DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2013.9050

فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران

جلد ۲۲ شماره ۱، صفحه ۶۴-۵۱، (۱۳۹۳)

تعیین حد کفایت عناصر غذایی و تأثیر کودهای آلی و معدنی در بهبود وضعیت تغذیه‌ای افرای سیاه *(Acer negundo)* به‌منظور گسترش فضای سبز

شهرام بانج شفیعی[۱*]، احمد رحمانی[۲]، علی اشرف جعفری [۳] و حمیدرضا عباسی [٤]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران. پست الکترونیک: sbjschafie@rifr-ac.ir

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

۳- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

۴- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۷/۳۰

چکیده

به‌موجب ضعف غذایی درختان افرای سیاه (*Acer negundo*) موجود در باغ گیاهشناسی ملی ایران، که به‌صورت زردی برگ در این درختان ظاهر شده بود، آزمایشی سه‌ساله برای بهبود وضعیت تغذیه‌ای درختان مورد نظر انجام شد. در این تحقیق، به‌منظور تعیین عناصر غذایی از درختان شاداب و درختان غیرشاداب، از مناطق مختلف در خارج از محل طرح و درختان موجود در محل طرح نمونه‌برداری شد. تیمارهای این آزمایش شامل استفاده از کودهای آلی، معدنی و تلفیق این دو کود در سه سطح کودی به‌صورت کود آبیاری و چال‌کود بود. اجرای این طرح به‌صورت آزمایش فاکتوریل با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار ساماندهی شد. آنالیزهای آماری با کمک برنامه نرم‌افزاری SAS و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون دانکن انجام شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که مصرف کود (ازت، پتاسیم و فسفر) در هر دوسال کوددهی، عناصر غذایی مذکور را به‌استثنای فسفر در برگ، در مقایسه با شاهد افزایش داده است. شادابی درختان با توجه به‌میزان کلروفیل اندازه‌گیری شده در برگ، تابع اثرهای وضعیت تغذیه‌ای برگ قرار گرفت و با افزایش همراه بود. اما نحوه کوددهی و کودهای مصرفی بر میزان غلظت فسفر برگ اثری نشان نداد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، درحال‌حاضر می‌توان میزان حد کفایت ازت و پتاسیم در برگ افرای سیاه را به‌ترتیب به‌اندازه ۱/۹۰ و ۱/۲۰ درصد در ماده‌خشک برگ معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: افرای سیاه، جنگلکاری، نیاز غذایی، ازت، فسفر، پتاسیم.

مقدمه

تغذیه درختان غیرمثمر و جنگلی مانند درختان باغی و یا گیاهان کشاورزی دارای اهمیت است. البته اهمیت آن در کشورهای پیشرفته که کوددهی درختان غیرمثمر از دیرزمان رواج داشته، متداول بوده است. حفظ سلامتی و شادابی این درختان، برای تأمین فضای سبز در کلان شهرهایی مانند تهران از ضروریات است. اهمیت این موضوع ازآنجا نمایان می‌شود که سرانه فضای سبز در شهر تهران، فقط حدود نه مترمربع است و حال آنکه براساس استاندارد جهانی، این مقدار در کشورهای توسعه‌یافته معادل ۲۰ تا ۲۵ مترمربع است (Anonymous, 2011). به‌عبارت‌دیگر، سهم سرانه فضای سبز برای هر نفر در تهران کمتر از نصف استاندارد جهانی است. اصلاح وضعیت تغذیه‌ای، یکی از راهکارهای لازم برای افزایش و سالم نگهداشتن فضای سبز است.

Archive of SID

www.SID.ir

مسأله دیگر در ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای درختان غیرمثمر، تعیین حدکفایت و یا میزان غلظت بحرانی است که می‌توان به‌کمک آن نسبت به تحلیل وضعیت تغذیه گیاه داوری کرد. تهیه و ارزیابی این اعداد، به‌دلیل تفاوت اقلیمی مناطق مختلف، نوع درخت، نیاز متفاوت هر درخت به عناصرغذایی، محدودیت‌هایی را در این خصوص ایجاد می‌کند. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای از دو راه میسر است: اول اینکه این قضاوت براساس اعدادی که از اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی برگ توسط پژوهشگران و صاحب نظران علم تغذیه ارائه شده است، انجام گیرد و دوم اینکه با تعیین غلظت عناصر غذایی در برگ گیاهان سالم و مقایسه آن با برگ درختان دارای کمبود، نسبت به تهیه اعداد، اقدام شود. البته دشواری راه اول این است که اولاً اعداد ارائه شده بیشتر تابع شرایط اقلیمی منطقه و نوع درخت قرار می‌گیرد و ثانیاً اینکه برای تمامی گیاهان به‌ویژه درختان جنگلی یا غیرمثمر، دسترسی به این اعداد مانند گیاهان زراعی و درختان باغی به‌آسانی میسر نیست و یا اینکه چنین اعدادی به‌ویژه برای گونه‌های بومی ایران اصلاً وجود ندارد. سرانجام راه آخر برای تشخیص کمبود تغذیه‌ای، به‌صورت مشاهده و از طریق چشمی خواهد بود. البته امکان چنین تشخیصی نیاز به تجربه فراوان دارد و زمانی حاصل می‌شود که کمبود مربوطه بسیار پیشرفته باشد.

متأسفانه در داخل کشور تاکنون تحقیق‌های جامعی در ارتباط با کوددهی و مشکلات تغذیه‌ای درختان غیرمثمر انجام نگرفته است. در خارج از کشور، در آزمایش‌هایی که توسط مرکز تحقیقاتیِ کالی و زالس در آلمان انجام گرفته است، به اهمیت تغذیه‌ایِ درختان با عناصر منیزیم و همچنین پتاسیم پرداخته می‌شود. در این تحقیق‌ها نشان داده شد که درختان پس از تغذیه با این عناصر، دوباره به شادابی اولیه خود برگشته‌اند (Anonymous, 1984; 1986). اثر کمبود آهن و وجود مقادیر زیاد کلسیم که کمبود منیزیم در برخی درختان غیرمثمر را به‌دنبال داشته، توسط Bergmann (۱۹۸۶) نشان داده شده است. همچنین در بخش دیگری از تحقیق‌های فوق، به اثر کمبود آهن در این درختان نیز پرداخته شده است. Finck (۱۹۹۱ و ۱۹۹۲) نیز به اهمیت تغذیه درختان جنگلی با عناصر پتاسیم، منیزیم و کلسیم، به‌ویژه در خاک‌های سبک اشاره می‌کند. نیاز کودی درخت افرا به موادغذایی براساس Fiedler و همکاران (۱۹۷۳) و RÖber و Schaller (۱۹۸۵) مانند راش، متوسط تا زیاد ذکر شده است.

طبق نظر RÖber و Schaller (۱۹۸۵)، کوددهی برای غیرسوزنی‌برگان، زمانی ضروریست که رشد سالانه شاخه‌ها کمتر از ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر باشد. در چنین حالتی، مقدار کود لازم با اندازه‌گیری قطر تنه درخت در ارتفاع حدود ۱/۲۰ متر مشخص می‌شود و آن به‌این‌صورت است که اگر قطر تنه در این ارتفاع بیش از ۷/۵ سانتی‌متر باشد، به‌ازای هر ۲/۵ سانتی‌متر، دو کیلوگرم کود استفاده می‌شود و اگر قطر تنه کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر باشد، مقدار کود لازم به‌ازای هر ۲/۵ سانتی‌متر، به ۱/۵–۱ کیلوگرم برای هر درخت کاهش پیدا می‌کند.

