دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره یازدهم، شماره بیست و سوم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

بررسی ریز ریخت‌شناسی و تشریحی دانه گرده گیاهان زینتی پرکاربرد در برخی از مناطق آلوده استان تهران

راضیه تقوی زاد[1*]، زینب آب روشن[2]، نفیسه محمدزاده[3]

[1]استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[2]دانش‌آموخته کارشناسی زیست شناسی سلولی مولکولی، دانشکده علوم پایه، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[3]دانش‌آموخته کارشناسی زیست شناسی سلولی مولکولی، دانشکده علوم پایه، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸

چکیده

بسیاری از پارک‌ها و فضاهای سبز تهران در مناطق آلوده واقع شده‌اند تا بتوانند مقداری از آلودگی هوا بکاهند؛ ولی گاه به خود گیاهان صدماتی وارد می‌شود که به راحتی قابل تشخیص نیست. گیاهان زینتی مورد مطالعه جمع‌آوری شدهد، گرده‌هایشان از بساک جدا شد و تخلیص آنها به روش استولیز ارتمن انجام شد. رنگ‌آمیزی با آبی متیل و محلول لوگل انجام شد و گرده‌ها برای مشاهدات میکروسکوپی آماده شدند. تغییر شکل ظاهری گرده‌ها با فرورفتگی‌های ناحیه‌ای (چروکیدگی)، تغییر اندازه فضای بین اگزین و انتین، پارگی، عدم تقارن و تغییر شکل گرده به چشم خورد. در نتایج تشریحی: برخی از دانه‌های گرده واکوئله شده و بزرگتر از حد نرمال بودند و برخی دیگر نشاسته‌دار و حاوی تجمع ذرات آلوده بودند. همه این تغییرات به عملکرد دانه گرده آسیب می‌زند. کوکب ۹۷٪ و گل جعفری ۸۳٪ بیشترین صدمات تشریحی و رز ۴۶٪ و تاتوره ۲۴٪ بیشترین صدمات ریختی را داشته‌اند.

***واژه‌های کلیدی*: آلودگی هوا، اگزین، انتین، واکوئله شدن**

مقدمه

بسیاری از پارک‌های شهر تهران در مناطق آلوده قرار دارند تا بتوانند تا حدی از آلودگی بکاهند. گیاهان با میکروکلیمایی که در اطراف خود می‌سازند در عین حال تأمین اکسیژن محیط می‌کنند و در این مسیر دی اکسیدکربن محیط را جذب می‌نمایند و کارآیی فتوسنتزی خود را افزایش می‌دهند.

دانه گرده گامتوفیت نر در گیاهان است و در ضمن به دلیل داشتن اسپوروپولنین در دیواره یکی از محکم‌ترین ساختارهای طبیعی است که می‌تواند قرن‌ها در خاک باقی بماند، بدون آن که آسیب ببیند یا تغییری در ترکیبش صورت گیرد و از این جهت کاربردهای زیادی در زیست‌شناسی، چینه‌شناسی، شناسایی قدمت اسکلت‌های کاوش شده و سایر علوم دارد (تقوی زاد و همکاران، ۱۳۸۸).

با این ویژگی شاید به نظر نرسد که گرده در برابر آلودگی آسیب‌پذیر باشد.

برخی از تحقیقاتی که آلاینده‌های هوا را عامل تغییر در گرده معرفی کرده‌اند شامل موارد زیر هستند: مجد و همکاران (Majd et al. 2002) گزارش کرده‌اند که اثر آلاینده‌های هوا بر برخی گرده‌های گل جعفری سبب می شود تا اگزین فاقد تزئینات سوزن مانند و دارای سطح ناهموار شود. رضا نژاد (Rezanejad, 2007) نیز گزارش کرده است که آلودگی هوا در گیاه طاووسی سبب شده تا شکل ظاهری بساک تغییر کند. چهرگانی و همکاران (۱۳۹۲) اعلام نمودند که بی‌نظمی در دیواره بساک، تشکیل دانه‌های گرده چروکیده و واکوئله، کاهش توان زیستی، آسیب دیواره اگزین تحت تأثیر کادمیوم بر گرده گل اطلسی حاصل شده و نشان از این دارد که کادمیومی که بخشی از

*نویسنده مسئول: ra_taghavizad@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

ذرات خروجی ذرات دیزلی است و یکی از آلاینده‌های جوی را تشکیل می‌دهد بر مراحل نموی بساک و دانه‌های گرده تأثیرگذار است و در مجموع توان زیستی را کاهش می‌دهد و تولید پروتئین‌های سم‌زدا را در گرده افزایش می‌دهد. فتحی عزیزی (Fathy Azzazy, 2016) اعلام کرد گیاهانی از اکالیپتوس که در مناطق صنعتی آلوده رشد می‌کنند اختلافاتی در ویژگی‌های ریختی گرده‌شان نسبت به شاهد ثبت شده است مانند تفاوت در شکل، اندازه و آراستار اگزین. اندرس (Endress, 1994) اعلام نمود دانه‌های گرده نشاسته‌دار، تمایل بیشتری به بزرگ شدن دارند تا گرده‌هایی که کمی نشاسته دارند. ترایدل-هافمن (Traidl-Hoffmanna, 2003) در گزارش خود آورده؛ دانه‌های نشاسته موجود در گرده با مواد آلرژن پوشیده می‌شود و سپس در جو آزاد می‌شود. شاخص و نشانگر بودن در زیست شناسی از اهمیت برخوردار است، در این رابطه وازیلوسکایا (Vasilevskaya, 2022) اعلام نمود که گرده گیاهان مختلف به عنوان شاخص سطح آلودگی محیطی و عوامل جهش زا استفاده می شود. بررسی تنوع مورفولوژیکی گرده، باروری و زنده ماندن آن تحت تأثیر آلاینده‌ها، امکان استفاده از گرده به عنوان یک شاخص زیستی آلودگی مناطق شهری در اثر حمل و نقل و وسایل نقلیه را فراهم می کند.

