محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶
صفحات: ۲۴۱-۲۲۷

ارزیابی روش‌های شمارش گروه‌های سرگین برای برآورد فراوانی گوزن زرد ایرانی (مطالعهٔ موردی: پناهگاه حیات وحش دشت ناز ساری)

محمود رضا همامی[1*]، آسیه علی‌اکبری[2]، رسول خسروی[3]، محمود قاسمپوری[4]

۱. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. دکتری محیط زیست، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۴. استادیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت:۱۳۹۴/۶/۲۷ ؛ تاریخ تصویب:۱۳۹۵/۱/۲۷)

چکیده

آگاهی از اندازه جمعیت گونه‌های وحشی یکی از اطلاعات کلیدی در مدیریت و حفاظت حیات وحش است. در این مطالعه قابلیت استفاده از روش غیر مستقیم شمارش گروه‌های سرگین با سه رویکرد متفاوت ترانسکت‌های تمیز شده، محصول سرپا، و روش متکی بر فرض حالت پایای محصول سرپای سرگین (روش سریع برآورد اندازه جمعیت) و نیز روش مستقیم ترانسکت خطی در تعیین اندازه جمعیت گوزن زرد ایرانی (*Dama mesopotamica*) در پناهگاه حیات وحش دشت ناز مورد آزمون قرار گرفت. تعداد دفعات دفع روزانه با استفاده از دو روش نمونه‌گیری گروه‌های سرگین در ترانسکت‌های نواری و شمارش گروه‌های سرگین در باغ وحش ارم به ترتیب ۱۰/۰۳ و ۱۸/۳۳ گروه سرگین در روز برآورد گردید. اندازه جمعیت به روش ترانسکت‌های تمیز شده، محصول سرپا، روش سریع برآورد اندازه جمعیت و ترانسکت خطی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد به ترتیب (۲۶-۴۸) ۳۷، (۳۱-۵۱) ۴۱، (۴۶-۲۸) ۳۷ و (۹۲-۳۶) ۵۸ رأس برآورد گردید. با توجه به اندازه واقعی جمعیت (۳۷ راس در سال ۱۳۸۷ و ۴۰ راس در سال ۱۳۸۸)، صحت تمامی روش‌های غیرمستقیم با شدت نمونه‌گیری یکسان مورد تائید قرار گرفت، اگرچه فاصله اطمینان فراوانی بدست آمده از روش ترانسکت خطی بواسطه تلاش محدود صورت گرفته بسیار عریض بود. روش محصول سرپا در مقایسه با روش‌های دیگر از دقت و صحت بالاتری برخوردار بود. مدت زمان اجرای روش ترانسکت‌های تمیزشده به ترتیب ۶/۷ و ۴/۷ بار بیشتر از روش محصول سرپا و روش ترانسکت خطی زمان‌بر بود.

کلید واژگان: برآورد اندازه جمعیت، ترانسکت خطی، پناهگاه حیات وحش دشت ناز، شمارش گروه‌های سرگین، گوزن زرد ایرانی

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۳۱۱۰۳۳۹۱۳۳۸۹+ Email: mrhemami@cc.iut.ac.ir

۱. مقدمه

آگاهی از اندازهٔ جمعیت نقش مهمی در برنامه-ریزی‌های مدیریتی سم‌داران دارد. روش‌های برآورد اندازهٔ جمعیت در دو دسته روش‌های مستقیم و غیرمستقیم گروه‌بندی می‌شوند. روش‌های مستقیم بر پایهٔ شمارش و بررسی حیوانات از طریق مشاهدهٔ مستقیم بنا شده‌اند (Focardi *et al*., 2002-and Ward *et al*., 2004). روش‌های مستقیم ممکن است به دلیل تراکم کم گونه، رفتار حیوان، احتمال پایین مشاهدهٔ حیوان و دخالت‌های انسانی در زیستگاه، برآورد اریبی از شاخص‌های جمعیتی را ارائه دهند. از طرف دیگر تغییرات گسترده خانگی و همچنین جابه‌جایی‌های فصلی در برخی گونه‌ها سبب شده‌است که استفاده از این روش‌ها، محدود به دوره‌های نمونه‌برداری خاصی شود (Marques, 2001). در چنین مواردی استفاده از روش‌های غیرمستقیم کارایی بیشتری در تخمین فراوانی و تراکم گونه‌ها دارند (Campbell *et al*., 2004- and Mandujano, 2005).

روش‌های غیر مستقیم شامل نمایه‌های فراوانی مانند استفاده از شمارش گروه‌های سرگین[1] (Smart et al., 2004) و شمارش مسیرهای حرکت (Mayle *et al*., 1999)، نمایه‌های عملکرد حیوان نظیر نمایهٔ طول پا (Zannèse *et al*., 2006) و نمایه‌های کیفیت زیستگاه نظیر شاخص چرای پوشش گیاهی (Acevedo *et al*., 2008) می‌باشد. انتخاب هر یک از این روش‌ها به بوم‌شناسی و رفتار گونه، تراکم مورد انتظار جمعیت، نوع زیستگاه، بودجه و اهداف مدیریتی بستگی دارد (Acevedo *et al*., 2008). شمارش گروه‌های سرگین یکی از پرکاربردترین و دقیق‌ترین روش‌های برآورد نسبی و مطلق جمعیت است (Barnes, 2002; Campbell *et al*., 2004; Hemami and Dolman, 2005). شمارش گروه‌های سرگین ممکن است به اشکال متفاوتی صورت گیرد، به‌عنوان مثال شمارش در ترانسکت‌های نواری (Acevedo *et al*., 2007)، شمارش در پلات‌ها (Smart *et al*., 2004) و استفاده از روش‌های فاصله‌ای در طول ترانسکت‌های خطی[1] (Marques *et al*., 2001). روش محصول سرپا[2] (FSC) و نرخ تجمع سرگین[3] (FAR) از رایج‌ترین روش‌های شمارش گروه‌های سرگین در پلات‌ها و ترانسکت‌های نواری هستند (Staines and Ratcliffe, 1987). در روش برآورد اندازهٔ جمعیت به روش محصول سرپا، یک سیستم با حالت پایا در نظر گرفته می‌شود که در آن تراکم گروه‌های سرگین تابعی از نرخ تولید و نرخ ناپدید شدن آن است (Barnes and Jensen, 1987- and Latham *et al*., 1997). در روش تجمع گروه‌های سرگین، با توجه به پیش فرض برابر بودن نرخ تجزیه و نرخ تولید گروه‌های سرگین، نرخ تجزیه جایگزین بازه زمانی بین دو پایش متوالی می‌شود (Putman, 1984; Mayle *et al*., 1999). تاکنون مطالعات متعددی در خصوص استفاده و مقایسهٔ کارایی این روش‌ها در مناطق مختلف انجام شده است (Mayle *et al*., 1999; Marques *et al*., 2001; Campbell *et al*., 2004; Smart *et al*., 2005; Acevedo *et al*., 2008; Acevedo *et al*., 2010; Camargo-Sanabria and Mandujano, 2011; Alves *et al*., 2013; Plhal *et al*., 2014). با وجود این، روش‌های مناسب برآورد فراوانی گونه‌های حیات وحش در ایران مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

نرخ تجزیهٔ سرگین و تعداد دفعات دفع روزانهٔ حیوان، دو عامل مؤثر بر صحت برآورد صورت گرفته به روش شمارش گروه‌های سرگین هستند (Timmermann, 1974; Hemami and Dolman, 2005; Camargo-Sanabria and Mandujano, 2011). روش‌های متنوعی به منظور محاسبهٔ تعداد دفع در گونه‌های جانوری مطرح شده است که از این بین می‌توان به برآورد تعداد گروه‌های سرگین در یک محیط بسته با تعداد معلوم حیوان (Jordan *et al*., 1993)، مقایسهٔ نتایج سرشماری‌های هوایی با شمارش گروه‌های سرگین در

[1] Faecal pellet group (FPG)
[2] Faecal Standing Crop
[3] Faecal Accumulation Rate

یک منطقه معین (Rönnegård *et al*., 2008) و استفاده از روش‌های ردیابی رادیویی و ماهواره‌ای اشاره کرد. نرخ دفع در حیوانات می‌تواند با توجه به جنس، سن، زیستگاه، کیفیت و کمیت غذا، فصل و سال تغییر کند (Andersen *et al*., 1992; Månsson *et al*., 2009). نرخ تجزیه به زیستگاه، فصل، عوامل اقلیمی، محتوای فیبر سرگین، و فراوانی حشرات سرگین خوار وابسته است (Massei *et al*., 1998; Mayle and Peace, 1999; Hemami and Dolman, 2005).

