علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره۲، پاییز ۱۳۹۵

شناسایی گلسنگ‌های اطراف کارخانه مس سرچشمه و بررسی اثر آلاینده‌های حاصل از کارخانه بر پوشش و تراکم آن‌ها

سحر لطفیان [۱]*

saharlotfian@yahoo.com

علی احمدی مقدم [۲]

علی اصغر معصومی [۳]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۴/۱۸ تاریخ پذیرش:۹۰/۱۰/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: گاز SO_2 و سایر گازهای آلاینده اثرات منفی زیادی را بر محیط زیست تحمیل می‌کنند. به واسطه فعالیت کارخانه ذوب مس مجتمع سرچشمه در هر ساعت حجم بسیار زیادی گاز از دودکش کوره‌های انعکاسی و مبدل خارج می‌شود که SO_2 به ترتیب ۶/۲ درصد و ۸/۴ درصد این گازها را تشکیل می‌دهد. این مطالعه با هدف بررسی تاثیر این گازها بر فلور گلسنگی منطقه انجام شد.

روش بررسی: بدین منظور نمونه‌های گلسنگی از ۳۵ ایستگاه در فاصله ۵ کیلومتری از دودکش‌ها و با توجه به نحوه پراکنش گاز SO_2 در سه جهت اصلی جمع آوری و در همین حال میزان پوشش و تراکم آنها نیز اندازه‌گیری شد.

یافته ها: پس از شناسایی نمونه‌ها مشخص شد که ۲۵ تاکسون برای کرمان جدید هستند و برای اولین بار گزارش می‌شوند. نتایج اندازه‌گیری و مقایسه تراکم و پوشش گلسنگ‌ها نشان داد در جهت شمال شرقی که بیشترین آلودگی SO_2 اندازه‌گیری شده است، پوشش و تراکم آنها نسبت به سایر جهات کمتر و پس از آن به ترتیب در جهات غرب و جنوب شرق میزان تراکم و پوشش تحت تاثیر قرار گرفته است. پوشش و تراکم در ایستگاه شاهد با شرایط اکولوژیکی مشابه اما با هوای غیرآلوده در مقایسه با ایستگاه‌های دیگر بسیار بیشتر بود.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید میزان تراکم و پوشش گلسنگ‌ها تحت تاثیر آلاینده‌های محیطی قرار گرفته و به طور کلی می‌توان گفت که در مناطقی با سطوح SO_2 بالا گونه‌های گلسنگ کمتری یافت خواهند شد که این به دلیل مرگ و میر و نابودی گونه‌های حساس می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گلسنگ، گاز SO_2 ، مجتمع مس سرچشمه، کرمان.

۱*- (مسوول مکاتبات): کارشناس ارشد اکولوژی گیاهی، مربی گروه زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ایران.

۲- استادیار بخش زیست شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

۳- استاد بخش گیاه شناسی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران.

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, Special No.2, Autumn 2016

Identification of Lichens around Sarcheshme Copper Plant and Investigation of the Effect of Pollutants from Plant on their Cover and Density

Sahar Lotfian [1]*
saharlotfian@yahoo.com
Ali Ahmadi Moghadam [2]
Ali Asghar Masoumi [3]

Abstract

Background and Objective: SO_2 and other pollutants have negative effects on the environment. Activity of Sarcheshme copper plant releases high amount of gases into the environment from reflective and converter furnaces per hour. These cases reflective and converter furnaces contain 2.6% and 4.8% SO_2, respectively. This study was conducted to examine the impact of these gases on the lichen flora.
Method: For this purpose, lichen samples from 35 stations on a 5 km radius around the furnaces and according to the pattern of SO_2 dispersion in three main directions were collected and identified. Cover and density of lichens were also measured.
Results: Identification of lichens showed that twenty five species and genera were new for Kerman and were reported for the first time. Results of measuring and comparing density and cover of lichens showed that in the north-east direction, where the highest SO_2 pollution was measured, density and cover of lichens were less than other sites. The density and cover were affected in the west and south-east directions respectively. Density and cover in the control station with the similar ecological conditions but no pollution in the air were at higher level as compared to other stations.
Conclusion: According to the results, it was determined that density and cover of lichens were affected by environmental pollutants. Generally it can be concluded tha lichen species in areas with high SO_2 levels will be lower, due to the mortality and destruction of sensitive species.

Keywords: Lichen, SO_2 gas, Copper Complex of Sarcheshme, Kerman.

1- M.Sc. of Plant Ecology, Instructor, Biology Department, Islamic Azad University of Mashhad, Iran.
* *(Corresponding Author)*
2- Assistant Professor, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
3- Professor, Botany Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands (RIFR), Tehran, Iran.

