Archive of SID

محیط‌شناسی، دورهٔ ٤١، شمارهٔ ١، بهار ١٣٩٤، صفحهٔ ١٩١-١٧٩

ارائهٔ الگویی برای پایش اکولوژیک در جنگل‌های زاگرس مرکزی با تأکید بر منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جنگلی هلن استان چهارمحال و بختیاری

علی جعفری[1]*، زهرا آرمان[2]، علی سلطانی[3]، علی لطفی[4]

۱. استادیار گروه علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد zahraarman66@yahoo.com

۳. استادیار گروه علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد a.soltani@nres.sku.ac.ir

٤. استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان lotfi@cc.iut.ac.ir

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۲/۱۰

چکیده

منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جنگلی هلن واقع در استان چهارمحال و بختیاری با وسعت ۴۰۱۳۱ هکتار را می‌توان با توجه به شرایط طبیعی و انسانی حاکم بر آن، نمایندهٔ جنگل‌های زاگرس مرکزی دانست. در این مقاله برای پایش اکولوژیک درازمدت منطقه، چارچوبی مرکب از مدل مفهومی اکوسیستم و اجزای برنامهٔ پایش، ارائه شده است. مدل مفهومی به روش تحلیلی طراحی و تدوین شد. اجزای برنامهٔ پایش شامل اهداف، شاخص‌ها، ایستگاه‌ها، روش‌ها، تناوب زمانی و مسئول و هزینه‌های پایش با توجه به ویژگی‌های منطقه، مشخص شدند. اهداف مطابق مدل مفهومی شامل بررسی تغییرات مساحت، تراکم و سلامت تاج پوشش، تنوع‌زیستی و رشد و تولید جنگل تعیین شدند. ۸۰ پلات در قالب شبکهٔ تصادفی منظم به‌منزلهٔ ایستگاه‌های پایش مشخص شدند که هر سال از یک چهارم آن‌ها، آماربرداری انجام و بدین ترتیب طی چهار سال تمام سطح منطقه پایش و این روند تکرار شد. در اولین سال اجرای برنامه ۱۷ پلات به صورت آزمایشی آماربرداری شد که با توجه به تکرارنشدن نمی‌توان آن را پایش واقعی دانست، اما برای درک وضع موجود و پایلوت برنامهٔ اصلی بسیار مفید است. نتایج پارامترهای اندازه‌گیری‌شده نشان می‌دهند میانگین تراکم تاج پوشش ۲۵ درصد است. ابتلای ۵۵ درصدی درختان بلوط به آفاتی مانند کنه‌های گیاهی، شته و زنجره نگران‌کننده است. تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای کم (شاخص شانون وینر معادل ۰/۴)، اما تنوع گونه‌های علفی و بوته‌ای مطلوب (۳/۴) است. همچنین، ۴۶/۶۲ درصد فراوانی کلاس‌های قطری ۱۰/۰- ۳۵/۴ درختان نشان‌دهندهٔ تبدیل‌شدن جنگل به وضعیت شاخه‌زاد است.

کلیدواژه

پایش اکولوژیک، جنگل هلن، چهارمحال و بختیاری، مدل مفهومی.

۱. سرآغاز

افزایش بروز پدیده‌های گوناگون طبیعی و انسانی تأثیرگذار در جنگل‌ها همچون تغییر اقلیم، آلودگی‌های صنعتی، ریزگردها و تخریب‌های مختلف عرصه‌های جنگلی که به مرور یا به فوریت موجب تغییر شرایط زیستی در جنگل‌ها می‌شوند موجب شده است بررسی تأثیر پدیده‌های مختلف در جنگل‌ها برای مدیریت پایدار به الزام مهمی تبدیل شود. اکوسیستم‌های جنگلی به‌منزلهٔ مجموعه‌ای پیچیده ممکن

* نویسنده مسئول: Email: jafari.ali@nres.sku.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

است طی زمان تحت تأثیر عوامل گوناگون قرار گیرند. پایش اکولوژیک جنگل این امکان را فراهم می‌کند که وضعیت اکوسیستم جنگل بررسی و در پی آن پایداری فعالیت مجموعهٔ حیاتی جنگل تضمین شود. در واقع پایش اکولوژیک جنگل اقدام کنترلی منسجم و غالباً طولانی‌مدت است که بر اساس اهداف و معیارهای مختلف، پدیده‌ها و آثار آن‌ها را در جنگل‌ها شناسایی و ارزیابی می‌کند. پایش با گردآوری اطلاعات از جنبه‌های مختلف واقعیت میدانی مورد نظر از طریق شاخص‌های مربوطه آغاز و به صورت ادواری تکرار می‌شود تا با ثبت داده‌ها، چگونگی برخورد جوامع انسانی یا تأثیرات عوامل طبیعی به صورت برجسته داوری شوند. این تعریف پایش علاوه بر توجه به جنبهٔ معنایی به طراحی راهکار پایش نیز کمک می‌کند (گلداسمیت، ۱۹۹۱).

در سیاست‌های بین‌المللی، به موضوع «پایش اکولوژیک جنگل‌ها» در دستور کار بیست و یک که دستورالعملی برای مدیریت بهتر و بهبود وضعیت کرهٔ زمین و توجه به مسائل محیط‌زیستی در سدهٔ بیست‌ویک است (United Nations, 1992a)، در فصل یازدهم با عنوان «ارزیابی و مشاهدهٔ منظم جنگل‌ها» تأکید شده است. به همین موضوع در یکی از بندهای مادهٔ هفت معاهدهٔ تنوع زیستی با عنوان «نظارت پیوسته» نیز توجه شده است (United Nations, 1992b)، به همین ترتیب پایش جنگل در بند الف اصل دوازدهم توافقنامهٔ غیرالزام‌آور «اصول جنگل» با عبارت «ارزیابی متغیرهای بیولوژیکی و فیزیکی جنگل» به منزلهٔ یکی از اصول پیشنهادی در زمینهٔ مدیریت جنگل مورد توافق کشورها قرار گرفته است.

کشورها در راستای تعهدات بین‌المللی، الزامات قانونی و مطالعات علمی اقدام به انجام مطالعات پایش اکوسیستم جنگل‌های خود می‌کنند. اتحادیهٔ اروپا از سال ۱۹۸۰ برنامهٔ پایش سلامت و زنده‌مانی جنگل‌های خود را بر اساس شرایط تاج پوشش جنگل تحت برنامه‌ای با عنوان «برنامهٔ پایش سطح یک» آغاز کرد (Vries et al., 2003). در سطح کشورها اتریش (Monserud and Hubert, 1996; Geburek et al., 2010)، ایالات متحده (Stolte, 1997; Bennett and Tkacz, 2008)، فنلاند (Tomppo, 1998)، کانادا (Bricker and Ruggiero, 1998, Stadt et al., 2006; Boutin et al., 2009)، سوئیس (Thimonier et al., 2001)، نیوزیلند (Allen et al., 2003) و برزیل (Magnusson et al., 2008) به ارائهٔ برنامهٔ پایش برای جنگل‌های خود پرداخته‌اند.

