

مروری

تحلیلی بر روش های کلاسیک تعیین رژیم غذایی در

مهرداران

صیاد شیخی ئیلانلو^{۱*}، حمید رضا رضایی^۲

^۱گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،
^۲گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

چکیده

مطالعه شبکه‌های غذایی و پویایی آن‌ها برای فهمیدن اینکه چگونه عادات تغذیه‌ای در گونه‌های متفاوت می‌تواند بر جوامع آن‌ها تاثیر گذار باشد، بسیار مهم است. طی روند زمان روش‌های مختلفی برای تعیین رژیم غذایی مهرداران به کار گرفته شده است. این روش‌ها از روش‌های ایمونولوژیک شروع و با روش‌های پیچیده مبتنی بر DNA ادامه یافته است. هدف ما در این مطالعه معرفی مزایای و معایب روش‌های کلاسیک تعیین رژیم غذایی در مهرداران بود. این روش‌ها عبارتند از: روش مشاهده مستقیم، ویدئو و دوربین‌های اتوماتیک، تجزیه و تحلیل اسید چرب، ایزوتوپ‌های پایدار، بررسی محتویات معده، شستشوی معده، رادیو تله متری، ردیابی و مشاهده تصادفی، پایش لاشه‌ها، محتویات روده، تجزیه سرگین و شناسایی کوتیکول‌های گیاهی در گلوله‌های مدفوع. در مجموع هر کدام از روش‌های گفته شده با کمبودهایی مواجه بودند، که امید است با استفاده از روش‌های نوین تعیین رژیم غذایی به حل این مشکلات پرداخت. در واقع روش‌های نوین تعیین رژیم غذایی می‌توانند در کنار روش‌های کلاسیک درک بهتری از رژیم غذایی مهرداران به ما بدهند که این خود به اهمیت روش‌های ذکر شده می‌افزاید.

نویسنده مسئول: صیاد شیخی ئیلانلو

ایمیل: sayyad.sheykhi@ut.ac.ir

واژه های کلیدی: رژیم غذایی، مهرداران، سرگین، روش‌های کلاسیک

مقدمه

گونه در جوامع زیستی و ساختار موثر مدیریت طرح‌ها جهت حفاظت آن، شناخت رژیم غذایی ضروری می‌باشد (Bradley et al., 2007). به طور معمول پروتکل‌های نمونه‌برداری برای پایش هر دو گروه جمعیت مهرداران و بی‌مهرداران طراحی شده است، اما اندازه‌گیری ارتباطات تغذیه‌ای میان گونه‌ها به‌خصوص در موجوداتی که بسیار متحرک و منزوی می‌باشند، می‌تواند مشکل باشد (Harwood et al., 2007). در حالت کلی روش‌های متعددی برای تعیین ترکیب رژیم غذایی جانوران به کار گرفته شده است. روش‌های جایگزین و

آگاهی از آنچه که جانوران از آن تغذیه می‌کنند یکی از اساسی‌ترین الزامات برای درک زیست‌شناسی آن‌ها و عملکرد اکوسیستمی می‌باشد که در آن حضور دارند. همچنین تعیین ارتباطات تغذیه‌ای در یک اکوسیستم بخش کلیدی بسیاری از مطالعات بوم‌شناختی محسوب می‌گردد (Deagle et al., 2005). بنابراین، به دست آوردن اطلاعات رژیم غذایی صحیح یک بخش جدایی‌ناپذیر، اما چالش برانگیز، برنامه‌ریزی حفاظت می‌باشد (Deagle et al., 2010). برای پی بردن به جایگاه یک

تکنیک‌ها توسعه یافتند، در نتیجه کمیت و کیفیت اطلاعات مربوط به غذای حیات‌وحش بهبود یافت. تجهیزات بهتری با ایجاد آزمایشگاه در پناهگاه حیات‌وحش پاتوکسنت مرلند در ۱۹۴۰ در دسترس قرار گرفت. اما به طور کلی پژوهش‌های عادات غذایی ارزش خود را در قلمرو تحقیقات حیات‌وحش از دست نداده بلکه در طول زمان کاربردهای جدید و مهم‌تری برای آن‌ها در نظر گرفته شده است. اطلاعات مورد نیاز برای مدیریت مدرن حیات‌وحش اغلب تنها در طول مطالعات عادات غذایی که به طور مناسبی طراحی و با دقت اجرا شده بدست می‌آید (شعربافی، ۱۳۹۰).

