مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال شانزدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۳
ص ۴۱۷-۴۰۵
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2024.414600.1944

بررسی اثر آلودگی هوا بر خصوصیات تشریحی دو گونهٔ *Ligustrum lucidum* W.T.Aiton و *Euonymus japonicas* Thunb.

راضیه تقوی زاد[1*]، سیدمجتبی بادکوبه[2] و محمد قربان‌نژاد[3]

[1]استادیار گروه زیست‌شناسی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[2]دانش‌آموختهٔ کارشناسی زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[3]دانش‌آموختهٔ کارشناسی زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱)

چکیده

مقدمه: گیاهان غیربومی با ورود به اکوسیستم شهری بسته به شرایط جدید، گاه رفتارهای پیش‌بینی‌ناپذیری بروز می‌دهند. دامنهٔ گسترش وضعیت ایجادشده ممکن است تا جنگل‌ها کشیده شود. یکی از این شرایط جدید، آلودگی هواست.

مواد و روش‌ها: بررسی تشریحی و تعیین تراکم عناصر سنگین سرب، کادمیوم و آهن بر دو گیاه برگ نوی درخشان و شمشاد زینتی در جنوب تهران در شرایط هوای آلوده در سطح ناسالم صورت گرفت. برش‌گیری عرضی و رنگ‌آمیزی مضاعف گیاهان انجام پذیرفت. برای سنجش عناصر از طیف‌سنجی نشری اتمی **ICP** استفاده شد.

یافته‌ها: در بررسی تشریحی برگ نوی درخشان، بیشتر تغییرات در ناحیهٔ رگبرگ اصلی با شکافی هاله‌ای در زیر و جوانب دسته آوندهای رگبرگ اصلی اتفاق افتاد که آوندها را از بقیهٔ بافت جدا کرد و نیز شکاف‌هایی در ناحیهٔ زیر آوندها در بافت پارانشیم سطح تحتانی برگ ایجاد شد. همچنین اپیدرم دولایه مشاهده شد. تظاهرات ریختی آن برنزه شدن رنگ برگ همراه با فرسودگی در ناحیهٔ رگبرگ اصلی بود، اما در بررسی‌های تشریحی شمشاد زینتی، شکاف‌ها فقط در بافت پارانشیم سطح تحتانی رگبرگ اصلی دیده شد. همچنین تجمع توده‌هایی از مواد آلوده در نقاط مختلف از جمله مزوفیل برگ‌ها مشاهده شد. در طیف‌سنجی نشری اتمی، از بین عناصر، تنها مقدار آهن جذب‌شده بیشتر از حد معمول بود. آهن در برگ نوی درخشان۱/۷۰ ppm و در شمشاد زینتی ۳/۴۱ ppm برآورد شد.

نتیجه‌گیری: شمشاد زینتی با وجود جذب آهن بیشتر نسبت به برگ نوی درخشان، آسیب‌دیدگی کمتری داشت. با توجه به نقش تهاجمی برگ نوی درخشان در دیگر کشورها و شواهدی از زادآوری طبیعی جنس *Ligustrum* در شمال ایران بیم آن می‌رود که این گیاه با تهاجم، ابتدا کاهش تنوع زیستی گیاهان بومی را سبب شده و در تداوم آلودگی، خود نیز ناپایدار شود. شمشاد زینتی هم به‌دلیل داشتن آفت مشترک فایتوفتورا با درختان جنگلی و حتی مرکبات گزینهٔ خوبی برای پرچین‌ها نیست. بنابراین محدود کردن این گیاهان لازم به نظر می‌رسد. احیای شمشاد خزری *Buxus hyrcana* Pojark که بومی ایران است و در خطر انقراض قرار دارد در شمال ایران و نوش *Thuja orientalis* L. و منداچه یا ترون *Ligustrum vulgare* L. در تهران به‌جای گیاهان بررسی‌شده در این پژوهش، به‌مراتب برای حفاظت جنگل سودمندتر است.

واژه‌های کلیدی: آهن، بومی، زادآوری طبیعی، طیف‌سنجی نشری اتمی ICP.

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس:
ایمیل: ra_taghavizad@yahoo.com

مقدمه

یاس هلندی با نام‌های برگ نو و یاس خوشه‌ای *Ligustrum lucidum* W.T.Aiton از تیرهٔ زیتون Oleaceae، درختچه‌ای نیمه‌همیشه‌سبز یا درختی کوچک با برگ‌های سبز تیره است که ارتفاع آن تا ۵۰ فوت می‌رسد. این گیاه در آفتاب کامل تا سایهٔ جزئی رشد می‌کند و بیشه‌های متراکمی را تشکیل می‌دهد و از این‌رو درختچهٔ محوطه‌سازی محبوبی برای ساخت پرچین به نظر می‌رسد (Giambalvo, 2021). این گیاه، بومی اروپا تا شمال آفریقا و شرق آسیا (ژاپن، چین و کره) و استرالیاست (Maddox et al., 2010).

شمشاد زینتی سبز با نام علمی *Euonymus japonicus* Thunb. از تیرهٔ Celastraceae درختچه‌ای همیشه‌سبز یا درختی کوچک به ارتفاع ۳ تا ۴/۵ متر با برگ‌های متقابل بیضی‌شکل سبز تیره است. گل‌ها کوچک به رنگ سبز مایل به سفید هستند و میوه‌های قرمز مایل به صورتی در تابستان یا پاییز تولید می‌شوند (Oregan state University). به گزارش باغ گیاهشناسی Missouri این گیاه بومی ژاپن، کره و چین است.

به نظر می‌رسد که بسیاری از گیاهان غیربومی بعد از ورود به منطقهٔ جدید، تهاجمی عمل کرده و صدمات جبران‌ناپذیری به اکوسیستم وارد می‌کنند؛ مانند سنبل آبی *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms که توسط Mozaffarian & Yaghoubi (2015) معرفی شد. این گیاه هم با پوشاندن سطح آب مانع رسیدن اکسیژن به آبزیان می‌شود و هم آب زیادی مصرف می‌کند و تعرق زیادی دارد (Mirzajani et al., 2019). این گیاه همچنین جاذب فلزات سنگین است (Schneider et al., 1995). بنابراین با اینکه از یک حیث مفید بود و در پالایش محیط از فلزات سنگین اثر داشت، با قدرت تهاجم توانست پهنه‌های وسیعی از سطح مرداب را بگیرد. بیم آن می‌رود که یاس هلندی نیز چنین اتفاقی را برای محیط زیست کشور پیش آورد. Giambalvo (2021) با تکیه بر مهاجم بودن یاس هلندی در گزارش خود آورده است که مانند دیگر گیاهان مهاجم، در همهٔ انواع خاک رشد می‌کند. در سراسر شرق ایالات متحده *Ligustrum* گیاه غیربومی بسیار مهاجمی است که مناطق جنگلی را اشغال می‌کند، گونه‌های بومی را از بین می‌برد و تنوع زیستی را به شدت در آن مناطق کاهش می‌دهد. بنا به گزارش Maddox et al. (2010) یاس هلندی که به‌صورت زینتی وارد آمریکا شد، اکنون گیاهی مهاجم برای آمریکا محسوب می‌شود و باید کنترل شود. این گیاه هیبریدها و ارقام زیادی یافته است و تنها در آمریکا تنوع گونه‌هایش به ۹ عدد می‌رسد.

