

بررسی کیفیت اسیدیته نزولات جوی جنگل تحقیقاتی واز (چمستان نور)

علی صلاحی، شیرین گرانفر، شهرام بانج شفیعی^۱، ابراهیم عزیزخانی^۱، کرملی ذبیحی، وحیدرضا

منیری^۱، محمد ابراهیم فرآشانی^۱

چکیده

اندازه‌گیری اسیدیته (pH) نزولات جوی در جنگل تحقیقاتی واز (چمستان نور) از لحاظ متوسط اسیدیته نشان داد که متوسط pH نزولات جوی اندازه‌گیری شده در ارتفاعات ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۲۰۰ متری همراه با افزایش ارتفاع از سطح دریا بیشتر شده و به سمت قلیائیت پیش می‌رود. در نمونه‌های برف بهاره (فروردین ماه) به اندازه ۰/۵ واحد در معیار اسیدیته از pH نمونه‌های برف زمستانه بیشتر و قلیایی‌تر بود. آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH (در حدود ۷ و اسیدیته خنثی) موجود در نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و سال اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH موجود در نزولات جوی فصول مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که اختلاف معنی‌داری دارند. میزان یون سولفات (SO_4^{2-}) در ارتفاعات ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۲۰۰ متری از سطح دریا به ترتیب اعداد ۲۱، ۴۵، ۲۸ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار در سال و برای یون کلراید (Cl^-) نیز مقادیر ۱۰۸۰، ۶۲۰، ۷۸۴ و ۳۳۷ کیلوگرم در هکتار در سال را همراه با افزایش ارتفاع داشت.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، رسوب مرطوب، سولفات، کلراید، جنگل تحقیقاتی واز

۱- موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران ص. پ. ۱۳۱۸۵-۱۱۶، (مکاتبه کننده نگارنده اول)

E-mail: ali.salahi@rifr-ac.ir

۲- دانشگاه صنعتی امیرکبیر، گروه ریاضی، تهران، ایران.

۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران.

مقدمه

در جنگلداری امروزی، کلیه علوم و فنون جنگل به بهترین وجه در خدمت اداره این منبع عظیم طبیعی قرار دارند. در این ارتباط تجمع یا تراکم گونه‌های غالب در سطوح مختلف عرصه و روند تغییرات این تجمع به تبع تغییرات حاصل از عوامل اکولوژیک، که به نوعی بیان کننده توان بالقوه تولید نیز می‌باشد، مهمترین مبانی این بررسیها را تشکیل می‌دهد. گونه‌های جنگلی با توجه به نیاز اکولوژیکی که در محدوده‌هایی از جنگل ظهور می‌یابند با مساعد شدن شرایط زیست توسعه یافته، ضمن برخورداری از مناسبترین امکان رشد به اوج انبوهی خود می‌رسند و با دور شدن از شرایط یاد شده به تدریج از تراکم آنها کاسته می‌شود. تیپها و جوامع به عنوان بخشهای کاملاً متمایز، ضمن نشان دادن خواص و توان اکولوژیکی در رویشگاهها، مطمئن‌ترین شاخص برای تعیین مداخلات بحساب می‌آیند. گونه‌های مرغوب (ملج، آزاد، شمشاد، سرخدار، بلند مازو و راش) به طور معمول بیش از سایر گونه‌ها مورد تعرض قرار می‌گیرند و به تدریج از تعداد آنها کاسته می‌شود و در مقابل گونه‌های قابل انعطاف یا سریع الانطباق (توسعه گونه‌های انجیلی و خرمندی در رویشگاههای بلندمازو)، که مرغوبیت و مقبولیت چندانی ندارند، جایگزین آنها می‌شوند (خالقی، ۱۳۷۷).