گوزن زرد ایرانی (*Dama mesopotamica*) یکی از گونه‌های ارزشمند و نادر جانوری در جهان محسوب می‌شود که در گذشته پراکندگی وسیعی از غرب و شمال غرب ایران تا شمال شرقی آفریقا و در جنوب اروپا تا بالکان داشته‌است (Hemami and Rabiei, 2002). از سال ۱۳۴۲ تاکنون، با هدف تکثیر و پرورش و رهاسازی مجدد آن در زیستگاه-های اصلی، اقدام به انتقال آن به تعدادی از مناطق تحت حفاظت کشور از جمله پناهگاه حیات وحش دشت ناز ساری شده است. مدیریت صحیح این جمعیت‌ها علاوه بر اهمیت آن در سطح ملی از دیدگاه بین المللی نیز بسیار حائز اهمیت است و برآورد درست از تعداد جمعیت می‌تواند مبنایی برای مدیریت مطلوب این گونه باشد. با توجه به این‌که آزاد سازی این گونه در مناطق حفاظت شده از اهداف مدیریتی سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد، معرفی روشی که تعداد صحیح جمعیت را با دقت مطلوب و با صرف کم‌ترین وقت و هزینه مشخص نماید، ضروری است. این مطالعه با هدف مقایسهٔ صحت، دقت و مدت زمان صرف شده برای انجام سه روش متفاوت شمارش گروه‌های سرگین و نمونه‌گیری فاصله‌ای به منظور تعیین بهترین روش برآورد اندازهٔ جمعیت گوزن زرد ایرانی در سایر مناطق تحت حفاظت انجام شده است.

۲. مواد و روش‌ها

۱،۲. منطقهٔ مورد مطالعه

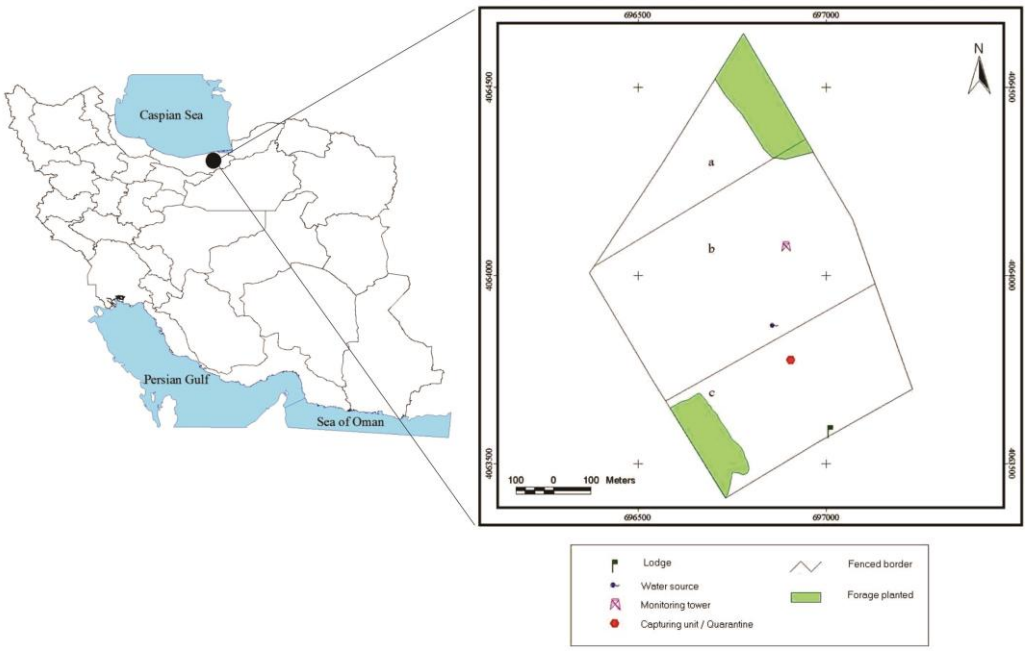
پناهگاه حیات وحش دشت ناز ساری با مساحت ۵۵ هکتار و موقعیت جغرافیایی E "۱۸ ۱۲ ۵۳ و N "۵۰ ۴۱ ۳۶ در ۲۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان ساری قرار گرفته است (نقشه ۱). این منطقه بازماندهٔ جنگل‌های جلگه‌ای هیرکانی است و از تنوع گونه‌ای گیاهی قابل توجهی برخوردار است (Ghahremani-Nezhad, 2011). تعداد گوزن زرد موجود در این پناهگاه محصور در سال ۱۳۸۷ (سال شروع مطالعه) توسط پرسنل ادارهٔ حفاظت محیط زیست استان مازندران به روش شمارش کل حین جرگه کردن ۳۷ رأس برآورد شده بود. در سال ۱۳۸۸، پس از زادآوری گوزن‌ها، اندازهٔ جمعیت ۴۰ رأس برآورد گردید (Department of Environment of Mazanderan, 2009). از آن‌جا که روش محصول سرپا در اواخر دورهٔ مطالعاتی (۲۰ شهریور ۱۳۸۸) انجام شد، لذا اندازهٔ واقعی جمعیت در این روش و همچنین روش سریع برآورد اندازهٔ جمعیت، ۴۰ رأس در نظر گرفته‌شد.

۲،۲. برآورد تراکم گروه‌های سرگین

۲،۲. ۱. تعیین مکان استقرار و ابعاد ترانسکت و پایش آن‌ها در منطقه

الگوی پراکنش مکانی گروه‌های سرگین گوزن زرد ایرانی همانند بسیاری از گوزن‌های دنیا همچون گوزن دم سفید (*Odocoileus virginianus*)، مرال (*Cervus elaphus*) و شوکا (*Capreolus capreolus*) به صورت کپه‌ای است (Clutton-Brock *et al*.1982; Acevedo *et al*., 2010) بنابراین به منظور نمونه‌برداری، از ترانسکت نواری دائمی با عرض ثابت استفاده شد (Camargo-Sanabria et al., 2011). با در نظر گرفتن عواملی مانند فاصلهٔ دید مناسب، هزینه و زمان صرف شده برای شمارش و علامت‌گذاری گروه‌های سرگین، طول و عرض مناسب برای ترانسکت‌ها ۳ × ۲۰۰ متر تعیین شد. از آن‌جایی که پوشش کف

جنگل تقریباً در تمام سطح پناه‌گاه حیات وحش دشت ناز یکسان است، بر این اساس برای استقرار ترانسکت‌ها، از روش نمونه‌گیری تصادفی استفاده شد. با استفاده از یک خط‌کش چوبی به طول ۱/۵ متر، فاصله از محور ترانسکت رعایت شد. به طور قراردادی گروه‌های سرگین مساوی یا بیشتر از شش سرگین، مورد شمارش قرار گرفت (Hemami and Dolman, 2005). در مورد گروه‌های سرگینی که روی مرز ترانکست‌ها قرار داشتند، اگر بیشتر از نیمی از آن‌ها در داخل ترانسکت بود، شمارش آن گروه سرگین انجام می‌گردید. تعداد ترانسکت‌ها بسته به نوع روش و اهداف مطالعه متغیر بود. مدت زمان مطالعهٔ یک سال کامل (از شهریور ۸۷ تا شهریور ۸۸) بود و فاصلهٔ زمانی بین بررسی‌ها ۱۰ روز در نظر گرفته شد. زمان پایش در اواسط روز (بین ساعات ۱۰ صبح تا ۴ بعد از ظهر) بود.



نقشهٔ ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

۲،۲،۲. برآورد تعداد دفعات دفع سرگین در گوزن زرد ایرانی

به منظور برآورد تعداد دفعات دفع روزانهٔ حیوان، از ۹ ترانسکت تمیز شده ۳ × ۲۰۰ متری با فاصلهٔ زمانی پایش ۱۰ روزه در سه ماه مهر، آبان و اسفند استفاده شد. در پایان هر ماه تعداد کل گروه‌های سرگین شمارش شده در سه دورهٔ ۱۰ روزه برای تعیین تعداد دفعات دفع روزانه استفاده شد. به منظور افزایش شدت نمونه‌برداری (حدود دو درصد از سطح منطقه)، در اسفند ماه تعداد ترانسکت‌ها به ۲۸ عدد افزایش یافت. تعداد دفعات دفع روزانه برای هر یک از سه ماه (مهر، آبان و اسفند) به صورت جداگانه و با استفاده از معادلهٔ ۱ تخمین زده شد.

