

الودگی در محیط‌های کشت آزمایشگاهی قدرت رویش کمتری دارند و سرعت رشد لوله‌های گرده آنها کمتر است.

تشکیل لوله‌های گرده دارای انشعاب به ویژه در گیاه سویا (*Glycin max*) از تغییرات دیگر است. در تخمکها تشکیل تزاده‌های توده‌ای به جای تزاده‌های خطی یا *T*, گسترش و پایداری بافت خورش در اطراف کیسه رویانی، رشد غیرعادی یوسته‌های تخمک، اختلال در رشد کیسه رویانی و سوختگی کامل تخمکها به ویژه در ایستگاههای نزدیک به کارخانه از تغییرات قابل توجه دیگر است. اندازه گیری نقطه  $\text{CO}_2$  در گیاهان مورد پژوهش نشان می‌دهد که هوای الوده اطراف کارخانه موجب کاهش میزان فتوسنتز می‌گردد.

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

#### - مقدمه

الودگیهای جوی از مسائل مهم کشورهای صنعتی و در حال توسعه است. صنعت آلمینیومسازی یکی از الوده کننده‌ترین صنایع برای محیط زیست می‌باشد، به ویژه اگر از سیستم‌های تصفیه کننده برخوردار نباشد.

مهمنترین آلاینده‌های ناشی از کارخانه‌های آلمینیومسازی ترکیبات فلوریدی می‌باشند که به شکلهای گازی، ( $\text{SiF}_4$  و  $\text{HF}$ ) و به شکل ذرات معلق ( $\text{NaF}$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{CaF}_2$ ) به محیط اطراف این کارخانه‌ها منتشر می‌شود<sup>(۱)</sup>.

تحقیق حاضر روی آلاینده‌های جوی کارخانه آلمینیوم سازی ایران و اثرات آنها روی چند گونه گیاهی انجام گرفته است. کارخانه آلمینیوم ایران (IR. Al. Co) در شمال شرقی اراک در کیلومتر ۶۰جاده اهر- اراک و در فاصله حدود ۲۵ کیلومتری تهران واقع شده است. غلظت آلاینده‌های فلوریدی در اطراف کارخانه توسط سازمان محیط زیست به صورت زیر گزارش شده است: در هوای محوطه کارخانه  $14.3 \text{ mgm}^3/\text{m}^3$  در فاصله دویست متری به  $1 \text{ mgm}^3/\text{m}^3$  در فاصله  $1/5$  کیلومتری به  $1 \text{ ppm}$  کاهش می‌باید. در نمونه‌های خاک اطراف کارخانه غلظت فلور  $10 \text{ ppm}$  است که در فاصله  $1 \text{ km}$  به  $6 \text{ ppm}$  می‌رسد.<sup>(۲)</sup>

میترکره‌ودی در سال ۱۳۶۹ تجمع فلوریدها را در گیاهان اطراف کارخانه حتی تا شعاع  $30 \text{ کیلومتری}$  گزارش نموده است<sup>(۲)</sup>.

#### اثرات آلاینده‌های جوی کارخانه آلمینیوم اراک بر رشد و نمو بخشی گونه‌های باقلانیان (Fabaceae)

لک دکتر احمد مجید، محمود رضا شریفی دارانی، دکتر حسن زارع مایوان گروه زیست‌شناسی - دانشکده علوم دانشگاه‌های تربیت معلم و تربیت مدرس تهران

#### - چکیده

رقمهای از سویا (*Glycin max*)، لوبیا (*Pbascolus vulgaris*) و نجود (*Cicer arietinum*) در شرایط مشابه با شرایط کشت مزرعه‌ای در گلدانهای متعددی کشت شد و تا مرحله برداشت محصول در پنج ایستگاه با فواصل مختلف (از مجاورت کارخانه تا ساعع  $3 \text{ کیلومتری}$ ) قرار گرفت. ویژگیهای ریخت‌شناسی تشریحی اندامهای رویشی و نیز برخی جنبه‌های فیزیولوژیکی بین گیاهان شاهد (در ایستگاه ۵، دور از الودگی) و گیاهان تحت تأثیر الودگیهای کارخانه بررسی و مقایسه شد. همچنین وضع نیامکها، دانه‌بندی، وزن تر 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 مزوپلیل برگهای ویژه در لایه‌های زیر اپiderم 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 تازائی و مرگ آنها و نیز تشکیل لوله‌های گرده زودرس از تغییرات قبل توجه گیاهان در ایستگاههای نزدیک کارخانه است. دانه‌های گرده گیاهان تحت تأثیر

