



DOI: 10.22092/irn.2018.116779



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۱۰/۰۲  
تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۰۲/۱۲



## معرفی تعدادی از گل‌سنگ‌های کشور به‌عنوان شناساگرهای زیستی

سیدرضا صفوی<sup>۱\*</sup>، ساره‌سادات کاظمی<sup>۲</sup> و بیتا سیاوش<sup>۲</sup>

### چکیده

حدود ۳۵ سال است که از گل‌سنگ‌ها به‌عنوان «شناساگرهای زیستی» (Bioindicators) برای تشخیص میزان آلودگی‌های محیطی استفاده می‌شود. شناساگری زیستی (Bioindication) روشی است که با استفاده از آن ضمن بررسی جمعیت، عملکرد یا وضعیت زیستی یک گونه یا گروهی از گونه‌های جانداران در یک اکوسیستم، می‌توان وضعیت کیفی محیط زیست آنها را مشخص کرد. از گل‌سنگ‌ها به‌منظور مشاهده تغییر میزان آلودگی‌های محیطی با استفاده از شناساگرهای زیستی در یک محدوده زمانی یا «دیده‌بانی زیستی» (Biomonitoring) نیز استفاده می‌شود. امروزه تعیین کیفیت هوا، اندازه‌گیری میزان آلودگی ناشی از فلزات در محیط، تشخیص وضعیت حفاظت از جنگل‌ها و تخمین میزان آسیب‌دیدگی لایه ازن در هر منطقه، با استفاده از گل‌سنگ‌ها امکان‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی محیط زیست، شناساگرهای زیستی، گل‌سنگ‌ها

### Introducing a number of lichens as bioindicators in the country

S. R. Safavi<sup>1\*</sup>, S. S. Kazemi<sup>2</sup> and B. Siavash<sup>2</sup>

#### Abstract

Lichens have been used as "Bioindicators" to detect environmental pollution since 35 years ago. "Bioindication" is a method by which the quality of environment can be determined through examining population, performance or biological status of a species or group of species in an ecosystem. Lichens are also used to observe the changes in environmental contamination levels in a period of time or biomonitoring.

Currently, air quality, metal contamination, the conservation status of woodlands and the ozone hole could be monitored using lichen.

**Keywords:** Environmental pollution, bioindicators, lichens

\*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: safavi@riff-ac.ir  
۲- پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

1\*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: safavi@riff-ac.ir

2 - Research Experts, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization, (AREEO), Tehran, Iran

## مقدمه

گل‌سنگ‌ها گروهی از جانداران هستند که در بسیاری از مناطق کره زمین و به خصوص نواحی مرطوب پراکنده شده‌اند. برگ و تنه درختان، صخره‌ها، خاک، زغال‌سنگ، خزها و سایر گل‌سنگ‌ها، بسترهای طبیعی برای استقرار و رشد این جانداران هستند. گل‌سنگ‌ها همچنین قادرند روی مواد مصنوعی مانند شیشه، فلزات، مواد پلاستیکی و منسوجات نیز رشد کنند. آنها روی پوسته‌های سخت موجودات زنده و پشت برخی از حشرات نیز رویت شده‌اند (Brodo et al., 2001). طبق تعریف، گل‌سنگ‌ها ارگانسیم‌های همزیستی هستند که از یک بخش قارچی (Mycobiont) و یک بخش فتوسنتز کننده (Photobiont) تشکیل شده‌اند. البته بخش فتوسنتز کننده ممکن است یک گونه جلبک سبز یا گونه‌ای سیانوباکتری باشد (Nash, 2001)؛ در این همزیستی قارچ پیکره موجود زنده جدید یا گل‌سنگ را تشکیل می‌دهد و مسئول انجام تبادلات گازی، جذب آب و املاح از محیط و ایجاد بستر مناسب برای بخش فتوسنتز کننده است. جلبک یا سیانوباکتری شرکت‌کننده در همزیستی با استفاده از شرایط فراهم آمده و انرژی نورانی خورشید عمل مهم فتوسنتز یا تولید مواد آلی را انجام می‌دهد. امروزه گل‌سنگ‌ها به‌عنوان شناساگرهای زیستی برای تشخیص میزان آلودگی‌های محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. اکنون تعیین کیفیت هوا (با توجه به میزان دی‌اکسید گوگرد، فلوراید، آمونیم یا دیگر گازهای آلاینده در محیط)، اندازه‌گیری میزان آلودگی ناشی از فلزات در محیط، تشخیص وضعیت حفاظت از جنگل‌ها و تخمین میزان آسیب‌دیدگی لایه ازن در هر منطقه، با استفاده از گل‌سنگ‌ها امکان‌پذیر است (Purvis, 2000). از گل‌سنگ‌ها برای مشاهده تغییر میزان آلودگی‌های محیطی با استفاده از شناساگرهای زیستی در یک محدوده زمانی یا دیده‌بانی زیستی نیز استفاده می‌شود.

