جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۴، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰
ص ۷۳-۸۳ (پژوهشی)
DOI: 10.22059/jfwp.2020.305046.1115

رابطهٔ متغیرهای اقلیمی با غلظت عناصر شیمیایی چوب درختان سالم و زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی در شهرستان خرم‌آباد (مطالعهٔ موردی: دادآباد)

عصمت اوستاخ[۱]، جواد سوسنی[۲*]، علی عبدالخانی[۳]، حامد نقوی[۴]

۱. دانشجوی دکتری، جنگلداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۲. دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۳. دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۴. استادیار، گروه جنگلداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۵

چکیده

از میان فاکتورهای اقلیمی، عامل دما و بارش از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر جذب و انتقال مواد معدنی مؤثرند. به‌منظور بررسی ارتباط فاکتورهای اقلیمی و غلظت عناصر معدنی در دو گروه از درختان سالم و زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی، سه اصله درخت سالم و سه اصله درخت زوال‌یافته در رویشگاه دادآباد خرم‌آباد، قطع و از هر پایه یک عدد دیسک تهیه شد. سپس حلقه‌های رویشی مربوط به ۳۵ سال منتهی به سال قطع هر درخت به‌صورت سه قطعهٔ پنج‌ساله و دو قطعهٔ ده‌ساله برش داده شده و به روش هضم مرطوب عصاره‌گیری شدند. غلظت عناصر (Ca, K, Mg, Fe, Na, Zn, Cu, Pb, Ni, Si, Cr) با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتیجهٔ مقایسهٔ غلظت عناصر چوب درختان سالم و زوال‌یافته از نظر آماری معنی‌دار نبود و همبستگی پیرسون میان غلظت عناصر و دو فاکتور متوسط دما و بارندگی فصلی نشان داد؛ در درختان سالم، پتاسیم با بارندگی پاییز (۰/۹۳۱-) و منیزیم با بارندگی زمستان (۰/۹۵۹) و همچنین با دمای بهار (۰/۹۶۹-) و تابستان (۰/۹۶۷-) همبستگی معنی‌دار نشان دادند. در درختان زوال‌یافته، پتاسیم با دمای بهار (۰/۹۶۱-) و تابستان (۰/۹۴۹-)، کلسیم با بارندگی پاییز (۰/۹۵۳-)، سیلیسیم با بارندگی پاییز (۰/۹۶۸-) و سرب با بارندگی بهار (۰/۹۶۶) همبستگی معنی‌دار نشان دادند. ارتباطات متفاوت بین غلظت عناصر این دو گروه درختان با فاکتورهای اقلیمی را می‌توان نتیجهٔ تفاوت‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی درختان، فیزیوگرافی محیط (به‌ویژه تنظیم نور و رژیم رطوبتی) و همچنین تفاوت در فیزیولوژی جذب عناصر دانست.

واژه‌های کلیدی: بارندگی، حلقهٔ رویشی، دما، زاگرس، شیمی درختی.

مقدمه

جنگل‌های زاگرس به‌عنوان دومین اکوسیستم جنگلی طبیعی در ایران، نقش ارزنده‌ای در تأمین منابع آب و تعادل اقلیمی کشور دارند [۱]. گونه‌های مختلف جنس بلوط، به‌ویژه بلوط ایرانی، تأمین‌کنندهٔ بخش وسیعی از نیازهای مردم این ناحیه‌اند. بلوط ایرانی به‌عنوان گونهٔ غالب این جنگل‌ها، گسترشگاه وسیع‌تری را به خود اختصاص داده است و در مقایسه با دیگر گونه‌های جنس بلوط نیازهای رطوبتی کمتری دارد و از دامنهٔ بردباری وسیع‌تری در ارتباط با رطوبت و خاک برخوردار است [۲]. در سال‌های گذشته

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۶۳۶۷۸۴۶۸
Email: Soosani.j@lu.ac.ir

مواجه شدن این گونهٔ ارزشمند جنگلی با پدیدهٔ زوال، پژوهشگران حوزه‌های مختلف را به تحقیق در ابعاد گوناگون این فاجعهٔ زیست‌محیطی وادار کرده است. عوامل مختلفی در ایجاد پدیدهٔ زوال جنگل‌های زاگرس دخیل‌اند که باید از طریق مطالعات دقیق مشخص شوند؛ اما بنابر نظر تعدادی از محققان می‌توان عامل اصلی را خشکسالی‌های متوالی در نظر گرفت، در شرایط خشکسالی شدید درختان، توانایی دریافت آب مورد نیاز خود را ندارند و ضعف فیزیولوژیک ناشی از کمبود آب سبب کاهش مقاومت درختان در مقابل تنش‌های محیطی شده و در نهایت سبب مرگ درختان می‌شود [۳]. براساس گزارش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، پدیدهٔ زوال جنگل در ناحیهٔ رویشی زاگرس، از سال ۱۳۸۰ خورشیدی آغاز شد و براساس آمار رسمی این سازمان، بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ ۲۵ درصد مساحت جنگل‌های زاگرس دچار زوال شده‌اند. بررسی ارتباط بین عوامل اقلیمی و زوال جنگل‌های استان لرستان نشان داده که بارش از سال ۱۳۸۰ به بعد کاهش چشمگیری یافته و دمای هوا نیز در این دوره افزایش یافته است. تطابق نقشهٔ زوال جنگل با نقشهٔ عوامل اقلیمی همبستگی معنی‌داری با طبقات زوال (پنج طبقه) جنگل نشان داده است [۴]. در حال حاضر که پایداری این جنگل‌ها با مشکل جدی روبه‌روست، به‌منظور بررسی راهبردهای صحیح مدیریتی برای مقابله با این پدیده، به اطلاعات اساسی از جهات مختلف از جمله تأثیر عوامل محیطی بر زوال درختان بلوط مانند اثر تغییرات اقلیمی بر میزان رویش و خصوصیات مهم‌ترین گونهٔ درختی این جنگل‌ها نیاز است.