از آنجائیکه اجتماعات گونه‌های گیاهان بوسیله بارندگی، حرارت و رطوبت (عوامل اقلیمی) و نیز خاک و بستر رشد (عوامل ادافیکی) تحت تاثیر قرار می‌گیرد، بررسی روی عوامل مذکور ضروری است. در سال ۱۳۷۵ موضوعات هواشناسی و اقلیم، خاک شناسی، زمین شناسی و ژئومورفولوژی، تیپولوژی و ساختارهای جنگلی و مراتع کوهستانی در قالب

طرح مطالعات زیربنایی کرانه دریای خزر (جنگل تحقیقاتی واز) خاتمه یافت و گزارش آن ارائه گردیده است (خالقی، ۱۳۷۷). **روش نگارش نتایج اصلاح شود**

با بررسی شیمی اتمسفری و کیفیت نزولات جوی که بر پوشش گیاهی جنگل واز می‌بارند، مطالعات مذکور کاملتر گردیده به شناخت بیشتر روابط موجود بر شیمی نزولات جوی و کیفیت شیمیایی بارش موثر بر پوشش گیاهی در ارتفاعات مختلف آن کمک می‌نماید. باران اسیدی با فرود آمدن بر روی درختان، رشد آنها را دچار اختلال ساخته و به پوست آنها آسیب می‌رساند. آسیب دیدن پوست درختان موجب می‌شود که مورد حمله‌ی حشرات و عوامل بیماریزای گیاهی قرار گیرند و در مدت کوتاهی از رشد و نمو باز بمانند (اسپدینگ، ۱۳۷۱).

باران اسیدی، گذشته از اثر مستقیم بر خود درختان، بر خاک اطراف درختان نیز اثر سوء گذاشته و مواد غذایی را که در خاک قرار دارد از بین می‌برد. به طور کلی گیاهان و خاک در یک مجموعه‌ی پیچیده زندگی می‌کنند. وقتی که مواد غذایی در اثر عواملی از قبیل باران اسیدی در خاک از بین برود و خاک در اثر آلودگی اسیدی مواد مورد نیاز گیاهان و درختان را از دست بدهد، این نظم طبیعی به هم خواهد خورد و مرگ درختان و گیاهان فرا خواهد رسید (Kauppi, 1986).

حداقل اسیدیته (pH) نزولات جوی ثبت شده در جنوب تهران به میزان ۴/۳ بوده که قدرت اسیدیته نمونه گرفته شده ۲۵ برابر قدرت اسیدیته نمونه نزولات جوی در شرایط طبیعی نزولات جوی (pH = ۵/۷) را نشان داده است (صلاحی، ۱۳۷۹). مطالعات (Salahi, 2004)، نشان داد که هر چه هدایت الکتریکی (EC) نمونه نزولات جوی بیشتر باشد pH نیز بالاتر رفته و به سمت خنثی و قلیائیت پیش می‌رود. همبستگی pH و EC ۰/۵۰ و در

سطح ۰/۰۱ رابطه معنی دار را نشان داده‌اند و نیز ضریب همبستگی pH و Na^+ به اندازه ۰/۵۳ و در سطح ۰/۰۱ رابطه معنی دار داشته‌اند. آزمون مقایسه میانگین‌های مقادیر pH نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و فصل اختلاف معنی داری وجود دارد. آزمون مقایسه میانگین‌های میزان pH در سطح یک درصد نشان داد که میزان pH نزولات جوی در ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز اختلاف معنی داری با هم ندارند. آزمون مقایسه میانگین‌های مقادیر pH در سطح یک درصد نشان داد که در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و سال اختلاف معنی داری وجود ندارد (Salahi, 1995).

مواد و روشها

جهت نمونه برداری از نزولات آسمانی مشتمل بر باران و برف و مطالعه‌ی کیفیت نزولات، اقدام به طراحی و ساخت دستگاه اتوماتیک نمونه برداری باران گردید. به علت نیاز به عایق سازی ظرف نمونه برداری باران، از گرد و غبار و رسوب خشک اتمسفری، محفظه‌ی ظرف (با قطر ۴۰ سانتی متر) با درپوش عایق از فضای بیرونی دستگاه مجزاً می‌گردد. به هنگام بارندگی دستگاه نمونه گیری باران فعال شده و اقدام به جمع‌آوری باران می‌گردید. باران از محفظه‌ی نمونه برداری به درون قوطی سفید پلی اتیلنی تمیز جریان یافته و انباشته می‌گردید. دستگاه‌های بارانگیر در ارتفاعات ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۲۰۰ متری از سطح دریا نصب گردیدند. در هر ارتفاع سه دستگاه نمونه گیر نصب شد. نزولات جوی پس از بارش در محفظه‌های یک لیتری پلی اتیلنی شفاف و تمیز جمع‌آوری گشته و بدرون یخچال و سپس به فریزرها منتقل شدند تا در فرصت مناسب مورد تجزیه شیمیایی قرار گیرند.