مقدمه

بدون شک مهمترین استفاده جدیدی که از گلسنگ‌ها می‌شود در برنامه‌های کنترل کیفیت هوا می‌باشد. بیش از ۱۴۰ سال است گلسنگ‌ها به عنوان موجودات بسیار حساس به آلودگی هوا شناخته شده‌اند. این حساسیت در نتیجه توانایی آنها در جذب سریع مواد شیمیایی از هوا و آب باران و همچنین تعادل دقیق درون گلسنگ بین نیازهای قارچ و جلبک می‌باشد. اگر آلودگی حتی به مقدار بسیار کم سلامت یکی از اجزا گلسنگی را تحت تأثیر قرار دهد، برای مثال آسیب رساندن به توانایی فتوسنتز در جلبک، ارتباط همزیستی به سرعت شکسته شده و گلسنگ از بین می‌رود (۱).

سطوح نسبتاً پایین از آلاینده‌های حاوی گوگرد، نیتروژن و فلوئور تأثیرات نامطلوبی بر ترکیب جوامع گلسنگی در اثر از بین رفتن برخی از گونه‌های حساس، سرعت رشد، تولیدمثل، فیزیولوژی و مورفولوژی آنها می‌گذارد. مطالعات سنجش کیفیت هوا با استفاده از گلسنگ‌ها امروزه بسیار گسترده شده است و روشهای مختلفی را در بر می‌گیرد. این روش‌ها شامل دو گروه اصلی می‌باشند:

۱- روش‌هایی که گلسنگ‌ها را در طبیعت بررسی می‌کنند.

۲- سنجش‌های آزمایشگاهی.

از روش‌های بررسی گلسنگ‌ها در طبیعت می‌توان به مطالعات شیب آلودگی اشاره کرد. در این مطالعات رابطه بین اطلاعات مربوط به قرارگرفتن در معرض آلودگی را با مشاهدات مربوط به تخریب گلسنگ‌ها، فراوانی گونه‌ها و تنوع گونه‌ها می‌سنجند (۲).

مجتمع مس سرچشمه در ۵۰ کیلومتری جنوب رفسنجان و در امتداد کوه ممزار واقع است. ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا ۲۶۲۰ متر و میانگین میزان بارندگی سالیانه در ارتفاعات ۵۵۰ میلیمتر می‌باشد. این مجتمع دومین معدن مس جهان است که از نظر اقتصادی اهمیت زیادی برای کشور دارد، با این حال در طی مراحل ذوب و خالص سازی مس۱۳۶۰۰۰ متر مکعب گاز از دودکش کوره های انعکاسی و ۱۶۳۰۰۰ متر مکعب در ساعت از کوره‌های مبدل خارج می‌شود که SO_2 به ترتیب ۶/۲ درصد و ۸/۴ درصد این گازها را تشکیل می‌دهد (۳). مدتهاست مشخص شده که گاز SO_2 اثرات سوئی بر خاک، گیاهان، جانوران، انسان و تاسیسات دارد.

با توجه به اینکه تا به حال هیچ مطالعه‌ای در ارتباط با آلودگی بر روی گلسنگ‌های موجود در منطقه سرچشمه صورت نگرفته است، گلسنگ‌های موجود در اطراف کارخانه جمع آوری، شناسایی و تراکم و پوشش انواع آنها در محدوده اطراف دودکش‌ها به شعاع ۵ کیلومتر اندازه‌گیری و نتایج به دست آمده از ایستگاه‌ها با منطقه شاهد و نیز با یکدیگر مقایسه شد.

روش بررسی

ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ منطقه، محل دودکش کارخانه بر روی آن تعیین و سپس در اطراف آن در جهات شمال شرق، جنوب شرق و غرب ایستگاه‌های نمونه‌برداری انتخاب شدند.

با توجه به کوهستانی بودن منطقه و عدم امکان دسترسی به برخی مناطق به آن صورتی که بر روی نقشه تعیین شده بود، نمونه برداری‌ها به طور تصادفی در شعاع پنج کیلومتری اطراف کارخانه و به فواصل یک کیلومتری و در همان جهات اصلی ذکر شده انجام شد که در نهایت با منطبق کردن ایستگاه‌ها بر روی تصاویر ماهواره‌ای و با استفاده از نرم افزار Arc View GIS 3.2a مشخص شد که ایستگاه‌ها بیشتر در سه جهت شمال شرق، جنوب شرق و غرب کارخانه پراکنده‌اند. گزارشات موجود نشان می‌دهد که بیشترین آلودگی هوا در بخش شمال شرقی مجتمع اندازه‌گیری شده است و در حالت عدم وزش باد غلظت آلودگی با افزایش دما و همچنین افزایش فاصله از منبع آلودگی (دودکشهای ذوب) کاهش نشان می‌دهد، به طوری که تقریباً در فاصله ۴ کیلومتری به صفر نزدیک می‌شود (۳).