یکی از گیاهان بررسی شده در این پژوهش یوکا با نام علمی *Yucca filamentosa L.* از تیره Agavaceae است. یوکاها دارای تنوع از باغی تا آپارتمانی می‌باشند. یوکا به Adam's needle یا «سوزن آدم» و نیز زنگوله‌ای نخ‌دار (مظفریان ۱۹۹۸) مشهور است. ۵۰-۸۰ سانتی‌متر ارتفاع دارد و بومی بخش‌های جنوبی آمریکاست ولی لزوما به خشکی زیاد نیاز ندارد و در جمهوری چک و اسلواکی هم بدون مراقبت زیاد می‌روید (Havlis et al., 2016). گیاه دیگر گل ستاره‌ای *Aster tripolium* L. از تیره آفتابگردان Asteraceae است با رنگ گلبرگ از بنفش تا آبی. ارتفاع گیاه به ۱ متر هم می‌رسد(Ullmann, 2008). گیاه دیگر گل جعفری *Tagetes patula* L. بوته‌ای یکساله از تیره آفتابگردانAsteraceae به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و بومی مکزیک و فرانسه است و به همیشه بهار فرانسوی French Marigold هم مشهور است. گل به رنگ قرمز، زرد و نارنجی شکفته می‌شود. برگ‌ها سبز تیره و معطر هستند. بعضی از کولتیوارها تماما زرد هستند. از خرداد تا شروع سرما گل می‌دهند (Missouri Botanical Garden[b]). گیاه دیگر تاتوره *Datura innoxia* Miller یکساله و علف هرز مزارع و سمی از تیره سیب زمینی Solanaceae است. در عین حال دارویی است (کری‌می مجنی، ۱۳۸۸). تاتوره با داشتن گل‌های بزرگ شیپوری شکل می‌تواند زینتی باشد (Mozaffarian, 1998). گیاه گل ابری *Ageratum houstonianum* Mill. گیاه زینتی یکساله دیگری از تیره آفتابگردانAsteraceae است و بومی مکزیک و آمریکای مرکزی است و اصطلاحا «گل نخ دندان» نامیده می‌شود (Missouri[a] Botanical Garden ؟ Mozaffarian, 1998). رز *Rosa hibrida* L. از تیره گلسرخیان Rosaceae است. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی این رز را جزء رزهای جدید Modern Roses تقسیم بندی کرده که به علت مزایایش مورد توجه قرار گرفته است. آن‌ها برخلاف رز اروپایی که فقط یک نوبت گلدهی در اوائل تابستان داشتند قادر به گلدهی نسبتا منظم در طول ماه‌های گرمتر سال هستند. کوکب *Dahlia variabilis* Dest. از تیره آفتابگردان Asteraceae گلی پرپر و گیاهی روزکوتاه (با دوره گلدهی از جولای تا اکتبر) با ریشه‌های غده‌ای و بومی مکزیک است و در بیشتر باغ‌های دنیا یافت می شوند (Malik et al., 2017). شنگ *Tragopogon graminifolius* DC. از تیره آفتابگردان Asteraceae نیز در این پژوهش جمع‌آوری و بررسی شد (Mozaffarian, 1998).

هدف از تحقیق کنونی بررسی اثر آلودگی هوا بر دانه های گرده گیاهان زینتی پرکاربرد کشت شده در استان تهران است و این که آیا تاثیر به حدی است که برای تداوم کشت و تکثیر این گیاهان خطرساز باشد یا خیر؟ تا کنون مشابه این کار تحقیقی انجام نشده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان تهران از نظر موقعیت جغرافیایی در طول جغرافیایی۲۱ و°۵۰ تا ´۹ و° ۵۳ طول شرقی و عرض جغرافیایی ´۵۱ و°۳۴ تا ´۰۸ و°۳۶ شمالی قرار دارد (Country Mapping Organization Presidency, 2019b) استان تهران مساحتی حدود ۱۳،۶۰۵ کیلومترمربع دارد. از شمال به استان مازندران، از جنوب به استان قم، از غرب به استان قزوین و از شرق به

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

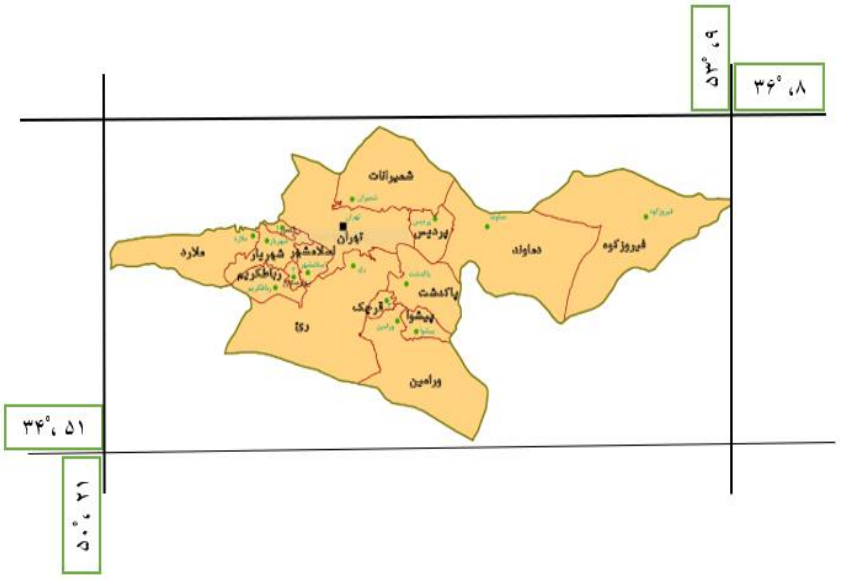
استان سمنان محدود می‌شود. شهر تهران از نظر موقعیت جغرافیایی در دامنه‌های جنوبی البرز واقع شده که گستره آن از جنوب به کهریزک، از شرق به سرخه حصار و جاجرود و از غرب به چیتگر و کوه دشته امتداد می‌یابد(گوهری و همکاران، ۱۴۰۱؛ Country Mapping Organization, Presidency, 2019a) (شکل ۱).

