



پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی
منابع طبیعی - جنگلداری

تأثیر آلودگی هوا بر مورفولوژی برگ درختان چنار،
ون و افرای زینتی در شهر ارومیه.

پژوهش و نگارش:

زهرا باباپور علیار

استادان راهنما:

دکتر عباس بانج شفیعی

دکتر نسرین سیدی

تابستان ۱۳۹۳





پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی
منابع طبیعی - جنگلداری

تأثیر آلودگی هوا بر مورفولوژی برگ درختان چنار،
ون و افرای زینتی در شهر ارومیه.

پژوهش و نگارش:

زهرا باباپور علیار

استادان راهنما:

دکتر عباس بانج شفیعی

دکتر نسرین سیدی

تابستان ۱۳۹۳

تقدیم به

به پدر بزرگوارم

و

مادر عزیزم

به پاس تمام خوبیهایشان

تشکر و قدردانی

ستایش از آن خدایی ایست که هیچ اولی قبل از او و هیچ آخری بعد از او نیست. آن خدایی که دیدگان هر بیننده‌ای از دیدنش قاصر و اندیشه‌ی هر توصیف کننده‌ای از وصف او عاجز است. جهان آفرینش را با قدرت کامل و مشیت بالغ خویش بی آنکه نمونه و الگویی در کار خلق آن وجود داشته باشد آفرید، سپس آفریدگان را با اراده خود به راه راست راهی ساخت و آن‌ها را در مسیر محبت خویش برانگیخت. حمد و ستایش مخصوص خدایی ایست که برای ما اخلاق نیکو و صفات حسنه را برگزید و بر ما روزیهای پاکیزه ارزانی داشت و ما را بر همه‌ی آفریدگان برتری و فضیلت پایدار بخشید تا آنجا که همه‌ی آفریدگان با قدرت کامل و عزت الهی مطیع و منقاد ما گردیدند. پاک و منزّه است اسما او و آشکار است نعمتهای او هیچ کس حق ندارد از کار او بازخواست کند اما همگان در پیشگاه او مورد سوال واقع می‌شوند.

الهی شایسته‌ی آنی که صدیقان به رحمت تو مغرور نشوند و خطاکاران از تو مایوس نگردند. چرا که تو پروردگار بزرگی هستی که فضل خود را از احدی منع نمی‌کنی و حق خود را از کسی بازخواست نمی‌نمایی یاد تو از هر آنچه یاد می‌شود بالاتر و نامهای تو از هر اسمی که به تو نسبت می‌دهند مقدستر است و نعمتهای تو در بین جمیع مخلوقات منتشر است و ای پروردگار عالمیان بر این نعمتها سپاس و شکر تو را می‌سزد (گلچینی از صحیفه کامله‌ی سجادیه).

لذا استاید ارجمندم جناب آقا دکتر عباسیانج شفیع و سرکار خانم دکتر نسریخ سید که در در پیرو هوش و نگار شریسه حاضر را هنما و آموزگار مع بودند و با مهربانی و صبوریانه ایع جانب را یار نمودند بسیار سپاسگزارم. لای خانولاده سرگرمیم به ویژه لای پدر و مادر عزیزم که در تمام مراحل زندگی با مع همراه و همدل بودند بر نهایت سپاسگزارم. لای سرکار خانم دکتر مهشید سوری و جناب آقا دکتر لایسر مضامر کاکرودر که لطف کردند و بازخوانی ایع پایان نام را پذیرفتند تشکر فراوانج مرنمایم. لای دیگر استاید معترم دانشکده منابع طبیعی به ویژه لای جناب آقا دکتر احمد علیجانپور، جناب آقا دکتر جواد اسحاقی راد، جناب آقا دکتر جواد معتدلی، جناب آقا دکتر رستم موسوی، جناب آقا دکتر محمد رضا زرگرانج، جناب آقا دکتر امید مسیح زاده و سرکار خانم دکتر مرضیه جباریانج که در طر تحصیل در ایع دانشکده لای حضور ایسایع بهره برده ام بسیار سپاسگزارم. همچنین لای کلیه کارمندانج و کارکنانج دانشکده منابع طبیعی به ویژه، لای خانم اسماعیلر کارشناسر تصفیلات تکمیلر، آقا مهرمهر معتمد مسؤل آزمایشگاه گروه جنگلداری و آقا مهرمهر فریدضواه مسؤل آزمایشگاه گروه مرتع و آبفینداری تشکر مرنمایم. لای خانم لایلا باباپور، همچنین تمامر دوستانج و همکلاسرهایم و هم عزیزانر که در طول زندگی به مع لطف داشتند لای صمیم قلب سپاسگزارم.