روش مشاهده مستقیم

ساده‌ترین روش تعیین رژیم غذایی، مشاهده و پایش مستقیم رفتار غذایی جانوران است، اگرچه این بسیار مهم می‌باشد ولی در بسیاری از مواقع این کار بسیار دشوار و یا حتی در برخی از مواقع غیر ممکن است. مشاهدات مستقیم به مکان‌های مطالعه و گونه خاص (افرادی که در فضاهای باز زندگی می‌کنند) محدود است و به همین دلیل به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Raye *et al.*, 2011). حضور مشاهده کننده در روش مشاهده مستقیم می‌تواند رفتار جانوران را تغییر دهد. این روش زمان بر بوده و مشاهده کننده تنها می‌تواند از افراد کمتری نمونه‌برداری کند (Baamran *et al.*, 2012). به عنوان مثال، خزندگان که گروهی از مهره‌داران هستند، به عنوان موجودات پیچیده که بیش‌تر دارای زندگی زیر زمینی و شبانه می‌باشند روش مشاهده مستقیم برای تعیین رژیم غذایی بسیاری از آن‌ها غیر عملی می‌باشد (Brown *et al.*, 2012). البته در مورد پستانداران و پرندگان شب‌گرد، منزوی و در خطر انقراض نیز مشکل اساسی به شمار می‌رود.

ویدئو و دوربین‌های اتوماتیک

با قدرت تصور بالا برای تجزیه و تحلیل رژیم غذایی از سال ۱۹۶۴ استفاده می‌شوند، که با تکنیک‌های ایمونولوژیک شروع و با روش‌های پیچیده مبتنی بر DNA، موازی با پیشرفت‌های تکنولوژیکی در بوم‌شناسی مولکولی، ادامه یافته است. روش‌های متعددی که برای تعیین رژیم غذایی به صورت کلاسیک به کار رفته است که در بخش‌های بعدی به آنها اشاره شده است.

تاریخچه و اهداف بررسی عادات غذایی

شروع دقیق مطالعات عادات غذایی حیات‌وحش مبهم است اما احتمالاً شکارچیان ما قبل تاریخ دانشی از عادات غذایی جانوران وحشی را به عنوان یک هدف در صید آن‌ها برای معاش روزانه‌شان کسب کرده بودند.

مشاهداتی که در مناطق از آنچه که جانوران تغذیه می‌کنند و محل و زمان آن در طول قرن‌ها ثبت و گزارش شده و به دانش امروزه ما از عادات غذایی و روش‌های آزمایشگاهی وارد شده است. پروفیسور فوربز به عنوان اولین کسی که مطالعه مدرن عادات غذایی را در سال ۱۸۸۵ به عنوان مقاله‌ای که بر روی غذای پرندگان ایلینویز در ۱۸۸۰ انجام داده بود در نظر گرفته شد. بسیاری از تحلیل‌های سودمند روی عادات غذایی که به وسیله بیولوژیست‌های حرفه‌ای اولیه انجام شده بود توسط وی بررسی و مرور شد که نتایج این بررسی نشان داد اغلب آن‌ها از روش‌های کار در منطقه و آزمایشگاه استفاده کرده‌اند. مطالعات اولیه منحصر بر روی پرندگان و به خصوص بر اهمیت اقتصادی آن‌ها تاکید داشت. بعدها تاکید بر مطالعات تغذیه‌ای گونه‌های قابل شکار خصوصا پرندگان آبی و مناطق مرتفع انجام گرفت. بزرگ‌ترین فعالیت تحقیقاتی عادات غذایی در طول دهه ۱۹۳۰ تا اوایل ۱۹۴۰ صورت گرفت. برای این کار از افرادی که خودشان دارای تجربه بودند و یا تکنسین‌هایی که آموزش داده شدند، استفاده گردید.

خشکی) و زیستگاه (به عنوان مثال دریا در مقابل آب شیرین) متغیر بود و به این ترتیب می‌تواند برای توصیف منابع کربن یا موجودات زنده و شبکه‌های غذایی مورد استفاده قرار گیرد (Carreon- Martinez *et al.*, 2010).

