

بررسی ساختار تشریحی عشقه (*Hedera helix.L*) و تاثیر آلودگی هوا بر آن

معصومه میرزایی و فاطمه بابالو*

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

* (عهده دار مکاتبات) E-mail Fatemeh_babaloo@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش ساختار تشریحی اندامهای رویشی و زایشی گیاه *Hedera helix. L* با استفاده از روش های متداول سلولی و بافت شناسی و به کار گیری میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت. گیاه *Hedera helix. L* در ساقه دارای اپیدرم، در زیر آن بافت کلانشیم جهت استحکام، دارای ۷ دسته آوندی شامل آوندهای چوب و آبکش و در اطراف آوندها مقادیری فیبر می باشد. در اطراف فیبر ها مجاری ترشحی گیاه قرار دارند. برای بررسی تاثیر آلودگی هوا، گیاهان از ۹ منطقه تهران که تحت نظارت شهرداری و دارای ایستگاههای هواشناسی بودند، جمع آوری شدند. سپس از تمامی نمونه ها برش تهیه و مطالعات بافت شناسی بر روی آنها انجام شد. به دلیل تاثیر آلودگی هوا بر روی ساقه، پهنک و دمبرگ این اندام ها مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی بر روی چهار ایستگاه فاطمی، بازار، مهرآباد و ژئوفیزیک که از جمله آلوده ترین ایستگاهها بودند نشان می دهد تعداد دستجات آوندی عموماً ثابت بوده و قطر آوند ها به خصوص آوندهای چوب افزایش یافته و میزان فیبر نیز به خصوص در ساختار ساقه افزایش یافته است. علاوه بر ساختار ساقه، در ساختار برگ نیز شاهد افزایش تعداد و قطر آوند های چوب به خصوص در رگبرگ مرکزی بودیم. به نظر می رسد بیشترین نقش آلودگی های تاثیر گذار مربوط به اکسید های نیتروژن باشد.

واژه های کلیدی: *Hedera helix. L* آلودگی هوا، فیبر، آوند چوب

مقدمه

آن دارای ریشه های نابجایی هستند که به وسیله آن ها به دیوار یا ساقه درختان مجاور خود می چسبند و سبب تثبیت خود می شوند. این کار نابودی گیاهان دیگر را به دنبال دارد ولی به عنوان انگل از این گیاه یاد نمی شود (Elliott 1995) (۸). ساقه های گل دهنده گیاه ریشه نابجا تولید نمی کنند و همیشه کوتاه و حالت ایستاده دارند. عشقه در دوره زندگی خود دارای دو ساختار برگری است (Dirr 1998) (۹). برگ های ساده که دارای دمبرگ های بلند هستند و برگ های ساقه های جوان که در معرض نور کم قرار دارند و در حاشیه چند بخشی و تقریباً پنجه ای هستند. وقتی گیاه وارد مرحله زایشی می شود، ساقه دارای ساختار ضخیم و چوبی می گردد

گیاه *Hedera helix.L* از خانواده *Araliaceae* گیاهی درختچه ای و بالا رونده است که از اروپا به سایر کشورها منتقل شده است (Wyman 1994, Randal et al 1996) (۳و۴). پراکندگی این گیاه به دلیل رشد زیاد به شدت فراوان است (Westbrook 1998) (۵). عشقه توانایی جذب بسیاری از آلودگی ها را دارد و به طور انبوه برای کاهش آلودگی هوا به خصوص در منازل و ادارات کاشت می شود (Comradebunny 2008) (۶). این گیاه با رویش فراوان، گیاهان اطراف خود را به تدریج از بین می برد. عشقه توانایی رشد با درجات مختلفی از نور را دارد (Reichard 2000) (۷). ساقه های رویشی

می کنند، مختل می کند. در پژوهش حاضر با توجه به رشد بسیار سریع گیاه عشقه، تعداد فراوان برگ های آن با سطح برگ قابل توجه و برگهای به نسبت پایدار و همیشه سبز، ضمن بررسی ساختار تشریحی اندامهای متفاوت گیاه، اثر آلودگی های هوای شهر تهران بر این گیاه تقریباً مقاوم مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها :

اطلاعات آلودگی هوا از ۹ ایستگاه هواشناسی در سطح شهر تهران در اسفند سال ۱۳۸۶ جمع آوری گردید. این ایستگاه ها شامل پارک رز (واقع در انتهای بزرگراه حکیم غرب)، مهرآباد، ژئوفیزیک (واقع در انتهای امیرآباد شمالی)، تهرانسر، بازار، فاطمی، اقدسیه، ترافیک (واقع در میدان پونک) و شهر ری بودند که پارک رز با کمترین میزان آلودگی به عنوان نمونه شاهد انتخاب گردید.