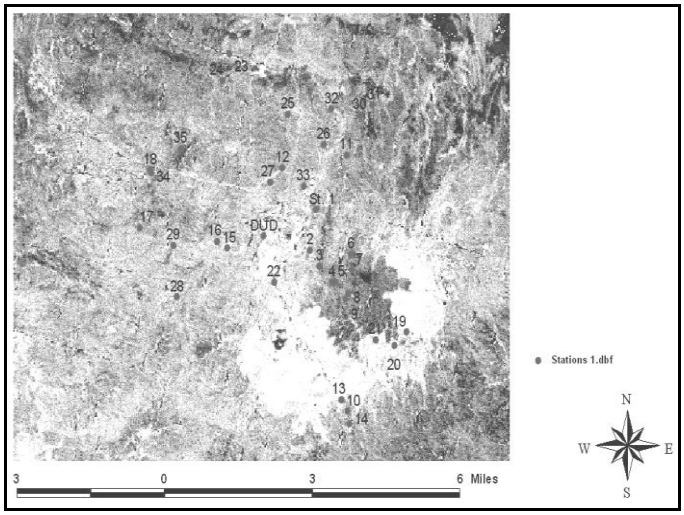
ایستگاه‌ها با فاصلهٔ حدود 1 km از هم انتخاب شدند که با در نظر گرفتن دودکش‌ها به عنوان مرکز در فواصل تقریبی زیر قرار گرفتند:

ایستگاه شماره ۱ در فاصله ۱ تا ۲ کیلومتری، ایستگاه شماره ۲ در فاصله ۲ تا ۳ کیلومتری، ایستگاه شماره ۳ در فاصلهٔ ۳ تا ۴ کیلومتری و ایستگاه شماره ۴ در فاصله ۴ تا ۵ کیلومتری دودکش‌ها قرار داشتند.

یک ایستگاه نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که هم در فاصله زیادی از دودکش ها (۱۴ کیلومتر) قرار داشت و هم در جهت جنوب غربی دودکش ها واقع بود که حداقل میزان گاز در روزهای سال توسط باد در آن جهت وزیده می شد. این ایستگاه در دامنه کوه شاه خیرا.. در مسیر جاده پاریز - سرچشمه واقع است.

برای نمونه‌برداری از گلسنگ‌ها ابتدا با استفاده از آب فشان و با آب مقطر آنها را مرطوب کرده و سپس نمونه‌های برگی به آهستگی با استفاده از کاردک کوچک و یا چاقو از بستر جدا شدند، نمونه‌های پوسته‌ای نیز با استفاده از قلم فولادی و چکش به همراه تکه‌هایی از سنگ بستر جمع آوری گردیدند (۴).

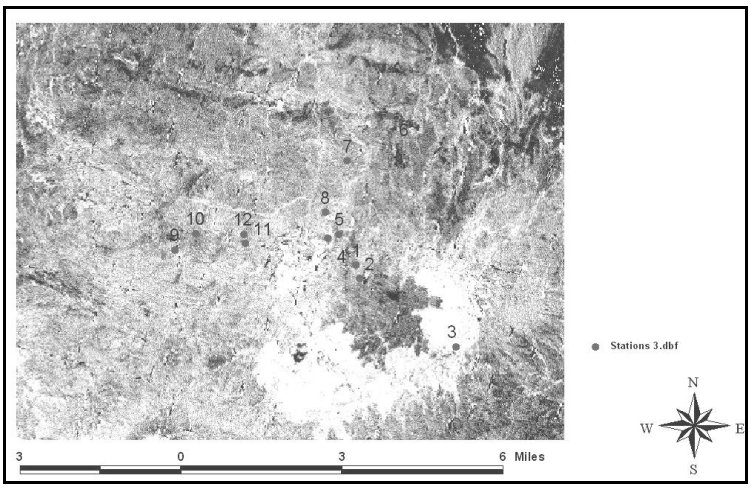
جمع‌آوری‌ها جهت شناسایی نمونه‌های گلسنگی موجود در منطقه به مدت ۴ ماه انجام گرفت و تعداد ۴۰۲ نمونه از ۳۵ ایستگاه (شکل شماره ۱) و به طور متوسط در هر ایستگاه حداقل از ۳ نقطه جمع‌آوری شدند.



