وزارت جهادکشاورزی

سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور

اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری

گزارش پروژه تحقیقاتی

بررسی نقش تغذیه در احیای گونه‌های بلوط رو به زوال در جنگل‌های استان

مشاور:

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

۱۳۹۹

وزارت جهادکشاورزی
سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور
اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان

- عنوان پروژه: بررسی نقش تغذیه در احیای گونه‌های بلوط رو به زوال در جنگل‌های استان

- نام و نام خانوادگی مجری: حسن جهانبازی
- نام و نام خانوادگی همکاران: یعقوب ایران منش ، محمود طالبی
- مشاور: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

این پروژه با حمایت مالی کارگروه پژوهش، فناوری و نوآوری استان و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان چهارمحال و بختیاری اجرا گردید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ۱

مقدمه ۲

مواد و روش‌ها ۸

نتایج ۱۰

بحث ۳۲

چکیده انگلیسی ۴۴

منابع ۴۵

چکیده

پدیده زوال بلوط یکی از مهم‌ترین مشکلات کنونی در منطقه رویشی زاگرس است. کمبود مواد غذایی و اختلاف مقدارجذب عناصر غذایی درختان شاداب بلوط (*Quercus brantii* Lindl.) نسبت به درختان دچار زوال، یکی از علل اصلی خشکیدگی درختان بلوط است. برای حل این معضل و توقف روند زوال درختان بلوط، تغذیه درختان می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مدیریتی مورد توجه قرار گیرد. محلول‌پاشی یکی از شیوه-های رایج تغذیه گیاهی است که در زمان کوتاه نیاز گیاه را تأمین می‌کند. برای اجرای این پژوهش، درختان یکسان و تا حدودی مشابه بادو فرم پروشی شاخه‌زاد و تک‌پایه در منطقه منج استان چهارمحال و بختیاری انتخاب شدند. در هر فرم پرورشی درختان در سه سطح سلامت شامل شاداب، دارای خشکیدگی سرشاخه و خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد تقسیم‌بندی شده و در هر سطح سلامت، ۵ درخت یکسان از نظر ابعاد (قطر و ارتفاع) انتخاب شد، درنتیجه درمجموع ۳۰ درخت (دو تیمار فرم پرورشی × سه تیمار سلامت × پنج درخت) ارزیابی شد. مشخصات کیفی شامل وضعیت سلامت و آثار فعالیت آفات و امراض پیش و پس از اعمال تیمار محلول‌پاشی مورد ارزیابی قرار گرفت. پیش و پس از محلول پاشی نمونه ترکیبی برگ (از چهار جهت تاج و ازهر جهت ۱۰ برگ) از درختان نمونه تهیه شد. محلول‌پاشی در زمان رشد کامل برگ‌ها از اوایل خردادماه تا تیرماه و با فاصله ۱۰ روز طی سه نوبت انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار عناصر کم‌مصرف در برگ درختان در ابتدا و انتهای فصل رویش دارای اختلاف معنی‌دار بود و مقدار آنها در برگ درختان در ابتدای فصل بیشتر از انتهای فصل شد. میزان عناصر پرمصرف نیتروژن، پتاسیم و فسفر در درختان سالم بیشتر از دو طبقه خشکیدگی بود. در میان عناصرکم‌مصرف، مقدار بور در برگ درختان سالم بیشتر از درختان دچارزوال بود. ارزیابی کیفی درختان نشان داد که پیشرفت زوال در اکثر درختان مورد مطالعه متوقف شده است. تغذیه درختان در معرض خشکیدگی و افزایش امکان جذب مواد غذایی از خاک می‌تواند در توقف روند زوال درختان موثر باشد.

کلمات کلیدی: زاگرس، بلوط، تغذیه، عناصر غذایی.

مقدمه

در طی یک دهه اخیر مهمترین عامل تهدید کننده جنگل‌های منطقه زاگرس، پدیده زوال گونه‌های درختی، درختچه‌ای و حتی بوته‌ای بوده است.

زوال بلوط پدیده‌ای چندبعدی و پیچیده محسوب می‌شود که عامل‌های مختلف زیستی و غیرزیستی زمینه‌ساز بروز و شیوع آن هستند. سابقه بروز این پدیده به حدود سه قرن پیش باز می‌گردد و آخرین رخداد آن در برخی از کشورهای اروپایی در دهه ۱۹۸۰ میلادی به‌وقوع پیوست. جنگل‌های بلوط زاگرس نیز از دهه ۱۳۸۰ با این پدیده مواجه شدند و در حال حاضر گستره‌ای بیشتر از یک میلیون هکتار از جنگل‌های زاگرس مبتلا به این عارضه است. مجموعه اقدامات ستادی و فنی انجام شده تا حدودی زوایای مختلف این بحران را روشن ساخته، اما کنترل کامل آن نیازمند عزم جدی و توجه کافی است (پورهاشمی و همکاران، ۱۳۹۶).

این پدیده بر اثر عوامل مختلف ایجاد گردیده که از مهمترین آن می‌توان به تنش ناشی از تغییرات اقلیمی با کاهش نزولات جوی و افزایش دمای هوا، تخریب‌های گسترده خاک و پوشش گیاهی در دهه‌های گذشته و تنش ناشی از جذب عناصر سنگین در گرد و غبار اشاره نمود. این تنش‌ها و کمبودها در بوم‌سازگان جنگلی زاگرس، منجر به کاهش دسترسی درختان به عناصر غذایی، ضعف و قرار گیری در معرض آفات و امراض و نهایتا زوال کامل یا خشکیدن شده است.

جهانبازی و همکاران تاثیر عناصر سنگین را بر خشکیدگی درختان بلوط در منطقه جنگلی هلن در استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار دادند، نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار کادمیوم و سرب در برگ درختان سالم به ترتیب ۰/۲۳۵ و ۰/۱۷۴ و در برگ درختان ناسالم به ترتیب ۰/۳۳۹ و ۰/۲۱۹ میلی گرم بر کیلوگرم بود و این اختلاف معنی دار شد ($P\leq$ ۰.۰۱). درختان بلوط جهت جنوبی نسبت به جهت شمالی عناصر سنگین بیشتری را جذب کردند و این اختلاف برای سرب و کادمیوم در سطح اطمینان ۹۹ درصد و برای آرسنیک در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد تنش ناشی از جذب عناصر سنگین یکی از عامل‌های زوال بلوط باشد. نتایج این پژوهش نیز تاثیر عناصر سنگین موجود در گردوغبار بر سلامت درختان بلوط را نشان داد (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۷).

اثر خشکیدگی تاجی ناشی از خشکسالی بر برخی عناصر غذایی در جنگل‌های بلوط ایرانی مورد بررسی قرار گرفته است، در این پژوهش تغییرات مقادیر پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ، ریشه و خاک محیط ریشه درختان بلوط ایرانی، در جنگل ملەسیاه استان ایلام به مدت دو سال و در دو فصل بهار و تابستان پایش شد. نتایج نشان داد که خاک محیط ریشه درختان بلوط با شدت‌های خشکیدگی تاجی مختلف از نظر بافت وpHشرایط یکسانی دارند. مقادیر عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم خاک تغییر معنی‌داری بین درختان سالم و سرخشکیده نداشتند. اما مقدار پتاسیم برگ درختان سرخشکیده در بهار ۹۳ بطور معنی‌داری بیشتر از درختان سالم بود. مقدار پتاسیم ریشه درختان سرخشکیده نیز در تابستان ۹۳ بطور معنی‌داری بیشتر از درختان سالم بود. مقدار کلسیم ریشه درختان سرخشکیده در تابستان ۹۳ بطور معنی‌داری کمتر از درختان سالم‌تر بود. مقدار منیزیم ریشه درختان سرخشکیده در بهار و تابستان ۹۳ بطور معنی‌داری کمتر از درختان سالم‌تر بود. همچنین غلظت پتاسیم و کلسیم خاک تغییرات کاهشی معنی دار از بهار تا تابستان دارند. غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ تغییرات معنی‌دار و نامنظم بین فصلی داشتند. تغییرات غلظت کلسیم ریشه بصورت افزایشی در سال ۹۲ و کاهشی در سال ۹۳ و منیزیم ریشه به صورت کاهشی در سال ۹۳ بود. غلظت پتاسیم برگ بطور معنی‌داری بیشتر از ریشه بود، اما در مورد کلسیم برعکس بود. بطور کلی غلظت عناصر مورد مطالعه در پیکره درختان بلوط به دنبال خشکسالی و خشکیدگی تاجی دچار تغییراتی شده و تغییر آنها در درختان سرخشکیده، با توجه نقش این عناصر در حیات درخت، در جهت مقاومت به شرایط خشکی و انجام فعالیت‌های حیاتی در حد ممکن بود (حسینی و جعفری، ۱۳۹۷).

همچنین اثر عوامل رویشگاهی بر خشکیدگی درختان بلوط نیز مورد بررسی قرار گرفته است و عوامل مختلف نظیر جهت دامنه، میزان شیبو عمق خاک نیز از عوامل موثر بر خشکیدگی معرفی شده‌اند که البته اثر اصلی این عوامل نیز به میزان دسترسی گیاه به رطوبت در جهت‌های مختلف دامنه و کمبود یا بیش‌بود مواد غذایی در خاک‌های سطحی و عمیق در دامنه‌های پرشیب و کم شیب بر می‌گردد.

گل‌محمدی و همکاران تاثیر برخی عوامل محیطی بر شدت خشکیدگی درختان در جنگل‌های زاگرس میانی را در منطقه ایلام مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج این پژوهش نشان داد که بین میزان خشکیدگی درختان با درصد شیب (P=۰.۰۰۸) و جهت دامنه (P=۰.۰۰۰۱) رابطه معنی‌داری وجود دارد. با افزایش شیب، میزان خشکیدگی افزایش یافته و در دامنه‌های غربی و جنوبی نیز میزان خشکیدگی درختان بیشتر است. حدود ۹۰ درصد تعداد درختان منطقه مورد مطالعه دانه‌زاد و ۱۰درصد آن شاخه‌زاد است. درختان شاخه‌زاد نسبت به فراوانی‌شان بیشتر دچار خشکیدگی شده‌اند. بین قطر درختان با شدت خشکیدگی رابطه معنی‌داری وجود داشت (P=۰.۰۴۲) و با افزایش قطر، میزان خشکیدگی درختان افزایش یافته و بیشترین تعداد درختان خشکیده، در طبقات قطری بالا (۴۰ سانتی‌متر و بیشتر)مشاهده شد. حدود ۵۰ درصد از کل درختان منطقه مورد مطالعه خشکیده بوده و یا دارای علایم خشکیدگی بودند، همچنین این محققان اعلام نمودند که جهت دامنه تاثیر معنی‌داری بر میزان خشکیدگی درختان جنگلی داشته است و میزان خشکیدگی درختان در جهت غربی در منطقه مورد بررسی از سایر جهت‌های دامنه بیشتر بوده است (گل‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۶).

ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با عوامل محیطی و خصوصیات جنگل شناسی در جنگل حفاظتی دنا توسط امیراحمدی و همکاران بررسی شد. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که شیب‌های زیاد و جهت‌های جنوبی از درصد خشکیدگی بیشتری برخوردار بودند ولی متغییرهای خاک هیچ گونه رابطه معنی‌داری با خشکیدگی نشان ندادند (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

شاید بتوان به جرأت گفت که نتایج تمامی تحقیقات و معرفی عوامل موثر بر زوال درختان در منطقه رویشی زاگرس شامل تخریب‌ها و دخالت‌های زیاد در این رویشگاه‌ها، جهت دامنه، شیب زمین، گرد و غبار، عناصر سنگین، تغییرات اقلیمی، حمله آفات و امراض و غیره، همگی بر میزان دسترسی گیاه به مواد غذایی بستگی دارد. در مناطق پر شیب، کاهش بارش‌ها و یا جهت‌های دامنه گرمتر نظیر غربی و جنوبی نهایتا منجر به کمبود رطوبت و کاهش توان درختان در جذب موادغذایی می‌شود و یا در شرایط تنش ناشی از عناصر سنگین، دسترسی گیاه به موادغذایی محدود می‌گردد و یا دامنه‌های پرشیب و مناطقی که تحت تخریب

شدید بوده، عموما حاصلخیزی خاک کم و این عوامل تماما به کاهش دسترسی درختان و سایر عناصر گیاهی در منطقه زاگرس به حداقل مواد غذایی موجود در خاک می‌گردد و ضعف ناشی از عدم دسترسی گیاه به مواد غذایی منجر به ضعف و قرارگیری عناصر گیاهی از جمله درختان بلوط در معرض آفات و امراض خواهد شد.

دسترسی گیاهان به مواد غذایی یک جزء اصلی رویشگاه به شمار می‌آید که بر بهره‌وری و تولیدات اکوسیستم‌های طبیعی تاثیرگذار می‌باشد، این موضوع توسط عوامل متعددی تعیین می‌گردد، که این عوامل بر توانایی خاک برای کاربرد آنها اثرگذار است، این فاکتورها شامل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و میکروارگانیسم‌های خاک، دسترسی به آب و تنوع گونه می‌باشند، میزان و انباشت مواد غذایی در شاخ و برگ نتیجه اثر ترکیبی تمامی این عوامل است و همچنین ابزاری برای ارزیابی و تعیین تاثیرات طبیعی یا انسانی و یا نوع مدیریت بر مناطق است (Scherzer*et al*.,۲۰۰۳).

نقش محدودیت‌های خاک در زوال گونه سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica L.*)در فضای سبز جنگلی مجتمع فولاد مبارکه مورد بررسی قرار گرفته است، نتایج این پژوهش نشان داد که اراضی این منطقه دارای انواع محدودیت‌های خاکی شامل سنگریزه زیاد (بیش از۵۰ درصد)، کمبود مواد آلی (کمتر از ۰/۵ درصد) و عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، اسیدیته بالا (بیش از ۷/۹)، آهک زیاد (بیش از ۵۰ درصد) و سختی و متراکم بودن خاک می‌باشد. میزان جذب آهن، منگنز، روی، مس، کلر و سدیم در سطح یک‌درصد بین درختان سالم و ناسالم سرو معنی‌دار شد و برای بهبود شرایط این اراضی و جلوگیری از پیشرفت خشکیدگی و زوال درختان کشت شده در این اراضی، مدیریت بهینه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهان کشت شده و تهیه فرمول کودی برای هر قطعه و مصرف کودهای آلی توصیه گردید (محنت کش و همکاران، ۱۳۹۸).

بیشتر عناصر ضروری و مورد نیاز گیاهان بصورت یون‌های محلول خاک، توسط ریشه ها جذب می‌شوند (Jungk,۱۹۹۶). بنابراین آب در دسترس گیاه از مهمترین فاکتورهای تعیین کننده برای دسترسی گیاه به مواد غذایی و تاثیرگذاری بر رویش آن محسومی شود، در صورت کاهش میزان آب در خاک انتقال مواد

غذایی کاهش یافته و تحرک یون‌ها کم می‌شود. این موضوع منجر به کاهش دسترسی به مواد غذایی و حتی می‌تواند قبل از کاهش در پتانسیل آب خام، جذب آب برای بیشتر گیاهان را محدود کند (Nye and Tinker.,۱۹۷۷). خصوصیات خاک و توپوگرافی منطقه نقش تعیین کننده‌ای در دسترسی آب درخاک در یک رویشگاه ایفا می‌نمایند (Fralish, ۱۹۹۴; Meiners*et al*., ۱۹۸۴).

یکی از نکات قابل توجه در پهنه‌های دارای زوال، قرار گرفتن گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای با شرایط کیفی متفاوت در کنار یکدیگر است. قرارگیری یک درخت یا درختچه کاملا زوال یافته یا در معرض زوال در کنار یک عنصر درختی و درختچه‌ای کاملا شاداب از یک گونه یا از گونه‌های متفاوت از مهمترین جلوه‌های پهنه‌های دارای زاول به شمار می‌آید.

تفاوت ذاتی بین گونه‌های درختی، نقش مهمی در جذب و کاربرد مواد معدنی از خاک دارند (Cronan and Grigal., ۱۹۹۵). این موضوع می‌تواند ناشی از تفاوت در تجمع مواد غذایی در شاخ و برگ و در تخصیص مواد معدنی درون یک درخت باشد،به همین دلیل گونه‌های بلوطو افرا که در نزدیکی یکدیگر در حال رشد بودند تفاوت در غلظت مواد غذایی در شاخ و برگ را نشان دادند(Scherzer*et al*.,۲۰۰۳).

تغییرات نیتروژن و فسفر در درختان بلوط ایرانی و خاک توده‌های دچار خشکیدگی در ایلام نشان داد که مقدار رطوبت، نیتروژن و فسفر خاک محیط ریشه درختان بلوط ایرانی تغییرات معنی‌داری در بین تیمارهای خشکیدگی نداشتند، تغییرات زمانی نیتروژن و فسفر خاک کاهشی بود. نیتروژن برگ درختان سرخشکیده در بهار و تابستان ۱۳۹۲ بیشتر از درختان سالم بود. فسفر برگ درختان سرخشکیده در بهار ۱۳۹۲ بیشتر و در بهار ۱۳۹۳ کمتر از برگ درختان سالم بود. نیتروژن ریشه درختان سرخشکیده در بهار ۱۳۹۲ و تابستان ۱۳۹۳ بیشتر و در بهار ۱۳۹۳ کمتر از درختان سالم بود. فسفر ریشه درختان سرخشکیده در همه فصل‌ها کمتر از درختان سالم بود. نیترون با تغییرات زمانی کاهشی همراه بود اما تغییرات زمانی فسفر افزایشی بود. همچنین غلظت نیتروژن و فسفر برگ بیشتر از ریشه بود، با توجه به وضعیت عناصر غذایی در این پژوهش نتیجه‌گیری شده که خشکسالی تاثیر معنی‌داری بر وضعیت عناصر غذایی در پیکره درختان بلوط داشته و

تغییر آنها در درختان سرخشکیده به منظور مقاومت به شرایط خشکی و انجام فعالیت‌های حیاتی در حد ممکن بوده است (حسینی، ۱۳۹۶).

اولین آثار زوال در جنگل‌های استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۳۹۰ مشاهده شد. وجود درختان با خشکیدگی کامل و یا خشکیدگی تاج در مناطق مختلف، منجر به بررسی و پهنه بندی زوال در جنگل‌های استان شد (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۵).

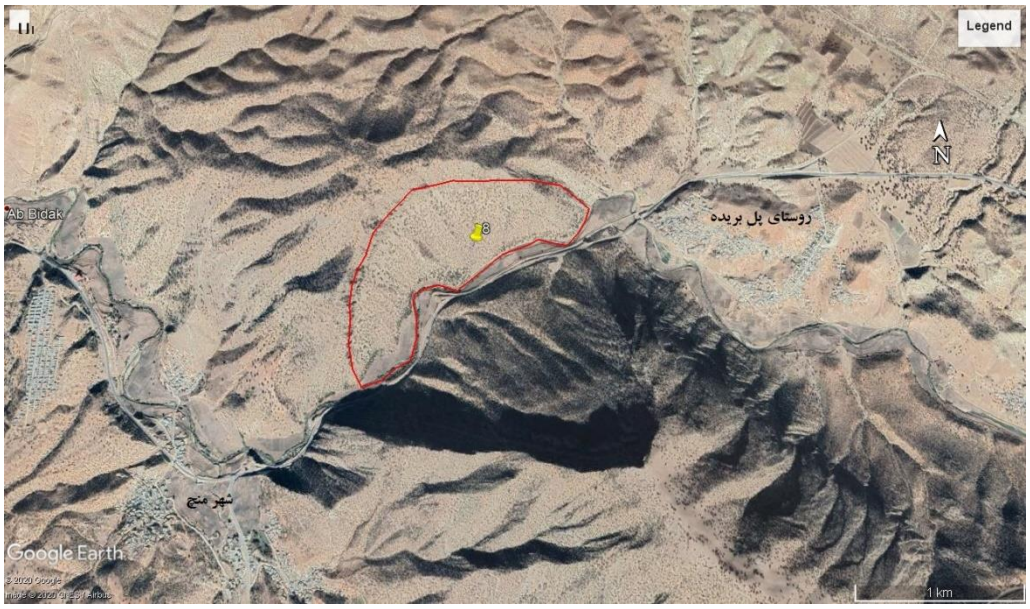
بررسی‌های انجام شده در این استان نیز گسترش پدیده زوال را ناشی از کاهش بارش‌ها و کمبود دسترسی درختان و درختچه‌ها به مواد غذایی در اثر تنش ناشی از خشکی و حتی تجمع بیشتر عناصر سنگین موجود در گرد و غبار در درختان در معرض زوال دانسته‌اند (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۴، طالبی و همکاران، ۱۳۹۴).