گیاهان مورد بررسی از ۹ منطقه دارای ایستگاه های هواشناسی (ثابت و سیار) در سطح شهر تهران جمع آوری شد. به دلیل تاثیر بیشتر آلودگی هوا بر ساختارهای هوایی، بخش های ساقه و برگ گیاه جداسازی شدند و پس از شستشو در فیکساتور الکل-گلیسرین به نسبت ۱:۱ قرار گرفتند. از نمونه های تمام ایستگاه ها به کمک تیغ برش های دستی تهیه شد. برش های اولیه برای رنگ بری در آب ژاول ۱۵-۳۰٪ قرار گرفتند. پس از رنگبری برای پاک کردن آب ژاول باقی مانده شستشو به کمک آب مقطر انجام گرفت. سپس برش ها در اسید استیک ۳٪ قرار داده شدند. پس از این مرحله شستشو چندین بار توسط آب مقطر انجام گرفت تا خاصیت اسیدی از بین رفته و رنگ آمیزی خوب انجام گیرد. در این پژوهش از رنگ آمیزی مضاعف کارمن زاجی-آبی متیل استفاده شد که نمونه ها ابتدا در کارمن زاجی قرار گرفته و بخش های سلولزی آن ها به رنگ قرمز در آمد و سپس توسط آبی متیل بخش های چوبی به رنگ آبی قابل مشاهده بودند. نمونه ها بر روی لام قرار گرفته به کمک میکروسکوپ نوری بررسی و عکس برداری شدند.

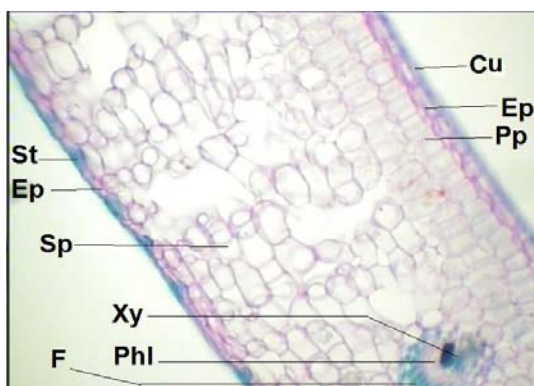
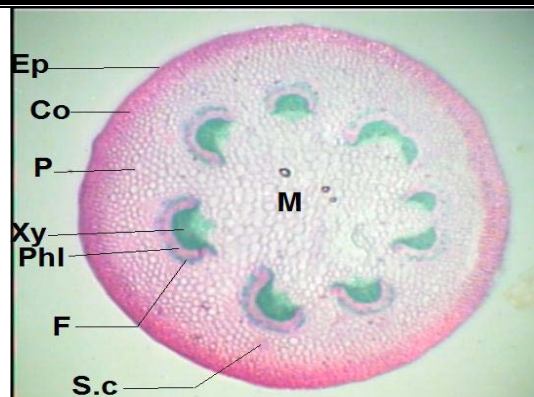
نتایج :

در برش عرضی از ساقه گیاه عشقه (شکل ۱- الف)،

(Richard 2000) (۷). برگ ها همیشه سبز، متناوب، پایا، گوشتی و چرمی هستند. گلها سفید یا زرد، پلی گام و در گل آذین های انتهایی چتر مجتمع هستند. میوه آن شفت و حاوی ۲ تا ۵ هسته است. میوه های عشقه تیره رنگ، از قهوه ای تا بنفش مشاهده می شوند (Dirr 1998) (۹). دانه های عشقه دارای هدرین (توکسین) هستند (Barnea et al 1993) (۱۰). برگ های عشقه و میوه های آن دارای ماده ای به نام هدرین هستند که مصرف آن موجب مسمومیت شدید می شود. به علاوه در اندام های این گیاه مقدار زیادی ساپونین وجود دارد. (۱)

به انواع متعددی از آلاینده ها که در اثر فعالیت های طبیعی و یا انسان ساخت وارد جو می شوند آلودگی هوا می گویند که عبارتند از وجود هر نوع آلاینده اعم از جامد، مایع، گاز و پرتوهای زیان بار که زندگی را برای انسان و دیگر جانداران به خطری اندازد.