معادلهٔ ۱

$$\text{تعداد دفعات دفع روزانه} = \frac{\text{مساحت منطقه محصور} \times \text{میانگین تعداد گروه های سرگین هر ترانسکت}}{\text{تعداد گوزن} \times \text{تعداد روزهای تجمع سرگین} \times \text{مساحت ترانسکت ها}}$$

به منظور مقایسهٔ نتایج روش ذکر شده با تعداد دفعات دفع گوزن‌هایی که کاملاً با غذای دستی نگهداری می‌شوند، تعداد دفعات دفع در دو رأس گوزن موجود در

باغ وحش ارم تهران (یک نر ۴ ساله و یک مادهٔ ۳ ساله) به مدت شش ماه (فروردین، خرداد، تیر، آذر، بهمن، اسفند) و در هر ماه به مدت دو روز متوالی انجام شد. بدین منظور محل نگهداری گوزن‌ها تمیز شده و بعد از گذشت ۲۴ ساعت گروه‌های سرگین شمارش می‌گردید.

۳،۲. تبدیل تراکم گروه‌های سرگین به تراکم گوزن

۱،۳،۲. روش ترانسکت تمیز شده

در روش ترانسکت تمیز شده، شمارش گروه‌های سرگین تجمع‌یافته در یک بازهٔ زمانی معین در پلات‌های از قبل تمیز شده صورت گرفت (Staines and Ratcliffe, 1987; Mayle *et al*., 1999; Acevedo *et al*., 2008; Acevedo *et al*., 2010; Alves *et al*., 2013). تبدیل تراکم گروه‌های سرگین به تراکم حیوان در روش ترانسکت‌های تمیز شده با محاسبهٔ یک ضریب تبدیل انجام گرفت. تعداد ۹ ترانسکت دائمی با اندازهٔ ۳ × ۲۰۰ متری در منطقه مستقر گردید. در ابتدا گروه‌های سرگین درون ترانسکت‌ها جمع آوری و ترانسکت‌ها پاک گردید و سپس در طول یک سال (شهریور ۸۷ تا شهریور ۸۸) با فاصلهٔ زمانی ۱۰ روز ترانسکت‌ها بررسی شدند و بدون تمیز کردن ترانسکت‌ها، گروه‌های سرگین جدید در هر بار مشاهده شمارش شده و با استفاده از مفتول‌های فلزی و ثبت تاریخ روی برچسب پلاستیکی علامت‌گذاری شدند. با توجه به مشخص بودن اندازهٔ جمعیت، برای تبدیل تراکم گروه‌های سرگین به تراکم گوزن، یک ضریب تبدیل با استفاده از روش Bailey and Putman (۱۹۸۱) محاسبه شد. بدین ترتیب که ابتدا تعداد دقیقه‌هایی که گوزن‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه برای مدت زمان معلوم (فاصلهٔ زمانی تمیز کردن و شمارش گروه‌های سرگین با دقت یک دقیقه) حضور داشتند (دقیقه گوزن) محاسبه شد. این تعداد دقیقه گوزن در نسبت مساحت یک ترانسکت به مساحت منطقهٔ مورد مطالعه ضرب شد تا تعداد دقیقه گوزن در واحد ترانسکت بدست آید. با تقسیم کردن مقدار بدست آمده بر میانگین تعداد گروههای سرگین تجمع یافته در واحد ترانسکت در همان فاصلهٔ زمانی، ضریب تبدیل مربوطه (F) بدست آمد. پس از محاسبهٔ ضریب تبدیل، از معادلهٔ ۲ (Bailey and Putman, 1981) برای برآورد اندازهٔ جمعیت استفاده شد.

معادلهٔ ۲

$$\text{تعداد جمعیت} = \text{میانگین تعداد گروه سرگین در هر ترانسکت} \times F \times \frac{\frac{\text{مساحت منطقه}}{\text{مساحت ترانسکت}}}{\text{فاصله زمانی تجمع گروه سرگین}}$$

۲،۳،۲. روش محصول سرپا

در روش محصول سرپا، گروه‌های سرگین تجمع یافته در کف زمین در اولین بررسی در واحدهای نمونه‌گیری شمارش می‌شوند (Acevedo *et al*., 2008; Acevedo *et al*., 2010; Alves *et al*., 2013). تبدیل تراکم گروه‌های سرگین به تراکم گوزن در روش محصول سرپای سرگین با استفاده از دو رویکرد متفاوت (یکی متکی بر متوسط مدت زمان تجزیه گروه‌های سرگین (Mayle *et al*., 1999) و دیگری متکی بر فرض حالت پایای محصول سرپای سرگین (McClanahan, 1986)، صورت پذیرفت. هر دو روش به تعداد دفعات دفع روزانهٔ حیوان به منظور تبدیل تراکم گروه‌های سرگین به تراکم حیوان نیاز دارند.

در پایان سال اول از شروع مطالعه، روش محصول سرپا با استقرار ۱۸ ترانسکت ۳ × ۲۰۰ متری در منطقه اجرا گردید. تعداد کل سرگین‌های موجود در هر ترانسکت شمارش گردید و با استفاده از معادلهٔ ۳ (Mayle *et al*., 1999) اندازهٔ جمعیت برآورد شد.

معادلهٔ ۳

$$\text{اندازه جمعیت} = \frac{\text{تعداد گروه های سرگین}}{\text{تعداد دفعات دفع روزانه} \times \text{متوسط مدت زمان تجزیه گروههای سرگین}}$$

۳،۳،۲. روش برآورد سریع اندازهٔ جمعیت با استفاده از فرض حالت پایای محصول سرپای سرگین

حالت پایای محصول سرپای سرگین زمانی اتفاق می‌افتد که نرخ اضافه شدن گروه‌های سرگین به کف زمین برابر با نرخ تجزیه گروه‌های سرگین باشد (McClanahan, 1986). به منظور بررسی نحوهٔ تجمع گروه‌های سرگین در طول یک سال، از ترانسکت‌های تجمع گروه‌های سرگین به روش ترانسکت تمیز شده استفاده گردید. در روش سریع برآورد اندازهٔ جمعیت فرض بر این است که در بازه‌ای از زمان تعداد گروه‌های سرگین دفع شده با میزان تجزیه آن‌ها برابر است. McClanahan (۱۹۸۶) معادلهٔ ۴ را برای برآورد اندازهٔ جمعیت با استفاده از این روش پیشنهاد داد. در این معادله نیاز به داشتن اطلاعاتی در خصوص نیمهٔ عمر تجزیه گروه‌های سرگین است. نیمهٔ عمر تجزیه عبارت است از مدت زمان مورد نیاز به منظور تجزیهٔ نیمی از یک گروه سرگین.

$$\frac{dNf}{dt} = Nak_1 - Nfk_2$$

معادلهٔ ۴

در این معاله، Nf تعداد گروه‌های سرگین در هکتار، Na تعداد حیوانات، K_1 تعداد دفعات دفع حیوان در روز و K_2 نرخ تجزیه است. در حالت پایا نرخ تجمع گروه‌های سرگین در طی زمان برابر با صفر بوده و Nak1 = Nfk2 می‌گردد، بنابراین تعداد حیوانات از معادلهٔ ۵ بدست می‌آید.

$$Na = Nf\ \frac{K_2}{K_1}$$

معادلهٔ ۵

نرخ تجزیه در این روش با استفاده از معادلهٔ ۶ برآورد می‌شود. $t_{½}$ نیمه عمر تجزیه گروه‌های سرگین می‌باشد که با توجه به داده‌های موجود حاصل از پایش تجزیهٔ گروه‌های سرگین گوزن زرد ایرانی در دشت ناز ساری (Ali-Akbari, 2009) محاسبه گردید.

$$K_2 = \frac{Log_e(2)}{t_{1/2}}$$

معادلهٔ ۶

۴،۲. روش مستقیم ترانسکت خطی

برآورد تراکم جمعیت با استفاده از نمونه‌گیری فاصله‌ای از طریق ترانکست‌های خطی، یکی از روش‌های مستقیم برآورد فراوانی است (Buckland *et al*. 2001- and Alves *et al*., 2013) که در طول ماه‌های فروردین تا خرداد در منطقه اجرا شد. بدین منظور در طول ترانسکت‌های از پیش مشخص شده با طول متفاوت (میانگین طول = ۲۹۸ متر) حرکت کرده و هنگام رؤیت گونه تعداد افراد هر گروه و فاصله عمود گروه تا محور ترانسکت ثبت شد. توزیع فراوانی فواصل عمود مشاهدهٔ گوزن تا خط ترانسکت جهت محاسبهٔ تابع f (X) مورد استفاده قرار گرفت. مدل هاف نرمال، یونیفرم و هازارد ریت در تحلیل‌های مکرر جهت یافتن بهترین مدل استفاده شدند. انتخاب بهترین مدل بر اساس آزمون نکویی برازش کای اسکور و معیار AIC انجام گرفت. تمامی تحلیل‌های ترانسکت خطی با استفاده از نرم‌افزار Distance 5.0 انجام شد.

