مجله پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۴۷-۳۳، (۱۳۹۵)

مقایسه جذب عناصر، مقدار پرولین و رنگیزه‌های گیاهی در درختان سالم و در حال خشکیدگی توت (*Morus alba* L.)

حسن جهانبازی گوجانی*[۱]، یعقوب ایران‌منش[۱]، عبدالمحمد محنت‌کش[۱] و فرشاد حقیقیان[۳]

۱- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ایران.
۲- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۲۶

چکیده

درخت توت یکی از گونه‌های مهم کاشته شده در فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه است. در سال‌های اخیر خشکیدگی این گونه یکی از معضلات مدیریت فضای سبز این مجتمع شده است. یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر خشکیدگی گونه‌های گیاهی تنش‌های محیطی است. بررسی و مقایسه مقدار جذب عناصر سنگین به‌عنوان آلاینده محیطی می‌تواند تأثیر تنش را بر وقوع این پدیده مشخص کند. برای این منظور در هر یک از قطعات جنگلکاری شده با این گونه، یک قطعه‌نمونه ۲۰۰۰ مترمربعی پیاده شد. به‌منظور مقایسه وجود عناصر و عامل‌های موردنظر، نمونه ترکیبی برگ از ۵ درخت به تفکیک سالم و ناسالم برداشت شد. نتایج نشان داد که مقدار جذب عناصر سنگین شامل سرب، جیوه، کادمیوم و نیکل در برگ درختان ناسالم بیشتر از درختان سالم بود، ولی مقدار موجود در درختان ناسالم نیز ایجاد سمیت در گیاه نمی‌کند. مقدار جذب عناصر پرمصرف مانند کلسیم، پتاسیم، نیتروژن، منگنز، منیزیم، آهن، روی و مس در برگ درختان سالم بیشتر از برگ درختان ناسالم بود، ولی مقدار سدیم و کلر در برگ درختان ناسالم بیشتر از برگ درختان سالم اندازه‌گیری شد. این وضعیت نشان‌دهندهٔ وجود تنش شوری در این رویشگاه بوده و بررسی منابع آب نیز حکایت از این وضعیت داشت. عدم حاصلخیزی خاک نیز مشکلات زیادی را برای تغذیه درختان به وجود آورد که تنش ناشی از آن موجب تشدید شرایط نامطلوب و خشکیدگی تعداد قابل‌توجهی از درختان این گونه در این فضای سبز گسترده شده است.

واژه‌های کلیدی: توت، جنگلکاری، خشکیدگی، زوال.

* نویسنده مسئول: Email: jahanbazy_hassan@yahoo.com

مقدمه

توت یکی از گونه‌های چوبی تند رشد و خزان کننده است که دارای سیستم ریشه‌ای عمیق است. درجه حرارت مطلوب برای این گونه ۴۳-۰ درجه سانتی-گراد، رطوبت نسبی بین ٦٥ تا ۸۰ درصد و اسیدیته بین شش تا هفت و نیم است (Dandin, 2003). حدود ٦٨ گونه از جنس توت در دنیا وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها در آسیا حضور دارند، به‌ویژه ٢٤ گونه در چین، ۱۹ گونه در ژاپن و در هند گونه‌های مختلفی از توت شامل *Morus alba*، *M. serrata*، *M. India* و *M. caevigata* به‌طور گسترده در منطقه هیمالیا گسترش دارند و سطح زیر کشت این گونه در این کشور ٢٨٢٢٤٤ هکتار اعلام‌شده است (Vijayan *et al.*, 2009). بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که توت در مناطق با اقلیم نیمه گرمسیری و با درجه حرارت ملایم رشد می‌کند، گونه‌ای سایه‌پسند و به خشکی بسیار حساس است. دامنه ارتفاعی رویشگاه-های این گونه بین ۳۳۰۰-۰ متر، میانگین بارندگی ۲۵۰۰-۱۵۰۰ میلی‌متر را نیاز دارد. این درخت بر روی خاک‌های متنوع شامل لومی-شنی تا لومی-رسی رشد می‌کند ولی خاک‌های عمیق رسوبی و لومی با رطوبت کافی را ترجیح می‌دهد.

این گونه همانند تمامی گونه‌های درختی حساسیت‌هایی به‌ویژه در برابر آفات و بیماری‌ها دارد. در میان بیماری‌های توت، پوسیدگی ریشه ناشی از قارچ‌های خاک زاد مانند *Fusarium solani* و *Rhizoctonia solani* یک هشدار جدی برای بقای این گونه به شمار می‌آیند که دارای قدرت گسترش سریع در خاک و استقرار بر روی پایه‌ها و گونه‌های دیگر دارند (Vineet *et al.*, 1998). از طرف دیگر باوجود حساسیت این گونه به آفات و بیماری‌ها، قابلیت‌های مناسب آن در جذب آلاینده‌های جوی سبب شده که از این گونه به‌عنوان جذب‌کننده آلاینده در مناطق صنعتی استفاده شود. تحقیقات نشان داده که توت سفید قابلیت برداشت نیکل و کادمیوم از خاک را در مناطق آلوده دارد (Rafati *et al.*, 2012). آلاینده‌های هوا به‌طورکلی طی سه فرآیند توسط گیاهان برداشته می‌شوند، اول جذب آلاینده‌ها، دوم انباشت آن‌ها در برگ‌ها و سوم انباشت آن‌ها در سایه‌انداز اندام درختان (Thambavani *et al.*, 2014). درختان نقش بسیار مهمی در بالا بردن کیفیت هوا در محیط‌های شهری ایفا می‌کنند (Woo and Je, 2006; Simon *et al.*, 2011). پایش آلودگی هوا و استفاده از گیاهان به‌عنوان یک شاخص با عنوان پایش زنده نامیده می‌شود، این روش دارای هزینه کم برای ارزیابی اثرهای آلودگی هوا محسوب می‌شود (Wolterbeek, 2002).

به‌طورکلی قابلیت درختان در پالایش هوا به‌ویژه در مناطق آلوده سبب گسترش درختکاری و توسعه فضای سبز درختی در این مناطق شده است. تحقیقات نشان داده است که در یک منطقه با آلودگی جوی، میانگین انباشت ذرات در شاخ و برگ درختان تا حدود ٣٤٤ میلی‌گرم بر مترمربع برآورد شده است و منطقه بدون آلاینده جوی مقدار عناصر جذب‌شده توسط درختان به ترتیب مقدار جذب شامل کلسیم، سولفات، نیترات، کلر، پتاسیم، منیزیم، آمونیم، آهن و سدیم بود ولی در منطقه دارای آلاینده‌های جوی ترتیب این عناصر از نظر مقدار غلظت شامل سولفات، کلسیم، پتاسیم، کلر، نیترات، سدیم، آمونیم و آهن اندازه‌گیری شد (Gupta *et al.*, 2015).

