اثرات آلاینده‌های جوّی کارخانه آلومینیوم اراک بر رشد و نموّ برخی گونه های باقلائیان (Fabaceae)

دکتر احمد مجد، محمودرضا شریفی دارانی، دکتر حسن زارع‌مایوان
گروه زیست شناسی ـ دانشکده علوم
دانشگاههای تربیت معلّم و تربیت مدرّس تهران

ـ چکیده

رقمهائی از سویا (Glyin max) ، لوبیا (Pbascolus vulgaris) و نخود (Cicer arietinum) در شرایط مشابه با شرایط کشت مزرعه‌ای در گلدانهای متعددی کشت شد و تا مرحلهٔ برداشت محصول در پنج ایستگاه با فواصل مختلف (از مجاورت کارخانه تا شعاع ۳۰ کیلومتری) قرار گرفت. ویژگیهای ریخت‌شناسی تشریحی اندامهای رویشی و نیز برخی جنبه‌های فیزیولوژیکی بین گیاهان شاهد (در ایستگاه ۵، دور از آلودگی) و گیاهان تحت تأثیر آلودگیهای کارخانه بررسی و مقایسه شد. همچنین وضع نیامکها، دانه‌بندی، وزن‌تر و وزن خشک دانه‌ها در ایستگاههای مختلف مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

نتایج بررسیهای ماکروسکوپی و میکروسکوپی نشان می‌دهد که در ایستگاههای نزدیک به کارخانه، گیاهان کاهش رشد دارند، برگهای آنها کلروز و نکروز دارند و این ضایعات با نزدیک شدن به کارخانه تشدید می‌شود.

بررسیهای میکروسکوپی، آسیب و سوختگی سلولهای مزوفیل برگها به ویژه در لایه‌های زیر اپیدرم و اطراف دستجات آوندی را نشان می‌دهد.

بی‌نظمی در رشد و تکوین پرچمها، پژمردگی تا حد سوختگی بساکها، تغییرات عمده در تکوین گرده‌ها تا حد نازائی و مرگ آنها و نیز تشکیل لوله‌های گردهٔ زودرس از تغییرات قابل توجه گیاهان در ایستگاههای نزدیک کارخانه است. دانه‌های گردهٔ گیاهانِ تحت تأثیر آلودگی در محیطهای کشت آزمایشگاهی قدرت رویش کمتری دارند و سرعت رشد لوله‌های گردهٔ آنها کمتر است.

تشکیل لوله‌های گرده دارای انشعاب به ویژه در گیاه سویا (Glyin max L) از تغییرات دیگر است. در تخمکها تشکیل تترادهای توده‌ای به جای تترادهای خطی یا T، گسترش و پایداری بافت خورش در اطراف کیسهٔ رویانی، رشد غیرعادی پوسته‌های تخمک، اختلال در رشد کیسهٔ رویانی و سوختگی کامل تخمکها به ویژه در ایستگاههای نزدیک به کارخانه از تغییرات قابل توجه دیگر است. اندازه‌گیری نقطهٔ جبران CO_2 در گیاهان مورد پژوهش نشان می‌دهد که هوای آلودهٔ اطراف کارخانه موجب کاهش میزان فتوسنتز می‌گردد.

شکل غیرعادی و خمیده نیامکها، کاهش تعداد وزن‌تر و خشک دانه‌ها و کاهش مقدار کل محصول در ایستگاههای نزدیک به کارخانه به خوبی مشخص می‌باشد.

ـ مقدمه

آلودگیهای جوّی از مسائل مهم کشورهای صنعتی و در حال توسعه است. صنعت آلومینیوم‌سازی یکی از آلوده کننده‌ترین صنایع برای محیط زیست می‌باشد، به ویژه اگر از سیستم‌های تصفیه کننده برخوردار نباشد.

مهمترین آلاینده‌های ناشی از کارخانه‌های آلومینیوم‌سازی ترکیبات فلوئوریدی می‌باشند که به شکلهای گازی، (SiF_4 ،HF) و به شکل ذرات معلق (NaF, MgF_2, LiF, CaF_2) به محیط اطراف این کارخانه‌ها منتشر می‌شود(۱).

تحقیق حاضر روی آلاینده‌های جوّی کارخانهٔ آلومینیوم سازی ایران و اثرات آنها روی چند گونه گیاهی انجام گرفته است. کارخانهٔ آلومینیوم ایران (IR. Al. Co) در شمال شرقی اراک در کیلومتر ۶ جادهٔ تهران ـ اراک و در فاصلهٔ حدود ۲۵۰ کیلومتری تهران واقع شده است. غلظت آلاینده‌های فلوئوریدی در اطراف کارخانه توسط سازمان محیط زیست به صورت زیر گزارش شده است: در هوای محوطه کارخانه $^{-3}$mgm۰/۱۴_۳/۴، در فاصلهٔ دویست متری به $\frac{1}{6}$ مقدار مبدأ و در فاصلهٔ ۱/۵ کیلومتری به $\frac{1}{30}$ کاهش می‌یابد. در نمونه‌های خاک اطراف کارخانه غلظت فلوئور ppm۱۰۰۰ است که در فاصلهٔ ۱۰ کیلومتری به ppm۶۰ می‌رسد.(۷)

میترا کرهرودی در سال ۱۳۶۹ تجمع فلوئوریدها را در گیاهان اطراف کارخانه حتی تا شعاع ۳۰ کیلومتری گزارش نموده است (۲).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]

در مورد اثر آلاینده‌های فلوئوریدی روی ساختار گیاهان مطالعات بسیاری انجام شده است. اینگونه مطالعات در سالهای بعد از ۱۹۷۰ بیشتر می‌باشد.(۱۱) قبل از آن، مطالعات بیشتر در جنبه‌های بیوشیمیائی و فیزیولوژیکی اثر آلاینده‌ها روی گیاهان بوده است.