در پایانج لای کلیه اعضاء معترم سازمانج حفاظت معیط زیست و پارکها و ففاسر سبز شهر لایروم به ویژه سرکار خانم مهرمهر مریم رضوی، آقا مهرمهر شایگانج، آقا مهرمهر موسوی، آقا صبور و آقا سلیمانر که ما را در انجام بفر عملر ایع پایانج نام یار نمودند تشکر فراوانج مرنمایم.

چکیده

ابتدا با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هواسنجی (ثابت و سیار) سازمان حفاظت محیط‌زیست شهر ارومیه اقدام به انتخاب پنج منطقه از پاک‌ترین تا آلوده‌ترین گردید. سپس در مردادماه ۱۳۹۲ پایه‌های درختی از هر سه گونه در هر منطقه انتخاب شد و ارتفاع، قطر در ارتفاع برابرسینه و قطر تاج پایه‌های انتخاب‌شده اندازه‌گیری شد همزمان برگ‌ها از پایه‌های موردنظر جمع‌آوری گردیدند و بلافاصله برای اندازه‌گیری صفات طول دم‌برگ، طول پهنک، بیشینه عرض پهنک، عرض پهنک در یک‌دهم و نه‌دهم طول آن از قاعده‌برگ، سطح برگ، ضخامت برگ، وزن تر و خشک برگ، تراکم روزنه و همچنین سطح‌منفذ روزنه‌ها در یک میلی‌متر مربع از اپیدرم‌زیری برگ به آزمایشگاه منتقل گردیدند. جمع‌آوری برگ از همان پایه‌های انتخاب‌شده یک‌بار دیگر در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳ صورت گرفت و همان اندازه‌گیری‌های قبلی بر روی این برگ‌ها نیز صورت گرفت. نتایج نشان داد که صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ هر سه گونه‌ی مورد بررسی به‌طور معنی‌داری در سطح $\alpha=0.05$ تحت تاثیر آلاینده‌های هوا قرار می‌گیرند و میزان تاثیر آلاینده‌های هوا بر صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ هر سه گونه‌ی مورد بررسی در مردادماه بیشتر از اردیبهشت‌ماه می‌باشد. گونه‌ی افزاینده‌ی بیشترین حساسیت و گونه‌ی چنار کمترین حساسیت را در برابر آلاینده‌های هوا هم در اوایل و هم در اواخر فصل‌رویش دارند. همچنین گونه‌ی چنار به عنوان گونه‌ی دارای بیشترین ظرفیت برای جذب ذرات آلاینده به‌صورت خشک و دارای مقامت بیشتر معرفی گردید و گونه‌ی ون به عنوان گونه‌ی دارای حساسیت متوسط در بین گونه‌های مورد بررسی و به عنوان گونه‌ی که شادابی و زیبایی ظاهری خود را در برابر آلاینده‌های هوا در هر دو زمان اوایل و اواخر فصل‌رویش حفظ می‌کند معرفی گردید. همچنین گونه‌های افزاینده‌ی ون به عنوان نشانگرهای زیستی مناسب برای مطالعه‌ی زیستگاه‌ها معرفی گردیدند.

کلمات کلیدی: آلودگی هوا، مورفولوژی برگ، جنگلداری شهری، ارومیه.

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱	فصل ۱- مقدمه
۱	۱-۱ بیان مسئله و ضرورت انجام آن
۵	۱-۲ فرضیه‌های تحقیق
۵	۱-۳ اهداف پژوهش
۷	فصل ۲- بررسی منابع
۷	۱-۲ پژوهش‌های انجام شده در ایران
۸	۲-۲ پژوهش‌های انجام گرفته در کشورهای خارجی
۱۳	فصل ۳- مواد و روش‌ها
۱۳	۱-۳ منطقه مورد مطالعه
۱۳	۱-۱-۳ ویژگی جغرافیایی شهر ارومیه
۱۵	۲-۱-۳ آب و هوا
۱۶	۲-۳ روش جمع‌آوری داده‌ها
۲۲	۱-۲-۳ صفات مورفولوژیک و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها
۲۷	۲-۲-۳ صفات میکرومورفولوژیک و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها
۲۹	۳-۲-۳ روش نمونه‌گیری هوا به منظور اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا
۲۹	۳-۳ جمعیت مورد مطالعه
۳۱	۴-۳ تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها
۳۳	فصل ۴- نتایج
۳۳	۱-۴ آلاینده‌های هوا در مناطق مورد مطالعه
۳۳	۱-۱-۴ مقادیر آلاینده‌های هوا در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۳۵	۲-۱-۴ مقادیر آلاینده‌های هوا در مناطق مورد مطالعه (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳)
۳۷	۲-۴ صفات مورفولوژیک برگ گونه‌های مورد بررسی در مناطق مورد مطالعه
۷۸	۳-۴ صفات میکرو مورفولوژیک برگ گونه‌های مورد بررسی در مناطق مورد مطالعه
۸۷	۴-۴ صفات مورفولوژیک درختی پایه‌های انتخاب شده در مناطق مورد مطالعه
۹۸	۵-۴ آزمون تجفتی مربوط به میانگین‌ها
۹۸	۴-۵-۱ آزمون تجفتی مربوط به میانگین آلاینده‌های هوا در دو زمان نمونه‌برداری
	۴-۵-۲ آزمون تجفتی برای میانگین صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک مورد مطالعه در دو زمان