تاکنون پژوهش‌های چندی در زمینهٔ اقلیم‌شناسی درختی در کشور انجام گرفته است؛ از جمله جلیلوند و بالاپور (۱۳۹۲) تأثیر اقلیم بر رویش سالانهٔ اوری (*Quercus macranthera Fisch. et* Mey.) در حد فوقانی جنگل‌های هیرکانی [۵] و ناصری کریموند و همکاران (۱۳۹۵)، تأثیر متغیرهای اقلیمی بر توده‌های سالم و متأثر از زوال بلوط ایرانی در شهرستان خرم‌آباد را بررسی کردند [۶]. در همین زمینه، اوستاخ و همکاران (۱۳۹۸)، عناصر شیمیایی (Ca, K, Mg, Fe, Na, Zn, Cu, Pb, Ni, Si, Cr) موجود در چوب درختان سالم و زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی منطقهٔ ملهشبانان از توابع شهرستان خرم‌آباد را با روش تحقیق حاضر ارزیابی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که غلظت پتاسیم در چوب درختان زوال‌یافته بیشتر از درختان سالم و غلظت کلسیم و مس در چوب درختان سالم بیشتر از درختان زوال‌یافته است [۷]. در تحقیق پیش رو، علاوه‌بر مقایسهٔ عناصر چوب درختان سالم و زوال‌یافتهٔ منطقهٔ دادآباد، ارتباط بین مقدار عناصر و متغیرهای متوسط دما و بارش فصلی نیز بررسی می‌شود.

شیمی درختی رویکردی برمبنای آنالیز غلظت عناصر در حلقه‌های رویشی درختان است که از دههٔ ۱۹۶۰ توسعه یافته و کاربرد داشته است. اهمیت این دانش بر این فرض استوار است که غلظت عناصر موجود در حلقه‌های رویشی منعکس‌کنندهٔ شیمی محیطی هستند که در آن شکل یافته‌اند [۸]. در خارج از کشور، تحقیقات زیادی در زمینهٔ شیمی درختی انجام گرفته است. هریستووسکی و ملووسکی (۲۰۱۰)، الگوی شعاعی ۱۳ عنصر (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Na, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Co) در حلقه‌های رویشی درختان راش را در مکانی غیرآلوده بررسی و تأثیر فاکتورهای اصلی اقلیمی (دما و بارندگی) را بر غلظت عناصر چوب درختان راش تحلیل کردند. نتایج تحقیق بیانگر همبستگی متوسط دمای پنج‌ساله با غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم و روی بود و نیز نشان داد که بارندگی تنها بر غلظت آهن تأثیر داشت [۸]. داینس و همکاران (۲۰۱۶)، نیز در پژوهشی به بررسی تأثیر شرایط اقلیمی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حلقه‌های سالیانهٔ درخت صنوبر پرداختند. آنها نسبت ایزوتوپ‌های سرب در غلظت‌های کم را در حلقه‌های درختی و خاک

منطقه‌ای در غرب کانادا بررسی کردند. نتایج تحقیق آنان، تأثیر پوشش برف زمستانی و حداقل درجهٔ حرارت و بارش در بهار و تابستان بر دسترسی زیستی سرب و جذب آن توسط درختان را نشان داد. شرایط زمستانی می‌تواند بر وضعیت سیستم ریشه‌ای و متعاقباً بر دورهٔ رشد مؤثر باشد. درحالی که شرایط بهار و تابستان احتمالاً فرایندهای میکروبی و منابع آبی را کنترل می‌کند و ممکن است بر جذب سرب توسط درختان مؤثر باشد [۹]. در تحقیق دیگری نیز اسکانلن و همکاران (۲۰۲۰)، تجمع جیوه در حلقه‌های درختان پارک ملی شناندوا واقع در ویرجینیای ایالات متحده را با جمع‌آوری نمونه‌های رویشی دو گونه بلوط (*Quercus alba*)، (*Quercus rubra*) و کاج (*Pinus rigida*) از منطقهٔ شمالی، جنوبی و مرکزی پارک ارزیابی کردند. نتایج تحقیق با نتایج سایر مطالعات مشابه بود، درحالی که در بین سه گونهٔ مورد بررسی متفاوت بود و بیشترین مقدار تجمع جیوه به سال‌های دههٔ ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ همزمان با استفاده از جیوه در تأسیسات صنعتی محلی تعلق داشت [۱۰].

با توجه به تأثیر مستقیم و غیرمستقیم فاکتورهای اقلیمی بر خصوصیات مختلف گیاهان، تحقیق حاضر با هدف تعیین ارتباط دو عامل متوسط دما و بارش فصلی با غلظت عناصر شیمیایی چوب درختان سالم و زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی و با فرض متفاوت بودن این روابط در دو گروه درختان ذکرشده در جنگل‌های منطقهٔ دادآباد شهرستان خرم‌آباد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

این تحقیق در رویشگاه دادآباد واقع در محدودهٔ شهرستان خرم‌آباد انجام گرفت. بلوط ایرانی گونهٔ غالب جنگل‌های منطقه است که بیشتر شامل درختان شاخه و دانه‌زاد است و اغلب به‌صورت قطور و تک‌تنه ولی با تاج‌پوشش تنک ظاهر می‌شوند. مختصات جغرافیایی منطقه، ۳۶۸۷۱۹۰ تا ۳۶۹۲۷۰۰ عرض شمالی و ۲۳۴۵۰۰ تا ۲۴۱۴۲۵ طول شرقی در سیستم UTM و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا حدود ۱۷۸۰ متر است. متوسط بارندگی سالانهٔ منطقه ۷۱۳ میلی‌متر و اقلیم منطقه براساس روش دومارتن و آمبرژه، مرطوب معتدل است [۱۱]. براساس اندازه‌گیری pH، خاک منطقه قلیایی است.