در کنار قابلیت درختان در جذب آلاینده‌های جوی، شرایط رویشگاهی جدید از نظر آب، خاک و حتی غلظت آلاینده‌های جوی موجب بروز مشکلاتی برای آن‌ها می‌شود. Lakzian و همکاران (2013) دلایل سر خشکیدگی و در نهایت خشکیدگی درختان

چنار در فضای سبز شهری مشهد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که کمبود عناصر نیتروژن و آهن در فصول مختلف در این درختان وجود داشته، ولی علل خشکیدگی درختان چنار از نظر این محققین کمبود منابع آب، خشکسالی، سرمای شدید فصل زمستان و اوایل بهار، حمله قارچ‌های پارازیت چوب‌زی و ضعیف شدن درختان اعلام‌شده است. در یک پروژه تحقیقاتی دیگر علت خشکیدگی تاج درختان توت و اقاقیا در منطقه بلوچستان پاکستان، دچار شدن ریشه آن‌ها به بیماری قارچی عنوان‌شده است (Javed *et al*., 2006).

بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که حاصلخیزی پائین خاک و کود دهی نامتعادل خاک جزو عامل‌های مهم محدودکننده رویش برگ‌های درخت توت است، کود دهی با نیتروژن نقش اساسی در افزایش سطح محصول توت دارد و کاربرد پتاسیم نیز سبب افزایش محصول و کیفیت آن شامل غلظت پروتئین و قند در برگ‌ها می‌شود. همچنین کاربرد منیزیم، گوگرد و بور به‌طور معنی‌داری مقدار قند برگ‌ها، غلظت اسیدهای آمینه ضروری را افزایش می‌دهد ولی مقدار تولید برگ این درخت را افزایش نمی‌دهد (Fang Chen *et al*., 2009).

بررسی اثر تنش شوری بر رویش نونهال‌های توت سفید نشان داد که تنش شوری موجب کاهش ارتفاع و زی‌توده نهال‌ها شد و زی‌توده برگ‌های جوان بیشتر از زی‌توده برگ‌های قدیمی تحت تأثیر قرار گرفت. با افزایش تنش شوری پتانسیل آب برگ‌ها و پتانسیل اسمزی به‌طور آشکار کاهش‌یافته و غلظت سدیم در ریشه و ساقه افزایش یافت. زمانی که غلظت سدیم کلراید در خاک ۱۵۰ میلی‌مول در لیتر یا بیشتر بود، غلظت سدیم در برگ، ساقه و ریشه به حد اشباع رسید. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش تنش شوری، غلظت پتاسیم و کلسیم در برگ، ساقه و ریشه و غلظت منیزیم در برگ و ساقه کاهش یافت، ولی بر غلظت منیزم در ریشه کمترین اثر را گذاشت (Sun *et al*., 2009). همچنین نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد که مقدار زی‌توده محصول و مقاومت دیواره سلولی به‌طور معنی‌داری تحت تنش شوری در توت کاهش‌یافته است، افزایش تجمع پرولین ناشی از این تنش در این گیاه از دیگر نتایج این تحقیق بوده است (Kumar *et al*., 2000).

اگرچه مدیریت و اصلاح خاک یکی از روش‌های عملی برای بهبود کیفیت و کمیت محصول توت است، اصلاح ژنتیکی این درخت به‌ویژه در مواجه با تنش‌ها خیلی مؤثرتر است. بررسی شش ژنوتیپ توت که از یک جمعیت ۱۱۵۲ هیبرید انتخاب‌شده بودند نشان داد که این ژنوتیپ‌ها در مواجه با تنش‌های خاک مرطوب، قلیایی و شور پاسخ‌های متفاوتی داشتند. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که تحت تنش شدید آب و شرایط شوری و قلیایی خاک، تولید برگ ژنوتیپ‌های مورد بررسی مناسب بوده است (Prithvi Raje *et al*., 2011).

بررسی میدانی در فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه نشان داد که یکی از دلایل اصلی ایجاد تنش در درختان توت شور شدن منابع آب است، بنابراین واکنش درختان سالم و ناسالم توت به شوری شامل جذب مواد غذایی، مقدار پرولین و رنگیزه‌های گیاهی از اهداف اصلی این نوشتار علمی است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد بررسی

این تحقیق در فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه اجرا شد. اراضی مجتمع فولاد مبارکه با مساحتی حدود ۳۵۰۰ هکتار در ۵۰ کیلومتری جنوب غربی شهر

اصفهان واقع‌شده است. از این سطح ۱۵۰۰ هکتار به فضای سبز اختصاص‌یافته است که در قسمت‌های شرقی و شمالی تأسیسات کارخانه قرار گرفته است. در این منطقه از گونه‌های درختی مختلف مانند کاج تهران، ارغوان، سرو کوهی، زیتون، سرو نقره‌ای، اقاقیا، سنجد، توت و غیره برای جنگلکاری استفاده‌شده است.