شکل شماره ۱- نحوه نمونه‌گیری باران توسط دستگاه اتوماتیک نمونه‌گیر باران.

در آزمایشگاه شیمی عناصر موجود در نمونه‌های باران اندازه‌گیری شد. روش اندازه‌گیری اسیدیته باران و برف به شرح زیر انجام شد:

تعیین اسیدیته (pH) باران و برف: برای تعیین دقیق اسیدیته (pH) از دستگاه pH سنج (pH-Meter (E520 /Metrohm Harisau) ساخت سوئیس استفاده شد.

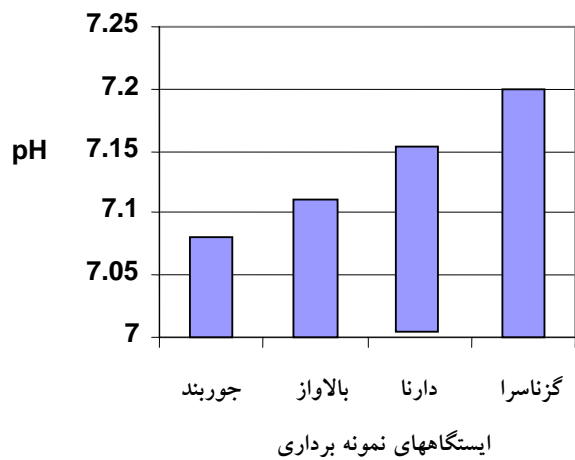
اندازه‌گیری عناصر شیمیایی موجود در نزولات جوی: یون سولفات به روش توربومتریک و قرائت با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۳۴۰ نانومتر انجام شد. کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری با کمک معرف موراکساید و اریوکروم بلاک تی، یون کلراید به روش Mohr و سدیم و پتاسیم با کمک دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری گردید.

نتایج

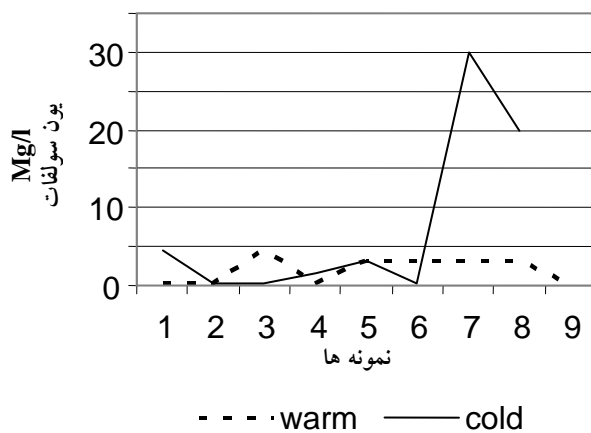
میزان اسیدپته (pH) نزولات جوی در ۴ ایستگاه مورد اندازه‌گیری در محدوده خنثی و قلیائی (۷ و بالاتر) بود. میانگین کل pH برای هر ارتفاع از عدد ۷ که معیار سنجش اسیدپته می باشد بالاتر است. میزان بارندگی سالیانه در ارتفاع ۳۰۰ متری معادل ۹۰۰ میلی‌متر در سال، در ارتفاع ۱۰۰۰ متری و ۱۶۰۰ متری دارای ۶۰۰ میلی‌متر بود. بارندگی سالیانه در ارتفاع ۲۲۰۰ متر نیز به میزان ۳۰۰ میلی‌متر در سال بود (شکل ۱).

میزان یون سولفات (SO_4^{2-}) در ارتفاعات ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۲۰۰ متری از سطح دریا بترتیب اعداد ۲۱، ۴۵، ۲۸ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار در سال را همراه با افزایش ارتفاع نشان می‌دهند. این ارقام برای یون کلراید نیز به ترتیب ۱۰۸۰، ۶۲۰، ۷۸۵ و ۳۳۷ کیلوگرم در سال بر هکتار همراه با افزایش ارتفاع می‌باشد (شکل شماره ۲).