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری (با توجه به محدودیت‌های موجود) با انتخاب سه اصله درخت سالم و سه اصله درخت زوال‌یافته (فاقد علائم حیات)، در واحدهای اکولوژیک مشابه و در ماه‌های آبان و آذر سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. از هر شش درخت دیسکی در ارتفاع برابرسینه بریده شد. پس از پردازش دیسک‌های تهیه‌شده، حلقه‌های سالیانه شمارش و تاریخ‌گذاری شد. سپس حلقه‌های رویشی مربوط به ۳۵ سال منتهی به سال قطع هر درخت به‌صورت سه قطعهٔ پنج‌ساله و دو قطعهٔ ده‌ساله از طرف پوست به سمت مغز با استفاده از ذره‌بین و اره‌مویی بریده و جدا شد (در مجموع ۳۰ نمونه). به‌منظور کاستن از تعداد نمونه‌ها و همچنین کاهش خطای ناشی از کم بودن عرض حلقه‌های سالیانه، حلقه‌های رویشی به‌صورت سالیانه بررسی نشدند.

تهیهٔ محلول

پس از تفکیک و برش حلقه‌های سالیانه، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجهٔ سانتی‌گراد در آون خشک شدند. به‌منظور عصاره‌گیری از نمونه‌های چوب پس از پودر کردن نمونه‌ها، ۱۰۰ میلی‌گرم از مادهٔ خشک به روش هضم مرطوب با ۶ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵ درصد) و ۲ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن (۳۰ درصد) ترکیب شد. سپس ترکیب حرارت داده شد تا هضم نمونه در اسید با سرعت بیشتری انجام گیرد. پس از هضم کامل نمونه و به‌دست آمدن محلولی شفاف، با استفاده از آب دیونیزه حجم

محلول به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد و درنهایت با استفاده از دستگاه جذب اتمی (AAS) مدل ۲۴۰Fs AA، غلظت عناصر (Ca, K, Mg, Fe, Na, Zn, Cu, Pb, Ni, Si, Cr) اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که روش ذکرشده برای تهیهٔ محلول، اندازه‌گیری با دستگاه TXRF است، ولی به‌دلیل نقص فنی دستگاه مذکور، غلظت عناصر با دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

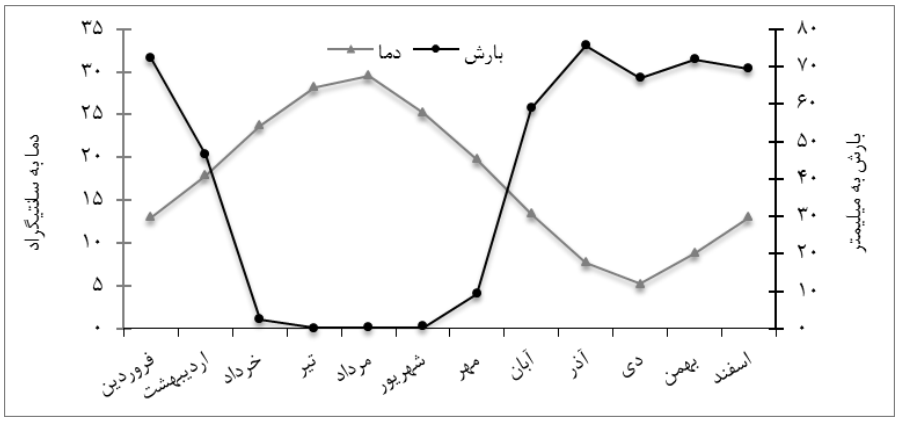
داده‌های دما و بارش مربوط به ۳۵ سال مورد بررسی از ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد دریافت شد. پس از اطمینان از نرمال بودن اعداد مربوط به غلظت یازده عنصر در نمونه‌های مورد بررسی در پنج دورهٔ زمانی (۶۸-۱۳۵۹، ۷۸-۱۳۶۹، ۸۳-۱۳۷۹، ۸۸-۱۳۸۴ و ۹۳-۱۳۸۹)، براساس آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، به‌منظور مقایسهٔ غلظت عناصر چوب درختان سالم با زوال‌یافته درختان از آزمون تی مستقل و برای مشخص نمودن ارتباط بین متغیرهای اقلیمی، متوسط دما و بارندگی فصلی (فصل پاییز و زمستان سال قبل و فصل بهار و تابستان سال جاری) با غلظت عناصر در چوب درختان سالم و زوال‌یافته از همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

منحنی آمبروترمیک (دما- باران) شهرستان خرم‌آباد در دورهٔ آماری مورد نظر در شکل ۱ ارائه شده است. براساس این نمودار، دورهٔ خشکی از اواسط اردیبهشت آغاز می‌شود و تا اواسط مهر ادامه دارد. بیشترین و کمترین بارندگی به‌ترتیب در ماه‌های آذر و تیر و بیشترین و کمترین درجهٔ حرارت در ماه‌های مرداد و دی است.

نتایج و بحث

در جدول ۱ آمار توصیفی عناصر اندازه‌گیری‌شده در چوب درختان ارائه شده است.

در جدول ۲، نتایج آزمون میانگین غلظت عناصر در چوب درختان سالم و زوال‌یافته نمایش داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت عناصر تحت بررسی در چوب درختان سالم و زوال‌یافته وجود ندارد. ولی در تحقیق اوستاخ و همکاران (۱۳۹۸) که در رویشگاه ملهشبانان واقع در شهرستان خرم‌آباد انجام گرفت، تفاوت در غلظت عناصر چوب درختان سالم و زوال‌یافته مشاهده شد [۷]. تأثیر خشکی در درختان مختلف یک گونه به یک اندازه نیست و درختان بسته به خصوصیات فیزیولوژیک خود، پاسخ‌های متفاوتی به تنش خشکی از سرخشکیدگی تا مرگ نشان می‌دهند [۱۲]. در منطقهٔ پژوهش، درختان زوال‌یافته به‌دلیل شرایط فیزیوگرافی و میکروکلیمای حاکم بر آنها بیشتر از دیگر درختان منطقه، تحت خشکسالی‌های چند سال اخیر با تنش آبی مواجه شده و تحت تأثیر عوامل ثانویه مانند قارچ‌ها و بیماری‌ها دچار زوال شده‌اند.