آلدگیهای 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 فاصله ۲/۵ کیلومتری شمال غربی کارخانه
- ایستگاه ۴ (تیمار۴): در فاصله 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 نمونه‌هایی از مریستمهای رویشی، برگها، دمبرگها و ساقه گیاهان تحت تیمار و شاهد برداشت شد. نمونه برداری هر دو هفته یکبار انجام می‌شد.

پس از ورود گیاهان به مرحله زایشی علاوه بر نمونه‌های بخش‌های رویشی، از بخش‌های زایشی گیاه (غنچه‌ها در مراحل مختلف رشد و تکوین) نیز نمونه برداری شد. نمونه‌های برداشت شده پس از شستشو با آب، توسط فیکساتور FAA ۱۷ CC (الکل اتیلیک، ۲CC فرمالدئید و ۵CC آسید استیک) تثبیت گردید، آب‌گیری، اشباع سازی نمونه‌ها از پارافین و برش‌گیری از نمونه‌های تثبیت شده بنا به روش‌های متداول هیستو- سیتوولوژیکی انجام شد.

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

مطالعات میکروسکوپی با میکروسکوپ اولصپوس مدل  $BH_2$  مجهز به دستگاه عکس برداری 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 وارد: آب مقطر ۱۰۰CC، آگار ۵٪ گرم، ساکاروز ۱۰ گرم و آسید یوریک ۱CC در دمای ۱۸ تا ۲۲C و در تاریکی کشت شد.

برای مطالعه اثر آلینده‌ها روی فعالیت فتوستنتزی گیاهان مورد مطالعه، نمونه‌های را به آزمایشگاه منتقل کرده و با دستگاه IR-analyser نقطه جبران  $CO_2$  آنها را مورد سنجش قرار دادیم.

در مورد اثر آلینده‌های 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 قیزیولوژیکی اثر آلینده‌ها روی گیاهان بوده است.

شرح عمومی آسیب‌های آلینده‌های جوی در چند مطالعه مرسوری بررسی شده است. Soikkeli (۱۹۸۱) مراحل آسیب سلولی کاج نروژی و کاج اسکاتلندي را در برگهای سوزنی جمع آوری شده از نواحی صنعتی که به مدت طولانی به وسیله  $SO_2$  یا فلوئوریدها آلوده شده بودند، گزارش کرد.

کاهش محصول ماش (*Lupinus sativa*)، لوپیا گرگی (sp)، پیاز خوراکی (*Allium cepa*)، کم شدن رشد برگ در چند قند (Beta Vulgaris) کاهش محصول در سبزه‌زنی (*Solanum tuberosum*)، چغندر (Beta sp)، شبدر (Trifolium) و لوپیا (Phaseolus) که در مجاورت کارخانه آلمینیوم سازی کشت شده بودند از ۴۰ تا ۶۰ درصد و تیز کاهش میزان نشاسته در سبزه‌زنی گزارش شده است. (۱۰) غلظت‌های بالا و تکراری آلینده‌ها، 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 وسیله آلینده HF در اطراف یک کارخانه آلمینیوم سازی آلوده شده بود گزارش گردیده است. (۳)

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

Balomtyne و همکاران (۱۹۷۱) نشان دادند که فلوئورید بتا سیم واکنش هیل کلروپلاستهای لوپیا را باز می‌دارد و بدینوسیله روی فتوستنتز اثر منفی می‌گذارد. با توجه به وجود هزاران هکتار اراضی زیر کشت یاقلایان در کشور و نیز طرح‌هایی برای گسترش و تأسیس کارخانه‌های آلمینیوم، آگاهی از اثرات آلینده‌های کارخانه‌های آلمینیوم بر این گیاهان می‌تواند مفید باشد.