شرح عمومی آسیب‌های آلاینده‌های جوّی در چند مطالعهٔ مروری بررسی شده است. Soikkeli (۱۹۸۱) مراحل آسیب سلولی کاج نروژی و کاج اسکاتلندی را در برگهای سوزنی جمع‌آوری شده از نواحی صنعتی که به مدت طولانی به وسیلهٔ SO_2 و NO_2 یا فلوئوریدها آلوده شده بودند، گزارش کرد.

کاهش محصول ماش (Vicia sativa)، لوبیا گرگی (Lupinus sp)، پیاز خوراکی (Alium cepa)، کم شدن رشد برگ در چغندر قند (Beta Vulgaris) کاهش محصول در سیب‌زمینی (Solanum tuberosum)، چغندر (Beta sp)، شبدر (Trifolium) و لوبیا (Phaseolus) که در مجاورت کارخانهٔ آلومینیوم‌سازی کشت شده بودند از ۳۰ تا ۶۰ درصد و نیز کاهش میزان نشاسته در سیب‌زمینی گزارش شده است. (۱۰) غلظت‌های بالا و تکراری آلاینده‌ها، رشد و نمو طبیعی گیاه را در هم می‌ریزد، بطوریکه برای مثال در گونه‌های درختی (Picea)، غان (Betula) و بید (Salix) کوتاه ماندن قد گیاه در مواردی که به وسیلهٔ آلایندهٔ HF در اطراف یک کارخانهٔ آلومینیوم‌سازی آلوده شده بود گزارش گردیده است. (۳)

Sulzback و Pack (۱۹۷۱) کاهش جوانه‌زنی و رشد لوله‌های گرده را در گیاه گوجه‌فرنگی که در معرض $4/2\mu gm^{-3}$ هیدروژن فلوئورید برای چند هفته قرار گرفته بودند، گزارش کردند.

Balomtyne و همکاران (۱۹۷۱) نشان دادند که فلوئورید پتاسیم واکنش هیل کلروپلاستهای لوبیا را باز می‌دارد و بدینوسیله روی فتوسنتز اثر منفی می‌گذارد. باتوجه به وجود هزاران هکتار اراضی زیر کشت باقلائیان در کشور و نیز طرحهایی برای گسترش و تأسیس کارخانه‌های آلومینیوم، آگاهی از اثرات آلاینده‌های کارخانه‌های آلومینیوم بر این گیاهان می‌تواند مفید باشد.

- مواد و روشها

سه گونه گیاهی از پروانه‌واران (سویا رقم ویلیامز، لوبیا رقم چیتی شمارهٔ ۱۶۸۱۱ و نخود رقم جم) انتخاب شد و در گلدانهای بزرگ، در شرایط مزرعه‌ای کشت گردید.

گلدانهای حاوی گیاهان کشت شده در فواصل مختلف از مراکز آلودگیهای کارخانه به شرح زیر قرار داده شد:

- ایستگاه ۱ (تیمار۱): مجاور کارگاه احیا و در محوطه کارخانه
- ایستگاه ۲ (تیمار۲): حدود ۸۰۰ متری شمال غربی کارخانه
- ایستگاه ۳ (تیمار۳): در فاصلهٔ ۲/۵ کیلومتری شمال غربی کارخانه
- ایستگاه ۴ (تیمار۴): در فاصلهٔ ۱۰ کیلومتری جنوب غربی کارخانه
- ایستگاه ۵ (شاهد): خارج از شعاع ۳۰ کیلومتری کارخانه

گیاهان به صورت هماهنگ و همزمان مورد رسیدگی و آبیاری قرار گرفتند. بعد از یک ماه که از کشت دانه‌های گیاهان گذشت، اولین برداشت نمونه‌های مختلف از گیاهان انجام شد. در این مرحله نمونه‌هائی از مریستمهای رویشی، برگها، دمبرگها و ساقهٔ گیاهان تحت تیمار و شاهد برداشت شد. نمونه‌برداری هر دو هفته یکبار انجام می‌شد.

پس از ورود گیاهان به مرحلهٔ زایشی علاوه بر نمونه‌های بخش‌های رویشی، از بخش‌های زایشی گیاه (غنچه‌ها در مراحل مختلف رشد و تکوین) نیز نمونه‌برداری شد.

نمونه‌های برداشت شده پس از شستشو با آب، توسط فیکساتور FAA(CC ۱۷ الکل اتیلیک، ۲CC فرمالدئید و ۰/۵CC اسید استیک) تثبیت گردید، آب‌گیری، اشباع سازی نمونه‌ها از پارافین و برش‌گیری از نمونه‌های تثبیت شده بنا به روشهای متداول هیستو - سیتولوژیکی انجام شد.

رنگ‌آمیزی برشها به چهار روش: هماتوکسیلین - ائوزین (۱۹۶۸ Heidenhan)، سافرانین سبز سریع (Conn ۱۹۵۲)، سبز متیل - پیرونین (Brachet ۱۹۵۳) و اسید تانیک، نارنجی G ، سافرانین (شارمن ۱۹۴۳) انجام شد.