بررسی میدانی و آزمایشگاهی

گیاهان از ۸ منطقه آلوده و سالم تهران در مهر ماه ۱۴۰۰ جمع‌آوری شدند. شناسایی و نامگذاری گیاهان بر اساس کتاب های فرهنگ نام‌های گیاهان ایران (Mozaffarian, 1998) : (Ullmann, 2008) Botanica's Pocket و سایر منابع که در هر مورد ذکر شده تعیین گردیدند. گیاهانی که به وفور در استان کشت شدند شامل رز، یوکا، گل جعفری، گل ابری، تاتوره، کوکب قرمز، شنگ و گل ستاره‌ای در این تحقیق بررسی شدند. همه گیاهان مورد بررسی در مرحله گلدهی بودند. از هر گونه گیاهی ۱۰ پایه به طورتصادفی انتخاب شد و از هر پایه ۵ گل که در مرحله بلوغ بودند برداشت شد. گل‌ها در دمای اتاق خشک شده و بساک‌ها جدا گردیدند. تخلیص گرده‌ها به روش استولیز ارتمن (Erdtman, 1960) و رنگ آمیزی با آبی متیلن و لوگل، لام میکروسکوپی تهیه شد و برای مشاهده آراستار و منفذ و شیار و تغییرات فیزیولوژیک گرده آماده شد. شمارش و تعیین فراوانی گرده‌های آلوده در میدان های دید میکروسکوپی متعدد انجام شد.

تعیین درصد فراوانی گرده های آلوده

ابتدا اسلایدهای میکروسکوپی متعدد تهیه و در آن‌ها به مشاهده تغییرات پرداختیم. بعد از این که چشممان به تغییرات ریزریخت‌شناسی عادت کرد سپس به منظور شمارش، ۱۰ اسلاید میکروسکوپی از هر نمونه گرده تهیه و برای هر اسلاید تعداد ۱۰میدان دید را به تصادف انتخاب کرده و در هر میدان به شمارش گرده‌های آسیب دیده و گرده‌هایی که با لوگل به رنگ بنفش در آمدند پرداختیم. همچنین کل گرده‌های موجود در هر میدان شمارش شد. سپس میانگین گرفته و درصد فراوانی هر نمونه محاسبه شد.



شکل ۱- نقشه استان تهران

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

نتایج

محل و نوع آسیب دیدگی در گرده‌ها بررسی و در جدول ۱ و شکل ۱ توضیح داده شده است که شامل چروکیدگی یا دهیدراته شدن، پارگی دیواره‌ها، واکوئله شدن و تغییر اندازه ضخامت دیواره در اطراف گرده‌هاست. درصد فراوانی آسیب دیدگی گرده‌ها در جدول ۲ و درصد فراوانی گرده های دارای نشاسته در جدول ۳ با ذکر نام هر گونه گیاهی معرفی شده است. نتایج نشان داد رویش گیاهان در مناطقی که به نسبت آلوده‌تر بودند اثرات مخرب‌تری بر گرده‌هایشان گذاشته است، اما با وجود این میزان آسیب‌پذیری به مقاومت گونه گیاهی هم بستگی دارد و همه گونه‌ها به یک نسبت یا از یک ناحیه واحد آسیب ندیده‌اند (جدول۲ و شکل۲ و ۳). بیشترین مقدار نشاسته به ترتیب در گیاهان کوکب قرمز٪۹۷، جعفری٪۸۳ و تاتوره ٪۷۳ مشاهده شد (جدول۳).

رز *Rosa hibrida* به طور وسیع در پارک‌ها و فضاهای سبز استان تهران کاشته می‌شود و اکثرا در بهار و پاییز گل می‌دهند. گرده رز، سه منفذ و سه شیار دارد و به عبارتی tricolporate است. همانطور که در شکل ۲-A دیده می شود شرایطی که گیاه در ان بوده سبب شده تا بعضی گرده-ها در امتداد شیارشان پاره شده‌اند و بعضی دیگر از گرده‌ها چروکیدگی یافته و در مقایسه با گرده سالمی که در بالای تصویر مشاهده می‌شود تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارند.

جدول ۱-نوع آسیب دیدگی گرده‌های گیاهان با ذکر محل رویش (جمع‌آوری). شاخص آلودگی مربوط به زمان جمع آوری است.

نام فارسی گیاه	نام علمی گیاه	آسیب دیدگی گرده	محل جمع‌آوری	شاخص آلودگی هوا (AQI)
رز	*Rosa hibrida* L.	چروکیدگی-پارگی	پارک سروناز جنب آزادگان	۱۵۸
یوکا	*Yucca filamentosa* L.	واکوئله شدن- تبدیل شکل گرده از بیضی به بیضی کشیده	پارک سروناز جنب آزادگان	۱۵۸
گل جعفری	*Tagetes patula* L.	تغییر ضخامت با تجمع مواد آلوده در فضای بین اگزین و انتین- از بین رفتن زوائد سوزن مانند تزئینات	شهریار-حاشیه خیابان	۱۶۰
گل ابری آبی	*Ageratum houstonianum* Mill.	کاهش تزئینات سوزن مانند سطحی و تغییر ضخامت فضای بین اگزین و انتین بر اثر تجمع مواد آلوده	شهریار-حاشیه خیابان	۱۶۰
تاتوره	*Datura innoxia* Miller	پارگی اگزین-پارگی اگزین و انتین همزمان با ریختن مواد سیتوپلاسمی به بیرون-تغییر شکل از مثلثی گرد (Rounded riangular) به کروی و بی شکل	رباط کریم-حاشیه خیابان	۱۱۰
شنگ	*Tragopogon graminifolius* DC.	واکوئله شدن	دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری	۱۵۰
کوکب	*Dahlia variabilis* Dest.	تغییر ضخامت فضای بین اگزین و انتین	شهریار-حاشیه خیابان	۱۶۰
گل ستاره ای	*Aster tripolium* L.	واکوئله شدن	پارک جنگلی چیتگر- حاشیه پر تردد	۱۰۶

AQI=Air Quality Index (Monitoring system of the country's air quality)