## - مواد و روشها

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

گلدانهای حاوی گیاهان کشت شده در فواصل مختلف از مراکز

نزدیک به کارخانه، گرده‌ها قدرت رویش کمتری دارند و آن تعداد که می‌رویند لوله گرده کوتاهتری ایجاد می‌کنند. (شکل ۳، مقایسه 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 پرموردیومهای تخمکی در تخدمان 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، مقایسه f و g)، پایداری سلولهای خورش و کوچک ماندن کیسه 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 پخشی 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). مقایسه میانگین وزن نیامکها و دانه‌های 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 نقطه جبران  $\text{CO}_2$  نسبت به گیاهان شاهد بالاتر است (نمودار ۱). این وضع نشان دهنده فعالیت فتوستتری کمتری در گیاهان نزدیک به کارخانه می‌باشد.

### -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 کردند. این پاسخها به صورت کاهش رشد گیاهان، کلroz و نکروز برگها، ریزش زودرس برگها، پیری زودرس، ریختن بیش از حد غنچه‌ها و گلها و کاهش محصول در گیاهان تحت تیمار پیدار می‌گردد. این نتایج با گزارشات محققینی چون Garsed (۱۹۷۹)، Benedict و همکاران (۱۹۶۴)، Zialonch (۱۹۷۲) و همکاران ۱۹۷۲ و Soikkeli (۱۹۸۱) همسویی دارد.

در سطح میکروسکوپی، در هم ریختن سازمان بافتی، وسیع شدن

### -یافته‌ها و نتایج

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

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

در ساختار تشریحی برگها، سوختگی و آسیب‌دیدگی سلولهای سطحی (ایپیدرم زیرین و سلولهای پارانشیمی زیر اپیدرم)، آسیب دیدن سلولهای پارانشیمی مجاور به دست‌جانب آوندی و درهم ریختن وضیت کلی سلولهای مزووفیل برگها بویژه در پارانشیم اسفنجی از تغییرات قابل توجه است. (شکل ۱، مقایسه d با e).

در مرحله 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 پرموردیومهای پرچمی مرکزی زودتر از پرموردیومهای محیطی پدیدار شوند و با رشد سریع و ناهنجار خود از رشد عادی پرموردیوم برچه‌ای جلوگیری کنند. (شکل ۲، مقایسه a با b)

در عده 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 میکروسیورها، گرده‌های جوان، اشکال غیرعادی آنها و عدم تمایز تعدادی از آنها به گرده‌های بالغ از تغییرات عمده دیگر است که در عده زیادی از پرچمها گیاهان نزدیک به کارخانه دیده می‌شود. (شکل ۲، d) در بساک پرچمها این گیاهان سلولهای لایه معدنی (tappum) پایداری بیشتری دارند و دیرتر از بین می‌روند. (ا 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 روتیده و لوله‌های گرده را به وجود آورده‌اند. (شکل ۲، e). کشت دانه‌های گرده در محیط‌های آزمایشگاهی و مقایسه نتایج نشان می‌دهد که در گیاهان