با این حال بسیاری از برنامه‌های پایش بلندمدت، کارایی لازم را نداشته یا اینکه به طور کامل شکست خورده‌اند. طبق گزارش Norton (۱۹۹۶) نیمی از برنامه‌های پایش در نیوزیلند بدون گزارش رها شده‌اند. یکی از دلایل شکست‌ها، این بوده است که طرح‌ها برنامه‌ریزی ضعیفی داشته و غیرمتمرکز بوده‌اند (Lindenmayer and Likens, 2009) و به عبارت دیگر، بر اساس مدل‌های مفهومی صحیح و با درک کامل از سیستم اکولوژیکی و انسانی و روابط آن‌ها نبوده‌اند. محققان بر این نظرند که داشتن بینش درست از سیستم همراه اجرای صحیح، از مؤلفه‌های مهم برنامه‌های علمی- پژوهشی بلندمدت از جمله پایش است (Franklin et al., 1999; Lovett et al., 2007). از مدل‌هایی که عملکرد اکوسیستم را به صورت چندجانبه و با بررسی تفصیلی تأثیرات انسانی در نظر گرفته است، می‌توان به مدل ترکیبی Mc Donnell و Pickett (۱۹۹۰) اشاره کرد. Likens در سال ۱۹۹۲ به ارائهٔ مدلی پرداخت که خصوصیات مربوط به جوامع انسانی از جمله مؤلفه‌های اقتصادی- اجتماعی و سیاسی همراه سایر خصوصیات اکوسیستمی، جغرافیایی و مرزهای سیاسی را به صورت همه‌جانبه و در قالب یک مدل واحد در نظر می‌گرفت. همچنین، Likens و Bormann (۱۹۹۵) مدل مفهومی ای را برای انجام برنامهٔ تحقیقات و پایش بلندمدت در جنگل پژوهشی هوبارد بروک[1] در ایالت نیوهمشایر[2] امریکا ارائه دادند.

www.SID.ir

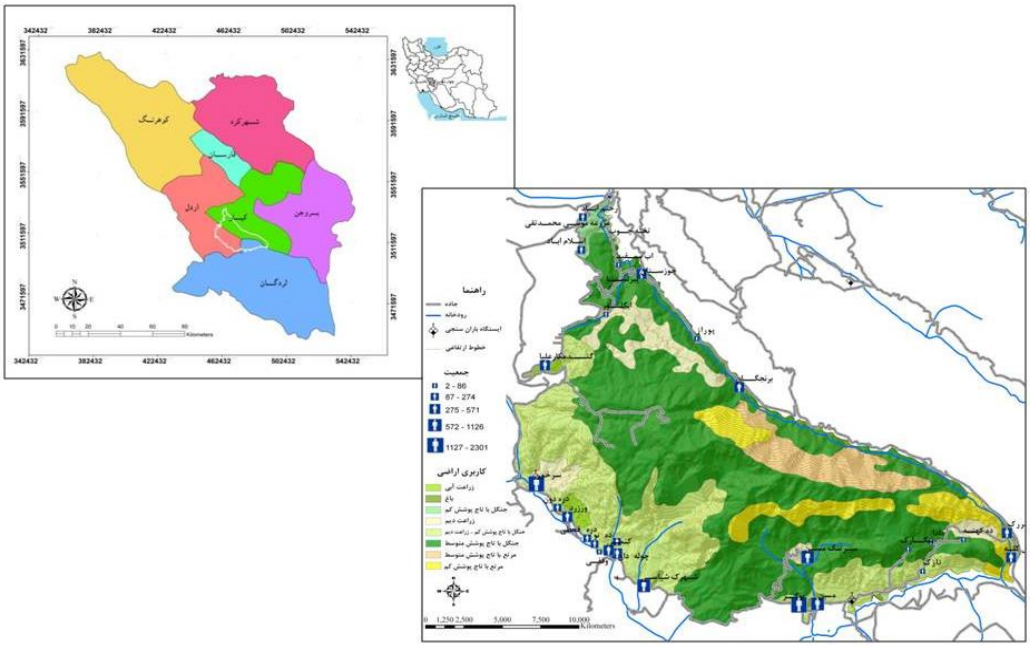
Archive of SID

جنگل‌های بلوط زاگرس با توجه به نقشی که در تأمین ۴۰ درصد از منابع آب و حفظ خاک گسترهٔ وسیعی از کشور دارند، محل رویش بیش از ۲۵ درصد گونه‌های گیاهی بومی کشورند و حدود یک‌سوم از جمعیت کشور در این منطقه زندگی می‌کنند و حیات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آن‌ها به این جنگل‌ها وابسته است، از طرفی با توجه به اینکه نقش انکارناپذیری در ادامهٔ پشتیبانی از این عملکردها دارند و تحت فشار شدید و در معرض خطر از بین‌رفتن قرار دارند، اجرای مدیریت پایدار به علت تداوم عملکردهای ذکرشده از ضروریات حفظ این جنگل‌هاست. مدیریت پایدار نیز بدون داشتن اطلاعات از وضع موجود و روندهای آینده در ساختار و عملکرد این اکوسیستم غیرممکن است. پایش اکولوژیک جنگل با توجه به ویژگی‌هایی که گفته شد، اگر به درستی طراحی و اجرا شود، امکان فراهم‌کردن این اطلاعات را برای مدیریت پایدار جنگل دارد. لذا در این مقاله سعی شده است ابتدا بر اساس مطالعهٔ موردی، مدل مفهومی که بیان‌کنندهٔ ساختار و عملکرد جنگل‌های زاگرس مرکزی باشند ترسیم شوند تا بتوان بر مبنای آن چارچوبی برای برنامهٔ پایش اکولوژیک بلندمدت پی‌ریزی و با اجرای این برنامه اطلاعات لازم را کسب یا از پتانسیل تغییرات در این سیستم آگاه شد و آن را به صورت بهینه و پایدار مدیریت کرد.

۲. روش کار و مواد

۱.۲. منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جنگلی هلن با وسعتی معادل ۴۰۱۳۱ هکتار در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است (شکل ۱). توپوگرافی منطقه کاملاً کوهستانی و ارتفاع از سطح دریا در این رویشگاه از حداقل ۱۱۶۸ متر از پل ارمند تا ۳۲۲۵ متر در ارتفاعات کوه بزمنی متغیر است. منطقه از نظر ویژگی‌های آب و هوایی در اقلیم لردگان با آب و هوایی نیمه‌مرطوب با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد قرار دارد. میانگین بارش سالانهٔ آن ۴۰۰–۸۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد است. اراضی جنگلی و مرتعی به ترتیب با ۳۰ و ۱۰ هزار هکتار، پوشش عمدهٔ منطقهٔ هلن را تشکیل می‌دهند. گونهٔ درختی غالب آن بلوط ایرانی است، اما گونه‌های گیاهی دیگری نظیر بادام، ارژن، گون، بنه، کلخونک، کلاه میرحسن، زالزالک، پلاخور، شکرتیغال و دافنه نیز در منطقه مشاهده می‌شوند (درویش‌صفت، ۱۳۸۵).



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در استان چهارمحال و بختیاری

www.SID.ir

Archive of SID

جامعهٔ جنگلی در ارتفاع تقریبی ۲۰۰۰ متری در غرب منطقه پیرامون گردنهٔ بره‌مرده، جای خود را به گونه‌های گون و دافنه می‌دهد. در پیرامون و داخل این منطقهٔ حفاظت‌شده ۳۱ روستا قرار دارد که بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰ جمعیتی بالغ بر ۱۲۸۶۹ نفر را در خود جای داده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲).

۲.۲. تدوین مدل مفهومی اکوسیستم

روش مطالعه در این مرحله ترکیبی از جستجوی کتابخانه‌ای و اینترنتی برای مرور منابع و درک درستی از موضوع، مطالعات میدانی برای شناخت منطقهٔ مورد مطالعه، سپس تحلیلی- توصیفی و مقایسه‌ای برای تدوین مدل مناسب با شرایط حاکم بر منطقه بوده است. ساختار مدل تدوین‌شده در بخش نتایج ارائه شده است.

