

نقش چرخه‌های غذایی در مطالعات زمین‌شناسی پزشکی: پایش ژئوبوتانیکی گیاهان در استان

گلستان

شاهین زارع^{۱*} و سید محمد جعفری^۱

^۱دانشکده زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

گیاهان به عنوان یکی از مجراهای اصلی ورود عناصر به زنجیره غذایی انسان و دام از اهمیت بالایی در زمین‌شناسی پزشکی برخوردار می‌باشند. مطالعه ترکیب ژئوشیمیایی گیاهان و پایش آنومالی‌های ژئوشیمیایی عناصر موجود در آن‌ها، می‌تواند کمک شایانی به محققین در یافتن علل محتمل محیطی بسیاری از بیماری‌ها در انسان نماید. در این مطالعه گونه‌های گیاهی مورد استفاده در رژیم غذایی دام و انسان در استان گلستان، به عنوان یکی از نقاط داغ سرطان مری در کشور و جهان، از نظر ترکیب شیمیایی و آنومالی‌های ژئوشیمیایی مورد پایش قرار گرفتند. نمونه‌برداری بر اساس مدل جامع تهیه‌شده مبتنی بر پایگاه‌های داده‌ای مختلف و کاربرد گونه‌های گیاهی طی دو فصل رویشی صورت گرفت. نمونه‌ها شامل گونه‌های زراعی، علوفه‌ای و وحشی بودند که در ۶۱ ایستگاه نمونه‌برداری در اطراف نقاط داغ سرطان مری در استان جمع‌آوری گردیدند. پس از شناسایی و بررسی‌های تاکسونومیک، نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ICP-OES از نظر ترکیب شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. بررسی حاضر نشان داد که نمونه‌های گیاهی مورد مطالعه آنومالی‌های ژئوشیمیایی بارزی را از نظر عناصر زمین‌شناختی و عناصر سنگین نشان می‌دهند. تحقیق حاضر نشان می‌دهد که گیاهان گندمی و نیز بقولات که مهم‌ترین گروه‌های گیاهی علوفه‌ای را در ایران و جهان تشکیل می‌دهند، در مورد عناصر کروم (تا ۵۲۳ ppm) و نیکل (تا ۲۶/۸ ppm) محتوای بالایی را نشان می‌دهند. برعکس، گیاهان هالوفیت با پراکنش وسیع در استان، آنومالی‌هایی متفاوت (کادمیوم، کبالت، جیوه و آرسنیک) و به ندرت مشابه با گروه اول نشان می‌دهند. همچنین ارتباط معنی‌داری بین توزیع سرطان مری در استان و پوشش‌های هالوفیت واقعی مشاهده گردید.

کلیدواژه‌ها: زمین‌شناسی پزشکی، هالوفیت‌ها، آنومالی ژئوشیمیایی، ژئوبوتانی، استان گلستان، چرخه‌های غذایی

*نویسنده مسئول: شاهین زارع

zarre@khayam.ut.ac.ir

۱- مقدمه

گیاهان بیش‌تر از جانوران به محیط غیرزنده و بی‌تحرک خود حساسیت و وابستگی بالایی نشان می‌دهند. تمامی گیاهان خشکی‌زی، هریک به طریقی، به بستر رویشی خود که می‌تواند خاک، سنگ، آب و حتی گیاهان دیگر باشد، متصل و وابسته هستند (Kumar et al. 1995). در علم زمین‌شناسی پزشکی که به بررسی علل زمین‌شناختی و محیطی بیماری‌های رخ داده در انسان و گاه‌ا‌دام‌ها می‌پردازد (Selinus et al. 2005)، گیاهان می‌توانند به عنوان حدواسط‌های بین محیط فیزیکی و نیز دام و انسان از اهمیت بالایی برخوردار باشند. لذا مطالعه این گروه از موجودات زنده از دیرباز، آگاهانه یا ناآگاهانه، جزئی ثابت در بررسی‌ها و طرح‌های تحقیقاتی زمین‌شناسی پزشکی بوده است (McCutcheon & Schnoor 2003).

مطالعه بر روی گیاهان و ارتباط آن‌ها با محیط زمین‌شناختی آن‌ها به طور کلی تحت عنوان علم ژئوبوتانی مطرح می‌گردد (Frey & Lössch 2010). ژئوبوتانی به معنای کلاسیک سابقه‌ای بسیار قدیمی دارد، ولی استفاده از روش‌های آن با منظور زمین‌شناسی پزشکی اخیراً مطرح گردیده است (Komatina 2004). اهمیت علم ژئوبوتانی در مباحث زمین‌شناسی پزشکی، به دلیل نقشی است که گیاهان در چرخه غذایی موجود در اکوسیستم ایفا می‌کنند.