در شرایطی که بصورت گسترده تنش محیطی در یک منطقه حادث و عناصر گیاهی موجود در آن در معرض خطر قرار می‌گیرند، کمک به درختان رنجور با کاهش اثرات عوامل موثر نظیر کمبود رطوبت و مواد غذایی می‌تواند روند زوال را متوقف و زمینه را برای احیای مجدد آنها فراهم نماید. استفاده از سیستم‌های ذخیره نزولات در مناطق دارای زوال به منظور افزایش نفوذپذیری حداقل بارش‌ها در خاک و تأمین رطوبت مورد نیاز در فصول گرم و خشک و تأمین مواد غذایی با روش‌های مختلف از جمله محلول پاشی بر شاخ و برگ شاید بتواند در روند سریع پدیده زوال اثرگذار باشد. کاربرد برگی مواد غذایی یک روش موثر برای دسترسی به موقع گیاه به عناصر مختلف و استفاده بهینه از کودها می باشد(Arshad*et al*., ۲۰۰۶). در این تحقیق اثر محلول پاشی مواد غذایی بر درختان بلوط تک پایه و شاخه‌زاد در طبقات مختلف زوال مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

موقعیت محل اجرای تحقیق

این پژوهش در یکی از کانون‌های دارای خشکیدگی بلوط در منطقه منج اجرا گردید. این منطقه در حد فاصل روستای پل‌بریده و شهر منج در یکی از کانون‌های دارای خشکیدگی بلوط اجرا شد. تنوع درختان دانه و شاخه‌زاد و وجود خشکیدگی در هر دو فرم رویشی از ویژگی‌های این منطقه بود. این منطقه در حد فاصل عرض شمالی ۳۱ درجه و ۳۲ دقیقه و ۲۷/۶۸ تا ۳۱ درجه و ۳۳ دقیقه و ۱۳/۴۳ ثانیه و طول شرقی ۵۰ درجه و ۳۸ دقیقه و ۱۷/۷۶ تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه و ۱۶/۲۳ ثانیه واقع شده است (شکل۱).



شکل۱- موقعیت محل اجرای تحقیق

روش تحقیق

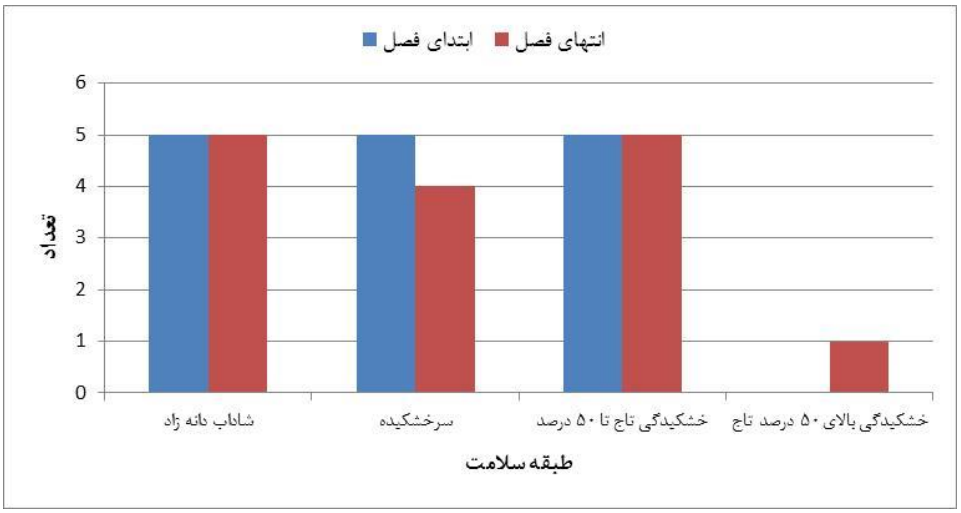
برای انجام این تحقیق، پس از انتخاب محل اجرای پروژه، ابتدا نمونه مرکب خاک از افق ۰-۳۰ سانتی‌متری از محل اجرای پژوهش برداشت و وضعیت عناصر مغذی (کم‌مصرف و پرمصرف) در آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به کمبود عمده اکثر مواد غذایی در خاک، نوع کود با ترکیب عناصر اصلی پر مصرف و کم مصرف برای محلول پاشی انتخاب شد. در گام دوم درختان یکسان و تا حدودی مشابه در دو فرم پروشی شاخه‌زاد و تک‌پایه بر اساس تیمارهای روش تحقیق (تیمار فرم پرورشی دو سطح) انتخاب شد. در هر فرم

پرورشی درختان در سه سطح سلامت شامل شاداب، دارای خشکیدگی سرشاخه و گروه سوم خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد تقسیم بندی شدند (تیمار سلامت سه سطح). در هر سطح سلامت تعداد ۵ درخت یکسان از نظر ابعاد (قطر و ارتفاع) انتخاب شد(هر تکرار ۵ درخت)، و درمجموع این آزمایش دارای دو تیمار شامل فرم پرورشی در دو سطح و تیمار سلامت با سه سطح و ۵ تکرار بود و در مجموع تعداد ۳۰ درخت بلوط در این تحقیق ارزیابی شد. مشخصات کمی درختان شامل ارتفاع، قطر برابر سینه و قطرهای عمود تاج قبل از اعمال تیمار و مشخصات کیفی شامل وضعیت سلامت و آثار فعالیت آفات و امراض قبل و بعد از اعمال تیمار محلول پاشی مورد ارزیابی قرار گرفت. قبل از محلول پاشی نمونه برگ مرکب (از چهار جهت تاج و در هر جهت ۱۰ برگ) از تمامی درختان تهیه و میزان و کمبود عناصر غذایی بویژه عناصر ریزمغذی در آنها تعیین و بر اساس نتایج آزمون خاک و برگ، ترکیب و نوع محلول غذایی تعیین شد. محلول پاشی در زمان رشد کامل برگ‌ها از اوایل خرداد ماه تا تیر ماه و با فاصله ۱۰ روز طی سه نوبت انجام گردید. در اواخر تابستان با تهیه مجدد نمونه برگ مرکب از هر درخت، میزان عناصر موجود مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین وضعیت سلامت درختان در پایان فصل رویش ارزیابی دقیق شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

مقایسه وضعیت درختان بلوط تک‌پایه در طبقات خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

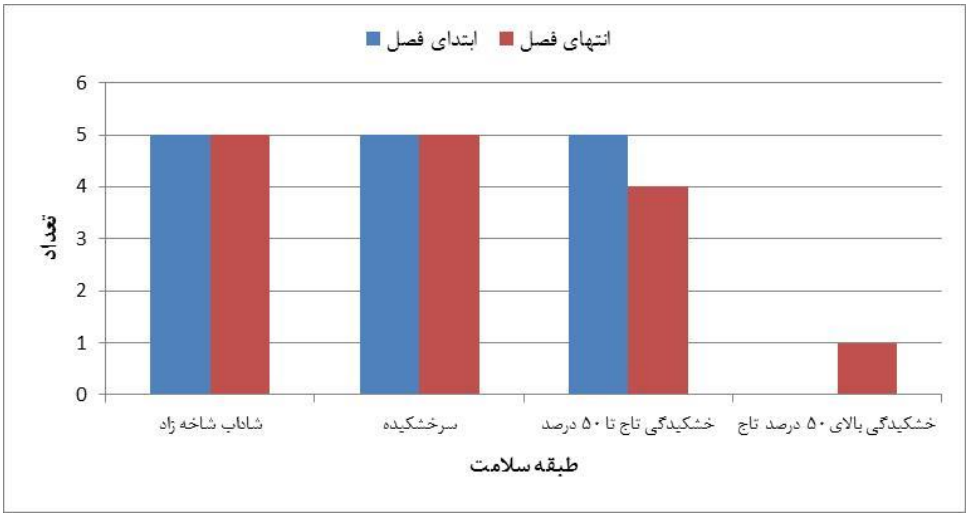
وضعیت استقرار درختان بلوط تک‌پایهدر ابتدا و انتهای فصل رویش در شکل۲ آورده شده است، همانطور که مشاهده می‌شود در ابتدای فصل در سه طبقه خشکیدگی تعداد ۵ درخت بلوط وجود داشت، در انتهای فصل و پس از اعمال تیمار محلول پاشی، وضعیت کیفی درختان نشان داد که یک درخت از طبقه سرخشکیده به طبقه خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد انتقال یافت و یک درخت نیز از طبقه خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد، با پیشرفت خشکیدگی به طبقه بالاتر یعنی خشکیدگی بالای ۵۰ درصد تاج انتقال یافت.



شکل۲ -مقایسه استقرار درختان بلوط تک‌پایهدر طبقات خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

مقایسه وضعیت درختان بلوط شاخه‌زاد در طبقات خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

تعداد درختان شاخه‌زاد در ابتدا و انتهای فصل رویش در دو طبقه سلامت شامل درختان شاداب و سرخشکیده بدون تغییر یکسان بود، ولی یکی از درختان در طبقه خشکیدگی تا ۵۰ درصد تاج با پیشرفت خشکیدگی به طبقه بالاتر یعنی خشکیدگی بالای ۵۰ درصد تاج انتقال یافت (شکل۳).



شکل۳-مقایسه استقرار درختان بلوط شاخه‌زاد در طبقات خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

اثر نوع زوال، فرم پرورشی و زمان نمونه‌گیریبر جذب عناصر پرمصرف

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین عناصر پرمصرف فقط اندازه فسفر بین دو زمان نمونه‌گیری شامل اول فصل و انتهای فصل رویش در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثر سایر عوامل و اثرات متقابل آنها بر این عنصر پرمصرف و سایر عناصر معنی‌دار نبود (جدول۱).

جدول۱-تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه عناصر پرمصرف

منبع تغییرات		میانگین مربعات		
	درجه آزادی	پتاسیم	فسفر	نیتروژن
تکرار	۴	۰/۰۲۴۹^{ns}	۰/۰۰۱۶^{ns}	۰/۰۶۲۶^{ns}
زمان	۱	۰/۰۳۰۸^{ns}	۰/۰۱۹۴*	۰/۱۲۱^{ns}
زمان × تکرار	۴	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱۸^{ns}
فرم رویشی	۱	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۲۴^{ns}	۰/۰۰۸۴^{ns}
نوع زوال	۲	۰/۰۰۱۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۵۶۲^{ns}
فرم رویشی× نوع زوال	۲	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۷۴^{ns}
زمان × فرم رویشی	۱	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۲۲^{ns}
زمان × نوع زوال	۲	۰/۰۰۱۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
زمان × فرم رویشی× نوع زوال	۲	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱۶^{ns}	۰/۰۰۶۵^{ns}
خطا	۴۰	۰/۵۳۵	۰/۰۰۰۷۶	۱/۴۸۵۶

*معنی‌داردرسطحاطمینان ۹۵ درصد و ^{ns}غیرمعنی‌دار

اثر نوع زوال، فرم پرورشی و زمان نمونه‌گیری بر جذب عناصر کم‌مصرف

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین عناصر کم‌مصرف اندازه عناصر بور، منگنز و مس بین دو زمان نمونه‌گیری شامل اول فصل و انتهای فصل رویش در سطح اطمینان ۹۹ درصد و دو عنصر روی و آهن در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار شد. همچنین بین تکرارهای نمونه‌ها، اندازه بور در سطح ۹۵ درصد اطمینان و بین نوع زوال نیز اندازه این عنصر در سطح ۹۹ درصد اطمینان معنی‌دار شد. اثر سایر عوامل و اثرات متقابل آنها نیز بر جذب عناصر کم‌مصرف ضروری معنی‌دار نبود (جدول۲).

جدول۲-تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه عناصر کم مصرف

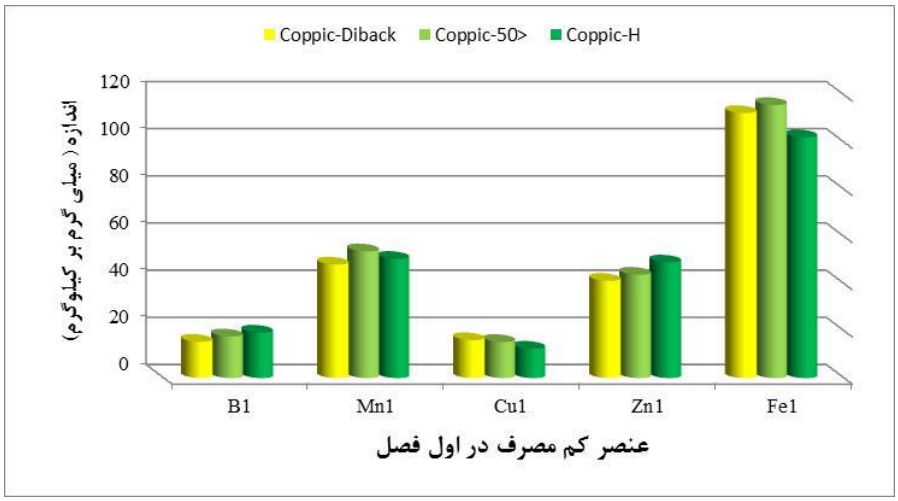
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		بور	منگنز	مس	روی	آهن
تکرار	۴	۳۵/۵۷ *	۴۹/۴۹۵ ns	۶/۵۷۴ ns	۱۵۶/۵۷ ns	۴۸۱/۰۸ ns
زمان	۱	۱۶۲/۳ **	۲۱۹۴/۶ **	۴۷۴/۳۳ **	۶۱۸/۵۳ *	۱۸۷۵/۷ *
زمان × تکرار	۴	۲/۵۸۲ ns	۳/۷۱۵ ns	۱/۰۳۹۶ ns	۴۶/۴۲۶ ns	۶/۶۲۰ ns
فرم رویشی	۱	۵/۳۱ ns	۳/۲۳۴ ns	۲/۶۵۹ ns	۴۱۱/۹۹ ns	۸۵/۷۲۹ ns
نوع زوال	۲	۱۰۰/۹ **	۷۷/۱۵۳ ns	۵۳/۴۹۶ ns	۴۹/۴۵۱ ns	۵۱۰/۹۹ ns
فرم رویشی× نوع زوال	۲	۱۹/۰۲۴ ns	۱۲۴/۸۶ ns	۲/۴۵۲ ns	۱۳۹/۸۲ ns	۱۷/۴۴۲ ns
زمان × فرم رویشی	۱	۱۶/۴۲۲ ns	۹/۹۶ ns	۰/۲۲۶۹ ns	۲۹/۴۰۷ ns	۶۵/۸۵۶ ns
زمان × نوع زوال	۲	۱/۰۳۵ ns	۷/۴۳۴ ns	۳/۱۱۴ ns	۳۶/۳۶۷ ns	۱۲/۸۴۰ ns
زمان × فرم رویشی× نوع زوال	۲	۴/۸۴۶ ns	۲/۰۶۸ ns	۱/۴۹۳ ns	۱۴/۶۹۷ ns	۱۲/۸۳۹ ns
خطا	۴۰	۵۳۷/۳۶	۶۳/۴۸۴	۵/۹۳۸	۹۲/۸۰۲	۴۳۵/۶۵

** معنی‌داردرسطحاطمینان۹۹درصد، * معنی‌داردرسطحاطمینان ۹۵ درصد و ns غیرمعنی‌دار

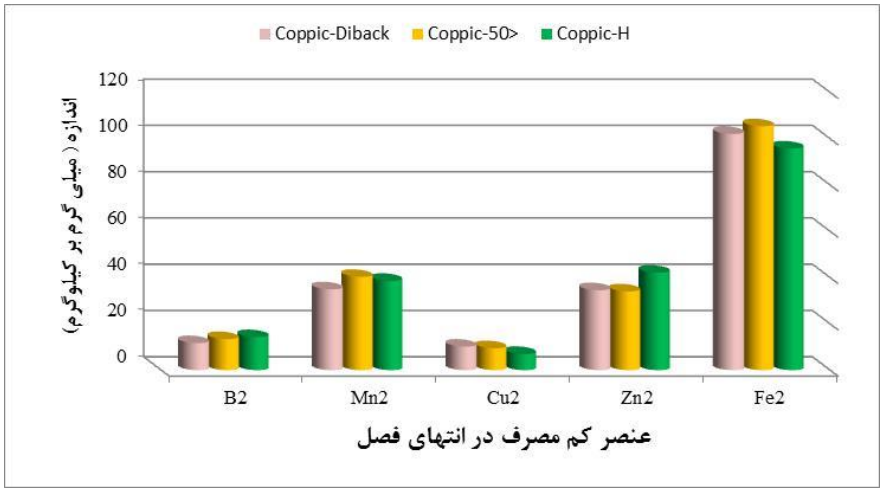
مقایسه تجمع عناصر کم‌مصرف در ابتدا و انتهای فصل رویش در پایه‌های شاخه‌زاد

مقایسه میانگین اندازه عناصر کم مصرف آهن، روی، منگنز و بور در پایه‌های شاخه‌زاد بلوط در ابتدای فصل رویش (شکل۴) و انتهای فصل رویش (شکل۵) نشان می‌دهد که مقادیر آهن، مس و بور در ابتدای فصل در پایه‌های سالم و شاداب کمتر از پایه‌های در معرض خشکیدگی بوده و فقط اندازه عنصر روی در ابتدای فصل بیشتر از انتهای فصل بود،در انتهای فصل رویش نیز کماکان اندازه آهن، روی و منگنز در درختان شاداب،

کمتر از پایه‌های زوال یافته بود ولی دو عنصر روی و بور اندازه بیشتری را در پایه‌های سالم و شاداب بلوط نسبت به دو طبقه خشکیدگی دیگر داشتند.



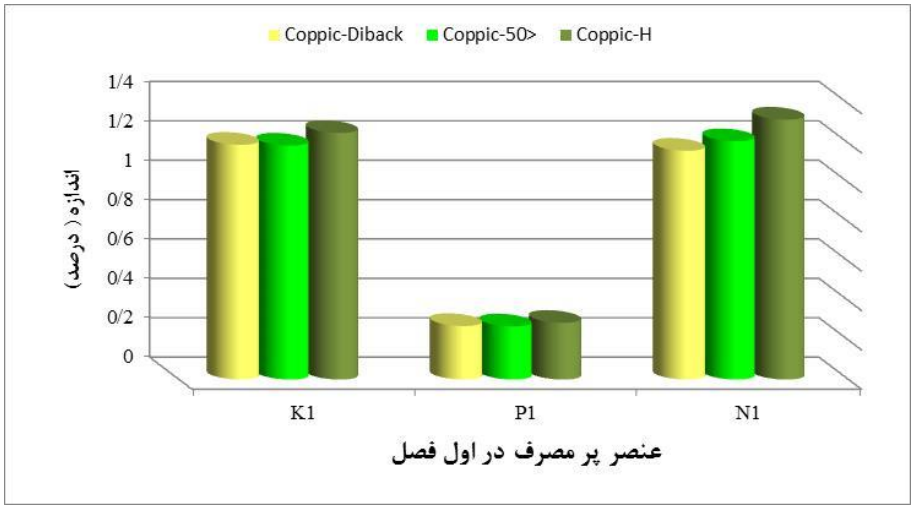
شکل۴- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در پایه‌های شاخه‌زاد در طبقات مختلف خشکیدگی در اول فصل رویش



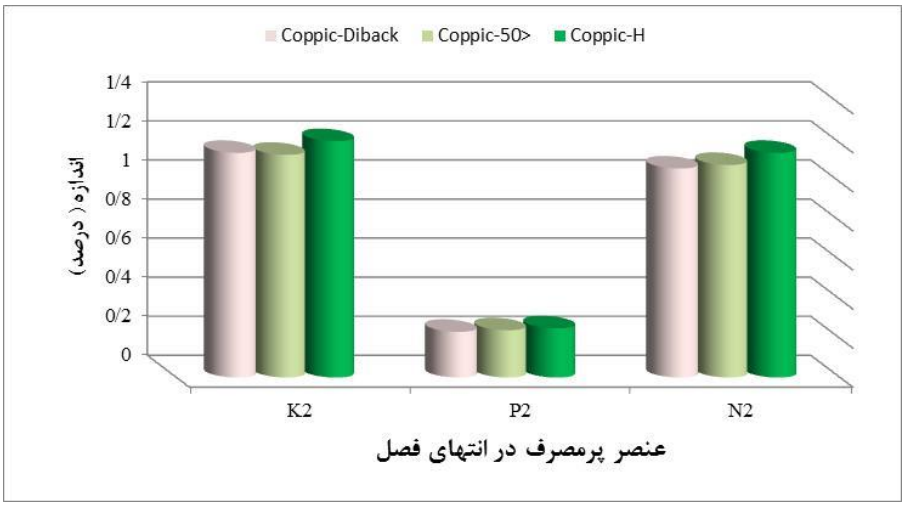
شکل۵- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در پایه‌های شاخه‌زاد در طبقات مختلف خشکیدگی در انتهای فصل رویش

مقایسه تجمع عناصر پرمصرف در ابتدا و انتهای فصل رویش در پایه‌های شاخه‌زاد

مقایسه میانگین اندازه عناصر پرمصرف نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در پایه‌های شاخه‌زاد بلوط در ابتدای فصل رویش (شکل۶) و انتهای فصل رویش (شکل۷) نشان داد که مقادیر این عناصر در پایه‌های سالم بیشتر از دو طبقه خشکیدگی بود، همچنین بین طبقات خشکیدگی میزان تجمع این عناصر در پایه‌های بلوط با خشکیدگی تاج (کمتر از ۵۰ درصد) از طبقه خشکیدگی دیگر(سرخشکیدگی تاج)بود.



