Archive of SID

مطالعه اثر غلظت‌های مختلف استات سرب بر مراحل تکوین دانه‌های گرده در گیاه بادمجان (*Solanum melongena* L.)

مجید توکلی[۱*]، عبدالکریم چهرگانی راد[۱و۲] و حسین لاری یزدی[۱]

[۱] **بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، گروه زیست‌شناسی گیاهی**

[۲] **همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی**

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۴

چکیده

آلودگی محیطی با فلزات سنگین در حال افزایش است و سرب یکی از مهمترین آلوده‌کننده‌های محیط است. برای این تحقیق گیاه بادمجان (*Solanum melongena*) انتخاب شد و مراحل تکوین دانه‌های گرده در این گیاه که یکی از محصولات مهم کشاورزی در آسیا و آفریقا محسوب می‌شود، مطالعه شد. برای این منظور، در یک طرح کاملاً تصادفی ۴ گروه تیماری شامل غلظت‌های ۰، ۳، ۶ و ۹ میکرومولار استات سرب استفاده شد، سپس گل‌ها در مراحل مختلف نمو انتخاب شده در محلول FAA تثبیت و بعد از برش‌گیری با میکروسکوپ مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج مطالعات میکروسکوپی نشان داد که تیمار سرب می‌تواند مرحل تکوین دانه‌های گرده را تحت تأثیر قرار دهد. به‌طوری‌که با افزایش غلظت سرب شدت ناهنجاری‌ها بیشتر شد. برخی از این ناهنجاری‌ها شامل مشاهده دانه‌های گرده واکوئوله، تجمع مواد سیاه‌رنگ در دانه‌های گرده، تغییر شکل دانه‌های گرده و غیر عادی شدن دیواره دانه گرده، تغییر شکل تترادها و کاهش معنی‌دار قدرت زیست و باروری دانه‌های گرده می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استات سرب، بادمجان، تکوین، دانه گرده، *Solanum melongena*

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۰۶۰۶۰۴۴۵ ، پست الکترونیکی: Tavakolimajid@Hotmail.Com

مقدمه

الگوی فعالیت‌های صنعتی امروزی منجر به آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه آلودگی با فلزات سنگین می‌شود (۱۴). در دهه گذشته مشخص شد که آلاینده‌های محیطی، خیلی بیشتر از آن چیزی هستند که در گذشته تصور می‌شد و برخی از این آلاینده‌ها بمدت طولانی در محیط باقی می‌مانند، و آنقدر تجمع می‌یابند که می‌توانند به انسان آسیب بزنند (۳۱). نتیجه تجمع این فلزات، کاهش در فعالیت متابولیسمی برخی میکروارگانیسم‌های خاک و بعلاوه نکروز و کلروز برگ در گیاهان عالی‌تر است (۳۴).

سرب یکی از فلزات سنگین است که در اثر فعالیت‌های انسانی از قبیل حفاری معادن، اکتشاف، حمل‌ونقل و ترافیک مقدار آن در اطراف ما در حال افزایش است. در میان فلزات سنگین، سرب مهمترین آلوده‌کننده محیط است (۲۷). سرب تنش‌های اکسیداتیو را در گیاهان القا می‌کند و در تنش‌های اکسیداتیو آنزیم‌های محافظتی از قبیل کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز افزایش می‌یابد. در گیاهان اثرات مختلف سمی از قبیل اثر تنش اکسیداتیو و ممانعت از جذب مواد، جلوگیری از رشد و سنتز کلروفیل، نکروز و کلروز برگ (۱)، کاهش وزن تر ریشه و ساقه (۴)، شکستگی کروموزومی، تغییرات ژنی و نقصان سیستم فتوسنتزی و تنفسی (۲۶) و تغییر شکل و اندازه دانه‌های گرده (۲۰) گزارش شده است.

در این پژوهش برای مطالعه اثرات سرب بر گیاهان، نمک استات سرب که به‌عنوان شکر سرب معروف بوده و در

www.SID.ir

Archive of SID

گذشته برای شیرین کردن شراب کاربرد داشته است و همچنین گیاه بادمجان که به لحاظ اقتصادی یک محصول مهم کشاورزی در آسیا و آفریقا محسوب شده، همچنین در اروپا و آمریکا نیز به مقدار کمتری کاشته می‌شود (۳۵) انتخاب شدند. در ایران بادمجان از دیرباز کشت شده و دارای خواص دارویی و غذایی فراوان است (۱).

بنابراین نتایج این پژوهش می‌تواند در شناسایی مراحل تکوین دانه گرده گیاه بادمجان تحت تیمار سرب و شناسایی اثرات سمی و بازدارندگی سرب بر رشد گیاه مؤثر باشد.

مواد و روشها

گیاه مورد استفاده در این طرح، گیاه بادمجان زراعی قلمی واریته Serpentinum، با نام علمی *Solanum melongena* L.، از خانواده سیب‌زمینی Solanaceae بود.