شنگ *Tragopogon graminifolius* DC. به‌طور خودرو در لابه‌لای چمن‌ها و رزها در پارک‌ها در بهار و پاییز در استان تهران می‌روید. شنگ هم کاربرد خوراکی دارد و هم با داشتن گل‌های زرد، زیبایی خاصی به چمن می‌دهد و زمینه‌ای با تضاد رنگی برای سایر گل‌ها (مانند رز) فراهم می‌آورد. بعضی از گرده‌ها واکوئله شده بودند (جدول ۱ و شکل--F-۲ و B-۳). نمونه‌های تاتوره *Datura innoxia* Miller بررسی شده در این پژوهش گل‌هایی به رنگ سفید

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

مایل به ارغوانی داشت و بوته‌ها به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر بودند. پارگی در اگزین و گاه هم در اگزین و هم انتین گرده مشاهده شد که همراه با بیرون ریزی مواد سیستوپلاسمی بود (جدول۱ و شکلC-۲ وC-۳). یوکای باغی *Yucca filamentosa* L بررسی شده در این پژوهش دارای برگ-های قاعده‌ای و بدون ساقه افراشته ولی دارای ساقه گل-دهنده طویل بود. این گیاه که قبلا کمتر در تهران وجود داشت اکنون به طور وسیعی در حاشیه بزرگراه آزادگان کاشته شده است. شکل گرده‌ها از بیضی به بیضی کشیده تبدیل شده یا واکوئله شده بودند (جدول ۱ و شکلِ B-۲ و D-۳). باید توجه داشت که انتقال گیاهان از زیستگاه اصلی به سایر نقاط همیشه ممکن است با مخاطراتی مانند اشکال در تکثیر آنان همراه باشد.

کوکب قرمز *Dahlia variabilis* Dest. با داشتن گلچه‌های متراکم از دستبرد آلودگی هوا دور نمانده و در ضخامت گرده‌ها تغییراتی مشاهده می‌شود که به علت تجمع مواد آلوده است (شکلE-۴). گل جعفری *Tagetes patula* L. به علت سازگاری به اقلیم‌های متفاوت در اکثر نقاط کاشته می‌شود. این گل در مناطق آلوده استان تهران دچار تغییراتی شده مانند تجمع مواد آلوده در فضای بین اگزین و انتین که سبب تغییر ضخامت شده و هم از بین رفتن زوائد سوزن مانند تزئینات مشاهده می‌شود (جدول ۱ و شکلِ A-۲ وF-۴). گل ستاره‌ای *Aster tripolium* L. در نقاط برداشت شده برای این پژوهش به طور متوسط ۵۰ سانتی‌متر ارتفاع و با گلبرگ‌هایی به رنگ آبی با گلچه‌های زرد متراکم در وسط در اواخر تابستان و اوائل پاییز گلدهی داشت. اغلب به حالت خودرو در حاشیه پارک‌ها به زیبایی می‌روید. گرده‌ها وزیکوله شده بودند (جدول۱ شکلِ E-۲ و G-۴). گل ابری آبی *Ageratum houstonianum* Mill. در نقاط مختلف استان تهران کشت می‌شود. از ماه خرداد تا شروع سرما گل می‌دهد. در بعضی از گرده‌ها تزئینات سوزن مانند کاهش یافته و در اکثر گرده‌ها تغییر ضخامت بین اگزین و انتین مشاهده شد (جدول ۱ و شکل H-۴).

جدول ۲- درصد فراوانی آسیب دیدگی ریخت شناختی گرده‌ها در هوای آلوده

درصد فراوانی گرده‌های آسیب دیده	*Tagetes patula* گل جعفری	*Ageratum houstonianum* گل ابری آبی	*Tragopogon graminifolius* شنگ	*Yucca filamentosa* یوکا
	۱۱٪	۲۰٪	۱۰٪	۱۸٪
درصد فراوانی گرده‌های آسیب دیده	*Aster tripolium* ستاره ای	*Dahlia variabilis* کوکب	*Datura Innoxia* تاتوره	*Rosa hibrida* رز
	۸٪	۷٪	۲۴٪	۴۶٪

جدول۳-میزان نشاسته در گرده‌های در معرض آلودگی هوا

گرده‌های گیاهان درصد فراوانی گرده-های حاوی نشاسته	رز	یوکا	گل جعفری	شنگ	تاتوره	کوکب قرمز	ابری آبی	ستاره‌ای
	۶۰٪	-	۸۳٪	۴۶٪	۷۳٪	۹۷٪	۶۰٪	۴۱٪

بحث و نتیجه‌گیری

خشکی و آلودگی هوا دو معضل کنونی زیست بوم بسیاری از کشورها از جمله ایران است. آلودگی هوا سبب تغییر ریختی و ماهیت گرده‌ها می‌شود، خشکی هم به تراکم گرده‌های محیط می‌افزاید. به طوری که اداره تغییر آب و هوا و عدالت سلامت آمریکا (وابسته به OASH) در سال ۲۰۲۳ اعلام کرد خشکی علاوه بر افزایش ذرات گرد و غبار، گرده‌ها را هم افزایش می‌دهد. اما همراهی دما با بارندگی با تغییر در فنولوژی گیاهان میزان تولید گرده را می‌تواند بین ۱۶ تا ۴۰ درصد در سال افزایش دهد. همین‌طور افزایش CO_2 می‌تواند تولید گرده را افزایش دهد (Zhang and Steiner 2022). از آنجا که اسپوروپولنین در گرده بالغ به‌ندرت دچار تغییر و غیرطبیعی شدن می‌گردد، به نظر می