در ایران نیز از تحقیق‌های Samar (۱۹۹۸) با فرض و هدف این‌که کوددهی به‌صورت چال‌کود همواره بر کوددهی به‌روش سطحی برتری دارد، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که دادن کود آهن (سولفات آهن) همراه با گوگرد و کود دامی به‌صورت چالکود در چاله‌هایی به‌قطر ۵۰ و عمق ۴۰ سانتی متر در محل سایه‌انداز درخت در مقایسه با روش سطحی، موجب بهبود رشد ریشه با برطرف‌کردن زردبرگی ناشی از کمبود آهن در درختان می‌شود.

فرضیه انجام پژوهش پیش‌رو بر این مبنا است که اصلاح روش کوددهی، قابلیت بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاهان را به دنبال دارد و دیگر اینکه درصورت لزوم، احیاناً می‌تواند در شرایطی مشابه به شرایط اجرای طرح، کاربرد داشته باشد. بنابراین این پژوهش با اهداف زیر انجام شد:

– اعمال مناسب‌ترین روش کوددهی برای برطرف‌کردن کمبودهای تغذیه‌ای درختان مورد نظر پس از نمونه‌برداری از برگ و مقایسه میزان عناصرغذایی به‌دست‌آمده با برگ‌های سالم (بدون کمبود) و اعداد استاندارد

– دست‌یابی به بهترین نوع کود و مقدار کود لازم به‌

Archive of SID

www.SID.ir

منظور بهبود شرایط رویشی درختان افرای سیاه در راستای ممانعت از پیش‌روی صدمات مربوطه

– درصورت موفق بودن اجرای طرح، بررسی چگونگی امکان گسترش آن به سایر نقاط مشابه

مواد و روش‌ها

عملیات اجرایی این تحقیق، از اوایل سال ۸۸ در باغ گیاهشناسی ملی ایران، با وسعتی در حد ۱۵۰ هکتار و با ارتفاعی معادل ۱۳۲۰ متر از سطح دریا که در کیلومتر ۱۶ بزرگراه تهران–کرج واقع شده است، آغاز شد. وسعت منطقه اجرای طرح در باغ، در قطعه‌ای معروف به قطعه تفرجگاهی، با وسعت حدود ۱۰ هکتار با درختانی بین ۹ تا ۱۲ سال بود. پیش از تعیین سطوح کودی لازم، نمونه‌برداری از عمق ۰تا۵۰ و ۵۰ تا۱۰۰ با حفر دو پروفیل خاک و از برگ درختان محل طرح که پیش‌تر مورد کوددهی واقع نشده بود، به‌عمل آمد. پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها برای تعیین خصوصیات موردنظر به آزمایشگاه خاک مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور منتقل شدند. نتایج این بررسی اولیه به‌شرح جدول ۱ است. نتایج این پیش آزمایش نشان داد که خاک ازنظر دارا بودن ازت، فسفر و پتاسیم، حداقل در لایه‌های عمیق‌تر یعنی ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری که باید طبق نظر پژوهشگران دیگر (Amberger, 1996; Tisdale *et al.*, 1993; Baruah & Barthakur, 1997) به‌علت حضور فعال‌تر ریشه، غنی از موادغذایی باشد، دچار کمبود است.

جدول ۱– مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح

شماره پروفیل	عمق خاک (سانتی‌متر)	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	اشباع خاک٪	ازت کل٪	فسفر قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم)	منیزیوم قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم)	کلسیم قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم)	آهک کل٪	درصد کاتیون‌های تبادلی (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)	بافت خاک (٪)		
												شن	لای	رس
۱	۰–۵۰	۷/۹	۱/۷	۲۶/۳	۰/۰۱	۱۰	۳۳۵/۸	۸۶۴	۱۰۸۰۰	۲/۲	۱۰/۵	۷۷/۶	۲/۴	۲۰/۰
	۵۰–۱۰۰	۸/۰	۱/۴	۲۴/۳	۰/۰۱	۲	۱۳۴/۲	۱۷۳۰	۱۳۶۸۰	۳/۹	۱۱/۷	۸۱/۶	۰/۴	۱۸/۰
۲	۰–۵۰	۸/۰	۲/۰	۳۰/۴	۰/۰۳	۶	۵۵۶/۵	۱۷۲۸	۷۹۲۰	۳/۲	۱۳/۹	۵۵/۶	۱۸/۴	۲۶/۰
	۵۰–۱۰۰	۷/۹	۲/۸	۲۹/۳	۰/۰۱	۴	۱۶۴/۱	۲۵۹۲	۲۳۷۶۰	۸/۹	۱۳/۲	۵۹/۶	۱۸/۴	۲۲/۰

با توجه به‌اینکه این تحقیق فقط برای بهبود شرایط تغذیه ای گیاه انجام شده بود، ضروری بود تا برای تعیین زمان آبیاری، منحنی رطوبت خاک‌ها (تا فشار ۱۵ آتمسفر) توسط دستگاه صفحه‌فشار مشخص شود تا با کمک این منحنی و نصب تانسیومتر در عمق ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک، از بروز تنش خشکی درختان در طول دوره رویش جلوگیری کرده و آبیاری از ظرفیت زراعی خاک، تجاوز نکند تا از آبشویی احتمالی مواد غذایی (کود) ممانعت شود. برای تعیین نیاز کودی و وضعیت تغذیه‌ای درختان در سال اول و پیش از هرگونه کوددهی، به‌موازات نمونه‌برداری از خاک، از برگ ده درخت از قسمت‌های مرکزی تاج نمونه‌برداری به‌عمل آمد. نمونه‌های فوق از درختانی با نشانه‌های کمبود و بدون نشانه کمبود تهیه شدند. به‌منظور شناسه‌دارکردن درختان به‌این‌که کدام درخت متعلق به‌چه تیمار کودی خواهد بود، لازم بود پیش از نمونه‌برداری، درختان به‌طور تصادفی کُدگذاری (شمارگذاری) شوند. زمان تهیه نمونه برگ از درختان،

Archive of SID

www.SID.ir

اواسط مردادماه بود. نمونه‌های تهیه‌شده پس از انتقال به آزمایشگاه، بلافاصله با آب معمولی و با آب‌مقطر شسته و برای خشک‌شدن در پاکت‌های کاغذی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند. پس از این مرحله، اقدام به آسیاب‌کردن نمونه‌ها به‌کمک دستگاه آسیاب‌برقی شد. نمونه های تهیه‌شده تا زمان تجزیه، در داخل قوطی‌های پلاستیکی نگهداری شدند.

ازآنجایی‌که تا به‌حال تحقیق منسجمی در کشور برای به‌دست آوردن میزان حد کفایت عناصر غذایی در برگ درخت جنگلی و غیرمثمر *Acer negundo* انجام نگرفته، بنابراین در این تحقیق از اعداد Bergmann (۱۹۸۶) و انجام همزمان تجزیه شیمیاییِ برگ درختانی که در ظاهر بدون علائم کمبود بودند، برای دست‌یابی به اعداد استاندارد یا حدکفایت استفاده شد.

روش‌های کوددهی

کودهای مصرفی در این طرح به دوصورت ۱) کود-آبیاری و ۲) به‌طریق چال‌کود مصرف شدند. در روش اول پس از نصب شبکه آبیاری قطره‌ای و اتصال شبکه به‌منبع همان تیمار کود، عملیات کوددهی ازطریق نصب شش عدد قطره‌چکان برای هر درخت انجام شد. به‌منظور امکان تماس بیشتر ریشه با آب، هر قطره‌چکان با لوله‌های ماکارونی به‌قطر مفید سه میلی‌متر و با طول حدود ۳۰ سانتی‌متر در عمق خاک قرار گرفت. در کوددهی به‌طریق چال‌کود پیش از دادن کود، در اطراف سایه‌انداز هر درخت، دو چاله به عمق و طول تقریبی ۶۰ تا ۷۰ و عرض ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر حفر شد و سپس کود به درون چاله‌ها تزریق و درنهایت خاک-پوش شد. کودهایی که در این تحقیق استفاده شدند شامل کودمعدنی (in.=inorganic fertilizer)، کود آلی (of=organic fertilizer) و تلفیق این دو نوع کود بود (in.+of) که در ابتدای فصل رشد در اواخر بهمن‌ماه به صورت یک‌باره به‌درختان داده شد.