۳.۲. طراحی و اجرای برنامهٔ پایش

در مرحلهٔ طراحی برنامهٔ پایش و تعیین اجزای آن از مطالعات و برنامه‌های اجراشده در زمینهٔ پایش اکولوژیک جنگل‌ها در سایر کشورها (Monserud and Hubert, 1996; Stolte, 1997; Tomppo, 1998; Bricker and Ruggiero, 1998; Thimonier et al., 2001; Allen et al., 2003; Bennett and Tkacz, 2008; Geburek et al., 2010) و پایش سایر انواع منابع طبیعی در کشور (جعفری و ترابیان، ۱۳۸۴؛ وزارت نیرو، ۱۳۸۸) الگوبرداری و استفاده شده است. در همهٔ این مطالعات، برنامهٔ پایش صرف‌نظر از نوع منبع اکولوژیک مورد پایش، شامل اجزای زیر است که در این تحقیق متناسب با موضوع «پایش جنگل» به شرح زیر تعیین و اجرا شده است.

- **اهداف برنامهٔ پایش**. مطابق مدل مفهومی تدوین‌شده از اکوسیستم جنگلی هلن، اهداف شامل پایش تغییرات مساحت، تراکم و سلامت تاج پوشش جنگل، وضعیت تنوع‌زیستی جنگل و میزان رشد و تولید جنگل تعیین شده است که هر کدام به روش ارائه‌شده در قسمت «روش پایش» پایش می‌شوند.

- **شاخص‌های پایش**. شاخص‌ها باید متناسب با اهداف تعیین‌شده انتخاب شوند. برای پایش تغییرات مساحت لکه‌های جنگلی استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین مانند تعداد لکه‌ها، میانگین اندازهٔ لکه‌ها، فاصلهٔ لکه‌ها، نفوذ و سرایت سایر لکه‌ها مانند لکه‌های مرتعی و زراعی در لکه‌های جنگلی در سطح سیمای سرزمین پیشنهاد شده است. برای پایش تغییرات تراکم جنگل در دو سطح سیمای سرزمین و جنگل به ترتیب استفاده از شاخص‌های گیاهی مانند NDVI و تعداد درخت در واحد سطح پلات پیشنهاد شده است. برای بررسی وضعیت سلامتی تاج پوشش، شاخص تعداد درختان مبتلا به آفت یا بیماری در سطح پلات پیشنهاد شده است. تعداد و فراوانی گونه‌های گیاهی (شامل درختی، درختچه‌ای، بوته‌ای و علفی) و جانوری (با تأکید بر پرندگان جنگلی و حشرات زمینی) در واحد سطح پلات به‌منزلهٔ شاخص تنوع‌زیستی در نظر گرفته شده است. توزیع طبقات قطری در واحد سطح پلات و تغییرات آن طی دوره‌های مختلف نیز به‌منزلهٔ شاخص میزان رشد و تولید جنگل مورد توجه قرار گرفته است.

- **ایستگاه‌های پایش**. مطابق تحقیق Stehman و Overton (۱۹۹۶) بهترین طرح نمونه‌برداری در برنامه‌های پایش اکولوژیک جنگل، طرح‌های سیستماتیک تصادفی مانند شبکه است. همچنین، مطابق رابطهٔ ۱ (سهرابی، ۱۳۹۱) ۱۲۰ قطعه برای سطح مورد مطالعه لازم است، لذا در این تحقیق از شبکهٔ مربعی ۱/۶ در ۱/۶ کیلومتر که قطعات نمونه در محل تقاطع خطوط شبکه قرار دارند (۱۱۷ نقطه) به صورت شکل ۲ استفاده شد. با مد نظر قراردادن نبود پوشش جنگلی در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر، بر اساس مدل رقومی ارتفاع منطقه تعداد ۳۷ نقطه حذف و ۸۰ نقطهٔ باقیمانده به‌منزلهٔ ایستگاه‌های پایش تعیین شدند. شایان یادآوری است که محل پلات‌ها باید روی زمین علامت‌گذاری شوند و طی برنامهٔ پایش ثابت باشند و هر سال از همان محل آماربرداری انجام شود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$n = \frac{t^2 \times (S_x\%)^2}{(E\%)^2} \qquad (۱۰)$$

n: تعداد قطعهٔ نمونهٔ لازم، E: اشتباه آماربرداری با احتمال معین، $S_{\bar{x}}$: انحراف معیار که از آماربرداری اولیهٔ تودهٔ جنگل به دست می‌آید (مطابق جدول ۵، معادل ۲۵ است)، t: ضریبی است که به تعداد نمونه و سطح احتمال مورد نظر بستگی دارد (برای تعداد نمونهٔ لازم بیش از ۳۰ عدد و در سطح احتمال ۹۵ درصد، برابر با ۲ در نظر گرفته می‌شود).

– **زمان و تناوب پایش.** برای تمام شاخص‌های تعیین‌شده بهترین زمان پایش اواسط بهار یعنی نیمهٔ دوم اردیبهشت است. تناوب و روش پایش بر حسب نوع شاخص مطابق جدول ۱ پیشنهاد شده است.

– **روش پایش (اندازه‌گیری شاخص).** در راستای دستیابی به اهداف تعیین‌شده، از ۱۷ تا از ایستگاه‌های پایش که در مسیر جادهٔ دوپلان تا روستای معدن قرار دارند (شکل ۲) و دسترسی به آن‌ها آسان بود، آماربرداری در پلات‌های ۱۵ آری برای درختان و میکروپلات‌های ۲ متر در ۲ متر در درون پلات ۱۵ آری برای گونه‌های علفی انجام شد. در این پلات‌ها اندازه‌گیری شاخص‌های مختلف مطابق جدول ۱ صورت پذیرفت.

– **مسئول پایش.** با توجه به نقش و اهمیت این جزء از برنامهٔ پایش در اطمینان از کیفیت طراحی، برنامه‌ریزی و اجرا، نظارت بر اجرا و تداوم برنامه، باید از ابتدا مسئولیت مراحل مختلف برنامه بر عهدهٔ نهاد یا سازمان‌هایی که توانایی آن را دارند گذاشته شود. در این تحقیق پیشنهاد شده است مسئولیت طراحی و تدوین برنامهٔ پایش و نظارت بر اجرای آن بر عهدهٔ نهادهای علمی و تحقیقاتی مانند دانشگاه‌ها و مؤسسه یا مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و اجرای برنامه بر عهدهٔ سازمان جنگل‌ها و مراتع یا حفاظت محیط‌زیست و ادارات وابسته به آن‌ها گذاشته شود.