۹۹	..... نمونه برداری
	۴-۶- همبستگی پیرسون بین صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌های درختی
۱۰۳	..... با آلاینده‌های هوا (مردادماه ۱۳۹۲)
	۴-۷- همبستگی پیرسون بین صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌های درختی با
۱۰۸	..... آلاینده‌های هوا (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳)
۱۱۵	..... فصل ۵- بحث و نتیجه‌گیری
۱۱۵	..... ۵-۱ بررسی تاثیر آلودگی هوا روی گونه‌های درختی
۱۱۵	..... ۵-۱-۱ بررسی‌های مورفولوژی و میکرو مورفولوژی برگ
۱۲۳	..... ۵-۱-۲ همبستگی آلاینده‌های هوا با صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ
۱۲۵	..... ۵-۱-۳ مقایسه اثر آلودگی هوا در اوایل و اواخر فصل‌رویش
۱۲۶	..... ۵-۲ نتیجه‌گیری کلی
۱۲۷	..... ۵-۳ پیشنهادها
۱۲۷	..... ۵-۳-۱ پیشنهادهای اجرایی
۱۲۷	..... ۵-۳-۲ پیشنهادهای پژوهشی
۱۲۸	..... منابع

فهرست جدول ها

شماره صفحه	عنوان
۳۴	جدول ۴-۱. مقدار آلاینده‌های هوا در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۳۶	جدول ۴-۲. میانگین آلاینده‌های هوا در مناطق مورد مطالعه (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳)
۹۸	جدول ۴-۳. مقادیر اجفتی برای میانگین آلاینده‌های هوا در دو زمان نمونه‌برداری در مناطق مورد مطالعه
۱۰۰	جدول ۴-۴. مقادیر اجفتی برای میانگین صفات برگ گونه‌ی افزاینده‌ی در دو زمان نمونه‌برداری در مناطق مورد مطالعه
۱۰۱	جدول ۴-۵. مقادیر اجفتی برای میانگین صفات برگ گونه‌ی ون در دو زمان نمونه‌برداری در مناطق مورد مطالعه
۱۰۲	جدول ۴-۶. مقادیر اجفتی برای میانگین صفات برگ گونه‌ی چنار در دو زمان در مناطق مورد مطالعه
۱۰۴	جدول ۴-۷. همبستگی پیرسون صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌ی افزاینده‌ی با آلاینده‌های هوا (مردادماه ۱۳۹۲)
۱۰۵	جدول ۴-۸. همبستگی پیرسون صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌ی ون با آلاینده‌های هوا (مردادماه ۱۳۹۲)
۱۰۷	جدول ۴-۹. همبستگی پیرسون صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌ی چنار با آلاینده‌های هوا (مردادماه ۱۳۹۲)
۱۰۹	جدول ۴-۱۰. همبستگی پیرسون صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌ی افزاینده‌ی با آلاینده‌های هوا (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳)
۱۱۱	جدول ۴-۱۱. همبستگی پیرسون صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌ی ون با آلاینده‌های هوا (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳)
۱۱۳	جدول ۴-۱۲. همبستگی پیرسون صفات مورفولوژیک و میکرومورفولوژیک برگ گونه‌ی چنار با آلاینده‌های هوا (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳)