بسیاری از گیاهان قابلیت تجمع عناصر شیمیایی موجود در بستر خود را نشان می‌دهند (Prasad & Freitas 2003). این تجمع می‌تواند فرایند مهمی در جریان مواد شیمیایی از محیط غیرزنده به سیستم انسانی و دامی باشد و گیاهان دارای قابلیت تجمع از اهمیت بالایی در بررسی‌های زمین‌شناسی پزشکی برخوردارند

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: استان گلستان در محدوده منطقه معتدله بین عرض‌های شمالی ۲۴°۳۶' و ۳۸°۰۵' و بین طول‌های شرقی ۵۱°۵۳' تا ۵۶°۰۴' و در بخش شمال و شمال‌شرق کشور واقع شده و از لحاظ جغرافیایی، از سمت شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان و از غرب به دریای خزر و استان مازندران متصل می‌باشد. قسمت جنوب و شرق استان را مناطق کوهستانی تشکیل می‌دهد. مطالعه حاضر، در شش نقطه از مناطق استان که دارای درصد بالایی از رخدادهای سرطان مری بودند، صورت گرفت (شکل ۱).

از نظر توپوگرافی این استان وضعیت کاملاً ناهمگنی را نشان می‌دهد، به طوری که قسمت‌های جنوب و غرب استان از مناطق کوهستانی و با پوشش گیاهی

متراکم تشکیل شده است، در حالی که قسمت‌های مرکزی این استان از مناطق نسبتاً خشک، شور، لوسی و کم‌آب تشکیل شده است. پوشش گیاهی نیز یکی از ویژگی‌های ناهمگن استان گلستان محسوب می‌گردد که تابعی است از ناهمگنی زیستگاهی بارزی که در این استان وجود دارد. این ناهمگنی پوشش گیاهی و زیستگاه موجبات وجود تنوع زیستی بسیار بالایی را در گیاهان این استان فراهم نموده است. مهم‌ترین تپ‌های پوشش گیاهی استان گلستان عبارتند از جنگل‌ها، استپ- جنگل‌ها، درختچه‌زارها، استپ‌های کوهستانی، مراتع و چراگاه‌ها، شور-زارها، مناطق لوسی و پوشش گیاهی کنار دریاچه‌ای را نام برد.

نمونه‌برداری: برای طراحی نمونه‌برداری گیاه و پوشش گیاهی در مطالعات زمین‌شناسی پزشکی در نظر گرفتن یک مرحله مطالعاتی جامع ولی هدفمند از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. قبل از آغاز مرحله عملی نمونه‌برداری، یک مرحله مطالعاتی جهت جمع‌آوری اطلاعات جامع و طراحی بهینه نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. برای انجام هدفمند مرحله مطالعاتی، الگویی کلی طراحی (شکل ۲) و جمع‌آوری اطلاعات بر اساس این الگو صورت گرفت.

انجام جامع مرحله مطالعاتی اولیه مستلزم ایجاد چندین پایگاه داده‌ای است که عبارتند از: ۱- پایگاه داده‌ای زمین‌شناختی (Geological Database) ۲- پایگاه داده‌ای ثانویه یا کمکی (Ancillary Database) ۳- پایگاه داده‌ای گونه‌های بالقوه (Potential Species Database) که خود می‌تواند منبع اصلی ایجاد دو پایگاه داده-ای دیگر تحت عنوان پایگاه داده‌ای گونه‌های زراعی (Crop Plant Database) و گونه‌های علوفه‌ای و مرتعی (Forage and Fodder Plant Database) باشد و ۴- پایگاه داده‌ای پوشش گیاهی. وجود اطلاعات و داده‌ها برای هر یک از پایگاه‌های فوق می‌تواند موجب صرفه‌جویی در وقت و نیروی انسانی گردد، ولی عدم وجود آن‌ها یا نیاز به گردآوری وسیع آن‌ها، مستلزم صرف وقت و انرژی مضاعفی توسط گروه محققین برای تهیه و گردآوری آن‌ها می‌گردد. لازم به ذکر است که در بسیاری از موارد علی‌رغم وجود اطلاعات قبلی در مورد منطقه در بسیاری از مقوله‌ها، بررسی و تایید مجدد این اطلاعات ضروری می‌باشد.

پس از ایجاد و بررسی پایگاه‌های داده‌ای مورد نظر و با توجه به فاکتورهایی نظیر پراکنش بیماری‌ها، وضعیت توپوگرافی منطقه و نیز پراکنش عمومی گیاهان اقدام به نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه گردید. نمونه‌برداری در ۶۱ ایستگاه که در اطراف نقاط داغ سرطانی (شکل ۳) استان پراکنده بوده و یا در نقاط منشأگیری جریان‌های آبی حوزه‌های آبریز قرار داشتند، صورت گرفت.