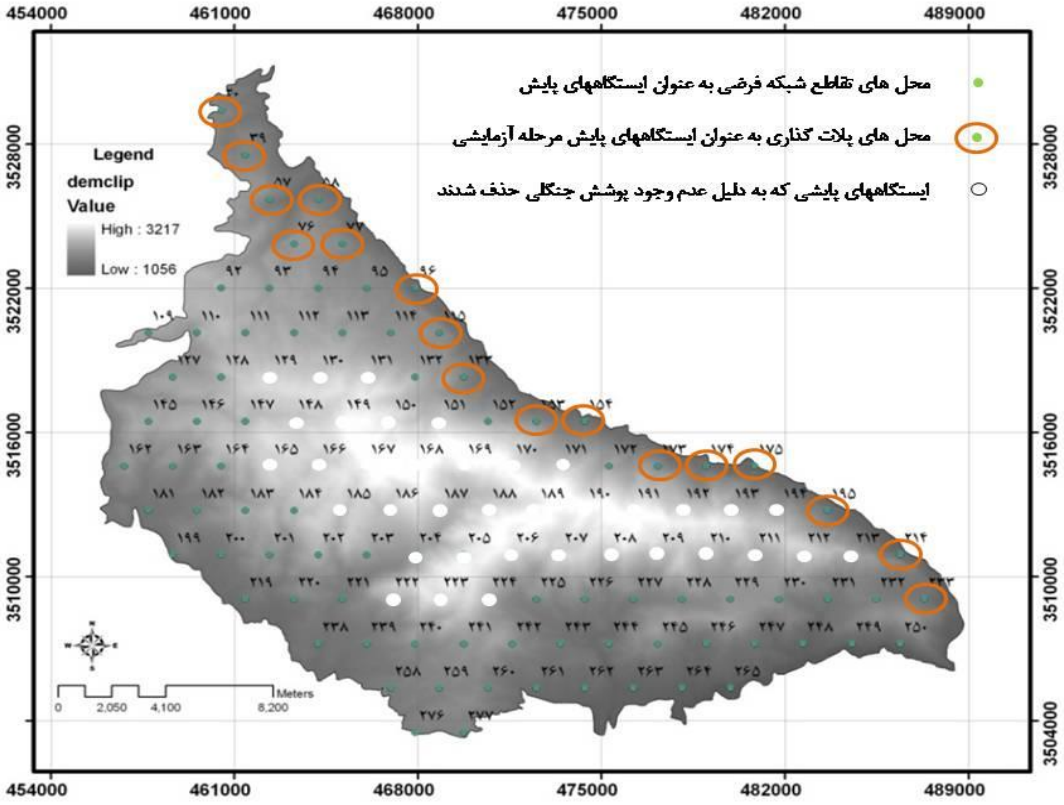
– **هزینه‌های پایش.** یکی دیگر از اجزای برنامهٔ پایش که می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا ناکامی برنامه‌های پایش درازمدت ایفا کند، هزینهٔ طراحی و اجرای برنامه و اطمینان از تداوم آن است. در این تحقیق پیشنهاد شده است که هزینهٔ اولیه شامل طراحی برنامه و هزینه‌های ثابت از سوی دولت و از محل اعتبارات سازمان جنگل‌ها و مراتع و حفاظت محیط‌زیست و در مراحل بعد هزینه‌های جاری از محل فروش اطلاعات جمع‌آوری‌شده به افراد حقیقی و حقوقی تأمین شود.

جدول ۱. اجزای برنامهٔ پایش اکولوژیک منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جنگلی هلن بر اساس اهداف مختلف

اهداف پایش	شاخص‌های پایش	روش پایش	تناوب پایش
تغییرات مساحت جنگل	– متریک‌های رایج سیمای سرزمین (تعداد لکه‌ها، میانگین اندازهٔ لکه‌ها، فاصلهٔ لکه‌ها، نفوذ و سرایت سایر لکه‌ها)	– سنجش از دور تصاویر مناسب (لندست) و استفاده از نرم‌افزار FRAGSTAS	هر چهار سال
تغییرات تراکم جنگل	– شاخص‌های گیاهی مانند NDVI و MSAVI	– سنجش از دور تصاویر ماهوارهٔ مناسب (لندست)	سالیانه
	– تعداد پایهٔ درختی در واحد سطح پلات	– شمارش مستقیم تعداد پایه در پلات	سالیانه
سلامت جنگل	– تعداد پایهٔ دارای آفات و بیماری‌های گیاهی در واحد سطح پلات	– شمارش مستقیم تعداد پایه‌های آلوده در پلات و برداشت نمونه از آفت	سالیانه
تنوع زیستی جنگل	– غنا و فراوانی گونه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی کف جنگل – غنا و فراوانی گونه‌های حشرات زمینی – غنا و فراوانی گونه‌های پرندگان جنگلی	– فهرست‌برداری از گونه‌های درختی و درختچه‌ای و فراوانی آن‌ها در پلات – فهرست‌برداری از گونه‌های علفی و بوته‌ای و فراوانی آن‌ها در میکرو پلات	سالیانه
رشد و تولید جنگل	– قطر برابر سینه و قطر تاج درختان – حجم در هکتار جنگل	– کالیپر برای قطر برابر سینه و متر نواری برای قطر تاج	هر چهار سال

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. موقعیت ایستگاه‌های پایش و پلات‌هایی که در مرحلهٔ اول پایش آماربرداری شده‌اند

– **کاربرد داده‌های پایش.** داده‌های پایش بلندمدت اکولوژیکی برای فهم دامنهٔ گسترده‌ای از فرایندهای اکولوژیکی شامل فرایندهای آهسته مثل توالی، رخدادهای پدیده‌شناختی طبیعی مانند سیل و آتش‌سوزی، فرایند هایی با تغییرپذیری زیاد (مثل تغییرات سالانه در عمق لاشبرگ‌ها در جنگل‌ها)، فرایندهای پایدار و پدیده‌های پیچیده مثل از دست رفتن مواد غذایی در اکوسیستم های جنگلی، پاسخ به سؤالات مربوط به تئوری‌های اکولوژی و مدیریتی، شناخت، تفکیک و ارزیابی آثار محیطی مانند تغییرات آب و هوایی، از بین رفتن تنوع‌زیستی و آلودگی هوا، یا دستکاری‌های آزمایشی که همگی برای سیاست‌گذاری و مدیریت جنگل لازم‌اند، قابلیت کاربرد دارند.

۳. نتایج

۱.۳. مدل مفهومی اکوسیستم

مدل مفهومی اکوسیستم با توجه به شرایط اکولوژیکی، اقتصادی- اجتماعی و مدیریتی حاکم بر منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جنگلی هلن و روابط عملکردی بین مؤلفه‌های مختلف آن مطابق شکل ۳ طراحی شده است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود عوامل تأثیرگذار روی اکوسیستم دو دسته عوامل طبیعی از قبیل تغییرات آب و هوایی، آفات و بیماری‌ها و ریزگردها را شامل می‌شوند که علاوه بر دارابودن رابطهٔ متقابل، همگی تحت تأثیر عوامل انسانی‌اند. عوامل صرفاً انسانی نیز شامل توسعهٔ زیرساخت‌ها از جمله جاده‌ها، خطوط انتقال نیرو و انرژی و انواع بهره‌برداری به صورت کشاورزی زیراشکوب، چرای دام، قطع و سرشاخه‌زنی درختان، زغال‌گیری و آتش‌سوزی هستند که باز هم رابطهٔ متقابلی بین آن‌ها وجود دارد. مجموعهٔ این دو دسته عوامل به طور مستقیم یا غیرمستقیم در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شاخ و برگ درختان، خاک و اتمسفر جنگل تأثیر می‌گذارند که به صورت تغییر در ویژگی‌های صرفاً ساختاری جنگل مانند مساحت و تراکم، ساختاری-

www.SID.ir

Archive of SID

عملکردی مانند سلامت جنگل و تنوع‌زیستی آن یا صرفاً عملکردی مانند رشد و تولید جنگل ظاهر می‌شوند. لذا شناسایی تغییرات در این سه ویژگی در کوتاه یا بلندمدت به‌منزلهٔ اهداف برنامهٔ پایش تعیین و سایر اجزای برنامه بر اساس آن‌ها مشخص شدند.