شکل ۱. منحنی آمبروترمیک شهرستان خرم‌آباد (دورهٔ آماری ۱۳۹۳-۱۳۵۹)

جدول ۱. آمار توصیفی غلظت ۱۱ عنصر اندازه‌گیری‌شده در چوب درختان بررسی‌شده

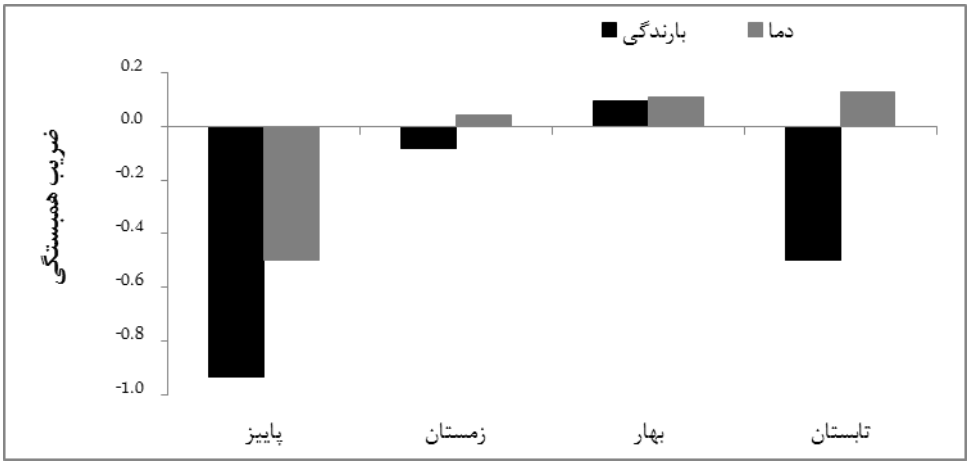
متغیرها		عناصر شیمیایی (ppm)										
		K	Ca	Cu	Na	Zn	Mg	Fe	Pb	Ni	Si	Cr
کمینه	سالم	۶/۷۷	۱۱/۸۱	۰/۲۲	۱۰/۲۴	۰/۱۵	۲/۳۶	۰/۱۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۰۰
	زوال‌یافته	۶/۰۶	۱۲/۲۹	۰/۲۱	۱۰/۶۳	۰/۱۵	۱/۳۴	۰/۳۶	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۰۰
بیشینه	سالم	۲۰/۶۹	۳۶/۴۳	۰/۷۵	۱۳/۶۰	۰/۴۷	۵/۶۸	۰/۸۴	۰/۹۵	۰/۱۷	۰/۹۰	۰/۰۸
	زوال‌یافته	۲۲/۴۹	۳۷/۹۴	۰/۷۶	۱۳/۴۰	۰/۵۷	۶/۹۱	۰/۸۳	۰/۵۸	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۷
میانگین	سالم	۱۲/۲۸	۲۱/۸۴	۰/۳۱	۱۱/۶۱	۰/۲۴	۳/۶۱	۰/۴۹	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۴۶	۰/۰۲
	زوال‌یافته	۱۰/۲۷	۲۱/۹۲	۰/۴۱	۱۱/۷۲	۰/۳۰	۳/۰۰	۰/۶۰	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۰۴
انحراف معیار	سالم	۴/۲۱	۷/۰۶	۰/۱۳	۰/۸۳	۰/۰۸	۰/۸۷	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۲
	زوال‌یافته	۴/۵۰	۷/۶۹	۰/۱۶	۰/۷۲	۰/۱۳	۱/۵۴	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۰۴

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل بین میانگین غلظت عناصر چوب درختان سالم و زوال‌یافته

متغیرها	عناصر اندازه‌گیری‌شده										
	K	Ca	Cu	Na	Zn	Mg	Fe	Pb	Ni	Si	Cr
آمارهٔ t	۱/۷۶	−۰/۰۵	−۱/۳۸	−۰/۴۳	−۱/۰۶	۱/۸۵	−۱/۶۷	−۰/۰۳	−۰/۱۶	۱/۰۲	−۱/۵۲
درجهٔ آزادی	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
مقدار ρ	۰/۱۴	۰/۹۶	۰/۲۱	۰/۶۷	۰/۳۱	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۹۷	۰/۸۷	۰/۳۳	۰/۱۶
معنی‌داری	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns: عدم تفاوت معنی‌دار

در شکل‌های ۲ تا ۷، همبستگی فاکتورهای اقلیمی (متوسط دما و بارندگی) با عناصر معدنی چوب درختان سالم و زوال‌یافته بلوط ایرانی که از نظر آماری دارای ارتباط معنی‌دارند، ارائه شده است. در درختان سالم تنها دو عنصر پتاسیم و منیزیم با فاکتورهای اقلیمی دارای ارتباط معنی‌دارند (شکل‌های ۲ و ۳) و در درختان زوال‌یافته عناصر پتاسیم، کلسیم، سیلیسیم و سرب با فاکتورهای اقلیمی همبستگی معنی‌دار دارند (شکل‌های ۴ تا ۷). عدد ضریب همبستگی موارد معنی‌دار در هر شکل ارائه شده است. وضعیت مواد معدنی گیاهان به‌طور مستقیم با رشد و بهره‌وری آنها مرتبط است و براساس ژنتیک، مواد غذایی موجود در خاک، پتانسیل جذب و دیگر فاکتورهای محیطی کنترل می‌شود [۱۳]. اقلیم از جمله عوامل محیطی متغیری است که در طول فصل رویش و قبل از آن بر درختان به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تأثیر دارد [۱۴]. بیشتر مواد معدنی برای حرکت در ماتریس خاک و جذب توسط گیاهان به رطوبت خاک وابسته‌اند؛ در شرایط تنش آبی، به‌علت کاهش فعالیت ریشه و نیز کند شدن حرکت آب و انتشار یون‌ها، ریشه‌ها قادر به جذب بسیاری از مواد مغذی از خاک نیستند [۱۵]. دمای خاک نیز جذب مواد غذایی را از طریق بسیاری از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی متقابل در دامنهٔ وسیعی از مقیاس‌های مکانی و زمانی تحت تأثیر قرار می‌دهد. دمای خاک تأثیر زیادی در ترکیب جامعه و فعالیت جانوران و ریز گیاهان خاک دارد. به‌طور کلی فراوانی و فعالیت جانوران خاک با افزایش دمای خاک، به‌ویژه در خاک‌های سرد افزایش می‌یابد؛ اما با خشک شدن خاک در دماهای زیاد محدود می‌شود. بارزترین اثر دمای خاک بر آب خاک، افزایش سرعت و عمق تبخیر با افزایش دمای خاک است، به‌ویژه در شرایطی که ممکن است تأمین آب محدود باشد [۱۶].