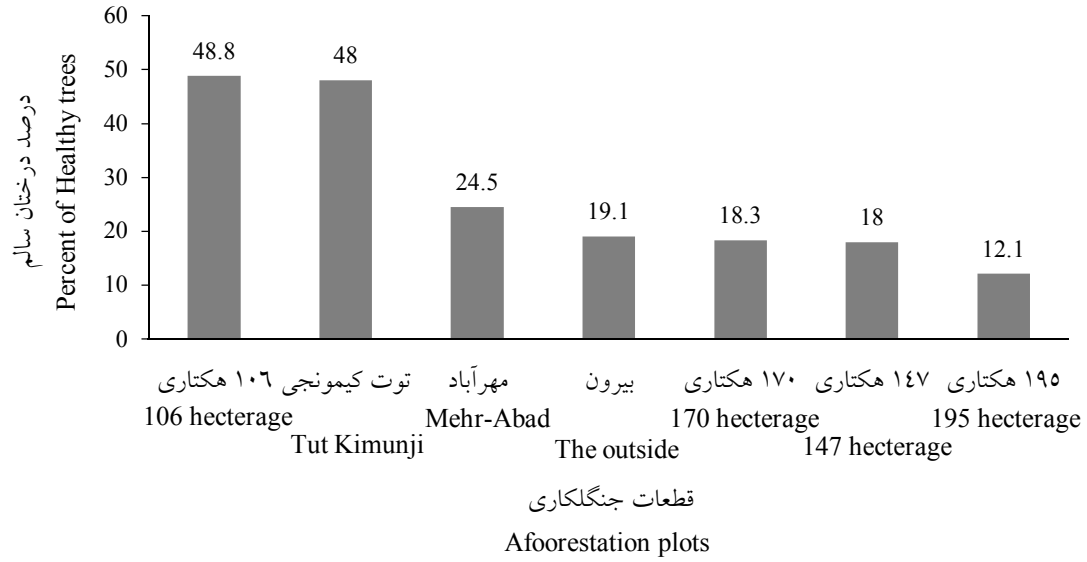
روش تحقیق

برای اجرای این پژوهش ابتدا موقعیت مناطق جنگلکاری با این گونه مشخص و تعداد هفت قطعه‌نمونه ثابت ن به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع با ابعاد ۴۰ ×۵۰ متر در قطعات جنگلکاری با توت مشخص شد. این قطعات با توجه به نام‌گذاری در فضای سبز شرکت فولاد مبارکه با عناوین مهرآباد، ۱۹۵ هکتاری، ۱۴۷ هکتاری و غیره در متن گزارش آورده شده است. جنگلکاری در این فضای سبز به‌صورت قطعات خالص و تفکیک‌شده با گونه‌های مختلف مانند توت انجام‌شده و فواصل کاشت آن‌ها به‌طورکلی ۴×۳ متر است. آماربرداری از وضعیت کمی و کیفی شامل قطر، ارتفاع، قطر تاج و سلامت کلیه درختان هر قطعه نمونه‌برداری به‌منظور تعیین شدت و روند خشکیدگی در مناطق مختلف فضای سبز انجام شد. همچنین برگ پنج درخت سالم و ناسالم به تفکیک به‌منظور تعیین و مقایسه مقدار جذب عناصر سنگین مانند سرب، جیوه، کادمیوم، نیکل و عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی، مس و غیره و عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم به‌صورت مرکب (برگ پنج درخت در هر قطعه) برداشت شد. همچنین وضعیت رنگیزه‌های گیاهی موجود در برگ و مقادیر اسیدآمینه پرولین در برگ درختان سالم و غیرسالم به تفکیک اندازه‌گیری شد. تعیین مقدار کلروفیل a و b و کاروتن به روش آرنون (Arnon, 1949)، پرولین به روش فتومتریک (Troll and Lindsley, 1955) و عناصر پرمصرف و کم‌مصرف به روش پیشنهادی مؤسسه تحقیقات خاک و آب (Emami, 1996) از اقدامات دیگر این پژوهش بود. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج

مشخصات رویشی و وضعیت سلامت درختان توت

مقدار درختان سالم توت در قطعات برداشت‌شده از حداقل ۱۲/۱ درصد در قطعه ۱۹۵ هکتاری تا حداکثر ۴۸/۸ درصد در قطعه ۱۰۶ هکتار متغیر بود (شکل ۱). مقایسه رویش قطری و ارتفاعی درختان توت بین قطعات مورد بررسی نشان داد که مقادیر این شاخص‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲). بیشینه رویش قطری به مقدار ۰/۸ سانتی‌متر متعلق به قطعه توت کیمونجی و کمینه آن به مقدار ۰/۴ سانتی‌متر متعلق به قطعه مهرآباد بود (شکل ۲)، کمترین و بیشترین رویش ارتفاعی به مقدار ۰/۳ و ۰/۱ متر در سال نیز به ترتیب به قطعات توت کیمونجی و قطعه مهرآباد اختصاص یافت (شکل ۳).



شکل ۱- مقایسه درصد درختان سالم توت در قطعات مختلف

Figure 1. Comparing percentage of healthy mulberry trees in different plots

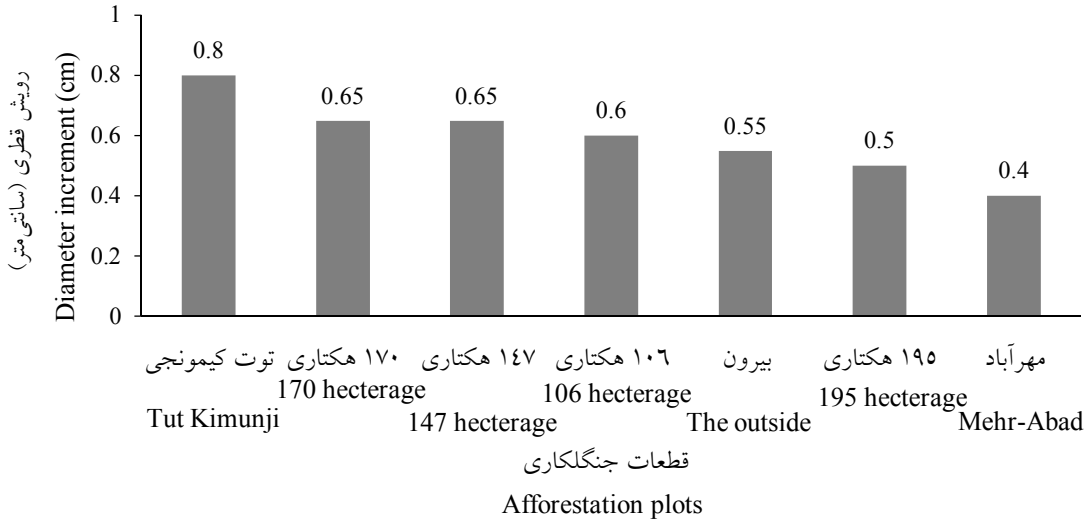
جدول ۱ – مقایسه آماری رویش قطری درختان بین قطعات مختلف

Table 1. Statistical comparison of diameter increment between different plots

Sig.	F	میانگین مربعات Mean Square	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی df	**منابع تغییر** SV
0.000 **	80.023	1.828	10.968	6	رویش قطری Diameter increment
		0.023	17.246	755	خطای آزمایش Test error
			28.214	761	کل Total