● نقش گل‌سنگ‌ها در تشخیص آلودگی‌های محیط زیست  
گل‌سنگ‌ها حدود ۸ درصد سطح خشکی‌های

کره زمین را اشغال کرده‌اند و در مناطقی که حضور دارند، رشد و توسعه گیاهان و جانوران پیرامون خود را به‌طور اساسی متأثر می‌سازند؛ از این رو بسیار حائز اهمیت بوده و نقش مهمی را در طبیعت برعهده دارند. برای مثال گل‌سنگ‌ها به‌عنوان پیش‌تازان طبیعت عمل کرده و قادرند روی سنگ‌های عریان مستقر شده و ضمن تخلیه اسیدهای آلی حاصل از فعالیت‌های متابولیکی خود روی آنها، موجبات تولید خاک را فراهم آورند و به این ترتیب شرایط را برای حضور سایر جانداران مهیا سازند (Brodo et al., 2001). گل‌سنگ‌ها قادرند، آب و املاح را از همه بافت‌های سطحی خود جذب کنند؛ به همین دلیل مواد معلق در هوا اعم از سمی و غیرسمی به‌راحتی امکان ورود به پیکر آنها را دارند و اندازه‌گیری مقدار این مواد با استفاده از روش‌های مختلف علمی امکان‌پذیر است، برای مثال امروزه از دو روش "ICPMS" یا "Inductively couple plasma emission spectrometry" (Montaser & Goli-Sparkman, 2000) و "EPMA" یا "Electron probe micro analysis" (Castaing ghtly, 1992) برای اندازه‌گیری این آلاینده‌ها استفاده می‌شود. این روش‌ها بسیار کارآمد و دقیق بوده و مقادیر کم آلاینده‌ها در گل‌سنگ‌ها را می‌توان با استفاده از آنها تشخیص داد. پس از اندازه‌گیری مقدار مواد آلاینده در گل‌سنگ‌ها می‌توان آلودگی محیط پیرامونی آنها را از نظر

کمی و کیفی تخمین زده و برآورد کرد. در این شیوه که شناساگری زیستی نامیده می‌شود، گل‌سنگ‌ها شناساگرهای زیستی به‌شمار می‌آیند. تعدادی از گل‌سنگ‌ها که امروزه به این منظور در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند و در ایران نیز پراکنش فراوانی دارند عبارتند از: *Usnea articulata* (L.) Hoffm. (شکل ۱)، *Cladonia rangiformis* Hoffm. (شکل ۲)، *Ramalina farinacea* (L.) Ach. (شکل ۳)، *Ramalina sinensis* Jatta (شکل ۴)، *Candelaria concolor* (Dicks.) Arnold *Parmelia sulcata* Taylor, *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr *Peltigera lepidophora* (Nyl. ex Vain.) Bitter, *Peltigera polydactylon* (Neck.) Hoffm و *Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf (کازمی و صفوی، ۱۳۹۶).

ذرات آلاینده ریز و معلق در هوا با ابعاد کمتر از ۱۰ میکرون یا "PM10s" جدی‌ترین تهدید برای سلامتی انسان‌ها هستند. این ذرات به‌راحتی به خانه‌های ششی (Alveoli) انسان نفوذ کرده و پس از ورود به جریان خون، اثرات مرگبار خود را برجای می‌گذارند. مواد معلق موجود در گازهای ناشی از فعالیت کارخانجات صنعتی و وسایل نقلیه موتوری نیز که در زمره ذرات آلاینده کمتر از ۱۰ میکرون یا "PM10s" قرار می‌گیرند و غنی از فلزات



شکل ۱- گل‌سنگ بوته‌ای *Usnea articulata* (L.) Hoffm. (عکس نمونه هرباریومی متعلق به هرباریوم مرکزی ایران، جمع‌آوری شده از استان گیلان، توسط معصومی و صفوی، ۱۳۸۱)





شکل ۲- گل‌سنگ بوته‌ای. *Cladonia rangiformis* Hoffm. (عکس از معصومی، ۱۳۸۲- استان گلستان)



شکل ۳- گل‌سنگ بوته‌ای. *Ramalina farinacea* (L.) Ach. (عکس از صفوی، ۱۳۸۳- استان همدان)

ابزارهای الکترونیک کرد؛ اما، امروزه بسیار مورد توجه و استفاده قرار می‌گیرند، چراکه پراکنش آنها در طبیعت زیاد است. همچنین به‌طور دائمی می‌توان آنها را بررسی کرد و استفاده از آنها

برابر حضور عناصر خاص در محیط‌زیست‌شان رفتارهای تقریباً مشابهی از خود نشان می‌دهند. این رفتارها ممکن است شامل تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی یا ریختی یا تغییر در ساختار جوامع آنها باشد. در واقع گل‌سنگ‌ها در طبیعت، به منزله کانون‌های نمونه‌برداری از محیط‌زیست به منظور بررسی آلاینده‌های موجود در آن هستند.