آهن نوعی میکروالمنت یا میکرونوترینت ضروری برای بسیاری از موجودات زنده ازجمله گیاهان و انسان است. آهن برای فتوسنتز و سنتز کلروفیل در گیاهان لازم است، ولی اگر آهن بیش از حد باشد، برای سلول‌های گیاه سمی است (Schmidt et al., 2020).

در مورد مقدار آهن اغلب گفته می‌شد که اگر بین ۵۰ تا ۲۵۰ (mg kg-1) در گیاه باشد، نرمال و بیش از ۵۰۰ سمی است (Stanojkovic-Sebic et al., 2013). مسمومیت با آهن (Fe) نوعی اختلال تغذیه‌ای گسترده در برنج‌های دشتی lowland است که سبب کندی رشد و علائمی در برگ می‌شود که به آن برنزه شدن برگ می‌گویند (Rajonandraina et al., 2023). در بارهٔ سمیت آهن اغلب در علوم گیاهی بحث نمی‌شود، اگرچه سبب اختلالات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شدید می‌شود، از جمله آسیب به غشا و فراساختار کلروپلاست (Noreen et al., 2021). سطح بحرانی زیاد آهن گزارش‌شده در محلول کشت از گزارشی به گزارش دیگر متفاوت بوده و بسته به نوع روش کشت آبی، برای بعضی کشت‌ها ppm ۵۰ و برای برخی دیگر از کشت‌ها ppm ۱۰ ذکر شده است (Tanaka, 2012). در این موارد علائم سمیت توصیف‌شده یکسان نبودند. مطرح نشدن زیاد سطح سمیت آهن شاید به‌دلیل همین واکنش مختلف گیاهان باشد. Nazari Alamdarloo et al. (2020) با

بررسی تجمع زیستی سرب و کادمیوم در برخی درختان و درختچه‌ها دریافتند که بیشترین شاخص تحمل به آلودگی هوا در گیاهان برگ نو و رز وجود دارد. Hakimi et al. (2017) اثر سرب و کادمیوم بر نهال گیاه بومی *Ligustrum vulgare* L. را با افزودن به خاک بررسی کردند. در نهایت اثر مضر فیزیولوژیک بیشتر با کادمیوم مشاهده شد تا با سرب و مهم این‌که هیچ اثر ریختی یا آناتومی ذکر نشد. آنها یادآور شدند که عناصر سنگین به دو صورت سبب سمیت می‌شوند: ۱. به‌صورت غیرمستقیم از طریق رقابت با دیگر عناصر غذایی ضروری و جایگزین شدن در ساختمان رنگدانه‌ها یا آنزیم‌ها و تخریب عملکرد آنها؛ ۲. به‌طور مستقیم با تخریب ساختار سلول‌ها.

در سال ۱۳۸۹ فهرستی از ۱۳۸ گیاه به همهٔ بخش‌های اجرایی مربوط داده شد و توصیهٔ به کشت آنها شد و اطمینان داده شد که گیاهان یادشده را می‌توان در مناطق آلوده، پارک‌ها و چمن‌های داخل شهر تهران کاشت. در این فهرست گیاه برگ نوی درخشان *Ligustrum lucidum* و برگ نوی ژاپنی *Ligustrum japonicum* نیز وجود داشت (www.bhrc.ac.ir/Portals). تحقیق دربارهٔ فلزات سنگین در گیاهان اغلب با دو هدف صورت می‌گیرد: ۱. بررسی امنیت غذایی ۲. کاربرد در پایش زیستی و حذف فلزات سنگین از محیط زیست (Solgi et al., 2022). ولی به تأثیر جذب عناصر سنگین بر رفتار گیاه و در درازمدت بر اکوسیستم کمتر توجه شده است.

کاشت نهال‌های برگ نو در بسیاری از پارک‌ها و فضاهای سبز توجه ما را به خود جلب کرد تا بررسی کنیم که گیاهی که زیستگاه اصلی آن ژاپن است چگونه در تهران با هوای گرم و خشک و گاه آلوده رشد می‌کند. ویژگی جذب عناصر سنگین توسط گیاهان اغلب به‌علت پالایش محیط، مثبت تلقی می‌شود، ولی آیا هیچ پیامدی ندارد؟

در این تحقیق سعی شد تأثیرپذیری دو گیاه غیربومی از عناصر سنگین و آسیب‌های احتمالی آن به گیاه و اکوسیستم بررسی شود.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

منطقه ۱۹ شهرداری تهران با وسعت ۹۲/۱۴ کیلومتر مربع و ارتفاع تقریبی ۱۰۱۰ متر از سطح دریا در جنوب شهر تهران واقع شده است. این منطقه در عرض شمالی ´ ۵۵، ° ۳۵ و طول شرقی ´ ۳۶، ° ۵۱ از شمال به اتوبان جوانه، از جنوب به اتوبان آزادگان، از شرق به اتوبان نواب و خیابان بهمنیار و از غرب به اتوبان آیت‌الله سعیدی محدود می‌شود. از جمله عوامل شاخص این منطقه وجود کورهٔ آجرپزی است (Nejati et al., 2023) که سهمی در آلودگی هوا دارد، زیرا سوخت بیشتر این کوره‌ها مازوت است. منطقهٔ ۱۹ دارای ۲۰۰۰ گاراژ دپوی چوب، آهن، پلاستیک و پسماند کارگاه‌هاست که روزانه آتش زده شده و بخش دیگری از آلودگی منطقه را سبب می‌شود (Heydari & Razavian, 2020). این منطقه همچنین از بخش جنوبی به پالایشگاه نفت شهرری نزدیک بوده و متأثر از آلودگی‌های آن است (Fasihi et al., 2017).

شناسایی و نامگذاری گیاهان

یاس هلندی یا برگ نو از جنس *Ligustrum* است که بنا به گزارش Mozaffarian (1996) در ایران یک گونه گیاه درختچه‌ای همیشه‌سبز به نام مندارچه با برگ نو *L.* vulgare دارد که به‌عنوان پرچین باغ‌ها و منازل استفاده می‌شود، اما امروزه گونه‌های متعددی از آن به ایران وارد و در پارک‌ها و حیاط منازل کاشته می‌شود۷، از جمله:

برگ نوی چینی *L. sinence* Lour.