۵،۲. تحلیل‌های آماری

تمامی داده‌های جمع‌آوری شده در ابتدا از نظر نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها بررسی شدند. بررسی تفاوت در تعداد دفعات دفع روزانه بین ماه‌های سال با استفاده از تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون توکی انجام شد. از آزمون تی جفتی به منظور بررسی تفاوت در تعداد دفعات دفع روزانه در ۲۴ ساعت اول و دوم در هر یک از ماه‌های مورد مطالعه در باغ وحش ارم استفاده شد. به منظور بررسی تفاوت در برآورد فراوانی در ۶ دورهٔ مورد بررسی به روش ترانسکت تمیز شده از تحلیل واریانس یکطرفه استفاده شد. میزان دقت نسبی روش‌های برآورد اندازهٔ جمعیت از روش

درصد دقت نسبی به‌دست آمد (معادله ۷).

معادلهٔ ۷

$$\text{درصد دقت نسبی} = \frac{\text{حد پایینی حدود اعتماد-حد بالایی حدود اعتماد}}{\text{میانگین جمعیت برآورد شده}} \times ۵۰$$

۳. نتایج

۱،۳. تعداد دفعات دفع روزانه

تعداد دفعات دفع روزانه در گوزن زرد ایرانی در پناهگاه حیات وحش دشت ناز به طور میانگین ۱۰/۰۳ نشان داد، ولی این تفاوت بین ماه‌های مورد بررسی معنی دار نبود (جدول ۱). میانگین تعداد دفعات دفع روزانه در باغ وحش ارم ۱۸/۳۳ گروه سرگین در روز به‌دست آمد. نتایج آزمون تی جفتی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در تعداد دفعات دفع روزانه گوزن‌های زرد باغ‌وحش ارم بین ۲۴ ساعت اول و دوم در ماه‌های سال وجود ندارد ($p = 0.28$). همچنین نتایج تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری در تعداد دفعات دفع بین ماه‌های مختلف مشاهده نمی‌شود ($F_{5,6} = 0.51, p = 0.58$).

جدول ۱. تعداد دفعات دفع روزانهٔ گوزن زرد ایرانی در پناهگاه حیات وحش دشت ناز

تعداد ترانسکت	دوره‌های زمانی	تراکم گروه سرگین در منطقه	میانگین تراکم گروه سرگین در ترانسکت‌ها	خطای معیار	تعداد دفعات دفع در روز
۹	۱۴ شهریور-۱۳ مهر	۳۸۷۰	۳/۵۹	۱/۵۱	۸/۹۰ ± ۳/۷۵
۹	۱۳ مهر-۲۳ آبان	۳۷۶۹	۴/۵۲	۱/۸۲	۱۱/۱۹ ± ۴/۵۱
۲۸	۲۳ اسفند-۱۳ فروردین	۱۱۰۹۸	۲/۶۹	۰/۴۹	۱۰ ± ۳/۳۶
	میانگین کل			۱۰/۰۳±۳/۸۷	

۲،۳. تبدیل تراکم گروه‌های سرگین به تراکم گوزن

۱،۲،۳. روش ترانسکت تمیز شده

میانگین تجمع ۱۰ روزه گروه‌های سرگین در هر ۶۰۰ متر مربع از منطقه مورد مطالعه در طی دو ماه ۰/۷۵ ± ۴/۰۶ گروه سرگین برآورد شد. میانگین ضریب تبدیل برآورد شده برای بازه‌های زمانی ۱۰ روزه ۱۴۳/۱۶ به‌دست آمد (جدول ۲). با در نظر گرفتن یک جمعیت ۳۷ رأسی در ناحیهٔ ۵۵ هکتاری، به طور میانگین هر گوزن ۵۸۱/۲۴ دقیقه در هر ۶۰۰ متر مربع از ترانسکت در طول ۱۰ روز سپری می‌کند. تحلیل واریانس تفاوت معنی‌داری را در تراکم گروههای سرگین بین ۶ دوره ۱۰ روزه نشان نداد ($F_{5,6}= 0.44; p= 0.82$). با توجه به نتایج به‌دست آمده از ۶ دوره پایش در روش ترانسکت تمیز شده، اندازهٔ جمعیت در پناهگاه حیات وحش دشت ناز با حدود اعتماد ۹۵ درصد بین ۲۶/۱۹ تا ۴۷/۹۳ رأس برآورد شد (جدول ۳). دقت برآورد اندازهٔ جمعیت در شش دورهٔ زمانی ۱۰ روزه، سه دورهٔ زمانی ۲۰ روزه، دو دورهٔ زمانی ۳۰ روزه و یک دورهٔ زمانی ۶۰ روزه نشان داد که دقت برآورد نهایی از جمعیت با افزایش فاصله‌های زمانی پایش با توجه به کاهش خطای معیار، افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه طولانی شدن مدت زمان تجمع، خطر تجزیه گروه‌های سرگین را افزایش می‌دهد، مدت زمان بهینه تجمع گروه‌های سرگین ۳۰ روز برآورد گردید.

جدول ۲. میانگین ± خطای معیار تعداد گروه‌های سرگین هر دورهٔ پایش ۱۰ روزه در ۵۴۰۰ متر مربع. ضریب تبدیل برای هر دورهٔ ۱۰ روزه محاسبه شده است

دوره‌های زمانی (۱۰ روز)	۱	۲	۳	۴	۵	۶	کل
میانگین تعداد گروه‌های سرگین در هر ترانسکت	۴/۲۲	۴/۱۱	۲/۴۴	۵/۴۴	۵/۳۳	۲/۷۸	۴/۰۶
خطای معیار	۱/۷۱	۲/۱۶	۰/۶۶	۱/۷۵	۳/۱۳	۰/۵۷	۰/۷۵
فاکتور تبدیلی	۱۳۷/۷۳	۱۴۱/۴۲	۲۳۸/۲۱	۱۰۶/۸۴	۱۰۹/۰۵	۲۰۹/۰۸	۱۴۳/۱۶
تعداد جمعیت							۳۷ گوزن

جدول ۳. برآورد اندازهٔ جمعیت گوزن زرد ایرانی در هر یک از ۶ دورهٔ پایش ۱۰ روزه در پناهگاه حیات وحش دشت‌ناز

دوره‌های زمانی (روز)	تعداد ترانسکت	میانگین تراکم گروه‌های سرگین (۶۰۰ مترمربع)	خطای معیار تراکم گروه‌های سرگین	تعداد گروه‌های سرگین در کل منطقه (۵۵۰۰۰۰ متر مربع)	برآورد تعداد کل گوزن در هر دوره	خطای معیارتعداد گوزن در هر دوره
۱	۹	۴/۲۲	۱/۷۱	۳۸۷۰	۳۸/۵۹	۱۵/۶۷
۲	۹	۴/۱۱	۲/۱۶	۳۷۶۹	۳۷/۵۷	۱۹/۷۷
۳	۹	۲/۴۴	۰/۶۶	۲۲۴۱	۲۲/۳۴	۶/۱۱
۴	۹	۵/۴۴	۱/۷۵	۴۹۹۱	۴۹/۷۶	۱۶/۰۶
۵	۹	۵/۳۲	۳/۱۳	۴۸۸۹	۴۸/۷۴	۲۸/۶۶
۶	۹	۲/۷۸	۰/۵۷	۲۵۴۵	۲۵/۳۹	۵/۲۳
تعداد برآورد شده جمعیت گوزن زرد ایرانی (فاصله اطمینان ۹۵٪) = (۱۹/۹۳-۲۶/۴۷) ۱۰/۸۷±۳۷/۰۶						

۲،۲،۳. روش محصول سرپا

در پایان دورهٔ مطالعاتی (۲۰ شهریور ۱۳۸۸) تعداد ۳۷۴ گروه سرگین در ترانسکت‌های مستقر شده شمارش گردید که میانگین آن برای هر ترانسکت SD ۲/۴۳ ± ۲۰/۷۸ گروه سرگین بود. با در نظر گرفتن مدت زمان ناپدید شدن گروه‌های سرگین گوزن زرد در دشت ناز ساری (SD ۴۵/۹۳ ± ۴۵/۷۹؛ Ali-Akbari, 2009)، اندازهٔ جمعیت به روش محصول سرپا با حدود اعتماد ۹۵ درصد ۱۰/۲۳ ± ۴۱/۴۷ برآورد شد.

