



بررسی چرخه اووژنز سوسمار سبز خزری در استان مازندران

سید محمد کشاورز، ویدا حجتی*، رضا بهنیا فر

گروه زیست‌شناسی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران

*مسئول مکاتبات: vida.hojati@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۷

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۰

چکیده

سوسمار سبز خزری متعلق به خانواده لاسرتیده، روز فعال بوده و زیستگاه اصلی آن در ایران غالباً نواحی خزری و استان‌های شمالی کشور می‌باشد. در این مطالعه که از فروردین تا مهر ماه در استان مازندران انجام شد، ۲۴ نمونه ماده از سه ایستگاه گوهرباران، آبدانسر و آبدانکش در اطراف شهرستان ساری به منظور بررسی چرخه اووژنز این گونه در گشت‌های روزانه و با دست جمع‌آوری شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، با کلروفورم بیهوش شدند و صفات مورفومتریک بدن و تخمدان‌ها اندازه‌گیری شد. در طی دوره فعالیت این گونه، تخمدان ۲۴ نمونه ماده بالغ مورد بررسی ریختی و بافتی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد ماده‌ها در اواسط فروردین، اووژنز و ویتلوژنز خود را آغاز می‌کنند. اووژنز این گونه دارای سه مرحله غیرفعال، زرده‌سازی و تخم‌آویداکتی است. اووژنز از اواسط اردیبهشت تا اوایل خرداد به اوج خود رسیده و از اواسط مرداد به بعد کاملاً خاتمه می‌یابد. تخم‌گذاری از اواخر اردیبهشت تا اواخر خردادماه صورت می‌گیرد. تخمدان‌ها زوج و کیسه‌ای بوده و بطور میانگین ۱۱ فولیکول در هر تخمدان موجود است. لایه فولیکولی در این مارمولک پلی‌مورفیک و چندلایه است. چرخه اووژنز این گونه از نوع فصلی و از نوع پیوسته است.

کلمات کلیدی: سوسمار، لاسرتیده، اووژنز، تخمدان

مقدمه

هستند. اکثر سوسماران تخم‌گذارند. دستگاه تولیدمثلی در جنس ماده شامل یک جفت تخمدان و یک جفت اویداکت می‌باشد. تخمدان‌های زوج کیسه‌ای شکل درون حفره بدن قرار دارند و هر تخمدان به واسطه چین صفاقی به نام مزواریوم به دیواره پشتی بدن متصل است. تخمدان‌ها شکل نامنظمی دارند و اندازه‌ی آنها در طی اووژنز متغیر است [۳]. اویداکت‌ها در قسمت فوقانی توسط استیوم‌های شکاف مانندی به سلوم و در انتها بطور مستقیم به کلواک ختم می‌شوند. تخم مارمولک‌ها فاقد آلبومن بوده و غدد اویداکتی مشاهده نمی‌گردد. تخم-ها بوسیله انقباضات ماهیچه‌ای به طرف پایین اویداکت هدایت می‌گردند تا به غده‌ی پوسته‌ساز می‌رسند. اندازه اویداکت در فصول مختلف سال متغیر است و حداکثر اندازه آنها در فصل تولیدمثلی است. اویداکت‌ها همان مجاری مولر هستند که طویل و لوله‌ای شکل و دارای دیواره نازک هستند. حضور فیبرهای نازک الاستیک در

سوسمارها از نظر هرم انرژی دارای ارزش اکولوژیکی بالایی بوده و نقش بسزایی در زنجیره‌های غذایی و شبکه-ی حیات دارند. آنها منبع غذایی بسیاری از جانوران از جمله پرندگان، خزندگان و پستانداران محسوب می‌شوند همچنین یکی از عوامل طبیعی کنترل‌کننده‌ی جمعیت بندپایان به حساب می‌آیند. امروزه بخاطر جلوگیری از انقراض آنها، کشتن این حیوانات، غیرقانونی اعلام شده است. اگر جمعیت مارمولک‌های خانگی حفظ شود، جامعه‌ی شهری می‌تواند بخاطر از بین رفتن یا کاهش جمعیت حشرات آلوده از بهداشت و سلامت بیشتری برخوردار شود، بنابر این مطالعه روی این جانوران ضروری بنظر می‌رسد. خزندگان در میان آمینون داران بخاطر نمایش هر دو روش تخم‌گذاری و زنده‌زایی مورد توجه و با ارزش هستند. آنها همچنین چرخه‌های تولیدمثلی دارند فصلی یا دائمی دارند. اگر چه وضعیت دو جنسی غالب است اما تعدادی از سوسمارها پارتنوژنز



روی این گونه اندک و در حد گزارشات منطقه‌ای بوده است. علی‌رغم بررسی‌ها و مطالعات گسترده‌ای که بر روی پراکنش گونه‌ها صورت گرفته، مطالعات کمی بر روی چرخه‌های تولیدمثلی آنها در ایران انجام شده است. لذا در این راستا برای شناخت فرایند اوژنز در سوسمار سبز خزری در شمال ایران و استان مازندران تحقیق حاضر آغاز گردید.