مطالعات میکروسکوپی با میکروسکوپ اولمپوس مدل BH_2 مجهز به دستگاه عکس‌برداری صورت گرفت و عکسبرداریهای لازم به عمل آمد.

- برای کشت دانه‌های گرده، غنچه‌ها و گلهای گیاهان به آزمایشگاه منتقل شد و سپس بر روی محیطهای کشت آزمایشگاهی واجد: آب مقطر ۱۰۰CC، آگار ۰/۵ گرم، ساکاروز ۱۰ گرم و اسید بوریک ۰/۱CC در دمای ۱۸ تا ۲۲C و در تاریکی کشت شد.

برای مطالعهٔ اثر آلاینده‌ها روی فعالیت فتوسنتزی گیاهان مورد مطالعه، نمونه‌هائی را به آزمایشگاه منتقل کرده و با دستگاه IR-analyser نقطهٔ جبران CO_2 آنها را مورد سنجش قرار دادیم.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]

ـ یافته‌ها و نتایج

در مرحلهٔ رویشی، در سطح ماکروسکوپی، آلاینده‌های کارخانه موجب نکروز و کلروز برگی، کوچک ماندن برگها، کم شدن رشد، کوتوله ماندن عده‌ای از گیاهان و کاهش مقدار کلروفیل برگها گردید. این تغییرات در ایستگاههای مجاور کارخانه شدیدتر بود. (شکل ۱، a)

در سطح میکروسکوپی مریستم رویشی گیاهان تحت تأثیر آلودگی تغییر شکل می‌دهد، کوتاه می‌ماند و به صورت مریستمی مسطح و وسیع در می‌آید. (شکل ۱، مقایسهٔ b با c).

در ساختار تشریحی برگها، سوختگی و آسیب‌دیدگی سلولهای سطحی (اپیدرم زبرین و سلولهای پارانشیمی زیر اپیدرم)، آسیب دیدن سلولهای پارانشیمی مجاور به دستجاب آوندی و درهم ریختن وضعیت کلی سلولهای مزوفیل برگها بویژه در پارانشیم اسفنجی از تغییرات قابل توجه است. (شکل ۱، مقایسهٔ d با e).

در مرحلهٔ زایشی تسریع نسبی در گل‌دهی، ریزش زیاد غنچه‌های گل و سوختگی آنها، اختلالات شدید در تکوین و تمایز پرچمها و برچه‌ها دیده می‌شود که این اختلالات در ایستگاههای نزدیک به کارخانه بیشتر است.

در نمونه‌های تحت تأثیر آلودگی اختلال در پیدایش پرچمها موجب می‌شود که در تعدادی از گلها پریموردیومهای پرچمی مرکزی زودتر از پریموردیومهای محیطی پدیدار شوند و با رشد سریع و ناهنجار خود از رشد عادی پریموردیوم برچه‌ای جلوگیری کنند. (شکل ۲، مقایسه a با b)

در عدهٔ زیادی از بساکهایی که به ظاهر سالم هستند، تترادها به شدت آسیب دیده، چروکیده شده و اغلب از بین رفته‌اند (شکل ۲، c). چروکیدگی و سوختگی میکروسپورها، گرده‌های جوان، اشکال غیرعادی آنها و عدم تمایز تعدادی از آنها به گرده‌های بالغ از تغییرات عمدهٔ دیگر است که در عدهٔ زیادی از پرچمهای گیاهان نزدیک به کارخانه دیده می‌شود. (شکل ۲، d) در بساک پرچمهای این گیاهان سلولهای لایهٔ مغذی (taptum) پایداری بیشتری دارند و دیرتر از بین می‌روند. (t در شکل ۲، d)

از تغییرات قابل توجه دیگری که به ویژه در گیاه سویا زیاد است، تسریع در رویش گرده‌ها و تشکیل زودرس لوله‌های گرده است، به نحوی که هنگام شکفتن بساک عده‌ای از گرده‌ها روئیده و لوله‌های گرده را به وجود آورده‌اند. (شکل ۲، c). کشت دانه‌های گرده در محیطهای آزمایشگاهی و مقایسهٔ نتایج نشان می‌دهد که در گیاهان نزدیک به کارخانه، گرده‌ها قدرت رویش کمتری دارند و آن تعداد که می‌رویند لوله گردهٔ کوتاهتری ایجاد می‌کنند.(شکل ۳، مقایسهٔ a با b)

عده‌ای از گرده‌ها به ویژه در گیاه سویا لوله‌های گرده کوتاه، باریک و دارای انشعاب ایجاد می‌کنند. (شکل ۳، c) آسیب‌های وارد شده به مادگی و تخمکها در مجموع از آسیب‌های پرچمها کمتر اما در عین حال قابل توجه است. مهمترین این تغییرات عبارتند از:

آسیب‌دیدگی پریموردیومهای تخمکی در تخمدان جوان که در گیاه لوبیا بیشتر است (شکل ۳، e)، رشد غیرطبیعی پوسته‌های تخمک به نحوی که گاهی یکی از پوسته‌ها تمامی تخمک را می‌پوشاند (شکل ۳، d)، تشکیل تترادهای توده‌ای در گیاهان تحت تأثیر آلودگی به جای تترادهای خطی یا T (شکل ۳، مقایسهٔ f و g)، پایداری سلولهای خورش و کوچک ماندن کیسهٔ رویانی در گیاهان تحت تأثیر آلودگی، وضع ناهنجار و سوختگی کامل تخمکها به ویژه در گیاهان نزدیک به کارخانه (شکل ۴، a).