سنگین و مواد عمدتاً نامحلول هستند، ممکن است وارد تال گل‌سنگ‌ها شوند. همچنین سرب، روی، کادمیوم، نیکل، مس، جیوه و کروم نیز که برای بسیاری از موجودات زنده سمی هستند تا حد زیادی در تال گل‌سنگ‌ها تجمع می‌یابند ولی غالباً آسیبی به آنها نمی‌رسانند (البته حساسیت گونه‌های مختلف گل‌سنگ‌ها از این نظر متفاوت است) (Purvis, 2000). با بررسی میزان این مواد در تال آنها می‌توان میزان آلودگی آن منطقه را مشخص کرد. استفاده از گل‌سنگ‌ها در بررسی‌های محیط‌زیستی به‌عنوان شناساگرهای زیستی، معمولاً با موفقیت همراه است چراکه گل‌سنگ‌ها تقریباً در تمام نقاط جهان حضور دارند. آنها در تمام فصول سال از نظر زیستی فعال هستند، طول عمر طولانی دارند و در

### گل‌سنگ‌ها

#### ابزارهای مطمئنی

برای نمونه‌برداری از محیط‌زیست به‌منظور بررسی میزان آلاینده‌های آن به حساب می‌آیند؛ اگرچه استفاده از آنها را نمی‌توان جایگزین روش‌های سنجشی بسیار دقیق با استفاده از ابزارهای الکترونیک کرد.

#### ● نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادها

گل‌سنگ‌ها ابزارهای مطمئنی برای نمونه‌برداری از محیط‌زیست به‌منظور بررسی میزان آلاینده‌های آن به حساب می‌آیند؛ اگرچه استفاده از آنها را نمی‌توان جایگزین روش‌های سنجشی بسیار دقیق با استفاده از





شکل ۴- گل‌سنگ برگی *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (عکس از معصومی، ۱۳۸۵- استان همدان)



شکل ۵- نمایش اجتماعی از چندین گونه گل‌سنگ (عکس از محمودی، ۱۳۹۶- استان همدان)



شکل ۶- اجتماعات گل‌سنگ‌های پوسته‌ای (عکس از محمودی، ۱۳۹۶- استان زنجان)

برای بررسی‌های محیط‌زیستی بسیار کم‌هزینه و زودبازده است. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌هایی که با هدف تعیین میزان آلودگی‌های محیط‌زیستی در کشور انجام می‌شود، گل‌سنگ‌ها (گونه‌های معرفی شده در ابتدای این مقاله) نیز به‌عنوان شناساگرهای زیستی مورد توجه و بررسی قرار گیرند چراکه ضمن بررسی آنها و تخمین و برآورد میزان آلودگی محیط‌زیست، می‌توان تشخیص داد منشأ آلودگی کجاست و کانون‌های تولید آلودگی تا چه شعاعی می‌توانند باعث ایجاد آلودگی در محیط‌زیست شوند. برای مثال به‌منظور بررسی میزان آلودگی ناشی از تردد خودروها، عملکرد نیروگاه‌ها یا فعالیت‌های صنعتی در هر منطقه، بررسی میزان فلزات و انادیم و نیکل در گل‌سنگ‌ها که از احتراق سوخت‌های فسیلی حاصل می‌شوند می‌توانند شاخص‌های خوبی باشند؛ در ضمن با بررسی دوره‌ای میزان آلودگی در مناطق مختلف با استفاده از گل‌سنگ‌ها می‌توان از تغییرات کمی و کیفی ذرات آلاینده در زمان‌های مشخص در یک منطقه نیز آگاه شد.

#### ● منابع

کاظمی، س.س. و صفوی، س. ر.، ۱۳۹۶. تأثیر تنوع زیستی گل‌سنگ‌ها بر سلامت جنگل‌های هیرکانی. مجله طبیعت ایران، ۱۲(۱): ۳۸-۴۱.

- Brodo, I. M., Sharnoff, S. and Sharnoff, S. D., 2001. Lichens of North America. Yale University Press. pp. 45 & 54.
- Castaing, R., 2015. Electron Probe Micro-Analysis: Qualitative and Quantitative Elemental Micro-Analysis. Available on: <http://www.cameca.com/instruments-for-research/epma.aspx>.
- Montaser, A. and Golightly, D. W., (eds.), 1992. Inductively Coupled Plasmas in Analytical Atomic Spectrometry. VCH Publishers, Inc., New York.
- Nash, Th., 2001. Lichen Biology. Department of Botany, Arizona State University, Cambridge University Press. pp. 1.
- Nimis, P. L., Scheidegger, C. and Wolseley, P. A., 2002. Monitoring with lichens-monitoring Lichens. Nato Science Series. IV. Springer, pp: 203-222.
- Purvis, W., 2000. Lichens, Smithsonian Institution Press. U. S. A. -Washington, D. C. pp. 77 & 80.
- Sparkman, O. David., 2000. Mass spectrometry desk reference. Pittsburgh: Global View Pub. 198 p.