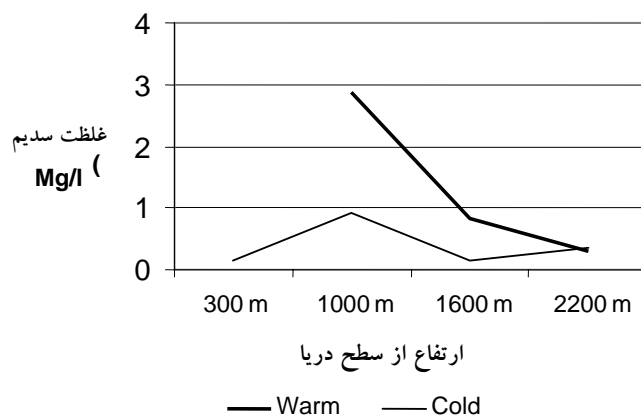
اندازه‌گیری pH برف بهاره و زمستانه از لحاظ متوسط اسیدپته نشان داد که متوسط pH نمونه‌های برف بهاره (فروردین ماه) به اندازه ۰/۵ واحد در معیار اسیدپته از pH نمونه‌های برف زمستانه بیشتر و قلیایی‌تر از فصل زمستان می‌باشد. آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) میزان pH نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که میزان pH نزولات جوی در ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH موجود در نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و سال اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.



شکل شماره ۱- میانگین اسیدیته (pH) نزولات جوی در ارتفاعات ۳۰۰ متری (جوربند)، ۱۰۰۰ متری بالاواز، ۱۶۰۰ متری (دارنا) و ۲۲۰۰ متری از سطح دریا (گزناسرا).



شکل شماره ۲- غلظت یون سولفات در فصول گرم و سرد سال موجود در نزولات جوی جنگل تحقیقاتی واز.



شکل شماره ۳- غلظت یون سدیم در فصول گرم و سرد موجود در نزولات جوی و در ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز.

آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH موجود در نزولات جوی فصول مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که میزان pH در سه فصل ابتدایی سال یکسان بوده و با فصل زمستان اختلاف معنی‌داری دارند. آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز نشان داد که در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و فصل اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. بر این اساس، ارتفاع ۲۲۰۰ متری از سطح دریا- فصل بهار بیشترین مقدار و ارتفاع ۱۶۰۰ متری از سطح دریا- فصل زمستان دارای کمترین مقدار و سایر تیمارها حد فاصل بین این دو می‌باشند.

آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) میزان pH نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که میزان pH نزولات جوی در ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز اختلاف معنی داری با هم ندارند.

آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH موجود در نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و سال اختلاف معنی داری وجود ندارد.

آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH موجود در نزولات جوی فصول مختلف جنگل تحقیقاتی واز نشان داد که میزان pH در سه فصل ابتدایی سال یکسان بوده و با فصل زمستان اختلاف معنی داری در سطح یک درصد دارند.

آزمون مقایسه میانگین‌های (آزمون دانکن) مقادیر pH نزولات جوی ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز در سطح یک درصد نشان داد که در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و فصل اختلاف معنی داری وجود دارد. بر این اساس، ارتفاع ۲۲۰۰ متری از سطح دریا- فصل بهار بیشترین مقدار و ارتفاع ۱۶۰۰ متری از سطح دریا- فصل زمستان دارای کمترین مقدار و سایر تیمارها حد فاصل بین این دو می باشند.

جدول شماره ۱- مقایسه میانگین‌های pH نزولات جوی در ارتفاعات مختلف جنگل تحقیقاتی واز.

ارتفاع از سطح دریا (متر)	PH	
۲۲۰۰	۷/۱۷۱	a
۳۰۰	۷/۱۶۰	a
۱۶۰۰	۷/۱۰۰	a
۱۰۰۰	۷/۰۳۸	a

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین‌های مقادیر pH موجود در نزولات جوی در جنگل تحقیقاتی واز در ارتباط با اثر متقابل ارتفاع و سال.

اثر متقابل سال \times ارتفاع از سطح دریا (متر)	pH	
سال اول - ۳۰۰	۷/۲۱۳	a
سال اول - ۲۲۰۰	۷/۱۷۱	a
سال دوم - ۲۲۰۰	۷/۱۷۱	a
سال دوم - ۱۶۰۰	۷/۱۴۲	a
سال دوم - ۳۰۰	۷/۱۰۸	a
سال اول - ۱۶۰۰	۷/۰۵۸	a
سال دوم - ۱۰۰۰	۷/۰۵۰	a
سال اول - ۱۰۰۰	۷/۰۲۷	a

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین‌های مقادیر pH نزولات جوی فصول مختلف در جنگل تحقیقاتی واز.