موسسات بین المللی ۶ آلاینده اصلی را به عنوان معیار انتخاب نموده و آنها را به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم کرده اند. آلاینده های اولیه شامل ۵ آلاینده مونواکسید کربن، دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد، ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون و سرب هستند. آلاینده ی ثانویه اوزن می باشد. در کشور ما یکی از بیشترین اثرات تخریبی بر روی گیاهان، مربوط به ترکیبات و اکسید های نیتروژن است زیرا این گاز در هوا اکسید شده و در بخار آب حل می شود و اسید تولید می کند (خبرگزاری جمهوری اسلامی ۱۳۸۷) (۲). میزان خطر آلاینده NO کمتر از NO₂ می باشد زیرا با سرعت کمتری در آب حل شده و وارد ساختار گیاه می شود. (Mansfield & Freer-Smith 1981) (۱۱). NO₂ به طور عمده از SO₂ مضر تر می باشد و اگر SO₂+ NO₂ شود میزان خطر این آلاینده چندین برابر می شود (Calson 1983, Whitmore & Mansfield 1983, Freer-Smith 1985, Whitmore 1985) (۱۱ و ۱۳). ریزش باران اسیدی موجب اسیدی شدن خاک شده و پتاسیم که یک عنصر مغذی برای گیاه است از خاک شسته می شود. فلزات سمی برای گیاه در خاک انباشته می شوند. همچنین فعالیت میکروب هایی را که مواد آلی موجود در خاک را به عناصر مغذی مورد نیاز گیاه تبدیل



شکل ۱-الف- برش عرضی ساقه عشقه ابژکتیف ۵x۱۰

شکل ۱-ب- برش عرضی از پهنک برگ عشقه ابژکتیف ۱۰x۱۰

Cu= کوتیکول، Xy=بافت هادی چوب، Phl=بافت آبکش، Ep= اپیدرم، Sp= پارانشیم حفره ای، Pp=پارانشیم نردبانی، St=روزنه، M=مغز، S.c=مجرای ترشچی، Co= کلانشیم، P=پارانشیم پوست، F=فیبر و اسکلرانسیم،

اطلاعات حاصل از بررسی برش های گیاهان تمامی ایستگاه های هواشناسی مورد مقایسه قرار گرفتند. نمودارها بر اساس میزان آلودگی در ایستگاههای مختلف رسم گردید. بیشترین میزان آلودگی مربوط به ۴ ایستگاه فاطمی، مهرآباد، ژئوفیزیک و بازار بود که بیشترین تاثیر را بر روی ساختار تشریحی گذاشته بودند. نمونه های پارک رز به عنوان گیاهان کنترل انتخاب گردیدند و سایر ایستگاه ها با نمونه های ایستگاه پارک رز مقایسه شدند. در این بررسی ها تمامی نمونه ها و برش ها با ابژکتیف ۴ × بررسی شدند.

ایستگاه پارک رز (نمونه شاهد)

طبق آمارکمترین میزان آلودگی در پارک رز بود که برش های تهیه شده از نمونه های جمع آوری شده در پارک رز دارای تعداد مشخص ۷ دسته آوندی در ساختار ساقه بوده که دستجات آبکش و چوب تناسب خوبی

بیرونی ترین بخش را سلولهای اپیدرمی تشکیل می دهند که در سطح خارجی کوتینی شده و در برش مستطیلی شکل به نظر می رسند. درزیر اپیدرم، سلول های کلانشیمی دیده می شوند که به صورت ۴ تا ۵ لایه، سلولهایی بارنگ پذیری بیشتر و فضای داخل سلولی کوچکتر از سلول های پارانشیم پوست دیده می شوند. پس از کلانشیم، پارانشیم پوستی قرار دارد. درونی ترین لایه پوست، آندودرم است که از سلولهای پارانشیمی است و به طور فشرده در کنار هم قرار گرفته اند و مانند بسیاری از ساقه ها آندودرم به خوبی مشخص نیست. در داخل بافت پارانشیم در مجاورت با فیبر ها مجاری ترشچی مشاهده می شوند. استوانه مرکزی شامل دایره محیطیه، دستجات آوندی، سلولهای فیبر و مغز است (شکل ۱-الف).