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای منطقه سرچشمه و ایستگاه‌های نمونه برداری شده در مرحله اول (۱- ۳۵) تهیه شده با نرم افزار ArcView GIS 3.2a

Figure 1-Satellite image of Sarcheshmeh area and sampling stations in the first phase (1-35) developed with ArcView GIS 3.2a

پس از آماده‌سازی‌های اولیه، نمونه‌ها جهت شناسایی به هربـاریوم مرکـزی گلسنگ ایران واقع در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع تهران منتقل شدند و در آنجا شناسایی نمونه‌ها با استفاده از نمونه‌های موجود در هربـاریوم بـه روش مقایسه‌ای و در صورت لزوم با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر از جملـه: Provisional key for lichen genera and some species of Iran (5) و Lichens of North America (2) انجام شد. اندازه‌گیری پوشش و تراکم گلسنگها در فاصـلهٔ ۱ تـا ۵ کیلـومتری اطـراف کارخانه و در سه جهت شمال شرقی، جنوب شرقی و غرب انجام شد.



شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای منطقه سرچشمه و ایستگاه‌های نمونه برداری شده در مرحله دوم (۱-۱۲) تهیه شده با نرم‌افزار ArcView GIS 3.2a

Figure 2- Satellite image of Sarcheshmeh area and sampling stations in the second phase (1-12) developed with ArcView GIS 3.2a

هیچ قانون ثابتی برای اندازه کوادرات وجود ندارد و انتخاب مزبـور براسـاس بصیرت و آگاهی و مناسب بودن شرایط انجام می‌شود. تعداد کوادراتهایی را که باید استفاده کرد می‌توان بـه طـور تجربـی و بـا مقابـل هـم قـرار دادن اطلاعات بدست آمده از هر ویژگی مربوطه تعیین نمود (۶). در این تحقیـق از کوادراتهای ۲۵×۲۰ سانتی‌متری یعنـی بـا سـطح ۵۰۰ سـانتی‌متر مربـع استفاده شد که به ۱۰۰ قسمت کوچکتر ۲/۵×۲ سـانتی‌متری تقسـیم شـده بود و درصد پوشش هر گونه گلسنگی (درصدی از سطح کوادرات که در زیر تاج یک گونه قرار دارد)، تراکم هر گونه گلسنگی (تعداد گیاهانی که در هـر کوادرات ریشه دارند) و تعداد گونه‌های گلسنگی موجود در آن انـدازه‌گیری و ثبت گردید (۷). در هر ایستگاه حداقل ۵ کـوادرات زده شـد و در نهایـت

میانگین اعداد به دست آمده در آنها برای هر ایستگاه محاسبه گردید. نمودار مقادیر میانگین‌های به دست آمده در مورد تراکم و پوشش ایستگاه‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS در مقابل فاصله ایستگاه‌ها به صورت منحنی‌های رگرسیون خطی نشان داده شده است (نمودار ۱ تا ۳ و نمودار ۸ تا ۱۰). همچنین مقادیر به دست آمده در مورد تراکم و پوشش همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری با مقادیر به دست آمده در ایستگاه شاهد توسط آزمون دانکن مقایسه و نتایج به صورت هیستوگرام‌ها نشان داده شد (نمودار ۴ تا ۷ و نمودار ۱۱ تا ۱۴). در هر ایستگاه اطلاعات محیطی از قبیل ارتفاع و طول و عرض جغرافیایی نیز یادداشت شد.

یافته‌ها

۱- نتایج حاصل از شناسایی نمونه‌ها در نهایت ۲۵ تاکسون در ۱۴ جنس را مشخص نمود که از بین آنها ۱۵ نمونه در سطح گونه معرفی شدند.

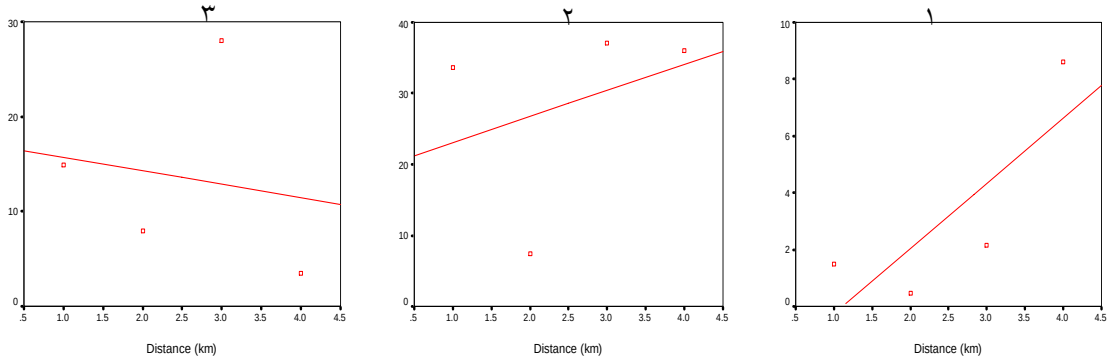
جنس‌ها و گونه‌های شناسایی شده عبارتند از:

Acarospora bullata, Caloplaca biatorina, Caloplaca trachyphylla, Candelariella rosulans, Dermatocarpon miniatum, Glypholecia scabra, Lecanora muralis, Peccania Arabica, Physconia grisea, Rhizocarpon geographicum, Rhizocarpon lecanorinum, Rhizoplaca melanophthalma, Rhizoplaca peltata, Squamarina cartilaginea & Xanthoria elegans. Aspicilia spp., Rinodina spp.