برگ نوی درخشان *L. lucidum* Ait.

برگ نوی آمریکایی *L. ovalifolium* Hassk.

برگ نوی ژاپنی *L. japonicum* Thunb

این پژوهش نشان داد که گونهٔ تحت بررسی برگ نوی درخشان *Ligustrum lucidum* است (شکل ۱). بنا به گزارش دانشگاه کارولینای شمالی این گیاه که Glossy Privet, Tall-glossy Privet, Waxleaf Privet خوانده می‌شود و گیاهی مهاجم در کارولینای شمالی است، درختچه‌ای بزرگ یا درختی کوچک با تاج باز و ساقهٔ ضخیم است. این درختچه مقاوم به خشکی است و هرس شدید را نیز تحمل می‌کند و در برابر خاک‌های قلیایی مقاوم است، ولی به اندازهٔ *Ligustrum japonicum* در برابر سرما مقاوم نیست.

برگ‌های گیاهان شمشاد سبز زینتی از پرچین‌ها و برگ نوی درخشان از فضاهای سبز در اوایل آبان ۱۴۰۱ از منطقهٔ ۱۹ شهر تهران جمع‌آوری شد (شکل ۱). شاخص کیفیت هوا در آن زمان از سایت هواشناسی دریافت شد. سپس دو شیوهٔ آزمایش تشریحی و طیف‌سنجی نشری ICP برای بررسی تأثیر آلودگی هوا بر این گیاهان به‌کار گرفته شد. برگ‌های بالغ به‌دلیل چرمی بودن تحت آزمایش تشریحی قرار گرفتند. به این منظور با قرار دادن نمونه‌های برگ به‌مدت یک ساعت در محلول اتانول و گلیسیرین به نسبت برابر، آماده‌سازی و تثبیت نمونه‌ها قبل از برش‌گیری انجام گرفت تا سلول‌ها و بافت‌ها ثابت و بدون تغییر بمانند و برش‌گیری هم به‌آسانی انجام گیرد. نمونه‌ها از برگ‌های سبز بالغ که به رشد و نمو کامل رسیده بودند برداشت شد و برش‌گیری از میانهٔ برگ که در بهترین شرایط از لحاظ تکوینی بودند تهیه شد. ابتدا حدود ۶۰ برش عرضی نازک و یکنواخت از برگ‌ها گرفته شد. حدود ۳۰ برش از بهترین برش‌ها انتخاب شد و سپس رنگ‌آمیزی مضاعف صورت گرفت. رنگ‌آمیزی مضاعف با دو رنگ کارمن زاجی و آبی متیلن با تکرارهای لازم صورت گرفت. این رنگ‌آمیزی در کنار نمایان کردن بافت‌های آوندی چوبی و آبکش، بافت‌های دیگر را هم به‌صورت متمایز رنگ‌آمیزی می‌کند.

طیف‌سنجی نشری ICP

برای تزریق نمونه‌ها به دستگاه ICP ابتدا هضم نمونه‌ها صورت گرفت.

آماده‌سازی نمونه‌ها به روش Digestion

برگ‌ها با آب مقطر شست‌وشو داده شدند، رطوبت سطح آنها گرفته شد و نمونه‌ها جداگانه خشک شدند. برگ‌های خشک به کمک آسیاب پودر شدند و ۲ گرم از پودر هر گیاه در بشرهای جداگانه ریخته شد. برای هضم نمونه‌ها محلول ۲:۱ از اسید کلریدریک ۳۷ درصد و اسید نیتریک ۶۳ درصد فراهم شده و ۱۰ میلی‌لیتر از محلول حاصل به هر بشر محتوی پودر اضافه شد و با مگنت به‌مدت یک دقیقه در دمای ۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد هم زده شد، سپس دمای هیتر روی ۱۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد گذاشته شد تا بدون هم زدن به‌مدت ۱۵ دقیقه حرارت ببینند. وقتی نمونه‌ها کدر شدند مقداری از مخلوط دو اسید به آنها افزوده شد تا شفاف شوند. دو نمونه از هیتر برداشته شد تا خنک شوند و سپس با صافی واتمن ۴۲ صاف شدند و نمونهٔ صاف‌شده در یک ظرف پلی‌اتیلن ریخته و در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد و بعداً سنجش طیف‌سنجی انجام گرفت.

نتایج

شاخص کیفیت هوا در زمان تحقیق ۱۶۹ و بین ۱۵۱ تا ۲۰۰ و در سطح ناسالم بود. نتایج حاکی از برنزه یا قهوه‌ای شدن برگ و فرسودگی در محل رگبرگ اصلی گیاه برگ نوی درخشان بود، ولی آلودگی در رنگ گیاه شمشاد زینتی تغییری ایجاد نکرد (شکل ۲).

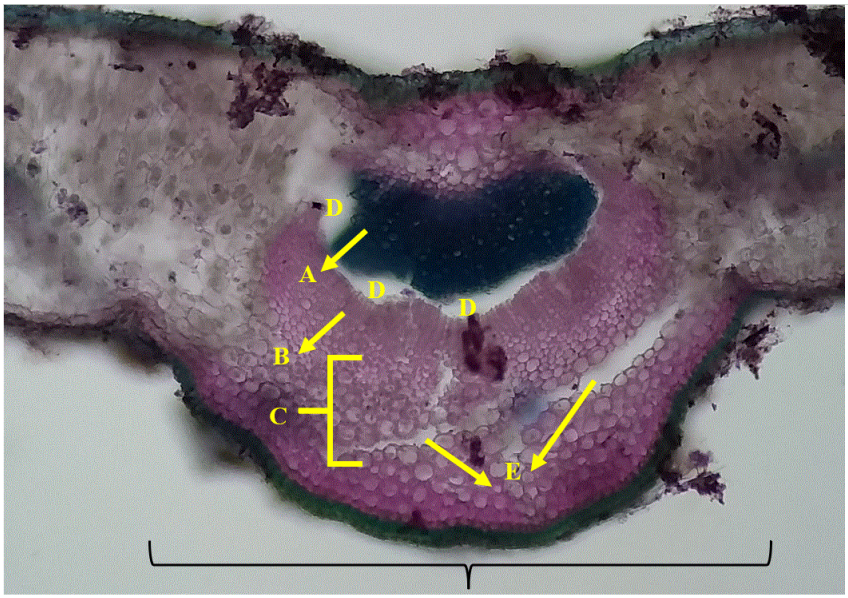
شکل ۱- *Ligustrum lucidum* در فضای سبز دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری؛ درختچه‌ای به ارتفاع ۳ متر با تاج باز، ساقهٔ ضخیم با گل‌های خوشه‌ای متراکم در فصل بهار