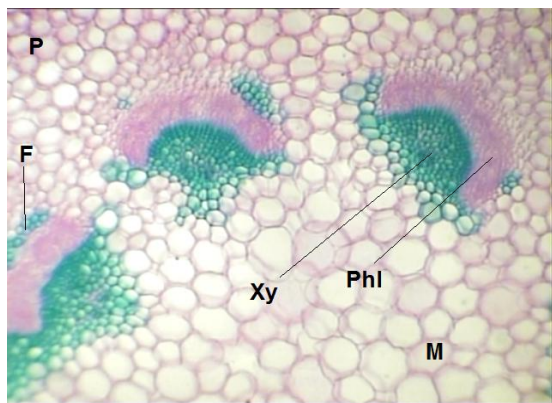
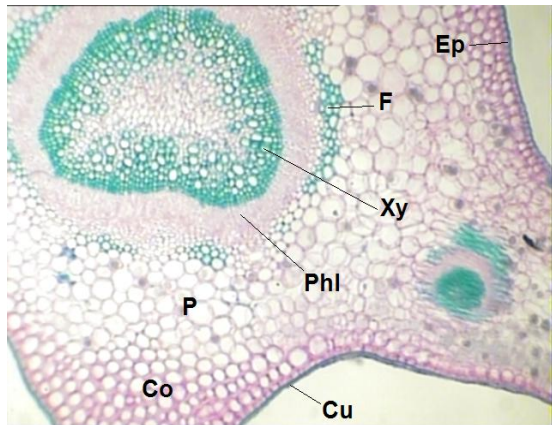
ساختار برگ: ساختار پهنک همانند پهنک برگ در اغلب گیاهان دو لپه ای است (شکل ۱-ب). ساختار برگ در برش عرضی شامل دو بخش اپیدرم زیرین و زبرین می باشد که بافت میان برگ (مزوفیل) را در بر گرفته اند. اپیدرم فوقانی به صورت یک ردیف سلولهای به هم فشرده است که سطح خارجی آن کوتینی می باشد. پارانشیم مزوفیل از زیر اپیدرم شروع شده و به صورت نامتقارن است. پارانشیم نردبانی در زیر اپیدرم زبرین از دو ردیف یاخته های طویل و کشیده که به طور متراکم در کنار یکدیگر قرار گرفته اند، تشکیل شده است. سپس پارانشیم حفره ای بقیه فضای مزوفیل برگ را اشغال کرده است که یاخته هایی کروی تا کشیده با فضاهای بین سلولی زیاد در بین آنها می باشد. در اپیدرم زبرین روزنه ها قابل مشاهده هستند. روزنه ها از تیپ آلاله (آنموسیتیک) هستند.

در اطراف آوند های آبکش کلاهدک های فیبر-اسکلرانشیمی مشاهده می شوند. در رگبرگ میانی برگ در اطراف فیبر مجاری ترشچی قابل مشاهده اند.

در برگ های مسن تر در زیر اپیدرم در محل رگبرگ اصلی چند لایه یاخته های کلانشیمی دیده می شوند و در زیر آن و بقیه رگبرگ اصلی از یاخته های پارانشیمی پر شده اند.

گاهی بیشتر دیده می شود. بافت فیبر بر روی آوند های آبکش قابل مشاهده است، تفاوت مشخصی در ساختار آوند های آبکش در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده نمی شود (شکل ۳-الف).

در برش برگ از محل رگبرگ مرکزی، قطر دهانه آوند های چوب به سمت مرکز در حال افزایش است. میزان فیبر اطراف آوند های آبکش در رگبرگ مرکزی در مقایسه با نمونه شاهد، تفاوت قابل توجهی ندارد (شکل ۳-ب).