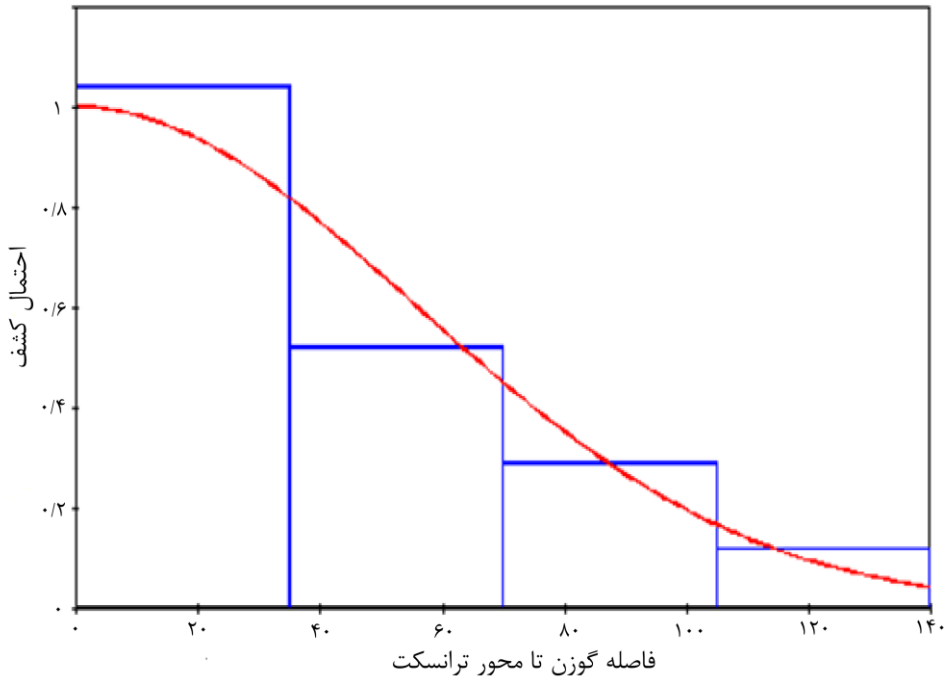
۳،۲،۳. برآورد سریع اندازهٔ جمعیت با استفاده از فرض حالت پایدار

Ali-Akbari (2009) ضمن نشان دادن حالت پایای محصول سرپای سرگین در میانهٔ فصل تر (آذر تا دی) و میانهٔ فصل خشک (خرداد تا تیر) در پناهگاه حیات وحش دشت ناز، میانگین± انحراف معیار نیمهٔ عمر تجزیهٔ گروه‌های سرگین در این پناهگاه را در میانهٔ فصل تر ۶/۱۸ ± ۳۸/۵۲ روز به‌دست آورد. با استفاده از نرخ تجزیهٔ برآورد شده (۰/۰۲؛ Ali-Akbari, 2009) و تعداد کل گروه‌های سرگین شمارش شده در ترانسکت‌های روش محصول سرپا، اندازهٔ جمعیت با حدود اطمینان ۹۵ درصد، ۹/۳۷ ± ۳۷/۹۸ رأس برآورد شد.

۳،۳. روش ترانسکت خطی

در طول ۱۴/۲ کیلومتر ترانسکت خطی پیموده شده، ۳۴ گوزن زرد ایرانی در ۲۴ گروه با نرخ برخورد ۲/۴ گوزن در هر کیلومتر مشاهده شد. بررسی توزیع فراوانی فواصل مشاهدهٔ گوزن زرد نشان داد که احتمال کشف تا

حدود ۳۵ متری خط ترانسکت بیشتر از فواصل بعد از آن است. در نمودار ۲ توزیع فراوانی فواصل کشف پس از گروه‌بندی داده‌ها نشان داده شده‌است. روش ترانسکت خطی نشان داد که تراکم جمعیت در پناهگاه حیات وحش دشت ناز به طور متوسط ۱۷/۴۹ گوزن در هر کیلومتر مربع است. با در نظر گرفتن مساحت منطقهٔ مورد مطالعه، اندازهٔ جمعیت گوزن زرد در پناهگاه حیات وحش دشت ناز ۵۸ رأس (فاصله اطمینان ۹۵٪ = ۹۲-۳۶) برآورد گردید. اگرچه فراوانی برآورد شده تا حدود زیادی بزرگتر از فراوانی واقعی جمعیت می‌باشد (۴۰ راس در سال ۸۸)، اما میانگین واقعی در محدودهٔ فاصلهٔ اطمینان عریض برآورد شده قرار می‌گیرد.



نمودار ۲. توزیع فراوانی فواصل تشخیص گوزن زرد ایرانی بعد از گروه‌بندی

۴. بحث و نتیجه‌گیری

علاوه بر روش مستقیم نمونه‌گیری فاصله‌ای از طریق ترانسکت خطی، در این مطالعه دقت، صحت و کارایی روش‌های غیرمستقیم برآورد اندازهٔ جمعیت از طریق شمارش گروه‌های سرگین در تخمین اندازهٔ جمعیت گوزن زرد ایرانی در پناهگاه حیات وحش دشت ناز با تعداد معلوم جمعیت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مطالعات میدانی نشان دهندهٔ وجود یک رابطهٔ روشن بین اندازهٔ جمعیت و تجمع گروه‌های سرگین بود و اندازهٔ واقعی جمعیت در محدودهٔ فاصلهٔ اطمینان برآوردهای به‌دست آمده از روش‌های شمارش گروه‌های سرگین قرار داشت.

۱،۴. اندازه و شکل واحدهای نمونه‌برداری

با توجه به اینکه دورهٔ تجمع گروه‌های سرگین در این مطالعه ۱۰ روز در نظر گرفته شد، استفاده از واحدهای نمونه‌گیری کوچک امکان عدم تجمع گروه‌های سرگین را در این دورهٔ کوتاه افزایش می‌داد. Marques و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که چنانچه تراکم گونهٔ هدف پایین باشد، استفاده از ترانسکت در مقایسه با پلات نتایج

دقیق‌تری را به‌همراه دارد. نتایج مطالعات Alves و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان داد که روش‌های شمارش گروه‌های سرگین از طریق ترانسکت‌های خطی و نواری نتایج دقیق‌تری را در مقایسه با روش شمارش در پلات‌ها دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش تعداد ترانسکت‌های نمونه‌گیری به دو برابر تعداد اولیه، دقتی برابر با ٪۱۰± میانگین حاصل شده‌است که دقت مطلوبی می‌باشد.