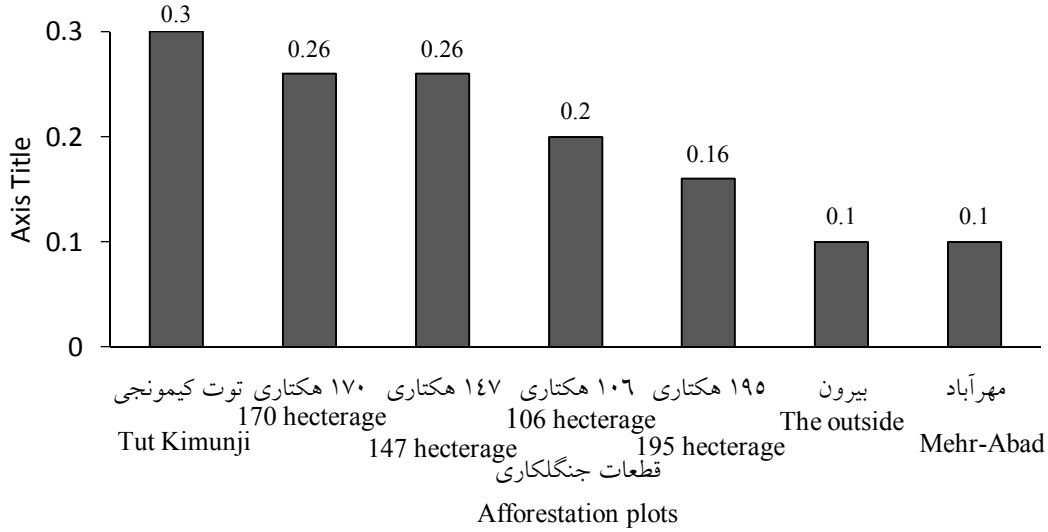
** Significant at level 1%

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.



شکل ۲- رویش قطری سالیانه توت در قطعات مختلف

Figure 2. Annual diameter increment of mulberry in different plots



شکل ۳- رویش ارتفاعی سالیانه توت در قطعات مختلف

Figure 3. Annual height increment of mulberry in different plots

جدول ۲- مقایسه آماری رویش ارتفاعی درختان بین قطعات مختلف

Table 2. Statistical comparison of height increment between plantation plots

Sig.	F	میانگین مربعات Mean Square	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی df	منابع تغییر SV
0.000 **	286.51	0.538	3.226	6	رویش قطری Diameter increment
		0.02	1.417	755	خطای آزمایش Test error
			4.643	761	کل Total

** Significant at level 1%

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

وضعیت خاک قطعات مورد بررسی

بررسی دقیق خاک قطعات با حفر پروفیل و تشریح آن‌ها نشان داد که محدودیت‌های قابل‌توجهی از نظر ساختمان، بافت و حاصلخیزی خاک در این منطقه وجود دارد. بالا بودن مقدار سنگریزه به مقدار ۳۰ تا ۷۰ درصد، پایداری بالای خاکدانه‌ها، شوری متوسط تا بالا، اسیدیته زیاد خاک به سمت قلیایی، کمبود شدید مواد آلی بخصوص در لایه‌های پائین، بالا بودن مقدار آهک در تمامی افق‌ها و محدودیت عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در لایه‌های میانی و تحتانی را می‌توان از این موارد برشمرد.

وضعیت آب قطعات مختلف

مقایسه میانگین عناصر و ترکیبات آب قطعات مورد بررسی نشان داد که اختلاف مقادیر سدیم، کلر، سولفات و نمک‌های محلول در آب قطعات مورد بررسی از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار بود. مقدار سدیم از ۱۰/۲۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر در قطعه بیرون تا ۷/۱۶ در قطعه ۱۹۵ هکتاری در نوسان بود. مقدار کلر نیز از ۱۷/۰۹ میلی‌اکی‌والان در لیتر در قطعه ۱۷۰ هکتاری تا ۱۱/۴۳ در قطعه ۱۹۵ هکتاری متغیر بود. بیشینه و کمینه اندازه کل نمک‌های محلول نیز با ۳۷۲۰ میلی‌گرم در لیتر در قطعه بیرون و ۱۸۹۲ در قطعه ۱۷۰ هکتاری در نوسان بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه عامل‌های آب بین قطعات مختلف

Table 3. Compare the water factors between different plots

عنصر Element	قطعات جنگلکاری Afforestation plots					
	مهرآباد Mehr-Abad	بیرون The outside	۱۰۶ هکتاری 106 hecterage	۱٤۷ هکتاری 147 hecterage	۱۷۰ هکتاری 170 hecterage	۱۹۵ هکتاری 195 hecterage
کلر (میلی‌اکی‌والان بر لیتر) Cl (meg.lit $^{-1}$)	14.43 ^{a}	16.02 ^{a}	15.89 ^{a}	15.66 ^{a}	17.09 ^{a}	11.43 ^{b}
سدیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر) Na (meg.lit $^{-1}$)	9.33 ^{a}	10.22 ^{a}	8.2 ^{ab}	8.27 ^{ab}	9.75 ^{a}	7.16 ^{b}
کل نمک‌های محلول (میلی‌گرم در لیتر) TDS (mg.Lit $^{-1}$)	2146.9 ^{b}	3720 ^{a}	2149.2 ^{b}	1916 ^{b}	1892 ^{b}	2175.6 ^{b}
سولفات (میلی‌اکی‌والان در لیتر) So_4^{2-} (meg.lit $^{-1}$)	0.002 ^{c}	0.006 ^{ab}	0.0037 ^{bc}	0.0065 ^{a}	0.004 ^{abc}	0.0023 ^{c}

مقایسه جذب عناصر کم‌مصرف بین درختان توت سالم و ناسالم و قطعات جنگلکاری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف مقدار جذب عناصر آهن، منگنز، روی، منیزیم، مس و سدیم بین قطعات جنگلکاری معنی‌دار نشد، ولی اختلاف غلظت کلر معنی‌دار بود. مقدار جذب آهن، روی، کلر و سدیم در سطح یک درصد و مس در سطح پنج درصد بین درختان سالم و ناسالم معنی‌دار شد (جدول ٤).