این روش نیز شامل محدودیت‌هایی می‌باشد. اندازه ذرات و همگنی ذرات می‌تواند در تجزیه و تحلیل‌ها خطا ایجاد نماید (شعربافی، ۱۳۹۰). همچنین تجزیه و تحلیل‌های ایزوتوپ پایدار می‌تواند فعل و انفعالات تغذیه‌ای غیر قابل انتظار را مشخص کند، اما اغلب برای ارائه تعاملات تغذیه‌ای با شکست مواجه است زیرا ارزش‌های ایزوتوپی در طعمه بالقوه می‌تواند هم‌پوشانی داشته باشد (Carreon- Martinez *et al.*, 2010).

بررسی محتویات معده

در این حالت نمونه‌ها، یا از جانورانی که در طول فصل شکار صید می‌شوند و یا آن‌هایی که بر اثر تصادف کشته می‌شوند به دست می‌آیند. مطالعات عادات غذایی پستانداران کوچک یا با جثه متوسط عمدتاً وابسته به محتویات معده است، ولی گاهی اوقات از محتویات روده بزرگ نیز استفاده می‌شود که شامل مواد غذایی بیشتری است. اما استفاده از هر دو روش منجر به تولید داده‌های بیشتری از رژیم غذایی گونه هدف می‌شود (شعربافی، ۱۳۹۰).

در بررسی محتویات معده، نمونه‌ها در آب شناور می‌شوند. معمولاً محتویات شکم گوشت‌خوران و پرندگان شکاری برای زدودن چربی نیازمند شستشوی کامل با آب گرم همراه با الک با منفذهایی می‌باشد. پس از آن نمونه‌ها در آون خشک می‌شوند. این یک روش معمول است اما خشک کردن با کاغذ خشک کن روند را تسریع می‌کند. در مرحله بعد شناسایی به وسیله دیدن خز، استخوان، پر، اجزای گیاهی، دندان‌ها، فلس و دیگر اجزای هضم نشده است. اجزای اصلی نمونه بر اساس

این تکنیک در رده پرندگان بیشتر کاربرد داشته که با نصب دوربین‌های ویدئویی در مکان لانه، طعمه‌های خورده شده توسط گونه‌های طعمه‌خوار را مورد بررسی قرار می‌دهند (Symondson, 2002). این روش به همراه روش تجزیه و تحلیل اسید چرب و ایزوتوپ‌های پایدار امکان بررسی رژیم غذایی را در دوره طولانی مدت فراهم می‌کند (Deagle *et al.*, 2005).

تجزیه و تحلیل اسید چرب

برای بهبود تشخیص انواع طعمه، یک مجموعه از تکنیک‌های مورفولوژیکی برای مطالعات رژیم مهره‌داران دریایی به کار برده شده‌اند که شایع‌ترین آن‌ها تجزیه و تحلیل‌های ایزوتوپ پایدار و اسید چرب می‌باشند. این تکنیک‌ها می‌توانند اطلاعاتی را در مورد برهم‌کنش‌های سطح غذایی و تغییرات در الگوهای رژیم غذایی ارائه دهند و ممکن است تاکسون‌های خاص مصرف شده را نیز نشان دهند (Casper *et al.*, 2007). شناسایی مولکولی کریل به عنوان یک گروه می‌تواند با استفاده از پروفایل‌های اسید چرب‌شان انجام شود، که از لیپیدهای ذخیره شده در بافت‌های چربی طعمه‌خواران ظاهر می‌شوند ولی این روش تا شناسایی سطح گونه گسترش نمی‌یابد (Jarman *et al.*, 2002).

ایزوتوپ‌های پایدار

تجزیه و تحلیل‌های ایزوتوپ پایدار روش دیگری است، که به طور گسترده از سال ۱۹۷۰ برای توصیف شبکه‌های غذایی استفاده شده است. رویدادهای جزء به جزء کردن ایزوتوپ در موجودات زنده اغلب در غنی‌سازی ایزوتوپ‌های سنگین‌تر از نیتروژن برای مواد غذایی حاصل می‌شود و یک تخمین نسبی از موقعیت تغذیه‌ای را تخمین می‌زند. ایزوتوپ‌های پایدار ارزش‌های کمی برای نشان دادن ارتباط ترکیبات غذایی و موجودات زنده دارند اما اغلب میان منابع فتوسنتز کننده (به عنوان مثال فیتوپلانکتون‌ها در مقایسه با گیاهان