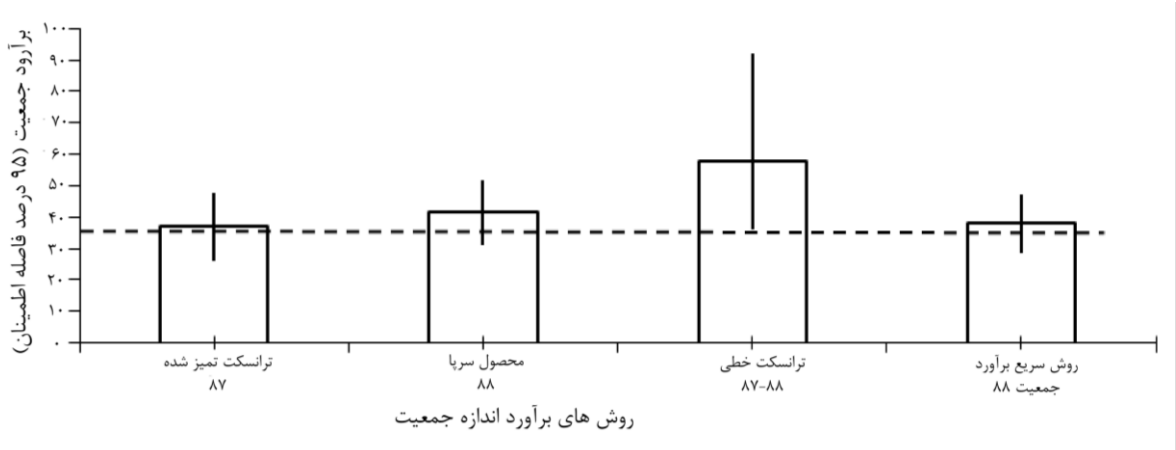
۲،۴. تعداد دفعات دفع روزانه و نرخ تجزیهٔ گروه‌های سرگین در گوزن زرد ایرانی

تعداد دفعات دفع روزانه محاسبه شده (۱۰/۰۳) در این مطالعه بسیار نزدیک به نتایج سایر مطالعات در رابطه با دیگر گوزن‌های هم جثه با گوزن زرد ایرانی بود (Bailey and Putman, 1981; Rollins et al., 1984; Neff, 1986). با توجه به اینکه شمارش گروه‌های سرگین در فصل زمستان انجام گرفت، بررسی تعداد دفعات دفع برای سه ماه زمستان در منطقهٔ مورد مطالعه انجام شد و میانگینی از تعداد دفعات دفع روزانه برآورد شده در سه ماه فصل زمستان برای تخمین اندازهٔ جمعیت مورد استفاده قرار گرفت.

تعداد دفعات دفع در یک گونه تا حد زیادی تابع شرایط منطقهٔ مورد مطالعه بویژه کیفیت و کمیت مواد غذایی در دسترس یک گونه می‌باشد (Van Etten and Bennett, 1964; Andersen et al., 1992). Eycott و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که جایگزین کردن غذاهای مصنوعی با غذاهای طبیعی سبب افزایش تعداد دفعات دفع می‌شود. نرخ دفع بیشتر در گوزن‌های پارک ارم در مقایسه با دشت ناز نیز تأیید کننده نتایج Eycott و همکاران (۲۰۱۳) بود. با توجه به اینکه رژیم غذایی حیوان در باغ‌وحش ارم در طول سال تغییر چندانی نمی‌کند، تعداد دفعات دفع نیز در طول سال تغییر محسوسی را نشان نداد.

۳،۴. برآورد اندازهٔ جمعیت با استفاده از روش‌های مستقیم و غیرمستقیم

در این مطالعه با محاسبهٔ استفاده از ضریب تبدیل در تخمین اندازه جمعیت به دلیل عدم نیاز به مدت زمان تجزیه و نرخ دفع، روش آسان‌تری می‌باشد (Bailey and Putman, 1981). در این مطالعه نیز با محاسبهٔ ضریب تبدیل، برآورد نسبتاً صحیح و دقیقی از اندازهٔ جمعیت به‌دست آمد که بیانگر رابطهٔ قوی بین تراکم گروه‌های سرگین و تعداد جمعیت است (نمودار ۳).



نمودار ۳. مقایسهٔ اندازه‌های جمعیت گوزن زرد به‌دست آمده با استفاده از چهار روش برآورد اندازهٔ جمعیت در پناهگاه حیات وحش دشت ناز از شهریور ۱۳۸۷ تا شهریور ۱۳۸۸. میله‌های خطا، ۹۵ درصد فاصله اطمینان را نشان می‌دهند. اندازهٔ واقعی جمعیت (۳۷ راس در سال ۱۳۸۷) با خط‌چین افقی نشان داده شده‌است.

در روش محصول سرپا، جهت تبدیل تراکم گروه‌های سرگین به تراکم حیوان، به مدت زمان ناپدید شدن گروه-های سرگین نیاز است، اما استفاده از مدت زمان تجزیه گروههای سرگین در معادله برآورد اندازهٔ جمعیت سبب برآوردی کمتر از حد واقع می‌شود (Hemami & Dolman, 2005; Skarin, 2008). در این مطالعه از مدت زمان ناپدید شدن گروه‌های سرگین به جای مدت زمان تجزیه استفاده شد که برآورد صحیحی از اندازهٔ جمعیت را به-دست داد. برای برآورد مدت زمان ناپدید شدن، گروه‌های سرگین تا زمان ناپدید شدن پایش می‌گردند. گروه‌های سرگین ممکن است قبل از تجزیه کامل بواسطهٔ عوامل طبیعی نظیر رفتن زیر گل و لای پس از بارندگی و یا پوشیده شدن توسط پوشش گیاهی ناپدید شوند و مشاهده‌گر قادر به کشف آن‌ها حتی با جستجوی دقیق نباشد. حالت پایای محصول سرپا در میانهٔ فصل تر و میانهٔ فصل خشک اتفاق می‌افتد (McClanahan, 1986؛ Ali-Akbari, 2009). در این دو دوره میزان تجمع گروه‌های سرگین کمترین میزان نوسان را نشان می‌دهد که از این حالت برای برآورد سریع اندازهٔ جمعیت استفاده شد.

۴،۴. مقایسهٔ روش‌های برآورد اندازهٔ جمعیت از نظر صحت و دقت

صحت یک فاکتور مهم در انتخاب بهترین روش شمارش گروه‌های سرگین در تخمین اندازهٔ جمعیت می‌باشد. محاسبهٔ این فاکتور نیازمند داشتن اطلاعاتی از اندازهٔ واقعی جمعیت می‌باشد (Staines and Ratcliffe, 1987). از آنجا که فراوانی واقعی گوزن زرد در منطقهٔ مورد مطالعه مشخص بود، امکان مقایسهٔ میزان صحت روش‌های به‌کارگرفته شده در این مطالعه فراهم گردید.

با توجه به نتایج به‌دست آمده کلیهٔ روش‌های غیر مستقیم استفاده شده برای برآورد اندازهٔ جمعیت از صحت بالایی برخوردار بودند. روش مستقیم ترانسکت خطی در مقایسه با سایر روش‌های غیرمستقیم استفاده شده در این مطالعه کمترین میزان صحت را نشان داد. اگرچه میانگین به‌دست آمده از این روش (۵۸) فاصلهٔ نسبتاً زیادی تا میانگین واقعی داشت، اما میانگین واقعی در فاصلهٔ اطمینان عریض به‌دست آمده از این روش قرار گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه، تعداد واقعی جمعیت در پناه‌گاه حیات‌وحش دشت ناز (۳۷ رأس در زمان انجام روش ترانسکت تمیز شده و ۴۰ رأس در زمان انجام روش محصول سرپا و ترانسکت خطی) در فاصله اطمینان تمامی روش‌های به‌کار رفته شده در مطالعه قرار گرفت. بنابراین، چهار روش استفاده شده در این مطالعه صحت لازم ولی متفاوتی را در برآورد اندازهٔ جمعیت گوزن زرد ایرانی در منطقهٔ مورد مطالعه نشان دادند.