شکل ۳-الف- برش عرضی ساقه عشقه (فاطمی) ابژکتیف ۴

شکل ۳-ب- برش عرضی برگ عشقه (فاطمی) ابژکتیف ۴

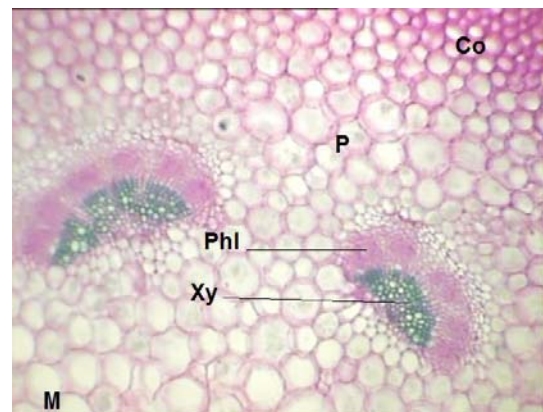
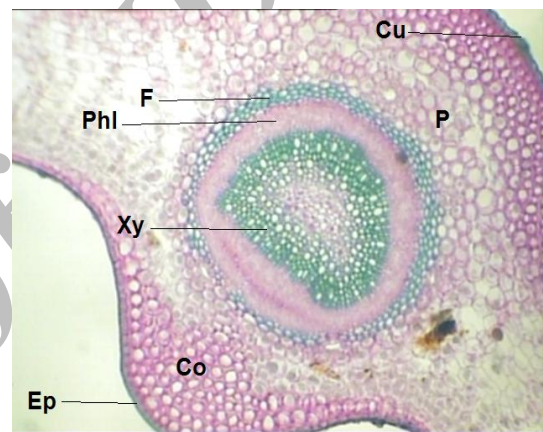
Cu=کوتیکول=Ep=اپیدرم، P=پارانشیم پوستی، F=فیبر و اسکلرانشیم، Phl=بافت آبکش، Xy=بافت هادی چوبی، M=مغز Co - کلانشیم

ایستگاه مهرآباد

در نمونه مهرآباد ساختار فیبر در ساقه بسیار کم بوده، همانند نمونه فاطمی قطر دهانه آوند ها ی چوب به سمت داخل ساقه افزایش یافته است (شکل ۴-الف). در ساختار برگ تاثیرات مشابه ایستگاه فاطمی می باشد (شکل ۴-ب).

داشته، اندازه ضخامت دسته های چوب و آبکش تقریباً برابر بود و با توجه به اینکه گیاهان تقریباً در یک سن به سر می بردند (از نظر میزان رشد رویشی، تعداد برگ ها و عدم رسیدن به سن گلدهی) و از نظر میزان رشد ساختار رویشی در یک سطح بودند در ساختار ساقه فیبر مشاهده نمی شد (شکل ۲-الف).

در ساختار برگ که برش ها از محل رگبرگ مرکزی تهیه شده اند، آوندهای چوب در مرکز قرار گرفته و آوندهای آبکش اطراف ناحیه را فرا گرفته اند. ساختار فیبر در اطراف آوند های رگبرگ مرکزی مشاهده می شود (شکل ۲-ب).



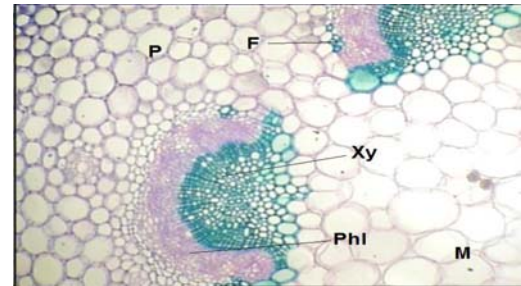
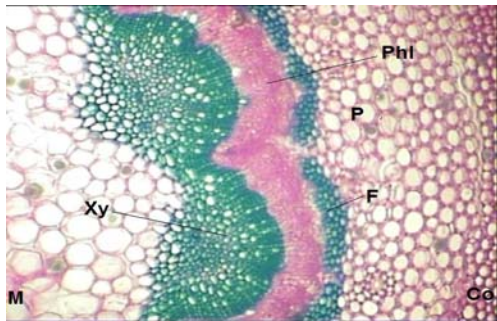
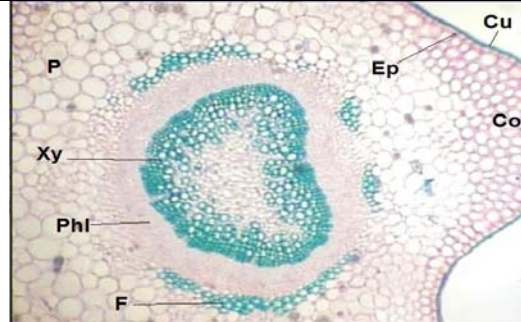
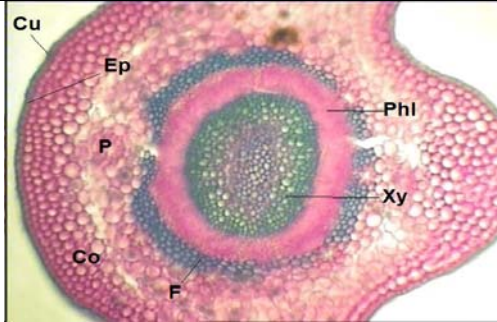
شکل ۲-الف- برش عرضی ساقه عشقه (نمونه پارک رز) ابژکتیف ۴