برای این منظور، در یک طرح کاملا تصادفی ۴ گروه تیمار شامل غلظت‌های مختلف سرب، ۰ میکرومولار (شاهد)، ۳ میکرومولار، ۶ میکرومولار و ۹ میکرومولار انتخاب شد. بعد از کاشت در گلدان و رشد بوته‌ها از هر گروه تیمار ۳۶ بوته گیاه به‌عنوان تکرار انتخاب شد، سپس تیمارها بصورت روزانه و هر روز بین ساعات ۱۸ تا ۱۹ به روش اسپری بر روی کل پیکر گیاه انجام شد. سپس گل‌های گیاه بادمجان در مراحل مختلف تکوین گیاه از غنچه تا گل کامل جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌های جمع‌آوری شده درون فیکساتور FAA (Formalin- Acetic Acid-Alcohol به نسبت ۵ : ۱۰ : ۸۵) بمدت ۲۴ ساعت تثبیت شدند. آنگاه مازاد فیکساتور توسط آب جاری از بافت شسته شد. بعد از شستشو، نمونه‌ها در الکل ۷۰ درصد در یخچال ذخیره و نگهداری شدند.

برای آماده‌سازی، ابتدا مراحل آب‌گیری، جایگزینی الکل با تولوئن و قالب‌گیری انجام شد و بعد نمونه‌ها توسط یک دستگاه میکروتوم دستی برش‌گیری شدند. ضخامت برش‌ها ۷-۶ میکرومتر انتخاب شد. برش‌های آماده شده را روی لام چسبانده و بعد از پارافین‌زدایی توسط تولوئن به‌کمک هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شد. شفاف کردن نهایی نمونه‌ها و لامل‌گذاری انجام گردید. سپس مراحل اصلی تکوین دانه‌های گرده توسط میکروسکوپ نوری Leica مجهز به دوربین دیجیتال مطالعه شده و عکسبرداری انجام شد. همچنین در هر مورد شمارش دانه‌های گرده انجام شد و نتایج توسط نرم‌افزار SPSS v.17 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

مراحل تکوین دانه‌های گرده در گیاه بادمجان همانند مراحل تکوین در سایر گیاهان دولپه‌ای توصیف شده توسط Buvat (۱۹۸۹) بود (۱۱).

نتایج مطالعات میکروسکوپی مراحل تکوین پرچم و دانه گرده در گروه شاهد: در بادمجان ابتدا طرح اولیه پرچم‌ها که تشکیل نافه گل را می‌دهند، شکل گرفته و بعد در بخش میانی آنها طرح اولیه مادگی بوجود می‌آید. همان‌طور که در شکل a -۱ دیده می‌شود، تکوین پرچم سریع‌تر از مادگی و تخمک صورت می‌گیرد. زمانی که هنوز پریموردیوم مادگی و تخمک به صورت توده‌ای سلول بدون تمایز دیده می‌شود، پرچم‌ها (میله، بساک و لایه‌های مختلف دیواره بساک و سلول‌های بافت هاگ‌زا) بخوبی مشاهده و قابل تشخیص می‌باشند.

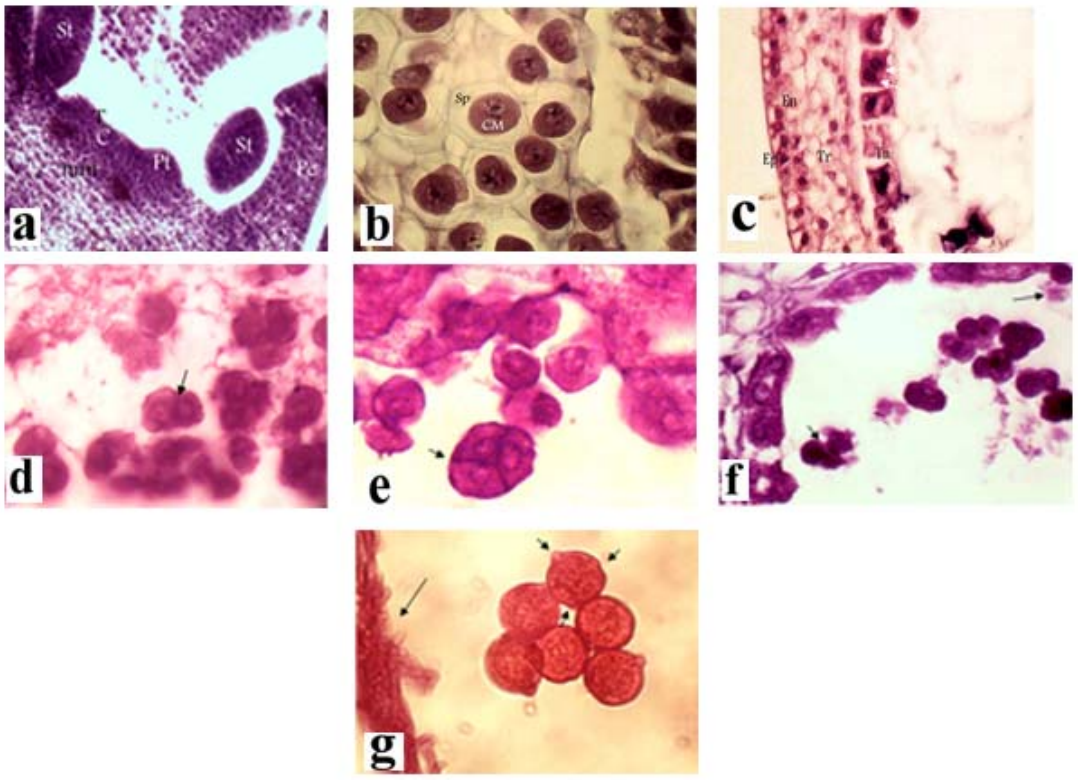
پرچم‌ها در گیاه بادمجان ۶ گاهی ۷ عدد مشاهده شد که در یک ردیف پدیدار می‌شوند و همانند سایر اعضای این جنس، در انتها به قسمت پایینی جام گل چسبیده‌اند. هر پرچم دارای ۴ کیسه گرده می‌باشد. در هر قسمت از طرح اولیه پرچم بعضی از سلول‌های زیر اپیدرمی به آرکئوسپور تبدیل می‌شوند که هر یک با یک تقسیم مماسی، یک سلول حاشیه‌ای زیر اپیدرمی و یک سلول هاگزای درونی را بوجود می‌آورند. سلول زیر اپیدرمی خاستگاه لایه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