با توجه و تأکید بر آزمایش‌های انجام‌شده مربوط به گیاه، مصرف کودهای میکرو یا ریزمغذی‌ها برای درختان ضروری نبود و کودهای مصرف‌شده الزاماً از نوع ماکرو یا درشت‌مغذی بودند. ازاین‌نظر برای تأمین ازت گیاه در تیمار کود معدنی از سولفات آمونیوم حاوی ۲۱٪ N، برای تأمین نیاز فسفر در سال اول از فسفات تریپل با ۴۶٪ P_2O_5 و در سال دوم از بیوفسفات طلایی با ۱۷٪ P_2O_5 (محصول شرکت شیمیایی زنجان) و برای پتاسیم از سولفات پتاسیم دارای ۵۰٪ K_2O استفاده شد. نوع و مقادیر کودهای مصرف‌شده عبارت بودند از:

– کود شیمیایی یا معدنی در سه سطح یک، دو و سه به‌شرح:

in.1 (N1P1K1), **in.2** (N2P2K2), **in.3** (N3P3K3): (N1= 50 kg N/ha, N2=100 kgN/ha, N3=150 kg N/ha)
(P1= 30 kg P_2O_5/ha, P2= 60 kg P_2O_5/ha, P3= 90 kg P_2O_5/ha);
(K1= 50 kg K_2O/ha, K2= 100 kg K_2O_5/ha, K3= 150 kg K_2O_5/ha)

– کود آلی در سه سطح یک، دو و سه به‌شرح:

of1=10t/ha, of2=20 t/ha, of3=30 t/ha

کودهای آلی از نوع کود گاوی پوسیده بود.

– مصرف تلفیقیِ حاصل از اختلاط هر دو نوع کود معدنی و آلی به‌مقدار نصف اولیه در سه سطح یک، دو و سه به‌شرح:

in.1+of.1; in.2+of.2; in.3+of.3

– تیمار شاهد (بدون مصرف هرگونه کود)

از آنجایی‌که از طرفی لایه‌های پایینی خاک محل اجرای تحقیق، براساس آزمایش‌های خاک‌شناسی به‌ویژه در عمق ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری ازنظر عناصرغذایی قابل‌دسترس، فقیر بوده و از طرفی‌دیگر با توجه به‌این‌که مصرف گوگرد بر کاهش اسیدیته خاک و به‌دنبال آن بر افزایش احتمالی فسفر قابل‌جذب گیاه تأثیر می‌گذارد، بنابراین تیمارهای کودی این پژوهش، در دو شرایط مصرف باگوگرد (از نوع عنصری) و بدون‌گوگرد مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارهای این طرح ازنظر آماری به‌صورت آزمایش فاکتوریل با طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار بودند. تجزیه آماری داده‌ها با

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن انجام شد.

به‌هنگام انجام آنالیز آماری بر روی تیمارها، اگرچه تمامی تیمارهای طرح در انجام آنالیز دخالت داده شدند، اما از آنجایی‌که تیمارهای مصرف گوگرد با تیمارهای بدون مصرف گوگرد در مقایسه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند، در شکل‌ها فقط میانگین تیمارهای مذکور (در دو حالت باگوگرد و بدون مصرف گوگرد) نشان داده می‌شوند. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در این بررسی به روش‌های زیر و به‌شرح Rowell (۱۹۹۴) انجام شد.

ماده‌آلی به‌روش والکی و بلاک؛ ازت به‌روش کجلدال؛ فسفر قابل‌جذب به‌روش السن و خواندن با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم قابل‌جذب به‌روش عصاره‌گیری با محلول استات آمونیوم و خواندن با دستگاه فلیم‌فتومتر (ELE)؛ گنجایش ظرفیت تبادلی خاک به‌روش استات‌سدیم؛ کلسیم ومنیزیوم قابل‌جذب به‌روش تیترومتری با محلول EDTA؛ وزن مخصوص ظاهری به‌روش کلوخه؛ عناصر ریز مغذی قابل‌دسترس به‌روش عصاره‌گیری با محلول DTPA و سپس خواندن عناصر استخراج‌شده شامل آهن، روی، منگنز و مس به‌کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند.

در گیاه، ازت به‌روش کجلدال؛ بقیه عناصرغذایی به‌روش تهیه خاکستر و عصاره‌گیری با اسیدنیتریک غلیظ و قرائت فسفر، پتاسیم و عناصر میکرو به‌ترتیب با دستگاه فلیم‌فتومتر، اسپکتروفتومتر و دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. کلروفیل برگ نیز به‌کمک دستگاه کلروفیل‌سنج Hansatech مدل CL-01 در زمان نمونه‌برداری برگ اندازه‌گیری شد.

لازم به‌ذکر است که آزمایش مربوط به تعیین منحنی رطوبتی خاک و تعیین مقدار بُر قابل دسترسِ خاک در مؤسسه تحقیقات خاک و آب و عناصر ریزمغذی در آزمایشگاه بخش تحقیقات جنگل مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شد.

نتایج

طبق نتایج آزمایش‌های برگ مشخص شد که درختان از بابت عناصر ماکرو یعنی سه عنصر اصلی ازت، فسفر و پتاسیم دچار کمبود هستند اما از بابت عناصر میکرو یا ریزمغذی‌ها کمبودی در درختان وجود ندارد و اعداد اندازه گیری شده در داخل محدوده استاندارد Bergmann (۱۹۸۶) قرار می‌گیرند.

اثر کودهای مصرفی بر مقدار ازت برگ

شکل ۱ تغییرات میزان ازت برگ را پیش از کوددهی (سال ۱۳۸۸) و زمان بعد از کوددهی (سال ۱۳۸۹) در مقایسه با یکدیگر و در مقایسه با متوسط استاندارد Bergmann (۱۹۸۶)، چنان‌چه میزان حد متوسط کفایت ازت ۱/۹٪ درنظر گرفته شود، نشان می‌دهد. از این نمودار می‌توان چنین نتیجه گرفت که اولاً پیش از کوددهی در سال ۸۸، ازت غالب درختان نمونه‌برداری‌شده در پایین حد کفایت استاندارد قرار داشته و ثانیاً این‌که دادن کود ازت، به وضوح افزایش میزان غلظت ازت برگ را طی دو سال کوددهی به‌دنبال داشته است (شکل ۱). با ادامه کوددهی در سال بعد یعنی سال ۹۰، میزان ازت برگ نیز در تمامی تیمار های کودی در مقایسه با تیمار شاهد (درختانی که در طول دوره اجرای طرح به‌آنها هیچ‌گونه کودی داده نشد)، دارای افزایش معنی‌دار بود به‌طوری‌که این افزایش نسبت به سال اول کوددهی (۱۳۸۹) نیز با بهبود و اصلاح همراه شد (جدول ۲ و شکل ۲).