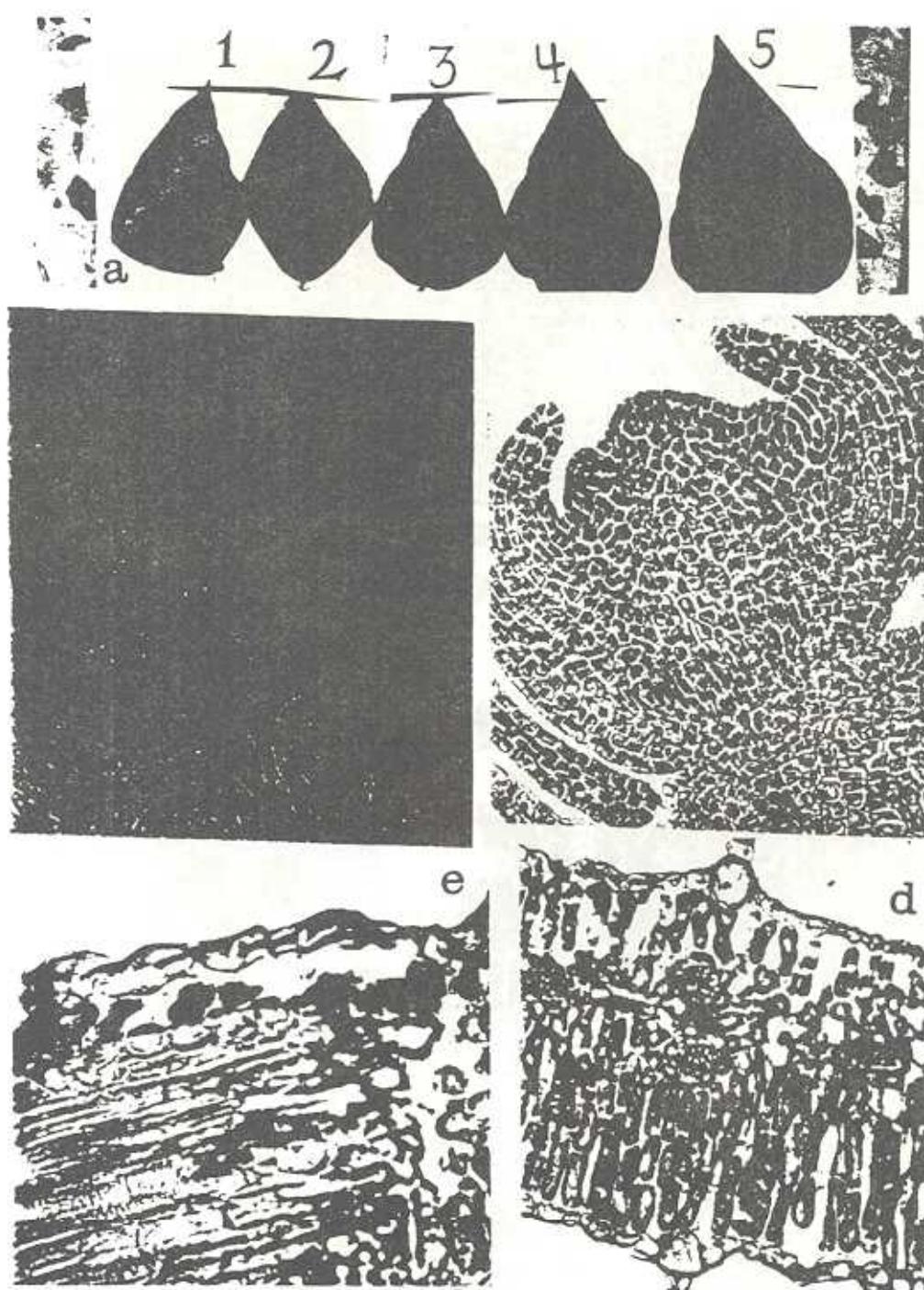
کاهش محصول می‌گردد.

نتایج ما در مورد اثرات الاینده‌ها بر روی تکوین تخمکها و نشان می‌دهد که سطوح بالای الاینده‌ها موجب کاهش تخمک ماندن کیسه رویانی در تخمک و پایداری نسبی سلولهای خورش می‌گردد. این تغییرات می‌تواند عکس العمل گیاه برای حرویان در این شرایط باشد. این نتایج با آنچه که مجید و چهرگانی (۱۹۹۲) گزارش نموده‌اند، مطابقت دارد. (۵)