Figure 1. *Ligustrum lucidum* in the green space of Islamic Azad University, Yadgar Imam Khomeini (RAH), Shahre_Rey It is ashrub with three meter height, open canopy, thick stem, and dense clusters of flowers in spring

شکل ۲- برگ نوی درخشان در زمان جمع‌آوری. تجمع زیاد آهن علائمی مانند برنزه شدن رنگ برگ را ایجاد کرده است و در محل رگبرگ اصلی برگ‌های مسن شواهدی از فرسودگی (پیکان سیاه) دیده می‌شود

Figure 2. *Ligustrum lucidum* at the time of collection. High accumulation of iron causes symptoms such as yellowing of leaves and rust, and evidence of wear (black arrow) can be seen in the main vein of old leaves

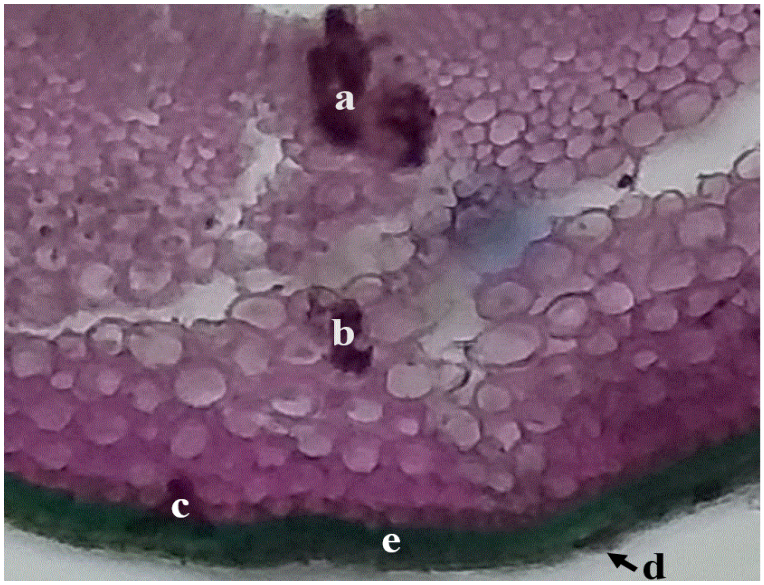
براساس نتایج آناتومی، در ۸۰ درصد نمونه‌ها، بیشتر تغییرات در ناحیهٔ رگبرگ اصلی با شکافی هاله‌ای در زیر و جوانب دستهٔ آوندهای چوب رگبرگ اصلی اتفاق افتاد که آوندهای چوب را از آوندهای آبکش بافت جدا می‌کرد و نیز شکاف‌هایی در ناحیهٔ زیر آوندها در بافت پارانشیم سطح تحتانی برگ یاس هلندی مشاهده شد. همچنین بافت کلرانشیمی دچار به‌هم‌ریختگی شد (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل ۳- برش عرضی از برگ گیاه برگ نوی درخشان: A- آوند چوبی، B- آوند آبکش، C- بافت پارانشیم، D - شکاف زیر و جوانب آوند چوبی، E-شکاف میان بافت پارانشیمی (آکولاد سیاه محل رگبرگ اصلی برگ را نشان می‌دهد)، F – به‌هم‌ریختگی کلرانشیم (پارانشیم نردبانی کوتاه و بلند شده و پارانشیم حفره‌ای به میان آن‌ها نفوذ کرده است)

Figure 3. Transverse section of leaf of *Ligustrum lucidum*: A- xylem, B- phloem, C- parenchyma tissue, D- cleft below and sides of xylem, E- cleft between parenchymal tissue (the black bracket shows the location of the main vein of the leaf), F- disruption of chlorenchyma (short and tall palisade parenchyma has become disorganized, and spongy parenchyma has infiltrated among them)

اجسام توده‌ای تیره در زیر اپیدرم تحتانی و منطقهٔ پارانشیمی و آوند آبکش و مزوفیل به حالت رسوب مشاهده شد (a-b-c-۴). از دیگر ویژگی‌های پدیدآمده، دولایه شدن اپیدرم در محل قرار داشتن رگبرگ اصلی به‌خصوص در سطح تحتانی بود (شکل ۴ -e).



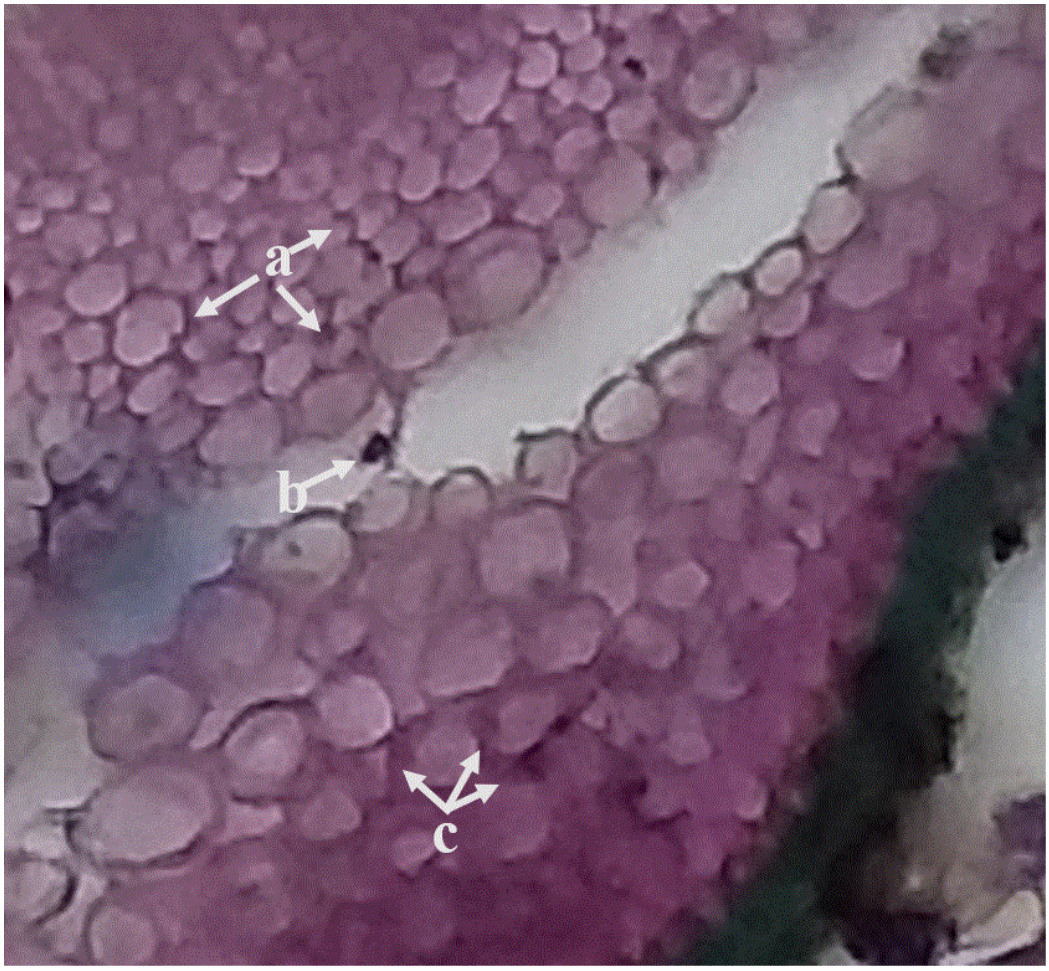
شکل ۴- ۱) اجسام توده‌ای از مواد آلوده در برگ نوی درخشان a- در: بافت آبکشی و پارانشیم، b-پارانشیم، c- زیر اپیدرم تحتانی، d -روی اپیدرم تحتانی ۲) e -دولایه شدن اپیدرم تحتانی