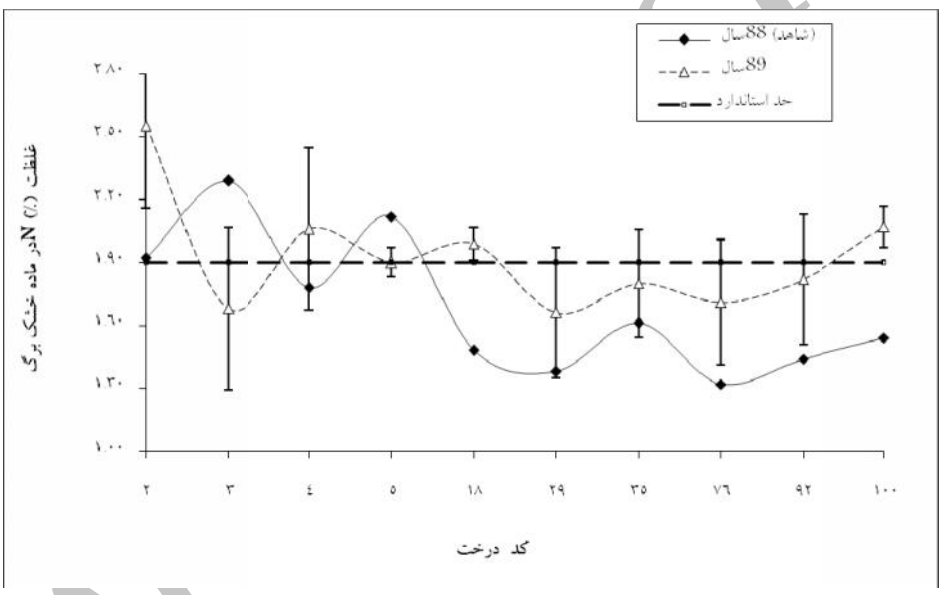
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه مرکب (اثر تیمار× سال) بر میزان درختان افرای سیاه طی دوسال کوددهی

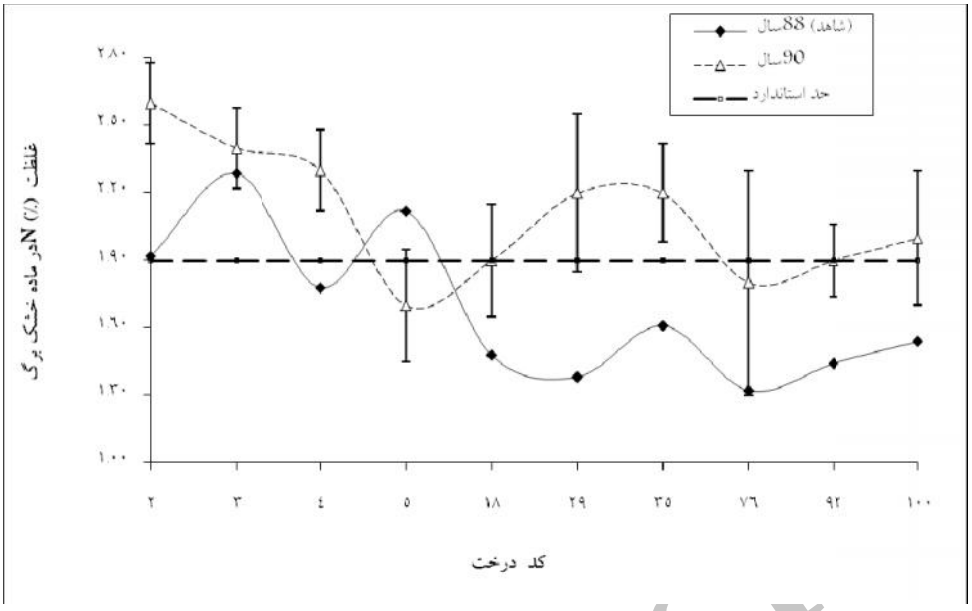
منابع تغییرات	درجه آزادی	ازت برگ		کلروفیل برگ		میزان پتاسیم برگ	
		میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F
سال	۱	۲/۷۷	۴۴/۴۱**	۱۹۵/۶۰	۶۱/۹۳**	۱۰/۳۲	۷۹/۱۸**
خطای ۱	۶	۰/۰۶	۱/۲۳	۱/۲۷	۰/۷۰	۰/۰۵	۰/۴۹
تیمار	۱۲	۰/۴۷	۹/۳۴**	۸/۲۲	۴/۵۶**	۰/۳۴	۳/۱۹*
تیمار× سال	۱۲	۰/۰۶	۱/۲۴ ns	۳/۱۶	۱/۷۵ ns	۰/۱۳	۱/۲۳ ns
خطای ۲	۱۶۸	۰/۰۵		۱/۸۰		۰/۱۱	

**معنی‌دار در سطح یک درصد خطا؛ *معنی‌دار در سطح پنج درصد خطا، ns غیرمعنی‌دار



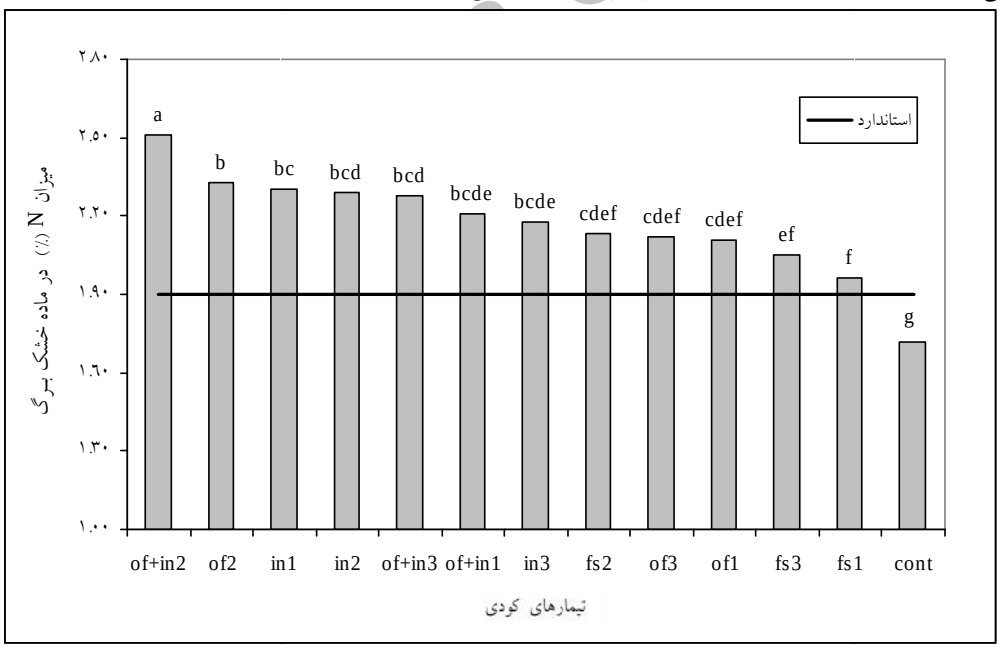
شکل ۱- تغییرات میزان غلظت ازت (N) بر حسب درصد در ماده خشک برگ در زمان بعد از کوددهی در سال اول (سال ۸۹) و در شاهد (سال ۸۸) در پایه‌های انتخاب‌شده همراه با انحراف معیار همان تیمار و مقایسه آن با حد متوسط استاندارد طبق (Bergmann, 1986)

www.SID.ir



شکل ۲- تغییرات میزان غلظت ازت (N) بر حسب درصد در ماده خشک برگ در زمان بعد از کوددهی در سال دوم (سال ۹۰) و در شاهد (سال ۸۸) در پایه‌های انتخاب‌شده همراه با انحراف معیار همان تیمار و مقایسه آن با حد متوسط استاندارد طبق (Bergmann, 1986)

مقایسه میانگین میزان ازت برگ طی دوسال کوددهی نشان داد که مقدار ازت در تیمار شاهد با داشتن ۱/۷۲٪ ازت در پایین ترین سطح معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای دیگر قرار دارد (شکل ۳).