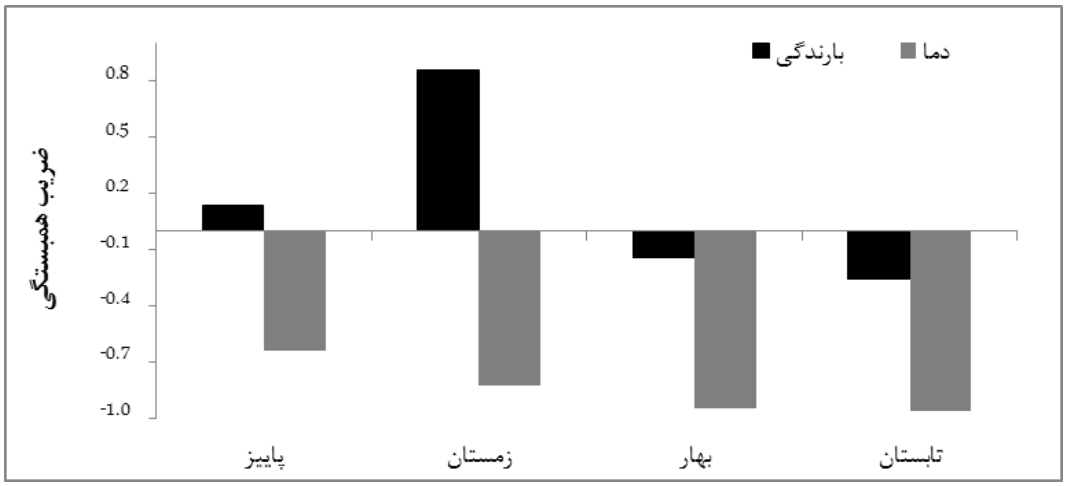
شکل ۲. همبستگی بارندگی و دما با غلظت عنصر پتاسیم در چوب درختان سالم بلوط ایرانی

پتاسیم مهم‌ترین و بیشترین یون آزاد موجود در سیتوپلاسم است که به‌صورت کاتیون یک‌ظرفیتی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد [۱۷]. پتاسیم در حفظ تعادل آبی، ایجاد فشار تورژسانس و باز و بسته شدن روزنه‌ها، کنترل تعادل آبی گیاه، در تجمع و انتقال هیدرات‌های کربن تولیدشده نقش دارد [۱۸]. غلظت‌های زیاد این یون در سیتوپلاسم و کلروپلاست‌ها برای ثابت نگه داشتن pH بین ۷ و ۸ ضروری است که محدودهٔ بهینه pH برای بیشتر واکنش‌های آنزیمی است. در حدود ۶۰ آنزیم برای فعالیت خود به پتاسیم نیاز دارند [۱۷]. ارتباط منفی بارندگی فصل پاییز با غلظت پتاسیم در درختان سالم (شکل ۲) را می‌توان به دمای کم خاک در فصل پاییز نسبت داد که سبب کندی حرکت و انتشار یون‌ها می‌شود.

شکل ۳. همبستگی بارندگی و دما با غلظت عنصر منیزیم در چوب درختان سالم بلوط ایرانی

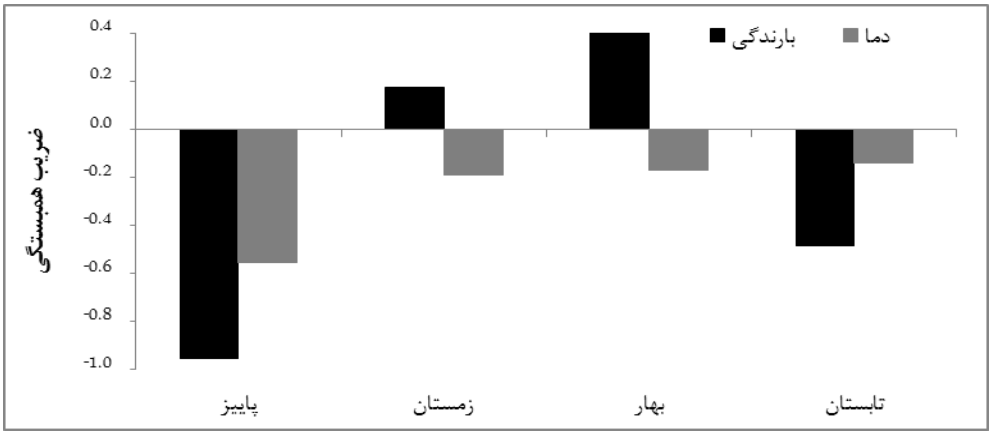
دمای خاک تأثیر چشمگیری بر گرانروی آب دارد. افزایش گرانروی در دماهای کم، موجب کاهش سرعت جذب آب توسط ریشه‌ها و انتقال به درون گیاه می‌شود. مقدار جذب مواد مغذی توسط ریشه‌ها، متناسب با غلظت آنها در محلول خاک نزدیک ریشه‌هاست؛ بنابراین؛ هر چیزی که بر غلظت مواد مغذی موجود در محلول خاک تأثیر بگذارد، تأثیر زیادی در جذب مواد غذایی و رشد گیاهان دارد. همهٔ واکنش‌های گیاهی که در خاک رخ می‌دهد از جمله هوازدگی معدنی و بیشتر واکنش‌های مربوط به یون‌های مغذی در محلول خاک به‌شدت تحت تأثیر دما هستند [۱۶]. شکل ۳، همبستگی منفی بین دمای فصل بهار و تابستان را با غلظت عنصر منیزیم در درختان سالم نشان