بساک شامل لایه‌های مکانیکی، موقت و مغذی (تاپی) می‌باشد. سلول هاگ‌زا نیز از طریق تقسیم میتوزی تکثیر شده و توده سلول‌های مادر دانه گرده که هسته‌ای حجیم‌تر را دارند بوجود می‌آورند.

برای ایجاد دانه‌های گرده این سلول‌ها باید یک دوره تقسیم میوز را بگذرانند، اما قبل از آغاز تقسیم سلول‌های مادر دانه گرده یک دیواره ویژه کالوزی را اطراف خود ترشح می‌کنند که آنها را احاطه می‌کند (شکل b-۱).



شکل ۱- (a-g) مراحل تکوین دانه‌های گرده در گیاه بادمجان (*Solanum melongena*): a) جوانه زایشی در گیاه بادمجان. St: پرچم، Pi: پریموردیوم مادگی، Pe: گلبرگ، T: تونیکا، C: کورپوس، mm: مریستم مرکزی (X۴۰۰). b) سلول‌های مادر میکروسپور با لایه کالوزی اطراف آنها. CM: سلول مادر گرده، Sp: دیواره ویژه کالوزی (X۱۰۰۰). c) سلول‌های لایه تاپی دوهسته‌ای و لایه‌های سازنده دیواره بساک. Ep: اپیدرم، En: لایه مکانیکی، Tr: لایه‌های موقت، Ta: لایه تاپی. پیکان‌ها وجود دو هسته را در سلول‌های لایه تاپی نشان می‌دهد. (X۴۰۰). d) با آغاز انجام میوز در سلول مادر میکروسپور دیاد بوجود می‌آید که هنوز جداربندی نشده است (X۱۰۰۰). e) با ادامه میوز تتراد بوجود می‌آید. جداربندی در تتراد صورت می‌گیرد (X۱۰۰۰). f) تترادهای در حال جدا شدن همراه با تخریب لایه کالوزی. همچنین لایه تاپی ترشحی در شکل مشخص است (X۴۰۰). g) دانه‌های گرده بالغ و منافذ رویشی. پیکان‌ها سه منفذ رویشی را در دانه گرده نشان می‌دهد. در این مرحله سلول‌های لایه تاپی بطور کامل از بین می‌روند (X۱۰۰۰).

لایه مغذی (تاپی) داخلی‌ترین لایه بساک را تشکیل داده و در مجاورت سلول‌های مادر گرده و تتراسپورها قرار دارد و نقش تغذیه آنها را بعهده دارد، این سلول‌ها به دو دسته ترشحی و پلاسمودیالی تقسیم می‌شوند که هر دو نوع در بساک دیده شده و به نظر می‌رسد لایه تاپی در ابتدا در گیاه بادمجان از نوع ترشحی و همزمان با بلوغ دانه گرده به نوع پلاسمودیالی تبدیل می‌شود.

برخی از سلول‌های لایه تاپی از جای خود کنده شده و به میکروسپور جوان نزدیک می‌شوند؛ این سلول‌ها، سلول‌های تاپی پلاسمودیالی هستند و سلول‌هایی که در جای خود ثابت می‌مانند و مواد خود را از همان مکان به فضای درون

www.SID.ir

Archive of SID

بساک می‌ریزند سلول‌های تاپی ترشحی می‌باشند (شکل ۱-c).

بعد از میوز و ایجاد دیاد (شکل ۱-d) و بعد تتراد (شکل ۱-e)، دیواره کالوزی بتدریج تخریب شده و چهار سلول میکروسپور جوان از هم جدا می‌شوند (شکل ۱-f).