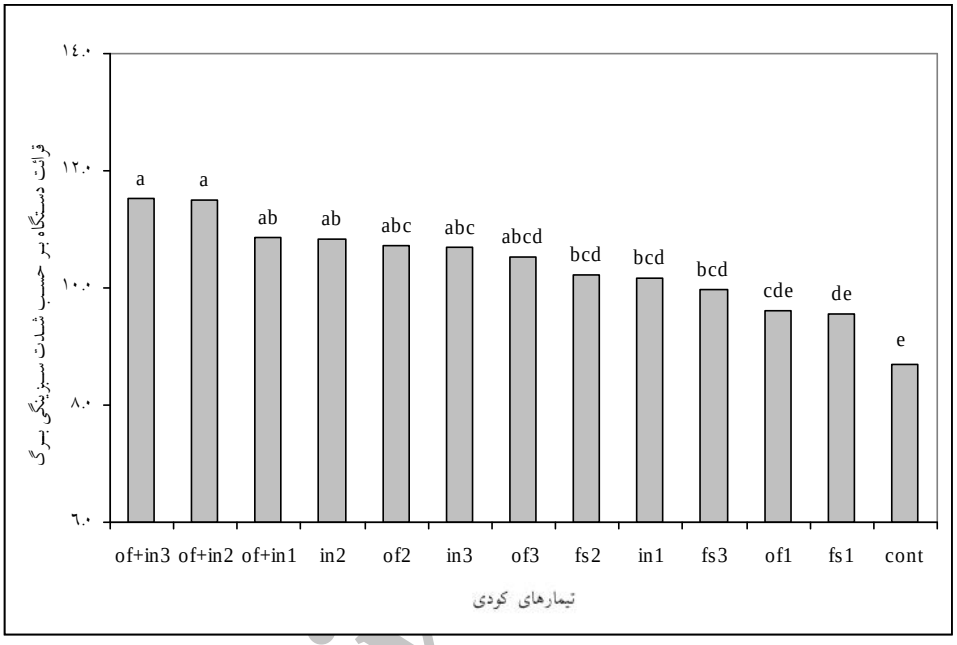


شکل ۳- مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر کود ازت طی دو سال کوددهی در تیمارهای مختلف بر میزان ازت ماده خشک برگ با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد (حروف مشترک به‌معنای غیرمعنی‌دار بودن اختلاف‌ها است).

www.SID.ir

اثر کودهای مصرفی با تأکید اثر ازت بر مقدار کلروفیل برگ

تجزیه واریانس اثرهای سال بر روی مقدار کلروفیل برگ، مؤید آن است که بین سال‌های کوددهی و تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد، اما اثر توأم تیمار و سال باهم معنی‌دار نیست (جدول ۲). میانگین اعداد دو سال در مورد وضعیت کلروفیل برگ نشان داد که بالاترین قرائت کلروفیل برحسب شدت سبزینگی برگ، مجدداً بیشتر برای تیمارهای اختلاط کود معدنی و آلی است. سطوح بالای اختلاط این دو کود با ۱۱/۵۴ و ۱۱/۵۱ بالاترین عدد قرائت را به‌دنبال داشت (شکل ۴). کمترین قرائت به‌مقدار ۸/۶۹ مربوط به تیمار شاهد بود.



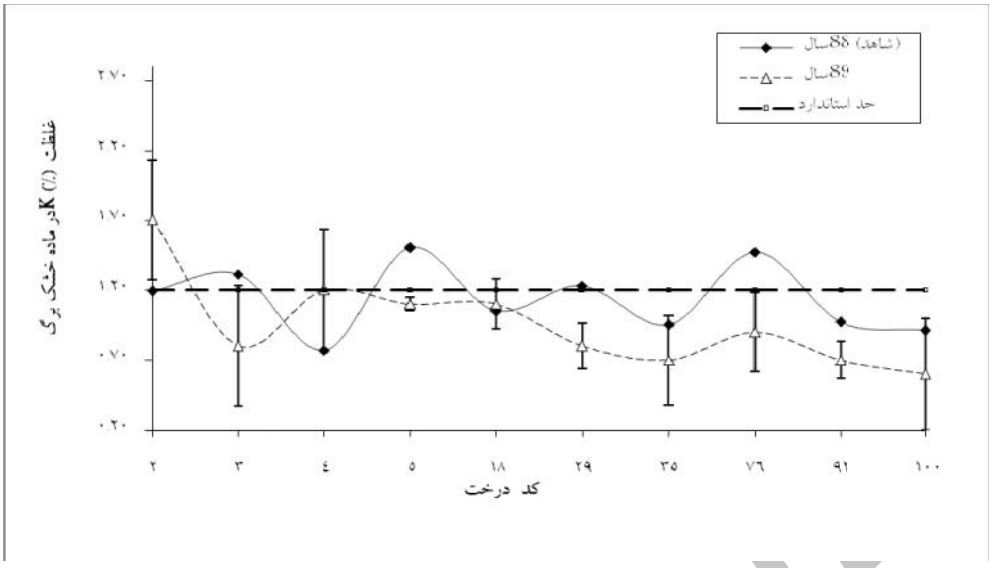
شکل ۴- مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر کود (ازت) طی دو سال کوددهی در تیمارهای مختلف بر میزان کلروفیل برگ با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد (حروف مشترک به معنای غیرمعنی‌دار بودن اختلاف‌ها است).

اثر کودهای مصرفی بر مقدار پتاسیم برگ

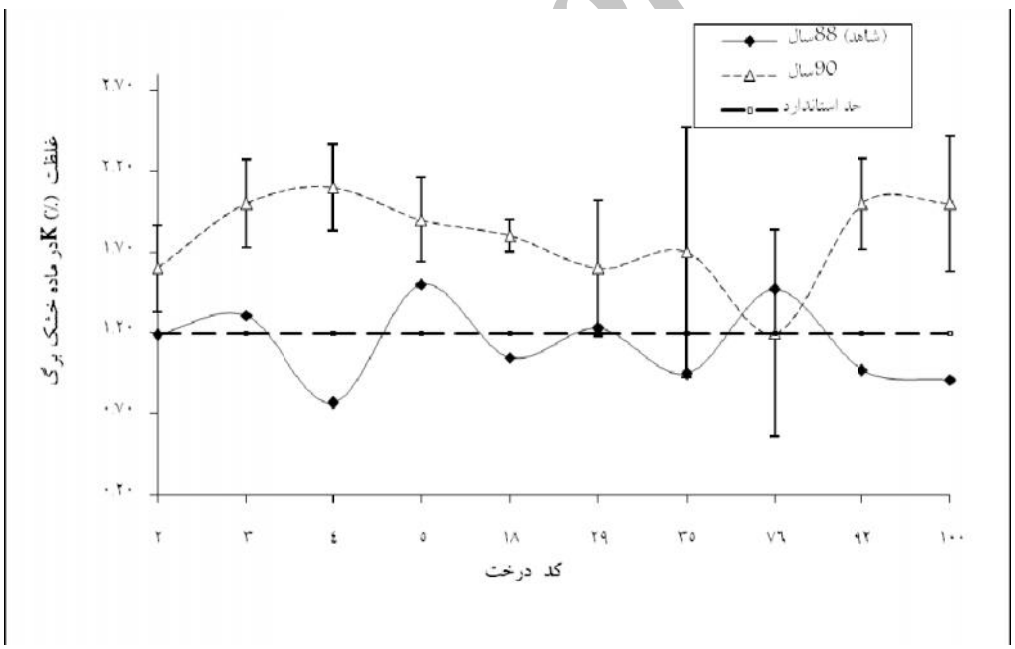
جدول ۲ مربوط به تجزیه واریانس اثرهای سال بر روی مقدار پتاسیم برگ، نشان می‌دهد که بین سال‌های کوددهی و تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد اما اثر توأم تیمار و سال باهم معنی‌دار نیست. شکل ۵ تغییرات میزان پتاسیم برگ را پیش از کوددهی (سال ۸۸) و زمان بعد از کوددهی در سال اول (سال ۸۹) در مقایسه با یکدیگر و در مقایسه با متوسط استاندارد Bergmann (۱۹۸۶) (جدول ۱) چنانچه میزان حد متوسط کفایت پتاسیم ۱/۲٪ درنظر گرفته شود، نشان می‌دهد. از این شکل می‌توان چنین نتیجه گرفت که دادن کود در سال اول چندان تأثیر مشخصی بر میزان پتاسیم برگ نداشته و گاه در مقایسه با سال ۸۸ (شاهد) کاهش نیز داشته است، اما با ادامه کوددهی در سال دوم کوددهی، یعنی سال ۹۰، به‌وضوح میزان پتاسیم برگ در مقایسه با سال ۸۸ از خود افزایش نشان داده است، به‌طوری‌که با توجه به‌میزان حدکفایت درنظرگرفته‌شده، در هیچ‌یک از درختان کمبودی ملاحظه نمی‌شود (شکل ۶).