می‌دهد. منیزیم چند عمل مهم در گیاه را بر عهده دارد. این ماده کاتیون دوظرفیتی کوچکی است که جزء تفکیک‌ناپذیر مولکول‌های کلروفیل و فرایندهای آنزیمی مرتبط با فتوسنتز و تنفس است، جذب منیزیم تحت تأثیر شرایط خاک و ریزوسفر است. خشکسالی و دسترسی نامنظم به آب نشانه‌های کمبود منیزیم را افزایش می‌دهد. منیزیم در شرایط کمبود آب در دسترس نیست. در این شرایط ریشه‌ها قادر به جذب منیزیم کافی برای حفظ رشد طبیعی گیاه نیستند [۱۵].

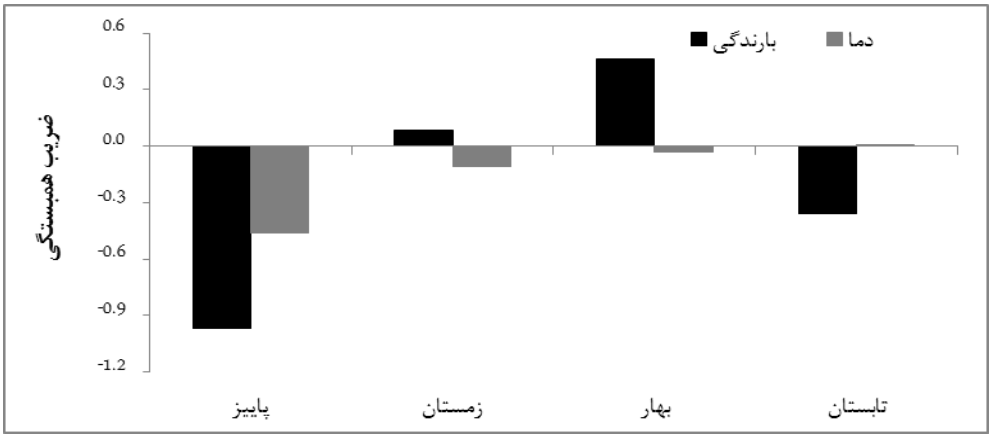


شکل ۴. همبستگی بارندگی و دما با غلظت عنصر پتاسیم در چوب درختان زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی

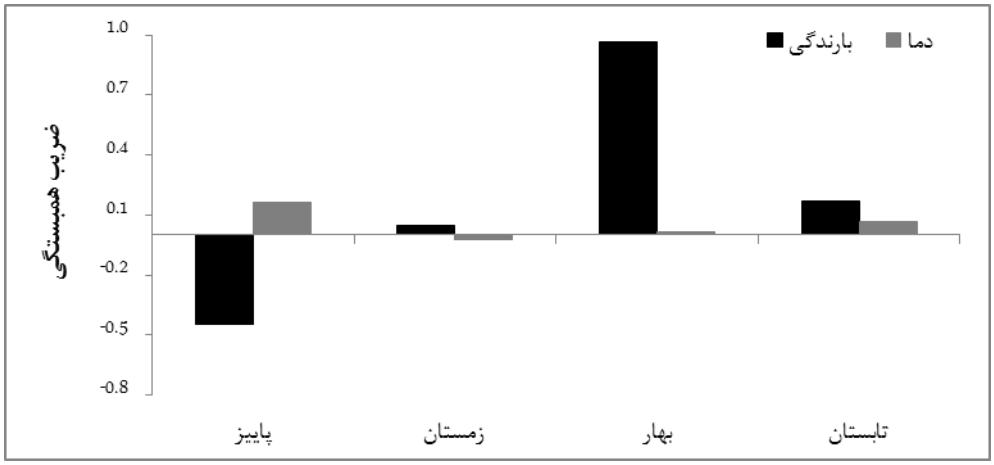
تغییرات مداوم دمای خاک در چرخه‌های روزانه و فصلی که ویژگی اصلی بیشتر اکوسیستم‌هاست، تأثیر شدیدی بر دسترسی گیاهان به مواد غذایی و جذب دارد. در صورت محدود نبودن آب، افزایش دما سبب سرعت گرفتن واکنش‌های شیمیایی مانند آزاد شدن مواد مغذی از مواد معدنی اولیه و تغییر مکان ذرات رس و مواد آلی می‌شود و به‌طور کلی دسترسی به مواد غذایی افزایش می‌یابد [۱۶]. در فصل زمستان با وجود رطوبت کافی برای جذب عناصر، کاهش دمای خاک، سبب کاهش جذب منیزیم شده است. جذب و انتقال بهینهٔ مواد غذایی توسط گیاهان مستلزم وجود دمای مناسب و آب کافی است. درختان بررسی‌شده در پانزده سال پایانی حیات خود، تحت خشکسالی‌های مکرر قرار داشته‌اند؛ فرایندی که سبب بسته شدن روزنه‌ها شده و به‌موجب آن عدم تعادل حمل‌ونقل فعال و نفوذپذیری غشا، کاهش قدرت جذب ریشه‌ها و سپس کاهش انتقال مواد غذایی موجود در خاک به گیاهان را به‌همراه داشته است [۱۵]. نبود بارش در تابستان و نیز بارش ناکافی در بهار بر جذب و انتقال یون‌های منیزیم در درختان سالم (شکل ۳) و یون‌های پتاسیم در درختان زوال‌یافته (شکل ۴) تأثیر منفی داشته و حرکت یون‌ها را در خاک مختل کرده است. تعرق اثر مهمی در انتقال آب و مواد معدنی از طریق بافت چوبی به قسمت‌های فوقانی دارد. سرعت جریان آب در طول ریشه و آوندهای چوبی با فشار ریشه‌ای و مقدار تعرق تعیین می‌شود. افزایش تعرق موجب افزایش جذب و انتقال عناصر معدنی در بافت چوبی می‌شود [۱۵]. کلسیم از طریق ریشه‌های ظریف و به‌صورت انحصاری توسط جریان تعرق به‌سمت بالا حرکت می‌کند [۱۹]. همبستگی منفی بین غلظت کلسیم و مقدار بارندگی فصل پاییز (شکل ۵) به‌دلیل سردی هوا و کم بودن دما در این ماه و در پی آن کاهش تعرق است که موجب کاهش جذب این عنصر در درختان زوال‌یافته شده است.