اخلاقی یک پیشرفت می باشد ولی با این حال این روش به اسیر کردن حیوان نیاز دارد و می تواند تاثیرات نامطلوبی روی پرندگان نمونه برداری شده و یا زادگان آنها داشته باشد. این بدین معنی است که تعداد نمونه های معده ای که می توانند در طی یک مطالعه به دست آورده شوند اغلب به علت مسائل اخلاقی محدود می شوند و اینکه این روش ممکن است برای مطالعات حیوانات در معرض خطر انقراض مناسب نباشد. جمع-آوری نمونه نیز اغلب به وسیله مشکل عملیاتی روش شستشو دادن محدود می شود و معمولا به یک زیر مجموعه از پرندگان جفت گیری کننده ای منحصر می شود که در حال تغذیه جوجه های شان می باشند زیرا اینها تنها افرادی هستند که به طور معتبری غذا را در معده های شان به کلنی باز می گردانند. مطالعات رژیم غذایی بر اساس تجزیه و تحلیل محتویات معده می تواند به وسیله تعداد بالایی از بقایای غیر قابل شناسایی در معده و خطاهای کشف ایجاد شده به وسیله هضم متمایز و یا حفظ بقایای طعمه به تأخیر انداخته شوند (Deagle et al., 2007).

تجزیه و تحلیل محتویات معده یک تکنیک کلیدی در تحقیقات اکولوژی جانوری و شیلات است. بنابراین، با توجه به حفاظت از طبیعت و نیاز به اطلاعات، دانشمندان در حال حاضر روش های غیرکشنده از جمع آوری داده های بیولوژیکی و اکولوژیکی را کشف کرده اند. روش های غیرمخرب پیش از این برای بررسی رژیم غذایی ماهی با فلاشینگ معده (تخلیه محتویات معده به صورت یکجا)، همچنین به عنوان شستشوی معده استفاده شده است. در یک مطالعه استفاده از فلاشینگ معده برای استخراج محتویات معده از یک گونه کوسه گزارش شده است. کوسه سندبار (*Carcharinus plumbeus*) به منظور بررسی نرخ تخلیه معده فلاش شد. روش بازبینی شده بوسیله تشریح ۱۸ فرد پس از فلاشینگ، نشان داد که

مقایسه چشمی شناسایی می شوند. سپس موارد انتخاب شده برای اندازه گیری ها جدا می شوند و این روند تا وقتی که تجزیه و تحلیل کامل انجام می شود تکرار می-گردد (شعربافی، ۱۳۹۰). مرحله شناسایی به وسیله مطالعات میکروسکوپی مقایسه این اجزا با کلید شناسایی کامل می شود. محتویات معده برای شناسایی آسان می باشد و این روش تشخیص بین لاشه و اجزای یک طعمه تازه کشته شده را امکان پذیر می سازد. مدت زمان شناسایی مواد طعمه در محتویات معده طعمه-خواران بسیار گسترده و از چند ساعت تا بیش از یک هفته می باشد (Sheppard and Harwood, 2005).

تجزیه و تحلیل محتویات معده که در نتیجه آن طعمه-خوار کشته می شود به دلایل اخلاقی محدود است (Oehm et al., 2011). به وسیله بررسی های منطقی و اخلاقی می توان از جمع آوری محتویات معده مهره-داران، خصوصا طعمه خواران مرتبه بالاتر، اجتناب نمود (Casper et al., 2007). برای بررسی رژیم غذایی پرندگان تحت شرایط طبیعی، محتویات معده پس از کشتن و تشریح پرنده تجزیه و تحلیل می شود (Scribner and Bowman, 1998). این سیستم های خشن ممکن است به آلودگی های خارجی طعمه خواران توسط بقایای طعمه تکه تکه شده یا ریمه، منجر شود (King et al., 2008).

شستشوی معده

روش مرسوم برای تعیین گونه های طعمه مصرف شده توسط پرندگان دریایی از طریق سنجش بقایای موجود در معده آنها می باشد. به لحاظ تاریخی نمونه های معده از طریق نمونه برداری کشنده بدست آورده می شدند. به هر حال در طی ۲۰ سال گذشته اکثر مطالعات از شستشو دادن معده به عنوان یک جایگزین غیر-کشنده برای به دست آوردن این نمونه ها استفاده نموده اند. اگرچه شستشو دادن معده یقینا به لحاظ

لاشه به عنوان طعمه‌های آن گونه محسوب می‌شوند. در تحقیقی که توسط میلز در آفریقا بر روی گوشت‌خواران بزرگ صورت گرفت داده‌های حاصل از این روش به سمت طعمه‌های بزرگ‌تر انحراف داشتند. این روش در پرندگان نیز به کار رفته است. رادیوتله‌متری یک فرصت واقعی را برای مطالعه حرکات حیوانات، گستره خانگی، الگوی استفاده از زیستگاه، سازمان‌دهی اجتماعی و تعیین رژیم غذایی مهره‌داران به‌ویژه گوشت‌خواران را ایجاد می‌نماید (Shehzad et al., 2012).