جدول ٤- مقایسه میانگین مربعات جذب عناصر کم‌مصرف بین درختان توت سالم و غیرسالم و قطعات جنگلکاری

Table 4. Compare Mean square of micronutrients uptake between healthy and unhealthy mulberry and plantation plots

منابع تغییرات SV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares						
		آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	منیزیم Mg	مس Cu	کلر Cl	سدیم Na
قطعات Plots	6	91.34 ^{ns}	744.4 ^{ns}	13.47 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.977 ^{ns}	*0.016	0.003 ^{ns}
سلامت Health	1	9885.4**	17.67 ^{ns}	228.8**	0.0001 ^{ns}	106.1*	0.533**	0.143**
خطا Error	13	486.22	759.3	11.21	0.0034	2.56	0.005	0.0019

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns: معنی‌دار نیست.

** Significant at level 1%, * Significant at level 5%, ns: No significant.

مقایسه میانگین جذب عناصر کم‌مصرف در برگ درختان سالم و غیرسالم توت نشان داد که بیشترین مقدار جذب عناصر آهن، منگنز، روی، منیزیم و مس در برگ درختان سالم و کمترین مقدار این عناصر در برگ درختان ناسالم بود و در مقابل بیشترین مقدار عناصر سمی کلر و سدیم در برگ درختان ناسالم اندازه‌گیری شد. در این میان مقدار کلر موجود در برگ درختان ناسالم به‌طور تقریبی سه برابر اندازه این عنصر در برگ درختان سالم شد. مقدار سدیم اندازه-گیری شده در برگ درختان ناسالم نیز سه برابر مقدار این عنصر در برگ درختان سالم بود. مقدار ذخیره‌شده این عنصر در برگ درختان ناسالم و سالم به ترتیب ۰/۳۳ و ۰/۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین جذب عناصر کم‌مصرف در برگ درختان توت سالم و ناسالم

Figure 5. Compare the average uptake of micronutrients in healthy and unhealthy mulberry trees leaves

سلامت درخت Tree Health	عنصر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Element (mg/kg)				
	آهن Fe	روی Zn	مس Cu	کلر Cl	سدیم Na
سالم Healthy	138.26 a	35.61 a	18.69 a	0.207 b	0.11 b
ناسالم Unhealthy	80.85 b	26.87 b	12.74 b	0.628 a	0.33 a

در میان عناصر اندازه‌گیری شده فقط میانگین جذب کلر در برگ درختان توت در قطعات مختلف معنی‌دار شد. بیشینه مقدار این عنصر سمی در برگ درختان توت با ۰/۵۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم متعلق به قطعات ۱۴۷ هکتاری و مهرآباد و کمینه آن با ۰/۳۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به درختان توت موجود در قطعه ۱۰۶ هکتاری اختصاص یافت (جدول ٦).

جدول ٦- مقایسه جذب کلر در برگ درختان توت بین قطعات مختلف

Figure 6. Compare of chlorine uptake in mulberry trees leaves between different plots

عنصر Element	قطعات جنگلکاری Afforestation plots					
	مهرآباد Mehr-Abad	بیرون The outside	۱۰٦ هکتاری 106 hecterage	۱۴۷ هکتاری 147 hecterage	۱۷۰ هکتاری 170 hecterage	۱۹۵ هکتاری 195 hecterage
کلر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Cl (mg/kg)	0.525 a	0.355 ab	0.325 b	0.525 a	0.355 ab	0.42 ab

مقایسه جذب عناصر پرمصرف بین درختان توت سالم و غیرسالم و قطعات جنگلکاری

نتایج نشان داد که اختلاف مقدار جذب عناصر کلسیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن بین قطعات جنگلکاری معنی-دار نشد، ولی مقدار جذب کلسیم، پتاسیم، نیتروژن در سطح یک درصد بین درختان سالم و ناسالم توت دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۷). مقایسه میانگین جذب عناصر پرمصرف در برگ درختان سالم و غیرسالم توت نشان داد که بیشترین مقدار جذب عناصر کلسیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن در برگ درختان سالم وجود داشت (جدول ۸).

جدول ۷- مقایسه میانگین مربعات جذب عناصر پرمصرف بین درختان توت سالم و غیرسالم و مناطق جنگلکاری

Table 7. Compare the average uptake of macronutrients in healthy and unhealthy mulberry and plantation plots

منابع تغییرات SV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		کلسیم Ca	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N
قطعات Plots	6	0.006 ns	0.005 ns	0.0002 ns	0.0056 ns
سلامت Health	1	0.027**	0.164**	0.001 ns	0.559**
خطا Error	13	0.0014	0.008	0.0038	0.0168

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns: معنی‌دار نیست.

** Significant at level 1%, * Significant at level 5%, ns: No significant.

جدول ۸- مقایسه میانگین جذب عناصر پرمصرف در برگ درختان توت سالم و ناسالم

Figure 8. Compare the average uptake of macronutrients in healthy and unhealthy mulberry trees leaves

سلامت درخت Tree Health	عنصر (درصد) Element (Percentage)		
	کلسیم Ca	پتاسیم K	نیتروژن N
سالم Healthy	1.925 a	1.89 a	2.07 a
ناسالم Unhealthy	1.83 b	1.62 b	1.64 b

مقایسه میانگین جذب عناصر پرمصرف بین قطعات مختلف جنگلکاری نشان داد که از نظر آماری بین اندازه جذب کلسیم اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیشینه و کمینه اندازه جذب کلسیم به ترتیب با ۱/۹۵ و ۱/۸۱ درصد در برگ درختان توت قطعات مهرآباد و بیرونی بود (جدول ۹).

جدول ۹– مقایسه جذب کلسیم در برگ درختان توت بین قطعات مختلف

Figure 9. Compare of calcium uptake in mulberry trees leaves between different plots

عنصر Element	قطعات جنگلکاری Afforestation plots					
	مهرآباد Mehr-Abad	بیرون The outside	۱۰۶ هکتاری 106 hecterage	۱۴۷ هکتاری 147 hecterage	۱۷۰ هکتاری 170 hecterage	۱۹۵ هکتاری 195 hecterage
کلسیم (درصد) Ca%	a1.95	c1.81	abc 1.9	ab1.92	abc1.88	bc1.82

مقایسه اندازه پرولین و رنگیزه‌های گیاهی بین درختان سالم و ناسالم توت و قطعات جنگلکاری

آنالیز واریانس نتایج نشان داد که اندازه پرولین و رنگیزه‌های گیاهی موجود در برگ درختان توت در قطعات مختلف از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نبود. مقدار اسیدآمینه پرولین، کلروفیل نوع a، b و کاروتینوئیدها در بین درختان سالم و ناسالم توت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰– مقایسه میانگین مربعات رنگیزه‌های گیاهی و پرولین بین درختان توت سالم و ناسالم و قطعات جنگلکاری

Table 10. Compare Mean square of pigments and proline between healthy and unhealthy mulberry and plantation plots

منابع تغییرات SV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		پرولین Proline	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کاروتینوئیدها Carotenoids
قطعات Plots	6	2.15 ns	0.178 ns	0.029 ns	0.062 ns
سلامت Health	1	80.45**	17.04**	4.404**	5.66**
خطا Error	13	1.889	0.522	0.178	0.138

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns: معنی‌دار نیست.