شکل ۵. همبستگی بارندگی و دما با غلظت عنصر کلسیم در چوب درختان زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی



شکل ۶. همبستگی بارندگی و دما با غلظت عنصر سیلیسیم در چوب درختان زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی



شکل ۷. همبستگی بارندگی و دما با غلظت عنصر سرب در چوب درختان زوال‌یافتهٔ بلوط ایرانی

همبستگی منفی بین غلظت سیلیسیم و مقدار بارندگی فصل پاییز (شکل ۶) نیز با همین دلیل توجیه‌پذیر است؛ زیرا انتقال سیلیسیم در آوند چوبی گیاهان انجام می‌گیرد و توزیع آن در شاخه‌ها و برگ‌ها و اندام‌های هوایی نیز براساس مقدار تعرق در اندام‌ها تعیین می‌شود. در واقع بیشترین غلظت سیلیسیم در گیاهان در محل‌هایی است که بیشترین تبخیر را دارند. این عنصر در گیاهان کارکردهای متعددی دارد، از جمله بهبود توازن مواد غذایی، کاهش سمیت مواد معدنی،

بهبود خصوصیت مکانیکی بافت‌های گیاه و افزایش مقاومت به دیگر تنش‌های زنده و غیرزنده [۱۸].

سرب از عناصر غیرضروری برای گیاه و از مهم‌ترین آلاینده‌هاست که حتی در غلظت‌های کم بسیار سمی است. وجود سرب بر بخش‌های هوایی گیاهان، فتوسنتز، جذب عناصر غذایی مانند آهن و منگنز، فعالیت آنزیمی و ... تأثیر منفی دارد [۲۰]. با توجه به اینکه منطقهٔ تحقیق در معرض آلودگی‌های صنعتی، معدنی، آتشفشانی و ترافیک شهری قرار ندارد، همبستگی مثبت بارندگی فصل بهار با غلظت این عنصر در درختان زوال‌یافته (شکل ۷) را تنها می‌توان به نشست ریزگردهای حاوی سرب روی اندام‌های مختلف درختان به‌ویژه برگ‌ها نسبت داد که به‌همراه بارندگی‌های فصل بهار شسته و وارد خاک شده و سپس توسط ریشه‌ها جذب درختان می‌شود.

نتیجه‌گیری

بلوط ایرانی به‌واسطهٔ نقشی که در معیشت مردم غرب کشور دارد، به‌عنوان گونهٔ مهم و راهبردی ناحیهٔ رویشی زاگرس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در سالیان اخیر با مخاطرات فراوانی مواجه شده است. شرط پایداری و مدیریت این گونهٔ ارزشمند در بوم‌سازگان زاگرس، شناخت همه‌جانبهٔ آن است. بررسی اثر عوامل محیطی مختلف بر رشد و بهره‌وری فراوان‌ترین گونهٔ درختی زاگرس از اهم ضروریات است. این پژوهش نمونه‌ای از مطالعهٔ ارتباط غلظت عناصر غذایی درختان با فاکتورهای اقلیمی است. از بین یازده عنصر مورد بررسی موجود در چوب درختان بلوط ایرانی در تحقیق حاضر تنها غلظت عناصر Si، Pb، Mg، K و Ca با فاکتورهای اقلیمی همبستگی نشان داد؛ از این میان عنصر پتاسیم در هر دو گروه درختان سالم و زوال‌یافته با دو فاکتور اقلیمی مذکور همبستگی معنی‌دار نشان داد. علی‌رغم نبود تفاوت معنی‌دار غلظت عناصر درختان سالم و زوال‌یافته (جدول ۱)، ارتباطات متفاوتی بین غلظت عناصر این دو گروه درختان با فاکتورهای اقلیمی به‌دست آمد که این موضوع را می‌توان نتیجهٔ تفاوت‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی درختان، فیزیوگرافی محیط که تأثیر زیادی بر تنظیم نور و رژیم رطوبتی دارد و همچنین تفاوت در فیزیولوژی جذب عناصر دانست. با توجه به زوال گستردهٔ جنگل‌های بلوط زاگرس می‌توان از طرق مختلف از جمله تأمین عناصر شیمیایی مورد نیاز درختان از طریق محلول‌پاشی، ایجاد چاله‌های آبگیر برای درختان، هرس شاخه‌های زوال‌یافته و تنک کردن درختان بلوط شاخه‌زاد از طریق کاهش تعداد پایه‌های ضعیف جست‌گروه‌ها به برون‌رفت از این فاجعهٔ ملی کمک کرد.

References

[1]. Hosseinzadeh, J., Aazami, A., and Mohammadpour, M. (2015). Influence of topography on Brant`s oak decline in Meleh-Siah Forest, Ilam Province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(1): 190-197.

[2]. Jazirehi, M.H., and Ebrahimi Rostaghi, M. (2003). *Silviculture in Zagros*, 4th Ed., Tehran University Publications, Tehran, 560 p.

[3]. Hosseini, A., Hosseini, S.M., Rahmani, A., and Azadfar, D. (2014). Comparison between two oak stands (healthy and affected by oak decline) in respect to characteristics of competitive environments at Ilam province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(4): 606-616.

[4]. Attarod, P., Sadeghi, S.M.M., Taheri Sarteshnizi, F., Saroyi, S., Abbasian, P., Masihpoor, M., Kordrostami, F., and Dirikvandi, A. (2015). Meteorological parameters and evapotranspiration affecting the Zagros forests decline in Lorestan province. Forest and Range Protection Research, 13(2): 97-112.