شکل ۲-ب- برش عرضی برگ عشقه (نمونه پارک رز) ابژکتیف ۴

Cu=کوتیکول=Ep=اپیدرم، P=پارانشیم پوستی، F=فیبر و اسکلرانشیم، Phl=بافت آبکش، Xy=بافت هادی چوبی، M=مغز Co - کلانشیم

ایستگاه فاطمی

ایستگاه فاطمی یکی از آلوده ترین ایستگاه های تهران به شمار می آید. در نمونه برش های ساقه، تشکیل دسته های آوندی جدید و افزایش آن ها از ۷ به ۸ دسته و



شکل ۴-الف- برش عرضی ساقه عشقه (مهرآباد) ابژکتیف X۴

شکل ۴-ب- برش عرضی برگ عشقه (مهرآباد) ابژکتیف X۴

Cu = کوتیکول Ep = اپیدرم، P = پارانشیم پوستی، F = فیبر و اسکلرانسیم، Phl = بافت آبکش، Xy = بافت هادی چوبی، M = مغز، Co = کلانشیم

شکل ۵-الف- برش عرضی ساقه عشقه (بازار) ابژکتیف X۴

شکل ۵-ب- برش عرضی برگ عشقه (بازار) ابژکتیف X۴

Cu = کوتیکول Ep = اپیدرم، P = پارانشیم پوستی، F = فیبر و اسکلرانسیم، Phl = بافت آبکش، Xy = بافت هادی چوبی، M = مغز، Co = کلانشیم

ایستگاه ژئوفیزیک

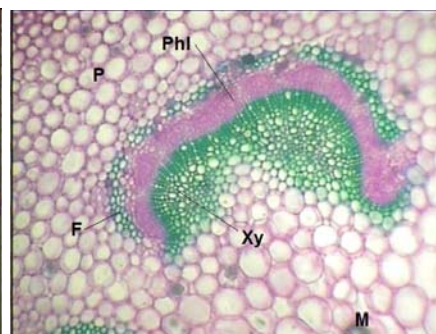
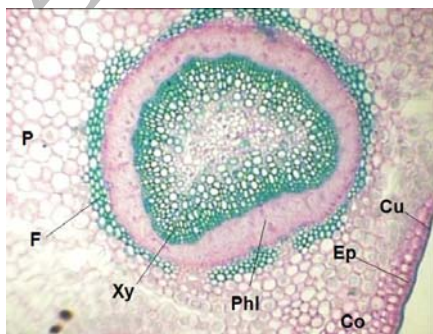
ساختار ساقه در این ایستگاه نیز، در مقایسه با نمونه شاهد از نظر آوند های چوب تفاوت قابل توجهی داشته و افزایش تعداد آوند ها به حدی است که در حال پیوستن به بافت فیبر بالای دستجات آوندی است. افزایش قطر دهانه آوند های چوب که به سمت مرکز پیش می رود قابل مشاهده است (شکل ۶-الف).

در ساختار رگبرگ مرکزی نیز مانند ایستگاه های قبل افزایش قطر دهانه آوند چوب مشاهده می شود (شکل ۶-ب).

ایستگاه بازار

بیشترین میزان افزایش تعداد آوند های چوب در ایستگاه بازار مشاهده شد. در این ایستگاه قطر دهانه آوند های چوب افزایش قابل توجهی یافته و میزان آوند ها به حدی افزایش می یابد که از کناره های آوند آبکش خارج می شود. آوندها به یکدیگر متصل شده و به سمت افزایش تعداد دسته ها پیش می روند. میزان بافت فیبر افزایش می یابد (شکل ۵-الف).

میزان بافت چوب در رگبرگ مرکزی برگ افزایش یافته و قطر دهانه آوند چوب نیز افزایش می یابد و بخش مرکزی برش افزایش سیستم چوبی را نشان می دهد (شکل ۵-ب).