** Significant at level 1%, * Significant at level 5%, ns: No significant.

مقایسه میانگین پرولین و رنگیزه‌های گیاهی موجود در برگ بین درختان سالم و ناسالم توت در جدول ۱۱ ارائه‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقادیر کلروفیل در برگ درختان سالم بیشتر از درختان ناسالم بود و مقدار اسیدآمینه پرولین در برگ درختان ناسالم بیش از ۱/۵ برابر درختان سالم شد.

مقایسه جذب عناصر سنگین بین درختان توت سالم و غیرسالم و قطعات جنگلکاری

تجزیه آماری نشان داد که اندازهٔ جذب عناصر سنگین شامل آرسنیک، جیوه، سرب، نیکل، کادمیوم و گوگرد در برگ درختان توت بین قطعات مختلف معنی‌دار نشد، ولی در بین درختان سالم و ناسالم مقدار نیکل، جیوه و سرب در سطح پنج درصد و اندازه نیکل و گوگرد در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۱۲).

جدول ۱۱- مقایسه میانگین جذب پرولین و کلروفیل در برگ درختان توت سالم و ناسالم

Figure 11. Compare of proline and Chlorophyll in healthy and non-healthy mulberry trees leaves

سلامت درخت Tree health	عنصر Element			
	پرولین (میلی‌گرم بر گرم) Proline (kg/gr)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll a(mg/gr)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم) Chlorophyll b (mg/gr)	کاروتینوئیدها (میلی‌گرم بر گرم) Carotenoids (mg/gr)
سالم Healthy	^{b}8.67	^{a}5.93	^{a}2.9	^{b}0.515
ناسالم Unhealthy	^{a}13.85	^{b}3.54	^{b}1.69	^{a}1.89

جدول ۱۲- مقایسه میانگین مربعات جذب عناصر سنگین بین درختان توت سالم و غیرسالم و قطعات جنگلکاری

Table 12. Compare Mean square of heavy metal between healthy and unhealthy mulberry and plantation plots

منابع تغییرات SV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares					
		آرسنیک Arsenic	جیوه Mercury	سرب Lead	نیکل Nickel	کادمیوم Cadmium	گوگرد Sulfur
قطعات Plots	6	0.0015 ^{ns}	0.00003 ^{ns}	0.223 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.003 ^{ns}
سلامت Health	1	0.0127 *	0.0016 *	1.104 *	0.0044 **	0.013 ^{ns}	0.173 **
خطا Error	13	0.0017	0.00013	0.1607	0.0004	0.0033	0.004

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns: معنی‌دار نیست.

** Significant at level 1%, * Significant at level 5%, ns: No significant.

مقایسه میانگین جذب عناصر سنگین در برگ درختان سالم و غیرسالم توت نشان داد که مقادیر غلظت عناصر سنگین در برگ درختان ناسالم بیشتر از درختان سالم بود (جدول ۱۳).

جدول ۱۳- مقایسه میانگین جذب عناصر سنگین در برگ درختان توت سالم و ناسالم

Table 13. Compare of heavy metal uptake in mulberry trees leaves between healthy and unhealthy mulberry

سلامت درخت Tree health	عنصر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Element (mg/gr)					
	آرسنیک Arsenic	جیوه Mercury	سرب Lead	نیکل Nickel	کادمیوم Cadmium	گوگرد Sulfur
سالم Healthy	0.3 ^{b}	0.045 ^{b}	1.29 ^{b}	0.13 ^{b}	0.302 ^{a}	0.632 ^{b}
ناسالم Unhealthy	0.365 ^{a}	0.068 ^{a}	1.87 ^{a}	0.17 ^{a}	0.367 ^{a}	0.872 ^{a}

بحث

نتایج نشان داد که اختلاف جذب عناصر سنگین در برگ درختان ناسالم با درختان سالم از نظر آماری معنی‌دار بود. بااین‌حال بیشتر بودن مقدار غلظت این عناصر در درختان ناسالم نیز مشکلی را برای این درختان به وجود نیاورد. مقدار نیکل در برگ درختان ناسالم ۰/۱۷ و در برگ درختان سالم توت ۰/۱۳ میلی-گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. کادمیوم موجود در برگ درختان ناسالم و سالم به ترتیب ۰/۳۶۷ و ۰/۳۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. تحقیقات نشان داده است که انباشت مقدار ۵-۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیوم و ۱۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیکل برای گیاهان سمی است و زندگی آن‌ها را به مخاطره می‌اندازد (Kabata-Pendias and Pendias, 1984)؛ بنابراین مقدار تجمع عناصر کادمیوم و نیکل در درختان ناسالم نیز با کمینه مقدار این عناصر که ایجاد سمیت در گیاه می‌کند فاصله دارد و وجود این عناصر با این مقدار در برگ درختان ناسالم نمی‌تواند عاملی برای ایجاد تنش ناشی از وجود این عناصر در برگ درختان باشد. ثابت‌شده است که توت سفید قابلیت برداشت نیکل و کادمیوم از خاک را در مناطق آلوده به این عنصرهای سنگین دارد (Rafati *et al*., 2012). به نظر می‌رسد انباشت مواد سنگین در برگ درختان توت ناشی از قابلیت این گونه در جذب آلاینده‌ها باشد.