مواد و روش کار

ایستگاه‌های مورد مطالعه: این مطالعه از فروردین تا مهر ماه ۱۳۹۲ صورت گرفت و سه ایستگاه مطالعاتی در حوالی شهرستان ساری در استان مازندران انتخاب شدند:

- ۱- گهربازان در ۲۵ کیلومتری شمال ساری با ارتفاع متوسط ۷ متر از سطح دریا. ۲- آبنانس در ۵ کیلومتری جنوب شرقی ساری با ارتفاع متوسط ۱۲ متر از سطح دریا. ۳- آبنانکش در ۷ کیلومتری جنوب شرقی ساری با ارتفاع متوسط ۱۲ متر از سطح دریا. این مناطق دارای آبراهه، مرداب و یا رودخانه‌ها، با پوشش گیاهی استپی و اغلب بوته‌ای می‌باشد و در نواحی فاقد رودخانه یا آبراهه این گونه به ندرت مشاهده می‌شود. متوسط حداکثر دما در گرمترین ماه سال (مرداد) ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (دی) ۱/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بارندگی در تمام سال وجود دارد که حداکثر آن در آذرماه با ۹۳ میلی‌متر و حداقل آن در تیرماه با ۲۷ میلی‌متر می‌باشد و در مجموع با داشتن متوسط سالیانه ۷۲۸ میلی‌متر بارندگی در تمام ماه سال از شرایط آب و هوای معتدل و مرطوب برخوردار است.

جمع‌آوری نمونه: در ۱۵ فروردین به دلیل برودت هوا و نامساعد بودن شرایط جوی گونه مورد نظر در محل یافت نشد و احتمالاً نمونه‌ها هنوز در خواب زمستانی بودند. با مساعد شدن هوا در اواخر فروردین نمونه‌ها ظاهر و نمونه‌برداری در روز و شرایط آب و هوای آفتابی با دست صورت گرفت. نمونه‌ها اغلب با دست و در ساعات میانی روز از ۹ صبح تا ۴ بعد از ظهر جمع‌آوری شدند. برای

دیواره‌ی اویداکت، آن را به صورت مخطط در آورده است [۳]. فولیکول‌ها در داخل تخمدان‌ها شروع به رشد می‌کنند. پس از آن فولیکول‌ها جدا شده و به سمت اویداکت‌ها حرکت می‌کنند. در آغاز فصل تولیدمثل ماده‌ها شروع به ویتلوژنز یا زرده‌زایی می‌کنند. وقتی زرده در اطراف فولیکول‌ها تجمع می‌کند بالغ می‌شوند. وقتی استروژن، کبد را برای تبدیل لیپید از ذخایر چربی بدن به ویتلوژنین تحریک می‌کند، ویتلوژنز آغاز می‌شود. فولیکول‌ها بطور انتخابی ویتلوژنین را از جریان خون جذب کرده و فولیکول‌ها با زرده احاطه می‌شوند. بعد از این که تخمک‌گذاری انجام شد پوسته به آن اضافه شده و سپس تبدیل به تخم می‌شوند. تخم خزندگان از نوع پرزده بوده و اندازه‌ی آن نسبت به اندازه‌ی گونه فرق می‌کند [۳]. در اکثر خزندگان تخم‌ها کشیده و بیضی شکلند. تخم آنها از نوع کلئیدوتیک است یعنی یک سیستم بسته است که بجز تبادل گازهای تنفسی هیچ ارتباطی با بیرون نداشته و آب را از محیط نمی‌گیرد، زیرا غشاء آنها طوری است که حداقل آب از آنها خارج شده و تمام احتیاجات خود را از زرده‌ی موجود تأمین می‌کنند. تخم آنها آمینوتیک بوده و دارای پرده‌های جنینی آمینون، کیسه‌ی زرده، آلانتویس و کوریون می‌باشند [۳].

سوسمار سبز خزری (*Lacerta strigata*) متعلق به خانواده لاسرتیده در ترکمنستان، ایران، ارمنستان تا جنوب غربی روسیه و ترکیه پراکنش دارد [۹]. در ایران در گلستان، مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی، اردبیل، خراسان شمالی و فارس یافت می‌شود [۶]. روز فعالند، مخصوصاً در اواسط روز در لابلای بوته‌ها و چمنزارها فعالیت می‌کنند. زیر بوته‌ها، سنگ‌ها، لابلای توده سنگ‌ها، حفره‌ها و شکاف‌ها مخفی می‌شوند. در موقع احساس خطر به سرعت می‌دوند و در میان گیاهان پنهان می‌شوند. از بندپایان مختلف نظیر راست‌بالان، بال‌پولکی‌ها، قاب‌بال‌ها، عنکبوت‌ها و هزارپایان تغذیه می‌کنند [۶]. در حال حاضر تحقیقات انجام شده بر روی گونه‌های لاسرتا در داخل و خارج کشور اندک می‌باشد. مطالعات انجام گرفته