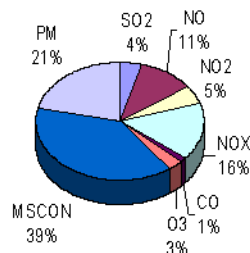
شکل ۶-الف- برش عرضی ساقه عشقه (ژئوفیزیک) ابژکتیف X۴

شکل ۶-ب- برش عرضی برگ عشقه (ژئوفیزیک) ابژکتیف X۴

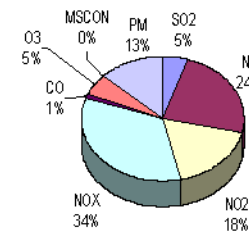
Cu = کوتیکول Ep = اپیدرم، P = پارانشیم پوستی، F = فیبر و اسکلرانسیم، Phl = بافت آبکش، Xy = بافت هادی چوبی، M = مغز، Co = کلانشیم

جدول شماره ۱: معرفی آلاینده های اصلی هوای تهران

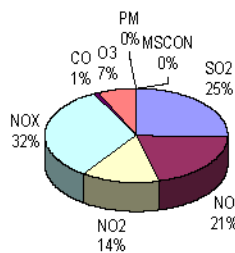
فرمول شیمیایی	CO	O ₃	SO ₂	PM	NO _x ,NO	NO ₂
نام ترکیبات	منواکسید کربن	اوزن	دی اکسید گوگرد	ذرات معلق	اکسید های نیتروژن	دی اکسید نیتروژن



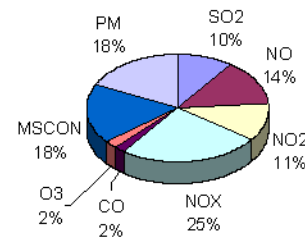
نمودار ۲: آلودگی منطقه بازار



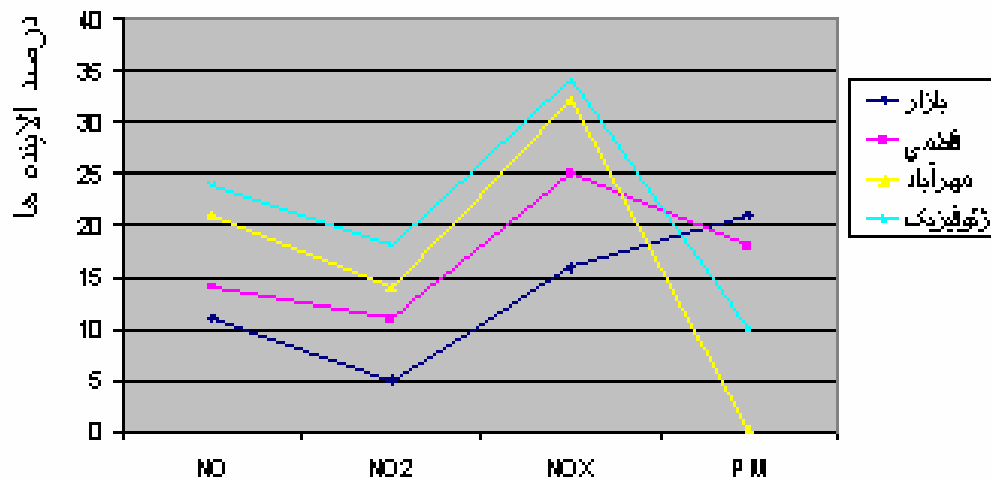
نمودار ۱: آلودگی منطقه زولفینک



نمودار ۴: آلودگی منطقه مهرآباد



نمودار ۳: آلودگی منطقه فاطمی



نمودار ۵: نمودار مقایسه درصد بیشترین آلاینده

بحث و نتیجه گیری:
 با توجه به نمودار های رسم شده و نتایج بدست آمده از آلودگی های خاص هر منطقه، می توان نتیجه گرفت میزان آلودگی با اکسید نیتروژن در مجموع در کلیه مناطق از نسبت بالایی برخوردار است به طوری که میزان

NO و NO_x در تمامی ایستگاه های مورد بررسی (به غیر از ایستگاه بازار) از مهمترین آلودگی ها و بیشترین میزان آلودگی به شمار می رفتند. از این نتایج این گونه می توان برداشت نمود که تاثیر اصلی بر روی ساختار تشریحی گیاهان این مناطق در اثر تاثیر آلاینده های نیتروژن دار

منابع و ماخذ:

- ۱- قهرمان، ا. (۱۳۷۷)، کروموفیت های ایران (سیستماتیک گیاهی) جلد دوم - انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ص ۷۹۸.
- ۲- خبر گزاری جمهوری اسلامی ایران، کتابچه آموزشی آلودگی هوا- شرکت کنترل کیفیت هوا وابسته به شهرداری تهران - انتشارات شهرداری تهران، کانون اطلاع رسانی طرح ونقشه، سال ۱۳۸۷.
- 3- Wyman, M., (1994), Forest ecology and management 88:65-70
- 4- Randal, R., et al (1996), Light acclimation in leaves of the juvenile and adult life phases of ivy, 177-182.
- 5- Westbrook, B., et al (1998), The validity and interpretation of insect food plants records, 1, 153-167.
- 6- Comradebunny. (2008), Topten houseplantsfor controllingindoor air pollution.
- 7- Reichard (2000), Phase change in *Hedera helix* induction of the mature to juvenil phase change by gibberelin, 34, 141-147.
- 8- . Elliott, D., (1995), *Hedera* clemate indicators, 66, 463-483.
- 9- Dirr (1998), Manual of wody landscape plants. p. 1078.
- 10- Barnea, G., et al (1993), Properties antiappetantes et actions insecticides decstrates *Hedera helix*, 118, 85.
- 11- Mansfield & Free Smith (1981), Saponins with Molluscicidal Activity from *Hedera helix*. Helvetica Chimica Acta 63, 606-609.
- 12- Whitmore, C., et al (1985), Impacts of Russian biomass burning on uk air quality atmospheric environment. p:1-16.
- 13- Calson, M., et al (1983), Topten houseplantsfor controllingindoor air pollution.
- 14- Gwen Nyhus Stewart, (2004), Impact of air pollution on gardening.
- 15- Viougeas, M. A., (1995), structural changes and permeability of ivy (*Hedera helix*) leaf cuticles in relation to leaf development and after selective chemical treatments, 337-348.

بوده است. این نتیجه با مشاهدات (Calson 1983, Whitmore & Mansfield 1983, Freer-Smith 1985, Whitmore 1985) (۱۳و۱۲و۱۱) همخوانی دارد. این آلاینده ها توسط وسایل نقلیه موتوری و صنایع در درجه حرارت بالا تولید می شود. این آلاینده در اثر فعل و انفعالات آلاینده موجود در جو نیز تولید می گردد.

در ایستگاه های بازار، فاطمی و ژئوفیزیک میزان ذرات معلق (PM) نیز درصد بالایی دارد و علاوه بر NO_x و NO میزان NO_2 عموماً در بیشتر ایستگاه ها از میزان قابل توجهی برخوردار بود. با توجه به اینکه در نمونه مهرآباد فیبر تشکیل نشده و به عکس درنمونه های فاطمی و بازار و ژئوفیزیک بافت فیبری تشکیل شده، به نظر می رسد که آلودگی از نوع PM در ایجاد فیبر نقش موثری داشته باشد.

پاسخ گیاه عشقه به افزایش اکسید نیتروژن و PM در محیط افزایش میزان آوندهای چوب و افزایش قطر آوند ها و تشکیل فیبر بر روی آوند های آبکش می باشد. که این نتیجه با تجربیات (Gwen Nyhus Stewart 2004) (۱۴) هم خوانی دارد.

در بررسی های انجام شده بر روی برگ ها ومقایسه کوتیکول برگ ها، مشاهده شد که میزان کوتیکول در نمونه های ایستگاه هایی که در معرض آلودگی بیشتری قرار داشتند افزایش یافته است. به طوری که در برگ ها میزان کوتیکول تجمع یافته بر روی پهنک برگ، در مقایسه با نمونه شاهد از قطربیشتری برخوردار بود که این نتیجه با مشاهدات تجربیات (Viougeas.M.a et all 1995) (۱۵) هم خوانی دارد.

تشکر و قدردانی:

لازم می دانم از زحمات تمامی استادان بزرگوام در گروه زیست شناسی واحد تهران شمال و مسئولین محترم آزمایشگاه محمودیه سپاسگذاری نمایم.

از جناب آقای کریم منصوری راد، مشوق عزیز که در جمع آوری اطلاعات و تهیه نمودار ها مرا یاری کردند تشکر می کنم.

از مسئولین محترم شرکت کنترل کیفیت هوا که اطلاعات آماری لازم در زمینه های آلاینده های جوی شرکت را در اختیار اینجانب قرار دادند سپاسگزارم.