ردیابی و مشاهده تصادفی

روش ردیابی در مناطق ماسه‌ای و یا با پوشش گیاهی تنک آسان‌تر انجام می‌گیرد و احتیاج به تخصص رد-یابان در جستجوی ردپای گونه مورد نظر در مسافت-های طولانی دارد و این روش هر گونه تغییر اساسی را در رفتار گونه مشخص می‌کند (شعربافی، ۱۳۹۰).

پایش لاشه‌ها

در روش پایش موقعیت لاشه‌ها بر طبق شانس معلوم می‌شود. این روش برای مطالعه تغذیه گوشت‌خواران به راحتی قابل انجام است. در این حالت نمونه‌های بزرگ-تری را می‌توان جمع‌آوری کرد و حتی داده‌هایی همچون جنسیت و سن طعمه هم قابل دستیابی است. مشاهدات تصادفی برای مطالعه از لحاظ شکارگری همچون انتخاب طبقه سنی و جنسیت طعمه بالغ مفید است (شعربافی، ۱۳۹۰).

محتویات روده

مزیت روش بررسی محتویات روده این است که، قبل از جمع‌آوری اطلاعات رژیم غذایی گونه هدف تحت مطالعه است و به هیچ وجه مختل نمی‌شود و می‌تواند اطلاعات مستقیم در انتخاب طعمه را در هر اکوسیستم ارائه دهد. ساده‌ترین روش، آزمایش چشمی از محتویات روده حشرات و پستانداران دریایی، پلت‌های پرنده‌ها و مدفوع پرندگان یا پستانداران می‌باشد، که گاهی

محتویات معده فاقد غذا و مقدار بسیار کمی آب بود. با این حال، این روش برای حیواناتی که نمی‌توان آن‌ها را تا زمان قی در مخازن نگهداری کرد، مناسب نیست. بنابراین شستشوی معده ممکن است نوید بخش‌ترین روش برای استخراج محتویات معده مهره‌دارانی مانند کوسه‌ها باشد (Barnett et al., 2010).

یک نقطه ضعف روش خالی کردن معده که می‌توان به آن اشاره نمود، عدم تخلیه همه اقلام غذایی موجود در معده در طی خالی کردن معده در زمان نمونه‌برداری است. بسیاری از طعمه‌های جمع‌آوری شده در مطالعه اخیر فاقد ویژگی‌های کلیدی تشخیصی می‌باشند، که این امر شناسایی مواد خورده شده را دشوار می‌نماید (Barnett et al., 2010).

از آن‌جا که مدفوع پرندگان دریایی کمتر دارای اجزای سخت برای شناسایی طعمه می‌باشد، رژیم غذایی آن‌ها در بیشتر مطالعات به وسیله شستشوی معده یا وسایل بیوشیمیایی تعیین می‌شود. هیچ کدام از این روش‌ها ایده‌آل نیست: شستشوی معده از روش‌های تهاجمی می‌باشد و نیازمند طعمه بدون اجزای سخت و کار فشرده است (Deagle et al., 2010). اگرچه ممکن است شستشوی معده برای پرندگان بزرگ‌جثه قابل اجرا و عملی باشد، استفاده از این روش برای پرندگانی مانند گنجشک‌سانان که دارای جثه کوچکی می‌باشند، بسیار مشکل بوده و ممکن است برای پرنده مضر هم باشد (Oehm et al., 2011).