با توجه به اندازه و میزان زرده به سه دسته نارس (اولیه)، در حال رشد و رسیده تقسیم می‌شوند. تخمدان‌ها در اوایل فروردین از لحاظ ظاهری شکلی نامنظم داشته، سفیدرنگ بوده، زرده ناپیزی در فولیکول‌ها دارند. از اواخر فروردین، اووژنز و ویتلوژنز روند سریع و صعودی خود را آغاز می‌کند و علاوه بر فولیکول‌های نارس، فولیکول‌های در حال رشد نیز مشاهده می‌شوند. در مرحله زرده‌سازی، فولیکول‌های رسیده و بزرگ تشکیل می‌شوند و پس از ورود به اویداکت و افزایش اندازه، تخم اویداکتی نامیده می‌شوند. تخم اویداکتی فضای نسبتاً وسیعی را در حفره شکمی به خود اختصاص می‌دهد که به‌خاطر پوست نازک ناحیه شکم، از بیرون بدن نیز قابل تشخیص است. تخمدان در اواسط و اواخر اردیبهشت‌ماه بسیار بزرگ شده و میانگین قطر آن به $21/4$ میلی‌متر می‌رسد و در ماده‌های بالغ معمولاً تخم اویداکتی مشاهده می‌شود (شکل ۱). فرآیند اووژنز در اردیبهشت به‌طور قابل ملاحظه‌ای فعال و چشمگیر است و اکثر نمونه‌های بالغ دارای تخم اویداکتی و در حال تخم‌گذاری هستند. در مجموع ۳ نمونه در اردیبهشت ماه دارای تخم اویداکتی بود که در دو نمونه ۹ تخم اویداکتی و در یک نمونه ۱۰ تخم اویداکتی مشاهده شد که بزرگترین آنها به ابعاد $17 \times 9/62$ میلی‌متر و $0/816$ گرم وزن بود و همچنین کوچکترین آنها به ابعاد $12/22 \times 8/18$ میلی‌متر و $0/481$ گرم وزن داشت. بزرگترین تخم گذاشته شده به ابعاد $14/83 \times 8/82$ میلی‌متر و وزن $0/595$ گرم در اردیبهشت مربوط به ماده‌ای با طول بدن $99/96$ میلی‌متر بوده است. در اواخر اردیبهشت دو نمونه ماده در اسارت مجموعاً تعداد ۱۵ عدد تخم گذاشتند. در خرداد ماه نیز تخم اویداکتی و تخم‌گذاری همچنان مشاهده شد. در خرداد ماه در دو نمونه مشاهده شد که تعداد تخم در این نمونه‌ها به ترتیب ۷ و ۵ عدد بود. در تیر ماه، این روند کاملاً متوقف می‌شود و با وجود اینکه اندازه تخمدان نسبتاً بزرگ است و فولیکول‌های رسیده نیز مشاهده می‌شود ولی دیگر تخم اویداکتی و تخم‌گذاری در آنها مشاهده

اووژنز، از ۳۰ فرودین که نمونه‌ها به‌طور کامل فعالیت خود را آغاز کردند تا ۳۰ شهریور ماه که برای خواب زمستانی مخفی می‌شوند، به فاصله هر ۱۵ روز یک‌بار در فصل بهار و هر ماه یک‌بار در فصل تابستان تعدادی ماده بالغ از ایستگاه‌های مورد نظر جمع‌آوری گردید. در مجموع و در طی ۸ نوبت، تخمدان ۲۴ نمونه ماده بالغ مورد بررسی قرار گرفت. از نمونه‌ها و زیستگاه‌های مربوطه عکس‌هایی تهیه شد و نمونه‌ها به‌طور زنده به آزمایشگاه منتقل شدند.

روش کار: نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه جانورشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، با کلروفورم بیهوش شده و پس از انجام مطالعات ریختی و بیومتری‌های مربوطه شامل وزن بدن، طول بدن، طول سر و طول دم، تشریح شده و تخمدان‌ها از بدن خارج شدند. قطر آنها با کولیس دیجیتال دقت $0/01$ میلی‌متر، وزن آنها با ترازوی دیجیتال با دقت $0/001$ گرم، قطر و وزن تخمدان راست و چپ، تعداد فولیکول‌های راست و چپ، قطر کوچکترین، میانگین و بزرگترین فولیکول راست و چپ، قطر لایه فولیکولی، تعداد، طول، عرض، وزن و حجم تخم اویداکتی راست و چپ و اندیکس گنادی نسبت وزن گنادها به وزن بدن ضرب در ۱۰۰ (اندازه‌گیری شدند. تخمدان‌ها پس از شستشو با سرم فیزیولوژی به فرمالین ۱۰٪ منتقل می‌شوند. مراحل پردازش یافتی، رنگ-آمیزی (هماتوکسیلین-ئوژین)، برش‌گیری و تهیه لام از مقاطع تخمدان انجام شد.

محاسبات آماری: برای تجزیه و تحلیل آماری بر روی صفات مورفومتریک از نرم‌افزار SPSS 18 در کلیه موارد سطح معنی‌داری $P < 0/05$ است.

نتایج

تخمدان‌ها زوج و به شکل خوشه انگور هستند. به‌طور معمول در هر تخمدان تعدادی سلول زاینده (اووگونی) و تعدادی فولیکول در مراحل مختلف رشد وجود دارند. میانگین تعداد فولیکول‌ها ۱۱ عدد در هر تخمدان است که