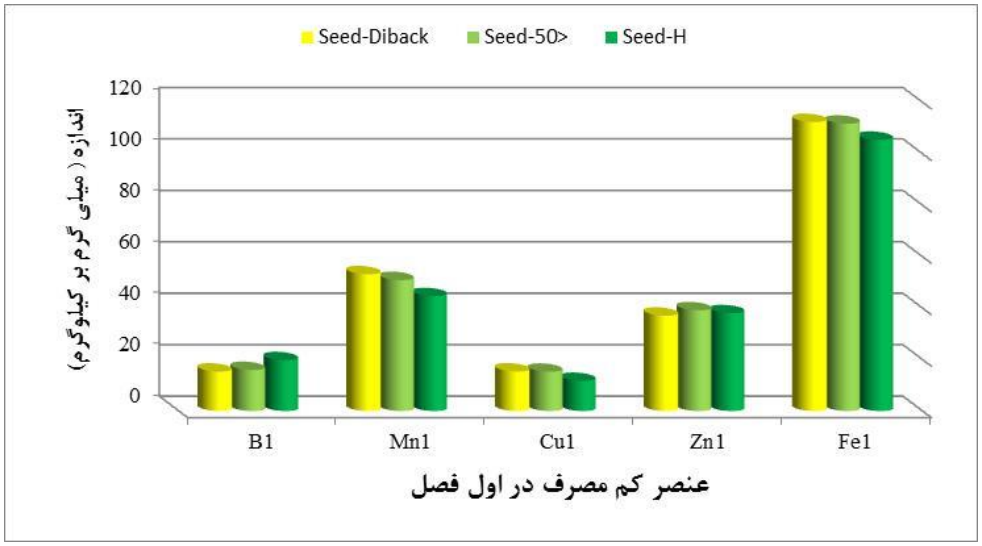
شکل۶- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در پایه‌های شاخه‌زاد در طبقات مختلف خشکیدگی در اول فصل رویش



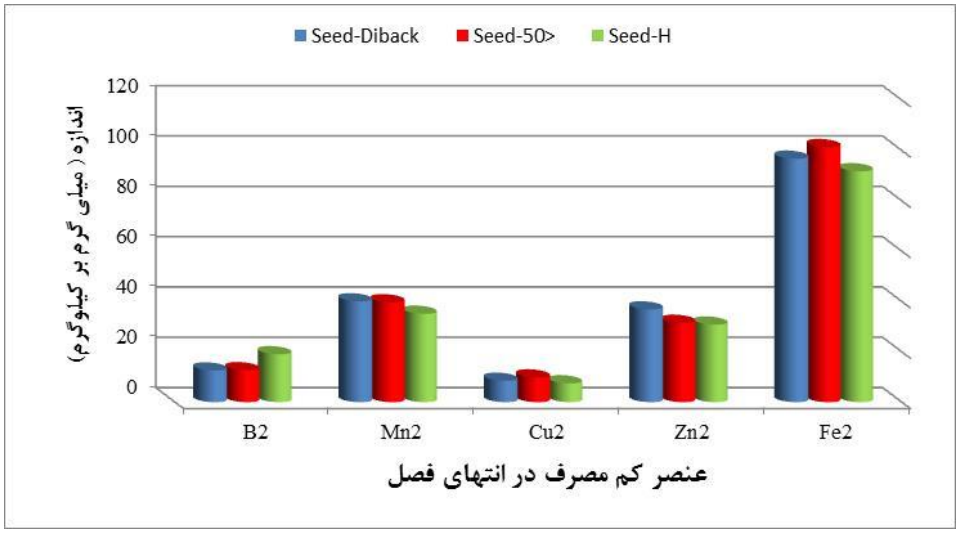
شکل۷- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در پایه‌های شاخه‌زاد در طبقات مختلف خشکیدگی در انتهای فصل رویش

مقایسه تجمع عناصر کم‌مصرف در ابتدا و انتهای فصل رویش در درختان تک‌پایه

مقایسه میانگین اندازه عناصر کم مصرف آهن، روی، منگنز و بوردر درختان تک‌پایه بلوط در ابتدای فصل رویش (شکل۸) و انتهای فصل رویش (شکل۹) نشان داد که مقادیر آهن، مس، روی و منگنز در ابتدای فصل در پایه‌های سالم و شاداب کمتر از پایه‌های در معرض خشکیدگی بوده و فقط اندازه عنصر بور در ابتدای فصل بیشتر از انتهای فصل بود، در انتهای فصل رویش نیز همین روند در عناصر کم مصرف دیده شد و کماکان اندازه این عناصر عموما در پایه‌های شاداب کمتر از دو طبقه خشکیدگی بود.



شکل۸- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در درختان تک‌پایه در طبقات مختلف خشکیدگی در اول فصل رویش

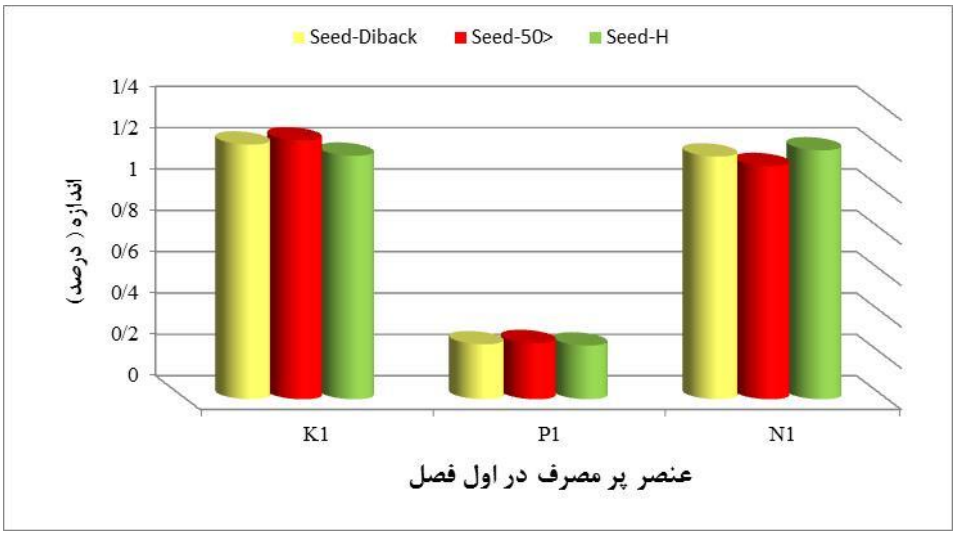


شکل۹- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در درختان تک‌پایه در طبقات مختلف خشکیدگی در انتهای فصل رویش

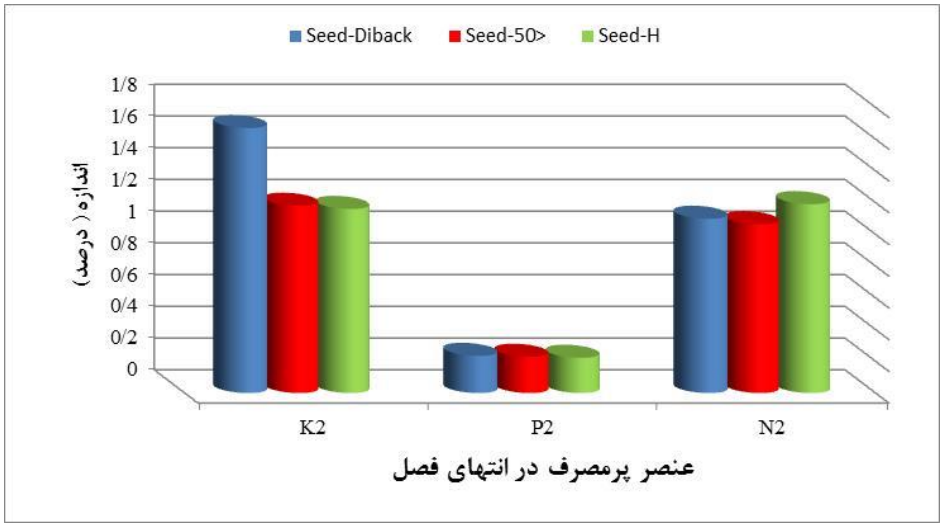
مقایسه تجمع عناصر پرمصرف در ابتدا و انتهای فصل رویش در درختان تک‌پایه

مقایسه میانگین اندازه عناصر پرمصرف نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در درختان تک‌پایه بلوط در ابتدای فصل رویش (شکل۱۰) و انتهای فصل رویش (شکل۱۱) نشان داد که از میان این عناصر مقدار نیتروژن در ابتدای فصل رویش در برگ درختان سالم بلوط بیشتر از دو طبقه خشکیدگی بود. اندازه فسفر تقریبا در هر سه طبقه سلامت یکسان ولی پتاسیم موجود در برگ درختان شاداب کمتر از دو طبقه خشکیدگی بود. در

انتهای فصل رویش مقدار نیتروژن و پتاسیم همان روند قبلی را طی نمودند ولی اندازه پتاسیم در پایه‌های بلوط سرخشکیده، اختلاف فاحشی با دو طبقه شاداب و خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد نشان داد.



شکل ۱۰- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در درختان تک‌پایهدر طبقات مختلف خشکیدگی در اول فصل رویش

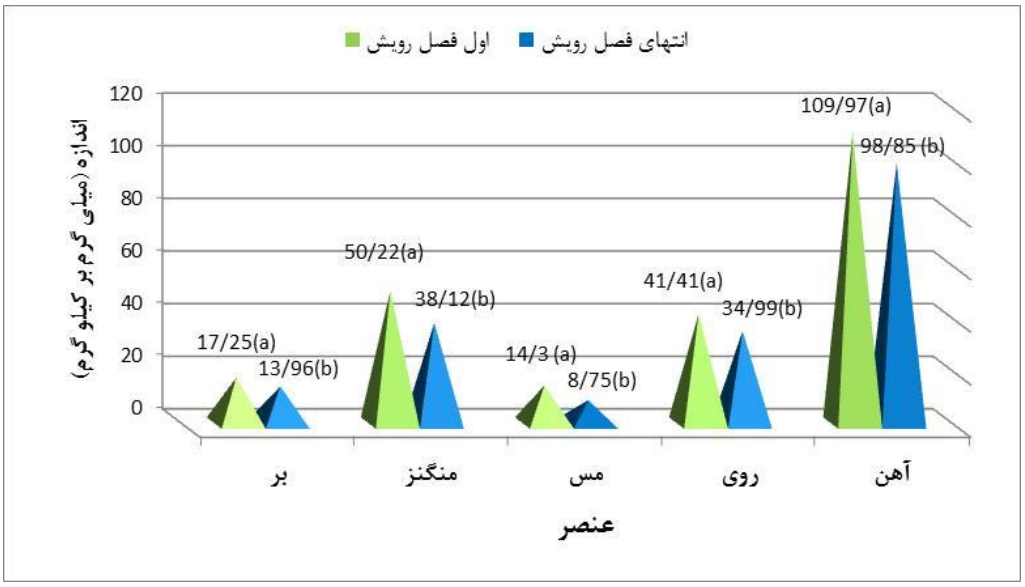


شکل ۱۱- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در درختان تک‌پایهدر طبقات مختلف خشکیدگی در انتهای فصل رویش

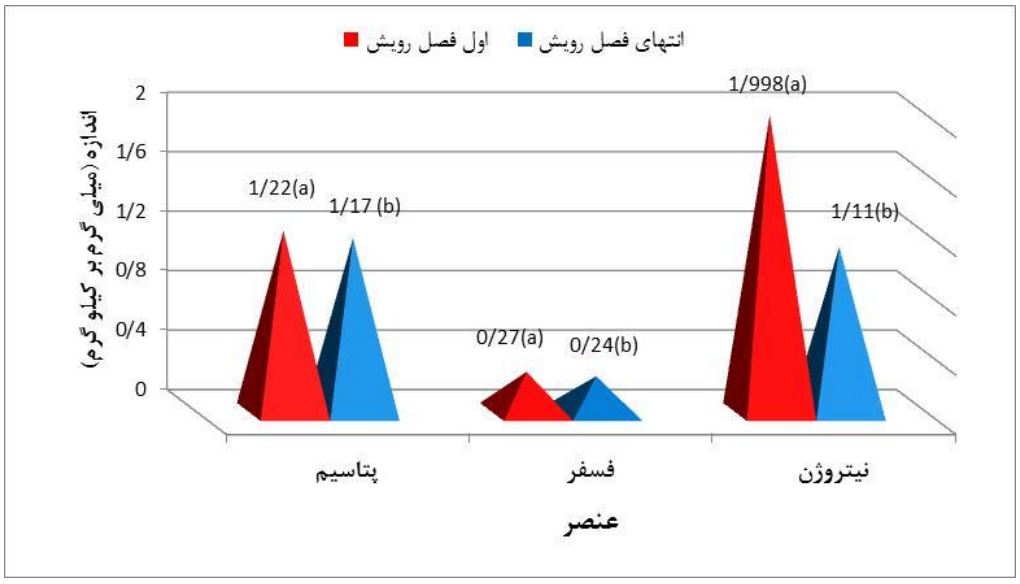
مقایسه تجمع عناصر کم مصرف و پرمصرف در ابتدا و انتهای فصل رویش

مقایسه میانگین عناصر کم مصرف نشان داد که اختلاف این عناصر در اول فصل با انتهای فصل رویش دارای اختلاف معنی دار شد، بطوریکه آهن در ابتدا حدود ۱۱۰ و در انتهای فصل تقریبا ۹۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود یا روی در اول فصل ۴۱/۴ و در انتهای فصل حدود ۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در برگ درختان بلوط وجود داشت. کاهش مس نیز از اول فصل به آخر فصل کاملا مشهود بود، این عنصر کم مصرف ضروری در اول

فصل ۱۴/۳ و در آخر فصل ۸/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار شد. دو عنصر منگنز و بور نیز شرایط کاهش مشابهی را از اول فصل به آخر فصل نشان دادند (شکل۱۲).



شکل۱۲- مقایسه اندازه عناصر کم مصرف در اول فصل باانتهای فصل رویش



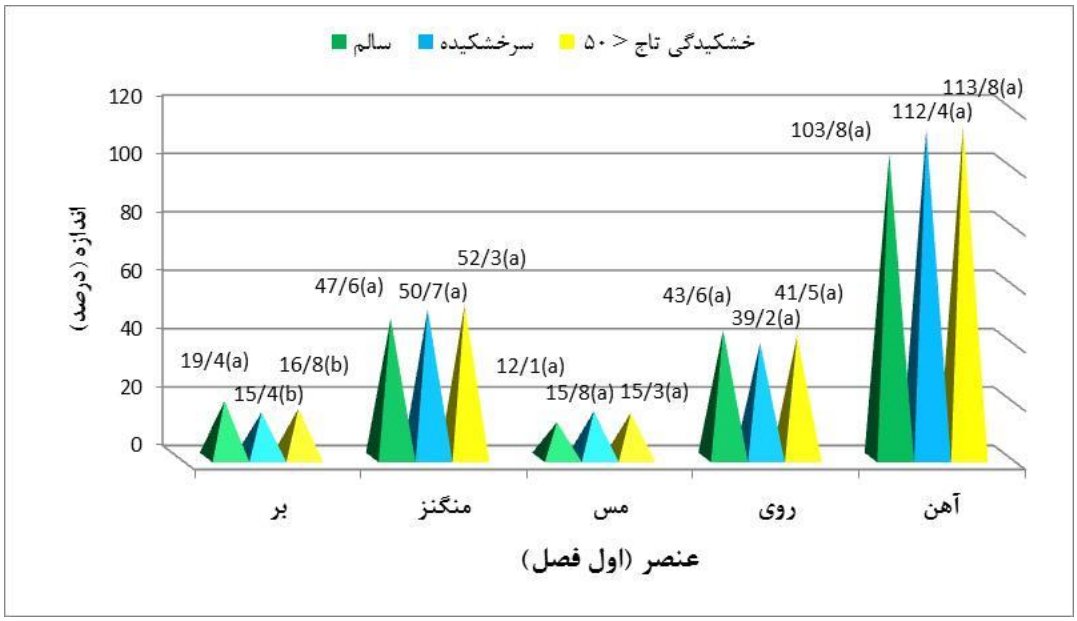
شکل۱۳- مقایسه اندازه عناصر پرمصرف در اول فصل باانتهای فصل رویش

عناصر پرمصرف نیز همانند عناصر کم مصرف از اول فصل به آخر فصل با روندی کاهش دارای اختلاف معنی‌دار بودند، پتاسیم در اول فصل ۱/۲۲ و در آخر فصل ۱/۱۷ درصد بود، فسفر نیز درابتدا و انتهای فصل رویش به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۲۴ درصد برآورد شد. در خصوص نیتروژن نیز روند مشابهی مشاهد گردید

بطوریکه در ابتدای فصل ۱/۹۸ و در انتهای فصل ۱/۱۱ درصد در برگ درختان بلوط وجود داشت (شکل۱۳).

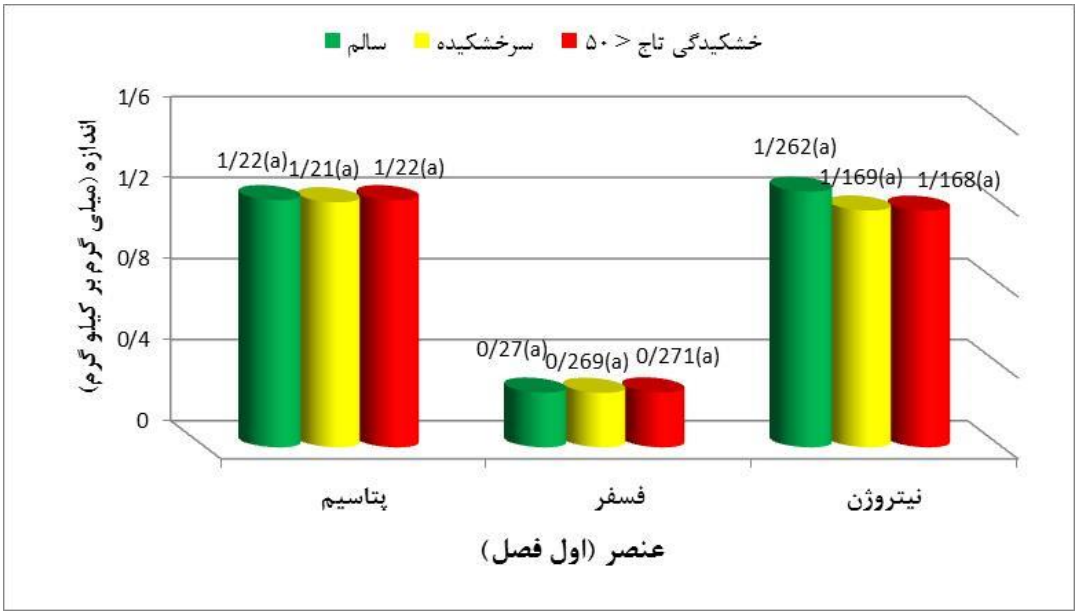
وضعیت عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در ابتدای فصل در درختان با طبقات خشکیدگی مختلف

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین عناصر کم مصرف شامل منگنز، بور، مس، روی و آهن در اول فصل رویش بین پایه‌های بلوط در طبقات خشکیدگی، فقط اندازه بور دارای اختلاف معنی‌دار شد، بطوریکه مقدار این عنصر در پایه‌های شاداب بلوط در ابتدای فصل ۱۹/۴، در درختان بلوط سرخشکیده ۱۵/۴ و در پایه‌های دارای خشکیدی تا۵۰ درصد تاج اندازه این عنصر ۱۶/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که اختلاف دو طبقه دارای خشکیدگی با طبقه سالم دارای اختلاف معنی‌دار بود، سایر عناصر با وجود تفاوت‌های جزئی، دارای اختلاف معنی‌دار نبودند (شکل۱۴).