تغییر شکل نیامکها، حالت خمیده یا عدم رشد بخشی از نیامک، کوچک ماندن نیامکها و کاهش مقدار کل محصول از تغییرات دیگری است که به ویژه در گیاهان نزدیک به کارخانه دیده می‌شود. (شکل ۴، b). مقایسهٔ میانگین وزن نیامکها و دانه‌ها نشان داد که در گیاهان تحت تأثیر آلودگی نیامکها و دانه‌ها کاهش وزن معنی‌داری، دارند. (نمودارهای ۲ و ۳)

در گیاهان تحت تأثیر آلودگی کارخانه به ویژه در ایستگاه ۱ نقطهٔ جبران CO_2 نسبت به گیاهان شاهد بالاتر است (نمودار ۱). این وضع نشان دهندهٔ فعالیت فتوسنتزی کمتری در گیاهان نزدیک به کارخانه می‌باشد.

ـ بحث و نتیجه‌گیری

از دید ماکروسکوپی آلودگیهای کارخانه در گیاهان مورد مطالعه، با کمی تفاوت که مربوط به اختلاف گونه‌ها می‌شود، پاسخهای تقریباً مشابهی ایجاد کرده‌اند. این پاسخها به‌صورت کاهش رشد گیاهان، کلروز و نکروز برگها، ریزش زودرس برگها، پیری زودرس، ریختن بیش از حد غنچه‌ها و گلها و کاهش محصول در گیاهان تحت تیمار پدیدار می‌گردد. این نتایج با گزارشات محققینی چون Garsed (۱۹۷۹)، Benedict و همکاران (۱۹۶۴)، Zialonch و همکاران ۱۹۷۲ و Soikkepi (۱۹۸۱) همسویی دارد.

درسطح میکروسکوپی، در هم ریختن سازمان بافتی، وسیع شدن

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]

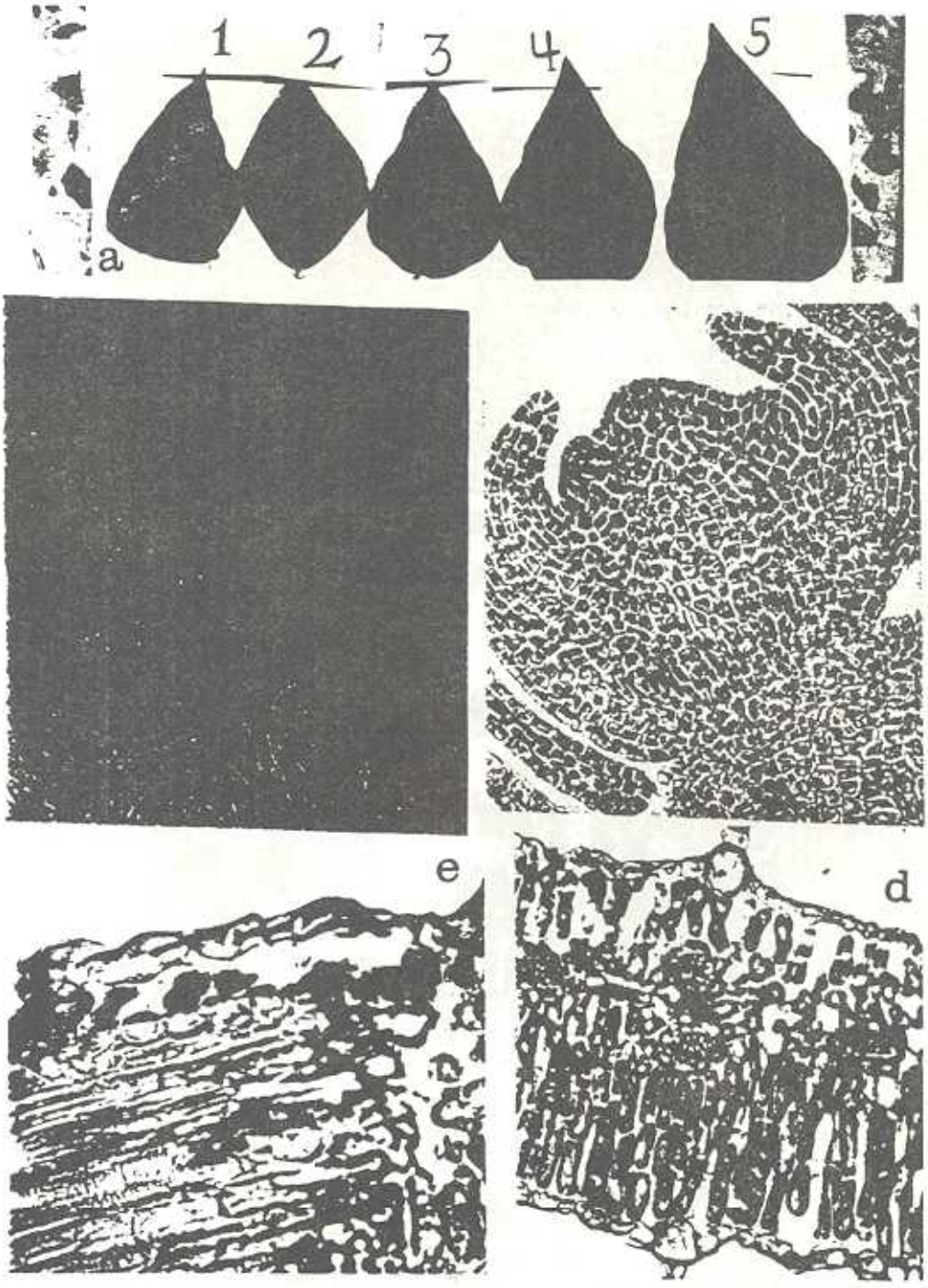
فضاهای بین سلولی، سوختگی سلولهای پارانشیمی زیر اپیدرم و سلولهای اپیدرم فوقانی و تحتانی، آسیب دیدن پارانشیم نرده‌ای و حفره‌ای به ویژه در اطراف دستجاب آوندی از جمله تغییرات قابل ملاحظه برگهای گیاهان مورد مطالعه است که با گزارشات Evans و Miller (۱۹۷۳) (۳)، Soikkeli & Tuovinen (۱۹۷۹) (۸) و Soikkelli (۱۹۸۱) (۹) موافق می‌باشد. در مرحلهٔ زایشی بیشترین آسیب‌های ایجاد شده در تکوین پرچمها، بساکها و گرده‌های گیاهان به ویژه در مرحلهٔ قبل از تقسیم میوزی، مرحلهٔ تترادی و تشکیل میکروسپورهای جوان می‌باشد. مجموعهٔ این آسیبها که در نهایت موجب ناهنجاری گرده‌ها، عدم قدرت رویش آنها و یا در برخی ایستگاهها تسریع در رویش گرده‌ها می‌شود، عاملی برای ناموفق ماندن لقاح و در نتیجه کاهش محصول می‌گردد.