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

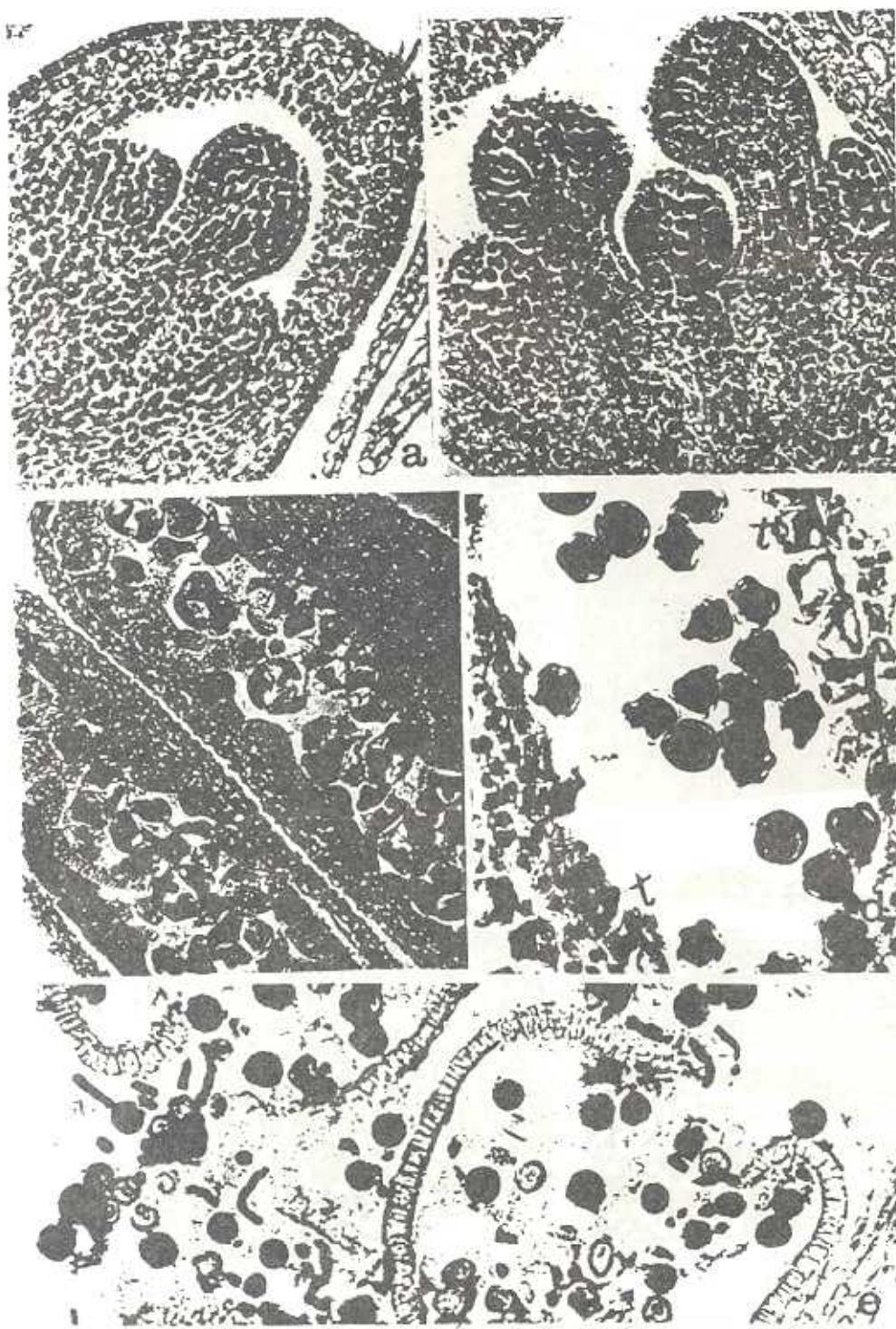
در مورد اثرات الاینده‌ها بر فعالیت فتوستزی مشاهدات ما با نتایج Weinstein (۱۹۷۷) همسویی دارد. (۱۲)