۱.۱.۳. اجرای آزمایشی برنامهٔ پایش

برنامهٔ پایش تدوین‌شده، در ۱۷ پلات مطابق شکل ۲ به صورت آزمایشی اجرا شد و بعضی از شاخص‌های پیشنهادی اندازه‌گیری شدند که نتایج آن بر حسب اهداف سه‌گانه به شرح زیر ارائه می‌شود. با توجه به تکراری‌نبودن، نمی‌توان این نتایج را پایش واقعی دانست، اما برای درک وضع موجود و به‌منزلهٔ پایلوت برای کالیبره‌کردن برنامهٔ اصلی بسیار مفیدند.

۲.۱.۳. مساحت، تراکم و سلامت تاج پوشش

از این هدف اصلی، تراکم زمینی و سلامت که در سطح پلات‌های تعیین‌شده قابل اندازه‌گیری بودند، اندازه‌گیری شدند. مساحت و تراکم که باید در سطح سیمای سرزمین پایش شوند و نیازمند استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مناسب‌اند، اندازه‌گیری نشدند. نتایج اندازه‌گیری تراکم زمینی به طور میانگین تعداد ۷ پایه در پلات و به عبارتی تاج پوشش ۲۵ درصد را نشان می‌دهد. همچنین، طی بررسی وضعیت آلودگی درختان به آفات و بیماری‌ها، در ۱۰ پلات از ۱۷ پلات آثار خسارت ناشی از تغذیهٔ برخی آفات از برگ های بلوط وجود داشت، اما اثری از خود آفات پیدا نشد، لذا با جمع‌آوری نمونه‌هایی از اندام‌های آسیب‌دیدهٔ گیاهی و انتقال به آزمایشگاه، آفات از طریق کارشناسان گیاه‌پزشکی شناسایی شدند. مهم‌ترین آفات و درصد آلودگی درختان در مجموعهٔ پلات‌ها مطابق جدول۲ است.

۳.۱.۳. تنوع زیستی

با توجه به تخصص نگارندگان، از تنوع زیستی فقط بخش گیاهی ارزیابی و پایش تنوع زیستی جانوری به برنامهٔ اصلی و گستردهٔ پایش و کارشناسان متخصص آن واگذار شد. غنای گونه‌های درختی و درختچه‌ای و فراوانی گونه‌ها مطابق شکل ۴ است. مقدار عددی تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای، مطابق شاخص شانون- وینر معادل ۰/۴ اندازه‌گیری شده است.

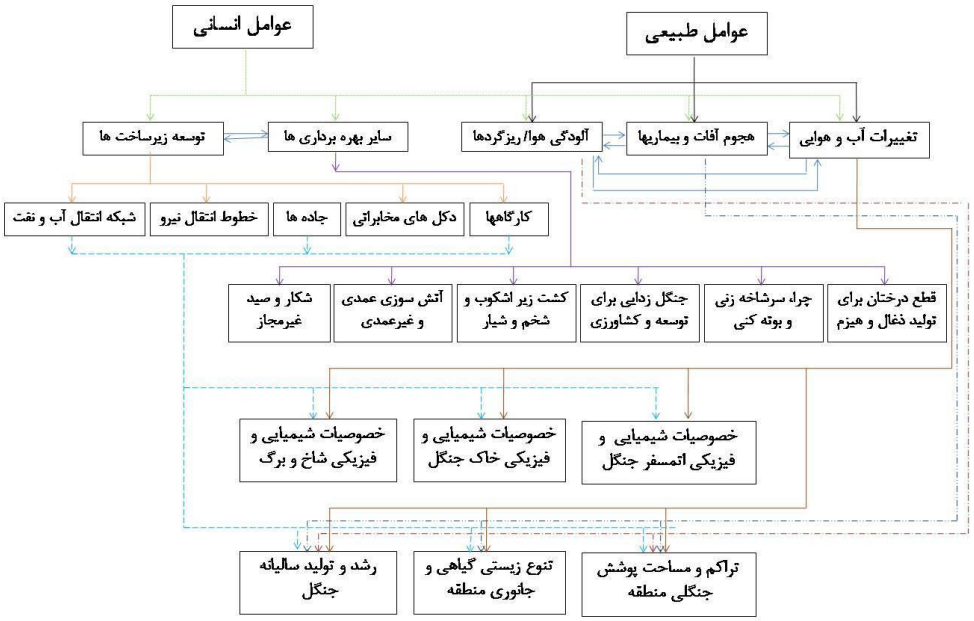
همچنین، غنای گونه‌ای و فراوانی گونه‌های علفی مطابق جدول ۳ است. مطابق جدول ۳ در مجموع ۲۴ گونهٔ علفی متعلق به ۲۲ جنس و ۱۰ خانواده در قطعات نمونه شناسایی شده است که در بین آن‌ها خانوادهٔ Gramineae و جنس Heteranthelium بیشترین فراوانی را دارند. مطابق شاخص شانون وینر تنوع گونه‌های علفی در این منطقه معادل ۳/۴ است.

جدول ۲. مهم‌ترین آفات شناسایی‌شده در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جنگلی و درصد آلودگی درختان به آن‌ها

آفت	نام علمی	درصد آلودگی درختان
کنه گالزای بلوط	*Eriophyes ilicis*	۲۶/۱۵
کنه	*Cynips conglomerate*	۴۶/۱۵
کنه	*Tetranychus sp*	۹/۲۳
شته	*Aphidoidea sp*	۹/۲۳
زنجره	*Cicadidae sp*	۹/۲۳

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. مدل مفهومی تدوین شده از ساختار و عملکرد منطقه حفاظت شده به عنوان مبنای طراحی برنامه پایش

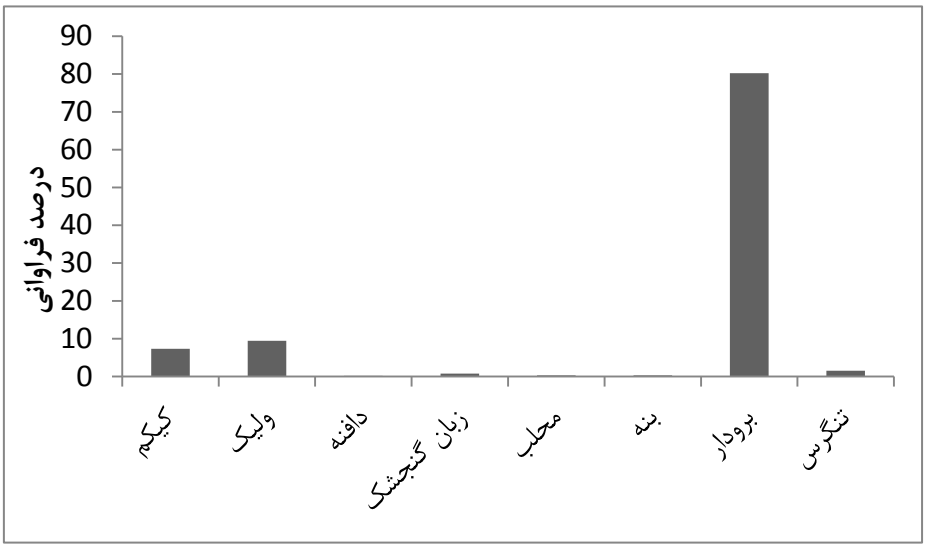
جدول ۳. نتایج بررسی تنوع گونه‌های گیاهی علفی و بوته‌ای