نتایج ما در مورد اثرات آلاینده‌ها بر روی تکوین تخمکها و م
نشان می‌دهد که سطوح بالای آلاینده‌ها موجب کاهش تخم
کوچک ماندن کیسه رویانی در تخمک و پایداری نسبی سلولهای با
خورش می‌گردد. این تغییرات می‌تواند عکس‌العمل گیاه برای ح
رویان در این شرایط باشد. این نتایج با آنچه که مجد و چهرگانی
(۱۹۹۲) گزارش نموده‌اند، مطابقت دارد. (۵)

نتایج این پژوهش در مورد اثر آلاینده‌ها بر کشت دانه‌های گر
قابل مقایسه با نتایج Masaru و دیگران (۱۹۷۹) می‌باشد. (۶)

در مورد اثرات آلاینده‌ها بر فعالیت فتوسنتزی مشاهدات ما با نتای
Weinstein (۱۹۷۷) همسویی دارد. (۱۲)

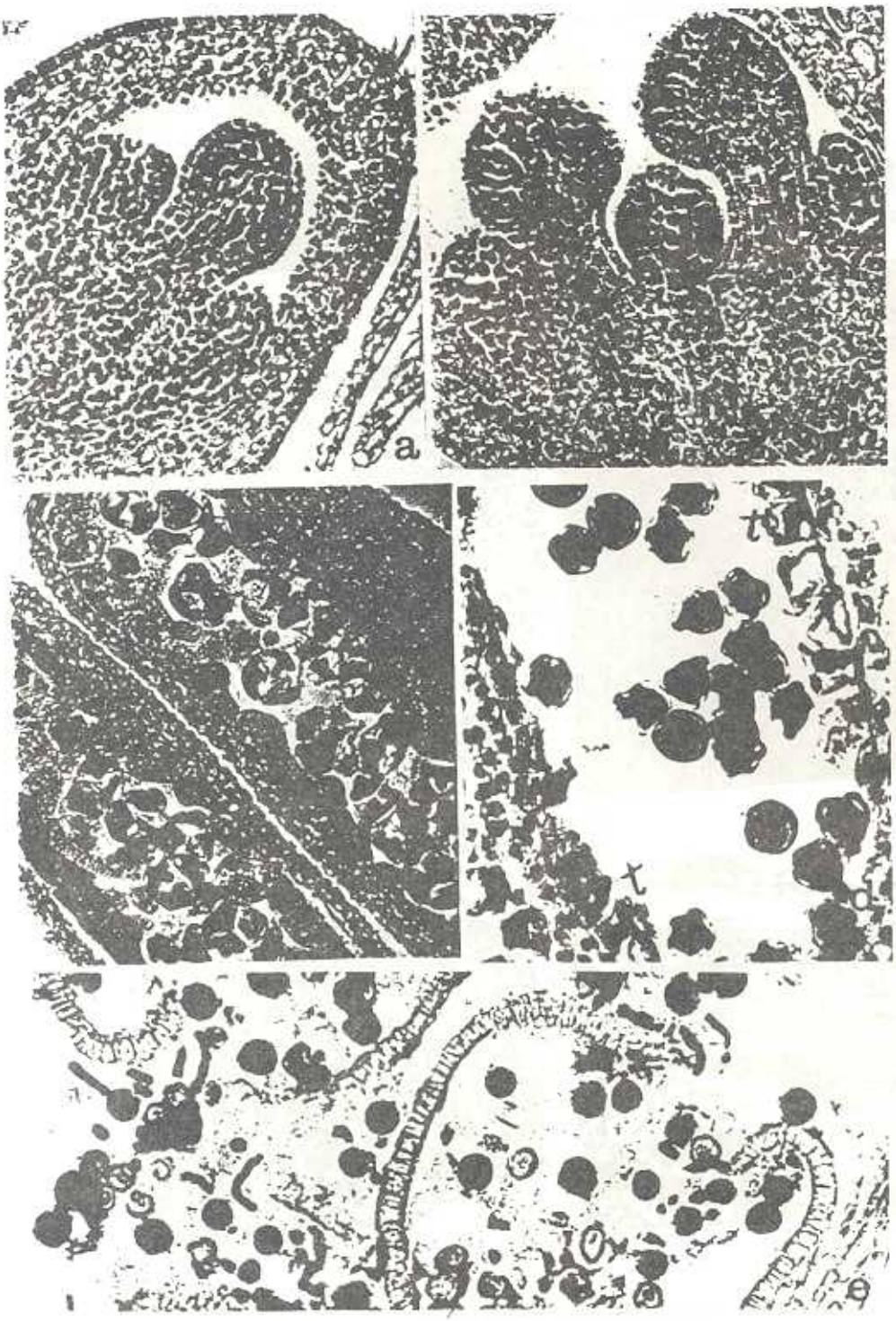
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]