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

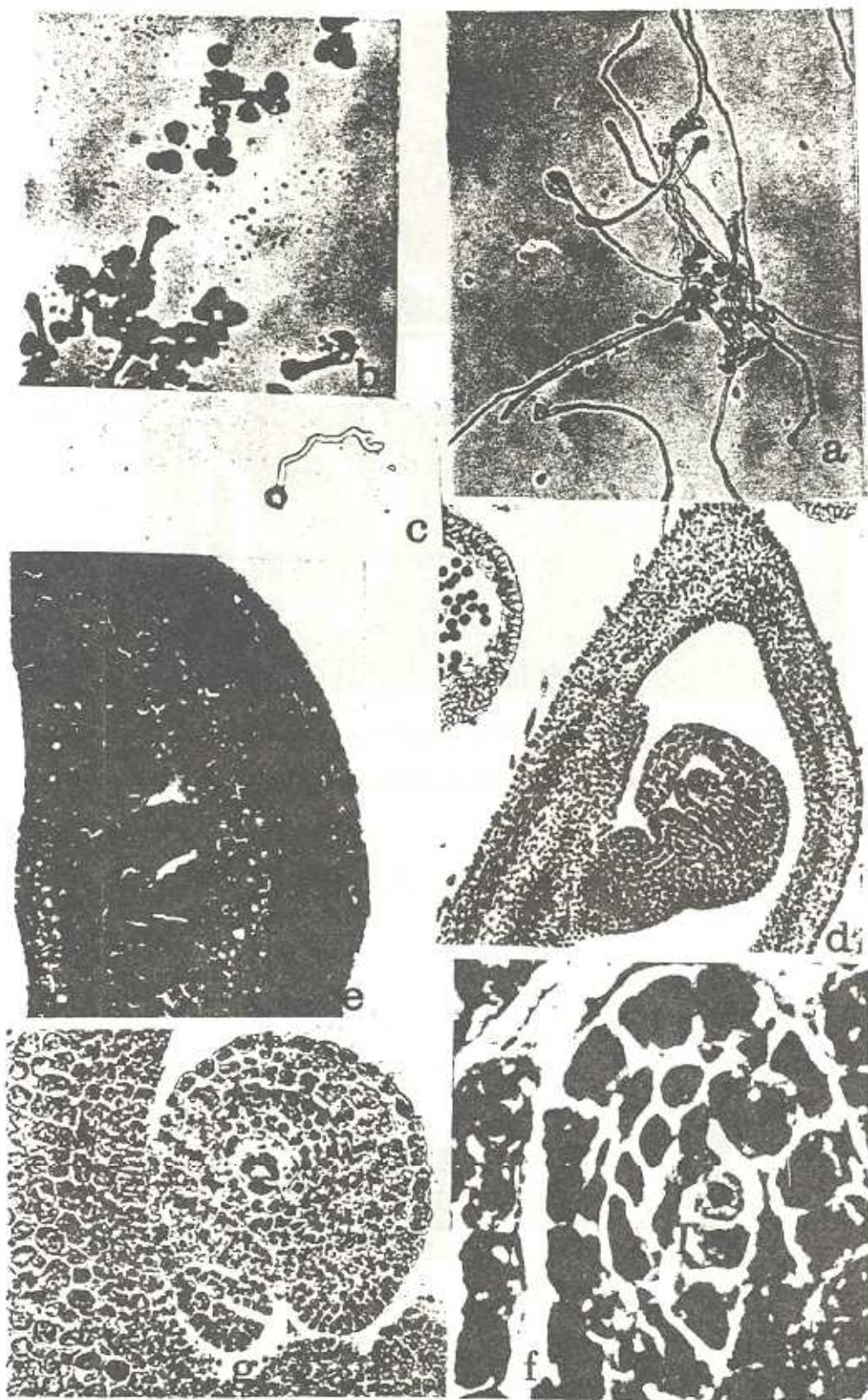


شکل ۱: a- مقایسه بزرگ گیاهان لوبیا در ایستگاه‌های اطراف کارخانه با توجه به فاصله آنها (۱، ۲، ۳، ۴) و گیاهان شاهد (۵).