از نظر دقت، روش محصول سرپا و روش سریع برآورد اندازهٔ جمعیت نسبت به روش ترانسکت تمیز شده دارای حدود اطمینان باریک‌تر و در نتیجه دقت بیشتری بودند که می‌تواند به دلیل تلاش بیشتر در این روش‌ها باشد. در شرایطی می‌توان دقت در نتایج روش‌ها را ارزیابی نمود که تلاش‌های صورت گرفته در نمونه‌برداری (تعداد ترانسکت‌ها) یکسان باشد. روش ترانسکت‌های تمیز شده (۹ ترانسکت) تعداد ۱۰/۸۷ ± ۳۷/۰۶ گوزن با درصد دقت نسبی ۲۹/۳۳ را برآورد نمود. روش محصول سرپا با تلاش نمونه‌گیری بیشتر (۱۸ ترانسکت) تعداد ۱۰/۲۳ ± ۴۱/۴۷ گوزن با درصد نسبی دقت ۲۴/۶۶ را به‌دست داد. به منظور یکسان نمودن شدت نمونه‌گیری، ترانسکت‌های روش محصول سرپا به طور تصادفی به گروه‌های متشکل از ۹ ترانسکت تقسیم شد و دقت روش بررسی گردید. بررسی نتایج به‌دست آمده نشان داد که میزان درصد دقت نسبی در تمامی گروه‌های مشخص شده روش محصول سرپا بیشتر از روش ترانسکت تمیز شده است. نتایج این تحقیق با نتایج Smart و همکاران (۲۰۰۴)، Campbell و همکاران (۲۰۰۴)، Hemami and Dolman (۲۰۰۵) و Alves و همکاران (۲۰۱۳)، مطابقت داشت. اگرچه در مطالعهٔ Ellwood (2000) روش محصول سرپا در مقایسه با روش ترانسکت تمیز شده دقت کمتری را

نشان داد. روش ترانسکت خطی کمترین صحت و دقت را در برآورد اندازهٔ جمعیت گوزن زرد نشان داد که برخلاف نتایج Smart و همکاران (۲۰۰۴) و همچنین Hemami و همکاران (۲۰۰۷) بود. تلاش محدود و در نتیجه تعداد کمتر مشاهدات گله‌های گوزن در پناهگاه حیات وحش دشت ناز در مقایسه با مطالعات مذکور می‌تواند یکی از دلایل پایین بودن دقت و صحت برآورد به‌دست آمده در مطالعهٔ حاضر باشد. تلاش بیشتر برای مشاهده گروه‌های بیشتر گوزن می‌تواند دقت این روش را افزایش دهد.

۵،۴. مدت زمان لازم برای اجرای هر یک از روش‌های برآورد جمعیت

در روش ترانسکت تمیز شده، میانگین زمان سپری شده در هر ترانسکت ۱۴ دقیقه و میانگین زمان سپری شده برای بررسی کل ترانسکت‌ها در هر دوره ۱۳۴ دقیقه بود. در مجموع زمان سپری شده جهت اجرای روش ترانسکت‌های تمیز شده در کل دورهٔ دو ماهه ۱۰۴۰ دقیقه محاسبه شد. کل زمان صرف شده در روش محصول سرپا برابر با ۱۵۶ دقیقه بود. در روش ترانسکت خطی با پای پیاده کل زمان صرف شده ۲۳۰ دقیقه بود. بنابراین روش ترانسکت‌های تمیز شده ۶/۶۷ بار بیشتر از روش محصول سرپا زمان بر است. در مقایسه با روش ترانسکت خطی، روش ترانسکت تمیز شده ۴/۶۵ بار بیشتر زمان بر است و همچنین روش ترانسکت خطی در مقایسه با روش محصول سرپا به ۱/۴۳ بار بیشتر زمان نیاز دارد. البته روش محصول سرپا نیاز به برآورد جداگانهٔ نرخ ناپدید شدن گروه‌های سرگین دارد که خود بسیار زمان‌بر است، اما در صورت موجود بودن نرخ ناپدید شدن گروه‌های سرگین، این روش نسبت به روش‌های دیگر اقتصادی‌تر است.

یافته‌های این تحقیق در خصوص مدت زمان اجرای هر یک از روش‌ها، با نتایج Smart و همکاران (۲۰۰۴) و Campbell و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت. مدت زمان سپری شده به منظور جستجوی مکان ترانسکت در آغاز مطالعه به علت عدم آشنایی به منطقه می‌تواند مهم‌ترین عامل افزایش زمان اجرای شمارش در روش ترانسکت‌های تجمعی باشد.

۶،۴. انتخاب بهترین روش برآورد اندازهٔ جمعیت

تراکم گونهٔ مورد مطالعه و نرخ تجزیهٔ سرگین دو فاکتور مهم در دقت و کارایی روش‌های برآورد اندازهٔ جمعیت از طریق شمارش گروه‌های سرگین می‌باشند (Alves et al., 2013). تراکم پایین جمعیت سبب کاهش دقت روش به‌کار رفته می‌شود. همچنین چنانچه مدت زمان تجزیه کوتاه باشد، احتمال اینکه تجمع گروه‌های سرگین در برخی از پلات‌ها صورت نگیرد افزایش یافته و در نتیجه دقت روش کاهش می‌یابد.

کاربرد عملی روش‌های استفاده شده در این مطالعه به منظور مدیریت گوزن زرد بستگی به زیستگاه، توپوگرافی منطقه و فصل اجرای روش دارد. علیرغم تراکم بالای گوزن زرد در پناهگاه حیات‌وحش دشت ناز، انتخاب دورهٔ پایش کوتاه ۱۰ روزه، سبب افزایش واریانس بین تراکم گروه‌های سرگین ترانسکت‌ها و در نتیجه کاهش دقت شد. نتایج این مطالعه نشان داد که زمان بهینهٔ تجمع گروه‌های سرگین به شرط عدم تجزیه در طول دورهٔ تجمع ۳۰ روز می‌باشد.

مطالعهٔ انجام شده توسط Smart و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که روش محصول سرپا در مقایسه با روش ترانسکت تمیز شده کارایی بیشتری دارد. از طرف دیگر Marques و همکاران (۲۰۰۱) استفاده از روش ترانسکت تمیز شده را به دلیل عدم نیاز به شاخص نرخ تجزیه در مقایسه با روش محصول سرپا مناسب‌تر دانسته است. Mayle و همکاران (۱۹۹۹) بیان می‌کنند در مناطقی که تراکم گونهٔ مورد نظر کم و نرخ تجزیهٔ گروه‌های سرگین بالا باشد، استفاده از روش محصول سرپا در مقایسه با روش‌های دیگر کارایی بیشتری دارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که برای برآورد فراوانی گوزن زرد ایرانی در پناهگاه حیات وحش دشت ناز و

زیستگاه‌های مشابه، روش‌های غیرمستقیم برآورد اندازهٔ جمعیت از طریق شمارش گروه‌های سرگین در مقایسه با روش نمونه‌گیری فاصله‌ای از طریق ترانسکت خطی مناسب‌ترند. هر یک از روش‌های برآورد اندازهٔ جمعیت دارای مزایا و معایبی است که با در نظر گرفتن آن‌ها می‌توان با توجه به هدف شمارش بهترین روش را انتخاب کرد.

تغییر در شرایط آب و هوایی در سال‌های مختلف، مدت زمان تجزیهٔ گروه‌های سرگین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، اگر هدف، برآورد اندازهٔ جمعیت در زمانی کوتاه باشد، روش محصول سرپا و روش سریع برآورد اندازهٔ جمعیت قابل اطمینان نخواهد بود. نرخ تجزیهٔ گروه‌های سرگین بسته به گونه، فصل و زیستگاه متغیر است. به همین دلیل، در هر بار انجام روش محصول سرپا معمولا لازم است مدت زمان ناپدید شدن گروههای سرگین نیز برآورد گردد (Hemami *et al.*, 2005)، که این موضوع سبب زمان‌بر شدن این روش می‌گردد (Laing *et al.*, 2003- and Tsaparis *et al.*, 2009).

اگرچه دقت روش ترانسکت تمیز شده در مقایسه با روش محصول سرپا پایین‌تر بود، اما با توجه به تراکم بالای گوزن زرد در محدودهٔ مورد مطالعه چنانچه فاصلهٔ زمانی بین بررسی‌ها افزایش یابد، اجرای روش ترانسکت تمیز شده پیشنهاد می‌گردد. Alves و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان می‌کنند که در زیستگاه‌های ناهمگن با تراکم بالای گونهٔ مورد نظر، استفاده از روش ترانسکت تمیز شده در مقایسه با روش محصول سرپا مناسب‌تر می‌باشد. در مجموع می‌توان بهترین روش برآورد اندازهٔ جمعیت گوزن زرد ایرانی را در زیستگاه‌های با تراکم بالای حیوان، روش ترانسکت تمیز شده و در تراکم‌های پایین تا متوسط روش محصول سرپای سرگین معرفی نمود.

References

Acevedo, O., Ferreres, J., Jaroso, R., Durn, M., Escuderoc, M.A., Marco, J., Gortzar, C., 2010. Estimating roe deer abundance from pellet group counts in Spain: An assessment of methods suitable for Mediterranean woodlands. Ecological Indicators 10, 1226–1230

Acevedo, P., Ruiz-Fons, F., Vicente, J., Reyes-Garcıa, A.R., Alzaga, V., Gortazar, C., 2008. Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats Journal of Zoology 276, 37–47.

