مطالعه تغییرات ماکروسکوپی و میکروسکوپی تأثیر فلز کادمیوم بر گیاه گندمی (*Chlorophytum comosum*)

سعید مینویی*[۱]، داریوش مینایی تهرانی[۲]، کیواندخت سمیعی[۲] و شیرین فریور[۲]

[۱] گروه آلاینده های محیطی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

[۲] دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸٦/۱۲/۱۵

چکیده

فلز کادمیوم یکی از فلزات سنگین بوده که دارای کاربردهای فراوانی در صنعت می باشد. کادمیوم می تواند از طریق پساب کارخانجات وارد آب و خاک شود که سبب آسیب به محیط زیست شده و حیات موجودات زنده را به خطر می اندازد. در این مطالعه مقادیر مختلف فلز کادمیوم (۱۰– ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) به محیط رشد گیاه گندمی اضافه شد و اثرات ماکروسکوپی و میکروسکوپی آن بر گیاه بررسی شد. نتایج نشان داد که حضور کادمیوم تا غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر تأثیری در شکل برگها نداشته و از لحاظ میکروسکوپی نیز محتوای سلولی از لحاظ اندامکها و هسته تغییری نمی کند در حالیکه ریشه گیاه در این غلظت از لحاظ مورفولوژی تغییر کرده و از لحاظ میکروسکوپی تغییر در هسته سلولها دیده می شود. در غلظتهای ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم کادمیوم، تأثیر مورفولوژیک هم در برگها و هم در ریشه دیده شد، درغلظت ۱۰۰ میلی گرم از طول ریشه ها کاسته شده و بعضی از برگها زرد می شوند. شکل هسته و میتوکندریها درسلولهای برگ و ریشه تغییر می کند و از تعداد کلروپلاستها نیز کاسته می شود. در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم تمامی برگها زرد و خشک شده و هیچگونه ریشه ای در گیاه دیده نمی‌شود. مشاهدات میکروسکوپی نیز حاکی از تخریب کامل هسته و اندامکهای سلولی در برگ است.

واژه های کلیدی: کادمیوم، گیاه، میکروسکوپ الکترونی، برگ، ریشه

* نویسنده مسئول، تلفن تماس: ۲۹۹۰۳۱٤٤، پست الکترونیک:saeedminoui@yahoo.com

مقدمه

کادمیوم از فلزات سنگین مورد استفاده درصنعت می باشد. ورود کادمیم به محیط زیست معمولاً با ورود فاضلاب کارخانجات صنعتی انجام می‌گیرد. این آلاینده فلزی پس از ورود به خاک، توسط آب باران شسته شده و به آبهای زیرزمینی وسطحی منتقل می شود. کادمیم معمولاً از این طریق وارد زنجیره غذائی می شود. کادمیم از طریق ریشه و برگ جذب شده و به دام یا انسان منتقل می شود و باعث بروز اختلالات متابولیکی می شود. کادمیوم می تواند با راه اندازی مسیرهای استرس اکسیداتیو در سلول (۲) سبب آسیب به بخشهای مختلف سلول از جمله ماده ژنتیکی موجود در هسته شده که موجب پیری زودرس در سلولها می شود (۱۳ و ۱٤) و در نهایت باعث مرگ سلول می گردد (٦ و ۷). همچنین مطالعات گذشته مشخص نموده است که کادمیوم با تأثیر بر روی کلروپلاست و میتوکندری سلول باعث کاهش فتوسنتز و تنفس سلولی می شود (۹).

مرگ سلولها در اثر نکروز بدنبال ورود کادمیوم به سلول و تولید رادیکالهای آزاد انجام می شود که می تواند برروی DNA در هسته و غشاء پلاسمایی تأثیر گذاشته وهمچنین سبب بر هم خوردن مراحل متابولیکی سلول و تغییر در عملکرد میتوکندریها شود (٤ و ۱۲). در این پدیده غشاء سلول متحمل صدمه شده که نتیجه آن پاره شدن

Archive of SID
www.SID.ir

غشاء و رها شدن محتویات داخل سلول به بیرون از سلول است (۱۰).

جذب کادمیم در ریشه و ساقه و برگ بر روی برخی گیاهان مشاهده و اثرات آن بررسی شد و تغییرات مورفولوژیک و آسیبهای سلولی ناشی از حضور کادمیوم مشخص شده است (۱۱). تمرکز کادمیم در قسمتی از برگ گیاه بخصوص در دیواره سلولی مشاهده شده است (۱۰). همچنین تأثیر سوء آن بر ریشه گیاه زعفران بخوبی بررسی شده است (۱).