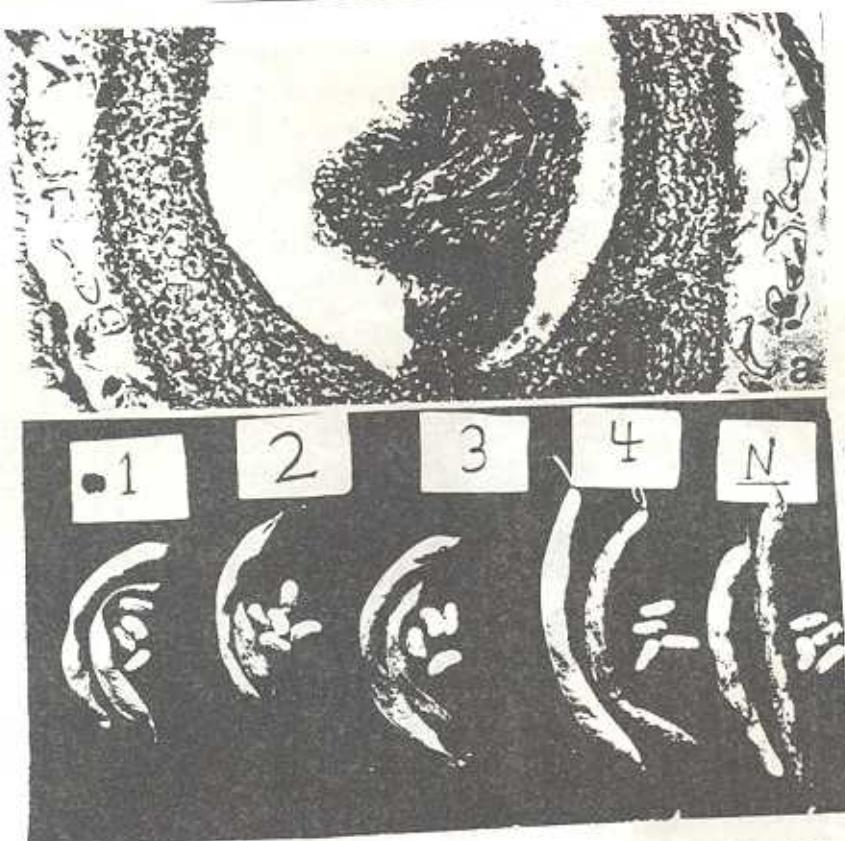
b- وضعیت تشریحی مریستم رأسی گیاه نخود در ایستگاه شاهد. c- وضعیت تشریحی مریستم نخود که در معرض آلودگی قرار داشته است. d- ساختمان تشریحی بزرگ گیاه لوبیا در ایستگاه شاهد. e- وضعیت بزرگ گیاه لوبیا که در معرض آلودگی شدید قرار داشته است (سوختگی سلولهای اپiderم و زیر آن به خوبی مشخص است).



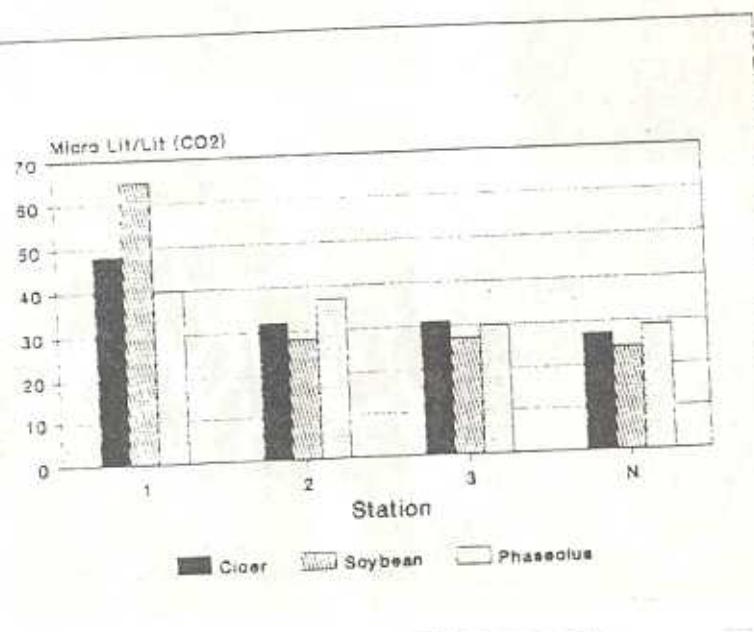
شکل ۲-۱- وضع پریموردیومهای پرچمی و برچه‌ای در گیاهان شاهد. ۱- پریموردیومهای پرچمی و برچه‌ای در گیاهان در معرض الودگی. ۲- پیزمردگی و سوختگی تقرادها در بساک. ۳- پیزمردگی و سوختگی میکروسپورهای جوان در بساک. ۴- رشد زودرس دانه‌های گرده و تشکیل لوله گرده در بساکهای شکفته شده در گل گیاهان تحت تأثیر آلودگی.