Acevedo, P., Vicente, J., Höfle, U., Cassinello, J., Ruiz-Fons, F., Gortázar, C. 2007. Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: a novel method in epidemiological risk assessment. Epidemiology and Infection, 135, 519-527.

Ali-Akbari, A., 2009. Assessing the pellet group count methods to estimate of Persian fallow deer (Dama dama mesopotamica) in Dashte-e-Naz wildlife refuge. MsC thesis, Tarbiat Modares University, Iran, 235p (in Persian).

Alves, J., da Silva, A.A., Soares, A.M.V.M., Fonseca, C., 2013. Pellet group count methods to estimate red deer densities: precision, potential accuracy and efficiency', Mammalian Biology 78, 134-41.

Andersen, R., Hjeljord, O., Saether, B.E., 1992. Moose defecation rates in relation to habitat quality. Alces 28, 95–100.

Bailey, R.E., Putman, R., 1981. Estimation of fallow deer (Dama dama) populations from faecal accumulation. Journal of Applied Ecology 18, 697–702.

Barnes, R.F.W., 2002. The problem of precision and trend detection posed by small elephant populations in West Africa. African Journal of Ecology 40, 179– 185.

Barnes, R.F.W., Jensen, K.L., 1987. How to count elephants in forests. IUCN African Elephant and Rhino Specialist Group Technical Bulletin 1, 1-6.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. & Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford, UK.

Camargo-Sanabria, A.A., Mandujano, S., 2011. Comparison of pellet-group counting methods to estimate population density of white-tailed deer in a Mexican tropical dry forest. Tropical Conservation Science 4, 230-243.

Campbell, D., Swanson, G.M., Sales, J., 2004. Comparing the precision and cost-effectiveness of faecal pellet group count methods. Journal of Applied Ecology 41, 1185–1196.

Clutton-Brock, T.H., Guinness, F.E., Albon, S.D., 1982. Red Deer: Behavior and Ecology of Two Sexes. University of Chicago Press, Chicago.

Ellwood, S., 2000. Using a dung clearance plot method for estimating Fallow, Roe and Muntjac number in mixed deciduous woodland. Deer 8, 417-423.

Eycott, A., Daleszczyk, K., Drese, J., Cantero, A.S., Pèbre, J., Gladys, S., 2013. Defecation rate in captive European bison, *Bison bonasus*. Acta Theriologica 58, 387-390.

Focardi, S., Isotti, R., Tinelli, A., 2002. Line transect estimates of ungulate populations in a Mediterranean forest. Journal of Wildlife Management 66, 48–58.

Ghahremani-Nezhad, F., Taghi-Nezhad, A.R., Bahari, H., Esmaeili, R., 2011. An introduction to flora, life form, and distribution of plants in two protected lowland forests, Semeskandeh and Dasht-e Naz, Mazandaran N. Iran. Taxonomy and Biosystematics 6, 53-71

Hemami, M.R., Dolman, P.M., 2005. The disappearance of muntjac (Muntiacus reevesi) and roe deer (Capreolus capreolus) pellet groups in a pine forest of lowland England. European Journal of Wildlife Research 51,19–24.

Hemami, M.R., Watkinson, A.R., Dolman, P.M., 2005. Population densities and habitat associations of introduced muntjac Muntiacus reevesi and native roe deer Capreolus capreolus in a lowland pine forest. Forest Ecology and Management 215, 224–238.

Hemami, M.R., Rabiei, A., 2002. The conservation of Persian Fallow Deer (*Dama dama mesopotamica*). 5th International Deer Biology Congress. Conference Proceedings: 43.

Hemami, M.R., Watkinson, A.R., Gill, R.M.A., Dolman, P.M., 2007. Estimating abundance of introduced Chinese Muntiacus reevesi and native Roe Deer using portable thermal imaging equipment. Mammal Review 37: 246-254.

Jordan, P.A., Peterson, R.O., Campbell, P., Mclaren, B., 1993. Comparison of pellet-group counts and aerial counts for estimating density of moose at Isle Royale: a progress report. Alces 29, 267–278.

Laing, S.E., Buckland, S.T., Burn, R.W., Lambie, D., Amphlett, A., 2003. Dung and nest surveys: estimating decay rates. Journal of Applied Ecology 40, 1102–1111.

Latham, J., Staines, B.W., Gorman, M.L., 1997. Correlations of red (Cervus elaphus) and roe (Capreolus capreolus) deer densities in Scottish forests with environmental variables. Journal of Zoology 242, 681–704.

Mandujano, S., 2005. Calibration of tracks count to estimate population density of white-tailed deer (Odocoileus virginianus) in a Mexican tropical forest. Southwest Natural 50, 223-229.

Månsson, J., 2009. Environmental variation and moose Alces alces density as determinants of spatio-temporal heterogeneity in browsing. Ecography 32, 601–612.

Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Goffin, D., Dixon, C.E., Borchers, D.L., Mayle, B.A., Peace, A.J., 2001. Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: sika deer in southern Scotland. Journal of Applied Ecology 38, 349–363.

Massei, G., Bacon, P., Genov, P.V., 1998. Fallow deer and wild boar pellet group disappearance in a Mediterranean area. Journal of Wildlife Management 62, 1086–1094.

Mayle, B.A., Peace, A.J., Gill, R.M.A., 1999. How Many Deer? A Field Guide to Estimating Deer Population Size. Forestry Commission, Edinburgh

Mayle, B.A., Peace, A.J., Gill, R.M.A., 1999. How many deer? Forestry Commission, Edinburgh Pellet group count methods to estimate red deer densities: Precision, potential accuracy and efficiency. Mammalian Biology 78, 134–141.

McClanahan, T.R., 1986: Quick population survey method using faecal droppings and a steady state assumption. African Journal of Ecology 24, 37-39.

Neff, D.J., 1986. The pellet-group count technique for big game trends, census, and distribution: a Review. Journal of Wildlife Management 32, 597-614.

Plhal, R., Kamler, J., Homolka, M., 2014. Faecal pellet group counting as a promising method of wild boar population density estimation. Acta Theriologica 59, 561-569.

Putman, R.J., 1984. Facts from faeces. Mammal Review 14, 79–97.

Rollins, D., Bryant, F.C., Montandon, R., 1984. Fecal pH and defecation rates of eight ruminants fed known diets. Journal of Wildlife Management 48, 807-813.

Rönnegård, L., Sand, H., Andrén, H., Månsson, J., Pehrson, A., 2008. Evaluation of four methods used to estimate population density of moose Alces alces. Wildlife Biology 14, 358–371.

Skarin, A., 2008. Habitat use by semi-domesticated reindeer, estimated with pellet-group counts. Rangifer 27, 121-132.

Smart, J.C.R., Ward, A.I., White, P.C.L., 2004. Monitoring woodland deer populations in the UK: an imprecise science. Mammal Review 34, 99–114.

Staines, B.W., Ratcliffe, P.R., 1987. Estimating the abundance of red deer (Cervus elaphus L.) and roe deer (Capreolus capreolus L.) and their current status in Great Britain. Symposia of the Zoological Society of London 58, 131– 152.

Timmermann, H.R., 1974. Moose inventory methods: a review. Naturaliste Canadien 101, 615–629.

Tsaparis, D., Katsanevakis, S., Ntolka, E., Legakis, A., 2009. Estimating dung decay rates of roe deer (Capreolus capreolus) in different habitat types of a Mediterranean ecosystem: an information theory approach. European Journal of Wildlife Research 55, 167–172.

van Etten, R.C., Bennett, C.L., 1965.Somesources of error in using pellet-group counts for censusing deer. Journal of Wildlife Management 29, 723–729.

Ward, A.I., White, P.C.L., Critchley, C.H., 2004. Roe deer Capreolus capreolus behaviour affects density estimates from distance sampling surveys. Mammal Review 34, 315–319.

Zannèse, A., Baïsse, A., Gaillard, J.M., Hewison, A.J.M., Saint-Hilaire, K., Toïgo, C., Van Laere, G., Morellet, N., 2006. Hind foot length: a new biological indicator for monitoring roe deer populations at a la ndscape scale. Wildlife Society Botulin 34, 351–358.