رادیوتله‌متری

رادیوتله‌متری ردیابی دقیقی از جابه‌جایی‌های جانوران را امکان‌پذیر می‌سازد و همچنین این روش پایش مخصوصاً برای گونه‌های در معرض خطر یا جانورانی که قابل شکار هستند بسیار ارزشمند است. در مورد استفاده این تکنیک برای گوشت‌خواران نقاط حضور گوشت‌خوار در کنار لاشه‌ها ثبت می‌گردد و نمونه‌های

روش بسیار خسته کننده و نیازمند میزان قابل توجهی از آموزش و نسبت متغیری از باقی مانده غذایی تکه تکه شده غیر قابل شناسایی هستند (Dahle, 1998). از مطالعات صورت گرفته با استفاده از این روش می توان به مطالعه رژیم غذایی شیرهای دریایی اشاره نمود که، اغلب با استفاده از بقایایی مورفولوژیکی طعمه های باقی مانده در سرگین، به دلیل سهولت در جمع آوری نمونه ها و تجزیه و تحلیل مولفه ها نسبت به سایر روش های غیر مستقیم، بررسی می شود (Kasper *et al.*, 2004).

با توجه به اینکه یافتن نمونه های سرگین یا مدغوع جانوران کم یاب و در خطر انقراض مشکل بوده و بسیار وقت گیر می باشد لذا پیشرفت هایی نیز در این زمینه انجام گرفته است؛ به عنوان مثال در مطالعه ای که توسط واسر و همکاران انجام گرفت آن ها با یافتن تعداد زیادی از سرگین های سالم با مشکل مواجه بودند، لیکن روش های کارآمدتر توسعه یافته اند. سگ هایی برای استشمام کردن و ردیابی سرگین های خرس در جنگل آموزش داده شده اند (Wasser *et al.*, 1999)؛ در دو هفته، یک تیم در کوه های راکی تعداد زیادی نمونه مدفوع یافتند، که معادل ۱۱ ماه تلاش محققان برای یافتن نمونه در این منطقه بود. این پیشرفت می تواند با مکان یابی مسیرهای گذری که جانوران به ندرت دیده می شوند به طراحی کریدورهای حیات وحش کمک نماید. برای سازمان هایی با منابع محدود، جمع آوری مدفوع می تواند به عنوان راهی مفید برای بررسی مناطق بزرگ برای حضور گونه های در خطر انقراض و منزوی مانند گربه سانان باشد.

شناسایی کوتیکول های گیاهی در گلوله های مدفوع

با وجود اینکه تجزیه و تحلیل کوتیکول بسیار فشرده است، نمی تواند منجر به شناسایی دقیق گونه ها در

اطلاعاتی از مصرف طعمه به واسطه باقی مانده آن ها از هضم مانند کوتیکول بندپایان یا استخوان ها، فلس ها، خز و پر مهره داران را فراهم می کند (Symondson, 2002). به طور کلی دلایل قابل قبول کمی برای کشتن مهره داران نسبت به بی مهرگان، به منظور تجزیه و تحلیل محتویات روده وجود دارد، اگرچه در این راه مطالعاتی روی ماهی ها انجام شده و همچنین داده های اندک قابل دسترس برای پستانداران دریایی نیز وجود دارد. ولی نمونه های دیگری از مهره داران وجود دارد که به طور عمده از روش های غیرتهاجمی مانند تجزیه و تحلیل پلت یا مدفوع برای تعیین رژیم غذایی آن ها استفاده شده است (Symondson, 2002). با توجه به اینکه در روش محتویات روده برای تعیین رژیم غذایی نمونه ها صید یا کشته می شوند لذا این روش به عنوان یک روش تهاجمی به حساب می آید. همچنین اگرچه این روش اجازه می دهد ترکیب رژیم غذایی به صورت کمی برآورد شود لذا دو مشکل اساسی در این ارتباط وجود دارد که استفاده از این روش را محدود می نماید: (۱) نمی توان آن را برای تمام طول سال مورد استفاده قرار داد و (۲) برای شناسایی گونه ها در سطوح پایین تر از خانواده و جنس دارای مشکل می باشد.

هر چند که مطالعات اخیر روی رژیم غذایی حشرات نشان داده اند که محتویات روده حشرات می تواند برای شناسایی گونه های طعمه از طریق سنجش های خاص PCR استفاده شوند (Jarman *et al.*, 2002)، ولی باز تهاجمی بودن این روش مشکل عمده استفاده از آن در مطالعات رژیم غذایی می باشد.