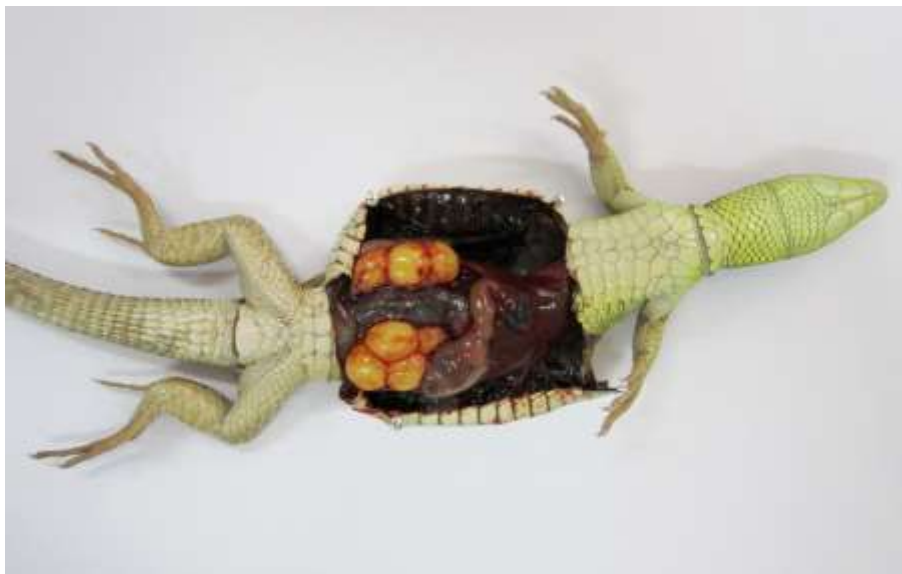


حاصل این عمل متولد شدن نوزادی با طول بدن ۸۵/۱۵ میلی‌متر، با وزن ۱/۳۸۶ گرم بود. مقایسه اندیکس گنادی در ماه‌های مختلف نتایج ما را تأیید می‌کند. از فروردین میانگین اندیکس گنادی شروع به افزایش یافته در ۳۰ اردیبهشت به اوج خود می‌رسد. از خرداد و تیر شروع به کاهش کرده در مرداد و شهریور به کمترین میزان خود می‌رسد (نمودار ۱). در نتیجه اوژنز در این گونه از اواسط اردیبهشت تا اوایل خرداد به اوج خود رسیده و از اواسط مرداد به بعد کاملاً خاتمه می‌یابد. احتمالاً این روند رو به کاهش با توجه به شروع خواب زمستانی تا اواخر زمستان ادامه می‌یابد. شکل ۴ مقطع بافتی تخمدان در تیرماه را نشان می‌دهند. لایه فولیکولی در این مارمولک چندلایه و چندشکلی (پلی‌مورفیک) است. قطر لایه‌ی فولیکولی از ۷۳/۸۸ میکرون در فولیکول‌های نارس تا ۳۳/۱۳ میکرون در فولیکول‌های رسیده متغیر است. نتایج آمار توصیفی صفات در جدول ۱ نشان داده شده است. هیچ اختلاف معنی‌داری در صفات تخمدانی سمت راست و چپ وجود نداشت.

نمی‌شود (شکل ۲). در این ماه ذخیره سازی چربی برای دوره زمستان‌خوابی در یکی از نمونه‌ها رویت شد. در مرداد و شهریور اندازه‌ی تخمدان کاهش می‌یابد و فولیکول‌های رسیده، تخم اویداکتی و تخم‌گذاری مشاهده نمی‌شود. ذخیره‌سازی چربی در مرداد و شهریور ادامه می‌یابد به طوری‌که هر چه به سمت آغاز زمستان‌خوابی پیش می‌رویم ذخیره چربی در نمونه‌ها بیشتر می‌شود. میانگین قطر تخمدان در شهریورماه به ۴/۸۷ میلی‌متر می‌رسد. نمونه‌های جوان از اواسط مرداد تا مهر به وفور مشاهده می‌شوند. تخم‌گذاری در اواخر اردیبهشت تا اواخر خردادماه صورت می‌گیرد. تخم به هنگام گذاشته شدن دارای پوسته‌ی نرم و سفید رنگ است که با قرار گرفتن در معرض هوا پس از ۳ تا ۱۰ ساعت تا حدودی مجاله می‌شود. تخم‌ها به شکل بیضی و به رنگ سفید می‌باشند (شکل ۳). در این تحقیق قرار دادن تخم‌ها در شرایطی مشابه محیط طبیعی نشان داد زمانی در حدود ۵۵ تا ۶۰ روز طول می‌کشد تا نوزاد از تخم بیرون بیاید که مدت زمان انکوباسیون تخم را در این گونه نشان می‌دهد.

جدول ۱- آمار توصیفی صفات ریختی و تخمدانی در سوسمار سبز خزری (n = ۲۴)

صفات	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای معیار	انحراف معیار
وزن نمونه (گرم)	۱۰/۵۶۱	۳۱/۱۱۶	۲۰/۵۹۰	۱/۲۴	۶/۱۰
طول بدن (میلی‌متر)	۸۶/۵۵	۱۰۹/۴۴	۹۸/۷۴	۱/۲۲	۵/۹۸
طول دم (میلی‌متر)	۱۸۰/۱۷	۲۲۷/۱۰	۱۹۲/۰۹	۱/۷۸	۸/۷۴
طول سر (میلی‌متر)	۱۶/۵۱	۲۱/۳۱	۱۸/۵۵	۰/۲۵	۱/۲۴
قطر تخمدان راست (میلی‌متر)	۴/۱۲	۲۹/۳۸	۱۰/۰۳	۱/۳۰	۶/۳۸
قطر تخمدان چپ (میلی‌متر)	۵/۲۱	۲۸/۸۵	۱۰/۱۶	۱/۲۲	۶/۰۱
وزن تخمدان راست (گرم)	۰/۰۲۲	۱/۳۲۲	۰/۲۴۵	۰/۰۷	۰/۳۵
وزن تخمدان چپ (گرم)	۰/۰۳۲	۱/۳۲۶	۰/۲۶۲	۰/۰۷	۰/۳۵
اندیکس گنادی	۰/۲۸۳	۲۶/۴۰۹	۵/۶۸	۱/۶۹	۸/۳۲
تعداد فولیکول تخمدان راست	۷	۲۱	۱۱/۳۷	۰/۶۳	۳/۱۳
تعداد فولیکول تخمدان چپ	۶	۱۶	۱۱/۲۱	۰/۵۸	۲/۸۴
قطر فولیکول‌های تخمدان راست (میلی‌متر)	۰/۸۹	۳/۸۸	۲/۰۸	۰/۱۷	۰/۸۳
قطر فولیکول‌های تخمدان چپ (میلی‌متر)	۰/۸۷	۳/۶۴	۲/۰۹	۰/۱۶	۰/۸۲
میانگین قطر لایه فولیکولی (میکرون)	۳۳/۱۳	۷۳/۸۸	۵۰/۳۷	۲/۴۵	۱۲/۰۳