ردیف	نام علمی	خانواده	فراوانی	شکل زیستی	ناحیهٔ رویشی
۱	*Heteranthelium piliferum*	Gramineae	۲۲/۲۵	Th	Ir-Tu
۲	*Secale montanum*	Gramineae	۳/۵۶	Th	Ir-Tu
۳	*Bromus danthonia*	Gramineae	۲/۹۶	Th	Eu-Si ,Ir-Tu
۴	*Bromus tectroum*	Gramineae	۱۶/۶۱	Th	Eu-Si ,Ir-Tu
۵	*Boissiera squarrosa*	Gramineae	۱۸/۹۹	Th	Ir-Tu
۶	*Taeniatherum crinitum*	Gramineae	۰/۸۹	Th	Ir-Tu
۷	*Carthamus oxyacantha*	Compositeae	۴/۴۵	Th	Ir-Tu
۸	*Anthemis austro-iraniea*	Compositeae	۲/۶۷	Th	Sah-Se, Ir-Tu
۹	*Cousinia bachtiarica*	Compositeae	۲/۰۷	He	Ir-Tu
۱۰	*Cirsium arvenses*	Compositeae	۰/۲۹	He	Eu-Si
۱۱	*Turgenia latifolia*	Compositeae	۱/۴۸	Th	Ir-Tu
۱۲	*Silene conoidea*	Caryophyllaceae	۶/۵۲	Th	Ir-Tu
۱۳	*Alyssum marginatum*	Caryophyllaceae	۰/۵۹	Th	Ir-Tu
۱۴	*Phlomis persica*	Labiatea	۱/۱۸	He	Ir-Tu
۱۵	*Stachys pillifera*	Labiatea	۶/۸۲	He	Ir-Tu
۱۶	*Vicia michauxii*	Leguminosea	۳/۲۶	He	Ir-Tu
۱۷	*Astragallus sp*	Leguminosea	۰/۵۹	He	Ir-Tu
۱۸	*Bunium paucifolium*	Apiacea	۳/۲۶	Geo	Ir-Tu
۱۹	*Peganum harmella*	Zygophyllaceae	۰/۲۹	He	Ir-Tu
۲۰	*Arrhenatherum kotchyi*	Gramineae	۰/۲۹	Ge	Ir-Tu
۲۱	*Erodium cicutarium*	Geraniaceae	۰/۲۹	He	Ir-Tu
۲۲	*Linum album*	Linaceae	۰/۲۹	He	Ir-Tu
۲۳	*Melilotus albus*	Leguminosea	۰/۲۹	Th	Ir-Tu
۲۴	*Brassica napus*	Brassicaceae	۰/۲۹	Th	Ir-Tu- M

(Ir-Tu: ایران و تورانی، Sah-Se: صحارا سندی، Eu-Si: اروپا سیبری، Th: تروفیت، He: همی‌کریپتوفیت، Geo: ژئوفیت، M: مدیترانه‌ای)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. نمودار درصد فراوانی گونه‌های مختلف درختی و درختچه‌ای

جدول ۴. نتایج اندازه‌گیری قطر برابر سینه و قطر تاج درختان به منظور پایش میزان رشد و تولید

شمارهٔ طبقه	طبقات قطر برابر سینه (cm)	درصد فراوانی	طبقات قطر تاج (m)	درصد فراوانی
۱	۱۰– ۲۲/۷	۱۶/۷۲	۱/۱۲۵– ۲/۶۵۷	۵/۰۹
۲	۲۲/۷– ۳۵/۴	۲۹/۹	۲/۶۵۷– ۴/۱۹	۱۱/۷۸
۳	۳۵/۴– ۴۸/۱	۱۸/۹۷	۴/۱۹– ۵/۷۲۲	۲۸/۹۸
۴	۴۸/۱– ۶۰/۸	۱۴/۴۶	۵/۷۲۲– ۷/۲۵۵	۲۹/۹۳
۵	۶۰/۸– ۷۳/۵	۱۰/۲۸	۷/۲۵۵– ۸/۷۸۷	۱۱/۷۸
۶	۷۳/۵– ۸۶/۲	۳/۸۵	۸/۷۸۷– ۱۰/۳۲	۴/۷۷
۷	۸۶/۲– ۹۸/۹	۲/۲۵	۱۰/۳۲– ۱۱/۸۵۲	۵/۰۹
۸	۹۸/۹– ۱۱۱/۶	۱/۲۸	۱۱/۸۵۲– ۱۳/۳۸۵	۱/۲۷
۹	۱۱۱/۶– ۱۲۴/۳	۱/۶	۱۳/۳۸۵– ۱۴/۹۱۷	۰/۶۳
۱۰	۱۲۴/۳– ۱۳۷	۰/۶۴	۱۴/۹۱۷– ۴۵/۱۶	۰/۶۳

جدول ۵. نتایج آمار توصیفی داده‌های کمّی مربوط به قطر برابر سینه و قطر تاج درختان

آماره	میانگین	انحراف معیار	حداقل	میانه	حداکثر
قطر برابر سینه (cm)	۴۳/۶۲	۲۵	۱۰	۳۸/۵	۱۳۷
قطر تاج (m)	۶/۲۵۱	۲/۴۱۵	۱/۱۲۵	۵/۹۳	۱۶/۴۵

www.SID.ir

Archive of SID

۴.۱.۳. رشد و تولید جنگل

نتایج این شاخص که بر اساس دو پارامتر قطر برابر سینه و قطر تاج درختان انجام‌شدنی است، مطابق جدول ۴ است. میزان رشد و تولید درختان و جنگل را می‌توان با اندازه‌گیری تغییرات این دو پارامتر در دوره‌های بعدی برنامهٔ پایش و استفاده از روابط مخصوص برآورد حجم در هکتار سالانه محاسبه کرد. نتایج آمار توصیفی داده‌های کمّی مربوط به قطر برابر سینه و قطر تاج درختان (جدول ۵) که سه کلاس قطری اول بیش از ۶۰ درصد فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند، نشان‌دهندهٔ تبدیل‌شدن جنگل از وضعیت دانه‌زاد به شاخه‌زاد در نتیجه قطع مکرر درختان در گذشته است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پایش اکولوژیک بلندمدت در سیمای سرزمین زاگرس به‌ویژه در بخش‌های جنگلی فرصتی بهینه برای مدیران و محققان منابع طبیعی و سیاست‌گذاران به وجود می‌آورد تا بتوانند به جمع‌آوری و اعتبارسنجی داده‌ها برای اجرایی‌کردن سیاست‌های محیطی سالم، بپردازند، اما با توجه به گزارش‌های متعدد از موفقیت‌آمیزنبودن برنامه‌های پایش بلندمدت در سایر کشورها (Tilman, 1987; Norton, 1996) و گستردگی زمانی و مکانی این گونه برنامه‌ها که معمولاً در مقیاس سیمای سرزمین و درازمدت انجام می‌شوند و لذا هزینه‌های زیادی که دربر دارند، ضروری است طراحی آن‌ها بر اساس درک درست از سیستم و به‌ویژه شناخت روابط عملکردی بین اجزای مختلف سیمای سرزمین انجام شود. در واقع مطالعهٔ اکوسیستم‌ها به صورت ایزوله و بدون در نظر گرفتن تأثیر جوامع انسانی قابل دفاع نیست، زیرا تقریباً تمام اکوسیستم‌ها متأثر از فعالیت‌های بشری‌اند. از این رو مدل‌هایی به خوبی قادرند عملکرد سیمای سرزمین را نشان دهند که در آن‌ها نگاهی فراگیر به اکوسیستم و فعالیت‌های بشری تأثیرگذار در آن‌ها، وجود داشته باشد، اما واقعیت این است که توسعهٔ مدلی که بتواند به‌خوبی فرایندهای طبیعی را توصیف کند بسیار دشوار است. دلیل این مورد، پیچیدگی سیستم‌های طبیعی و روابط درونی بین مؤلفه‌های مختلف و پرسپکتیوهای مختلف است که خود از مشاهدهٔ سیستم در ابعاد زمانی و مکانی متفاوت سرچشمه می‌گیرد. مدل مفهومی ارائه‌شده برای منطقهٔ مورد مطالعه در این تحقیق علاوه بر ساده و جامع‌بودن، انطباق زیادی با دانسته‌های موجود از منطقهٔ مورد مطالعه دارد. این مدل مبتنی بر رویکرد مدیریت انطباقی ۳ است و در آینده با به‌روزشدن اطلاعات و انجام تحقیقات جامع، علمی و دقیق بروز هرگونه تغییر در آن پذیرفته شده است و چنانکه Lindenmayer و Likens (۲۰۰۹) بیان داشتند این امر هیچ‌گونه خللی در اجرای طرح پایش انطباقی به وجود نخواهد آورد.