تجزیه سرگین

تجزیه و تحلیل مدفوع بیانگر یک روش جایگزین غیر-تهاجمی و جالب می باشد (McInnis, 1983) که می تواند در طول سال مورد استفاده قرار گرفته و نتایج نسبتاً دقیقی را از ترکیب گونه ها فراهم می کند. اما این

تعیین رژیم غذایی در بوم شناسی و حفاظت حیات وحش نیاز است تا روش‌های موجود بهبود یابند. به نظر می‌رسد با توجه به توسعه روش‌های مولکولی در این زمینه توسط کشورهای توسعه یافته وقت آن رسیده است که این مسیر در کشور ما نیز پیموده شود. محققان علاقمند به پژوهش در زمینه تعیین رژیم غذایی می‌توانند با استفاده از روش‌های مولکولی و روش‌های ترکیبی نتایج خود را با صحت و دقت بالایی منتشر نمایند.

منابع

شعربافی، ا. ۱۳۹۰. بررسی رژیم غذایی پلنگ ایرانی (*Pantera parous Saxcoloc*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات.

Baamran, M. A. A., Shehzad, W., Ouhammou, A., Abbad, A., Naimi, M., Coissac, E., Taberlet, P. and Znari, M. 2012. Assessment of the Food Habits of the Moroccan Dorcas Gazella in M'Sabih Talaa, West Central Morocco, Using the trnL Approach. *PLoS ONE*. 7: e35643.

Barnett, A., Redd, K. S., Frusher, S. D., Stevens, J. D. and Semmens, J. M. 2010. Non-lethal method to obtain stomach samples from a large marine predator and the use of DNA analysis to improve dietary information. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 393: 188-192.

Bradley, B. J., Stiller, M., Doran-Sheehy, D. M., Harris, T., Chapman, C. A. and Vigilant, L. 2007. Plant DNA sequences from feces: Potential means for assessing diets of wild primates. *American Journal Of Primatology*, 69: 699-705.

Brown, D. S., Jarman, S. N. and Symondson, W. O. C. 2012. Pyrosequencing of prey DNA in reptile faeces: analysis of earthworm consumption by slow worms. *Molecular Ecology Resources*, 12: 259-266.

بسیاری از گروه‌های گیاهی (به عنوان مثال، کمتر از ۲۰ درصد به سطح جنس در نمونه‌های روده *Soininin et al.*, 2009) شود، و به شدت تحت تاثیر تغییرات در تراکم و بقای کوتیکول گیاه در دستگاه گوارش قرار دارد. بنابراین ریسک ارائه تخمین‌های متعصبانه از ترجیح برخی از علوفه‌ها وجود دارد، علاوه بر این دارای وضوح نسبتا پایین برای سطوح پایین‌تر از خانواده است.

جمع بندی

مطالعات رژیم غذایی توسط آقای فوریز از سال ۱۸۸۰ با روش‌های ابتدایی شروع شده و تا به امروز ادامه داشته است. در گذر زمان روش‌های تعیین رژیم غذایی مختلفی بر اساس ویژگی‌های مکانی و گونه‌های مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با توجه به مطالب بیان شده تمامی روش‌های کلاسیک موجود در تعیین رژیم غذایی با کاستی‌هایی مواجه هستند. به نظر می‌رسد روش تجزیه سرگین بتواند نمونه مناسبی جهت تعیین رژیم غذایی در حال و آینده باشد. این روش علاوه بر ماهیت شناسایی گونه‌های طعمه به صورت مستقیم می‌تواند نمونه بسیار خوبی برای روش‌های مبتنی بر DNA باشد. در واقع سرگین، مدفوع و ... برای تعیین رژیم غذایی نمونه‌های بسیار خوبی هستند و می‌تواند پل ارتباطی باشند برای پیوند روش‌های کلاسیک و روش‌های مبتنی بر DNA. هرچند توسعه ترکیبی باعث استفاده بیشتر روش‌های کلاسیک جهت بهبود کاستی‌های موجود در روش‌های مبتنی بر DNA می‌شوند. به طوری که در حال حاضر تاکید بر استفاده از روش‌های ترکیبی در تعیین رژیم غذایی مهره داران می‌باشد.