شکل ۱: a ـ مقایسهٔ برگ گیاهان لوبیا در ایستگاههای اطراف کارخانه باتوجه به فاصلهٔ آنها (۱، ۲، ۳، ۴) و گیاهان شاهد (۵).

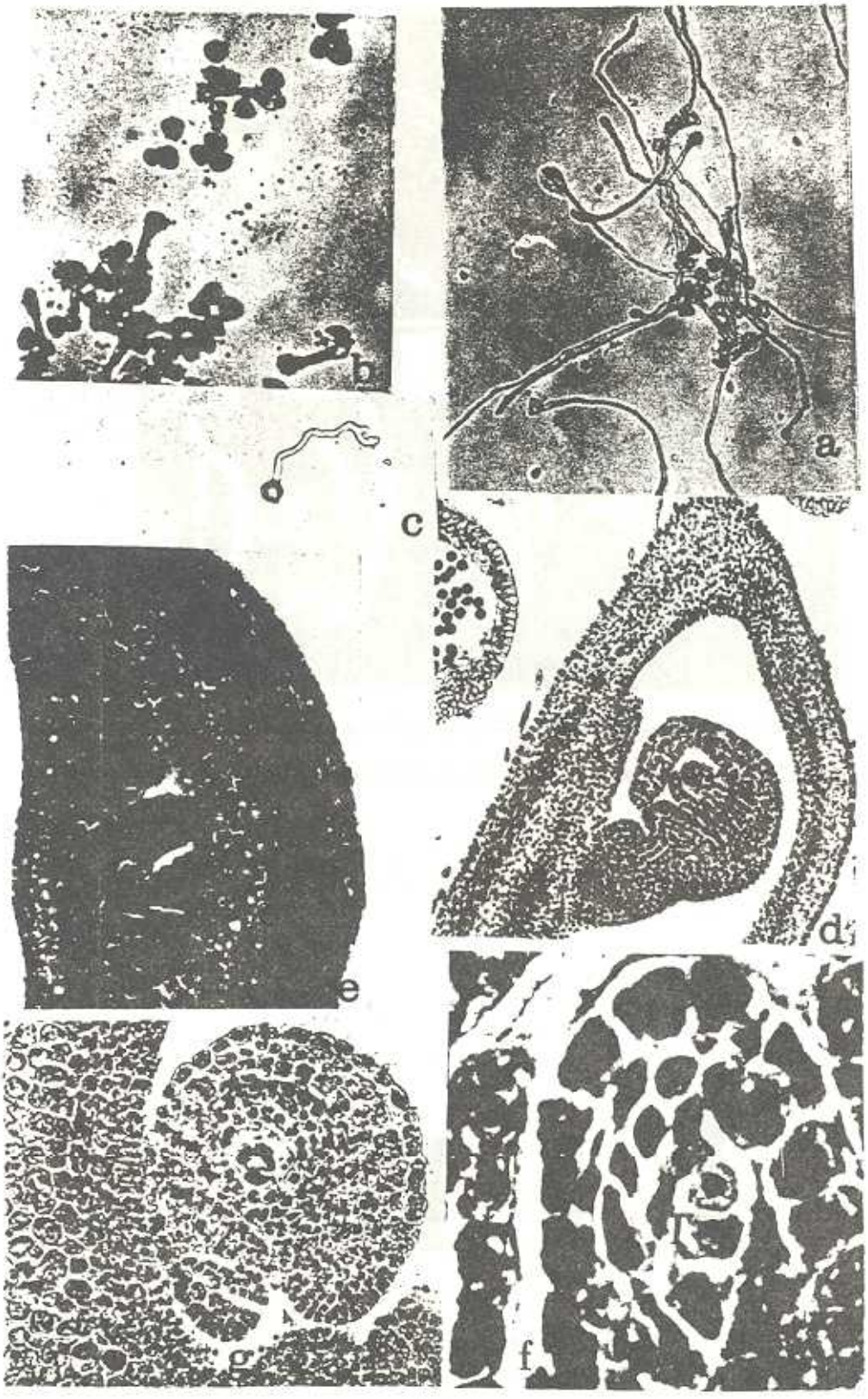
b ـ وضعیت تشریحی مریستم رأسی گیاه نخود در ایستگاه شاهد. c ـ وضعیت تشریحی مریستم نخود که در معرض آلودگی قرار داشته است. d ـ ساختمان تشریحی برگ گیاه لوبیا در ایستگاه شاهد. e ـ وضعیت برگ گیاه لوبیا که در معرض آلودگی شدید قرار داشته است (سوختگی سلولهای اپیدرم و زیر آن به خوبی مشخص است).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]