شکل۱۴- مقایسه عناصر کم مصرف در ابتدای فصل رویش بین درختان بلوط با طبقات خشکیدگی مختلف

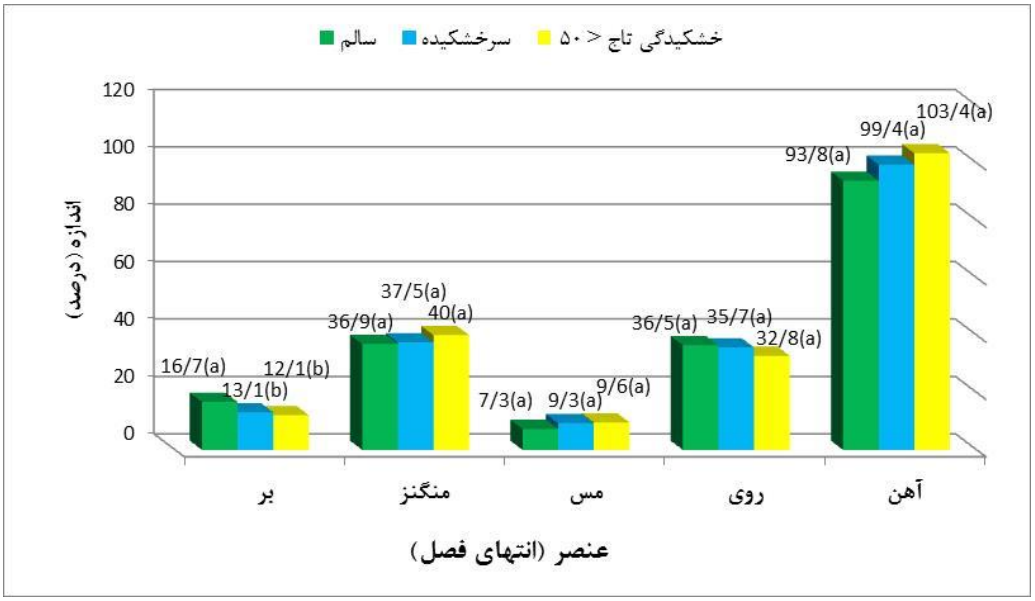
عناصر پر مصرف در ابتدای فصل رویش بین درختان بلوط در سه طبقه خشکیدگی با وجود تجمع بیشتر در برگ درختان سالم، ولی از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نبودند (شکل۱۵).



شکل۱۵- مقایسه عناصر پرمصرف در ابتدای فصل رویش بین درختان بلوط با طبقات خشکیدگی مختلف

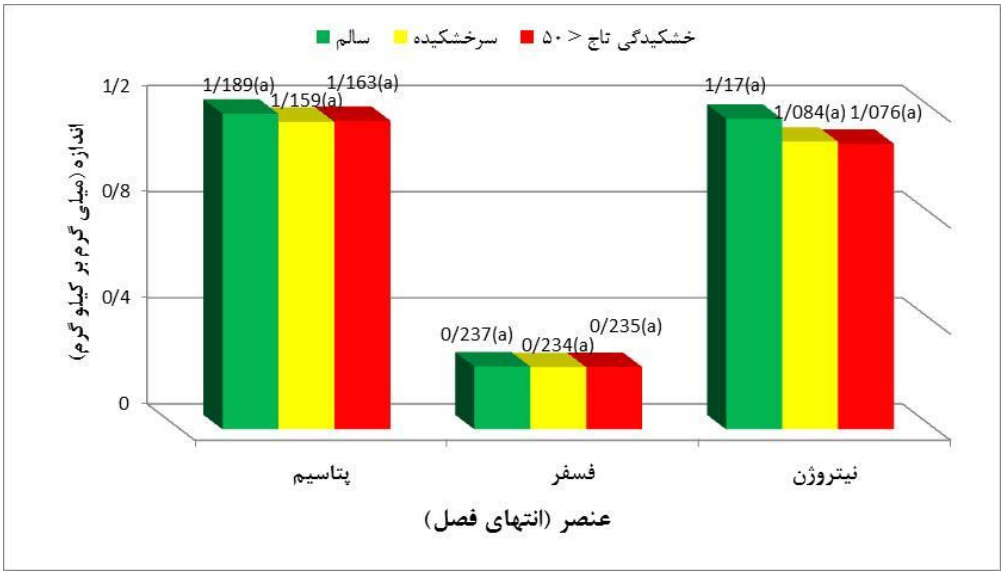
وضعیت عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در انتهای فصل در درختان با طبقات خشکیدگی مختلف

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین عناصر کم مصرف در آخر فصل رویش بین درختان بلوط در طبقات خشکیدگی مختلف، فقط اندازه بور دارای اختلاف معنی‌دار شد، بطوریکه مقدار این عنصر در پایه‌های شاداب بلوط در انتهای فصل ۱۶/۷، در درختان بلوط سرخشکیده۱۳/۱ و در پایه‌های دارای خشکیدی تاج تا ۵۰ درصد، اندازه این عنصر ۱۲/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد شد که اختلاف دو طبقه دارای خشکیدگی با طبقه سالم دارای اختلاف معنی‌دار بود، در خصوص سایر عناصر،اختلاف معنی‌دار دیده نشد، فقط در بین عناصر مقادیر آهن، مس و منگنز بعد از محلول پاشی در پایه‌های دارای خشکیدگی تاج تا۵۰ درصد تاج، بیشتر از درختان سرخشکیده و درختان شاداب بلوط بود و اندازه این عنصر از درختان طبقه خشکیدگی بالاتر به سمت شاداب دارای روندی کاهشی شد (شکل۱۶).



شکل۱۶- مقایسه عناصر کم مصرف در انتهای فصل رویش بین درختان بلوط با طبقات خشکیدگی مختلف

عناصر پر مصرف در انتهای فصل رویش بین درختان بلوط در سه طبقه خشکیدگی با وجود تجمع بیشتر در برگ درختان سالم، ولی از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نبودند (شکل۱۷).

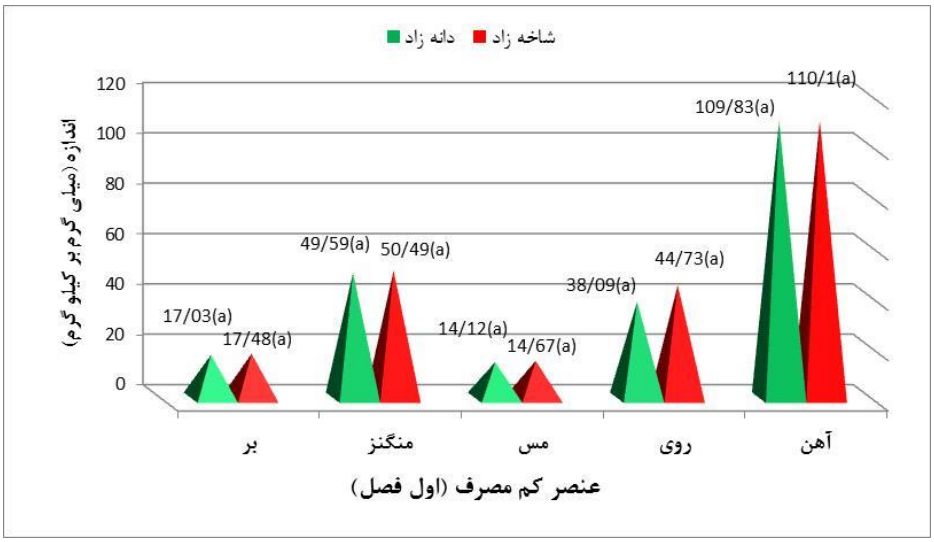


شکل۱۷- مقایسه عناصر پرمصرف در انتهای فصل رویش بین درختان بلوط با طبقات خشکیدگی مختلف

وضعیت عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در ابتدای فصل در درختان تک‌پایه و شاخه‌زاد

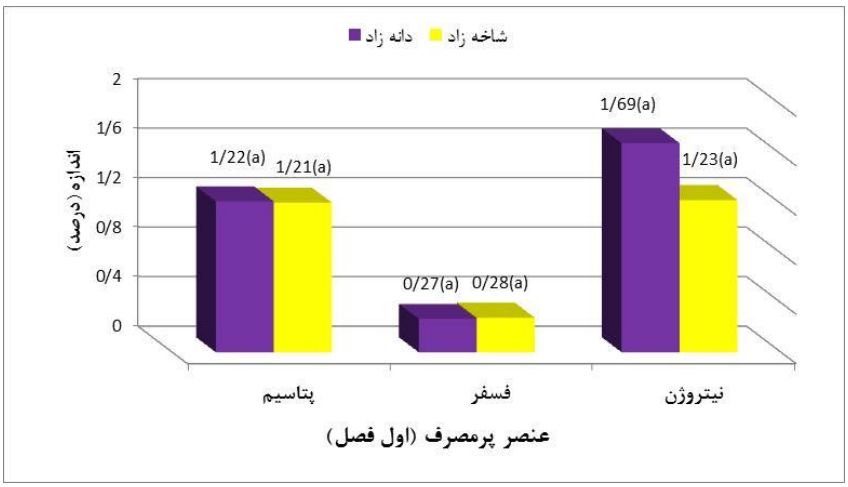
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار عناصر کم مصرف آهن، روی، مس، بور و منگنز در ابتدای فصل رویش بین درختان تک‌پایه با شاخه‌زاد بلوط دارای اختلاف معنی‌دار نبود، ولی مقادیر تمامی عناصر در درختان

شاخه‌زاد بیشتر از تک‌پایهبرآورد گردید، به عنوان مثال اندازه آهن در پایه‌های شاخه‌زاد ۱۰۱/۱ و در درختانتک‌پایهبا کمی اختلاف۱۰۹/۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و یا روی در برگ درختان شاخه‌زاد و تک-پایهبه ترتیب ۴۴/۷۳ و ۳۸/۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد شد (شکل۱۸).



شکل۱۸- مقایسه عناصر کم مصرف در ابتدای فصل رویش بین درختان بلوط شاخه‌زاد و تک‌پایه

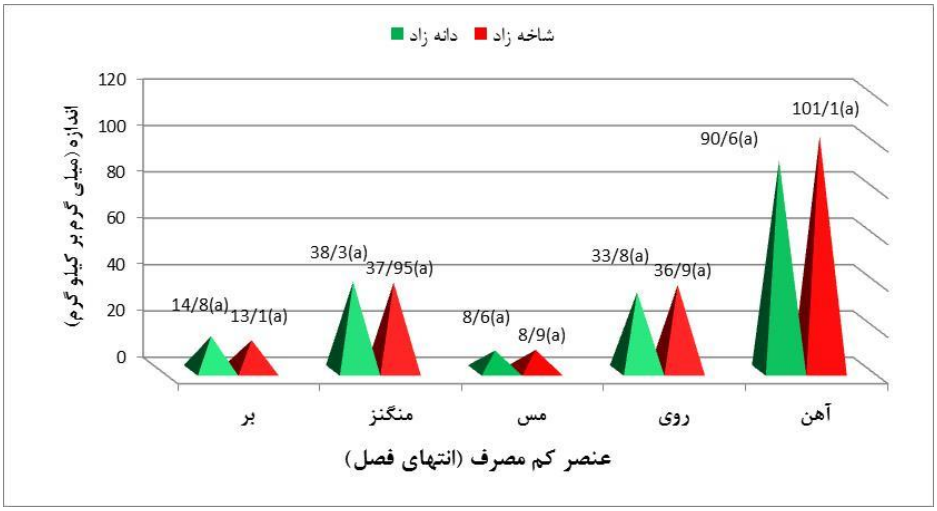
عناصر پر مصرف در ابتدای فصل رویش بین درختان بلوط با دو فرم پرورشی، با وجود تجمع بیشتر در برگ درختان تک‌پایه، از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نبودند. در این میان اختلاف نیتروژن تقریبا محسوس بود بطوریکه در پایه‌های تک‌پایه۱/۶۹ و در پایه‌های شاخه‌زاد ۱/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وجود داشت (شکل۱۹).



شکل۱۹- مقایسه عناصر پرمصرف در ابتدای فصل رویش بین درختان بلوط شاخه‌زاد و تک‌پایه

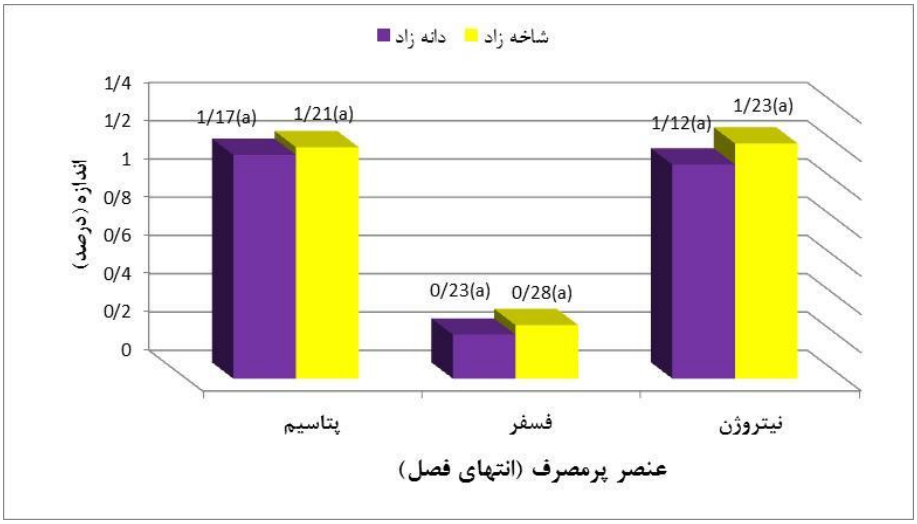
وضعیت عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در انتهای فصل در درختان تک‌پایه و شاخه‌زاد

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف مقدار عناصر کم مصرف آهن، روی، مس، بور و منگنز در انتهای فصل رویش بین درختان تک‌پایهبا شاخه‌زاد بلوط از نظر آماری معنی‌دار نبود. در بین این عناصر، اندازه آهن، روی و مس مانند اول فصل، در درختان شاخه‌زاد بیشتر از تک‌پایهوجود داشت، اختلاف آهن در انتهای فصل در پایه‌های شاخه‌زاد نسبت به اول فصل بیشتر شد، بطوریکه اندازه این عنصر در انتهای فصل در پایه-های شاخه‌زاد ۱۰۱/۱ و در درختانتک‌پایه۹۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. اختلاف روی نیز بین درختان شاخه‌زاد و تک‌پایهتقریبا مشهود بود. نکته قابل توجه اینکه در آخر فصل پس از سه نوبت محلول پاشی، مقدار بور و منگنز در برگ درختان تک‌پایهنسبت به شاخه‌زاد تجمع بیشتری داشت(شکل۲۰).



شکل۲۰- مقایسه عناصر کم مصرف در انتهای فصل رویش بین درختان بلوط شاخه‌زاد و تک‌پایه

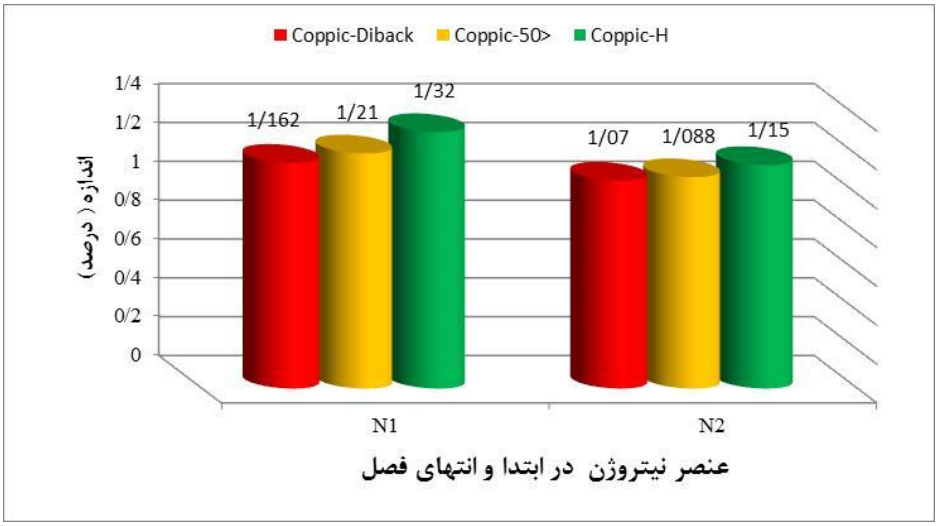
در انتهای فصل رویش و پس از سه نوبت محلول پاشی، اندازه عناصر پر مصرف در درختان شاخه‌زاد بیشتر از درختان تک‌پایهبرآورد شد ولی اختلافات موجود از نظر آماری معنی‌دار نبود. در آخر فصل بر خلاف اول فصل اندازه نیتروژن در پایه‌های شاخه‌زاد ۱/۲۳ و در درختانتک‌پایه ۱/۱۲ درصد برآورد شد و یا پتاسیم نیز با همین روند در آخر فصل در پایه‌های شاخه‌زاد و تک‌پایهبه ترتیب ۱/۲۱ و ۱/۱۷ درصد وجود داشت که با اول فصل متفاوت بود (شکل۲۱).



شکل۲۱- مقایسه عناصر پرمصرف در انتهای فصل رویش بین درختان بلوط شاخه‌زاد و تک‌پایه

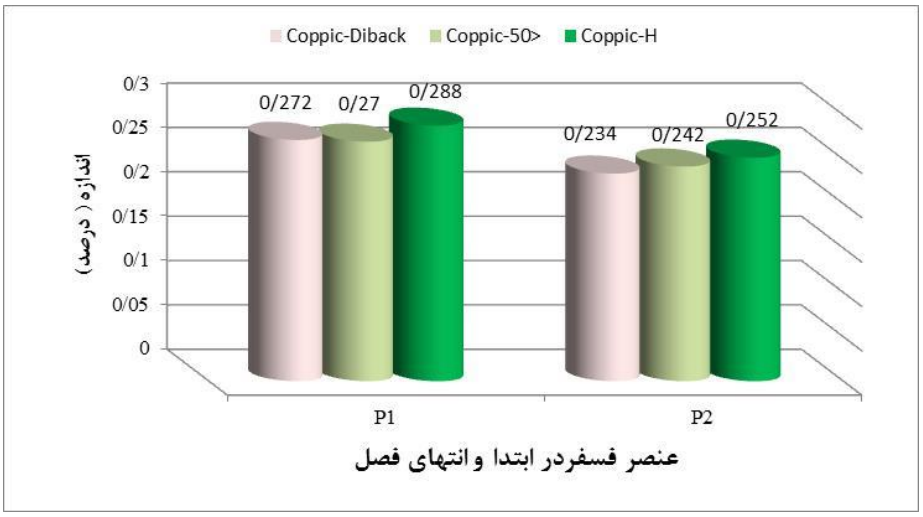
وضعیت عناصر پرمصرف در پایه‌های شاخه‌زاد در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

مقایسه میانگین عناصر پرمصرف نیتروژن، پتاسیم و فسفر در پایه‌های شاخه‌زاد بلوط در سه طبقه خشکیدگی نشان داد که در مجموع مقادیر هر سه عنصر ضروری و پرمصرف در انتهای فصل رویش نسبت به اول فصل رویش در سه طبقه خشکیدگی روندی کاهشی داشته است.در خصوص نیتروژن، اندازه این عنصر در درختان سالم بلوط در ابتدا و انتهای فصل رویش بیشتر از دو طبقه دیگر خشکیدگی شامل درختان سرخشکیده و خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد بود. کمترین میزان این عنصر در ابندا و انتهای فصل رویش مربوط به طبقه سرخشکیده بود (شکل۲۲).



