5-72.

[18] Denton, T. E.; Howll, W. M.; A technique for obtaining chromosomes from the seale epithelium of teleost fishes. Copeia; pp. 392-394.

[19] Baski. S. M., Means, J. C.; "Early preparation of chromosomes from stages of fish for cytogenetic analysis"; *J. Fish. Biol*; 32; 1988; pp. 321-325.

[20] Kirpichnikov, V. S.; Genetic basis of fish selection. 1981.

[21] Oellermann, L. K., Skelton, P. H.; "Hexaploidy in yellow fish specoes (Cyprinidae) form southern Africa"; *J. F. B*. 1990; 37: pp. 105-115.

[22] Khuda–Bukhsh, A. R., Nayak, K.; "Karyomorphological studied in two species of

www.SID.ir

Archive of SID

hillstream fishes from Kashmir, India"; Chromosome. Inf. Serv; 1982; 33: pp. 12-14.

[23] Beck, M. L., Bigger, C. J., Dupree, H. K.; "Caryological analysis of *Ctenopharyngodon idella*, *Aristichthys nobilis,* and their F1 Hybrid"; *Transact. Amer. Fish. Soc*. 1980; 109: pp. 133-438.

[24] Lakara, W. S., John, G., Barat, A.; "Cytogenetic studies on endangered and threatened fishes 2 karyotypes of two species of Snow-trout, *schizothorax richardsonii* (Gray) and *S. kumaonensis"*; *Proc Natl. Acad. Sci. India. B Biol. Sci*; 1997; 67: (1): 1997; pp. 79-81.

www.SID.ir