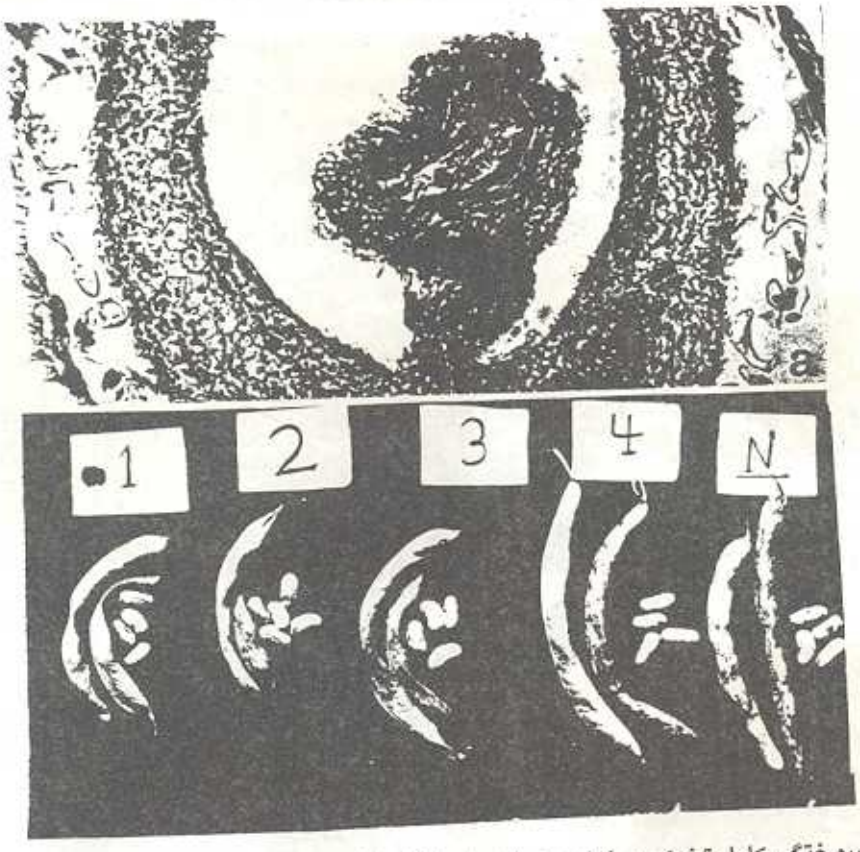
شکل ۲- a - وضع پریموردیومهای پرچمی و برچه‌ای در گیاهان شاهد. b - پریموردیومهای پرچمی و برچه‌ای در گیاهان در معرض آلودگی. c - پژمردگی و سوختگی تترادها در بساک. d - پژمردگی و سوختگی میکروسپورهای جوان در بساک. e - رشد زودرس دانه‌های گرده و تشکیل لولهٔ گرده در بساکهای شکفته شده در گل گیاهان تحت تأثیر آلودگی.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]

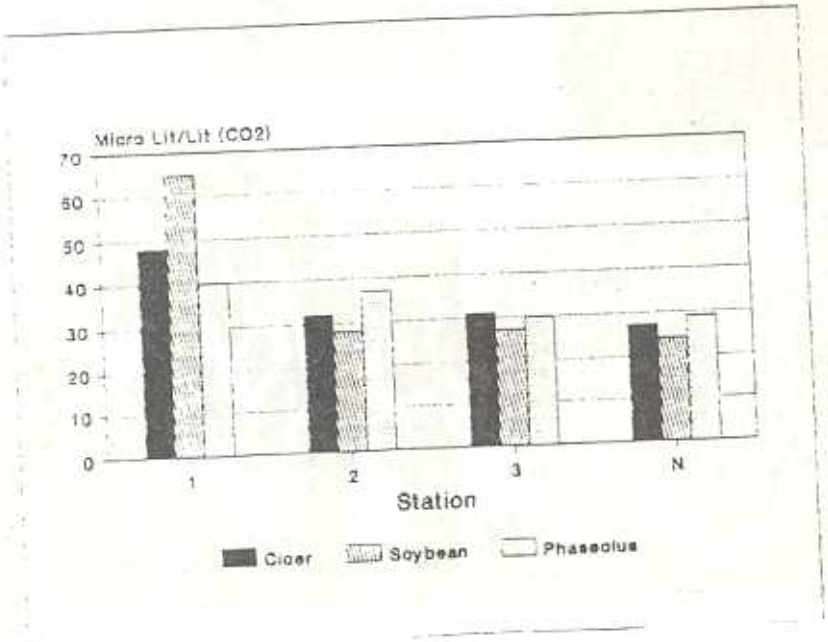


تخمک در گیاه نخود. e ـ سوختگی پریموردیومهای تخمکی در لوبیا. f ـ تتراد‌های خطی. T ـ در لوبیا (گیاه شاهد). g ـ تتراد‌های توده‌ای در گیاهی که تحت تأثیر آلودگی شدید بوده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]