که همه این نمونه‌ها برای اولین بار از کرمان گزارش می‌شوند.

از بین گونه‌های شناخته شده گونه Rhizoplaca melanophthalma در بیشتر ایستگاه‌ها مشاهده شد. از آنجا که این گونه در مطالعات مربوط به تاثیر آلودگی هوا بر گلسنگ‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد، می تواند در ادامه تحقیقات مربوطه مورد توجه قرار گیرد.

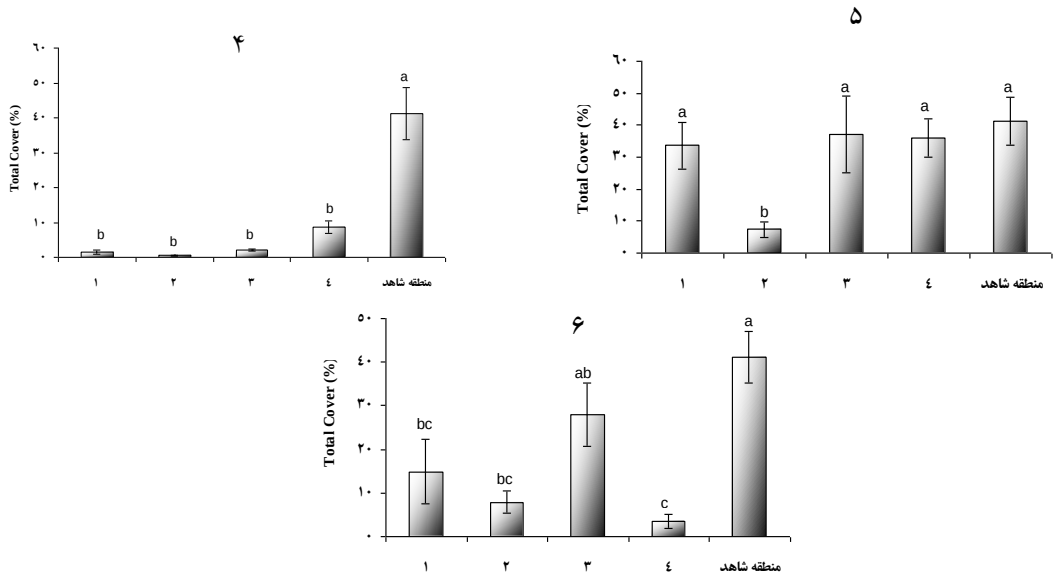
۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان پوشش کل و تراکم گلسنگ‌ها نشان داد که در جهت شمال شرق دودکش‌ها پوشش کل با کاهش فاصله از منبع آلودگی کم می‌شود (P=0.193)، (F=3.724) و (r =0.807). در حالی که پوشش گلسنگ‌ها در جهت جنوب شرق (P=0.665)، (F=0.252) و (r =0.335) و غرب (P=0.829)، (F=0.061) و (r = -0.171) دودکش ها با تغییرات فاصله از دودکش همبستگی زیاد نشان نداد (نمودار ۲ و ۳).



نمودار ۱، ۲ و ۳- نمودار پراکنش پوشش کل نسبت به فاصله از دودکش ها در جهات شمال شرق (۱)، جنوب شرق (۲) و غرب دودکش ها (۳) (نقاط روی نمودار میانگین حداقل پنج تکرار می باشند).

Chart 1, 2 and 3- The scatter plot of total coverage proportion to the distance of chimneys in northeast (1), southeast (2) and west (3) directions (Points on the graph are mean of at least five repeat).

مقایسه میانگین‌های پوشش کل بین فاصله‌های مختلف در جهات ذکر شده و منطقه شاهد بین آنها تفاوت معنی‌دار نشان داد که نتایج حاصل از آنها در نمودارهای شماره ۴ تا ۶ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، پوشش کل در ایستگاه شاهد بسیار بیشتر از چهار ایستگاه واقع در جهت شمال شرق دودکش‌ها می باشد (نمودار ۴).