در هر ایستگاه نمونه‌برداری، بین ۲-۷ نقطه مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. جمع‌آوری گیاه در محیط به روش غیر اندام-ویژه که در آن کل بدنه گیاه بدون در نظر گرفتن اولویت خاصی جمع می‌گردد، صورت گرفت. این جمع‌آوری زمانی استفاده می‌گردد که دانش قبلی در مورد اندام گیاهی که محل تجمع عنصر مورد نظر است وجود ندارد و یا اینکه طیف وسیعی از گیاهان مورد پایش قرار گیرند. در مورد گیاهان کوچک‌تر، اقدام به جمع‌آوری پایه‌های بیش‌تری از گیاه گردید. به طور کلی، ۴۷۰ نمونه گیاهی جمع‌آوری گردید. پس از جمع‌آوری گیاه، نمونه گیاهی مورد نظر، به منظور زدودن ذرات خاک و سنگ باقی‌مانده بر روی آن که موجب انعکاس نادرست محتوای عنصری گیاه می‌گردد، باستی مورد شستشو قرار گیرد. شستشوی ماده گیاهی در دو مرحله صورت گرفت که در مرحله اول با آب معمولی و بلافاصله پس از نمونه‌برداری و مرحله دوم با آب مقطر و پس از انتقال به آزمایشگاه شستشو انجام پذیرفت. پس از شستشوی ماده گیاهی با آب

مقطر نمونه‌ها سریعاً خشک شده و در داخل پاکت‌های پلاستیکی بدون رنگ و بدون چاپ قرار گرفت و برای انتقال جهت آنالیز آماده گردید. پس از خشک‌شدن تعداد ۱۲۲ نمونه پودر شده با استفاده از دستگاه ICP-OES و با دقت ppm مورد آنالیز قرار گرفتند. محتوای نمونه‌های گیاهی در این مطالعه از لحاظ ۴۸ عنصر معدنی مورد بررسی قرار گرفتند.

۳- بحث

آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های شاخص استان گلستان با هدف ارزیابی مشارکت اجزای گیاهی در چرخه‌های غذایی و امکان مشارکت آن‌ها در چرخه بیماری‌زایی، به ویژه در مورد بیماری سرطان، صورت گرفت و در مورد بسیاری از فلزات سنگین و عوامل سرطان‌زا آتومالی‌ها و ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی متعددی مشاهده گردید. طبق اعلام آژانس مواد سمی و ثبت بیماری (ATSDR) مهم‌ترین عناصر فلزی بیماری‌زا عبارتند از آرسنیک، ترکیبات بریلیم، کادمیوم، کروم، روی و نیکل می‌باشد که همه این عناصر به همراه ۴۲ عنصر دیگر در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مربوط به دو عنصر آرسنیک و بریلیم برای مشخص‌سازی وضعیت ژئوشیمیایی گیاهان ذکر می‌گردد.

بدون شک عنصر آرسنیک مهم‌ترین عنصر سرطان‌زای شناخته‌شده بوده و حضور مقادیر قابل توجه آن در نمونه‌های گیاهی استان گلستان بسیار جای تامل و بررسی بیش‌تر دارد (شکل ۴). با توجه به مقادیر مشاهده‌شده برای گیاهان در مطالعات مختلف، نتایج حاصل از تحقیق حاضر جالب به نظر می‌رسد. به عنوان مثال نمونه گیاهی برنج جمع‌آوری‌شده از منطقه آق‌آباد میزان ۴۲/۸ و گیاه مینای اروپایی (*Aster tripolium*) میزان ۱۳/۲ ppm را نشان می‌دهد. برای گونه‌های متعدد دیگری از جمله نمونه جو جمع‌آوری‌شده از کلاله که به صورت بسته‌های علوفه درآمده بود، مقادیر بالای آرسنیک تا حد ۱۴ ppm مشاهده گردید. اکثر گونه‌های با مقادیر بالای آرسنیک، به ویژه در مناطق بسیار خشک استان گلستان، مورد چرای دام قرار می‌گیرند که این امر در طول بازدیدهای میدانی به کرات مشاهده گردید.

اگرچه هنوز جنبه‌هایی نظیر قابلیت گیاهان برای تبدیل آرسنیک معدنی به آلی کاملاً به اثبات نرسیده است، ولی نقش گیاهان در ورود این عنصر سمی به بدنه دام و انسان بر کسی پوشیده نیست (Abedin et al. 2002; Meharg & Hartley-Whitaker 2002).

برای عنصر بریلیم از میان نمونه‌های گیاهی آنالیز شده، ۲۵ نمونه محتوای بالای ۱ ppm نشان می‌دهند که مشاهده‌ای در خور توجه است (شکل ۵). که بسیاری از گونه‌های گیاهی حاوی مقدار بالای بریلیم مورد مصرف دام بوده و برخی از آن‌ها نظیر *Convolvulus arvensis*، *Lepidium vesicarium* و *Cousinia eryngioides* به صورت وسیع در استان و در کنار زمین‌های زراعی پراکنش دارند، لذا می‌توانند شاخصی مناسب برای محتوای بریلیم در خاک و گیاهان زراعی منطقه نیز باشند. بر اساس مشاهدات میدانی صورت گرفته گونه‌های سرده‌های *Onobrychis*، *Thlaspi*، *Brassica*، *Artemisia* و حتی گونه‌های *Cephalaria scabiosa* و در مواردی *Heliotropium* (کرد و هوتن) مورد چرای دام قرار گرفته و می‌توانند در جریان این عنصر از بستر خاکی به دام و انسان نقش داشته باشند. در مقایسه به سایر عناصر سرطان‌زا، بریلیم کمتر مورد مطالعه قرار گرفته (Kaplan et al. 1990) و اطلاعات در مورد مکانیسم عمل، تبدیلات در داخل گیاه و نیز انتقال در طول زنجیره غذایی کافی نیست. بسیاری از مطالعات تجمع زیستی