فهرست شکل‌ها

شماره صفحه	عنوان
۱۴	شکل ۳-۱. نقشه موقعیت قرارگیری استان آذربایجان غربی در ایران
۱۴	شکل ۳-۲. نقشه‌ی موقعیت قرارگیری شهر ارومیه در استان آذربایجان غربی
۱۵	شکل ۳-۳. منحنی آمبروترمیک ارومیه بر اساس داده‌های ۵۴ ساله ایستگاه ارومیه
۱۷	شکل ۳-۴. نقشه شهر ارومیه و موقعیت مناطق انتخاب شده در شهر ارومیه
۳۷	شکل ۴-۱. نمودار تغییرات میانگین طول دمبرگ در گونه‌ی افزاینده در مناطق مورد مطالعه
۳۸	شکل ۴-۲. نمودار تغییرات میانگین طول دمبرگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۳۹	شکل ۴-۳. نمودار تغییرات میانگین طول دمبرگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۴۰	شکل ۴-۴. نمودار تغییرات میانگین طول پهنک برگ در گونه‌ی افزاینده در مناطق مورد مطالعه
۴۱	شکل ۴-۵. نمودار تغییرات میانگین طول پهنک برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۴۲	شکل ۴-۵. نمودار تغییرات میانگین طول پهنک برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۴۳	شکل ۴-۷. نمودار تغییرات میانگین طول نسبی دمبرگ در گونه‌ی افزاینده در مناطق مورد مطالعه
۴۴	شکل ۴-۸. نمودار تغییرات میانگین طول نسبی دمبرگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۴۵	شکل ۴-۹. نمودار تغییرات میانگین طول نسبی دمبرگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۴۶	شکل ۴-۱۰. تغییرات میانگین بیشینه‌عرض پهنک برگ در گونه‌ی افزاینده در مناطق مورد مطالعه
۴۷	شکل ۴-۱۱. نمودار تغییرات میانگین بیشینه‌عرض پهنک برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۴۸	شکل ۴-۱۲. نمودار تغییرات میانگین بیشینه‌عرض پهنک برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
	شکل ۴-۱۳. نمودار تغییرات میانگین عرض پهنک در یک‌دهم طول آن از قاعده‌برگ در گونه‌ی افرا
۴۹	زینتی در مناطق مورد مطالعه
	شکل ۴-۱۴. نمودار تغییرات میانگین عرض پهنک در یک‌دهم طول آن از قاعده‌برگ در گونه‌ی ون در
۵۰	در مناطق مورد مطالعه
	شکل ۴-۱۵. نمودار تغییرات میانگین عرض پهنک در یک‌دهم طول آن از قاعده‌برگ در گونه‌ی
۵۱	چنار در مناطق مورد مطالعه
	شکل ۴-۱۶. نمودار تغییرات میانگین عرض پهنک در نه‌دهم طول آن از قاعده‌برگ در گونه‌ی
۵۲	افرا زینتی در مناطق مورد مطالعه
	شکل ۴-۱۷. نمودار تغییرات میانگین عرض پهنک در نه‌دهم طول آن از قاعده‌برگ در گونه‌ی ون
۵۳	در مناطق مورد مطالعه
	شکل ۴-۱۸. نمودار تغییرات میانگین عرض پهنک در نه‌دهم طول آن از قاعده‌برگ در گونه‌ی چنار
۵۴	در مناطق مورد مطالعه

۵۵	شکل ۴-۱۹. نمودار تغییرات میانگین سطح برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۵۵	شکل ۴-۲۰. نمودار تغییرات میانگین سطح برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۵۶	شکل ۴-۲۱. نمودار تغییرات میانگین سطح برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۵۷	شکل ۴-۲۲. نمودار تغییرات میانگین شکل پهنک برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۵۷	شکل ۴-۲۳. نمودار تغییرات میانگین شکل پهنک برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۵۸	شکل ۴-۲۴. نمودار تغییرات میانگین شکل پهنک برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
	شکل ۴-۲۵. نمودار تغییرات میانگین شکل قاعده پهنک برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۵۹	شکل ۴-۲۶. نمودار تغییرات میانگین شکل قاعده پهنک برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۶۰	شکل ۴-۲۷. نمودار تغییرات میانگین شکل قاعده پهنک برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۶۱	شکل ۴-۲۸. نمودار تغییرات میانگین شکل نوک پهنک برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۶۲	شکل ۴-۲۹. نمودار تغییرات میانگین شکل نوک پهنک برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۶۳	شکل ۴-۳۰. نمودار تغییرات میانگین شکل نوک پهنک برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۶۴	شکل ۴-۳۱. نمودار تغییرات میانگین ضخامت برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۶۵	شکل ۴-۳۲. نمودار تغییرات میانگین ضخامت برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۶۶	شکل ۴-۳۳. نمودار تغییرات میانگین ضخامت برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۶۸	شکل ۴-۳۴. نمودار تغییرات میانگین وزن تر برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۶۸	شکل ۴-۳۵. نمودار تغییرات میانگین وزن تر برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۶۹	شکل ۴-۳۶. نمودار تغییرات میانگین وزن تر برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۷۰	شکل ۴-۳۷. نمودار تغییرات میانگین وزن خشک برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۷۰	شکل ۴-۳۸. نمودار تغییرات میانگین وزن خشک برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۷۱	شکل ۴-۳۹. نمودار تغییرات میانگین وزن خشک برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۷۲	شکل ۴-۴۰. نمودار تغییرات میانگین وزن ویژه برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۷۳	شکل ۴-۴۱. نمودار تغییرات میانگین وزن ویژه برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۷۴	شکل ۴-۴۲. نمودار تغییرات میانگین وزن ویژه برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۷۵	شکل ۴-۴۳. نمودار تغییرات میانگین سطح ویژه برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۷۶	شکل ۴-۴۴. نمودار تغییرات میانگین سطح ویژه برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۷۷	شکل ۴-۴۵. نمودار تغییرات میانگین سطح ویژه برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۷۸	شکل ۴-۴۶. نمودار تغییرات میانگین تراکم روزنه در اپیدرم زیری برگ گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه

۷۹	.....	شکل ۴-۴۷. نمودار تغییرات میانگین تراکم روزنه در اپیدرم‌زیری برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۸۰	.....	شکل ۴-۴۸. تغییرات میانگین تراکم روزنه در اپیدرم‌زیری برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۸۱	.....	شکل ۴-۴۹. نمودار تغییرات میانگین سطح منفذ روزنه‌های برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۸۲	.....	شکل ۴-۵۰. نمودار تغییرات میانگین میانگین سطح منفذ روزنه‌های برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۸۳	.....	شکل ۴-۵۱. نمودار تغییرات میانگین سطح منفذ روزنه‌های برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۸۴	.....	شکل ۴-۵۲. نمودار تغییرات میانگین سطح نسبی منفذ روزنه‌های برگ در گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه
۸۵	.....	شکل ۴-۵۳. نمودار تغییرات میانگین سطح نسبی منفذ روزنه‌های برگ در گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه
۸۶	.....	شکل ۴-۵۴. نمودار تغییرات میانگین سطح نسبی منفذ روزنه‌های برگ در گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه
۸۷	.....	شکل ۴-۵۵. نمودار تغییرات میانگین قطر در ارتفاع برابر سینه درخت افرازینتی در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۸۷	.....	شکل ۴-۵۶. نمودار تغییرات میانگین قطر در ارتفاع برابر سینه درخت ون در مناطق مورد مطالعه (مرداد ماه ۱۳۹۲)
۸۸	.....	شکل ۴-۵۷. نمودار تغییرات میانگین قطر در ارتفاع برابر سینه درخت چنار در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۸۹	.....	شکل ۴-۵۸. نمودار تغییرات میانگین ارتفاع درخت افرازینتی در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۸۹	.....	شکل ۴-۵۹. نمودار تغییرات میانگین ارتفاع درخت ون در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۹۰	.....	شکل ۴-۶۰. نمودار تغییرات میانگین ارتفاع درخت چنار در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۹۱	.....	شکل ۴-۶۱. نمودار تغییرات میانگین قطر تاج گونه‌ی افرازینتی در مناطق مورد مطالعه (مرداد ماه ۱۳۹۲)
۹۱	.....	شکل ۴-۶۲. نمودار تغییرات میانگین قطر تاج گونه‌ی ون در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۹۲	.....	شکل ۴-۶۳. نمودار تغییرات میانگین قطر تاج گونه‌ی چنار در مناطق مورد مطالعه (مردادماه ۱۳۹۲)
۹۳	.....	شکل ۴-۶۴. نمودار درجه شادابی گونه‌های مورد بررسی در پردیس دانشگاه ارومیه

فهرست شکل ها

- شکل ۴-۶۵. نمودار درجه‌شادابی گونه‌های مورد بررسی در پارک ائللرباغی ارومیه ۹۴
- شکل ۴-۶۶. نمودار درجه‌شادابی گونه‌های مورد بررسی در پارک‌الغدیر ارومیه ۹۵
- شکل ۴-۶۷. نمودار درجه‌شادابی گونه‌های مورد بررسی در پارک حجاب ارومیه ۹۶
- شکل ۴-۶۸. درجه‌شادابی گونه‌های مورد بررسی در پارک کوثر ارومیه ۹۷