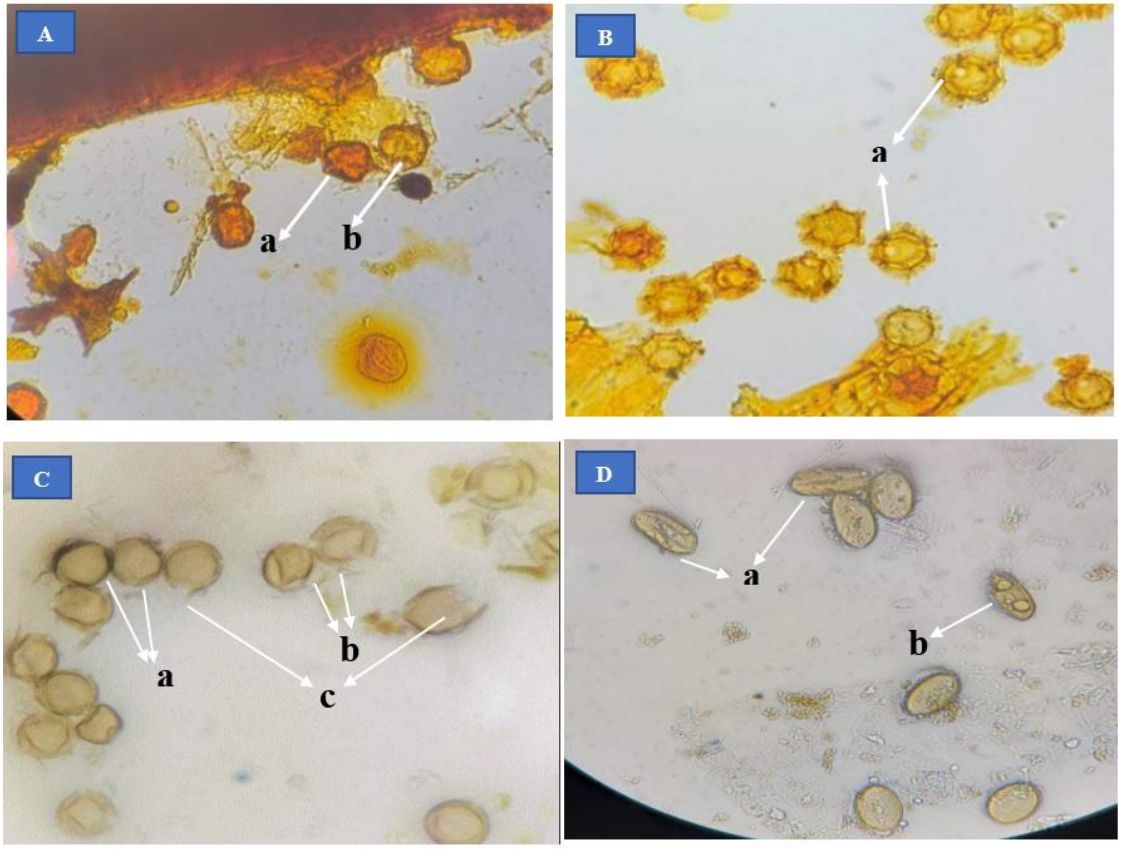
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

رسد آلودگی هوا با تأثیر بر مراحل تکوین اسپوروپولنین در
گرده نابالغ، شکل گرده را دچار اختلال می‌کند.



شکل۲-برخی از گیاهان جمع آوری شده در این پژوهش: A- گل جعفری B- یوکا C-تاتوره D-رز E- ستاره ای F- شنگ

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]



شکل۳- تنوع آسیب دیدگی گرده‌ها (میکروسپورها)ی آلوده: A-رز Rosa hibrida، a: چروکیدگی b : پارگی؛ B- شنگ Tragopogon graminifolius، a: واکوئله شدن؛ C- تاتوره Datura innoxia ، a: تغییر شکل از مثلثی گرد به کروی b: پارگی اگزین c: پارگی اگزین و انتین و ریختن مواد سیتوپلاسمی به بیرون ؛ D- یوکا Yucca filamentosa، a: تغییر شکل از بیضی به بیضی کشیده b: واکوئله شدن (x ۸۰۰).

همچنین چون گرده از طریق منافذش ایجاد لوله گرده میکند و تغییر شکل گرده در اثر آلودگی هوا ممکن است روی منافذ را بپوشاند به این دلیل رویش و تشکیل لوله گرده امکان‌پذیر نشود و سبب اختلال در لقاح گردد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش به نظر می‌رسد بهتر است در مناطق آلوده به کشت آن دسته از گیاهان زینتی اقدام شود که گل نمی‌دهند. در این ارتباط مجد و همکاران (Majd et al. 2002) نیز گزارش کردند که رهایی آلرژن‌ها از درون گرده‌ها در شرایط هوای آلوده افزایش می‌یابد. رضانژاد و مجد (۱۳۸۶) هم اعلام نمودند که آلودگی هوا، آلرژی‌زایی دانه گرده طاوسی را بیشتر از زمانی که آلوده نشده است، افزایش می‌دهد. به عبارتی شکوفایی گل‌ها در نقاط آلوده بر میزان آلودگی می‌افزاید ولی با کشت نکردن گیاهان ذکر شده در نقاط آلوده، هم آن‌ها آسیب نمی‌بینند و چرخه زندگیشان به مخاطره نمی‌افتد و هم آسیب‌رسانی به انسان‌ها کمتر می‌شود.