غلظت عناصر کم‌مصرف در برگ درختان سالم بیشتر از درختان ناسالم توت بود. این عناصر نقش مهمی در رویش و شادابی درختان دارند. از میان عناصر کم‌مصرف، اندازه کلر و سدیم به‌عنوان دو عنصر سمی در برگ درختان ناسالم تا ۳ برابر درختان سالم بود. انباشت زیاد این دو عنصر ناشی از ایجاد تنش شوری در درختان توت است (Sun *et al*., 2009). بررسی‌های جانبی بر روی منابع آب این تحقیق نیز نشان از شوری بالای آب بخصوص منابع آب زیرزمینی داشت که این عامل می‌تواند از دلایل مهم ایجاد تنش در این درختان باشد. درختان توت با وجود مقاوم بودن به شوری، قادر به مقاومت در برابر تنش ناشی از غلظت بالای جذب کلر و سدیم نبودند و این مسئله منجر به ایجاد تنش در برخی از پایه‌های توت و در نتیجه جذب کمتر عناصر ضروری کم‌مصرف و پرمصرف شده است. وجود بیشتر عناصر سمی کلر و سدیم سبب جذب کمتر عناصر پرمصرف در برگ درختان ناسالم توت نسبت به برگ درختان سالم شده است، در همین زمینه ثابت‌شده است که شوری به‌عنوان یکی از تنش‌های محیطی تأثیرگذار، ابتدا موجب کاهش رویش و تولید گیاهان می‌شود (Najafian *et al*., 2008 ،Jahanbazy *et al*., 2015، Sai Kachout *et al*., 2009) و در نهایت سبب تغییرات خطرناک مانند کاهش فعالیت آنزیم‌ها، انحلال دیواره سلولی، کاهش فتوسنتز و مرگ گیاه می‌شود (Paridaa and Das, 2005). اندازه بیشتر پرولین در برگ درختان ناسالم توت و غلظت بیشتر کلروفیل‌های سبز a و b و غلظت کمتر رنگیزه‌های غیر سبز در برگ درختان سالم حکایت از وجود تنش در پایه‌های ناسالم توت در مقایسه با پایه‌های سالم دارد. پرولین ترکیبی است که در پاسخ به تنش تمایل به افزایش دارد (Cushman, 2001) و برای تنظیم و تعدیل فشار اسمزی در گیاهان تحت تنش ضروری است (Di Martino *et al*., 2003; Mademba-Sy *et al*., 2003). افزایش پرولین در گیاهان تحت تنش توسط دیگر محققین گزارش‌شده است (Hardikar and Pandey, 2008، Najafian *et al*., 2008، Jahanbazy *et al*., 2015، Sadeghi, 2011).

تحقیق کامل در ارتباط با عوامل اصلی رویشگاهی فضای سبز شامل آب‌وخاک نشان داد که

این رویشگاه در درجه اول از نظر خاک وضعیت بسیار نامناسبی دارد، وجود لایه‌های محدودکننده، پایداری بالای خاک و مقاومت آن در برابر توسعه ریشه درختان و اندازه بالای قلیائیت و مقدار آهک به نسبت زیاد در خاک، همگی نشان می‌دهد که درختان مستقر در این محدوده جنگلکاری مشکلات زیادی را برای ادامه حیات و بقاء دارند. به‌طور حتم استمرار نوع مدیریت فعلی فضای سبز و عدم توجه به مسائل تغذیه‌ای برای درختان می‌تواند در آینده ضمن تشدید خشکیدگی بر روی درختان درگیر با خشکیدگی، زمینه را برای ضعف و خشکیدگی دیگر گونه‌ها فراهم کند. ضعف ناشی از کمبود مواد غذایی در خاک، تنش ناشی از افزایش هدایت الکتریکی، اسیدیته و بالا رفتن اندازه عناصر سمی مانند کلر و سدیم منجر به ایجاد تنش در برخی از پایه‌های توت شده است. به نظر می‌رسد که تنوع پایه‌های توت از نظر ژنتیکی تاکنون منجر به مقاومت برخی از پایه‌ها در برابر تنش در شرایط سخت رویشگاه شده است. استفاده از پایه‌های مقاوم به این شرایط برای تکثیر و واکاری در فضای سبز موجود می‌تواند یکی از راهکارهای مناسب برای جلوگیری از گسترش خشکیدگی این گونه در آینده باشد. پژوهش‌ها نشان داده است که درخت توت توانایی خوبی در جذب آلاینده‌های جوی دارد و می‌تواند به‌عنوان یک‌گونه مناسب برای جنگلکاری در مناطق دارای آلودگی جوی باشد. این گیاه توانایی جذب گردوغبار و سولفات بیشتر را در مناطق صنعتی نسبت به مناطق مسکونی به نمایش گذاشته است (Gupta *et al*., 2015) از این‌رو به نظر می‌رسد که انتخاب این گونه برای ایجاد فضای سبز در حاشیه مجتمع فولاد مبارکه مناسب بوده، ولی انطباق توانایی هر گیاه با شرایط رویشگاهی جدید بخصوص از نظر دما، خاک و منابع آب از ضرورت‌هایی است که می‌بایست با دقت کافی منطبق بر پژوهش‌های پایه جامع اولیه صورت پذیرد.

References

- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris, *Plant Physiology*, 24(1): 1-15.
- Cushman, J.C., 2001. Osmoregulation in plants: implications for agriculture, *American Zoologist*, 41(4): 758-769.
- Dandin, S.B., J. Jayaswal & K. Giridhar, 2003. Handbook of Sericulture Technologies, Central Silk Board, Ministry of Textiles, Government of India, India, 287 P.
- Hervan, 2012. Evaluation of salt tolerance in almond [*Prunus dulcis* (L.) Batsch] rootstocks, *African Journal of Biotechnology*, 11(56): 11907-11912.
- Di martino, C., S. Delfine, R. Pizzuto, F. Loreto & A. Fuggi, 2003. Free amino acids and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress, *New Phytologist*, 158(3): 455-463.
- Emami A. 1996. Methods of plant analysis, Soil and Water Research institute, the research Education and Agriculture, Ministr-y of Agriculture, Tehran, Iran. 128 p. (In Persian)
- Fang Chen, F., J, Lu, M. Zhang, K. Wan & D. Liu, 2009. Mulberry nutrient management for silk production in Hubei Province of China, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(2): 245-253.
- Hardikar, S.A. & A.N. Pandey, 2008. Growth, water status and nutrient accumulation of seedlings of *Acacia senegal* (L.) Willd. in response to soil salinity, *Anales de Biologia*, 30:17-28.
- Jahanbazy Goujani, H., S.M. Hosseini Nasr, K. Sagheb-Talebi & S.M. Hojjati, 2015. Effect of salinity on growth factors, proline, pigments and absorption of elements in shoot of four wild Almond, *Journal of Plant research*, 27(5): 777-787. (In Persian)
- Javed, I., Z. Rahman, F. Khan, F. Muhammad, Z. Iqbal & B. Aslam, 2006. Renal clearance and urinary excretion of kanamycin in domestic ruminant species. *Pakistan Veterinary Journal,* 26(1): 1-8.