فهرست اختصارات

طول دمبرگ (cm)	PL
طول پهنک (cm)	BL
طول نسبی دمبرگ	RPL
بیشینه عرض پهنک (cm)	MBW
عرض پهنک در یک‌دهم طول آن از قاعده برگ (cm)	FBW
عرض پهنک در نه‌دهم طول آن از قاعده برگ (cm)	LBW
سطح برگ (cm^2)	LA
شکل پهنک	BF
شکل قاعده پهنک	FBF
شکل نوک پهنک	LBF
وزن تر برگ (gr)	WW
وزن خشک برگ (gr)	DW
وزن ویژه برگ ($gr\ cm^{-2}$)	SLW
سطح ویژه برگ ($cm^2\ g^{-1}$)	SLA
ضخامت برگ (mm)	LT
تراکم روزنه در یک میلی‌متر مربع از اپیدرم‌زیری برگ ($n.\ mm^{-2}$)	SD2
سطح منفذ روزنه (μ^2)	SPS
سطح نسبی منفذ روزنه‌ها به درصد	RSPS
قطر درخت در ارتفاع برابر سینه (cm)	DBH
ارتفاع درخت (m)	H
میانگین قطر تاج (m)	CD

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مسئله مورد تحقیق و ضرورت انجام آن

هوا گازی است بی‌رنگ، بی بو و مخلوطی از عناصر مانند ازت، اکسیژن، هیدروژن، گاز کربنیک، آرگون، نئون، هلیوم، کریپتون، زنون و مقداری بخار آب و گاز آمونیاک. هوا نیز مانند سایر منابع محیط زیست دارای ظرفیت محدود است و تحمل تخلیه‌ی مواد زاید و سمی مختلف را در حدی که امروزه بشر به آن تحمیل کرده است ندارد. هرگونه تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عناصر تشکیل‌دهنده هوا را آلودگی هوا^۱ می‌گویند که از منابع مختلف طبیعی و مصنوعی ایجاد می‌شود (نصراللهی و غفاری گولک، ۱۳۸۹). در واقع آلودگی هوا یعنی وجود یک یا چند آلاینده^۲ از قبیل گرد و خاک^۳، فیوم‌ها، گازها، غبار، بو، دود یا بخار، در هوای آزاد با کمیتها، ویژگیها، و زمان ماند که می‌توانند برای انسان، گیاهان، جانوران و اموال مضر باشد و یا از کیفیت زندگی به طور غیر قابل قبولی بکاهد (Rao, 1989).

مواد آلوده کننده‌ای که می‌توانند مخلوط هوا را تحت تاثیر قرار دهند، ممکن است به صورت گاز، مایع و جامد باشند. آلودگی هوا به صورت طبیعی از طریق غبار برخاسته از خاک‌های فاقد پوشش گیاهی، غبار نمک، غبارهای کیهانی و گازهای ناشی از فعالیت‌های آتش فشانی به وجود می‌آید. لیکن آنچه امروز تحت عنوان مسئله آلودگی هوا مطرح می‌شود محصول فعالیت‌های گوناگون انسان بوده و منشأ انسان ساخت دارد (بخشی خانیکی، ۱۳۹۰). با صنعتی شدن جوامع، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه غلظت آلاینده‌های اولیه و ثانویه در اتمسفر افزایش یافته و این امر مسئله آلودگی هوا را تبدیل به یک معضل رو به رشد کرده است. بسیاری از کشورهای در حال توسعه، تخریب پیش‌رونده‌ای را در کیفیت‌هوا، به علت صنعتی‌شدن، شهرنشینی، عدم آگاهی، تعداد زیاد وسایل نقلیه‌ی موتوری، استفاده از سوخت‌های با کیفیت پایین و مخرب محیط‌زیست و قوانین ناکارآمد محیط‌زیست، تجربه می‌کنند (عبدالمنافی جهرمی و همکاران، ۱۳۹۱).