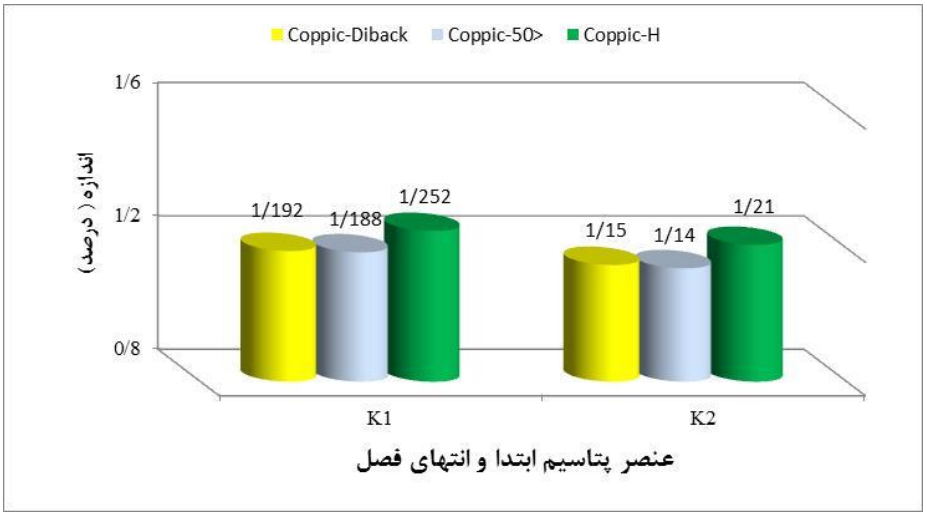
شکل۲۲- مقایسه نیتروژن در برگ درختان شاخه‌زاد در ابتدا و انتهای فصل رویش

فسفر نیز در برگ درختان سالم در ابتدا و انتهای فصل رویش (پس از سه نوبت محلول پاشی) بیشتر از دو طبقه خشکیدگی دیگر بود. در خصوص این عنصر نیز روند کاهش انباشت در برگ درختان از ابتدا به انتهای فصل رویش در طبقات مختلف خشکیدگی کاملا مشهود است (شکل۲۳).



شکل۲۳- مقایسه فسفر در برگ درختان شاخه‌زاد در ابتدا و انتهای فصل رویش

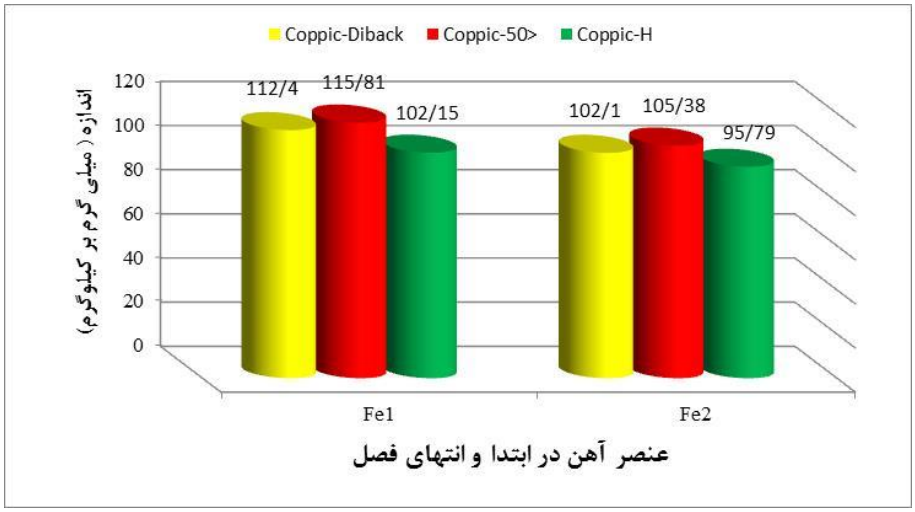
پتاسیم نسبت به دو عنصر نیتروژن و فسفر کاهش کمتری در انتهای فصل نسبت به ابتدای فصل رویش داشت. اندازه این عنصر در برگ درختان سالم و شاداب بلوط شاخه‌زاد در ابتدا و انتهای فصل رویش، از دو طبقه خشکیدگی دیگر بیشتر بود و با وجود محلول پاشی، اختلاف بین طبقات در ابتدا و انتهای فصل در پایه‌های شاخه‌زاد از روند ثابتی تبعیت نمود (شکل۲۴).



شکل۲۴- مقایسه پتاسیم در برگ درختان شاخه‌زاد در ابتدا و انتهای فصل رویش

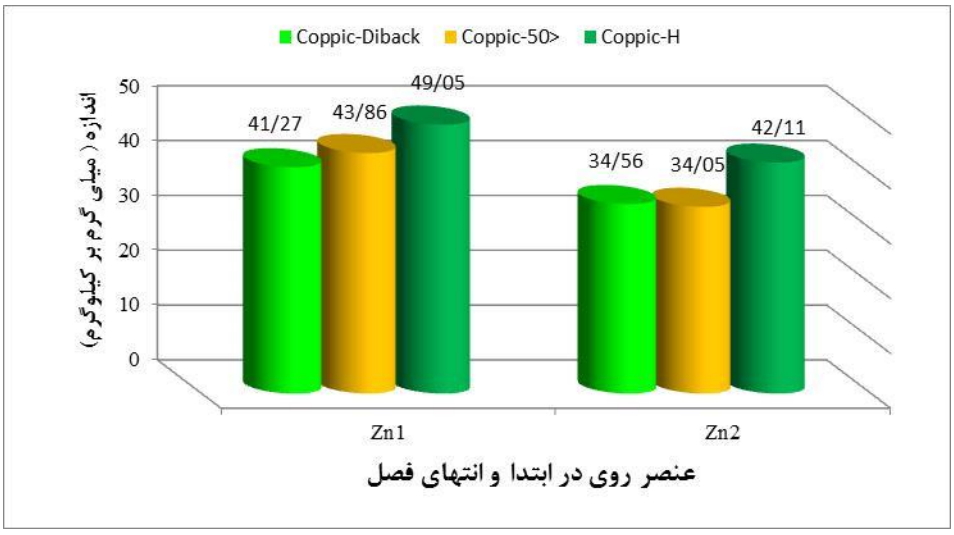
وضعیت عناصر کم مصرف در پایه‌های شاخه‌زاد در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

در میان عناصر کم مصرف مقدار آهن در ابتدا و انتهای فصل رویش در پایه‌های شاخه‌زاد شاداب بلوط کمتر از پایه‌های در معرض خشکیدگی تاج بود و اندازه این عنصر در هر سه طبقه سلامت از اول فصل به آخر فصل روندی کاهشی نشان داد (شکل۲۵).



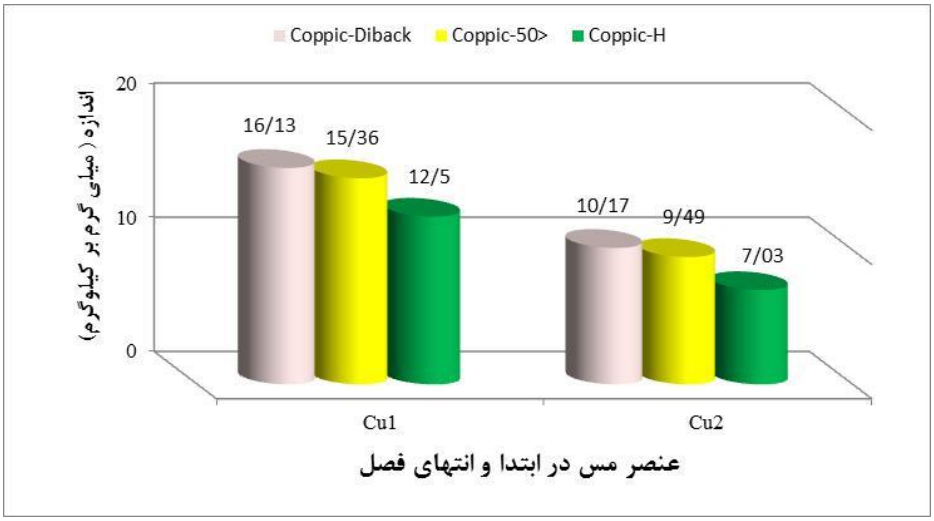
شکل۲۵- تغییرات آهن در درختان بلوط در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

بر خلاف آهن، عنصر روی در ابتدا و انتهای فصل رویش در پایه‌های شاداب بلوط شاخه‌زاد بیشتر از درختان دارای خشکیدگی تاج بود. این عنصر نیز در طبقات سلامت از ابتدا به انتهای فصل رویش در این فرم رویشی کاهش یافت (شکل۲۶)



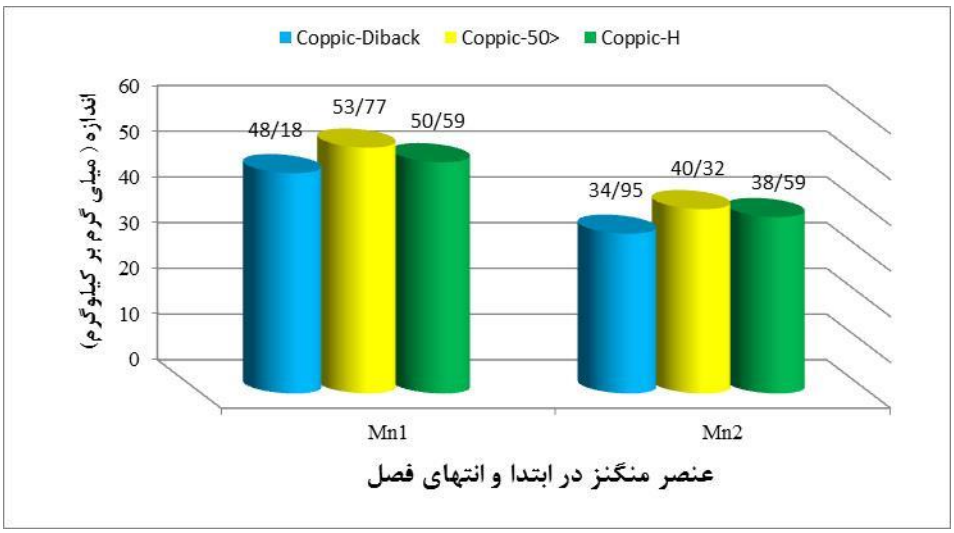
شکل۲۶- تغییرات روی در درختان بلوط در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

مس نیز در درختان شاخه‌زاد بلوط از ابتدای فصل به آخر فصل رویش در هر سه طبقه سلامت روندی کاهشی ملموس نشان داد، بطوریکه اندازه این عنصر در انتهای فصل به حدود دو سوم ابتدای فصل رسید. اندازه این عنصر نیز در درختان شاداب و سالم مقدار کمتری نسبت به دو طبقه خشکیدگی داشت (شکل۲۷).



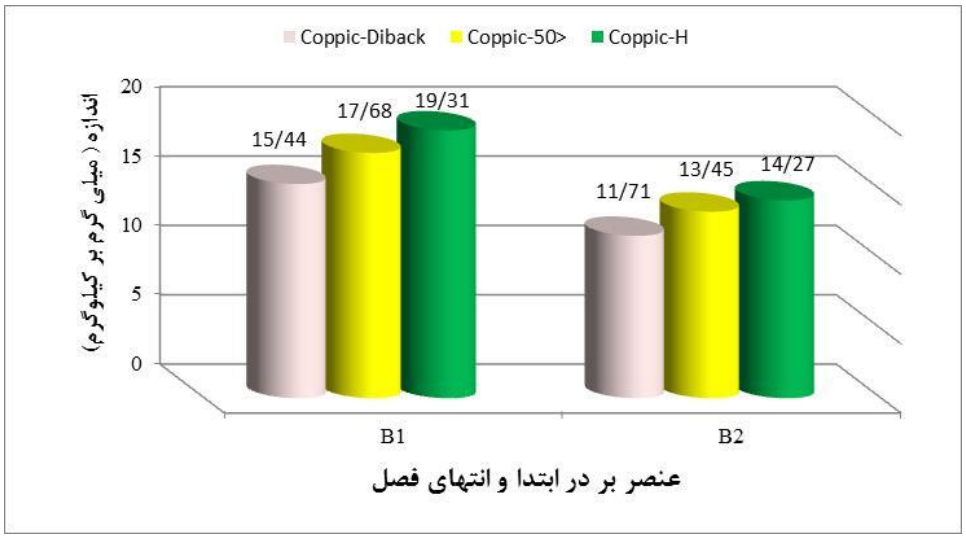
شکل۲۷- تغییرات مس در درختان بلوط در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

منگنز نیز از ابتدا به انتهای فصل رویش در درختان بلوط شاخه‌زاد در سه طبقه سلامت، روندی کاهش نشان داد، اندازه این عنصر در درختان طبقه خشکیدگی بالا (خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد) بیشترین مقدار و در درختان سالم کمترین اندازه را در ابتدا و انتهای فصل رویش داشت (شکل)



شکل۲۸- تغییرات منگنز در درختان بلوط در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

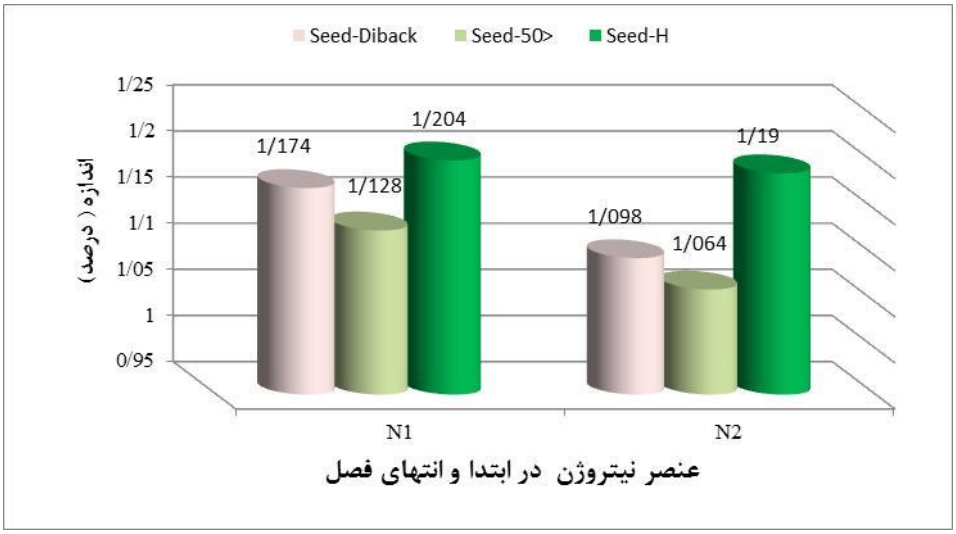
در میان عناصرکم‌مصرف، وضعیت عنصر بور متفاوت بود، بطوریکه بر خلاف سایر عناصر کم‌مصرف، اندازه این عنصر در ابتدا و انتهای فصل در درختان سالم و شاداب بلوط بیشتر از درختان دارای خشکیدگی تاج بود. روند کاهش از ابتدا به انتهای فصل در این عنصر کم‌مصرف نیز مشهود بود (شکل۲۹).



شکل۲۹- تغییرات بر در درختان بلوط در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

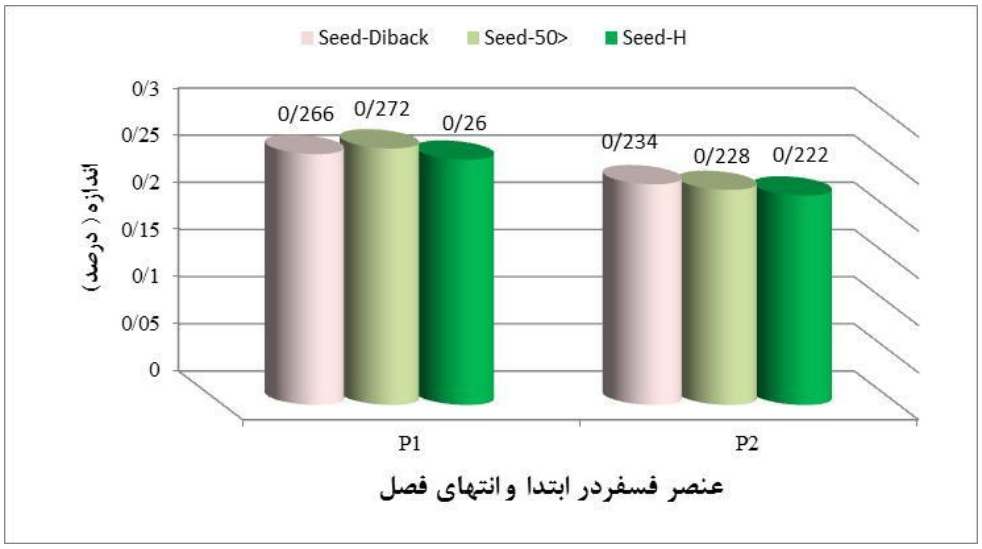
وضعیت عناصر پرمصرف در درختان تک‌پایه در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

مقایسه میانگین عناصر پرمصرف نیتروژن، پتاسیم و فسفر در درختان تک‌پایه بلوط در سه طبقه سلامت نشان داد که در دو عنصر نیتروژن و فسفر در تمامی طبقات در اول فصل مقادیر بیشتری نسبت به آخر فصل داشتند ولی پتاسیم در دو طبقه سالم و خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد در اول فصل بیشتر از آخر فصل بود ولی در طبقه سرخشکیده، اندازه این عنصر در پایان فصل بیشتر از اول فصل وجود داشت. نیتروژن در ابتدا و انتهای فصل رویش در پایه‌های شاداب مقادیر بیشتری نسبت به دو طبقه خشکیدگی داشت و کمترین مقدار این عنصر در درختان با خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد وجود داشت (شکل۳۰).



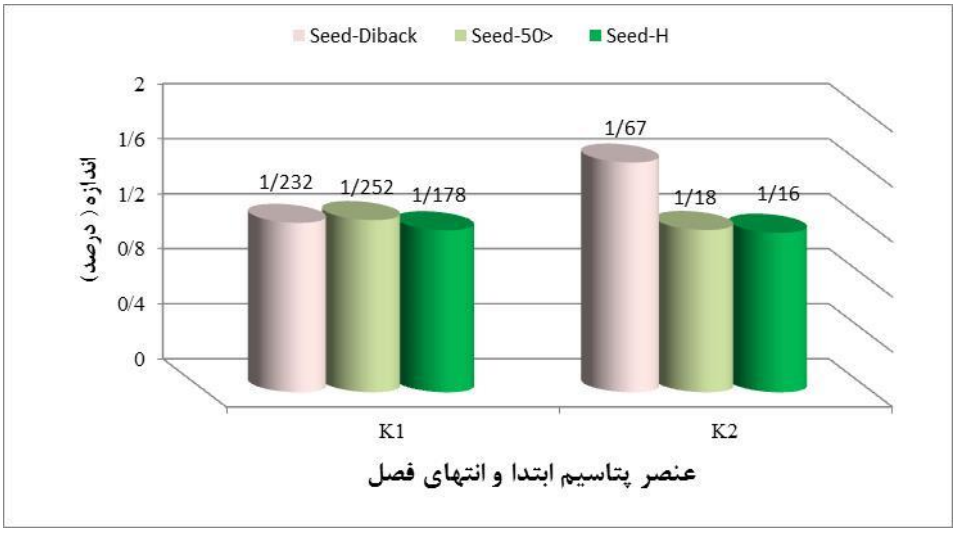
شکل۳۰- مقایسه نیتروژن در برگ درختان تک‌پایهدر ابتدا و انتهای فصل رویش

فسفر بر خلاف نیتروژن در اول و آخر فصل در درختان دارای خشکیدگی بیشتر از درختان سالم وجود داشت و بیشترین مقدار این عنصر در درختان طبقه سرخشکیده اندازه‌گیری شد (شکل۳۱).



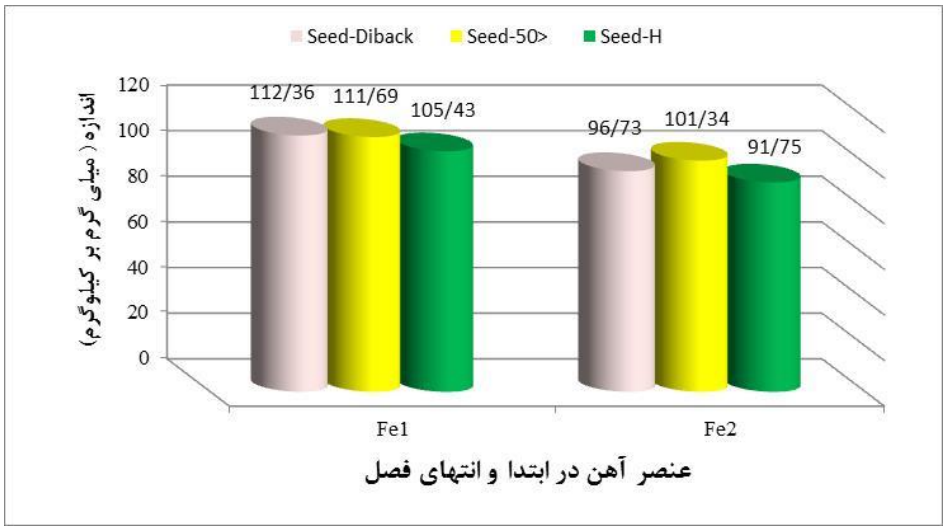
شکل۳۱- مقایسه فسفر در برگ درختان تک‌پایهدر ابتدا و انتهای فصل رویش

نوسان عنصر مهم پتاسیم نسبت به دو عنصر نیتروژن و فسفر متفاوت بود بطوریکه در درختان سالم و درختان مستقر در طبقه خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد، مقدار این عنصر از ابتدا به انتهای فصل روندی کاهشی داشت ولی در پایه‌های سرخشکیده، میزان این عنصر از اول فصل به آخر فصل افزایش قابل توجه و معنی‌داری تجربه نمود (شکل۳۲).