مهم‌ترین مؤلفه‌های برنامهٔ پایش که باید به دقت مشخص شوند شامل هدف یا اهداف پایش، ایستگاه‌های پایش، پارامترهای مورد پایش، تناوب زمانی پایش، مسئول پایش، روش اندازه‌گیری، اطمینان از صحت و دقت اندازه‌گیری‌هاست که سه مؤلفهٔ اول از اهمیت خاصی برخوردارند (جعفری و ترابیان، ۱۳۸۴) و لذا در این تحقیق بیشتر به آن‌ها پرداخته شده است. اهداف پایش از مدل مفهومی طراحی‌شده گرفته شده‌اند و لذا با درک صحیح از ساختار و عملکرد منطقه و عوامل تأثیرگذار طبیعی و انسانی در این دو مؤلفهٔ اکوسیستم بوده است و به طور قطع مشکلات مطرح‌شده از سوی Lindenmayer و Likens (۲۰۰۹) در خصوص بسیاری از برنامه‌های پایش ناموفق را نخواهد داشت. ایستگاه‌های پایش به صورت شبکهٔ منظمی از پلات‌ها انتخاب شده‌اند که بنابر نتایج تحقیق Overton و Stehman (۱۹۹۶) از نظر آماری طرح ساده نسبت به پیچیده دارای مزایای بیشتری است و بنابراین برای تعیین ایستگاه‌های پایش درازمدت هیچ‌گونه طبقه‌بندی از جنگل را پیشنهاد نمی‌کنند و به کار نمی‌گیرند. شاید به همین علت بسیاری از کشورها مانند اتریش (Monserud and Hubert, 1996)، ایالات متحده (Stolte,

www.SID.ir

Archive of SID

1997)، فنلاند (Tomppo, 1998)، کانادا (Bricker et al., 1998) و نیوزیلند (Allen et al., 2003) از طرح‌های سیستماتیک بر اساس شبکه برای تعیین محل ایستگاه‌های پایش (پلات‌گذاری) در مقیاس ملی برای سیستم‌های پایش جنگل‌های خود استفاده کرده‌اند.

در انتخاب نوع و تعداد پارامترهایی که باید سنجش و اندازه‌گیری شوند، در تناوب اندازه‌گیری‌ها و روش اندازه‌گیری تلاش شده است با تعیین همبستگی زمانی و مکانی بین پارامترها، حداقل اندازه‌گیری‌ها مورد نیاز باشد و بدین ترتیب از هزینه‌های اجرای برنامه که مطابق (Corona et al., 2011) یکی از عوامل مهم ناکامی برنامه‌های پایش درازمدت‌اند کاسته شود.

از دیگر ارکان مهم برنامه‌های پایش که می‌توانند روی موفقیت یا شکست برنامه تأثیر بسزایی داشته باشند، تعیین مسئول پایش و تأمین هزینهٔ آن است. مسئول پایش می‌تواند سازمان‌های دولتی مرتبط مانند محیط‌زیست یا منابع طبیعی یا سازمان‌های غیردولتی مانند سازمان‌های مردم‌نهاد باشد. در این مورد پیشنهاد می‌شود هزینه‌های اجرای برنامه از سوی دولت و از محل اعتبار سازمان‌های مرتبط مانند جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری و حفاظت محیط‌زیست تأمین و اجرای برنامه به سازمان‌های غیردولتی و مراکز علمی مانند دانشگاه‌ها واگذار شود و بر حسب اینکه ایستگاه‌های پایش در محدودهٔ مناطق حفاظت‌شده یا آزاد واقع شده‌اند سازمان حفاظت محیط‌زیست یا سازمان جنگل‌ها و مراتع بر اجرای برنامه نظارت کنند.

نتایج اجرای آزمایشی برنامه بنا به ضرورت در بخشی از منطقه که دسترسی به آن آسان‌تر و شدت بعضی عوامل تخریب مانند کشت زیراشکوب بیشتر است انجام شده است، اما به هر حال نشان می‌دهد که به طور کلی شرایط مناسبی بر آن حاکم نیست. این نتایج، اثر حاشیه را به وضوح نشان می‌دهد، چنانکه بر اساس پارامترهای اندازه‌گیری‌شده میانگین تراکم تاج پوشش ۲۵ درصد است. این در حالی است که تراکم جنگل در مناطق داخلی‌تر همین منطقه و در بسیاری از جنگل‌های زاگرس بالای ۵۰ درصد است. ابتلای ۵۵ درصدی درختان بلوط به آفاتی مانند کنه‌های گیاهی، شته و زنجره نیز که می‌تواند ناشی از ورود دام و انسان به این منطقه باشد نگران‌کننده است. تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای (شاخص شانون وینر معادل ۰/۴) در مقایسه با گونه‌های علفی و بوته‌ای (۳/۴) نیز نشان‌دهندهٔ برهم‌خوردن تعادل است. همچنین، ۴۶/۶۲ درصد فراوانی کلاس‌های قطری ۱۰/۰– ۳۵/۴ درختان نشان‌دهندهٔ تبدیل‌شدن جنگل به وضعیت شاخه‌زاد است، اما به آن معنی نیست که قسمت‌های داخلی از هرگونه دخالت و دست‌خوردگی در امان‌اند، حتی در قسمت‌های دور از دسترس نیز بعضی عوامل تخریب مانند چرای دام و قطع درختان برای زغال‌گیری وجود دارد. لذا اجرای برنامهٔ پایش به طور جدی و در تمام سطح منطقه به منظور به دست آوردن اطلاعاتی در خصوص شدت و موقعیت عوامل مختلف تخریب ضروری به نظر می‌رسد تا از این طریق بتوان مدیریت شایسته‌ای بر این منطقه که یک منطقهٔ حفاظت‌شده است اعمال کرد.