- Kabata-Pendias, A. & H. Pendias, 1984. Trace elements in soils and plants, CRC press, Florida, 448 p.
- Kumar, S.G., K.V. Madhusudhan, N. Sreenivasulu & C. Sudhakar, 2000. Stress responses in two genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity, *Indian journal of experimental biology*, 38(2):192-195.
- Lakzian, A., V. Feiziasl, A. Tehranifar, A. Halajnia, H. Rahmani, P. Pakdel, H. Mohseni & A. Talebi, 2013. Evaluation of dieback and early yellowing of sycamore trees (*Platanus* sp.) in Mashhad by using GGE biplot analysis, *Journal of Horticultural Science*, 27(3): 259-274. (In Persian)
- Mademba-Sy, F., A. Boucherea & F. Larher, 2003. Proline accumulation in cultivated citrus and its relationship with salt tolerance, *Journal of Horticultural Scince and Biotechnology*, 78(5): 617-623.
- Najafian, S.H., M. Rahemi & V. Tavallai, 2008. Effect of salinity on tolerance of two almond rootstocks, *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental science*, 3(2): 264-268.
- Paridaa, A.K. & A.B. Das, 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3): 324-349.
- Gupta, G.P., S. Singh, B. Kumar & U. Kulshrestha, 2015. Industrial dust sulphate and its effects on biochemical and morphological characteristics of Morus (Morus alba) plant in NCR Delhi, *Environmental Monitoring and Assessment,* 187(3): 1-13.
- Prithvi Raje Urs, M.K., K. Rajashekar & A. Sankar, 2011. Evaluation of Mulberry (*Morus* spp.) genotypes for tolerance to major abiotic stresses, *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 1(3):167-173.
- Rafati, M., N. Khorasani, F. Moraghebi & A. Shirvany, 2012. Phytoextraction and phytostabilization potential of Cadmium, Chromium and Nickel by *Populus alba* and *Morus alba* species, *Journal of Natural Environment*, 65(2): 181-191. (In Persian)
- Sadeghi, H., 2011. Differential response to salinity in two Iranian barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars, *Romanian Agricultural Research*, 28:57-64.
- Sai Kachout, S., A. Ben Mansoura, K. Jaffel, J.C. Leclerc, M.N. Rejeb & Z. Ouerghi, 2009. The effect of salinity on the growth of the halophyte *Atriplex hortensis* (Chenopodiaceae), *Applied Ecology and Environmental Research*, 7(4): 319-332.
- Simon, E., M. Braun, A. Vidic, D. Bogyó, I. Fábián & B. Tóthmérész, 2011. Air pollution assessment based on elemental concentration of leaves tissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna, *Environmental Pollution*, 159(5): 1229-1233.
- Sun, J.B., G.Y. Sun, X.D. Liu, Y.B. Hu & Y.S. Zhao, 2009. Effects of salt stress on mulberry seedlings growth, leaf water status, and ion distribution in various organs, *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 20(3):543-548. (In Chinese)
- Thambavani, D.S. & B. Kavitha, 2014. Removal of Chromium (VI) Ions by Adsorption Using Riverbed Sand from Tamilnadu–A Kinetic Study, *International Journal of Research*, 1(4), 718-742.
- Troll, W. & J. Lindsley, 1955. A photometric method for the determination of proline, *The Journal of Biological Chemistry*, 215(2):655-660.
- Vijayan, K., S. Chatterjee, C. Nair, 2009. Diversification of mulberry (Morus indica var. S36), a vegetatively propagated tree species, *Caspian Journal Environment Sciences*, 7(1):23-30.
- Vineet, K., D. Sharma, A. Babu & R. Datta, 1998. SEM studies on the hyphal interactions between a biocontrol agent Trichoderma harzianum and a mycopathogen Fusarium solani causing root rot disease in mulberry, *Indian Journal of Sericulture*, 37(1): 17-20.
- Woltebeek, B., 2002. Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives, *Environmental pollution*, 120(1): 11-21.
- Woo, S.Y. & S.M. Je, 2006. Photosynthetic rates and antioxidant enzyme activity of Platanus occidentalis growing under two levels of air pollution along the streets of Seoul, *Journal of Plant Biology*, 49(4): 315-319.

Comparing of elements absorption and amount of proline, plant pigments in healthy and dieback mulberry (*Morus alba* L.)

H. Jahanbazi Goujani [1*], Y. Iranmanesh[1], A. Mehnatkesh[1] and F. Haghighian[2]
1- Research Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources of Chaharmahal va Bakhtiari, Shahre-e-Kord, I.R. Iran.
2- Research Instructor, Agricultural and Natural Resources of Chaharmahal va Bakhtiari, Shahre-e-Kord, I.R. Iran.

Received: 02.11.2015 Accepted: 15.05.2016

Abstract

Mulberry is used for planting development. This tree is one of the important species that planted in the Mobarakeh Steel Complex. This tree dieback has been a main managerial problem in recent years in the company. Environmental stress is one of the most important factors that influencing on species dieback. Absorption of heavy metals as an environmental pollutants, nutrient absorption, plant pigment and proline can determine the impact of stress on the occurrence of this phenomenon. The 2000 m^2 plot was built in each area that planted by this species. Leaves complex sample of 5 trees were collected of healthy and unhealthy trees to compare of elements concentration. The results showed that the uptake of heavy metals including lead, mercury, cadmium and nickel in the leaves of unhealthy trees was higher than healthy trees, but the amounts of these elements were not toxicity in unhealthy trees. Absorption of macro and micro nutrients such as calcium, potassium, nitrogen, manganese, magnesium, iron, copper and zinc in the leaves of healthy trees was more than unhealthy leaves, but the amount of sodium and chlorine in the leaves of unhealthy trees were rather than healthy trees.This condition was indicative of salinity stress in the habitat. Water sources also indicate this phenomenon. Lack of soil fertility also created many problems for power plants. Soil fertility stresses was extended dieback of trees.

Keywords: Decline, Dieback, Mulberry, Plantation.

[*] Corresponding author: Email: jahanbazy_hassan@yahoo.com