Archive

www.SID.ir



شکل ۵- تغییرات میزان غلظت پتاسیم (K) بر حسب درصد در ماده خشک برگ در زمان بعد از کوددهی در سال اول (سال ۸۹) و در شاهد (سال ۸۸) در پایه‌های انتخاب‌شده همراه با انحراف معیار همان تیمار و مقایسه آن با حد متوسط استاندارد طبق (Bergmann, 1986)

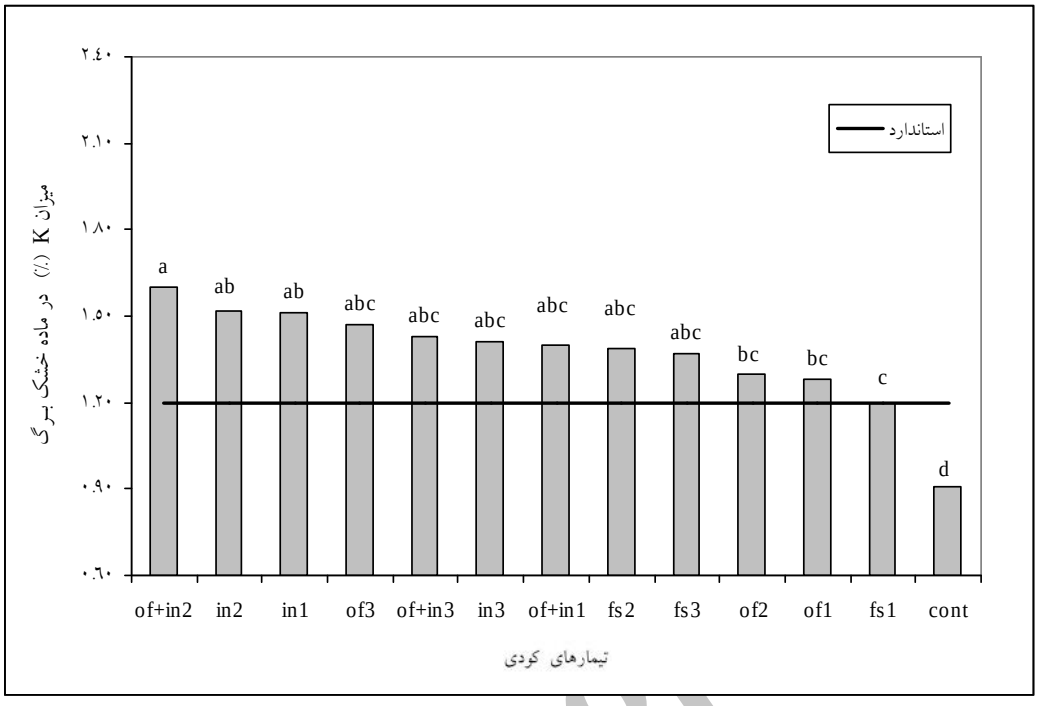


شکل ۶- تغییرات میزان غلظت پتاسیم (K) بر حسب درصد در ماده خشک برگ در زمان بعد از کوددهی در سال دوم (سال۹۰) و در شاهد (سال ۸۸) در پایه‌های انتخاب‌شده همراه با انحراف معیار همان تیمار و مقایسه آن با حد متوسط استاندارد طبق (Bergmann, 1986)

مقایسه میانگین میزان پتاسیم برگ طی دوسال کوددهی نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم برگ مربوط به سطح متوسط اختلاط کود آلی و معدنی با مقداری در حدود ۱/۶٪ پتاسیم است (شکل ۷). در تیمار شاهد، پتاسیم برگ با کمتر

www.SID.ir

از ۱٪ دارای اختلافی معنی‌دار با بقیه تیمارهای کوددهی بود.



شکل ۷- مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر کود طی دو سال کوددهی در تیمارهای مختلف بر میزان پتاسیم (K) در ماده خشک برگ با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد (حروف مشترک به‌معنای غیرمعنی‌دار بودن اختلاف‌ها است).

نتایج حاصل از تجزیه آماری بر روی مشخصه‌های اندازه‌گیری‌شده، نشان می‌دهد که اثر سال بر میزان ازت، کلروفیل و پتاسیم برگ معنی‌دار بوده است، با تأکید بر این‌که تأثیر سال دوم بر روی هر سه شاخص در مقایسه با سال اول با افزایش بیشتری همراه بوده است؛ به‌طوری‌که به‌دنبال این افزایش در تمامی تیمارهای کودی، حداقل در مورد ازت و پتاسیم، همه اعداد بالای استاندارد موردنظر قرار گرفتند. در تجزیه مرکب داده‌های دو سال (جدول ۲) اختلاف میان میانگین دو سال برای هرسه صفت معنی‌دار بود، به‌طوری‌که این اعداد برای ازت و پتاسیم در سال اول و دوم به‌ترتیب ۲/۰۶ و ۲/۳۱ درصد و برای پتاسیم ۱/۱۵ و ۱/۶۳ درصد بود. اثر توأم تیمار و سال نیز معنی‌دار نشد.

اثر کودهای مصرفی بر مقدار فسفر برگ

تجزیه برگی در زمان پیش از کوددهی نشان داد که اولاً مقدار فسفر(P) در ماده‌خشک برگ کمتر از استاندارد Bergmann (۱۹۸۶) یعنی متوسط ۰/۲٪ فسفر(P) است و خاک نیاز به‌فسفر دارد و ثانیاً این‌که فسفر خاک طبق جدول ۱ به‌اندازه‌ای نیست که بتواند نیاز گیاه را برطرف نماید. نتایج آنالیز برگ پس از اعمال کوددهی درصورت مصرف گوگرد و یا بدون آن، نشان داد که فسفر داده‌شده در مقایسه با شاهد نتوانسته است تغییرات و اختلافات معنی‌دار و عمده‌ای را حداقل مانند ازت و پتاسیم در میزان فسفر برگ داشته باشد.

بحث

نتایج آزمون گیاه (برگ) و شکل ظاهری درختان نشان داد که در زمان آغاز طرح، اغلب نمونه‌ها ازنظر میزان ازت دچار کمبود بودند. البته نتایج آنالیز خاک (جدول ۱) نیز مؤید این نظر بود که در چنین شرایطی، درختان نسبت به دادن کود ازت از خود واکنش نشان می‌دهند. طبق نظر Baruah و Barthakur (۱۹۹۷) میزان ازت کل خاک

Archive of SID

www.SID.ir

به مقدار کمتر از ۰/۰۳ درصد، نشان‌دهنده فقر خاک ازنظر ازت است (در لایه‌های پایینی خاک یا خاک منطقه ریشه میزان ازت به‌اندازه ۰/۰۱ درصد بود). Rahmani و همکاران (۲۰۰۵) هم در تحقیق خود در باغ گیاهشناسی ملی ایران به کمبود ازت و اثر آن بر شادابی و سرسبزی درختان افرای سیاه اشاره کردند.