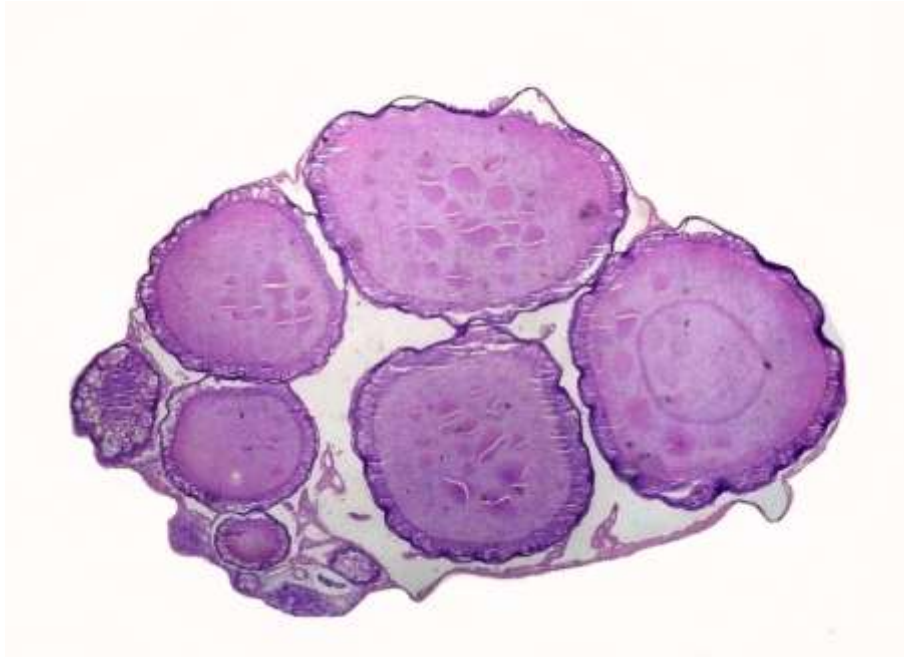
شکل ۱- سوسمار سبز خزری ماده‌ی بالغ حاوی فولیکول‌های رسیده و بزرگ در ۱۵ اردیبهشت



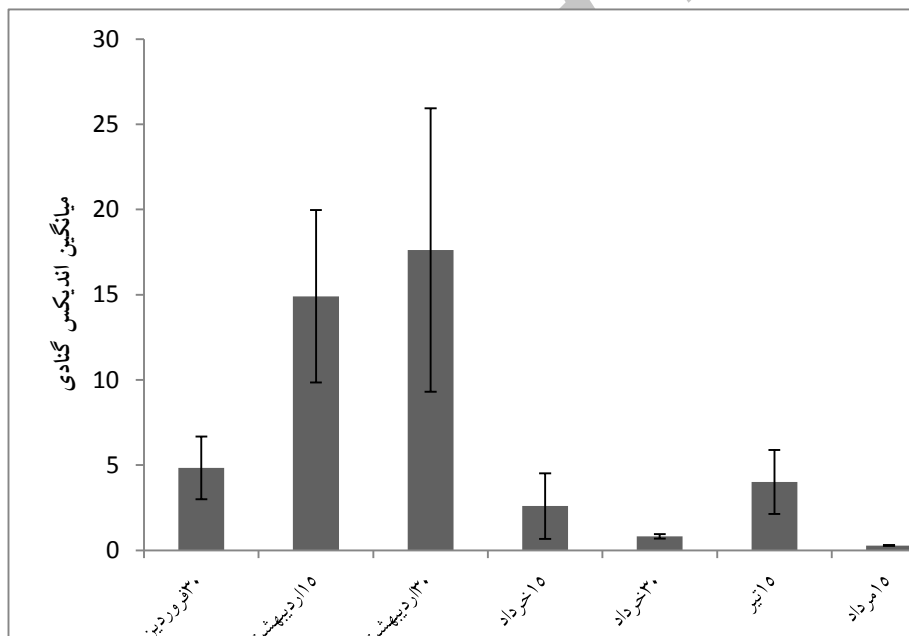
شکل ۲- شروع ذخیره سازی چربی و کاهش اندازه تخمدان سوسمار سبز خزری در ۱۵ تیر ماه



شکل ۳- تخم‌های گذاشته شده توسط سوسمار سبز خزری در محیط اسارت



شکل ۴- مقطع عرضی تخمدان سوسمار سبز خزری در پانزدهم تیرماه (بزرگنمایی ۴۰۰)



نمودار ۱- میانگین \pm انحراف معیار اندیکس گنادی سوسمار سبز خزری در ماه‌های مختلف.