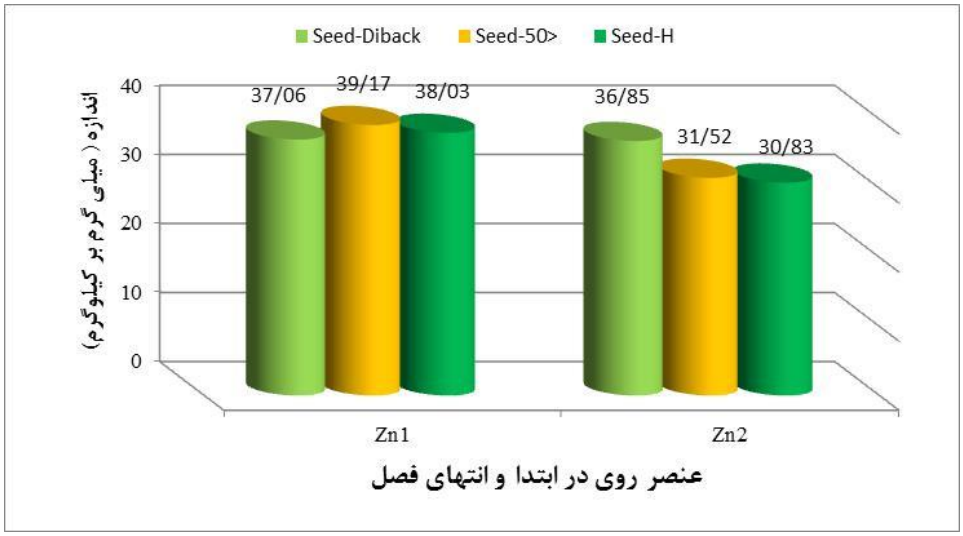
شکل۳۲- مقایسه پتاسیم در برگ درختان تک‌پایهدر ابتدا و انتهای فصل رویش

وضعیت عناصر کم مصرف در پایه‌های تک‌پایهدر طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش در میان عناصر کم‌مصرف مقدار آهن در مجموع در اول فصل بیشتر از انتهای فصل بود و اندازه این عنصر در پایه‌های شاداب کمتر از پایه‌های درحال خشکیدگی اندازه‌گیری شد (شکل۳۳).



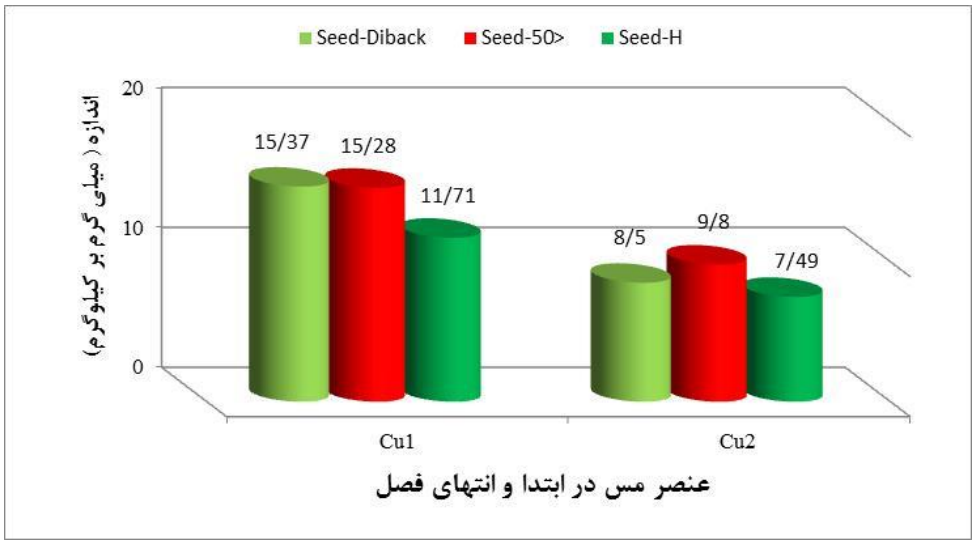
شکل۳۳- تغییرات آهن در درختان بلوط**تک‌پایه**در طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

در ارتباط با عنصر روی، روند کاهش از ابتدا به انتهای فصل در درختان بلوط در هر سه طبقه سلامت محسوس بود و مقدار این عنصر نیز مانند آهن در پایه‌های بلوط شاداب کمتر از درختان در معرض خشکیدگی در دو طبقه دیگر بود (شکل۳۴).



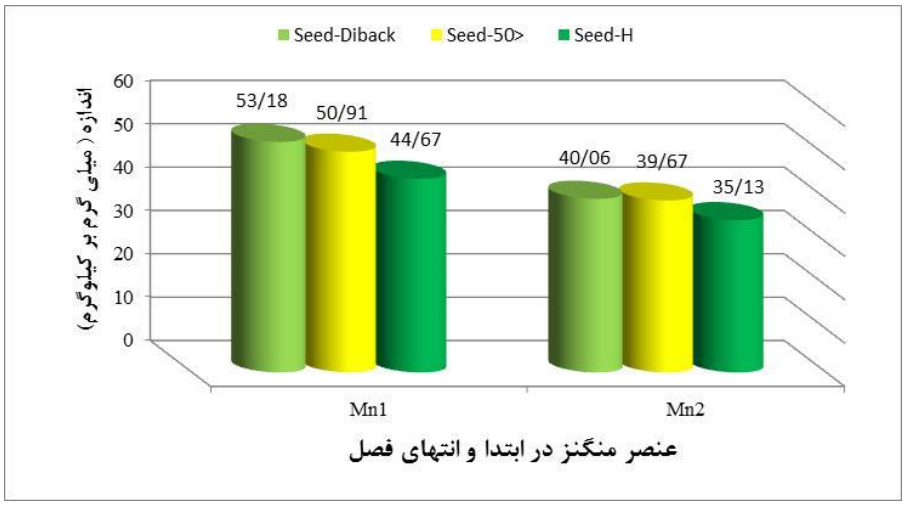
شکل۳۴- تغییرات روی در درختان بلوطتک‌پایهدر طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

مس نیز از اول به آخرفصل رویش در درختان بلوط در سه طبقه سلامت، روند کاهشی نسبتا محسوسی را تجربه نمود و حتی مقادیر این عنصر تا ۵۰ درصد از ابتدا به انتهای فصل در یکی از طبقات خشکیدگی تاج (درختان سرخشکیده) کاهش یافته است. اندازه این عنصر نیز در درختان سالم کمتر از درختان دو طبقه خشکیدگی اندازه‌گیری شده است (شکل۳۵)



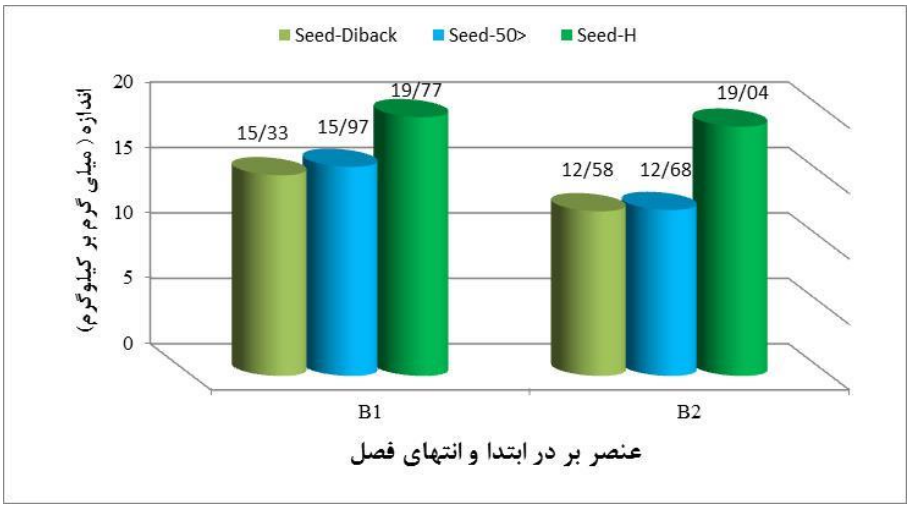
شکل۳۵- تغییرات مس در درختان بلوطتک‌پایهدر طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

منگنز نیز مانند سایر عناصر کم‌مصرف در درختان سالم بلوط تک‌پایه کمتر از دو طبقه دیگر خشکیدگی وجود داشت و این عنصر نیز با روندی محسوس از اول فصل به آخر فصل رویش کاهش نشان داد (شکل۳۶)



شکل۳۶- تغییرات منگنز در درختان بلوطتک‌پایهدر طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

در میان عناصر کم مصرف وضعیت عنصر بور کمی متفاوت بود. اندازه این عنصر در ابتدا و انتهای فصل رویش در درختان شاداب بلوط تک‌پایه بیشتر از درختان در معرض خشکیدگی اندازه‌گیری شد، روند کاهشی این عنصر از اول فصل به آخر فصل رویش در طبقات دارای خشکیدگی تاج ملموس بود ولی در درختان شاداب بلوط کاهش از ابتدا به انتهای فصل بسیار جزیی بود بطوریکه اندازه این عنصر با کمی کاهش از ۱۹/۷۷ به ۱۹/۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم رسید (شکل۳۷).



شکل۳۷- تغییرات بور در درختان بلوط تک‌پایهدر طبقات مختلف خشکیدگی در ابتدا و انتهای فصل رویش

بحث

تغییرات وضعیت کیفی درختان تک پایه و شاخه‌زاد نشان داد که در بین پانزده پایه درخت شاخه زاد بلوط فقط یک پایه از یک طبقه زوال به طبقه بالاتر انتقال یافت و در میان درختان تک پایه تنها دو درخت و در مجموع ۱۰ درصد ازکل درختان پس از عمال تیمار محلول‌پاشی وضعیت زوال آنها تشدید شد و ۹۰ درصد باقیمانده دارای وعیت سلامتیکسان بودند. به نظر می‌رسد محلول پاشی و جذب مواد غذایی از طریق شاخ و برگ توانسته توان درختان را افزایش و در طی یک سال بدون تغییر محسوس در وضعیت قبلی خود بمانند. این شرایط نقش تأمین مواد غذایی را برای حفظ بقای درختان بلوط کاملا نشان می‌دهد. محلول‌پاشی یا تغذیه برگی (foliar feeding) عبارتست از پاشش محلول‌های حاوی مواد غذایی مختلف روی شاخ و برگ-های درختان. سابقه محلول‌پاشی مواد غذایی بر روی درختان به سال ۱۹۵۰ میلادی باز می گردد (Bowen, ۱۹۶۹).

معمولا فرآیند زوال بسیار آهسته و بین دو تا ۵ سال پس از شروع استرس طول می‌کشد(Clatterbuck and Kauffman., ۲۰۰۶).در تحقیقی با هدف بررسی کیفیت رویشگاه، زوال و رویش درختان بر روی بلوط *Quercuspetraea* انجام شد، مشخص گردید که یک رابطه مستقیم بین قدرت و اندازه درختان وجود داشت، میزان رویش درختانی که در حال زوال بودند به ۵۰ درصد اندازه آن در درختان سالم رسید. میزان رویش درختان زوال یافته در طول دوره این پژوهش به میزان ۱۹/۹ درصد از توان رویش آنها کاسته شده بود (Standovar, ۱۹۹۸).

وضعیت دوایر سالیانه و اثر اقلیم و خصوصیات خاک بر درختان بلوط در معرض زوال در منطقه هلسینکی مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این تحقیق درختان در سه گروه سالم، در حال خشکیدگی و خشکیده تقسیم بندی شدند. تاثیر بارش تابستانه در افزایش رویش دوایر سالیانه در هر سه طبقه مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی خشکی زمستانه تأثیر متفاوتی بر دوایر سالیانه درختان در حال خشکیدگی و سایر

طبقات ایجاد نمود. میزان رویش درختان در حال خشکیدگی حساسیت بیشتری نسبت به میانگین دمای زمستانه ناشی از خطر بالای یخزدگی ریشه‌ها نشان داد.

محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف یک روش مفید است، به ویژه در مواقعی که ریشه توانایی لازم برای جذب عناصر غذایی ضروری مورد نیاز گیاه از خاک را ندارد (Jokar and Ronaghi., ۲۰۱۵). محلول پاشی شاخ و برگ از روش‌های بسیار موثر می‌باشد، در خصوص محلول پاشی عنصر روی، گزارش شده که این عنصر در اثر محلول پاشی به راحتی قابلیت جابجایی ندارد ولی با تکرار محلول پاشی این عنصر بر روی شاخ و برگ، کمبود گیاه مرتفع می‌شود (Swietlik,۲۰۰۲).به نظر می‌رسد تکرار محلول پاشی در اوایل، میانه و اواخر فصل رویش، نقش اصلی را در جذب احتمالی مواد غذایی ایفا نموده است و همین امر موجب افزایش توان درختان بلوط و توقف روند خشکیدگی در اکثر پایه‌ها شده است.

خشکی و کمبود مواد غذایی در خاک از دلایل مهم زوال بلوط می‌باشد (Kabrick*et al*., ۲۰۰۸).تحقیقات انجام شده در منطقه رویشی زاگرس با موضوع زوال، بر اثر توأم خشکی و کمبود مواد غذایی در درختان در حال زوال نسبت به درختان شاداب تاکید نموده است (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۴، حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۶).

مواد مغذی معدنی طی سه مرحله به برگ‌ها وارد می شوند: (۱) نفوذ از طریق دیواره‌های کوتیکول و اپیدرم (۲)جذب از روی سطح پلاسما و (۳) عبور از غشاء پلاسما و ورود به سیتوپلاسم (Swietlik and Faust., ۱۹۸۴).

تغییرات عناصر در طول فصل با وجود محلول پاشی

مقایسه میانگین عناصر کم مصرف نشان داد که اختلاف این عناصر در اول فصل با انتهای فصل رویش دارای اختلاف معنی‌دار در برگ درختان بلوط بودند. آهن در ابتدا حدود ۱۱۰ و در انتهای فصل تقریبا ۹۹ میلی-گرم بر کیلوگرم، روی در اول فصل ۴۱/۴ و در انتهای فصل حدود ۳۵ و مس در اول فصل ۱۴/۳ و در آخر

فصل ۸/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار شد. دو عنصر منگنز و بور نیز شرایط کاهش مشابهی را از اول فصل به آخر فصل نشان دادند. عناصر پرمصرف نیز همانند عناصر کم مصرف از اول فصل به آخر فصل با روندی کاهشی دارای اختلاف معنی‌دار بودند، پتاسیم در اول فصل ۱/۲۲ و در آخر فصل ۱/۱۷ درصد بود، فسفر درابتدا و انتهای فصل رویش به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۲۴ درصد و نیتروژن در ابتدای فصل ۱/۹۸ و در انتهای فصل ۱/۱۱ درصد در برگ درختان بلوط وجود داشت.

نوسانات عناصر غذایی در شرایط طبیعی در طی یک سال به عوامل مختلفی از قبیل فاکتورهای محیطی، طبیعت رویش درخت، تجمع مواد غذایی، انتقال در گیاه و آبشویی از سطح شاخ و برگ بستگی دارد. غلظت کلسیم، آهن و منگنز در بیشتر گونه‌های درختی در طی فصل رویش روندی افزایشی دارد در حالیکه نیتروژن، فسفر و پتاسیم بطور معمول کاهش می‌یابند(Turner *et al.*, ۱۹۷۷).

بر اساس یک پژوهش میزان نیتروژن در گلابی از بهار تا پاییز از ۲/۹۵ به ۲/۱۷ کاهش یافته است، پتاسیم از ۱/۹۳ به ۱/۴۹ تقلیل یافت. کلسیم از ۰/۸۷ به ۱/۶۱ افزایش نشان داده است. منیزیم نیز روند افزیشی داشته و از ۰/۳۱ به ۰/۳۶ رسید، فسفر نیز در این گونه روند کاهشی داشت بطوریکه از ۰/۳۵ به ۰/۲۳ رسید، نسبت منیزیم به پتاسیم از ۰/۹ به ۱/۶ و نسبت پتاسیم به فسفر از ۵/۵ به ۶/۵ افزایش یافت، همچنین نسبت کلسیم به فسفر از حدود ۲/۵ به ۷ در پایان ۱۸۰ روز پس از گل دهی رسید (Sanz*et al.*, ۱۹۹۷).

در تحقیق دیگری که بر روی تعداد زیادی از درختان جنگلی با هدف بررسی میزان عناصر غذایی در برگ این درختان در اوایل فصل رویش تقریبا در نیمه اردیبهشت نسبت به اواخر فصل رویش در شهریور ماه و پس از بلوغ کامل برگ‌ها انجام شد، نتایج نشان داد عنصر روی در برخی از گونه‌ها در برگ‌های جوان درصد بیشتری نسبت به برگ‌های بالغ در آخر فصل رویش داشت، مقدار کلسیم در اکثر گونه‌ها از اول فصل رویش به آخر فصل رویش افزایشی و بیشترین مقدار در برگ‌های بالغ در آخر فصل اندازه‌گیری شد. در خصوص منگنز نیز در بین درختان جنگلی روند افزایش در طی فصل رویش در برگ درختان بطور کلی مشاهده شد. مقدار فسفر در برخی از درختان در این تحقیق بین ۰/۶۲ تا ۰/۵۴ درصد در نوسان بود و در مابقی درختان

بین ۰/۴۸ تا ۰/۱۵ درصد اندازه گیری شد (McHargue & Roy.,۱۹۳۲). در تقریبا اکثر گونه‌ها مقدار فسفر در برگ‌های جوان بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد، حداکثر مقدار این عنصر در برگ‌های جوان به مقدار ۰/۶۲ درصد وجود داشت. میانگین اندازه فسفر در بین گونه های جنگلی در این تحقیق به مقدار ۰/۲ درصد در برگ‌های بلوط سیاه اندازه‌گیری شد. درصد پتاسیم در برگ‌های جوان در اوایل فصل رویش بیشترین مقدار بود و تا پایان فصل رویش به حدود ۵۰ درصد کاهش یافت. در بین گونه‌های جنگلی در این پژوهش در گونه زبان‌گنجشک مقادیر منگنز، روی و کلسیم در طی فصل رویش روندی افزایشی داشت در حالیکه پتاسیم و نیتروژن در طی فصل رویش روند کاهشی از خود نشان دادند.