۱ Air pollution

۲ Pollutant

۳ Dust

در کشور ما نیز با توجه به توسعه‌ی صنعتی در نیمه دوم قرن اخیر بررسی و بحث بر روی آلاینده‌ها و اثرات آن‌ها در چرخه زیست محیطی به صورت امری ضروری درآمده است (حاج ر سولیه‌ها و همکاران، ۱۳۸۵). موسسات بین‌المللی شش آلاینده اصلی را به عنوان معیار انتخاب نموده و آنها را به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم کرده‌اند. آلاینده‌های اولیه شامل پنج آلاینده مونواکسیدکربن (CO)، دی‌اکسید نیتروژن (NO₂)، دی‌اکسید گوگرد (SO₂)، ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون (PM₁₀) و سرب (pb) هستند. آلاینده‌ی ثانویه اوزن (O₃) می‌باشد (میرزایی و بابالو، ۱۳۸۷). ذرات معلق کوچک‌تر از ۱۰ میکرون، منوکسید کربن، دی‌اکسید ازت، دی‌اکسید گوگرد و اوزن پنج آلاینده اصلی هوای شهرهای بزرگ به ویژه تهران می‌باشد (اجتهادی، ۱۳۸۶). در چند سال اخیر مناطق وسیعی از ایران همچون مناطق غرب، نیمه شمالی، شمال غربی و مرکز کشور مورد حمله ریزگردها معروف به ریزگردهای عربی قرار گرفته است استان آذربایجان غربی نیز از این امر مستثنی نیست. این ریزگردها دارای دوساختار رسی و سیلتی هستند که غبارهای رسی دارای ذرات ریز و سبکی هستند که قابلیت ماندگاری بالایی در هوا و قدرت آلاینده‌گی بیشتری دارند و بسیار خطرناک‌تر از ذرات سیلتی هستند. این غبارها فقط ذرات رس نیستند و به همراه خود آلاینده‌های زیادی از مواد شیمیایی را انتقال می‌دهند ذرات رس قدرت چسبندگی بالایی دارند و به راحتی مواد آلوده موجود در هوا را انتقال می‌دهند. این ذرات اثرات مخرب زیادی دارند اما بحث اصلی اثر این ذرات ریز و کوچک بر درختان قطور و اراضی وسیع است. ذرات رس معلق در هوا روی برگ درختان می‌نشینند و باعث بسته شدن روزنه‌ها^۱ می‌شوند. این امر از تنفس و فتوسنتز گیاه جلوگیری می‌کند. علاوه بر این باعث کاهش جذب نور توسط برگ‌ها خواهند شد، بعد از مدتی به علت اختلال در مکانیسم طبیعی حیات درخت، برگ‌ها از تاج درخت شروع به ریزش می‌کنند. این امر مقاومت گیاهان را کاهش داده و امکان حمله آفات افزایش می‌یابد (اصفهان‌ی، ۱۳۹۰).

۱ Stomata

فضای سبز یکی از ویژگی‌های مهم محیط شهری است که در فیلتر شدن آلودگی‌ها، زیباسازی شهری، سلامت محیطی، حفظ آب‌های زیر زمینی و سکونتگاه حیات وحش نقش مهمی دارد. یافته‌های برنامه‌های تحقیقاتی اخیر در اتحادیه اروپا در مورد فضاهای سبز شهری، نقش آنها را به عنوان عامل بهبود دهنده کیفیت زندگی افراد نشان می‌دهد. نتایج سایر مطالعات نیز نشان دهنده این مطلب است که محیط طبیعی و فضای سبز کمک فراوانی به تجدید قوای فیزیکی و روانی افراد ساکن در نواحی شهری می‌کند (سیف‌الدینی و منصوریان، ۱۳۹۰). پارک‌ها با پوشش گیاهی متنوع نقش مهمی را در بهبود کیفیت هوا در مکان‌های شهری دارند. هرچند، ضعیف شدن تاثیر پوشش گیاهی شهری در اثر آلودگی هوا بندرت از راه آزمایش تخمین زده شده است (Yin et al., 2011).

گونه‌های گیاهی، مخصوصاً درختان و درختچه‌ها، مهم‌ترین رسوب‌دهنده با به دام انداختن و جذب بسیاری از گازها، آلاینده‌های هوا و ذرات گرد و غبار موجود در هوا هستند، بنابراین کیفیت زندگی شهری را بهبود می‌دهند (Rai & Mishra, 2013). گیاهان ضمن اینکه می‌توانند تا اندازه‌ای در کاهش آلودگی هوا مؤثر باشند تحت تاثیر آلاینده‌ها قرار گرفته و آسیب می‌بینند. گیاهان مختلف نسبت به آلودگی هوا حساسیت‌های متفاوتی نشان می‌دهند و تحت تاثیر سوء آلاینده‌ها دچار کمبود رشد و اختلال در رفتارهای بیولوژیکی می‌شوند و در برابر تنش‌های محیطی با مکانیسم‌های دفاعی شانس خود را برای بقا افزایش می‌دهند (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۶). هرگاه غلظت آلاینده‌ها در محیط از حد معینی که به آن غلظت آستانه^۱ گفته می‌شود تجاوز کند، علاوه بر سلامت انسان و حیوانات می‌توانند برای گیاهان نیز سمی باشند. این سمیت ابتدا با کاهش رشد گیاه همراه بوده سپس عملکرد گیاه کاهش یافته و در شرایط شدیدتر ممکن است مرگ گیاه را سبب گردند (حاج رسولی‌ها و همکاران، ۱۳۸۵).