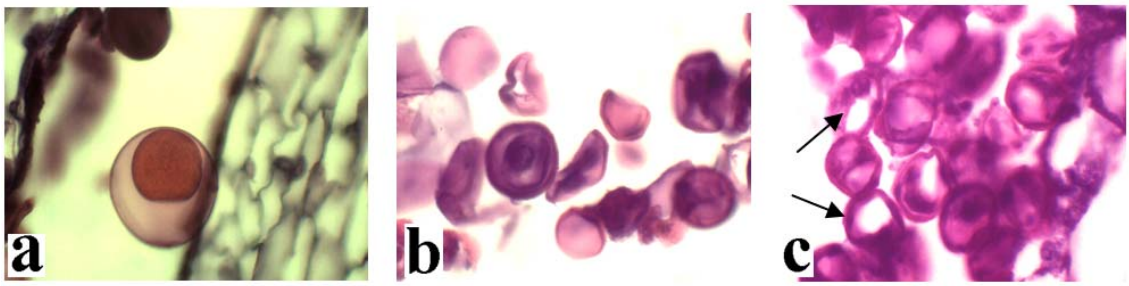
اطراف دانه گرده را دیواره اگزین می‌پوشاند که در ابتدا از جنس پلی‌ساکارید و بعد اسپوروپولنین است. بعد از تحلیل دیواره کالوزی و آزاد شدن میکروسپورها دیواره دومی به‌نام انتین که پکتوسلولزی است در مجاورت پروتوپلاسم به‌وجود می‌آید. همچنین سه منفذ رویشی بر روی دیواره دانه گرده وجود دارد که در زمان لقاح محل خارج شدن لوله گرده هستند. شکل ۱-g دانه گرده بالغ را با منافذ رویشی و محتویات آن نشان می‌دهد. در این گیاه دانه گرده فاقد تزئینات بوده و دارای سطحی صاف می‌باشد.

اثرات ناشی از تیمار با غلظت‌های مختلف سرب بر مراحل تکوین پرچم و دانه گرده: بررسی دانه‌های گرده از گیاهان تحت تیمار سرب نشان داد که در گروه‌های تیمار تعداد زیادی از دانه‌های گرده واکوئوله شده و واکوئل بسیار بزرگی در سیتوپلاسم آنها بوجود می‌آید، به‌طوری‌که در رنگ‌آمیزی بطور تقریبی بدون رنگ باقی می‌مانند (شکل ۲- c).

در گروه‌های تیمار عدم تشکیل لایه اگزین در تعدادی از گرده‌های بالغ دیده شد که این امر منجر به بزرگ شدن دانه گرده و ایجاد دانه‌های گرده غول‌آسا می‌شود (شکل ۲- a).

شکل دانه‌های گرده نیز از حالت طبیعی کروی خود خارج شده و تعداد زیادی دانه‌های گرده که دارای اشکال نامنظم هستند، مشاهده شد (شکل ۲ c و ۲- b).

تعداد زیادی از دانه‌های گرده تجمع مواد سیاه رنگی را در خود نشان دادند که ممکن است این ذرات از جنس نشاسته باشند (شکل ۲- b).

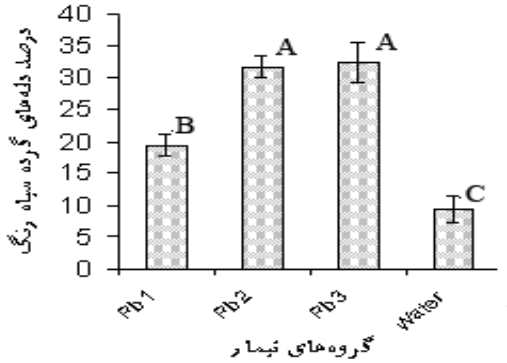


شکل ۲ (a-c)- دانه‌های گرده تغییر شکل یافته در اثر تیمار استات سرب: a) دانه گرده غول‌آسا که بشدت واکوئوله شده (در گروه تیمار استات‌سرب ۳ میلی‌مولار) (X۱۰۰۰). b) دانه‌های گرده تغییر شکل یافته و تجمع مواد سیاه رنگ در گروه تیمار استات سرب ۹ میلی‌مولار (X۱۰۰۰). c) دانه‌های گرده واکوئوله در گروه تیمار استات سرب ۹ میلی‌مولار (X۱۰۰۰).

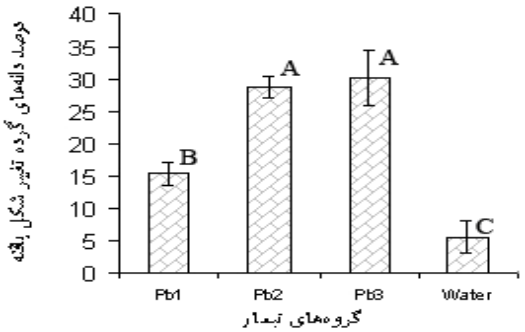
در هر مورد شمارش دانه‌های گرده انجام شد و داده‌ها در نرم‌افزار SPSS آنالیز شده و نتایج به صورت نمودارهایی ارائه شده است که در همه موارد تفاوت بین داده‌ها در گروه‌های تیمار نسبت به شاهد از نظر آماری با احتمال ۰/۰۵ درصد معنی‌دار است.

www.SID.ir

Archive of SID

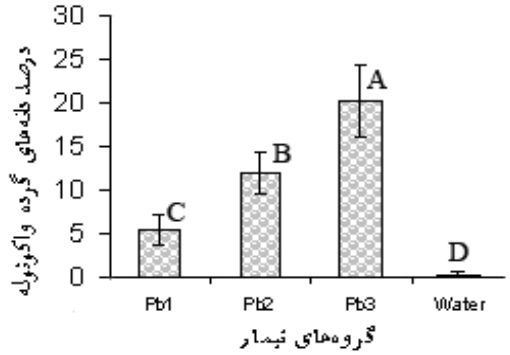


شکل ۳- مقایسه درصد دانه‌های گرده که مواد سیاه رنگ در آنها تجمع یافته تفاوت بین گروه‌های تیمار و شاهد در همه گروه‌های تیمار نسبت به شاهد بر اساس آزمون Duncan معنی‌دار است ($P \leq 0.05$).