دریافت. جدا از فاکتورهای ژنتیکی، خاکی، اعتیاد، عادات غذایی، آب آشامیدنی و نیز عوامل رادیواکتیو، محتوای عناصر مضر موجود در غذا از اهمیت بالایی در زمین‌شناسی پزشکی برخوردار است. با توجه به نتایج و مشاهدات این مطالعه لزوم بررسی هرچه بیشتر در مورد مشارکت گیاهان آلوده در جریان عناصر مضر، درصد حضور این نوع گیاهان در رژیم غذایی ساکنین، نحوه و الگوی تجمع عناصر در طول زنجیره غذایی بیش از پیش نمود پیدا می‌کند. لذا پیشنهاد می‌گردد که مساله حضور فلزات سنگین و بیماری‌زا در بخش گیاهی رژیم غذایی ساکنین مناطق سرطان‌خیز بیش‌تر و جامع‌تر مورد بررسی قرار گرفته و تمامی گونه‌های علوفه‌ای و غیرعلوفه‌ای مورد استفاده دام یا انسان (به طور مستقیم) تحت پوشش قرار داده شود. گفتگو با ساکنین محلی در مورد مواد گیاهی مورد استفاده، پایش هرچه بیشتر گیاهان وحشی مورد استفاده دام و نیز تهیه پایگاه‌های داده‌ای جامع در این زمینه توصیه می‌گردد.

سیاس‌گذاری

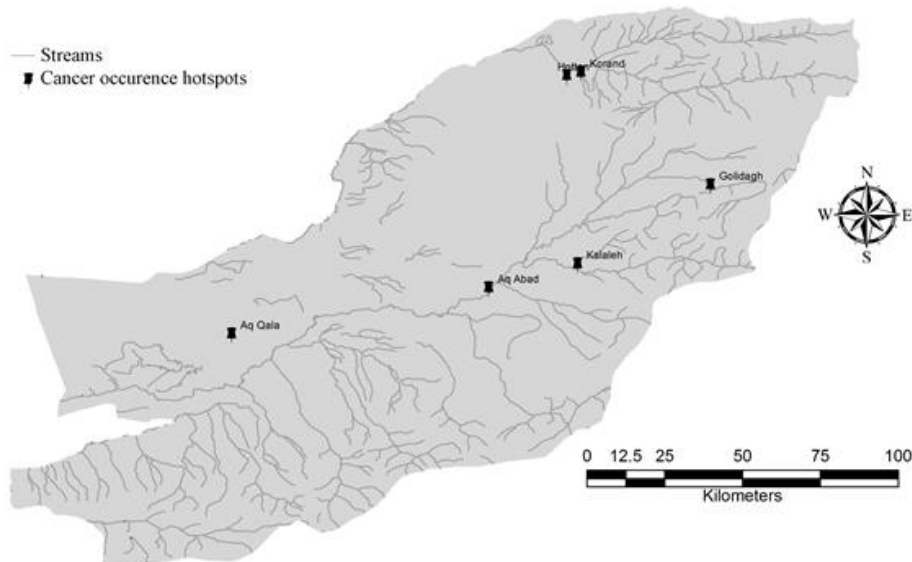
این مقاله بخشی از نتایج پژوهشی در قالب طرح "مطالعات ژئوبوتانی استان گلستان با اهداف زمین‌شناسی پزشکی" می‌باشد که توسط واحد زمین‌شناسی پزشکی سازمان زمین‌شناسی پزشکی کشور پیشنهاد و به طور کامل حمایت مالی گردیده و با مشارکت پردیس علوم دانشگاه تهران اجرا گردید. از دانشگاه تهران به دلیل فراهم آوردن امکان اجرای این مطالعه، از سازمان زمین‌شناسی پزشکی به دلیل حمایت مالی و به عهده گرفتن آنالیز نمونه‌ها و از اعضای فعال واحد زمین‌شناسی پزشکی به دلیل همکاری همه‌جانبه سپاسگزاریم.

این عنصر را در طول زنجیره غذایی ناچیز در نظر می‌گیرند و تا به امروز هیچ‌گونه گیاهی ابرتجمع‌دهنده بریلیم شناخته نشده‌است.