Figure 4. The massive of infected material in the *Ligustrum lucidum*: a - phloem and parenchyma, b- parenchyma, c- under the lower epidermis, d - on the lower epidermis 2) e - double layering of the lower epidermis

تجمع مواد زاید و تیره در دیوارهٔ سلول‌های پارانشیمی به حدی بود که فضای بین سلولی پر شد و آن را شبیه به کلانشیم کرد (شکل ۵).

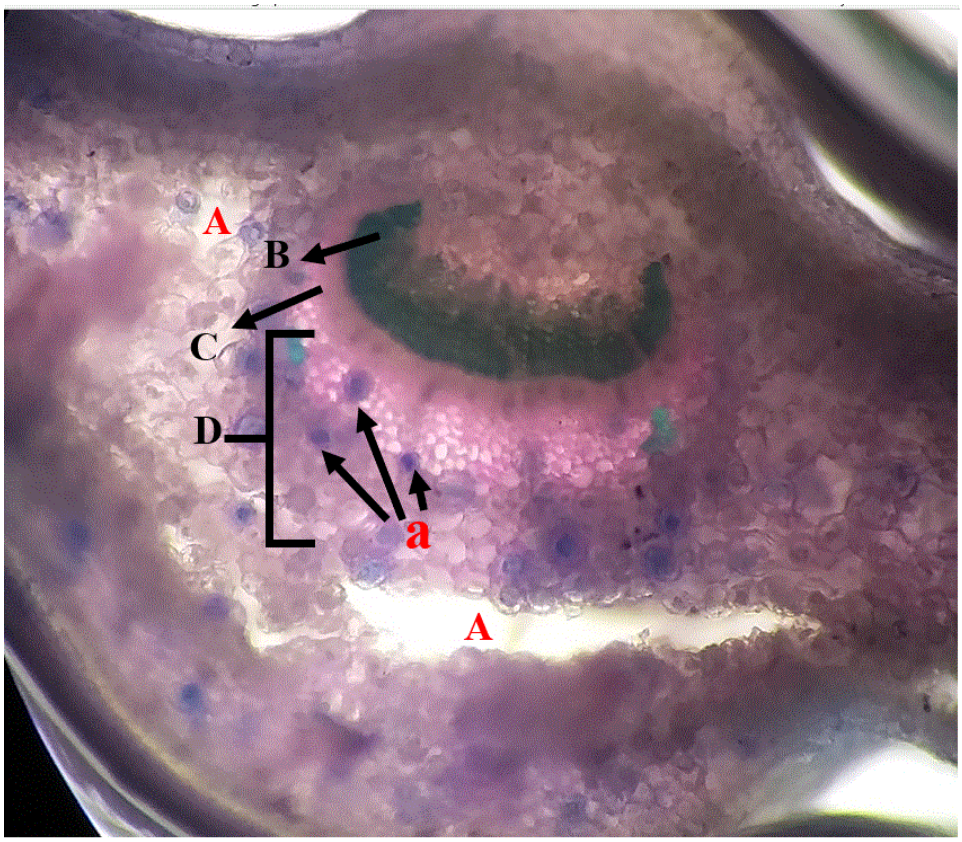
در شمشاد زینتی این شکاف‌ها فقط در ناحیهٔ بافت پارانشیم سطح تحتانی رگبرگ اصلی دیده شد (شکل ۶).

نتایج مقدار جذب آهن، سرب و کادمیوم در گیاهان یادشده نشان داد که تنها مقدار آهن برای هر دو گیاه بیش از حد مجاز است (۱/۷۰ ppm برای یاس هلندی و ۳/۴۱ ppm برای شمشاد سبز) و آثار این اختلال در برش عرضی به صورتی که گفته شد در نمای تشریحی برگ مشخص شد (جدول ۱).



شکل ۵- تجمع ذرات آلوده در برگ نوی درخشان: a- میان بافت پارانشیم که آن را شبیه به کلانشیم کرد، b- در شکاف یا پارگی بافت پارانشیم، c- در میان بافت کلانشیم که سبب ضخیم‌تر شدن دیوارهٔ این سلول‌ها شد

Fig.ure 5. Accumulation of contaminated particles in *Ligustrum lucidum*: a- between the parenchyma tissue, which makes it similar to the collenchyma, b- in the gap or tear of the parenchyma tissue, c- among the collenchyma tissue, which causes the wall of these cells to become thicker



شکل ۶- برش عرضی از برگ شمشاد زینتی سبز: A – شکاف وسط بافت پارانشیم به‌علت سمیت آهن در بافت، B – آوند چوبی، C – آوند آبکش، D – بافت پارانشیم، a- تجمع ذرات آلوده

Figure 6. Transverse section of *Euonymus japonicus* leaf: A - Split in the middle of the parenchyma tissue due to iron toxicity in the tissue, B - Xylem vessel, C - Phloem vessel, D - Parenchyma tissue, a - Accumulation of contaminated particles

جدول ۱- مقدار جذب عناصر توسط گیاهان یاس هلندی و شمشاد سبز در شرایط in vivo

Table 1. The rate of absorption of elements by *Ligustrum lucidum* and *Euonymus japonicus* in vivo

گونهٔ گیاهی Species	سرب Pb (ppm)	کادمیوم Cd(ppm)	آهن Fe (ppm)
یاس هلندی *Ligustrum lucidum* Ait.	*nd	nd	1.70
شمشاد سبز زینتی *Euonymus japonicus* Thunb.	nd	nd	3.41