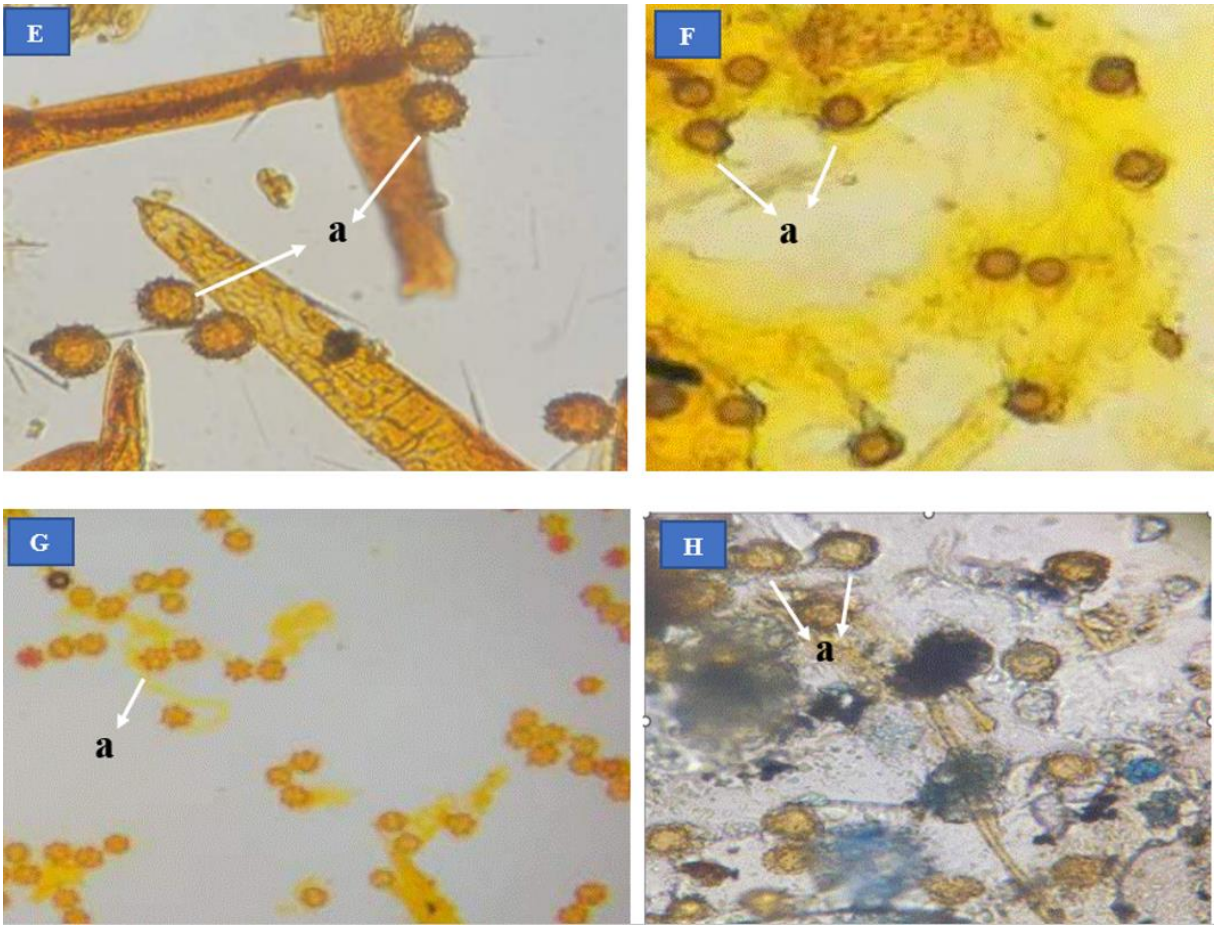
در نمونه‌های بررسی شده این پژوهش گل جعفری و رز آلوده تقریبا به میزان دو برابر نسبت به موارد غیر آلوده و سالم حاوی نشاسته شدند. بنابراین نشاسته‌دار شدن دانه‌های گرده گرچه جزئی از مراحل تکوین گرده‌ها در آخرین مرحله نمو به شمار می‌آید، اما در شرایط آلودگی محیط نشاسته به طور غیر عادی تولید شده و در گرده‌ها تجمع می‌یابد. چنانکه Traidl-Hoffmanna و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند مواد آلرژن به دور نشاسته تجمع یافته و سپس گرده‌ها آزاد می‌شوند و سبب آلرژی‌زایی می‌گردد؛ لذا

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

افزایش نشاسته در دانه‌های گرده قرار گرفته در هوای آلوده سبب آلرژی‌زایی بیشتری می‌شود.

تقوی‌زاد و همکاران (۲۰۰۹) که بر تکوین دانه‌های گرده تحقیق کردند گزارش کردند، دانه‌های گرده‌ای که نشاسته زیاد دارند بزرگترند نسبت به آن‌ها که کمی نشاسته دارند یا ندارند و به ترتیب با افزایش نشاسته از کم به زیاد، اندازه آن‌ها هم بتدریج زیاد و بزرگتر می‌شود. بنابراین از آنجا که زنبورهای عسل تمایل بیشتری به جمع‌آوری دانه‌های گرده کوچک دارند آلودگی هوا به طور غیر مستقیم سبب می‌شود تا گرده‌های بزرگتر و حاوی نشاسته، کمتر توسط زنبورهای عسل جمع‌آوری گردند، گرده افشانی کمتر و تعداد بذرهای کمتری را منجر می‌شود.

واضح است که آسیب‌دیدگی گرده‌ها در شرایط آلودگی بر لقاح و باروری گیاه تأثیر می‌گذارد، از طرفی نمی‌توان از کشت گل‌های زینتی در مناطق آلوده خودداری کرد بنابراین می‌بایست ذخیره کافی از بذر این گیاهان از مناطق سالم را فراهم آورد خصوصا در مورد گیاهانی مانند گل جعفری، تاتوره و ابری آبی که فقط با بذر تکثیر می‌یابند.



شکل۴- تنوع آسیب دیدگی گرده‌ها (میکروسپورها)ی آلوده: E-کوکب قرمز a, Dahlia variabilis: تغییر ضخامت فضای بین اگزین و انتین با تجمع مواد آلوده؛F -گل جعفری .Tagetes patula ، a: تجمع مواد آلوده در فضای بین اگزین و انتین با تغییر ضخامت و از بین رفتن زوائد سوزن مانند تزئینات؛ G_ ستاره ای Aster tripolium ، a: واکوئله شدن؛ H- ابری آبی a Ageratum houstonianu: تغییر ضخامت فضای بین اگزین و انتین بر اثر تجمع مواد آلوده و کاهش زوائد سوزن مانند تزئینات (x ۸۰۰).

در تاتوره، پرچم‌ها نسبتا در عمق لوله گل قرار گرفته‌اند و گلبرگ‌های به هم پیوسته به شدت آن‌ها را در میان گرفته‌اند و کمتر در معرض هوا و محیط بیرون هستند، ولی با وجود این، تغییرات زیادی از حیث غیر طبیعی شدن در گرده‌های آن حاصل شده است؛ به‌طوری‌که بسیار واکوئله شده و با بزرگ شدن بیش از حد ترکیدند و مواد

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

سیتوپلاسمی‌شان به بیرون ریخته شد. این گیاه با گل‌های درشت بسیار زیبا غالبا به صورت خودرو در پارک‌ها و بلوارها می‌روید و زینت بخش بسیاری از این مکان‌ها است. تاتوره با بذر تکثیر می‌یابد، اما اکنون دچار آلودگی شده و بیم آن می‌رود که با پیشرفت آلودگی دیگر قدرت تکثیر و زادآوری در نقاط آلوده را از دست بدهد. این نتیجه با گزارش شیرخانی و همکاران (Shirkhani et al. 2020) همسویی دارد که با اثر کادمیوم بر تاتوره، افزایش اندازه و افزایش در واکوئله شدن را گزارش کرده‌اند.