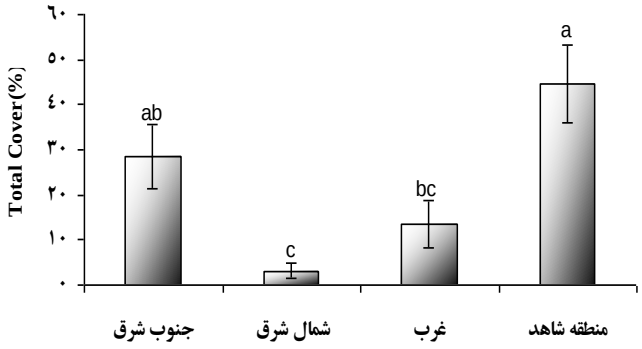


نمودار ۴، ۵ و ۶ – مقایسه پوشش کل در چهار فاصله مختلف در جهات شمال شرق (۴)، جنوب شرق (۵) و غرب (۶) دودکش ها و ایستگاه شاهد (۱: فاصله ۱ تا ۲ کیلومتری، ۲: فاصله ۲ تا ۳ کیلومتری، ۳: فاصله ۳ تا ۴ کیلومتری و ۴: فاصله ۴ تا ۵ کیلومتری) (هر ستون میانگین سه تکرار است، خطوط عمودی خطای معیار (SE) هستند، میانگین های با حروف مشابه در حد اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند).

Chart 4, 5 and 6- Comparison of the total coverage in four different distances in northeast (4), southeast (5) and west (6) directions and control station (1: 1 to 2 km distance, 2: 2 to 3 km distance, 3: 3 to 4 km distance and 4: 4 to 5 km distance) (Each column is the mean of three replicates, Vertical lines are standard error (SE), Means with same letters have no significant difference at 95% onfidence limit).

همان طور که نمودار ۵ نشان می دهد پوشش کل در جهت جنوب شرق دودکش‌ها تفاوت چندانی با ایستگاه شاهد ندارد و فقط در فاصله ۲ تا ۳ کیلومتری با ایستگاه شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده است. همچنین پوشش کل در جهت غرب دودکش‌ها به جز فاصله ۳ تا ۴ کیلومتری با منطقه شاهد تفاوت معنی‌دار دارد (نمودار ۶).

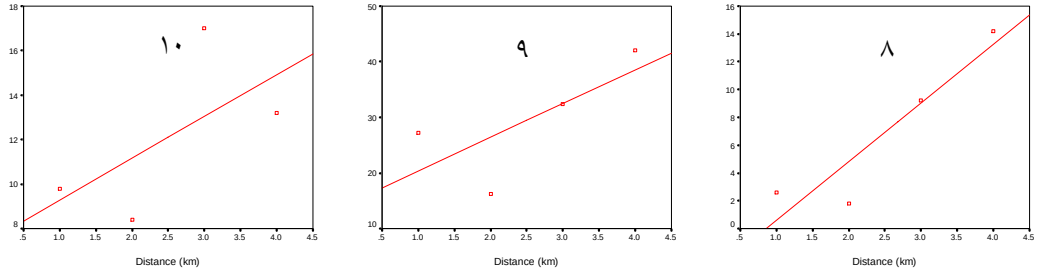
نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های پوشش کل بین تمامی جهات مختلف و ایستگاه شاهد در نمودار ۷ آمده است. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود پوشش کل در دو منطقه شمال شرق و غرب دودکش‌ها نسبت به ایستگاه شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده است.



نمودار۷ – مقایسه میانگین پوشش کل بین سه جهت مورد بررسی و ایستگاه شاهد (هر ستون میانگین سه تکرار است، خطوط عمودی خطای معیار (SE)هستند، میانگین های با حروف مشابه در حد اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند).

Chart 7- Comparison of total coverage's mean between three studied directions and control station (Each column is the mean of three replicates, Vertical lines are standard error (SE), Means with same letters have no significant difference at 95% onfidence limit).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری تراکم گلسنگ‌ها در سه جهت مورد بررسی در شکل‌های ۸ تا ۱۰ آمده است. همان‌طور که در این نمودارها مشاهده می‌شود در هر سه جهت، تراکم گلسنگ‌ها با افزایش فاصله از منبع آلودگی افزایش می‌یابد.