بحث

در آنها حدوداً دو ماه است، جفت‌گیری و تخم‌گذاری باید زمانی صورت بگیرد که نوزادان با کمبود غذا در اواخر تابستان و پاییز مواجه نشوند. از آنجا که تخم این جانوران از نوع اکتوهیدریک است، رطوبت و دما از عوامل مهم در تفریح تخم است [۲۰]. زمان‌بندی سیکل تولیدمثلی ماده

زمان تولیدمثل اکثر مارمولک‌ها از جمله سوسمار سبز خزری فصل بهار است که از دو نظر حائز اهمیت است: اول این‌که مارمولک‌ها در زمانی که غذا کم باشد (مثل اواخر تابستان و پاییز) انرژی خود را صرف تولیدمثل نمی‌کنند. دوم اینکه با توجه به این‌که زمان انکوباسیون



زاده‌ها و اندازه آنها در هنگام تولد وجود دارد، یعنی هرچه تعداد زاده‌ها کمتر باشد اندازه آنها بزرگتر است [۲۲]. در تابستان‌های گرم‌تر نوزادان زودتر از تخم خارج می‌شوند [۱۵، ۱۶]. رابطه معکوسی بین میزان ذخیره چربی و تولیدمثل در اکثر مارمولک‌ها وجود دارد [۱۱]. مارمولک‌ها بطور کلی دارای سه نوع سیکل تولیدمثلی ممتد، ناپیوسته و پیوسته هستند [۱۷]. در مدل پیوسته، گامتوژنز وابسته به فصل است و در نواحی سرد یا معتدله که دارای فصول سالانه هستند [۱۲] و یا در نواحی گرمسیری فصلی مشاهده می‌شود. فعالیت جنسی نر و ماده در محدوده زمانی خاصی از سال اتفاق می‌افتد. در این تیپ، بین آمیزش و لقاح همزمانی وجود دارد و از این رو جنس ماده نیازی به ذخیره اسپرم ندارد [۱۰]. در گونه مورد مطالعه، سیکل تولیدمثلی از نوع پیوسته و محدود به یک دوره مشخصی از سال است. نمونه‌های بالغ در این تحقیق بین ۸۶ تا ۱۰۹ میلی‌متر طول داشته‌اند. در شهریورماه، وزن نمونه‌ها بیشترین مقدار را نشان می‌دهد که این مسئله مربوط به افزایش میزان ذخیره‌سازی چربی در این تاریخ به‌منظور آمادگی جهت زمستان‌خوابی می‌باشد.

سیکل تخمدانی سوسمار سبز خزری دارای سه مرحله مشخص است: ۱- مرحله غیرفعال در پاییز و زمستان که تخمدان دارای فولیکول‌های بسیار کوچک است، ۲- مرحله زرده‌سازی از اواسط فروردین تا اواسط تیرماه که تخمدان دارای فولیکول‌های در حال رشد و رسیده (قطر بیش از ۴ میلی‌متر) است، ۳- مرحله تخم‌آویداکتی، در اردیبهشت که تخم‌ها درون آویداکت هستند. نتایج نشان داد که هر دو تخمدان راست و چپ در سوسمار سبز خزری فعال هستند. در فروردین فولیکول‌های نارس و در حال رشد و رسیده مشاهده شد. در اردیبهشت‌ماه اغلب بین ۹ تا ۱۰ تخم آویداکتی بزرگ و تقریباً هم‌اندازه مشاهده شد. در اردیبهشت و خرداد برخی نمونه‌های نگهداری شده در اسارت، بین ۵ تا ۸ تخم گذاشتند. در محیط طبیعی موردی از تخم‌گذاری مشاهده نشد که به نظر می‌رسد به دلیل در امان ماندن تخم‌ها از خطرهای

در برخی مارمولک‌ها تحت تأثیر طول دوره نوری قرار نمی‌گیرد بلکه تحت تأثیر درجه حرارت است ولی افزایش دوره نوری در زمستان باعث تخم‌گذاری برخی مارمولک‌ها شده ولی تعداد تخم‌ها نسبت به حالت طبیعی کمتر بوده است [۱۸]. مطالعات نشان داده اثر نور بیشتر از درجه حرارت بوده است [۱۴]. مطالعات قبلی در مورد مارمولک‌ها نشان داده که فرزندان ماده زودتر از نرها به بلوغ می‌رسند و از طرفی تخم‌هایی که برای اولین بار گذاشته می‌شوند کوچک‌تر از تخم‌هایی هستند که دفعات بعد گذاشته می‌شوند و این نوعی انتخاب طبیعی است، زیرا اندازه فرزندان فقط تحت تأثیر شرایط فیزیکی مادر قرار ندارد و رابطه مستقیمی بین تغذیه و سهمیه‌بندی انرژی در مادر و فرزندان وجود دارد. اگر مادران انرژی خود را بیش از اندازه در تولیدمثل اول مصرف کنند، بقاء و دوام آنها کاهش یافته و روی تولیدمثل‌های بعدی آنها نیز تأثیر می‌گذارد. مارمولک‌ها معمولاً بر اساس اندازه به بلوغ جنسی می‌رسند تا بر اساس سن. گونه‌های کوچک‌تر معمولاً در سال اول یا دوم عمر خود به بلوغ جنسی می‌رسند در حالی که انواع بزرگتر در سال سوم یا چهارم عمر خود به بلوغ می‌رسند. معمولاً اشکال کوچک عمر کوتاهی از یک تا پنج سال دارند در حالی که اشکال بزرگتر ممکن است از ده تا بیست سال یا حتی بیشتر نیز عمر کنند. مدت انکوباسیون مارمولک‌های کوچک جثه حدود چهل و پنج روز و مارمولک‌های بزرگتر حدود دو ماه، چند ماه یا حتی بیش از یک سال است [۲۰]. موفقیت تولیدمثلی ممکن است، در ارتباط با یادگیری، کمیت و کیفیت دسترسی به غذا باشد که توسط درجه حرارت و مقدار بارندگی در قبل و در طول فصل تولیدمثل، کنترل می‌شود. تعداد تخم نیز در گونه‌های مختلف و حتی در یک گونه یکسان نیست. اختلافات مشاهده شده ممکن است به‌خاطر سن مارمولک یا تغییرات فصلی باشد. از سوی دیگر ممکن است گونه‌ها از سالی به سال دیگر تغییراتی در تعداد تخم نشان دهند که به دلیل شرایط محیطی متفاوت می‌باشد [۲۱]. رابطه معکوسی بین تعداد