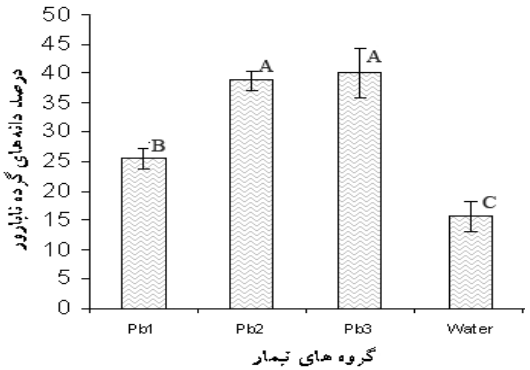
شکل ۴- مقایسه درصد دانه‌های گرده تغییر شکل یافته

تفاوت بین گروه‌های تیمار و شاهد در همه گروه‌های تیمار نسبت به شاهد بر اساس آزمون Duncan معنی‌دار است ($P \leq 0.05$).



شکل ۵- مقایسه درصد دانه‌های گرده واکوئله شده

تفاوت بین گروه‌های تیمار و شاهد در همه گروه‌های تیمار نسبت به شاهد بر اساس آزمون Duncan معنی‌دار است ($P \leq 0.05$).



شکل ۶- مقایسه درصد دانه‌های گرده نابارور

تفاوت بین گروه‌های تیمار و شاهد در همه گروه‌های تیمار نسبت به شاهد بر اساس آزمون Duncan معنی‌دار است ($P \leq 0.05$).

بحث

در میان فلزات سنگین، سرب مهمترین آلوده‌کننده محیط به‌ویژه در کشورهای صنعتی (۳۳) است (۳۷ و ۲۷)، که پس از جذب توسط گیاه برای آن ایجاد مسمومیت می‌کند (۱) و بر پارامترهای فیزیولوژیکی و رشد گیاهان اثر سوء دارد (۱ و ۴).

یافته‌های ما نشان داد که الگوی کلی تکوین دانه گرده در گیاه بادمجان همانند سایر گیاهان دولپه می‌باشد. ابتدا سلول مادر میکروسپور با تشکیل لایه کالوزی آماده انجام تقسیم میوز شده و طی تقسیم میوز ابتدا دیاد و بعد تتراد چهاروجهی را بوجود می‌آورد، سپس لایه کالوزی تخریب شده و گرده‌های جوان آزاد می‌گردند که با تشکیل لایه‌های انتین و اگزین بالغ می‌گردند (۲۹ و ۸،۱۹ ۷).

لایه تاپی یک لایه و سلول‌های آن بطور معمول دارای دو هسته هستند، گاهی نیز داری یک هسته، در ابتدا از نوع ترشحی و همزمان با بلوغ دانه گرده از نوع پلاسمودیالی مشاهده شدند. این الگو در برخی دیگر از گیاهان نیز گزارش شده است و نتایج ما درباره این الگوی تکوین در سلول‌های لایه تاپی با یافته‌های مجد و همکاران (۱۳۸۰)، در مورد گیاه جعفری و همچنین با یافته‌های چهرگانی و صداقت (۲۰۰۹)، در مورد گیاه لپیدیوم همسو می‌باشد، اما

www.SID.ir

Archive of SID

در گزارش یوسفی و همکاران (۲۰۱۰)، پیرامون اثر فلزات سنگین بر تکوین گرده در گیاه کنوپودیوم بوتریس افزایش تا ۴ لایه در گروه‌های تیمار گزارش شده با یافته‌های این پژوهش همسو نمی‌باشد.

الگوی کلی تشکیل دانه‌های گرده در گیاهان تحت تیمار نیز مشابه با گیاهان شاهد مشاهده شد. اما در گیاهان تحت تیمار تعدادی دانه‌های گرده واکوئوله شده مشاهده شد که این یافته با یافته‌های حسینی (۱۳۸۵)، در مورد اثر ذرات خودروهای دیزل همسو می‌باشد. همچنین در مطالعات انجام شده تعداد زیادی دانه‌های گرده شکل کروی خود را از دست داده و چروکیده شده‌اند و همچنین دانه‌های گرده کوچکتر از اندازه طبیعی مشاهده شد که این یافته‌ها نیز با یافته‌های محسن‌زاده (۲۰۱۱) در مورد گیاه رزدا، یوسفی (۲۰۱۱)، در مورد اثر آلودگی فلزات سنگین، آلبوقبایش و زرین‌کمر (۲۰۱۱)، در مورد اثر سمیت سرب بر گیاه ماتریکاریا، رضانژاد و همکاران (۲۰۰۳ و ۲۰۰۷)، (۲۰۰۸ و ۲۰۰۹) در مورد اثر آلودگی هوا بر گیاه و ولترز (۱۹۸۷)، درباره اثر آلودگی هوا بر دانه گرده نیز این موضوع گزارش شده که با یافته‌های ما در این پژوهش همسو می‌باشد.