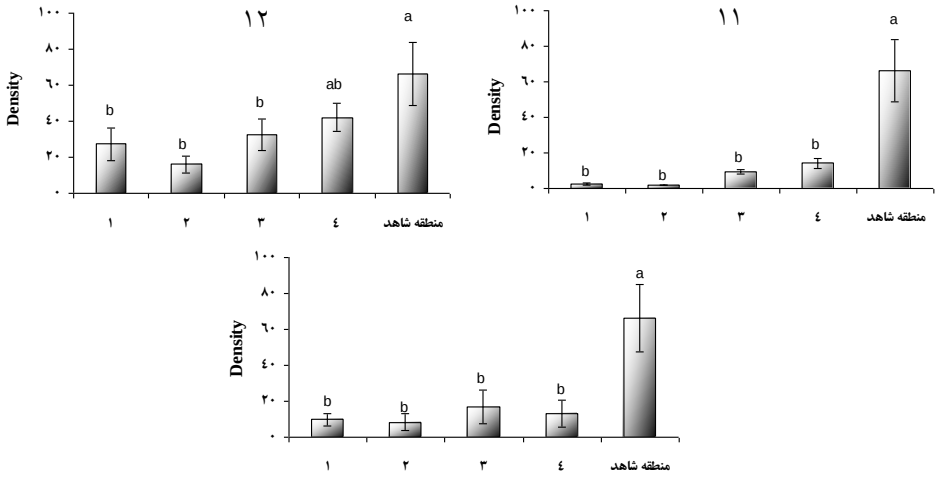


نمودار ۸، ۹ و ۱۰ : نمودار پراکنش تراکم نسبت به فاصله از دودکش‌ها در جهات شمال شرق (۸)، جنوب شرق (۹) و غرب (۱۰) دودکش ها (نقاط روی نمودار میانگین حداقل پنج تکرار می باشند).

Chart 8, 9 and 10: Density distribution graph proportion to the distance from the chimneys in northeast (8), southeast (9) and west (10) directions (Points on the graph are mean of at least five repeat).

مقایسه میانگین‌های تراکم بین فاصله‌های مختلف در جهات ذکر شده و منطقه شاهد بین آنها تفاوت معنی‌دار نشان داد که نتایج حاصل از آن‌ها در نمودارهای ۱۱ تا ۱۳ نشان داده شده است.

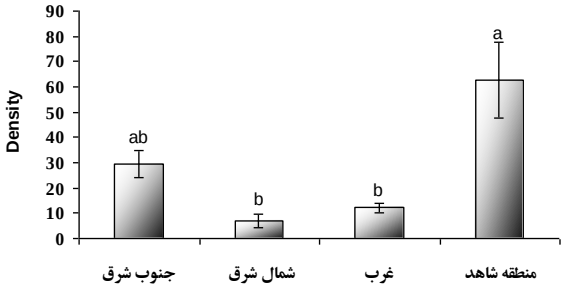
همان طور که مشاهده می‌شود که پوشش کل در ایستگاه شاهد بسیار بیشتر از چهار ایستگاه دیگر در جهت شمال شرق دودکش‌ها می‌باشد (نمودار ۱۱).



نمودار۱۱، ۱۲ و ۱۳ – مقایسه تراکم در چهار فاصله مختلف در جهت شمال شرق (۱۱)، جنوب شرق (۱۲) و غرب (۱۳) دودکش‌ها و ایستگاه شاهد (۱: فاصله ۱ تا ۲ کیلومتری، ۲: فاصله ۲ تا ۳ کیلومتری، ۳: فاصله ۳ تا ۴ کیلومتری و ۴: فاصله ۴ تا ۵ کیلومتری) (هر ستون میانگین سه تکرار است، خطوط عمودی خطای معیار (SE) هستند، میانگین های با حروف مشابه در حد اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی دار ندارند).

Charts 11, 12 and 13- Comparison of density in four different distances in northeast (11), southeast (12) and west (13) directions and control station (1: 1 to 2 km distance, 2: 2 to 3 km distance, 3: 3 to 4 km distance and 4: 4 to 5 km distance) (Each column is the mean of three replicates, Vertical lines are standard error (SE), Means with same letters have no significant difference at 95% onfidence limit).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های تراکم گلسنگ‌ها بین جهات ذکر شده و ایستگاه شاهد در نمودار ۱۴ آمده است. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود تراکم در دو منطقه شمال شرق و غرب دودکش‌ها نسبت به ایستگاه شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده است.



نمودار ۱۴- مقایسه میانگین تراکم بین سه جهت مورد بررسی و ایستگاه شاهد (هر ستون میانگین سه تکرار است، خطوط عمودی خطای معیار (SE) هستند، میانگین‌های با حروف مشابه در حد اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند).

Chart 14- Comparison of density's mean between three studied directions and control station (Each column is the mean of three replicates, Vertical lines are standard error (SE), Means with same letters have no significant difference at 95% onfidence limit).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق گامی هر چند کوچک در جهت شناسایی و معرفی گونه‌های گلسنگی موجود در منطقه سرچشمه و به ویژه اطراف کارخانجات صنایع مس بوده است که هم از نظر سابقه گیاه‌شناسی اهمیت دارد و هم از این جهت که می‌توان در تحقیقات پی‌آمد وضعیت فلور گلسنگی و تاثیر آلاینده‌های موجود را بر آنها پی‌گیری کرد.