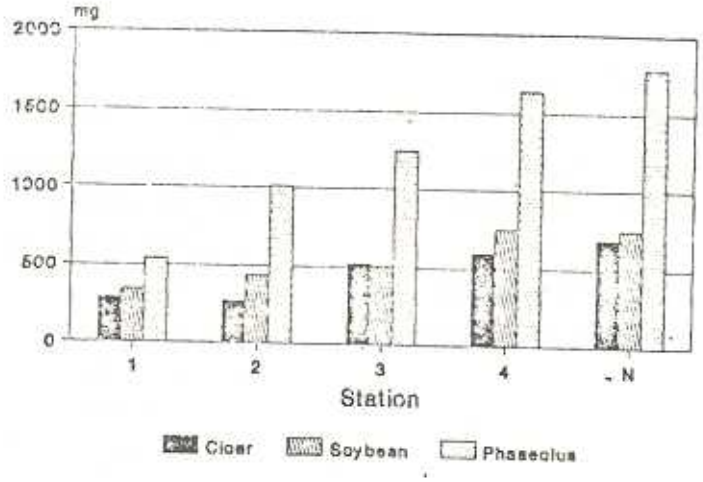


شکل ۴ـ a ـ سوختگی کامل تخمک در گیاه سویا در ایستگاه ۱ (مجاور کانون آلودگی). b ـ مقایسهٔ محصول بدست آمده از گیاه لوبیا در ایستگاههای مختلف اطراف کارخانه (1، 2، 3، 4) و گیاهان شاهد (N) (به مورفولوژی میوه و دانه‌ها توجه شود).

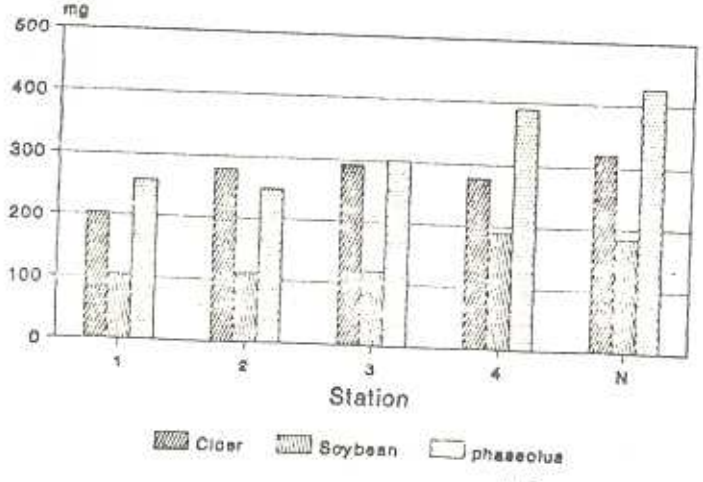


نمودار ۱ـ نقطهٔ جبران CO_2 در گیاهان ایستگاههای مختلف.
افزایش نقطهٔ جبران در ایستگاه دارای آلودگی بیشتر (ایستگاه ۱) نشانهٔ کاهش فتوسنتز است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]



نمودار ۲ـ مقایسهٔ وزن نیامکها: وزن نیامکها متناسب با افزایش میزان آلودگی کاهش‌یافته‌است. ایستگاههای (1، 2، 3، 4) گیاهان تحت تأثیر آلودگی و ایستگاه N گیاهان شاهد می‌باشند.



نمودار ۳ـ مقایسهٔ وزن دانه‌ها: وزن دانه‌ها متناسب با افزایش میزان آلودگی کاهش یافته است. ایستگاههای (1، 2، 3، 4) گیاهان تحت تأثیر آلودگی و ایستگاه N گیاهان شاهد می‌باشند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]

ـ منابع

۱- جلالوندی، ح. «آلومینیوم‌سازی و آلودگی هوا» ادارهٔ کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی (۱۳۶۴).

۲- نوری کرهرودی، میترا. پایان‌نامه فوق‌لیسانس، تأثیر فلوئورید‌ها بر گیاهان، دانشگاه تهران (۱۳۶۱).

3- Evans, L. S. & Miller, P. R, 1973. Ozon Damage to ponderosa pine: a histological and histochemical. Am. J. Boi59, 297-304.

4- Halbwachs, G & Kisser, J. 1967. Durch Rauchimmissionen bedingter zwergwuchs bei Fichte und Birk centralbl. F. d. ges. Forstwesen, 84, 156-173.

5- Majd, A. & Chehregani, A. 1992, Studies on developmental process in ovules of soya (Glycinemax L.) and effects of certain toxines and environmental pollutents. Acta Horticulture transplant production systems No: 316.

6- Masaru, N. F. Syozo & K. Soburo 1976. Effects of exposure to various ingurious gases on germination of lily pollen Environ pollu 11, 181-187.

7- Muramoto. S, Nishizaki, H. & Aoyama. I., 1990. Fluorine emission in agricultural products surronding an aluminium factory. Environ CI HFALTH B26(3) 351-356.

ikkeli, S & Tuovinen, T 1979. Damage in mesophyll ultrastructur of needles Norway spruce in indutrial enviroment in central Finland. Ann. Bot. Fennici 16, P. 5.

Soikkeli, S 1981. Comparison of cytologcal injuries in conifer needles from deveral polluted industrial environments inFinland Ann. Bot. Fennici 18, 47-61.

Szalonck, I & Wartersiewiez, M 1979. Yielding of cultivated plants in vicinity of aluminium works Arch. Ochorong Srodowiska. 3-4p, 39-62.

. Treshow, Michael, 1984. "Air pollution and plant life" pub, John wiley & sons.

. Weinstein. L. H. 1979. The effects of air borne fluorides on agriculture and forestry. proc of the Ninth confernce on enviromental tonicology March 1979 paper No 23, 252-282.

کتابخانه مرکزی
دانشگاه تربیت معلم
۱۳۳۴

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22]