براساس تحقیق‌های Mengel و Kikby (۲۰۰۱) با افزایش مصرف کود ازت، میزان غلظت ازت در برگ نیز افزایش پیدا می‌کند. در پژوهش پیش‌رو، بیشترین میزان ازت برگ متعلق به تیمار متوسط اختلاط کود آلی و معدنی بود. انتظار می‌رفت که در اینجا نیز بیشترین مقدار ازت برگ از بالاترین سطح مصرف ازت نتیجه شود، اما جالب این‌که بیشترین مقدار پتاسیم برگ نیز در همین تیمار مشاهده می شود. به‌عبارتی‌دیگر، افزایش مقدار ازت برگ با افزایش مقدار پتاسیم برگ همراه بوده و یا اینکه پتاسیم بر میزان ازت برگ اثری مستقیم داشته است. چنانچه نتایج تحقیق Amberger (۱۹۹۶) نیز نشان می‌دهد که افزایش پتاسیم در گیاه با افزایش میزان ازت همراه بوده است، زیرا پتاسیم در گیاه در ساخت مواد پروتئینی نقشی کلیدی دارد. این‌که چرا شدت تأثیر پتاسیم در سطح بالاتر این تیمار کودی، قابل-مشاهده نیست، می‌تواند تا حدود زیادی به ناهمگن بودن خاک محل طرح مرتبط باشد (مقایسه دو پروفیل خاک در جدول ۱)، زیرا چنان‌چه مشاهده می‌شود، به‌خصوص در لایه‌های پایینی پروفیل خاک، یعنی عمق ۱۰۰-۵۰ سانتی متری، حضور بالای کلسیم و منیزیم و تأثیر آنها بر جذب پتاسیم به‌دلیل شرایط آنتاگونیستی، جذب پتاسیم توسط ریشه را با مشکل همراه کرده است. از دیگر دلایل ناهمگن-بودن خاک، تفاوت در قدرت نگهداری آب قابل استفاده است که براساس اندازه‌گیری انجام‌شده، مقدار آن از ۸ تا حدود ۲۴٪ (رطوبت حجمی) متغیر بود. نتایج این تحقیق که گویای بهترین عملکرد اختلاط دو کود آلی و معدنی است، با نتایج اغلب پژوهشگران هم‌خوانی دارد.

بنابر نتایج تحقیق Chanda و همکاران (۲۰۱۱)، که در آن به‌تأثیر کودهای شیمیایی و کودهای آلی هر کدام به تنهایی و تأثیر اختلاط آنها بر گیاه پرداخته شده است، بیشترین اثر مربوط به تیمار اختلاط این دو کود بوده است. دلیل اینکه تأثیر این تیمار کودی را بر محصول، وزن برگ و دیگر مشخصه‌های اندازه‌گیری بهتر می‌دانند، بهبود شرایط فیزیکی خاک، آزاد یا معدنی‌شدن تدریجی مواد غذایی مانند (N.P.K) در طول دوره رویش گیاه همراه با افزایش فعالیت میکروبی خاک، توسعه و تکامل مطلوب اندام‌های رویشی و ریشه در شرایط استفاده از اختلاط کود آلی و معدنی است. اما این‌که تأثیر کود در اغلب تیمارهای کودی طرح در مقایسه با یکدیگر اثر معنی‌داری از خود نشان نداده است، چنین قابل توضیح است که نیاز کودی درختان در سطوح پایین‌تر کودی نیز پاسخگوی رسیدن به‌شرایط حدکفایت را می‌کرده است زیرا چنان‌چه ذکر شد، نیاز کودیِ درختان غیرمثمر در مقایسه با گیاهانی که محصول آنها به‌نوعی از مزرعه برداشت می‌شود، به‌مراتب کمتر است (در شرایط رویش درختان غیرمثمر، عناصر غذایی پس از ریزش برگ، دوباره وارد سیستم خاک شده که توسط گیاه مورد مصرف قرار می‌گیرند). این نتیجه با نتایج تحقیق Hagag و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشته زیرا در تحقیق ایشان، اثر کودهای مختلف اعم از آلی، معدنی و اختلاط آنها بر صفات اندازه گیری‌شده نهال زیتون از قبیل ارتفاع، قطر تنه، تعداد برگ و تعداد خورجین (میوه) در هر نهال، در اغلب تیمارهای کودی در مقایسه با یکدیگر اثر معنی‌داری از خود نشان ندادند. این پژوهشگران علت این پدیده را امکان رفع نیاز کودی نهال زیتون در همان سطوح پایین مصرف کود عنوان می‌کنند. در تحقیق Amujoyegbe و همکاران (۲۰۰۷) که به تأثیر استفاده از کودهای معدنی و ماکیان به‌صورت جداگانه و به-صورت اختلاط پرداخته شده بود، مشخص شد که بیشترین تأثیر بر صفات اندازه‌گیری‌شده از قبیل میزان کلروفیل، ارتفاع گیاه، سطح برگ و تولید ماده‌خشک، به‌طور کلی بیشتر در نتیجه استفاده از اختلاط دو کود آلی و معدنی است که البته در بعضی از صفات، این اثرها معنی‌دار نبود. آزادی تدریجی موادغذایی از کودهای آلی با تأکید بر تأمین در اواخر دوره رویش، در مقایسه با کود معدنی که تأمین

Archive of SID

www.SID.ir

موادغذایی برای گیاه را در اوایل دوره رویش بیشتر موجب می‌شود، ازجمله دلیل برتری استفاده از کودهای آلی در تحقیق مذکور است. همچنین آزادی تدریجی موادغذایی از کودهای آلی که در طول دوره رویش در اختیار گیاه قرار گرفته است، سبب برتری تأثیر بر عمل فتوسنتز و درنهایت بر افزایش محصول است.

در ارتباط با تأثیر کود بر میزان پتاسیم برگ، چنان‌چه در قسمت نتایج ملاحظه شد، اثر کود در سال دوم به‌مراتب بیشتر از سال اول بود. در سال اول کوددهی، دادن کود پتاسیم به‌بعضی از درختان، حتی کاهش مقدار پتاسیم برگ را به‌همراه داشت. براساس نتایج آزمایش خاک، میزان پتاسیم قابل‌دسترس گیاه در لایه‌های پایین خاک (۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری) به‌طور متوسط در حد ۱۵۰ mg/kg است و این درحالی است که میزان K/CEC بر حسب میلی‌اکی والنت در این عمق از خاک فقط به متوسط ۱/۷ درصد می رسد، درحالی‌که این رقم در شرایط مطلوب در حد ۴ درصد است (Amberger, 1996) که نشان‌دهنده فقیربودن خاک ازنظر پتاسیم قابل‌دسترس است. حال اگر در چنین شرایطی، به خاک پتاسیم افزوده شود، پتاسیم داده‌شده به‌علت کمبود پتاسیم خاک، ابتدا در لایه کانی‌های رس جاسازی و صرف جبران کمبود می‌شود. پس از جبران کمبود، می‌توان انتظار داشت که پتاسیم داده‌شده برای گیاه اثربخش باشد، موضوعی که انتظار می‌رود در سال دوم کوددهی اتفاق افتاده باشد. از دیگر عامل‌های کم‌اثر بودن کود پتاسیم در سال اول، می‌تواند شرایط آنتاگونیستی باشد که پتاسیم پایین خاک نسبت به حضور زیاد کلسیم و منیزیم از خود نشان داد (Pegal *et al.*, 1982). با ادامه کوددهی و با بهبود این نسبت، مقدار پتاسیم برگ نیز به‌طور محسوسی روندی صعودی گرفته است. غیرمعنی‌دار بودن برخی از تیمارهای کودی با تیمار شاهد در سال اول و معنی‌دارشدن اختلاف تمامی تیمارهای کودی با تیمار شاهد در سال دوم، بیان‌گر آن است که اثر باقیمانده‌های کود از سال اول به‌اضافه کود داده‌شده در سال دوم، توأماً قادر بودند میزان ازت و پتاسیم برگ را به‌اندازه‌ای افزایش دهند که به‌موجب آن، این اختلافات معنی‌دار شود. در ارتباط با فسفر، اگرچه دادن گوگرد به‌منظور کاهش اسیدیته خاک به‌هنگام کوددهی برای افزایش فسفر قابل‌جذب و کاهش تثبیت فسفر کود بود، اما نتایج آنالیز برگ نشان داد که مصرف فسفر در هیچ‌یک از تیمارهای کوددهی بر افزایش فسفر برگ تأثیری نداشته است. اسیدیته بالای خاک و فقیربودن خاک ازنظر دارابودن فسفر قابل‌دسترس، ازجمله عامل‌هایی بودند که در جذب فسفر توسط ریشه نقش داشته‌اند. تثبیت فسفر در خاک‌هایی با اسیدیته در حد خاک محل طرح، امری بدیهی و از دیرزمان مشخص است. تحقیق‌های Prianishnikov و Wrangell (۱۹۲۳)، در خاکی لومی با اسیدیته در حد خنثی نشان می‌دهد که ۸۳/۵ درصد از کود سوپرفسفات داده‌شده به‌صورت فسفات‌کلسیم در خاک تثبیت می‌شود.