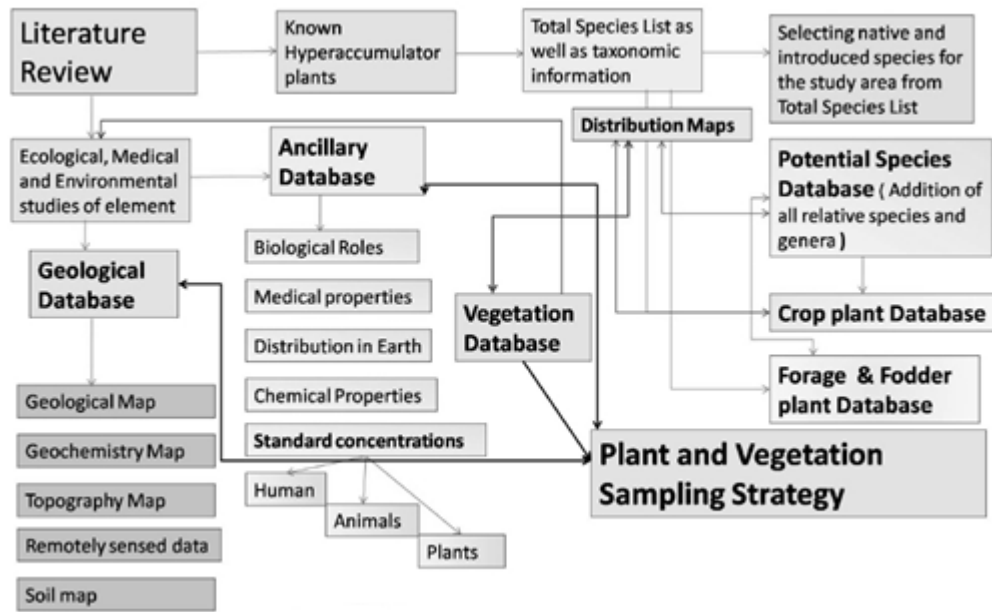
آنومالی‌های ژئوشیمیایی مشاهده شده برای گیاهان چراشونده و علوفه‌ای و گیاهان هالوفیت استان گلستان کاملاً متفاوت می‌باشند. گیاهان گندمی و نیز بقولات مهم‌ترین گروه‌های گیاهی علوفه‌ای را در ایران و جهان تشکیل می‌دهند و مطالعات ژئوبوتانی به اهداف زمین‌شناسی پزشکی بایستی اهمیت خاصی برای این گروه‌ها قائل گردد. به عنوان مثال، اکثر گیاهان متعلق به این گروه‌ها در مورد عناصر کروم و نیکل به طور غیرعادی محتوای بالایی را نشان می‌دهند (جدول ۱). بر عکس این گروه از گیاهان، گیاهان هالوفیت با پراکنش وسیع در استان آنومالی‌هایی متفاوت و به ندرت مشابه با این گروه نشان می‌دهند (جدول ۱). گیاهان هالوفیت و گزروفیت مطالعه شده در این مطالعه، بیش‌ترین آنومالی را در مورد عناصری چون کادمیوم، کروم، کبالت و جیوه نشان می‌دهند. برعکس گندمیان و بقولات بررسی شده، هالوفیت‌ها و گیاهان گزروفیت محتوای جیوه بسیار بالایی نشان می‌دهند.

۴- نتیجه‌گیری

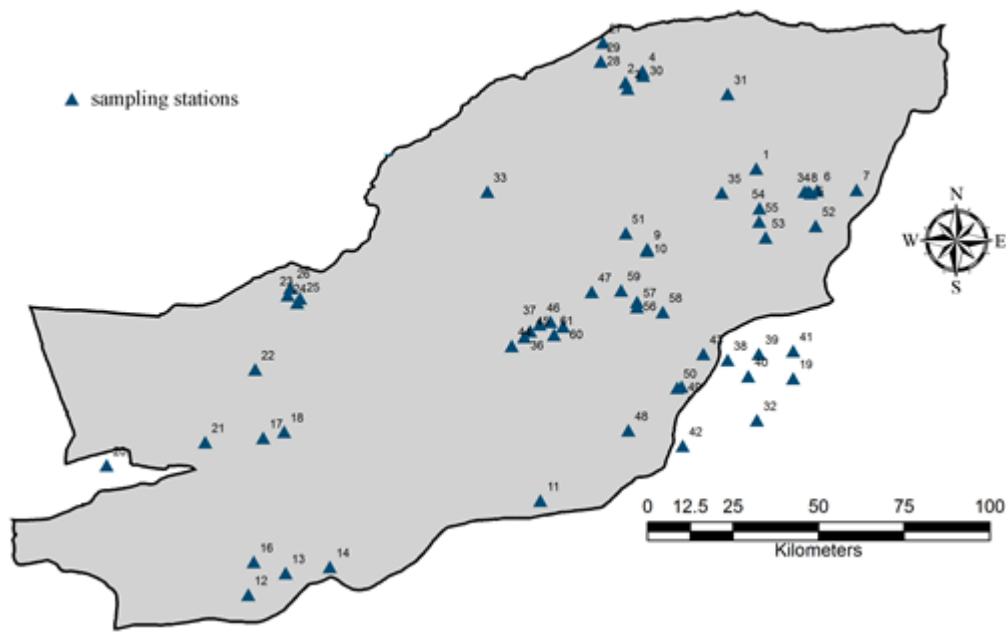
در مطالعه حاضر مشارکت گیاهان استان گلستان در جریان یافتن فلزات سنگین در طول زنجیره غذایی و ایجاد بیماری‌های مربوط به سلامت انسان و دام مورد بررسی قرار گرفت. طی بررسی محتوای فلزات سنگین در نمونه‌های گیاهی انتخابی، می‌توان به جرات گفت که در مورد بسیاری از فلزات سنگین سرطان‌زا و غیرسرطان‌زا گیاهان علوفه‌ای و غیرعلوفه‌ای استان می‌توانند نقشی بسیار مهم در جریان این عناصر از بستر غیرزنده به بستر زنده ایفا کنند. این مهم را از آنومالی‌های ژئوشیمیایی که تقریباً در مورد هر کدام از عناصر آنالیز شده مشاهده گردید، می‌توان