مقایسه میانگین‌های پوشش کل و تراکم بین مناطق آلوده و ایستگاه شاهد در اکثر موارد تفاوت معنی‌داری را بین آن‌ها نشان داد به طوری که این پارامترها برای منطقه شاهد بیشتر از مناطق آلوده به دست آمدند. در بین سه جهت بررسی شده جهت شمال شرق که طبق گزارشات از بیشترین سهم آلودگی برخودار است برای هر دو پارامتر با افزایش فاصله افزایش معنی‌داری را نشان داد، به طوری که تفاوت بین پوشش و تراکم در این منطقه با منطقه شاهد بسیار بارز بود. این وضعیت به خوبی نشان می‌دهد که آلودگی در ایستگاه‌های اطراف کارخانه دو پارامتر پوشش کل گلسنگی و تراکم آن‌ها را کاهش داده است.

این نتایج با نتایج به دست آمده توسط تایر و بل (۱۹۸۳) نیز مطابقت دارد. آنها با بررسی‌های خود در اطراف یک مرکز صنعتی (ARCO1) نتیجه گرفتند که فلور گلسنگی تحت تاثیر قرار گرفته است به طوری که همبستگی معنی‌داری بین فاصله از ARCO و پوشش گلسنگی به دست آوردند (۸). در مطالعه‌ای که شیمیزو (۲۰۰۴) بر روی گلسنگ‌های اطراف یک کوه آتشفشان انجام داد به این نتیجه رسید که تعداد گونه‌ها و پوشش آنها در هر ایستگاه اساساً با فاصله از کوه آتشفشان تعیین می‌شود به‌طوری که آلاینده‌های خارج شده از دهانه آتشفشان به شدت بر پوشش و تنوع گلسنگی تاثیر می‌گذارند نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که پوشش گلسنگی به طور کلی با نزدیک شدن به منابع تولید دی اکسید گوگرد کاهش می‌یابد اما باید توجه داشت که فاکتور زمان هم برای تغییر ساختار جوامع گلسنگی فاکتور بسیار مهمی می‌باشد به این معنی که سن جوامع گلسنگی نیز عامل مهمی در تعیین ساختار آنها می‌باشد (۹).

آلاینده‌های ناشی از منابع صنعتی قدرت زیست گلسنگ‌ها را به طور مستقیم یا غیر مستقیم محدود می‌کنند اما این اثر به دلیل حساسیت‌های مختلف گلسنگ‌ها به آلاینده‌ها برای همه گونه‌ها یکسان نیست به طور کلی می‌توان گفت که در مناطقی با سطوح SO_2 بالا گونه‌های گلسنگ کمتری یافت خواهند شد که این به دلیل مرگ و میر و نابودی گونه‌های حساس می‌باشد (۱۰). علاوه بر این در این مناطق درصد پوشش هر گونه گلسنگی در مقایسه با درصد پوشش آنها قبل از آلودگی کمتر خواهد بود.

منابع

1- Richardson, D. H. S., Pollution monitoring with lichens. Naturalists' Handbooks 19. Slough ، England (Richmond Publishing) 1992.

2- Brodo, I. M., Sharnoff S. D. and Sharnoff S. Lichens of North America. New Havenand London (Yale University Press) 2001.

۳- خامس پناه. «بررسی نشر SO2 در سطح مجتمع و شهر مس». پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیق و توسعه مجتمع مس سرچشمه ۱۳۸۱.

4- Purvis, W. Lichens. Washington D. C. (Smithsonian Institution Press) 2000.

5- Sipman, H. 2003. Provisional key for lichen genera and some species of Iran. See information in: http://bgbm.org/Sipman/keys/Irangenera.htm.

۶- باربور، بورک، پیتس، گیلیام و شوارتز.(نویسندگان) احمدی مقدم، علی.(مترجم). «بوم شناسی گیاهان خاکزی». چاپ اول، کرمان: انتشارات دانشگاه شهید باهنر۱۳۸۴. (جلد اول).

۷- مصداقی، منصور. «بوم شناسی گیاهی». چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۸۴.

8- Taylor, R. J., Bell, M. 1983. Effects of SO2 on the lichen flora in an industrial area, northwest

Whatcom County, Washington. Northwest Science, Vol. 57, pp. 157- 166.

9- Shimizu, A. 2004. Community structure of lichens in the volcanic highland of Mt. Tokachi, Hokkaido, Japan. The Bryologist, Vol. 107(2), pp. 141- 151.

10- Case, J. W. 1980. The influence of three sour gas processing plants on the ecological distribution of epiphytic lichens in the vicinity of Fox Creek and White court, Alberta, Canada. Water Air and Siol Pollution, Vol. 14, pp. 45 -68.