در کشور ما مطالعات رژیم غذایی بر روی مهره داران تا کنون تنها با استفاده از روش‌های کلاسیک صورت گرفته است. عمدتاً شناسایی بقایای باقی مانده در پلت و سرگین مبنای این روش‌ها بوده‌اند. با توجه به نقش

- and phylogenetic analyses of 16s rDNA. *Molecular Ecology*, 13: 2037-2048.
- King, R. A., Read, D. S., Traugott, M. and Symond, W. O. C. 2008. Molecular analysis of predation: a review of best practice for DNA-based approaches. *Molecular Ecology*, 17: 947-963.
- McInnis, M. L., Vavra, M. and Krueger, W. C. 1983. A comparison of 4 methods used to determine the diets of large herbivores. *Journal of Range Management*, 36: 302-306.
- Oehm, J., Juen, A., Nagiller, K., Neuhauser, S. and Traugott, M. 2011. Molecular scatology: how to improve prey DNA detection success in avian faeces?. *Molecular Ecology Resources*, 11: 620-628.
- Raye, G., Miquel, C., Coissac, E., Redjadj, C., Loison, A. and Taberlet, P. 2011. New insights on diet variability revealed by DNA barcoding and high-throughput pyrosequencing: chamois diet in autumn as a case study. *Ecological Research*, 26: 265-276.
- Scribner, K. T. and Bowman, T. D. 1998. Microsatellites identify depredated waterfowl remains from glaucous gull stomachs. *Molecular Ecology*, 7: 1401-1405.
- Shehzad, W., McCarthy, T. M., Pompanon, F., Purevjav, L., Coissac, E., Riaz, T. and Taberlet, P. 2012. Prey Preference of Snow Leopard (*Panthera uncia*) in South Gobi, Mongolia. *PLoS ONE*, 7: e32104.
- Sheppard, S. K. and Harwood, J. D. 2005. Advances in molecular ecology: tracking trophic links through predator-prey food-webs. *Functional Ecology*, 19: 751-762.
- Soininen E. M., Valentini, A., Coissac, E., Miquel, C., Gielly, L., Brochmann, C., Brysting, A. K., Sønstebo, J., Ims, R. A., Yoccoz, N. G. and Taberlet, P. 2009. Analysing diet of small herbivores: the efficiency of DNA barcoding coupled with high-throughput pyrosequencing for
- Carreon-Martinez, L. and Heath, D. D. 2010. Revolution in food web analysis and trophic ecology: diet analysis by DNA and stable isotope analysis. *Molecular Ecology*, 19: 25-27.
- Casper, R. M., Jarman, S. N., Gales, N. J. and Hindell, M. A. 2007. Combining DNA and morphological analyses of fecal samples improves insight into trophic interactions: a case study using a generalist predator. *Marine Biology*, 152: 815-825.
- Dahle, B., Sørensen, O. J., Wedul, E. H., Swenson J. E. and Sandegren, F. 1998. The diet of brown bears *Ursus arctos* in central Scandinavia: effect of access to freeranging domestic sheep *Ovis aries*. *Wildlife Biology*, 4: 147-158.
- Deagle, B. E., Chiaradia, A., McInnes, J. and Jarman, S. N. 2010. Pyrosequencing faecal DNA to determine diet of little penguins: is what goes in what comes out? *Conservation Genetics*, 11: 2039-2048.
- Deagle, B. E., Gales, N. J., Evans, K., Jarman, S. N., Robinson, S., Trebilco, R. and Hindell, M. A. 2007. Studying seabird diet through genetic analysis of faeces: a case study on macaroni penguins (*Eudyptes chrysolophus*). *PLoS ONE*, 2: e831.
- Deagle, B. E., Tollit, D. J., Jarman, S. N., Hindell, M. A., Trites, A. W. and Gales, N.J. 2005. Molecular scatology as a tool to study diet: analysis of prey DNA in scats from captive Stellar sea lions. *Molecular Ecology*, 14: 1831-1842.
- Jarman, S. N., Gal, N. J., Tierney, M., Gill, P. C. and Elliott, N. G. 2002. A DNA-based method for identification of krill species and its application to analysing the diet of marine vertebrate predators. *Molecular Ecology*, 11: 2679-2690.
- Kasper, M. L., Reeson, A.F., Cooper, S. B., Perry, K. D. and Austin, A. D. 2004. Assessment of prey overlap between a native (*Polistes humilis*) and an introduced (*Vespula germanica*) social wasp using morphology

Wasser, S., Parker, M. and Davenport, B. 1999. Noninvasive DNA sampling using scat sniffing dogs. Society for Conservation Biology Abstracts. *13th Annual Meeting*, College Park, Maryland.

deciphering the composition of complex plant mixture. *Frontiers in Zoology*, 6:1-9.

Symondson W.O.C. 2002. Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular Ecology*, 11: 627-641.