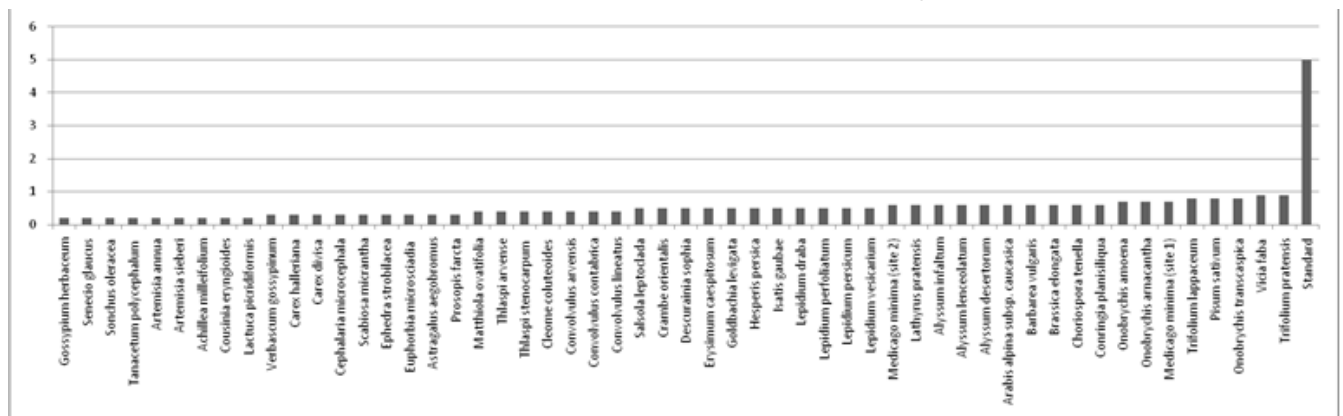
شکل ۱- نقاط داغ سرطانی در استان گلستان و پراکنش آن‌ها نسبت به جریانات آبی اصلی موجود در استان

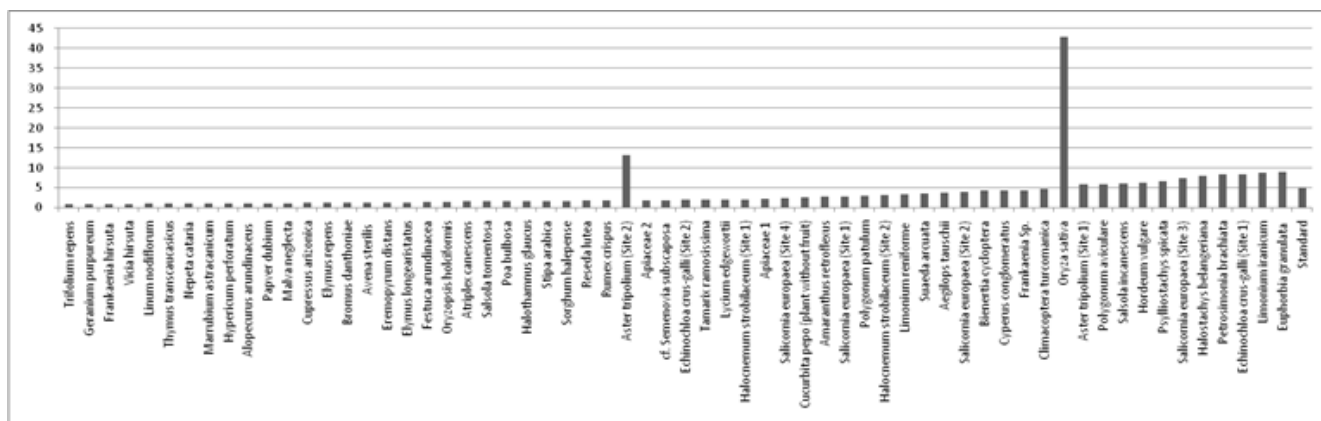


شکل ۲- الگوی کلی انجام مرحله مقدماتی مطالعاتی برای طراحی نمونه‌برداری گیاه و پوشش گیاهی. کلیه اطلاعاتی که لازم است برای طراحی نمونه‌برداری پوشش گیاهی تهیه گردند، در شکل نشان داده شده است (Zarre & Jafari 2012)