نتایج این تحقیق در ارتباط با درختان غیرمثمر نشان می‌دهد که در خاک‌های مشابه به خاک محل اجرای طرح که از بابت میزان ازت و پتاسیم فقیر هستند، می‌توان با مصرف سطوح پایین‌تر کود، حداقل درمورد ازت و پتاسیم، امکان رساندن مقدار غلظت برگ به شرایط استاندارد را فراهم کرد. از دیگر نتایج به‌دست‌آمده این است که در خاک‌های با اسیدیته بالا و درحد قلیایی، نمی‌توان انتظار داشت که مصرف گوگرد نوع عنصری که همراه با کود فسفر برای افزایش اثربخشی فسفر مصرف شد، توان افزایش غلظت فسفر برگ را داشته باشد. دراین‌خصوص پیشنهاد می شود که در طرحی جداگانه و در ادامه چنین تحقیق‌هایی، نسبت به‌تزریق گوگرد به‌صورت اسیدسولفوریکِ بسیاررقیق همراه با کود فسفر در شبکه آبیاری، به‌ویژه در لایه‌های پایینی خاک اقدام شود. در مورد عناصر ریزمغذی، اگرچه براساس اندازه‌گیری‌ها در برگ درختان، هیچ‌گونه کمبودی مشاهده نشد، اما لازم است که تغذیه خاک محل اجرای طرح با دو عنصر آهن و روی، در مقایسه با دیگر عناصر ریزمغذی مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

References

- Anonymous, 1984. Kali und Salz. Kalium- und Magnesiummangel im Wald. Forstreferat der

Archive of SID

www.SID.ir

Landw, Abteilung der Kali und Salz, Kassel, 4p.
- Anonymous, 1986. Kali und Salz. Nährstoffmangel im Wald. Forstreferat der Landw, Abteilung der Kali und Salz, Kassel, 19p.
- Anonymous, 2011. Sobhe Iran Journal. No 1997 (In Persian).
- Amberger, A. 1996. Pflanzenerährung, 4. Auflage, Verlag Eagen Ulmer, Stuttgart, 319p.
- Amujoyegbe, B.J., Opabode, J.T. and Olayinka, A. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum *Sorghum bicolour* (L.) Moench). African Journal of Biotechnology, 6(16): 1869-1873.
- Baruah, T.C. and Barthakur, H.P. 1997. A Text book of Soil Analysis. Vikas Publication of House, 344p.
- Bergmann, W. 1986. Farb Atlas Ernährungsstorungen bei Kulturpflanzen. Publication of Gustav Fischer Verlag, Jena, 306p.
- Chanda, G.K., Bhunia, G. and Chakraborty, S.K. 2011. The effect of vermicompost and other fertilizers on cultivation of tomato plants. Journal of Horticulture and Forestry, 3(2): 42-45.
- Fiedler, H.J., Nebe, W. and Hoffmann, F. 1973. Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Publication of Gustav Fischer Verlag, Jena, 481p.
- Finck, A. 1991. Mineraldüngung gezielt. Publication of Aid-Heft, Nr. 1167, 35p.
- Finck, A. 1992. Dünger und Düngung. Publication of VCH Verlagsgesellschaft, 488p.
- Hagag, L.F., Hassan, H.S.A., Abou Rawash, M., El-Wakeel, H. and Abdel-Galel, A. 2010. Effect of mineral, organic nitrogen fertilization and some other treatments on vegetative growth of Picual olive young trees. Journal of American Science, 6(12): 174-179.
- Mengel., K. and Kirkby, E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition. Springer, 849p.
- Pagel, H., Enzmann, J. and Mutscher, H. 1982. Pflanzennährstoffe in tropischen Boden- ihre Bewertung and Bestimmung. Publication of VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 272p.
- Prianishnikov, D.N. and Wrangell, M.V. 1923. Die Düngerlehre. Publication of Paul Parey Verlag, 450p.
- Rahmani, A., Dehghani Shouraky, Y. and Banedjschafie, S. 2005. Nutritional status of trees and shrubs in National Botanical Garden of Iran. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, 106p (In Persian).
- RÖber, R. and Schaller, K. 1985. Pflanzenerhrung im Gartenbau. Publication of Handbuch des Erwerbsgärtners, Eugen Ulmer Verlag, 352p.
- Rowell, D.L. 1994. Bodenkunde. Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Springer-Verlag, 614p.
- Samar, S.M. 1998. Apple tree chlorosis alleviation through root partial contact with free Calcium Carbonate materials. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiyat Modares University, Tehran, 120p (In Persian).
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D. and Havlin, J.L. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan publishing company, 634p.

Archive of SID

www.SID.ir

Study on optimal nutrient level and the effects of fertilizers in improving the nutritional status of the (*Acer negundo*) for urban greening

Sh. Banedjschafie[1*], A. Rahmani[2], A.A. Jafari[3] and H.R. Abbasi[4]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. E-mail: sbjschafie@rifr-ac.ir

2- Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

3- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 02.14.2013 Accepted: 10.22.2013

Abstract

To improve the nutritional status of *Acer negundo* trees, a three- year experiment was conducted in the National Botanical Garden of Iran which is currently suffering under low soil nutrient availability and occasional symptoms of yellow leaves. Firstly, samples were taken from both weak and vigorous trees in different stands located inside and outside the project site. Next, a factorial experiment based on a randomized complete block design with four replications was conducted, in which the factor A included the application of organic, inorganic and mixed fertilizers. The factor B included two levels of applying fertilizer via 1) solution in the irrigation water and 2) deep placement. The leaf samples were analyzed at growing season for NPK. Statistical comparison of means based Duncan's test showed an increment of N and K elements in leaves compared to control samples following two-year fertilization. Furthermore, an analysis tree vitality based on leaf chlorophyll availability and leaf nutritional status showed no differences in leaf P concentration between fertilizer treatments as a function of fertilizing method. As a conclusion, optimum levels of N and K content in *A. negundo* leaves are 1.90 % and 1.20 %, respectively.

Keywords: *Acer negundo*, afforestation, nutritional requirement, Nitrogen, Phosphorus, Potassium.

Archive of SID

www.SID.ir