*nd: یافت نشد

بحث

هر دو گیاه از آهن زیاد محیط، آلوده شدند و آسیب دیدند. آسیبی که در ظاهر کمتر مشخص است، ولی ممکن است در درازمدت سبب تضعیف گیاه در برابر آفات و قارچها شود. هیچ یک از این دو گیاه بومی ایران نیستند، ولی همان‌طور که مشاهده شد شمشاد زینتی کمی بیشتر از برگ نوی درخشان توانایی مقابله با محیط را دارد. آلودگی قارچی شمشاد زینتی ممکن است سبب آلودگی مرکباتی که اغلب در مازندران در کنار هم کاشته می‌شوند باشد، به‌طوری که Brentu & Vicent (2015) و Tran et al. (2023) عامل تولید صمغ مرکبات، پوسیدگی ریشه و پوسیدگی قهوه‌ای میوه را از گونه‌های مختلف فایتوفتورا به‌خصوص قارچهای E.H.Sm.& R.E.Sm. *Phytophthora citrophthora* و Dastur *Phytophthora parasitica* می‌دانند. در عین‌حال

Blake & Williamson (2015) گونه‌های قارچ فایتوفتورا را عامل پوسیدگی ریشهٔ شمشاد زینتی معرفی می‌کنند. بنابراین داشتن آفت یا انگل مشترک برای کشت دو گیاه کنار هم اصلاً توصیه نمی‌شود؛ درحالی که اکنون در مازندران به‌طور معمول در باغ‌ها و ویلاهایی که مرکبات کاشته‌اند، در پرچین‌ها به‌طور رایج شمشاد زینتی کاشته می‌شود. این مسئله سبب از بین رفتن دوره‌ای شمشاد زینتی و نیاز به کاشت پایه‌های جدید به‌جای خشک‌شده‌ها گردیده و مهم‌تر از آن، سبب پوسیدگی میوه و ریشهٔ پایه‌های مرکبات می‌شود. جنگل هم با فاصلهٔ کمی از باغ‌ها قرار دارد و امکان سرایت زیاد است. شمشاد زینتی حتی در شرایط خشک تهران در نقاط کم‌نور به‌خوبی می‌روید، اما در عین‌حال به‌آسانی در معرض حملهٔ قارچ‌ها قرار می‌گیرد.

آسیب‌دیدگی و شکاف بافتی دو گیاه یادشده در بافت پارانشیم صورت می‌گیرد که علت آن ممکن است سستی بیشتر این بافت نسبت به بقیه باشد، زیرا تنها بافتی است که دارای فضای بین‌سلولی است. از طرفی زمینه‌ای بودن بافت (قرار رفتن در زمینهٔ بافت‌های دیگر) از خواص بافت پارانشیم است که آسیب‌دیدگی آن ممکن است بقیهٔ بافت‌هایی را که میان آنها قرار دارد مانند بافت هادی یا آوندی به مخاطره اندازد و در نهایت جذب و انتقال و فتوسنتز در گیاه با مشکل مواجه شود و گاه قهوه‌ای شدن برگ پدید آید (شکل‌های ۳ تا ۶).

پیچیدگی عملکرد یاس هلندی توانایی مهاجم شدن آن را بیشتر تأیید می‌کند؛ به‌طوری که قبلاً Taghavizad (2018) در گزارش خود در همین زیستگاه مقدار سرب را بسیار زیاد و در مرتبهٔ بعد، آهن موجود در آب را بیشتر از حد مجاز اعلام کرد و براساس گزارش دیگری (Neisi et al. 2014) توزیع سرب در گیاهان از غلظت آن در خاک تبعیت می‌کند. همچنین Mollashahi et al. (2014) با بررسی تعداد زیادی از فلزات سنگین در هوای مناطق ۲۲ گانهٔ تهران، بیشترین تمرکز انواع فلز و آلودگی را تنها مربوط به آهن و آلومینیوم در جنوب و جنوب شرق تهران دانستند که کمینهٔ آهن در بعضی مناطق از حد استاندارد بیشتر بود. اما آنچه در برگ دو گیاه در پژوهش کنونی مشاهده شد فقط آهن بود و هیچ سربی دیده نشد. شاید تحقیق Gajic et al. (2009) توجیه‌کنندهٔ این تضادها باشد؛ آنها با بررسی آلودگی خاک محتوی سرب دریافتند که برگ نوی آمریکایی *Ligustrum ovalifolium* Hassk. در مقابل سرب مقاومت کرده و از تجمع سرب در برگ ممانعت می‌کند تا فتوسنتز بهینه را در فضاهای شهری حفظ کند. این گیاه این کار را با افزایش ترکیبات فنلی هنگام قرارگیری در معرض استرس آلودگی سرب انجام می‌دهد. نکتهٔ شایان توجه دیگر دربارهٔ *L. lucidum* این است که بنا به گزارش دانشگاه کارولینای شمالی گل‌هایش عطر بسیار تندی دارد و ممکن است در برخی افراد سبب آسم شود. پرندگان از میوه‌های آن لذت می‌برند و به گسترش گیاه می‌افزایند و از نظر محققان یادشده حتی گل‌ها را باید قبل از میوه‌دهی هرس کرد تا از پراکنش بذر آن جلوگیری شود. در این زمینه، محققان مقالهٔ حاضر، در مشاهدات خود به دانه‌رست‌های فراوان یاس هلندی در مازندران برخوردند که نشان از زادآوری طبیعی یا آغاز تهاجم دارد و گسترهٔ آن ممکن است به جنگل هم کشیده شود. در مقایسهٔ اثر عناصر سنگین بین گیاهان بومی و غیربومی درمی‌یابیم که ممکن است گیاهان بومی هم از آسیب عناصر سنگین در امان نمانند، ولی تأثیر و سمیت عناصر سنگین گاه بر گیاهان غیربومی در حدی است که به تخریب ساختار بافت‌ها و تغییر رفتار (مهاجم شدن) آنها می‌انجامد، به‌نحوی که محققان این پژوهش تخریب بافت پارانشیم را در شمای تشریحی مشاهده کردند، اما آن‌طور که Hakimi et al. (2017) گزارش کرده‌اند تأثیرپذیری از عناصر سنگین در گیاه بومی *Ligustrum vulgare* کمتر و در حد تغییر میزان چند

آنزیم یا کاروتنوئید یا پروتئین مقابله‌کننده با تنش باقی می‌ماند. بنابراین گیاه بومی می‌تواند با شرایط پیش‌آمده بهتر مقابله کند و کار به تخریب بافت یا سلول نمی‌رسد.