احتمالی بوده است. در مورد تعداد دفعات تخم‌گذاری احتمال دو بار تخم‌گذاری در سال وجود دارد. اوج تغییرات معنی‌دار صفات ماکروسکوپی تخمدان شامل قطر و وزن تخمدان چپ و راست در پانزدهم اردیبهشت ماه مشاهده شد که این امر به دلیل اوج فرآیند اووژنز در این تاریخ بوده است. اوج این تغییرات در لاسرتای شکم‌سبز (*Darevskia chlorogaster*) که گونه‌ی سیمپاتریک سوسمار سبز خزری است در ابتدای اردیبهشت و افت آن در انتهای تیرماه بوده است که این امر به خاطر اوج‌گیری فرآیند اووژنز در ۱۵ اردیبهشت و افت شدید آن در اوایل مرداد ماه بوده است [۷]. با توجه به نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر فعالیت زرده‌سازی سوسمار سبز خزری حدود ۳۰ روز است. مطالعه بر روی لاسرتای شکم‌سبز نشان داد فعالیت زرده‌سازی در این گونه کمتر از ۳۰ روز است [۷]. فعالیت زرده‌سازی سوسمار سبز خزری در خارج از ایران حدود ۴۵ روز گزارش شده است [۸]. بهارآرا و همکاران فعالیت زرده‌سازی آگامای قفقازی (*Laudakia caucasia*) را در حدود ۳۰ روز گزارش کرده‌اند، چرا که در اردیبهشت هیچ فولیکول زرده‌سازی مشاهده نشده اما در خرداد فولیکول‌های بزرگ زرده‌ساز به تعداد زیاد مشاهده شدند [۱]. اندیکس گنادی بعنوان یک شاخص مهم برای انجام فرآیند اووژنز در سوسمار سبز خزری دارای افزایش قابل ملاحظه‌ای در اواسط اردیبهشت می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی پیک تولیدمثلی در این ماه می‌باشد. بررسی اندیکس گنادی در لاسرتای شکم‌سبز نشان داد اوج فرآیند اووژنز در این گونه همزمان با اوج اندیکس گنادی در اواسط خرداد ماه بوده و تا ابتدای مرداد ادامه دارد [۷]. اوج اندیکس گنادی آگامای قفقازی در خرداد بوده است [۱]. احتمالاً اختلاف زمان اوج تولیدمثل در یک گونه به دلیل تفاوت در زیستگاه، شرایط آب و هوایی، میانگین دما، میزان بارندگی و پوشش گیاهی مناطق مورد مطالعه می‌باشد. در مطالعه‌ی دیگری روی آگامای چابک (*Trapelus agilis*) مشخص شد که فرآیند اووژنز بعد از خواب زمستانی شروع شده و در

اواسط اردیبهشت به اوج خود می‌رسد. تخم‌ها از اوایل اردیبهشت در طبیعت قابل مشاهده هستند و این روند تا اواسط تیرماه ادامه دارد. مدت انکوباسیون تخم بین ۵۰ تا ۶۰ روز گزارش شده است [۵]. مطالعه روی اووژنز آگامای سروزگی خاکستری (*Phrynocephalus scutellatus*) نیز نشان داده که فعالیت تخمدان با سرعت زیادی از فروردین شروع شده و تا تیر با روند صعودی ادامه دارد ولی از مرداد تا شهریور روندی کاملاً نزولی را طی کرده و تخمدان‌ها در شهریور تقریباً تحلیل می‌روند [۵]. نتایج مشابهی روی آگامای وزغی دم‌سیاه (*Phrynocephalus maculatus*) بدست آمده است [۱۳]. مدت انکوباسیون در سوسمار سبز خزری بین ۵۵ تا ۶۰ روز می‌باشد زیرا اولین تخم‌گذاری در اواخر اردیبهشت و نمونه‌های نوزاد در اواخر تیرماه مشاهده شدند، همچنین همان طور که اشاره شد قرار دادن تخم‌ها در شرایطی مشابه محیط طبیعی نشان داد زمانی در حدود ۵۵ تا ۶۰ روز طول می‌کشد تا نوزاد از تخم بیرون بیاید که حداقل زمان ۵۵ روز برای انکوباسیون این گونه را تأیید می‌کند. بیشترین قطر تخم در آگامای چابک تا ۲۵ میلی‌متر و در آگامای سروزگی خاکستری تا ۱۳ میلی‌متر گزارش شده است [۵]، بزرگترین قطر تخم بدست آمده در جکوی انگشت‌خمیده خزری، ۱۳/۵۹ میلی‌متر می‌باشد [۴]، در حالی که قطر بزرگترین تخم سوسمار سبز خزری ۱۴/۸۳ میلی‌متر بود. بررسی اووژنز جنس‌های *Eremias* و *Mesalina* از خانواده‌ی لاسرتیده در استان سمنان نشان داده که اعضای این خانواده زودتر از خانواده‌های دیگر فعالیت تخمدانی خود را شروع می‌کنند، بطوری که در ۲۰ فروردین تخم‌های بزرگ اویداکتی در آنها مشاهده می‌شود (۵). معمولاً در شهریور، بیشتر فضای محوطه‌ی شکمی را ذخایر چربی پر می‌کند که نشان دهنده آمادگی جانور برای شروع دوره زمستان خوابی می‌باشد. هیچ مارمولکی در آبان در زیستگاه طبیعی مشاهده نشده و تنها در اواخر مهر نمونه‌های نابالغ که به انرژی گرمایی کمتری برای فعالیت نیاز دارند بطور موردی در محیط دیده می-