نتایج برنامهٔ پایش صحیح، گسترده و درازمدت می‌تواند در تشخیص عامل یا عوامل بسیاری از مشکلات فراگیر در خصوص جنگل نقش مهمی داشته باشد. برای مثال، اگر داده‌های با پراکنش زمانی و مکانی مناسب از گذشته تا حال جنگل‌های زاگرس وجود داشت در حال حاضر پیداکردن پاسخی برای مرگ بلوط یا حداقل طرح‌کردن فرضیاتی در این خصوص آسان بود، اما تشخیص این ضرورت با بروز چنین مشکلات گسترده‌ای در امر مدیریت جنگل نیز می‌تواند امیدوارکننده باشد، زیرا در سایر کشورها نیز معمولاً تشخیص ضرورت و شروع برنامه‌های ابتدایی پایش با شیوع بیماری یا آفت همزمان بوده است. برای مثال، کانادا از سال ۱۹۵۰ در پی شیوع سوسک کاج کوهستان ۴ و نیوزیلند از سال ۱۹۵۶ و در پی نگرانی از شیوع دو نوع آفت به نام‌های Sirex noctilio و

www.SID.ir

Archive of SID

Pseudocoremia suavis در جنگل‌های کاج دست‌کاشت غیربومی انواع ساده‌ای از برنامهٔ پایش را شروع کرده و بعدها با اهداف گسترده‌تر و به صورت پیشرفته‌تر آن را ادامه داده‌اند (Carnegie et al., 2008). امید است در ایران نیز این ضرورت هر چه زودتر درک شود و شروعی هر چند دیر برای طراحی و اجرای برنامه‌های پایش اکولوژیک گسترده نه تنها در جنگل‌ها بلکه تمام انواع منابع طبیعی باشد.

یادداشت‌ها

1. Hubbard Brook
2. New Hampshire
3. Adaptive management
4. Mountain pine beetle

منابع

جعفری، ع.، ترابیان، ع. ۱۳۸۴. بررسی و ارائهٔ برنامهٔ پایش کیفی مناسب برای حوضهٔ آبخیز سد امیرکبیر (رودخانهٔ کرج)، محیط شناسی، شمارهٔ ۳۸، صص ۱- ۱۰.

درویش‌صفت، ع. ا. ۱۳۸۵. اطلس مناطق حفاظت‌شدهٔ ایران، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۵۷ صفحه.

مرکز آمار ایران. ۱۳۹۲. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، قابل دسترس از طریق: www.amar.org.ir.

سهرابی، ه.، ۱۳۹۱. آمار و احتمال مقدماتی برای علوم طبیعی، انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ اول، ۳۲۱ ص.

گلداسمیت ف.، ب. ۱۹۹۱. پایش برای اکولوژی و حفاظت، مترجم: ارزانی ح. و شهریاری ا.، (۱۳۸۸)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۳۵۲ صفحه.

وزارت نیرو. ۱۳۸۸. دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی (جاری)، نشریهٔ شمارهٔ ۵۲۲، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، ۲۲۲ صفحه، قابل دسترس از طریق: http://seso.moe.org.ir.

Allen, R. B., Bellingham, P. J. and Wiser, S. K. 2003. Developing a forest biodiversity monitoring approach for New Zealand. New Zealand Journal of Ecology 27(2): 207-220.

Bennett, D.D. and Tkacz, B. M. 2008. Forest health monitoring in the United States: a program overview. Australian Forestry 71: 223–228.

Bricker, O.P. and Ruggiero, M. A. 1998. Toward a national program for monitoring environmental resources. Ecological Applications 8(2):326-329.

Boutin, S., Haughland, D. L., Schieck, J., Herbers, J., Bayne, E. 2009. A new approach to forest biodiversity monitoring in Canada. Forest Ecology and Management 258S: S168–S175.

Carnegie, A. J., Cant, R. G., and Eldridge, R. H. 2008. Forest health surveillance in New South Wales, Australia. Australian Forestry 71(3):164–176.

Corona, P., Chirici, G., McRoberts, R. E., Winter, S., Barbati, A. 2011. Contribution of large-scale forest inventories to biodiversity assessment and monitoring. Forest Ecology and Management 262: 2061–2069.

Franklin, J. F., Harmonm M. E., Swansonm F. J. 1999. Complementary roles of research and monitoring: lessons from the US LTER Program and Tierra del Fuego. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P: 12.

Geburek, T., Milasowszky, N., Frank, G., Konrad, H., Schadauer, K. 2010. The Austrian forest biodiversity index: all in one. Ecological Indicators. 10, 753-761.

Likens, G. E. 1992. The Ecosystem Approach: Its Use and Abuse. Ecology Institute , W-2124 Oldenford/Luhe Germany, 166 pages.

www.SID.ir

Archive of SID

Likens, G. E. and Bormann, F. H. 1995. Biogeochemistry of a Forested Ecosystem. Springer-Verlag 2nd edition, 159 pages.

Lindenmayer, D. B. and Likens, G. E. 2009. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. Trends in Ecology & Evolution 24(9): 482-486.

Lovett, G. M. Burns, D. A., Driscoll, C. T., Jenkins, J. C., Mitchell, M. J., Rustad, L., Shanley, J. B., Likens, G. E., and Haeuber, R. 2007. Who needs environmental monitoring? Frontiers in Ecology and the Environment 5(5): 253-260.

Magnusson, W. E., Costa, F., Lima, A., Baccaro, F., Braga, R., Romero, R. L., Menin, M., Penha, J., Hero, J. M., Lawson, B. E. 2008. Program for Monitoring Biological Diversity in the Amazon: An Alternative Perspective to Threat-based Monitoring. Biotropica 40(4): 409-411.

McDonnell, M. J. and Pickett, S. T. A. 1990. The study of ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. Ecology 71, 1231–1237.

Monserud, R. A., and Hubert, S. 1996. A basal area increment model for individual trees growing in even-and uneven-aged forest stands in Austria. Forest Ecology and Management 80(1):57-80.

Norton, D. A. 1996. Monitoring biodiversity in New Zealand's terrestrial ecosystems. Biodiversity (comp. B. McFadgen & P. Simpson). Wellington, Department of Conservation, 19.

Overton, W. S. and Stehman, S. V. 1996. Desirable design characteristics for long-term monitoring of ecological variables. Environmental and Ecological Statistics 3(4): 349-361.

Stadt, J. J., Schieck, J. and Stelfox, H. A. 2006. Alberta biodiversity monitoring program- monitoring effectiveness of sustainable forest management planning. Environmental Monitoring and Assessment 121: 33–46.

Stolte, K. W. 1997. National technical report on forest health. Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A.

Thimonier, A., Schmitt, M., Cherubini, P. and Kräuchi. 2001. Monitoring the Swiss forest: building a research platform. Corso di Cultura in Ecologia, 2001:121-132.

Tilman, D. 1987. Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. Ecological monographs 57(3): 189-214.

Tomppo, E. 1998. Recent status and further development of the Finnish multi-source forest inventory. In: Allen, R. B., Bellingham, P. J. and Wiser, S. K. 2003. Developing a forest biodiversity monitoring approach for New Zealand. New Zealand Journal of Ecology 27(2): 207-220.

United Nations. 1992a. United Nations Conference on Environment & Development; Agenda 21. 300 pp., ISBN: 9789211005097.

United Nations. 1992b. United Nations Conference on Environment & Development; Convension on Biological Diversity. Accessible at: http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf.

Vries, W., Vel, E., Reinds, G. J., Deelstra, H., Klap, G. M., Leeters, E. E. J. M., Hendriks, C. M. A., Kerkvoorden, M., Lndmann, G., Herkendell, J., Haussmann, T., Erisman, J. W. 2003. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. 1. Objectives, set-up and evaluation strategy. Forest Ecology and Management 174: 77-95.

www.SID.ir