نتایج محققان دیگر (promix, 2023 ; StAnojkovIC-SebICa et al., 2013) همسو با یافته‌های این پژوهش نشان داده است که نرخ ثابتی از نیاز به آهن برای همهٔ گیاهان وجود ندارد و بسته به گونهٔ گیاهان این نیاز بسیار متغیر است. گزارش ما حاکی از فزونی آهن در گیاه یاس هلندی و برنزه شدن برگ‌های آن در هوای آلوده است و بررسی‌های تشریحی کنونی هم آسیب ناشی از فزونی آهن به سیستم آوندی و بافت پارانشیم مجاور آن را نشان می‌دهد و تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به تحقیق کنونی، یاس هلندی و شمشاد زینتی که اکنون به‌وفور در گیلان، مازندران، البرز، تهران و مناطق دیگر کشت و تکثیر می‌شود و حتی یاس هلندی زادآوری طبیعی یافته، سلامت اکوسیستم را تأمین نمی‌کنند. پیشنهاد ما احیای شمشاد خزری به‌جای گیاهان نامبرده به‌خصوص در پرچین‌هاست. این گیاه هم سازگاری بیشتری با محیط زیست شمال دارد و بومی ایران است و هم استفاده از آن، سبب نجات این گونه از خطر انقراض می‌شود. از این گذشته طبق بررسی‌ها شواهدی از قارچ فایتوفتورا که فساد مرکبات را سبب می‌شود در شمشاد خزری دیده نشده است. شمشاد خزری *Buxus hyrcana* Pojark که در برخی منابع با نام *Buxus sempervirens* L. معرفی شده طبق مادهٔ ۱ قانون حفاظت و حمایت از منابع طبیعی و ذخایر جنگلی کشور مصوب هفتم اسفند ۱۳۷۱ جزء ذخایر جنگلی و گونه‌های ممنوع برای قطع محسوب می‌شود، زیرا نوعی سوختگی برگی آن را تهدید می‌کند (Panahi et al., 2021; Samavat, 2017)، اما اکنون که در باغ گیاهشناسی ملی ایران (در نزدیک تهران) توانسته‌اند با تکثیر بذر این گیاه پرچین‌های خوبی در اطراف مناطق وسیعی ایجاد کنند، بهتر است نظیر این کار در شمال هم عملی شود و در دیگر مناطق مانند تهران از گیاهان بومی سازگار با همان اقلیم مانند نوش *Thuja orientalis* L. یا برگ نو (ترون یا مندارچه) *Ligustrum vulgare* L. استفاده شود با توجه به فوایدی که برای اکوسیستم دارد (Taghavizad, 2024). در گلخانه‌ها برای موارد کمبود آهن، به‌طور معمول از کود آهن‌دار در خاک یا افشانهٔ محلول آهن‌دار بر برگ‌ها بسته به نوع گیاه استفاده می‌شود. ولی باید توجه داشت که علائم کمبود آهن که به‌صورت کلروزه و زرد شدن است، نباید با علائم فزونی آهن که برنزه و قهوه‌ای شدن است اشتباه گرفته شود و افزایش بیش از حد آهن برای گیاه ممکن است سمی باشد.

سپاسگزاری

از مسئولان دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری که امکان این تحقیق را فراهم آورده‌اند صمیمانه تشکر می‌شود.

References

Blake, J.H., & Williamson, M. (2015). Index of plant disease in South Carolina. , https://www.clemson.edu/public/regulatory/plant-problem/pdfs/index-of-plant-diseases-in-south-carolina.pdf

Brentu, F.C., & Vicent, A. (2015). Gummosis of citrus in Ghana caused by *Phytophthora citrophthora*. *Australasian Plant Disease Notes*, *10*(34), 1-3. DOI: https://doi.org/10.1007/s13314-015-0184-z

Fasihi, h., Hamidi, M., & Ostadfarag, S. (2017). Investigation of heavy metals and hydrocarbons contamination in Baghershar, Tehran, Iran. *Journal of Natural Environmental Hazards*, *6*(12), 126-141. (In Persian)

Gajic, G., Mitrović, M., Pavlovic, P., Kostic, O., & et al. (2009). An assessment of the tolerance of *Ligustrum ovalifolium* Hassk. To traffic-generated Pb using physiological and biochemical markers. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *72*(4), 1090-1101. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.01.010

Giambalvo, H. (2021). 5 Important Reasons to Not Plant *Ligustrum* (Privet). *Invasive plants*. https://nativebackyards.com/ligustrum/

Hakimi, L., Matinizadeh, M., & Khosropour, E. (2017). Physiological responses of *Ligustrum vulgare* under lead and cadmium-induced stress. *Journal of Plant and Biotechnology*, *12*(3), 5-14. (In Persian)

Heydari, Z., & razavian, F. (2020). Evaluation and Analysis of Factors Affecting Citizens' Participation in Household Waste Management (Case Study of 19 districts of Tehran). *Journal of Environmental Science studies, 5*(3), 2943-2951. (In Persian)

Maddox, V., Byrd Jr. & Serviss, B. (2010). Identification and Control of Invasive Privets (Ligustrum spp.) in the Middle Southern United States. *Invasive Plant Science and Management*. *3*:482–488. https://doi.org/10.1614/IPSM-D-09-00060.1

Mirzajani, A., Naderi, S., & Parvaneh Moghadam, D. (2019). Distribution survey and some biological aspects of Water Hyacinth in Anzali Wetland, Guilan province. *Iranian Journal of Plant Biology*, *2*(40), 51-62. https://doi.org/10.22108/IJPB.2019.114456.1131

Missouri Botanical Garden. *Euonymus japonicus.* https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=279128

Mollashahi, M., Alimohammadian, H., Hosseini, S.M., Feizi, V., & Riahi Bakhtiari, A. (2014*).* Mapping heavy metal pollution in Tehran air using Morus alba tree leaves. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *2*(3)7, 69-84. https://doi.org/10.22067/GEO.V0I0.22460. (In Persian)

Mozaffarian, V. (1996). Dictionary of Iranin Plant Names. Farhang Maaser Publications. 756pp.