تغییر شکل گرده تاتوره از مثلثی گرد به کروی مشاهده شد و تغییر شکل گرده یوکا از بیضی به بیضی کشیده همراه با کوتاه شدن قطر استوایی در همه موارد بود. این مطلب با گزارش ماتیاشاک و تاکنکو (Matiashuk & Tkachenko, 2021) در مورد یاس زرد همسویی دارد. در اهمیت گرده‌های سالم برای رز، ژئونگ و همکاران (Jeong et al. 2022) خاطر نشان کرده‌اند؛ رز به دلیل پرطرفدار بودن و قابلیت هیبریدسازی می‌باید دارای گرده‌هایی باشد که هیچگونه آسیبی ندیده و کاملا سالم باشند تا بتوان گرده‌افشانی موفقی از آن‌ها فراهم آورد و با اتخاذ روش‌های مدیریتی صحیح مانند هیبریدسازی، واریته‌های مقاوم‌تری نسبت به شرایط محیطی متغیر از لحاظ خشکی و دمای بالا به دست آورد.

دانه‌های گرده شنگ در این پژوهش در اثر آلودگی به شدت واکوئله شده و طی تکوین بزرگتر از حالت نرمال شده و بیم آن می‌رود که توان زیستی و باروری کافی نداشته باشند. بعلاوه شنگ دارای گلپوش زرد رنگ است و گرده افشانی آن غالبا با زنبورعسل انجام می‌شود، ولی با بزرگتر شدن غیر عادی گرده تمایل زنبورهای عسل برای انتخاب و جمع‌آوری گرده شنگ کم می‌شود. به طوری که تقوی زاد و همکاران (۱۳۸۶) در گزارش خود اولین گرده‌های جذاب برای زنبورعسل را به گل‌هایی با گلبرگ زرد نسبت دادند.

بعلاوه بقالی و همکاران (Baghali et al., 2011) در این راستا با آنالیز گرده‌های گل آفتابگردان که در معرض آلودگی قرار داشتند واکوئله شدن گرده را گزارش کرده‌اند. همچنین چهرگانی و همکاران (Chehregani et al. 2015) گزارش کرده‌اند؛ به نظر می‌رسد واکوئله شدن میکروسپورها که در دوران تکوین گرده رخ می‌دهد باعث بزرگتر شدن دانه گرده می‌شود ولی بزرگتر شدن بیش از حد گرده‌ها باعث از بین رفتن آن‌ها می‌شود در حالی که دانه‌های گرده رسیده همه هم اندازه‌اند. طبق مشاهدات در گل جعفری و شنگ علاوه بر صدمات زیاد به اگزین و انتین و تجمع آشکار مواد آلوده در فضای بین دو دیواره، گلبرگ ها نیز دچار آسیب شده و به طور چشمگیری کوچک و تحلیل رفته‌اند که تاثیر پذیری همه جانبه این گل‌ها را نشان می‌دهد.

در مجموع واکوئله شدن دانه گرده با بزرگتر شدن و نشاسته‌دار شدن دانه گرده به علت مرکز تجمع قرار گرفتن برای آلرژن‌ها به دانه گرده آسیب می‌زند. در بررسی‌های این پژوهش کوکب قرمز ۹۷٪ و گل جعفری ۸۳٪ بیشترین صدمات تشریحی و رز ۴۶٪ و تاتوره ۲۴٪ بیشترین صدمات ریختی را داشته‌اند.

با بررسی‌های پژوهش کنونی معلوم شد ممکن است عده‌ای از گیاهان زینتی در استان تهران به علت آلودگی در معرض خطر عدم تکثیر قرار گیرند و این، وضعیت اکولوژیک را بغرنج‌تر می‌سازد.

سپاسگزاری

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

منابع

رضا نژاد، ف.، مجد، ا. ۱۳۸۶. اثر آلودگی هوا بر الرژی‌زایی دانه‌های گرده در گل طاووسی (*Spartium junceum*) (Fabaceae). نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم. ۷(۴): ۹۸۲-۹۷۳.

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رز، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، محققان پژوهشکده گل و گیاهان زینتی. https://agrilib.areeo.ac.ir/book_6064.pdf

چهرگانی‌راد، ع.، رمضانی، ح.، محسن‌زاده، ف.، بقایی‌فر، ز.، باب الحوائجی، ح. ۱۳۹۴. اثر کادمیوم بر مراحل تکوین و الگوی پروتئینی بساک و دانه‌های گرده گل اطلس

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

(*Petunia hybirda* Juss.). مجله سلول و بافت. ۶(۱) : ۷۱-۸۶.

تقوی زاد، ر.، مجد ا.، فلاحیان، ا.، نظریان، ح.، مهرابیان، ص. ۱۳۸۶. بررسی ویژگی های گیاهان شهدزا و گرده زا در جلب زنبور عسل در منطقه سیراچال، استان تهران. پژوهش و سازندگی، ۱:۲۰.

تقوی زاد، ر.، مجد ا.، فلاحیان، ا.، نظریان، ح. ۱۳۸۸. مقایسه گرده شناختی گیاهان در ماه های مختلف فعالیت زنبور عسل در منطقه سیراچال استان تهران. زیست شناسی ایران، ۲:۲۲.

کریمی مجنی، ح.، رحیمیان مشهدی، ح.، علیزاده، ح، کشتکار، ا.، یعقوبی اشرفی، ز، رئوفی راد، و. ۱۳۸۸. بررسی اثر عوامل محیطی و مواد تنظیم کننده رشد گیاهی بر شکست خواب و تحریک جوانه زنی بذرهای گیاه تاتوره (*Datura stramonium* L.). مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴:۴۰.