در ارتباط با تغییرات اندازه عناصر در گونه‌های جنگلی تحقیقات نشان داده که در گونه گلابی وحشی (*Pyrus coronaria*) مقدار مس در طی سه مرحله اول، میانه و آخر فصل رویش به ترتیب ۰/۰۰۰۸، ۰/۰۰۰۸ و ۰/۰۰۰۹ بود، آهن در این گونه روندی افزایشی نشان داد بطوریکه از ۰/۰۱۸ در نمونه‌گیری اول فصل رویش به ۰/۰۳ در آخر فصل رویش رسید. منگنز از ۰/۰۰۲ به ۰/۰۰۳، روی از ۰/۰۰۰۷ به ۰/۰۰۲۸ رسید. کلسیم در برگ این گونه نیز در اول فصل از ۱/۲۷ به ۱/۸۴ در آخر فصل رویش افزایش یافت. میزان فسفر نیز از اول فصل رویش به آخر فصل روندی افزایشی نشان داد بطوریکه از ۰/۳۴ به ۰/۵۶ افزایش نشان داد، در مقابل پتاسیم از ۱/۷۹ به ۱/۵۴ کاهش یافت. مقدار نیتروژن از ۱/۶۲ به ۱/۲۱ در آخر فصل رویش کاهش نشان داد. در زبان گنجشک (*Fraxinus guadrangulata*) مقدار عناصر در اول فصل نسبت به آخر فصل بدین شرح بود، مس از ۰/۰۰۱۶ به ۰/۰۰۱۳، آهن از ۰/۰۲۸ به ۰/۰۲۵، روی از ۰/۰۰۱۲ به ۰/۰۰۳۴ رسید، همچنین در بین عناصر پرمصرف منگنز از ۰/۰۰۶ به ۰/۰۰۸ افزایش نشان داد، کلسیم نیز در اول فصل رویش ۰/۶۳ ولی در آخر فصل رویش به ۱/۹۸ رسید. نیتروژن از ۰/۳۸ به ۰/۱۱ درصد کاهش یافت. پتاسیم نیز از ۲/۰۴ به ۱/۲۶ رسید. در گونه نارون نیز نیتروژن از ۰/۳۸ به ۰/۱۱ کاهش یافت. پتاسیم نیزاز ۲/۰۴ به ۱/۲۶ با روند کاهشی از اوایل اول فصل رویش به آخر فصل رسید. در این گونه نیز مس از ۰/۰۰۱۶ به ۰/۰۰۰۷ کاهش یافت، آهن نیز در اول فصل ۰/۰۵۲ و در آخر فصل ۰/۰۶۸ بود، روی نیز در این گونه با روندی افزایشی ۰/۰۰۱ به ۰/۰۰۲ رسید. در میان عناصر پرمصرف در این درخت کلسیم از ۱/۴ در اول فصل

به ۲/۴۵ در آخر فصل افزایش یافت. منیزیم در این گونه در اول فصل ۰/۴۱ بود و با افزایش در آخر فصل رویش به ۰/۵۳ رسید، در مقابل فسفر با روندی کاهش از ۰/۵۹ در اول فصل رویش به ۰/۱۳ در آخر فصل رسید، پتاسیم نیز مانند این عنصر از ۲/۰۳ به ۰/۵۹ در آخر فصل کاهش یافت (McHargue & Roy., ۱۹۳۲).

بطوریکه ملاحظه می‌شود روند کاهش برخی از عناصر از اول فصل رویش به آخر فصل نظیر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، روی امری متداول است و در مقابل اندازه منگنز و کلسیم روندی افزایشی داشته است. در تحقیق حاضر تمامی عناصر کم مصرف و پر مصرف با وجود محلول پاشی در انتهای فصل نسبت به اول فصل کاهش یافته‌اند، در تحقیقات قبلی اندازه نیتروژن از حدود ۳ تا ۴ درصد به یک تا ۲ درصد کاهش یافته ولی در تحقیق حاضر از حدود ۱/۹۸ به ۱/۱۱ تقلیل یافته که با نتایج سایر تحقیقات مشابهت دارد، ولی نکته قابل توجه مقدار کم این عنصر در بافت درختان بلوط در مقایسه با سایر درختان است. فسفر نیز از حدود ۰/۳۵ تا ۰/۵۹ به ۰/۲۳ تا ۰/۱۳ تقلیل یافته ولی در این تحقیق از ۰/۲۷ به ۰/۲۴ کاهش یافته، این اعداد نشان می‌دهد که در کل مقدار فسفر در درختان بلوط تحت تیمار این پژوهش در مقایسه با سایر درختان بسیار کم بوده و محلول پاشی منجر به تامین نیاز درخت در فصل رویش شده و اندازه این عنصر با آخر فصل رویش تفاوت چندانی ندارد. پتاسیم نیز در تحقیقات قبلی از حدود ۲ درصد در اول فصل به یک تا ۰/۵ درصد کاهش یافته ولی در درختان بلوط تحت تیمار محلول پاشی مقدار آن از ۱/۲ به ۱/۱۷ تقلیل یافته، این اعداد نیز نشان می‌دهد که در اول فصل اندازه این عنصر در بلوط نسبت به سایر گونه‌های جنگلی در کل اندازه کمی بوده و محلول پاشی توانسته تا حدودی نیاز گیاه را به این عنصر ضروری که نقش مهمی در حفاظت گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی دارد محافظت نموده و اندازه باقیمانده در آخر فصل رویش نسبت به اول فصل خیلی تفاوت نداشته باشد، در صورتیکه کاهش این عنصر در فصل رویش از ابتدا به انتها در شرایط طبیعی بسیار محسوس است و در تحقیقات انجام شده حتی تا یک سوم مقدار اولیه (اول فصل) کاهش یافته است. شاید این امر به دلیل نیاز بیشتر درختان جنگلی در فصل رویش به این عنصر به دلیل مقابله با تنش‌های محیطی از جمله عدم وجود بارش در فصل رویش باشد. اختلاف نامحسوس اندازه این

عنصر از اول به آخر فصل رویش در این پژوهش حاضر می‌تواند ناشی از تامین نیاز گیاه از طریق محلول پاشی باشد.

حد کفایت کلسیم و منیزیم ۰/۵ و ۰/۲ است، حد کفایت ازت ۱/۵ درصد است و میانگین این عنصر در کل درختان بلوط کمتر است، هر چه جذب پتاسیم توسط درختان افزایش یابد میزان جذب ازت کاهش می‌یابد. حد کفایت عنصر فسفر ۰/۲ درصد است. حد کفایت پتاسیم در جدول استاوت یک درصد است. افزایش پتاسیم منجر به کاهش انتقال کلسیم و منیزیم می‌شود (دیوسالار مهاجر و عزیزی، ۱۳۹۳)

میزان عناصر غذایی نرمال در برگ بلوط بر اساس تحقیقات، فسفر ۱۸۱۰، پتاسیم ۷۹۹۰، کلسیم ۷۵۲۰ و منیزیم ۲۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام شده است(Wilson-kokes & Skousen, ۲۰۱٤).

همچنین میزان متوسط اندازه‌گیری شده عناصر ریزمغذی در برگ درخت بلوط در تابستان به ترتیب منگنز ۷۷۷/۹، آهن ۵۳/۲۹، مس ۶/۰۶، روی ۱۵/۲۱ میلی گرم بر کیلوگرم برآورد شده است (Scherzer*et al.*,۲۰۰۳).

تغییرات عناصر و ترکیبات غذایی در چند گونه جنگلی از جمله سه گونه بلوط شامل Red oak, White oakو Bur oak از اواخر بهار تا پائیز و در زمان خزان مورد بررسی قرار گرفته است، نتایج این تحقیق نشان داده که اکسید کلسیم در گونه‌های بلوط از اواخر بهار تا پائیز روندی افزایشی داشته است بطوریکه این ترکیب در بلوط قرمز از ۱/۳۹ درصد به ۲/۸۷ درصد افزایش یافته است، اکسید منیزیم (Mgo) نیز در هر سه گونه بلوط روند افزایشی داشت بطوریکه در بلوط قرمز از ۰/۶۵ به ۰/۸۳ درصد رسید. در مقابل نیتروژن در هر سه گونه روند کاهشی نشان داد و در همین گونه از ۲/۴۷ به ۱/۵۶ تقلیل یافت، در گونه بلوط سفید نیز این عنصر از ۳/۰۳ به ۲/۰۲ کاهش یافت و به طور میانگین در هر ۹ گونه درختی نیتروژن از ۲/۹۹ در اواخر بهار به ۱/۸۵ درصد در پاییز کاهش یافت. همچنین K۲oبطور متوسط در تمامی گونه‌ها از ۱/۷۹ به ۱/۱۹ درصد کاهش یافته است یا Cao با روندی افزایشی از ۱/۶۹ به ۳/۱۵ درصدرسید (Always *et al.*, ۲۰۱٦).

مقایسه اندازه عناصر بین درختان شاخه‌زاد و تک پایه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار عناصر کم مصرف آهن، روی، مس، بور و منگنز در ابتدای فصل رویش بین درختان تک‌پایه با شاخه‌زاد بلوط دارای اختلاف معنی‌دار نبود، ولی مقادیر این عناصر در درختان شاخه‌زاد بیشتر از تک‌پایه برآورد گردید. عناصر پر مصرف در ابتدای فصل رویش بین درختان بلوط با دو فرم پرورشی، با وجود تجمع بیشتر در برگ درختان تک‌پایه، از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نبودند. در این میان اختلاف نیتروژن تقریبا محسوس بود بطوریکه در درختان تک‌پایه ۱/۶۹ و در پایه‌های شاخه‌زاد ۱/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وجود داشت. در آخر فصل رویش و پس از سه نوبت محلول‌پاشی اندازه عناصر پرمصرف در درختان شاخه‌زاد بیشتر از تک‌پایه شد. نیتروژن در آخر فصل در پایه‌های شاخه‌زاد ۱/۲۳ و در درختان تک‌پایه ۱/۱۲ درصد بود که با اول فصل تفاوت داشت.

تحقیقات نشان داده که در شرایط طبیعی مقدار مواد آلی در زیر درختان بلوط دانه‌زاد زاگرس بیشتر از پایه-های شاخه‌زاد بوده (ملکی و همکاران، ۱۳۹۳). ولی شرایط در پهنه‌های دارای زوال با مناطق دیگر متفاوت است. درگیری درختان با پدیده زوال در این مناطق حکایت از وجود تنش‌های زنده و غیرزنده در این مناطق دارد. بطور معمول درختان شاخه‌زاد مواد غذایی بیشتری را نسبت به درختان تک‌پایه از خاک استخراج می‌نمایند، موضوعی که با حاصلخیزی بیشتر خاک در پای درختان دانه‌زاد نسبت به شاخه‌زاد اعلام گردید. به نظر می-رسد تجمع بیشتر عناصر کم مصرف در اوایل فصل رویش در پایه‌های شاخه‌زاد، نیاز بیشتر این درختان به این مواد باشد و اختلاف ناچیز عناصر پرمصرف در درختان تک‌پایه نیز می‌تواند در اثر دسترسی بیشتر این درختان به مواد غذایی نسبت به درختان شاخه‌زاد باشد، چون در طول زمان جذب بیشتر این مواد پرمصرف از خاک، منجر به حاصلخیزی کمتر و کاهش مواد معدنی و آلی در مقایسه با خاک درختان دانه‌زاد شده باشد.

در انتهای فصل رویش نیز اختلاف عناصر کم مصرف از نظر آماری معنی‌دار نبود، در بین این عناصر، اندازه آهن، روی و مس مانند اول فصل، در درختان شاخه‌زاد بیشتر از تک‌پایه وجود داشت، اختلاف آهن در

انتهای فصل در پایه‌های شاخه‌زاد نسبت به اول فصل بیشتر شد بطوریکه اندازه این عنصر در انتهای فصل در پایه‌های شاخه‌زاد ۱۰۱/۱ و در درختان تک‌پایه ۹۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. اختلاف روی نیز بین درختان شاخه‌زاد و تک‌پایه تقریبا مشهود بود. نکته قابل توجه اینکه در آخر فصل پس از سه نوبت محلول پاشی، مقدار بور و منگنز در برگ درختان تک‌پایه نسبت به شاخه‌زاد تجمع بیشتری داشت، در حالیکه در اول فصل مقادیر این عناصر در درختان شاخه‌زاد بیشتر از تک پایه بود.

وضعیت عناصر در درختان سالم با دو طبقه خشکیدگی

اختلاف عناصر کم مصرف شامل منگنز، روی، بور، مس و آهن در اول فصل در درختان سالم با دو طبقه زوال از نظر آماری معنی‌دار و میزان تجمع این عناصر در برگ درختان سالم بیشتر بود، عناصر پر مصرف نیز با وجود جذب بیشتر در درختان سالم، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند. در انتهای فصل در میان عناصر کم مصرف فقط اندازه بور دارای اختلاف معنی‌دار بود و به نظر می‌رسد محلول پاشی درختان درای زوال توانسته ضمن تامین نیاز این درختان در فصل رویش، اختلاف تجمع عناصر در برگ را در آخر فصل جبران و اختلاف فاحش در اول فصل را کاهش و در حد یکسان با درختان سالم و شاداب بلوط برساند. میزان عناصر پرمصرف در برگ درختان سالم و دو طبقه زوال همانند اول فصل در درختان سالم کمی بیشتر بود و این اختلاف کماکان معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد نقش عناصر ضروری کم مصرف که در فتوسنتز و سوخت و ساز درختان نقش اساسی دارند، برای کنترل زوال از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. در تحقیقات قبلی نیز اختلاف معنی‌دار تجمع عناصر کم‌مصرف در برگ درختان شاداب و سالم بلوط با درختان درگیر پدیده زوال گزارش شده بود (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۴ و حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۶).

مقایسه وضعیت عناصر در درختان سالم با دو طبقه زوال

نیتروژن در ابتدا و انتهای فصل رویش در پایه‌های شاداب تک‌پایه مقادیر بیشتری نسبت به دو طبقه خشکیدگی داشت و کمترین مقدار این عنصر در درختان با خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد وجود داشت. روند کاهشی این عنصر ضروری که نقش حیاتی را در رویش درختان ایفا می‌نماید با افزایش شدت خشکیدگی

مشاهده شد و به نظر می‌رسد کمبود این عنصر و جذب کمتر آن توسط درختان دارای زوال، از عوامل اصلی بروز این پدیده باشد. مقایسه اندازه این عنصر حتی در درختان شاداب با سایر درختان جنگلی در مجموع حکایت از کمبود جذب این عنصر در درختان بلوط مستقر در کانون خشکیدگی دارد و این امر می‌تواند ناشی از عدم حاصلخیزی خاک و یا کاهش رطوبت خاک در این مناطق باشد. برداشت تمامی تولیدات جنگل حتی تعلیف برگ‌های درختان توسط دام در اواخر فصل رویش و عدم بازگشت به خاک از یک طرف و فرسایش خاک سطحی و کوبیدگی خاک در اکثر مناطق بر اثر تردد بیش از حد دام و انسان شاید از دلایل کلی غیرحاصلخیزی خاک در این مناطق باشد.غلظت عناصر غذایی در گیاهان به عملکرد آنها در گیاه نیز بستگی دارد، نیتروژن موجب جذب بیشتر آب در گیاه شود و شاید مکانیسمی برای مقابله خشکی باشد، تحقیقات نشان داده که نیتروژن تحت تنش خشکی باعث افزایش اسید استیک ایندول می‌گردد، همچنین این عنصر غذایی باعث افزایش غلظت اسید ابسیزیک برگ نیز می‌شود، علاوه بر این استفاده از نیتروژن با افزایش سطح پرولین آزاد و کارتنوئید، باعث افزایش مقاومت به آنتی اکسیدان در برگ‌ها و در نهایت افزایش تحمل به خشکی و عملکرد درخت می‌گردد (Song *et al.*, ۲۰۱۹). همچنین تحقیقات نشان داده که تنش آبی منجر به تجمع بیشتر نیتروژن و کربن در گیاه می‌شود(Bellaloui and Mengistu., ۲۰۱۵).

نتایج یک پژوهش دیگر نشان داده که غلظت بالای نیتروژن ممکن است به تقویت آنزیم‌های متابولیزه کننده نیتروژن و افزایش پروتئین محافظت کننده مانند اسیدهای آمینه آزاد و پروتین‌های محلول نسبت داده شود، غلظت نسبتا زیاد نیتروژن ممکن است موجب افزایش تحمل به خشکی از طریق ظرفیت آنتی اکسیدان، متابولیسم نیتروژن و تنظیم اسمزی گردد (Iqbal*et al.*,۲۰۲۰).

فسفر در برگ درختان سالم تک‌پایه در ابتدا و انتهای فصل رویش (پس از سه نوبت محلول پاشی) بیشتر از دو طبقه خشکیدگی دیگر بود. در خصوص این عنصر نیز روند کاهش انباشت در برگ درختان از ابتدا به انتهای فصل رویش در طبقات مختلف خشکیدگی کاملا مشهود است. کاربرد فسفر منجر به افزایش تحمل به خشکی در بیشتر گیاهان می‌گردد (Jin *et al.*, ۲۰۰۷).فسفر اثر مثبت معنی‌داری بر زی‌توده ریشه و

افزایش ظرفیت استخراج آب از خاک دارد، همچنین استفاده از این عنصر منجر به افزایش محتوای آب در برگ، نرخ فتوسنتز خالص در شرایط تنش خشکی می‌گردد (Tariq *et al.*, ۲۰۱۷).استفاده از فسفر در نهال-های اکالیپتوس تحت تنش خشکی بر روی خصوصیات مرفولوژیک اثر گذار بود و موجب افزایش محتوای آب، ترکیبات ازت، رنگدانه کلروفیل و کاهش پراکسیداسیون چربی گردید (Tariq *et al.*, ۲۰۱۹). همانطور که ملاحظه می‌شود نقش فسفر در افزایش مقاومت به تنش بسیار پر اهمیت است و وجود بیشتر این عنصر در پایه‌های سالم به افزایش مقاومت آن در برابر تنش‌های محیطی کمک می‌نماید.

پتاسیم بر عکس نیتروژن در طبقات زوال مقادیر بیشتری نسبت به درختان تک‌پایه سالم و شاداب بلوط داشت و به نظر می‌رسد تجمع بیشتر این عنصر در ابتدا و انتهای فصل در درختان درگیر با پدیده زوال نوعی واکنش به کاهش تبعات تنش‌های محیطی باشد.در تحقیقات قبلی نیز گزارش شده که تنش خشکی باعث افزایش جذب عنصر پتاسیم در ریشه و ساقه نهال‌های بلوط گردید (سی‌سخت‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶).هر چه جذب پتاسیم توسط درختان افزایش یابد میزان جذب ازت کاهش می‌یابد (دیوسالار مهاجر و عزیزی، ۱۳۹۳).

نتایج بررسی‌های قبلی نشان داد که با افزایش سطوح خشکیدگی، میزان عناصر منیزیم، کلسیم، فسفر، آهن، پتاسیم، سدیم و ازت در برگ درختان بلوط افزایش یافت، عنصر فسفر روند کاهشی و عناصر منیزیم، کلسیم و آهن موجود در چوب روند افزایشی از شدت‌های کم خشکیدگی به سمت شدت‌های بالاتر داشت. به طور کلی می توان گفت که تغییرات افزایشی یا کاهشی در میزان عناصر چوب درختان بلوط متاثر از پدیده خشکیدگی، نوعی مکانیسم دفاعی به منظور مقاومت در برابر تنش وارده و انجام فعالیت‌های حیاتی درختان است (محمد زاده و همکاران، ۱۳۹۷).

در میان عناصر کم مصرف، مقادیر منگنز، روی، مس و آهن در درختان شاداب بلوط در ابتدا و انتهای فصل رویش کمتر از درختان دارای زوال بود ولی اندازه عنصر بور در برگ درختان شاداب تک‌پایه نسبت به دو طبقه زوال دارای اختلاف فاحش و معنی‌دار بود و اندازه این عنصر در آخر فصل رویش تا ۵۰ درصد بیشتر از دو طبقه دارای زوال شد. گزارش شده که تجمع بور در برگ‌ها به نسبت بذر در شرایط تنش خشکی بیشتر

است (Bellaloui and Mengistu., ۲۰۱۵). تحقیقات نشان داده که محلول پاشی بور و پتاسیم منجر به افزایش رویش در گیاه کتان در مقایسه با حالت شاهد شد، طول ریشه، قطر ریشه و وزن تر ریشه و افزایش خصوصیات ساقه و برگ گردید. همچنین محلول پاشی این دو عنصر منجر به افزایش رویش گیاه در شرایط تنش خشکی معادل ۶۰ درصد ظرفیت زراعی گیاه شد (Abd El-Daymen, and Faten., ۲۰۰۷).همچنین کمبود بور بطور معنی‌داری بر کاهش محصول یا کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش رویش در درختان جنگلی موثر است (Stone *et al*., ۱۹۸۲; Lehto*et al*., ۲۰۱۰, White and Krause, ۲۰۰۱). بور ممکن است باعث افزایش تعادل آب در گیاه با افزایش جذب آب در شرایط تنش خشکی گردد و افزایش جذب آب نیز منجر به بهبود هدایت روزنه‌ای و افزایش تجمع کربن نیز می‌گردد (Mottonen*et al*., ۲۰۰۱). به نظر می‌رسد وجود بیشتر این عنصر هم در بافت درختان سالم، به افزایش توانایی این درختان در مقاومت به تنش‌های محیطی کمک نموده است. کمبود عنصر بور در درختان معمولا با دوعلامت واضح مشخص می‌شود شامل پژمردگی در نقاط رویشی (نوک ریشه، جوانه، گل و برگ‌های جوان) و بدفرمی اندام‌ها (ریشه، ساقه، برگ و میوه). این نشانه‌ها می‌تواند عملکرد این عنصر را در دیوار سلول و اندام‌ها، و مشارکت در آسیب بافت‌های آوندی و ایجاد اختلال در جذب این عنصر و آب را به همراه داشته باشد. کمبود بور همچنین بر فرآیندهای متابولیک از قبیل کاهش فتوسنتز برگ‌ها، و افزایش محتوای لیگنین و فنول در درختان اثرگذار باشد. این اثرات منفی می‌تواند بر کمیت و کیفیت چوب، میوه و دیگر تولیدات کشاورزی موثر باشد (Wang *et al*., ۲۰۱۵). در مجموع در شرایط کمبود عناصر ریزمغذی فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت کاهش یافته و لذا حساسیت گیاهان به تنش های محیطی افزایش می یابد (رحیمی زاده و همکاران.، ۱۳۸۶).