Mozaffarian, V., & Yaghoubi, B. (2015). New record of Eichhornia crassipes (Water Hyacinth) from north of Iran. *Rostaniha*, *16*(2), 208-211. https://doi.org/10.22092/BOTANY.2016.105990

Nazari Alamdarloo, B., Mosleh Arany, A., Shojaee Barjoee, S., Azimzadeh, H., & Kiani, B. (2020). Air pollution tolerance index and heavy metals (Pb and Cd) bioaccumulation in selected plant species (trees, shrubs and herbs) in high-traffic areas of Yazd city. *Iranian Journal* of *Health* and *Environment*, *13*(2), 299-318. (In Persian)

Nejati, S.M., Vali Shariyat Panahi, M. & Daniyali, T. (2023). Evaluating the effects of rentier economy on the expansion of suburbanization in Tehran metropolis (Case study: District 19 of Tehran metropolis). *Organization Of Space Economy*, *1*(2), 14-29. (In Persian)

Neisi, A., Vosoughi, M., Mohammadi, M.J., Mohammadi, B., & Naeimabadi, A. (2014). Phytoremediation of by Helianthus plant. *Torbat Heydarieh University of Medical Sciences*, *2*(2), 55-65. https://jms.thums.ac.ir/article-1-86-en.pdf. (In Persian)

Panahi, P., Jamzad, Z., Jalili, A., Sagheb, Talebi, K. & Pourhashemi M. (2021). The role of the National Botanical Garden of Iran in ex situ conservation of *Buxus hyrcana* Pojark.; An endangered species. *Urban Forestry and Urban Greening*, *57*. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126951

Rajonandraina, T., Ueda, Y., Wissuwa, M., Kirk, G.J.D., Rakotoson, T., Manwaring, H., Andriamananjara, A., & Razafimbelo1, T. (2023). Magnesium supply alleviates iron toxity-induced leaf bronzing in rice through exclusion and tissue-tolerance mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, *14*, 1-15. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1213456

Samavat, S. (2017). Hyrcanian boxwood blight disease. *Plant pathology science*, *6*(2), 89-96. https://doi.org/10.29252/pps.6.2.89. (In Persian)

Schmidt, W., Thomine, S., & Buckhout, T.J. (2020). Editorial: Iron Nutrition and Interactions in *Plants. Frontiers in Plant Science*, *10*, 1-4. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01670

Schneider, I.A.H., Rubio, J., Misra M., & Smith, R.W. (1995). *Eichhornia crassipes* as biosorbent for heavy metal ions. *Minerals Engineering*, *8*(9), 979-988. http://dx.doi.org/10.1016/0892-6875(95)00061-T

Solgi, E., Beigmohammadi, E., Taheri, Z., & Aghaie, F. (2022). Tree Bark as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution (Case study: Roadside Gardens of Heidareh Balashahr Village in Hamadan). *Iranian Journal of Forest*, *14*(2), 201-212. https://doi.org/2022.303169.1803ijf1. (In Persian).

Stanojkovic-Sebic, A., Pivic, R., Josic, D., Dinic, Z., & Stanojkovic, A. (2013). Heavy Metals Content in Selected Medicinal Plants Commonly Used as Components for Herbal Formulations. *Journal of Agricultural Sciences*, *21*(2015), 317-325. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001334

Taghavizad, R. (2018). *Compsopogon caeruleuc*, a new record of Rhodophyta for algal flora of Iran. *Iranian Journal of Botany*, *24*(1), 84-90. https://doi.org/10.22092/IJB.2018.116739

Taghavizad, R. (2024). The Emergence of a New Record of *Scincella lateralis* Under the Canopy Layer of *Ligustrum vulgare* in Iran and the Similarity of the Ecological Niche with America**.** *Ecopersia*, *12*(3), 233-245. https://doi.org/10.22034/ECOPERSIA.12.3.233

Tanaka, A., Loe, R., & Navasero, S.A. (2012). Some mechanisms involved in the development of iron toxicity symptoms in the rice plant. *Soil Science and Plant Nutrition*, *12*(4), 32-38. https://doi.org/10.1080/00380768.1966.10431951

Tran, Q.V., Ha, C.V., & Vvedensky, V.V. (2023). Current status and characterization of *Phytophthora* species associated with gummosis of citrus in Northern Vietnam. *Journal of phytopathology*, *171*, 478-488. https://doi.org/10.1111/jph.13204

Iranian Journal of Forest
Vol. 16, No. 3, Autumn 2024
pp. 405-417
Research Article

DOI: 10.22034/ijf.2024.414600.1944

Investigating the effects of air pollution on anatomical characteristics of two species *Ligustrum lucidum* W.T.Aiton and *Euonymus japonicas* Thunb.

R. Taghavizad[1*], S.M. Badkoubeh[2], and M. Ghorbannejad[3]

[1]Assistant Prof., of Dept. of Biology, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[2]B.S.c. biology graduate, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre- Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[3]B.S.c. biology graduate, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre- Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

(Received: 11 October 2023; Accepted: 11 March 2024)

Abstract

Introduction: Non-native plants, upon entering urban ecosystems, sometimes exhibit unpredictable behaviors depending on new conditions. The extent of the situation created may extend to forests. One of these new conditions is air pollution.

Materials and methods: An anatomical study and determination of concentration of heavy metals such as lead, cadmium and iron on the *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton and *Euonymus japonicus* Thunb. in the south of Tehran under the condition of polluted air at an unhealthy level were carried out. Transverse section and double staining of plants were performed. ICP atomic emission spectrometry was used to measure the elements**.**

Results: In the anatomical study of *L. lucidum*, most changes occurred in the main vein area with a halo-like fissure below and around the vascular bundles of the main vein, separating the vessels from the rest of the tissue, and fissures were also created in the parenchyma tissue below the vessels on the lower surface of the leaf. A two-layered epidermis was observed. Morphological manifestations included bronzing of the leaf color along with deterioration in the main vein area. However, in the anatomical studies of *E. japonicus*, fissures were only observed in the parenchyma tissue below the main vein. Additionally, clusters of contaminated materials were observed in various points, including the mesophyll of the leaves. In the ICP atomic emission spectroscopy, among the elements, only the amount of absorbed iron was higher than usual. Iron concentration was estimated at 1.70 ppm in *L. lucidum* and 3.41 ppm in *E. japonicus*.

Conclusion: Although *E. japonicus* absorbed more iron than plant *L. lucidum*, it was less damaged. Considering the invasive role of *L. lucidum* in other countries and evidences of natural regeneration of *Ligustrum* genus in the north of Iran, there is concern that this plant, through invasion, may initially reduce the biodiversity of native plants and, with continued pollution, become unstable itself. *E. japonicus* is also not a good choice for hedges due to having a common pest of *Phytophthora* with forest trees and even citrus trees. Therefore, it seems necessary to limit these plants. It is suggested to restore *Buxus hyrcana* Pojark in hedges, which is native to Iran and endangered in northern Iran, and *Thuja orientalis* L. and *Ligustrum vulgare* L. in Tehran, instead of this research examined plants, is far more beneficial for forest conservation.

Keywords: ICP atomic emission spectroscopy, Iron, Native, Natural regeneration.

[*] Corresponding author Tel: Email: ra_taghavizad@yahoo.com