^۱ Concentration threshold

محققین گزارش کرده‌اند گونه‌های گیاهی که در برابر آلودگی هوا حساس‌اند تغییراتی در مورفولوژی، آناتومی، فیزیولوژی و زیست‌شیمی خود نشان می‌دهند. برگ‌ها در مقایسه با دیگر قسمت‌های گیاه مثل ساقه و ریشه از حساس‌ترین قسمت‌های گیاه هستند که به وسیله‌ی آلاینده‌های هوا تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بنابراین برگ‌ها براساس مراحل مختلف رشد خود، به عنوان یک نشانگر خوب در برابر آلاینده‌های هوا می‌باشند (Leghari & Asrar zaidi, 2013). برگ‌ها از مهم‌ترین اندام‌ها برای مطالعات مورفولوژیکی به شمار می‌روند. مطالعات زیادی تنوع بین درختان را از لحاظ مورفولوژی برگ تایید می‌کند ولی Van Dam و همکارانش (۲۰۰۲) سودمندی قطعی صفات مورفولوژیک را در این زمینه به طور کامل تایید نمی‌نمایند و فقط برخی از صفات مورفولوژیکی برگ یک گونه صنوبر (*Populus nigra*) را دارای تنوع ژنتیکی می‌دانند (سعیدی و آزادفر، ۱۳۸۹). صفات مورفولوژیک تحت تأثیر ژنتیک، محیط و مدیریت جنگل می‌باشند. توانایی گونه‌های گیاهی در کاهش آلودگی هوای ناشی از ترافیک به علت تفاوت در ویژگی‌های سطح برگ مثل موم اپی‌کوتیکولی^۱، کوتیکول، اپیدرم، روزنه و کرک‌ها^۲ متفاوت است (Rai & Mishra, 2013).

ته‌نشست خشک^۳، مکانیسم اصلی پوشش گیاهی شهری برای زدودن آلاینده‌های هواست. گازهای آلاینده مثل دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن تمایل به جذب شدن از طریق روزنه‌ها در فرآیند فتوسنتز و تنفس دارند. ذرات ریز آلاینده توسط ته‌نشست گرانشی^۴ یا به هم فشردگی^۵ به سطح برگ منتقل می‌شوند. هر چند ویژگی و غلظت آلاینده، گونه‌های گیاهی و شرایط هوایی بسیار متنوع می‌باشد، که در نتیجه باعث اختلال تعیین کمی و کیفی عملکرد گیاهان در بهبود کیفیت هوا می‌شود (Yin et al., 2011).

۱ Epicuticular wax

۲ Trichomies

۳ Dry deposition

۴ Gravity sedimentation

۵ Impaction

با توجه به این که تاثیر آلودگی هوا بر مورفولوژی برگ درختان در محیط‌های شهری ایران خیلی کم مورد مطالعه قرار گرفته. بنابراین در این تحقیق سعی می‌گردد با بررسی تاثیر مجموعه ای از آلاینده‌های هوا به طور همزمان بر مورفولوژی برگ گونه‌های درختی چنار (*Platanus orientalis*)، زبان گنجشک یا ون (*Fraxinus rotundifolia*) و افرا زینتی (*Acer negundo*) که به طور معمول در پارک‌ها و فضای سبز شهری ارومیه کاشته می‌شوند، مقاومت آن‌ها را در برابر آلاینده‌های هوا بررسی نموده و گونه درختی مقاوم تر و مناسب تر را معرفی نماید.

۱-۲- فرضیه‌های تحقیق

- ۱- ویژگی‌های مورفولوژیک برگ درختان در مناطق با سطوح مختلف آلودگی، یکسان است.
- ۲- واکنش گونه‌های مختلف درختی به آلودگی هوا در هر منطقه یکسان است.

۱-۳- اهداف پژوهش

- ۱- معرفی گونه‌ی درختی مقاوم تر در برابر آلاینده‌های هوا و کمک به پاک سازی و بهبود کیفیت هوا از طریق کاشت گسترده آن در مکان‌های آلوده‌تر.
- ۲- معرفی گونه‌ی درختی دارای مقاومت کمتر در برابر آلاینده‌های هوا و توصیه به کاشت آن در مکان‌های پاک‌تر.