همچنین در گروه‌های تیمار استات سرب تعداد زیادی دانه‌های گرده وزیکوله شده و دانه‌های گرده‌ای که مواد سیاه رنگ را در خود انباشته نموده‌اند مشاهده شد که این یافته نیز با یافته‌های چهرگانی و همکاران (۲۰۰۶)، پیرامون اثر باران‌های اسیدی بر گیاه همسو می‌باشد. همچنین در یافته‌های دانشمند و کلانتری (۱۳۸۸) افزایش چشمگیر دانه‌های گرده غیرعادی و توخالی در گیاه فلفل تحت تنش گرما گزارش شده که با یافته‌های ما همسو می‌باشد.

در گروه‌های تیمار تعدادی دانه گرده واکوئوله‌شده و غول‌آسا مشاهده شد، که علت ایجاد آنها عدم تشکیل لایه اگزین و رشد زیاد لایه انتین می‌باشد که خود دلیلی بر عملکرد ناقص سلول‌های لایه تاپی در تغذیه دانه‌های گرده می‌باشد. همچنین در نمونه‌های مطالعه شده در گروه‌های تیمار ساختار غیر طبیعی سلول‌های لایه تاپی و افزایش تعداد هسته‌های لایه تاپی مشاهده شد. در پژوهش‌های چهرگانی و همکاران (۲۰۰۶)، روی اثر باران‌های اسیدی بر دانه‌های گرده، حسینی (۱۳۸۵)، روی اثر ذرات خروجی خودروهای دیزل، رضایی‌نژاد (۱۳۸۵)، روی اثر فلزات سنگین، جعفری (۱۳۸۵)، روی تأثیر کادمیوم، مجد و همکاران (۱۳۸۰) در مورد اثر آلودگی هوا بر گیاه جعفری نیز چنین تغییراتی در دانه‌های گرده گزارش کرده‌اند.

در گزارش یوسفی و همکاران (۲۰۱۰)، پیرامون اثر فلزات سنگین بر تکوین گرده، یکی از اثرات فلزات سنگین تأثیر بر بقای سلول‌های لایه مغذی تا مراحل پایانی تکوین دانه‌های گرده عنوان شده و این موضوع دلیلی بر نقص و غیرطبیعی بودن دانه‌های گرده بیان شده است. این یافته با یافته‌های ما در مورد تأثیر غلظت‌های آزمایش شده استات سرب بر تکوین لایه مغذی همسو نمی‌باشد و بنابر نتایج این گزارش در تمامی گروه‌های تیمار، سلول‌های لایه تاپی تا مراحل پایانی تخریب شده و از بین می‌روند، هرچند در گروه‌های تیمار استات سرب نسبت به گروه شاهد اندکی تأخیر زمانی در این مورد وجود دارد.

در گیاهان تحت تیمار استات سرب دانه‌های گرده در مرحله تتراد دچار تغییر شکل و چروکیدگی می‌شوند که این نیز خود دلیلی بر عملکرد ناقص سلول‌های لایه تاپی در تغذیه و تکوین دانه‌های گرده می‌باشد. این یافته نیز با نتایج مجد و همکاران (۱۳۸۰)، در مورد اثر آلودگی هوا بر تکوین گرده گیاه جعفری همسو می‌باشد.

مهمترین تأثیری که تیمار استات سرب بر دانه‌های گرده گیاه دارد وجود دانه‌های گرده‌ای است که قدرت باروری و توان زیستی خود را از دست داده‌اند. در این مورد نیز تفاوت بین گروه‌های تیمار و شاهد در همه موارد معنی‌دار ($P \leq 0.05$) است و این موضوع تأثیر مستقیم بر بقای گیاه دارد، در این مورد نیز نتایج ما در این پژوهش با یافته‌های کریشنایا و بدی (۱۹۸۶)، در مورد مطالعه اثر آلودگی سرب

www.SID.ir

Archive of SID

ناشی از سوخت اتومبیل بر گیاه کاسیا، کالبانده و همکاران (۲۰۰۸)، پیرامون مطالعه اثر فلزات سنگین در محیطهای شهری بر گیاهان، گور و تاپدمیر (۲۰۰۸)، پیرامون اثر فلزات سنگین بر زایایی گرده گیاهان، اسلومکا و همکاران (۲۰۱۰)، پیرامون اثر فلزات سنگین بر گیاه بنفشه، چهرگانی و همکاران (۲۰۰۶)، درباره اثر باران‌های اسیدی، پورچ و همکاران (۲۰۰۱)، پیرامون اثر دمای بالا بر گیاه لوبیا همسو می‌باشد.

با توجه به مشاهدات و یافته‌های ما در این پژوهش، به‌عنوان نتیجه کلی می‌توان گفت تنش‌های محیطی بر مراحل تکوین دانه‌های گرده مؤثر است (۳۱). بنابراین سرب در دانه‌های گرده تجمع می‌یابد و مسمومیت سرب سبب تغییرات ساختاری در شکل، اندازه، و زیست و باروری دانه‌های گرده می‌شود (۹، ۲۸، ۳۰) که این موضوع بطور مستقیم با باروری گیاه در ارتباط است.

سپاسگزاری

لازم است از همراهی‌های صمیمانه خانم‌ها معصومه توکلی، صدیقه عبداللهی و سارا حریفی تشکر نموده و توفیق روزافزونشان را از درگاه خداوند منان خواستار باشم. همچنین از آنجا که این پژوهش در آزمایشگاه تحقیقات زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد انجام شده از همکاری بی‌دریغ جناب آقای مسعود گودرزی تشکر صمیمانه می‌نمایم.