فصل	pH	
بهار	۷/۲۴۴	a
پائیز	۷/۱۴۵	a
تابستان	۷/۱۰۸	a
زمستان	۶/۹۶۵	b

جدول شماره ۴- مقایسه میانگین‌های مقادیر pH نزولات جوی جنگل تحقیقاتی واز در ارتباط با اثر

متقابل ارتفاع و فصل

اثر متقابل ارتفاع از سطح دریا و فصل	pH	
۲۲۰۰ متری - بهار	۷/۳۵۰	a
۳۰۰ متری - بهار	۷/۲۷۲	ab
۲۲۰۰ متری - تابستان	۷/۲۶۷	ab
۱۶۰۰ متری - پائیز	۷/۲۶۷	ab
۱۶۰۰ متری - بهار	۷/۲۰۰	abc
۳۰۰ متری - تابستان	۷/۱۶۰	abc
۱۰۰۰ متری - بهار	۷/۱۵۵	abc
۱۶۰۰ متری - تابستان	۷/۱۳۳	abc
۳۰۰ متری - پائیز	۷/۱۳۲	abc
۱۰۰۰ متری - پائیز	۷/۱۱۵	abc
۳۰۰ متری - زمستان	۷/۰۷۷	abcd
۲۲۰۰ متری - پائیز	۷/۰۶۷	abcd
۲۲۰۰ متری - زمستان	۷/۰۰۰	bcd
۱۰۰۰ متری - زمستان	۶/۹۸۳	bcd
۱۰۰۰ متری - تابستان	۶/۹۰	cd
۱۶۰۰ متری - زمستان	۶/۸	d

بحث

تجزیه شیمیایی نمونه‌های نزولات جوی در جنگل واز اسیدیته در محدوده خنثی را نشان می‌دهد که در مقام مقایسه نواحی جنوب غربی نروژ و سوئد کمترین pH ۴/۲ - ۴/۱ را دارند که بتدریج در داخل این کشورها به ۴/۵ افزایش می‌یابد (Min, 1990). در شمال سوئد و فنلاند pH متوسط نزولات به ترتیب ۵ و ۴/۵ می‌باشد. pH در شهرهایی از لهستان از ۵/۳ - ۵/۱ در مقایسه با ۴/۳ - ۴/۹۵ برای مناطق روستایی را بخود اختصاص داده است، و

بین اسیدپته و غلظت یون سولفات همبستگی وجود نداشته است. مطالعات در مورد برف در نواحی مرکزی انتاریو و کبک یک محدوده pH بین ۴/۹-۴/۱ را نشان می‌دهد. اسیدپته ابتدائاً به حضور نیتراتها و سولفاتها بر مبنای یک معادل یونی ارتباط داده شد و در برف نیترات ۶۰٪ بیشتر از سولفات وجود داشت. یون کلراید فقط شامل ۷٪ کل معادل‌های یونی بوده است و نصف این مقدار کلراید با یون سدیم موازنه شده است (SNV'S report, 1993). هر چه مقادیر گازهای اکسید گوگرد و اکسیدهای ازت بیشتر باشند این گازها در صورت تبدیل شدن به درجات اکسیداسیونی بالاترشان، بصورت اسید همراه برف و باران به سطح زمین خواهند رسید ولی هر چه مقدار این گازها کم باشد و مقادیر فلزات سنگین از جمله مس، روی، کادمیم، سرب، جیوه، نیکل و یونهای فلزات قلیایی و قلیایی خاکی در هوا بیشتر باشد این عوامل اسیدپته هوا را تعدیل می‌کنند و حتی pH این نزولات را بطرف pHهای بالاتر می‌برند (Salahi, 1997).