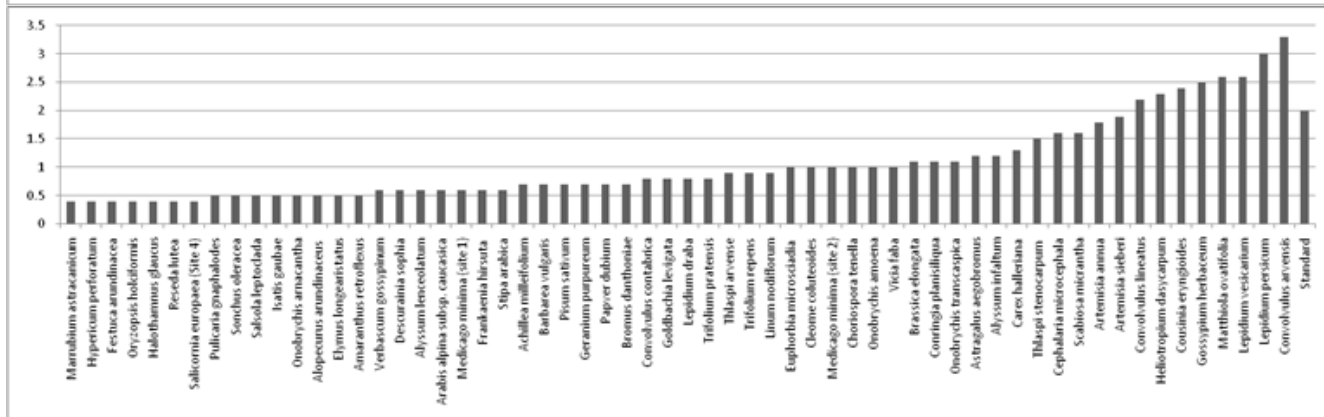
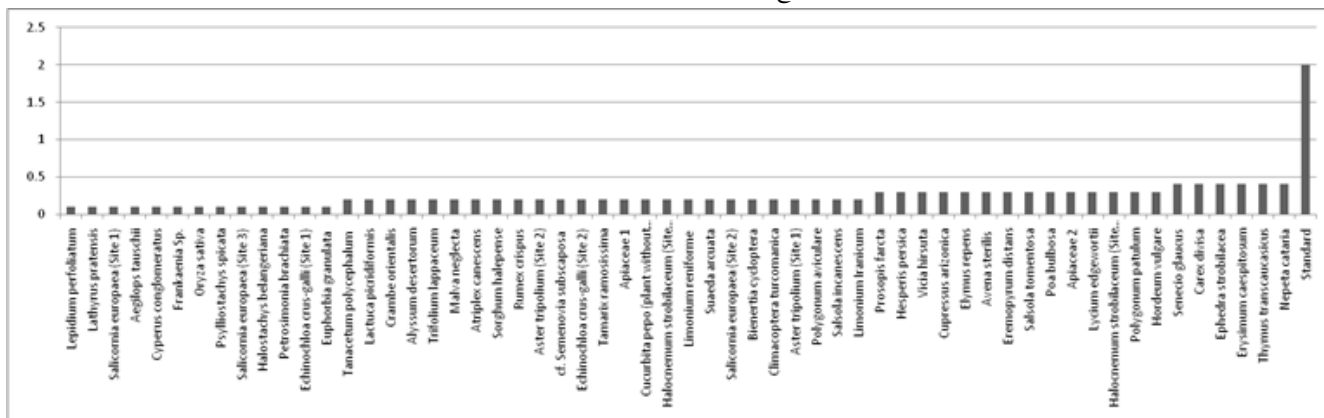


شکل ۳- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های اصلی نمونه‌برداری گیاهی در استان گلستان





شکل ۴- توزیع عنصر آرسنیک (ppm) در گیاهان استان گلستان



شکل ۵- توزیع عنصر بریلیم (ppm) در گیاهان استان گلستان

جدول ۱- مقایسه محتوای شیمیایی گندمیان و بقولات (ppm) انتخاب شده در استان گلستان با مقادیر متوسط مجاز (مقادیر مازاد به صورت ضخیم نشان داده شده‌اند)

عنصر	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb
تغییرات غلظت استاندارد	0.01-5	0.0001-2.2	0.005-0.252	0.03-2	0.006-19	0.5	0.05-5	0.5-2.4
Hordeum vulgare	6.4	3.0	0.24	7.3	141.6	0.02	26.8	8.43
Aegilops tauschii	3.8	2.6	0.08	3.0	145.9	< 0.01	16.1	6.85
Oryza sativa	42.8	1.5	0.13	3.6	40.7	< 0.01	10.0	4.55
Echinochloa crus-galli (Site 1)	8.5	1.3	3.59	798.3	0.50	29896	< 0.01	0.9
Echinochloa crus-galli (Site 2)	2.1	0.4	0.09	1.6	523.4	< 0.01	13.0	1.94
Stipa arabica	1.8	0.2	0.04	0.4	20.8	< 0.01	3.1	1.34
Sorghum halepense	1.8	0.6	0.07	1.3	29.9	< 0.01	6.1	1.53
Poa bulbosa	1.7	0.7	0.06	1.8	154.2	< 0.01	11.1	3.02