منابع

۱- توکلی، م.، چهرگانی راد، ع.، لاری یزدی، ح.، پاکدل، ع. (۱۳۹۰). مطالعه اثر غلظت‌های مختلف سرب و سالیسیلیک اسید بر برخی شاخص‌های رشد گیاه بادمجان (*Solanum Melongena* L.). زیست شناسی گیاهی. ۳(۷): ۲۹-۴۰.

۲- جعفری، ه. (۱۳۸۵). بررسی اثر آلودگی کادمیوم بر تکوین دانه گرده و تخمک در لوبیای زراعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده تحصیلات تکمیلی. دانشگاه آزاد بروجرد، ایران.

۳- حسینی‌روزبهانی، ش. (۱۳۸۵). بررسی اثر ذرات خروجی خودروهای دیزل بر مراحل تکوین بخش‌های زایشی (پرچم و مادگی) گیاه لوبیا *Phaseolus vulgaris* L. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده تحصیلات تکمیلی. دانشگاه آزاد بروجرد، ایران.

۴- حیدری، ر.، خیامی، م.، فربودنیا، ط. (۱۳۸۴). اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ناشی از آلودگی سرب در دانه‌رستهای ذرت (*Zea mays* L.). مجله زیست شناسی ایران. ۱۸(۳): ۲۲۸-۲۳۶.

۵- دانشمند، ف.، منوچهری کلانتری، خ. (۱۳۸۸). اثر تنش گرما بر جوانه‌زنی و رشد دانه گرده در گیاه فلفل (*Capsicum annuum* L.) در شرایط درون شیشه‌ای. مجله زیست شناسی ایران. ۲۲(۴): ۶۳۶-۶۴۴.

۶- رضایی‌نژاد، م. (۱۳۸۵). بررسی اثر آلودگی با فلزات سنگین بر برخی ویژگی‌های اندام‌های رویشی و زایشی در *Reseda lutea* (ورث) و *Euphorbia cheiradenia* (فرفیون). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده تحصیلات تکمیلی. دانشگاه آزاد بروجرد، ایران.

۷- مجد، ا.، رضانژاد، ف.، معین، م.، امین زاده، م.، شریعت زاده، س، م، ع. (۱۳۸۲). اثر آلودگی هوا بر تکوین بساک، میکروسپورزایی، تکوین گرده و پروتئین های محلول گرده‌ای در گیاه طاووسی (*Spartium junceum* L.). فصلنامه پژوهش و سازندگی. ۶۱: ۱۰-۱۷.

۸- مجد، ا.، رضانژاد، ف.، معین، م.، شریعت زاده، س، م، ع.، امین زاده، م. (۱۳۸۰). اثر آلودگی هوا بر نمو بساک، تکوین دانه‌های گرده و آلرژی‌زایی آنها در گل جعفری. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم. ۱(۳): ۱۷۹-۱۸۲.

9- Albooghobaish, N., Zarinkamar, F. (2012). Study of inflorescence development under lead toxicity in *Matricaria Chamomilla*. International Conference on Environment, Energy and Biotechnology. IACSIT Press, Singapore.33: 253-258.

10- Albooghobaish, N., Zarinkamar, F. (2011). Effect of lead toxicity on pollen grains in *Matricaria Chamomilla*. International Conference on Environment, Energy and Biotechnology. IACSIT Press, Singapore. 5: 292-295.

www.SID.ir

Archive of SID

11- Buvat, R. (1989). Ontogeny, cell differentiation and structure of vascular plants. Springer-Verlag.

12- Chehregani, A., malayeri, B, E., kavianpour, F., Lari-yazdi, H. (2006). Effect of acid rain on the development, structure and viability of pollen grains in Bean plants (*Phaseolus vulgaris)*. Pakistan Journal of Biological Science. 9(6): 1033-1036.

13- Chehregani, A., Sedaghat, M. (2009). Pollen grain and ovule development in *Lepidium vesicarium* (Brassicaceae). International Journal of Agriculture & Biology. 11: 601-605.

14- Faisal, M., Hasnain, S. (2004). Microbial conversion of Cr (VI) in to Cr (III) in industrial effluent. African Journal of Biotechnology. 3(11): 610-617.

15- Gür, N., Topdemir, A. (2008). Effects of some heavy metals on *in vitro* pollen germination and tube growth of apricot (*Armenica vulgaris* Lam.) and cherry (*Cerasus avium* L.). World Applied Sciences Journal. 4(2): 195-198.

16- Igwe, J, C., Abia, A, A. (2007). Equilibrium sorption isotherm studies of Cd(II), Pb(II) and Zn(II) ions detoxification from waste water using unmodified and EDTA-modified maize husk. Electronic Journal of Biotechnology. 10(4): 1-15.

17- Kalbande, D, M., Dhadse, S, N., Chaudhari, P, R., Wate, S, R. (2008). Biomonitoring of heavy metals by pollen in urban environment. Environmental Monitoring and Assessment. 138: 233-238.

18- Krishnayya, N, S, R., Bedi, S, J. (1986). Effect of automobile lead pollution on *Cassia tora* L. and *Cassia occidentalis* L. Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological. 40(3): 221–226.

19- McCormick, S. (1993). Male gametophyte development. American Society of Plant Physiologists. The Plant Cell. 5: 1265-1275.