اندازه‌گیری pH برف بهاره و زمستانه از لحاظ متوسط اسیدپته نشان داد که متوسط pH نمونه‌های برف بهاره (فروردین ماه) به اندازه ۰/۵ واحد در معیار اسیدپته از pH نمونه‌های برف زمستانه بیشتر و قلیایی‌تر از فصل زمستان می‌باشد که احتمالاً بدلیل سرمای بیشتر موجب مصرف بیشتر سوختهای فسیلی و تولید و رهاسازی عوامل اسیدزا به درون اتمسفر می‌باشد که با نزولات جوی ترکیب شده و اسیدهای مربوطه را تشکیل می‌دهد. موجودات دریاچه‌ها و رودها نخستین قربانیان بارانهای اسیدی بودند که انسان بدان پی برد. در بخش‌هایی از اسکاندیناوی، شمال شرقی ایالات متحده‌ی آمریکا، جنوب شرقی کانادا و جنوب غربی اسکاتلند باران اسیدی به مشکل بزرگی بدل گشته و سنگ بسترها بیشتر از نوع مواد معدنی چون گرانیت، گنیس و کوارتز می‌باشند که آهک چندان زیادی ندارند و

بدین ترتیب در هنگام ریزش اسیدها به هیچ وجه قادر به ختنی نمودن آن نیستند. مقاومت خاک در برابر پدیده‌ی اسیدی شدن به طور طبیعی بیشتر از دریاچه‌ها و رودها و جویبارها می‌باشد و از این روی خاک قادر است که اسید بیشتری را بدون اثرگذاردن بر وضعیت اکولوژیک خود پذیرا گردد. مقاومت خاک بیش از هر چیز با نوع و پوشش سنگ بسترها و چگونگی بهره‌برداری انسان از آن پیوند دارد.

ضعیف‌ترین زمین‌ها، مناطقی هستند که سنگ بسترهایشان دارای آهک کمتری می‌باشد و لایه‌ای نازک از خاک، فاقد مواد محافظ در برابر اسیدها، آنها را پوشانده است (Susana, 1993).

سپاسگزاری

از موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع به لحاظ تامین اعتبارات و امکانات مورد نیاز برای اجرای تحقیق قدردانی می‌گردد. همچنین از آقای دکتر بانج شفیعی در ارتباط با آنالیز شیمیایی نمونه‌های باران و برف، آقای مهندس ذبیحی، آقای دبیر و آقای عباسی در کمکهای عملیاتی و میدانی و از آقایان دکتر عزیزخانی و دکتر حسام زاده که در آنالیز آماری اطلاعات اینجانب را یاری رسانده اند، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- ۱- اسپدینگ، د. ج. ۱۳۷۱. آلودگی هوا. ترجمه منصورکیان پور راد، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۱۲ صفحه.
- ۲- خالقی، پ. ۱۳۷۷. نیمرخ جنگلهای خزر. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳۸۰ صفحه.
- ۳- صلاحی، ع. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر آلودگی هوا و فشارهای زیست محیطی حاصله بر روی پوشش گیاهی پارک جنگلی چیتگر. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۱۱۰ صفحه. **از مقاله چاپ شده استفاده شود بهتر است**
- 4- Kauppi, P., 1986. Acidification of forest soil -Ecological Modeling. 1986, Pp. 231-235, International Inst. Applied System Analysis, Laxenburg, Austria.
- 5- Min, E., 1990. Effects of artificial acid precipitation on forest soil buffer capacities. Journal of Korean Forestry Society, 1990. Pp. 376-387.
- 6- Salahi, A. 1997. Environmental Aspects of Acid Precipitation Quality. Acid snow and rain, proceeding of International Congress of Acid Snow and Rain (ICASR) 1997, Pp: 293-298.
- 7- Salahi, A. 1995. ACID REIGN '95? Abstract Book of "5th International Conference on Acidic Deposition, 26-30 June, 1995, Goteborg, Sweden, pp: 346, Kluwer Academic Publishers.
- 8- Salahi, A. and Sh. Geranfar, 2004. Air quality management in Greater Tehran Metropolitan Area. Regional and Local Aspects of Air Quality Management. Pp. 235- 261. Book ISBN: 1- 85312- 952-6.
- 9- SNV'S report, 1993. ACIDIFICATION still a major cause for CONCERN. enviro/NO. 16, DECEMBER 1993.
- 10- Susana B. 1993. Acid rain and toxics harming Nordic waters, enviro/ NO 15, July 1993. Publ. The Swedish Environmental Protection Agency (SNV).