بیولوژی تولیدمثل برخی از گونه‌های خانواده آگامیده. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم. ۱۴۶ صفحه

۶- کمالی، ک. ۱۳۹۲. راهنمای میدانی خزندگان و دوزیستان ایران. انتشارات ایران‌شناسی، تهران، ۳۶۸ صفحه.

۷- نفری، م. ۱۳۹۱. بررسی چرخه اووژنز در لاسرتای شکم‌سبز (*Darevskia cholorogaster*) در استان مازندران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی دامغان.

8- Amat F., Llorete G.A., Carretero M.A. (2000), Reproductive cycle of the sand Lizard (*Lacerta agilis*) in its south western range. *Amphibia - Reptilia*, 21: 463-476.

9- Anderson S.C. (1999), The lizards of Iran. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, New York, 442 pp.

10- Castilla A.M., Bauwens D. (1990), Reproductive and fat body cycles of the lizard, *Lacerta lepida*, in Central Spain.

11- Colli G.R., Peres A.K., Zatz M.G. (1997), Foraging mode and reproductive seasonality in tropical lizards. *Journal of Herpetology*, 31(4): 490-499.

12- Huang W.S. (1997), Reproductive cycle of the oviparous lizard, *Japalura brevipes* (Agamidae: Reptilia) in Taiwan, Republic of China. *Journal of Herpetology*, 31: 22-29.

13- Malekmohammadi-Kalahroudi M., Hojati V. (2014), The female reproductive cycle of the spotted toad-headed agama, *Phrynocephalus maculatus* (Sauria: Agamidae) in Iran. *Iranian Journal of Animal Biosystematics (IJAB)*, 10(2): 185-194.

14- Mayhew W.W. (1961), Photoperiodic response of female fringe-toed lizards. *Science*, 134(3496): 2104 – 2105.

شوند. مطالعه دیگری که به موازات این تحقیق بر جنس نر این گونه صورت گرفت نشان داد که اوج اسپرماتوژنز این گونه منطبق با اووژنز آن است و دوره فعالیت جنس نر کاملاً مشابه جنس ماده است [۲].

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر بیانگر آن است که اوج فرایند اووژنز در سوسمار سبز خزری همزمان با اوج اندیکس گنادی از اواسط اردیبهشت تا اوایل خرداد بوده و در تیرماه افت شدیدی پیدا کرده و از اواسط مرداد به بعد کاملاً خاتمه می‌یابد. این چرخه دارای سه مرحله غیرفعال، زرده‌سازی و تخم‌آیداکتی می‌باشد. چرخه اووژنز این گونه از نوع فصلی و از نوع پیوسته است.

منابع

۱- بهارآرا، ج. پریور، ک.، نعمتی، ع.، میرآخوری، ز. ۱۳۸۸. مطالعه اووژنز و بافت‌شناسی تخمدان مارمولک *Laudakia caucasia* مجله زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، دوره ۴، شماره ۴، صفحات ۲۱-۱۳.

۲- بهنیا، ر. ۱۳۹۳. بررسی اسپرماتوژنز در لاسرتای سبز خزری (*Lacerta strigata*) در استان مازندران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان.

۳- پریور، ک.، محسنی کوچصفهانی، ه. ۱۳۷۲. اطلس جنین‌شناسی و جنین‌شناسی تجربی. انتشارات دانشگاه تربیت‌معلم، ۶۲۳ صفحه.

۴- حاجتی، و. ۱۳۹۱. فیلوژنی مولکولی و بررسی گامتوژنز روی جکوی انگشت‌خمیده خزری، (*Sauria: Gekkonidae*) *Cyrtopodion caspium* در شمال ایران. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۲۱۷ صفحه.

۵- رستگارپویانی، ا. ۱۳۷۵. بیوسیستماتیک سوسماران بخشی از استان سمنان (شاهرود و دامغان) و بررسی



19- Torki F. (2006), Notes on some ecological and social aspects of geckos in Iran. *Chit Chat*, 8-11.

20- Vitt L.J., Pianka E.R. (1994), Lizard ecology: Historical and experimental perspectives. Princeton University Press, 403 pp.

21- Young, J.Z. (1981), The life of vertebrates. 3rd ed. Oxford: Clarendon Press, 645 pp.

22- Zamora-Abrego J.G., Zuñiga-Vega J.J., Nieto-Montes de Oca A. (2007), Variation in reproductive traits within the lizard genus *Xenosaurus*.

15- Pianka E.R. (1986), Ecology and natural history of desert lizards. Analyses of the ecological niche and community structure. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 208 pp.

16- Pianka E., Vitt L. (2003), Lizards: windows to the evolution of diversity. University of California Press.

17- Pough F.H., Andrews R.M., Cadle J.E., Crump M.L., Savitzky H., Wells K.D. (1998), Herpetology. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall.

18- Tinkle D.W., Irwin L.N. (1965), Lizard reproduction: refractory period and response to warmth in *Uta stansburiana* females. *Science*, 148 (3677): 1613-1614.

Archive of SID