20- Mohsenzadeh, F., Chehregani, A., Yousefi, N. (2011). Effect of the heavy metals on developmental stages of ovule, pollen, and root proteins in *Reseda lutea* L. (Resedaceae). Biological Trace Element Research. 143(3): 1777-1788.

21- Porch, T, G., Jahn, M. (2001). Effects of high-temperature stress on microsporogenesis in heat-sensitive and heat-tolerant genotypes of *Phaseolus vulgaris*. Plant, Cell and Environment. 24: 723–731.

22- 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: 183-191.

23- Rezanejad, F. (2008). The structure and ultra structure of anther epidermis and pollen in *Lagerstroemia indica* L. (Lythraceae) in Response to Air Pollution. Turkish Journal of Botany. 32: 35-42.

24- Rezanejad, F. (2009). Air pollution effects on structure, proteins and flavonoids in pollen grains of *Thuja orientalis* L. (Cupressaceae). Grana. 48: 205-213.

25- Rezanejad, F., Majd, A., Shariatzadeh, S, M, A., Moein, M., Aminzadeh, M., Mirzaeian, M. (2003). Effect of air pollution on soluble proteins, structure and cellular material release in pollen of *Lagerstroemia indica* L. (lytraceae). Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica. 45(1): 129–132.

26- Ruley, A, T., Nilesh, C, S., Shivendra, V, S., Shree, R, S., Kenneth, S, S. (2006). Effects of lead and chelators on growth, photosynthetic activity and Pb uptake in *Sesbania drummondii* grown in soil. Environmental Pollution. 144:11-18.

27- Salt, D,E., Smith, R., Raskin, I. (1998). Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. . 49: 643-668.

28- Sawidis, T. (1997). Accumulation and effects of heavy metals in *Lilium* pollen. ISHS Acta Horticulturae 437: VII International Symposium on Pollination.

29- Scott, R, J., Spielman, M., Dickinson, H, G. (2004). Stamen structure and function. The Plant Cell. 16: 46-60.

30- Sharma, P., Dubey, R, S. (2005). Lead toxicity in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology. 17(1): 35-52.

31- Šírová, J., Sedlářová, M., Piterková, J., Luhová, L., Petřivalský, M. (2011). The role of nitric oxide in the germination of plant seeds and pollen. Plant Science, 181(5): 560-572.

32- Słomka, A., Kawalec, P., Kellner, K., Jędrzejczyk, K, M., Rostański, A., Kuta, E. (2010). Was reduced pollen viability in *viola tricolor* L. The result of heavy metal pollution or rather the tests applied? Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica. 52(1): 123–127.

33- Song, W,Y., Sohn, E, J., Martinoia, E., Lee, Y, J., Yang, Y, Y., Jasinski, M., Forestier, C., Hwang, I., Lee, Y. (2003). Engineering tolerance

www.SID.ir

Archive of SID

and accumulation of lead and cadmium in transgenic plants. Nature Biotechnology. 21: 914-919.

34- Truby, P., Raba, A. (1990). Heavy metals uptake by garden plants from Freiburg sewage farm waste water. Agribiological Research. 43(2): 139-146.

35- Van Eck, J., Snyder, A. (2006). Eggplant (*Solanum melongena* L.). Methods in Molecular Biology. 47: 343-439.

36- Wolters, J, H, B., Martens, M, J, M. (1987). Effects of air pollutants on pollen. The Botanical Review. 53(3): 372-414.

37- Yang, Y, Y., Jung, J, Y., Song, W, Y., Suh, H, S., Lee, Y. (2000). Identification of rice varieties with high tolerance or sensitivity to lead and characterization of the mechanism of tolerance. Plant Physiology. 124: 1019-1026.

38- Yousefi, N., Chehregani, A., Malayeri, B., Lorestani, B., Cheraghi, M. (2011). Investigating the effect of heavy metals on developmental stages of anther and pollen in *Chenopodium botrys* L. (Chenopodiaceae). Biological Trace Element Research. 140(3): 368-376.

Study of different concentrations effects of lead acetate on pollen grains developmental stages on Eggplant (*Solanum melongena* L.)

Tavakoli M.[1], Chehregani A.[2] and Lari Yazdi H.[1]

[1] Biology Dept., Islamic Azad University, Borujerd Branch, Borujerd, I.R. of Iran

2 Biology Dept., Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran

Abstract

Environmental pollution with heavy metals is increasing and lead is one of the most important pollutants of the environment. In this research, *Solanum melongena* which is one of the main agricultural plants in Asia and Africa continents was selected and the developmental stages in its pollen grains were studied. To this purpose, by CRD method with 4 treatments, the experimental plants were treated with different concentrations (0 mM, 3 mM, 6 mM and 9 mM) of lead acetate. Then the flowers were collected in different developmental stages and fixed in FAA; Afterwards they were subjected to developmental studies with photomicroscope. The results showed that lead treatment could influence developmental stages of pollen grains, so that the increase in lead concentration increases abnormalities in plants. Some of these abnormalities in the plants treated by lead acetate were accumulation of dark particles, vacuolated pollen grains, changes in natural shape of the pollen grains, deformation of tetrads and pollen walls and decrease in fertility and viability in the pollen grains.

Key words: Development, Eggplant, Lead acetate, Pollen grains, *Solanum melongena*.

www.SID.ir