گوهری، ص.، محرابیان، ح.ر.، شکوهی شورمستی، ر. ۱۴۰۱. بوم شناسی و بانک اطلاعات گرده گونه‌های درختچه‌ای و کاشته شده علفی شهر تهران: رویکرد مدیریت اکولوژیک و ایمنی شهری. علوم محیطی، ۱:۲۰.

Baghali, Z., Majd, A., Chehregani, A., Pourpak, Z., Ayeriana, S.M., Vatanchian, b. 2011. Cytotoxic effect of benzo(a)pyrene on development and protein pattern of sunflower pollen grains. Toxicological & Environmental Chemistry Vol. 93, No. 4, 665–677.

Chehregani, A., Mohsenzadeh, F. 2015. Developmental stages of pollen and ovule in *Anthemis odontostephana* Boiss. Cv. *Odontostephana*. Plant researches journal. 27 (4): 544-556.

Country Mapping Organization, Presidency. 2019a. Determining the boundaries of Tehran province. https://www.ncc.gov.ir/fa/gallery/

Country Mapping Organization, Presidency. 2019b. Determination of latitude and longitude of Tehran province. https://www.ncc.gov.ir/images/docs/files/

Endress, S. K. 1994. Diversity and Evolutionary Biology of Tropical flowers. Cambridge Univ. Press, New York, NY.

Erthman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift. 54: 556-564.

Fathy Azzazy, M. 2016. Environmental Impacts of Industrial Pollution on Pollen Morphology of *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae). Journal of Applied Biology & Biotechnology. 4 (05): 057-062. Available online at http://www.jabonline.in

Havlis, M. 2016. Plants: Yucca filamentosa - Adam's needle. https://www.about-garden.com/a/en/8774-yucca-filamentosa-adam-s-needl.

Jeong, N-R., Park, K-Y. 2022. Rose pollen management methods to improve productivity. Agronomy, 12(6), 1285; https://doi.org/10.3390/agronomy12061285.

MaMajd, A., Rezanejad, F., Moein, M., Aminzadeh, M., Shariatzadeh, S.M.A. 2002. Effect of air pollution on anther and pollen development and their allergenicity in Tagetes patula, Asteraceae. Journal of Science . 1(34): 179-192.

Malik, S., Rather, Z.A., Ahmad Wani, M. & et al. 2017. Effect of Growth Regulators on Plant Growth and Flowering in Dahlia (Dahlia variabilis) cv. Charmit. J of Exper. Agri. Int. 15(3):1-7. DOI: 10.9734/JEAI/2017/32007

Matiashuk, R.K., I. V. Tkachenko. 2021. The Pollen of Plants of the Shrub Layer in the Urban Green Space as an Indicator of the State of Atmospheric Air of the City (on the Example of Representatives of the Genus *Forsythia*). Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology». 25. https://periodicals.karazin.ua/ecology/issue/view/1112

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

cadmium on perianth and anther formation in *Datura stramonium* L. Brazilian Journal of Botany. 43: 239–246.

Traidl-Hoffmanna, C., Kaschea, A., Menzelb, A., Jakoba, Th., Thiela, M., Ring, J., Behrendta, H. 2003. Impact of Pollen on Human Health: More Than Allergen Carriers? Int Arch Allergy Immunol. 131:1–13.

Ullmann, H.F. 2008. Botanica's Pocket: Annuals & Perennials. Publisher: h. f. ullmann; 1st edition 2008. ISBN-13: 978-0841602625.

Vasilevskaya, N. 2022. Pollution of the Environment and Pollen: A Review. Stresses. *2*(4), 515-530; https://doi.org/10.3390/stresses2040035.

Zhang, Y., Steiner, A. 2022. Projected climate-driven changes in pollen emission season length and magnitude over the continental United States. *Nature Communications*. https://www.nature.com/articles/s41467-022-28764-0

[a]Missouri Botanical Garden. *Ageratum houstonianum.* https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?tax onid=277131

[b]Missouri Botanical Garden. *Tagetes patula.* https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=a611.

Monitoring system of the country's air quality. https://aqms.doe.ir/home/AQI.

Mozaffarian, V. 1998. Dictionary of Iranian Plant Names. ISBN: 964-5545-40-4. 739p.

OASH. Office of climate change and health equity. Climate and health outlook. https://www.hhs.gov/sites/default/files/climate-health-outlook-march-2023.pdf

Rezanejad, F. 2007. The effect of air pollution on microsporogenesis, pollen development and soluble pollen proteins in *Spartium junceum* L. (Fabaceae) Turkish Journal of Botany 31 (3), 183-191.

Shirkhani, Z., Chehregani Rad, A., Gholami, M. 2020. Effects of

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

Micromorphological and anatomical studies of pollen for widely used ornamental plants in some polluted areas of Tehran Province

Razieh Taghavizad*[1], Zeynab Abroshan[2], Nafiseh Mohammadzadeh[3]

[*1]Assistant Professor, Department of Biology, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[2]BSc biology graduate, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[3]BSc biology graduate, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 2022/12/10; Accepted: 2023/10/10

Abstract

Many parks and green spaces in Tehran are located in polluted areas in order to reduce some air pollution; however, sometimes the plants themselves are damaged which cannot be easily recognized.The studied ornamental plants were collected, their pollen were separated from the anthers, and their purification was done by Erdtman's acetolysis method. They were stained with methylene blue and Lugol's solution and the pollens prepared for microscopic observations. Morphological changes of pollens with regional depressions (shrinking), changes in the size of the space between the exine and intine, tearing, asymmetry and deformation of pollen were observed. In the anatomical results: some pollen grains were vacuolated and larger than normal, and some others were starchy and contained accumulations of contaminated particles. All these changes damage the pollen performance. *Dahlia variabilis* Dest. 97% and *Tagetes patula* L. 83% experienced the most anatomical damages and *Rosa hibrida* L. 46% and *Datura innoxia* Miller 24% underwent the most morphological damages.

Keywords: Air pollution, Exine, intine, Vacuolation

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]