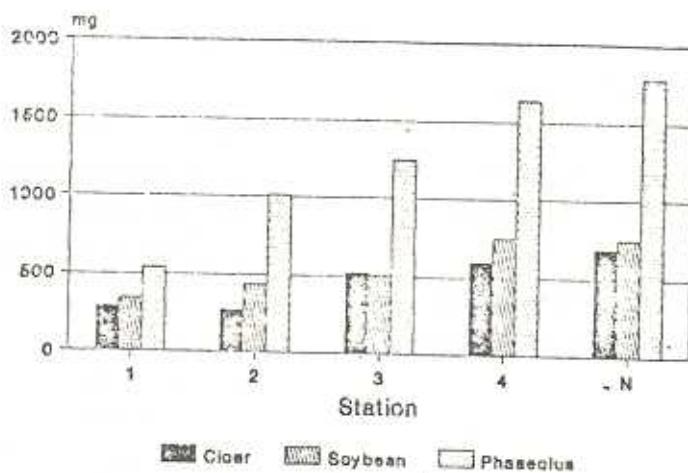
تخمک در گیاه نخود. e- سوختگی پرموردیومهای تخمکی در لوبيا. f- تترادهای خطی. T- در لوبيا (گیاه شاهد). g- تترادهای تودهای در گیاهی که تحت تأثیر آلودگی شدید بوده است.



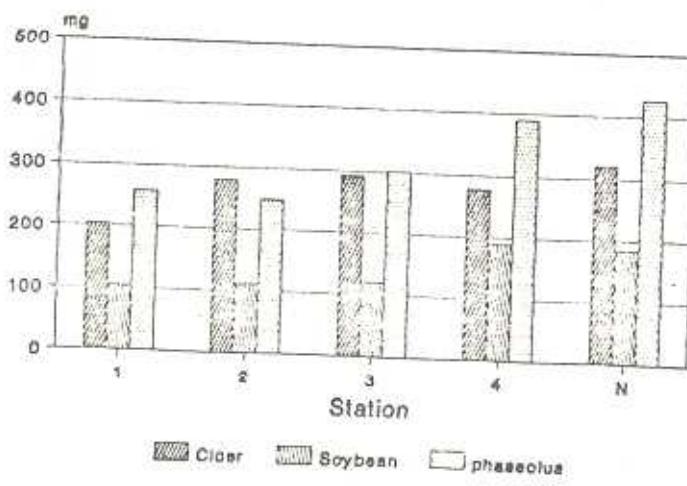
شکل ۴- a- سوختگی کامل تخمر در گیاه سویا در ایستگاه ۱ (مجاور کانون آلودگی). b- مقایسه محصول بدست آمده از گیاه لوبيا در ایستگاه‌های مختلف اطراف کارخانه (۱، ۴، ۳، ۲) و گیاهان شاهد (N) (به مورفولوژی میوه و دانه‌ها توجه شود).



نمودار ۱- نقطه جبران  $\text{CO}_2$  در گیاهان ایستگاه‌های مختلف.  
افزایش نقطه جبران در ایستگاه دارای آلودگی بیشتر (ایستگاه ۱) نشانه کاهش فتوسنتز است.



نمودار ۲- مقایسه وزن نیامکها: وزن نیامکها متناسب با افزایش میزان آلوودگی کاهش یافته است. ایستگاههای (۱، ۲، ۳، ۴) گیاهان تحت تأثیر آلوودگی و ایستگاه N گیاهان شاهد می‌باشند.



نمودار ۳- مقایسه وزن دانه‌ها: وزن دانه‌ها متناسب با افزایش میزان آلوودگی کاهش یافته است. ایستگاههای (۱، ۲، ۳، ۴) گیاهان تحت تأثیر آلوودگی و ایستگاه N گیاهان شاهد می‌باشند.

## - منابع -

- 1- جلالوندی، ح. «آلومینیم سازی و آلودگی هوا» اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی (۱۳۶۹).
- 2- سوری گروردی، میرزا، پایان نامه فرقه ایانس، تأثیر فلوراید ها بر گیاهان، دانشگاه تهران (۱۳۶۱).
- 3- Evans, L. S. & Miller, P. R. 1973. Ozon Damage to ponderosa pine: a histological and histochemical Am. J. Bot 59, 297-304.
- 4- Halbwachs, G & Kissel, J. 1967. Durch Rauchinmissionen 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 pollutants. Acta Horticulture transplant production systems No: 316.
- 6- Masaru, N. F. Syozo & K. Soburo 1976. Effects of exposure to various injurious gases on germination of lily pollen Environ pollu 11, 181-187.
7. Muramoto, S, Nishizaki, H. & Aoyama, I., 1990. Fluorine emission