<i>Oryzopsis holciformis</i>	1.6	1.1	0.18	1.2	34.7	< 0.01	6.4	2.29
<i>Festuca arundinacea</i>	1.5	1.0	0.05	0.9	49.9	< 0.01	6.0	4.48
<i>Eremopyrum distans</i>	1.4	1.1	0.17	1.0	29.9	< 0.01	8.7	3.10
<i>Elymus longearistatus</i>	1.4	1.0	0.04	1.6	84.6	< 0.01	6.8	2.06
<i>Elymus repens</i>	1.3	0.5	0.13	1.3	32.9	< 0.01	3.0	3.03
<i>Bromus danthoniae</i>	1.3	0.6	0.17	1.1	187.9	< 0.01	10.4	5.26
<i>Avena sterilis</i>	1.3	0.2	0.02	0.2	9.0	< 0.01	1.4	1.11
<i>Alopecurus arundinaceus</i>	1.2	0.7	0.10	1.1	54.6	< 0.01	5.1	2.08
<i>Vicia hirsuta</i>	1.0	0.4	0.08	2.2	62.0	0.01	8.2	1.77
<i>Vicia faba</i>	0.9	0.4	0.11	0.8	13.2	< 0.01	3.6	1.26
<i>Trifolium pratensis</i>	0.9	0.4	0.03	0.5	11.0	< 0.01	3.1	1.50
<i>Trifolium repens</i>	0.9	0.5	0.16	0.5	20.0	< 0.01	3.6	2.39
<i>Trifolium lappaceum</i>	0.8	0.7	0.02	0.6	48.3	< 0.01	4.1	3.86
<i>Pisum sativum</i>	0.8	0.2	0.11	0.6	27.8	< 0.01	4.5	2.43
<i>Onobrychis transcaspica</i>	0.8	0.3	0.04	0.7	165.3	< 0.01	7.4	1.70
<i>Onobrychis amoena</i>	0.7	0.3	0.07	0.4	32.9	< 0.01	2.8	5.74
<i>Onobrychis arnacantha</i>	0.7	0.7	0.04	0.7	43.2	< 0.01	4.1	2.50
<i>Medicago minima</i> (site 1)	0.7	0.3	0.04	0.7	95.7	< 0.01	5.7	3.11
<i>Medicago minima</i> (site 2)	0.6	0.3	0.07	0.5	16.0	< 0.01	3.8	1.08
<i>Lathyrus pratensis</i>	0.6	0.5	0.08	0.6	84.3	< 0.01	5.6	3.25

References

- 1- Abedin, M.J., Cresser, M.S., Meharg, A.A., Feldmann, J. & Cotter-Howells, J. 2002. Arsenic accumulation and metabolism in rice (*Oryza sativa* L.). *Environ. Sci. Tech.* 36(5): 962-8.
- 2- Antonovics, J., Bradshaw, A.D., Turner, R.G. 1971. Heavy metal tolerance in plants. *Adv. Ecol. Res.* 7:1-85.
- 3- Frey, W. & Lösch, R. 2010. *Geobotanik, Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit.* Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- 4- Kaplan, D.I., Sajwan, K.S., Adriano, D.C., Gettier, S. 1990. Phytoavailability and toxicity of beryllium and vanadium. *Wat. Air Soil Pollut.* 53:203-212.
- 5- Komatina, M.M. 2004. *Medical geology, effects of geological environments on human health.* Elsevier, Amsterdam .
- 6- Krämer, U. 2010. Metal hyperaccumulation in plants. *Ann. Rev. Pl. Biol.* 61:517-534 .
- 7- Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Motto, H. & Raskin, I. 1995. Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. *Environ. Sci. Tech.* 29 (5): 1232-1238.
- 8- McCutcheon, S.C., Schnoor, J.L. 2003. *Phytoremediation: transformation and control of contaminants.* John Wiley & Sons, New Jersey.
- 9- Meharg, A.A. & Hartley-Whitaker, J. 2002. Arsenic uptake and metabolism in Arsenic resistant and non-resistant plant species. *New Phytol* 154: 29-43.
- 10- Prasad, M.N.V. & Freitas, H.M.O. 2003. Metal hyperaccumulation in plants - Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Elec J Biotech* 6(3) .
- 11- Reeves, R.D., Baker, A.J.M. 2000. Metal-accumulating plants. In: Raskin, B.D. (Eds) *Phytoremediation of Toxic Metals—Using Plants to Clean Up the Environment.* pp 193-229. John Wiley & Sons, New York .
- 12- Selinus, O., Alloway, B.J., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, O., Smedley, P. 2005. *Essentials of medical geology: impacts of natural environment on public health.* Elsevier Academic Press, New York.
- 13- Zarre, S. & Jafari, S.M. 2012. *Geobotanical Investigation with medical geology perspective in Golestan Province.* Research Project Report 100819 (3 volumes). Iranian Geological Survey .