در پایه‌های شاخه‌زاد نیز اندازه عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم در درختان شاداب در ابتدا و انتهای فصل بیشتر از درختان دارای زوال بود ولی اختلافات موجود بسیار جزیی و ناچیز شد، شاید این امر ناشی از حاصلخیزی کمتر خاک در پای درختان شاخه‌زاد نسبت به درختان تک‌پایه باشد و فقر بیشتر مواد غذایی در پای این درختان منجر به اختلاف کمتر تجمع عناصر در برگ درختان گردد.

وضعیت عناصر کم‌مصرف در درختان شاخه‌زاد نیز نشان داد که در مجموع اندازه عناصر آهن، منگنز و مس در درختان دارای زوال بیشتر از درختان شاداب بود ولی اندازه عنصر بور و روی در ابتدا و انتهای فصل در درختان شاداب شاخه‌زاد بیشتر از دو طبقه زوال بود، به نظر می‌رسد تجمع بیشتر این عناصر در درختان سالم به سیستم حفاظتی آنها در برابر تنش‌های محیطی کمک نماید و جذب بیشتر سایر عناصر کم‌مصرف در درختان درگیر با زوال نوعی واکنش طبیعی برای مقابله با تنش باشد.

از طرفی ممکن است اثر محلولپاشی برخی از عناصر در فصول رویشی بعدی نمایان گردد. در مواردی دیده شده که اثر محلول پاشی عناصر غذایی در فصل رویش بعدی مشخص می‌شود، به عنوان مثال محلول پاشی اوره و سولفات روی بر شاخ و برگ کاج نشان داده که رشد جست‌ها و افزایش زیتوده در فصل دوم رویش اتفاق افتاده است(Majid and Ballard., ۱۹۹۰).

تحقیقات نشان داد که غلظت عناصر در درختان از سالی به سال دیگر بستگی به عوامل اقلیمی دارد، تجمع عناصر از سالی به سال دیگر نشان داده که نیتروژن، گوگرد و کلر در شاخ و برگ بستگی به تعداد روزهای مرطوب در سال دارد، غلظت کلسیم، پتاسیم و منگنز به کل بارش در طی یک سال بستگی دارد و آهن، سدیم و آلومینیوم به میزان بارش در یک روز مرطوب وابسته است و فسفر و منیزیم به هیچ کدام از فاکتورهای اقلیمی بستگی ندارد. همچنین تغییرات فصلی عناصر غذایی در زالزالک و بلوط نشان داده که پتاسیم، کلسیم و آهن سالیانه در حال تغییر هستند ولی مقادیر نیتروژن، فسفر، منیزیم و منگنز در شاخ و برگ تقریبا ثابت می مانند. همچنین در کاج تدا مشخص شده که غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم به بیشینه و کمینه درجه حرارت بستگی دارد (Turner *et al*., ۱۹۷۷).

Abstract

The phenomenon of oak decline is one of the most important problems in the Zagros vegetation region. One of the main causes of oak tree decline islack of nutrients and differences in nutrient uptake of succulent oak trees (*Quercusbrantii*Lindl.) Compared to decaying trees. Tree nutrition can be considered as a management strategy to solve this problem and stop the decay of oak trees. Foliar spraying is one of the common methods of plant nutrition that meets the needs of the plant in a short time. The same trees and somewhat similar to the two forms (Coppice and Seedlings) were selected in the Monj area of Chaharmahal and Bakhtiari province. In each form of cultivation, Trees were divided into three levels of health (Healthy, dieback and crown drought up to ٥٠٪). Five similar trees by diameter and height were selected in each level of health. Finally, ٣٠ trees were evaluated (two forms treatment × three levels of healthy treatments × five tree). Qualitative characteristics including healthy and effects of pest and disease activity were evaluated before and after foliar spraying.In each crown direction of sample trees, ١٠ leaves were collected before and after foliar spraying. Nutrients spraying were done at full time of leaves from early June to July with an interval of ١٠ days in three shifts. The results showed that the amount of micronutrients elements in the leaves of trees at the beginning and end of the growing season was significantly different and their amount in the leaves of trees at the beginning of the season was higher than the end of the season. The amount of macronutrients such as nitrogen, potassium and phosphorus in healthy trees was more than two classes of decline trees. Among the micronutrients elements, the amount of boron in the leaves of healthy trees was more than decaying trees.Qualitative evaluation of trees showed that the progression of dieback has stopped in most of the studied trees. Feeding of decaying trees and increasing the possibility of nutrient uptake from the soil can be effective in stopping the decay of trees.

منابع

-امیراحمدی، ب.، ذوالفقاری، ر. و میرزایی قرهلر، م.، ۱۳۹۴.ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با عوامل محیطی و خصوصیات جنگل شناسی در جنگل حفاظتی دنا. بوم شناسی جنگلهای ایران، ۳(۶): ۱۹-۲۷.

-پورهاشمی، م.، جهانبازی گوجانی، ح.، حسین زاده، ج.، بردبار، س.ک.، ایرانمنش، ی و خداکرمی، ی.، ۱۳۹۶. پیشینه زوال جنگلهای بلوط زاگرس، نشریه طبیعت ایران، ۲(۱): ۳۰-۳۷.

- جهانبازی گوجانی، ح.، ایرانمنش، ی.، شیرمردی، ح.، طالبی، م.، محنت کش، ع. و حبیبی، م.، ۱۳۹۴. ارزیابی اثرات ناشی از عامل‌های اقلیمی و ریزگردها بر خشکیدگی و زوال گونه‌های جنگلی مناطق حفاظت شده محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، ۹۶ صفحه.

-جهانبازی گوجانی, حسن؛ یعقوب ایرانمنش؛ محمود طالبی و حمید مهین پور، ۱۳۹۵، پهنه بندی زوال گونه های درختی و درختچه ای در جنگل های استان چهارمحال و بختیاری، اولین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس مرکزی، شهرکرد، دانشگاه شهرکرد،https://www.civilica.com/Paper-NRSTZAGROS۰۱-NRSTZAGROS۰۱_۱۹۸.html

-جهانبازی گوجانی، ح.، ایرانمنش، ی.، طالبی، م.، شیرمردی، ح.، محنت کش، ع.، پورهاشمی، م. و حبیبی، م.، ۱۳۹۷. سنجش عناصر سنگین در برگ درختان سالم و خشکیده بلوط ایرانی در منطقه جنگلی هلن استان چهارمحال و بختیاری.، فصلنامه علمی و پژوهشی جنگل و فرآورده‌های چوب، ۷۱(۱): ۷۱-۸۱.

-حسین زاده، ج.، ۱۳۹۶. بررسی عوامل موثر بر زوال بلوط ایرانی و راهکارهای مقابله با آن در جنگلهای استان ایلام، گزارش نهایی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، ۲۹۴ صفحه.

حسینی، س.ا.، ۱۳۹۶. تغییرات نیتروژن و فسفر در درختان بلوط ایرانی و خاک توده‌های دچار خشکیدگی در ایلام. مجله علمی پژوهشی جنگل و فرآورده‌های چوب، ۷۰(۲): ۲۳۱-۲۴۰.

-حسینی، ا. و جعفری، م.، ۱۳۹۷. اثر خشکیدگی تاجی ناشی از خشکسالی بر برخی عناصر غذایی در جنگلهای بلوط ایرانی. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست،

-خوشگفتارمنش ا. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۶۲ صفحه.
-دیوسالار مهاجر، س. و عزیزی، ی.، ۱۳۹۳. اثر لورانتوس در جذب عناصر ماکرو مغذی از گونه‌های بلوط غرب در جنگل‌های ایلام. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، ۹(۱):۳۹-۴۸.

-رحیمی، ژ.، محمدی سمانی، ک.، شعبانیان، ن. و رحمانی، م.ش.، ۱۳۹۷. بررسی برخی خصوصیات شیمیایی خاک در دو توده جنگلی گلازنی‌شده و کم‌تر دست خورده در زاگرس شمالی (مطالعۀموردی: جنگل‌های حوزه بانه، استان کردستان). فصلنامه علوم و تکنولوژیمحیط زیست.

-رحیمی زاده, م؛ مدنی، ح. و حبیبی، د.، ۱۳۸۶، اثر عناصر کم مصرف آهن، روی، مس، منگنز و بور در مقاومت به تنش خشکی آفتابگردان، دهمین *کنگره علوم خاک ایران*، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران،https://www.civilica.com/Paper-SSCI۱۰-SSCI۱۰_۰۳۲.html

-سی سخت نژاد، م.، ذوالفقاری، ر. و فیاض،پ.، ۱۳۹۶. ارزیابی تحمل به خشکی نهالهای دو گونه بلوط ایرانی و ویول با استفاده از پارامترهای مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و جذب عناصر. مجله علمی پژوهشی دانشگاه الزهرا (س) زیست شناسی کاربردی، ۳۰(۲):۱۳۸-۱۵۸.

- طالبی، م.، جهانبازی گوجانی، ح.، ایرانمنش، ی.، شیرمردی، ح. ومحنت کش، ع.، ۱۳۹۴. تعیین نقش عوامل اقلیمی، خاکی و ریزگرد بر خشکیدگی و زوال گونه*Daphne mucronata* در مناطق حفاظت شده استان چهارمحال و بختیاری. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، ۶۸ صفحه.

-گل محمدی، ف.، حسن زاده ناورودی، ا.، اسلام بنیاد، ا و میرزایی، ج.، ۱۳۹۶.تأثیر برخی عوامل محیطی بر شدت خشکیدگی درختان در زاگرس میانی (مطالعه موردی: تنگه دالاب، استان ایلام)، مجله پژوهش‌های گیاهی، ۳۰(۳): ۶۴۴-۶۵۵.

-محمدزاده، م.، میرزایی، ج.، فراشیانی، م.ا. و ناجی، ح .، ۱۳۹۷. تاثیر شدت های مختلف خشکیدگی بر جذب عناصر غذایی چوب درختان بلوط ایرانی(*Quercus brantii*) . دومین همایش ملی دانش و نوآوری در صنعت چوب و کاغذ.کرج- پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، سازمان بسیج مهندسین کشاورزی و منابع طبیعی استان البرز،https://www.civilica.com/Paper-WOODCONF۰۲-WOODCONF۰۲_۰۵۱.html

-ملکی, آ، مهدوی،ع و بازگیر، م.، ۱۳۹۳، برآورد ماده آلی خاک و مقایسه آن در توده‌های دانه زاد و شاخه زاد بلوط ایرانی در جنگل های زاگرس (مطالعه موردی: تنگه دالاب، شهرستان ایلام)، دومین همایش ملی منابع طبیعی ایران با محوریت علوم جنگل، کردستان، دانشگاه کردستان، دانشکده منابع طبیعی گروه جنگل، https://www.civilica.com/Paper-NRREFS۰۲-NRREFS۰۲_۰۲۷.html

-محنت کش، ع.، جهانبازی گوجانی، ح.، فرزان، مجید و ایرانمنش، ی.، ۱۳۹۹. بررسی نقش محدودیت های خاک در زوال گونه سرو نقره ای (*Cupressus arizonica* L.) در فضای سبز جنگلی ۲۰ ساله مجتمع فولاد مبارکه. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات کاربردی خاک، ۸(۱): ۱۸۷-۱۹۸.

-Abd El-Daymen ,H.M. and Faten, H.M. I., ۲۰۰۷. Effect of potassium and boron drought tolerance of cotton plant.Arab conference of soil and water management for sustainable agricultural development.۱۰-۱۱Aapril.۱٤۱-٤٥۳.

-Always, F. j., Maki, T. E. and Methley W. J., .Composition of the leaves of some forest trees. University of Minnesota, ۸۱-۸٤.

-Arshad, M., Gerigorian, V., Nazemieh, A., Mostophi, y. and Khalighi, A., ۲۰۰٦. Investigation on effects of nitrogen and potassium spray on qualitative and quantitative characters and some effective ecological factors in bearing of Soltanigrape.Iranian Journal of Horticultural science and Technology, ۷(۳):۱۳٥-۱٤٦.

-Bellaloui, N. and Mengistu., ٢٠١٥. Effects of Boron Nutrition and Water Stress on Nitrogen Fixation, Seed δ^{15}N and δ^{13}C Dynamics, and Seed Composition in Soybean Cultivars Differing in Maturities.TheSchientific World Journal, Article ID ٤٠٧٨٧٢.١١p. https://doi.org/١٠.١١٥٥/٢٠١٥/٤٠٧٨٧٢.

-Bowen, J. ١٩٦٩.Absorption of copper, zinc, and manganese by sugarcane leaf tissue. Plant Physiology ٤٤:٢٥٥-٢٦١.

-Clatterbuck, W.K. and Kauffman, B.V., ٢٠٠٦ .Managing oak decline.Professional Hardwood Note., University of Tennessee Agricultural Extension., SP٦٧٥.٦ p.

-Cronan, C. S.;Grigal, D. F., ١٩٩٥.Use of calcium/ aluminum ratios as indicators of stress in forest ecosystems.Journal of Environmental Quality.٢٤: ٢٠٩-٢٢٦.

-Fralish, J.S., ١٩٩٤. The effect of site environment on forest productivity in the Illinois Shawnee Hills.Ecological Applications.٤: ١٣٤-١٤٣.

-Iqbal, A., Dong, Q., Wang, X.,Gui, H., Zhang, H., Zhang, X., Song, M., ٢٠٢٠. High Nitrogen Enhance Drought Tolerance in Cotton through Antioxidant Enzymatic Activities, Nitrogen Metabolism and Osmotic Adjustment. ٩, ١٧٨.

-Jin, J., Wang, G., Liu, X., Pan, X., Herbert, S. J. and Tang, C., ٢٠٠٧.Interaction Between Phosphorus Nutrition and Drought on Grain Yield, and Assimilation of Phosphorus and Nitrogen in Two Soybean Cultivars Differing in Protein Concentration in Grains. Journal of Plant Nutrition, ٢٩(٨): ١٤٣٣-١٤٤٩.

-Jokar L, Ronaghi A.,٢٠١٥. Effect of foliar application of different Fe levels and sources on growth and concentration of some nutrients in sorghum .Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, ٦ (٢) :١٦٣-١٧٤.
-Jungk, A. O. ١٩٩٦. Dynamics of nutrient movement at the soil-root interface. In: Waisel, Y., Eshel, A.; Kafkafi, U., eds. Plant roots: the hidden half. ٢nd ed. New York: Marcel Dekker: ٥٢٩-٥٥٦-Jungk, A. O. ١٩٩٦. Dynamics of nutrient movement at the soil-root interface. In: Waisel, Y., Eshel, A.; Kafkafi, U., eds. Plant roots: the hidden half. ٢nd ed. New York: Marcel Dekker: ٥٢٩-٥٥٦.

-Kabrick, J. M., Dey, D.C., Jense, R.G. a. and Wallendorf., ٢٠٠٨. The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands.Forest Ecology and Management, ٢٥٥(٥):١٤٠٩-١٤١٧ .

-Lehto, T., Ruuhola, T., and Dell, B., ٢٠١٠.Boron in forest trees and forest ecosystems.*For. Ecol. Manag.*٢٦٠, ٢٠٥٣–٢٠٦٩. doi: ١٠.١٠١٦/j.foreco.٢٠١٠.٠٩.٠٢٨.

-Majid, N.M. and Ballard, T.M., ١٩٩٠.Effects of foliar application of copper sulphate and urea on the growth of lodgepolepine.Forest Ecology and Management, ٣٧ (١-٣):١٥١-١٦٥.
- McHargue, J.S. and Roy, W.R., ١٩٣٢. Mineral and nitrogen content of the leaves of some forest trees and different times in growing season.Botanical Gazette, ٩٤:٣٨١-٣٩٣.

-Meiners, T. M., Smith, D. W., Shark, T. E. and Beck, T. E., ١٩٨٤. Soil and plant water stress in an Appalachian oak in relation to topography and stand age, Plant soil, ٨٠:١٧١-١٧٩.

-Mottonen, M., Aphalo, P.J. and Lehto, T., ٢٠٠١. Role of boron on drought resistance in Norway spruce (piceaabies) seedling. Tree Physiology, ٢١:٦٧٣-٦٨١.

-Nye, P. H.;Tinker, P. B. ١٩٧٧. Solute movement in the soil-root system. Berkeley, CA: University of California Press.

-Sanz, M., Val, J., Montanes-Millan, L., Monge, E. and Montanes, E., ١٩٩٧.Optimum nutrient values for pear trees at different times of the growing season. International Society for Horticulture science, ١٠.١٧٦٦٠/ActaHortic..٤٤٨.٢٩

-Scherzer, A. J., Long, R. P. and Rebbeck, J.,٢٠٠٣ . Foliar Nutrient Concentrations of Oak, Hickory, and Red Maple.Chapter ١٠ of Characteristics of Mixed-Oak Forest Ecosystems in Southern Ohio Prior to the Reintroduction of Fire .United statesdepartment of agriculture. ١٥٩pp.

-Song, L., Wang, Y., Pan, Y., pang, J., Zhang, X., Fan, J. and Zhang, Y., ٢٠١٩. The influence of nitrogen availability on anatomical and physiological responses of Populus alba × P. glandulosa to drought stress.BMCplant biology, ١٩,٦٣. https://doi.org/١٠.١١٨٦/s١٢٨٧٠-٠١٩-١٦٦٧-٤

-Standovar, T. and Sonogyi, Z., ١٩٩٨. Corresponding patterns of site quality, decline and tree growth in a Sessile oak stans.

-Stone, E., Hollis, C., and Barnard, E., ١٩٨٢.Boron deficiency in a Southern pine nursery.*South. J. Appl. For.*٦, ١٠٨–١١٢.

-Swietlik, D., ٢٠٠٢ . Zinc Nutrition of Fruit Trees by Foliar Sprays. ActaHorticulturae, ٤٩٤:١٢٣-١٢٩.

-Swietlik, D. and Faust, M. ١٩٨٤.Foliar nutrition of fruit crops.Horticultural Reviews ٦: ٢٨٧-٣٥٥.

-Tariq, A., Pan, K., Olatunji, O.A., Graciano,C., Li, Z., Sun, F., Sun, X., Song, D., Chen, W., Zhang, A., Wu, X., Zhang, L., Mingrui, D., Xiong, Q. and Liu, C., ٢٠١٧.Phosphorous Application Improves Drought Tolerance of *Phoebe zhennan Front Plant Science.٨:١٥٦١.*

Tariq, A., Pan, K.,Olatunji,O. A.,Graciano,C., Li,Z., Li,N., Song,D .,Sun,F., Wu,X., , Dakhil, M,A., Sun, X., Zhang, L., ٢٠١٩.Impact of Phosphorus Application on Drought Resistant Responses of Eucalyptus GrandisSeedlings.Physiol Plant,١٦٦(٤):٨٩٤-٩٠٨.

-Turner, J., Dice, S.F., Cole, D.W. and Gessel, S.P., ١٩٧٧.Variation of nutrients in forest tree foliage- A review. College of Forest Resources, University of Washington, Technical Report.

-Wang N, Yang C, Pan Z, Liu Y and Peng S., ٢٠١٥.Boron deficiency in woody plants: various responses and tolerance mechanisms.*Front. Plant Sci.* ٦:٩١٦. doi: ١٠.٣٣٨٩/fpls.٢٠١٥.٠٠٩١٦.

-Wilson-Kokes, L. and Skousen, J., ٢٠١٤. Nutrient concentration in tree leaves on brown and gray reclaimed mine soils in Virginia. Science of the Total Environment, ٤٨١: ٤١٨-٤٢٤.

-White, J., andKrause, H.,٢٠٠١.Short-term boron deficiency in a black spruce (*Piceamariana* [Mill.]BSP) plantation.*For. Ecol. Manag.*١٥٢, ٣٢٣–٣٣٠. doi: ١٠.١٠١٦/S٠٣٧٨-١١٢٧(٠٠)٠٠٦١٥-٠.