[5]. Jalilvand, H., and Balapour, Sh. (2014). The effect of climate on tree-ring chronologies of Oak (Quercus macranthera) on tree line of Hyrcanian forest. Wood & Forest Science and Technology, 20(4): 1-20.

[6]. Naseri Karimvand, S., Poursartip, L., Moradi., M., and Susani, J. (2017). Comparing the impact of climate variables on healthy and declined stands of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl..) in the "Khorram Abad". Wood and Paper Industries, 7(4): 591-600.

[7]. Ostakh, E., Soosani, J., Abdolkhani, A., and Naghavi, H. (2020). Impact of decline on the concentration of chemical elements in the wood of declined and healthy Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 27(4): 413-424.

[8]. Hristovski, S., and Melovski, L. (2010). Radial patterns of 13 elements in the tree rings of Beech trees from Mavrovo National Park, Fyrom. Archives of Biological Science Belgrade, 62 (2): 351-361.

[9]. Dinis, L., Savard, M.M., Gammon, P., Begin, C., and Vaive, J. (2016). Influence of climatic conditions and industrial emissions on spruce tree-ring Pb isotopes analyzed at ppb concentrations in the Athabasca oil sands region. Dendrochronologia, 37: 96–106.

[10]. Scanlon, T.M., Riscassi, A.L., Demers, J.D., Camper, T.D., Lee, T.R., and Druckenbrod, D.L. (2020). Mercury accumulation in tree rings: observed trends in quantity and isotopic composition in Shenandoah national park, Virginia. JGR Biogeosciences, 125 (2): 1-37.

[11]. Rezaei, E., Akhavan, R., Soosani, J., and Pourhashemi, M. (2014). Efficiency of kriging for estimation and mapping of crown cover and density of Zagros oak forests (Case study: Dadabad Region, Khorramabad). Journal of Forest and Wood Products, 67 (2): 359-370.

[12]. Hosseini, H. (2015). Leaf morphological and physiological responses of Persian oak trees in oak decline affected stands. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 23(2): 288-298.

[13]. Wu, C.C., Tsui, C.C., Hseih, C.F., B. Asio, V., and Chen, Z.S. (2007). Mineral nutrient status of tree species in relation to environmental factors in the subtropical rain forest of Taiwan. Forest Ecology and Management, 239: 81–91.

[14]. Balapour, Sh., Mammadov, T., and Gerayeli, Sh. (2015). Investigation of climate impact on Afghan Pine (*Pinus eldarica*) using dendrochronological methods. Journal of Forest and Wood Products, 67(4): 657-666.

[15]. Ciríaco da Silva, E., Jurema Mansur Custódio Nogueira, R., Almeida da Silva, M., and Bandeira de Albuquerque, M. (2011). Drought stress and plant nutrition. Plant Stress, 5(1): 32-41.

[16]. Pregitzer, K.S., and King, J.S. (2005). *Effects of Soil Temperature on Nutrient Uptake*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, H. Bassiri Rad (Ed.) Nutrient Acquisition by Plants an Ecological Perspective, 181: 277-310.

[17]. Ghobanli, M., and Babalar, M. (2003). *Mineral Nutrition in Plant*, University for Teacher Education, Tehran, 355 p.

[18]. Tabatabaei, S.J. (2013). *Principles of Mineral Nutrition of Plants*, Tabriz. 544 p.

[19]. Lautner, S., and Fromm, J. (2010). Calcium-dependent physiological processes in trees. Plant Biology, 12: 268-274.

[20]. Vojodi Mehrabani, L., Valizadeh Kamran, R., Fattahi, N., and Safar Doost, M. (2017). The effects of lead on growth characteristic and some physiological traits of garden cress (*Lepidium sativum*) underin vitroconditions. Genetic Engineering and Biosafety Journal, 6 (1): 85-91.

Relation between climatic variables and chemical elements concentration in healthy and declined wood Iranian oak trees in Khorramabad (Case Study: Dadabad)

E. Ostakh; Ph.D. Student, Forestry Group, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Lorestan, Khorramabad, I.R. Iran

J. Soosani*; Assoc., Prof., Forestry Group, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Lorestan, Khorramabad, I.R. Iran

A. Abdolkhani; Assoc., Prof., Wood and Paper Science and Technology Group, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

H. Naghavi; Assist., Prof., Forestry Group, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Lorestan, Khorramabad, I.R. Iran

(Received: 25 June 2020, Accepted: 26 September 2020)

ABSTRACT

Among climatic factors, temperature and precipitation are of two particular importance, which directly and indirectly affects the uptake and transport of minerals. In order to study the relationship between climatic variables and chemical element concentrations in two groups of healthy and declined Iranian oak trees, three healthy trees and three declined trees were cut in Dadabad habitat of Khorramabad. A disk was selected from each tree. Then, growth rings over the last 35 years were determined including three five-years and two 10-years pieces. The samples were cut and extracted by using the wet digestion method, and the concentration of different elements (Ca, K, Mg, Fe, Na, Zn, Cu, Pb, Ni, Si, Cr) was measured by using atomic absorption apparatus. The result showed that there was no significant difference between concentration elements of healthy and declined wood trees. The Pearson correlation between concentration elements and the average of seasonal temperature and rainfall was significant; in healthy trees, potassium with autumn rainfall (-0.931), magnesium with winter rainfall (0.959) as well as spring temperature (-0.969) and summer (-0.967) had significant correlations, and in declined trees, potassium with spring temperature (-0.961) and summer (-0.949), calcium with autumn (-0.953), silicon with autumn (-0.686) and lead with spring (0.966) temperatures had significant correlations. The difference between element concentrations of two groups of trees regrading climatic factors can be caused by the difference between genetics and physiological characteristics of trees, environmental physiography (especially light regulation and moisture regime), and physiology of uptake.

Keywords: Rainfall, Growth ring, Temperature, Zagros, Dendrochemistry.

* Corresponding Author, E-mail: Soosani.j@lu.ac.ir; Tel: +989163678468