براساس یافته های فوق (٤، ۸ و ۱۱) مشخص می شود که فلز کادمیم بر روی سلولهای گیاهی تأثیر کرده و سبب تغییر در ساختمان آنها می شود و چون گیاه یکی از اجزای مهم چرخه غذایی است، آلودگی می‌تواند مستقیماً به دام و به انسان منتقل شده سبب آسیب شود. در این تحقیق آلودگی ناشی از حضور کادمیوم در محیط زیست گیاه گندمی مورد بررسی قرار گرفت. گیاه *گندمی* (*Chlorophytum comosum*) به این دلیل انتخاب شده که این گیاه در طبیعت بصورت وحشی یافت شده و بنابراین می‌تواند توسط دام استفاده شود و همچنین در مدل آزمایشگاهی این گیاه می‌تواند در آب رشد کند و ریشه، ساقه و برگ خود را حفظ نماید بدون آنکه به خاک نیازی داشته باشد، در نتیجه میتوان تأثیر بعضی از فلزات سنگین محلول در آب را مستقیماً در محیط آبی بر روی گیاه مطالعه نمود، و در ضمن این گیاه تا کنون در ارتباط با آلاینده‌های فلزات سنگین سمی مورد مطالعه قرار نگرفته است با در نظر گرفتن شرایط فوق نتایج حاصله از این تحقیق می‌تواند اطلاعات سودمندی را در اختیار محققین محیط زیست قرار دهد.

مواد و روشها

تهیه غلظتهای مختلف کادمیوم در آب: برای تیمار کادمیوم از نمک استات کادمیوم با غلظتهای ۰، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و۲۰۰ میلیگرم در لیتر کادمیوم استفاده شد. از هر نمونه دو تکرار تهیه شد. گیاه جوانه دار با تعداد برگهای مساوی و کوتاه (جوانه هایی انتخاب شد که اندازه برگها آنها تقریبا یکسان بود) و فاقد ریشه انتخاب در ظرفهای آب حاوی ۱۰۰ میلی لیتر فلز کادمیوم بود قرار گرفت. سطح آب در هر ظرف، علامت گذاری شد و هر روز آب مقطر به ظروف نمونه اضافه شد تا سطح آب در نمونه ها ثابت بماند. نمونه ها برای مدت ٤ ماه در آب قرار گرفتند و سپس برای مشاهده با میکروسکوپ آماده شدند. نور مورد نیاز برای رشد نمونه ها از نور خورشید تأمین شد بطوریکه نمونه ها در کنار پنجره نور گیر آزمایشگاه قرار گرفتند تا بتوانند نور کافی دریافت کنند. نور دریافت شده توسط نمونه ها کافی برای رشد آنها بود.

مراحل آماده سازی نمونه برای میکروسکوپ نوری: برای تثبیت نمونه ها از فیکساتیو الکل/ استون به نسبت ۲/۱ استفاده شد. مراحل آبگیری و برش گیری انجام شد (۱). نمونها جدا شده از منطقه پهن برگ و رشد طولی ریشه بصورت عرضی برش گیری و توسط متیلن بلو رنگ آمیزی شد.

مراحل آماده سازی نمونه برای میکروسکوپ الکترونی گذاره (عبوری) (Transmission):

مرحله تثبیت و آبگیری: پس از بریدن بخشهایی از منطقه رشد طولی ریشه و پهن برگ نمونه های تیمار شده و شاهد، این بخشها به تکه های کوچک بریده شدند و در فیکساتیو گلوتارآلدئید ۲/۵ درصد برای مدت ٤۸ ساعت قرار گرفتند. پس ازشستشوی نمونه ها بوسیله بافر فسفات، نمونه ها در فیکساتیو اسمیوم تتراکسید ۱ درصد بمدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس نمونه ها بوسیله بافر فسفات شستشو و با غلظت فزآینده استون شامل ۷۰، ۹۰، ۹۵ و ۱۰۰ درصد آبگیری شد. نمونها بمدت ۲۰ دقیقه در هر غلظت استون قرار گرفتند و دو بار در استون ۱۰۰ درصد، و هر بار بمدت ٤۵ دقیقه قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله قالب گیری و برشگیری: در این مرحله نمونه ها با رزین اپون قالب گیری و نمونه قالب گیری شده توسط دستگاه اولترامیکروتوم برش عرضی گرفته شد.

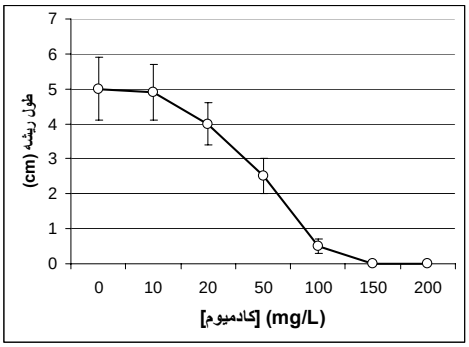
مرحله رنگ آمیزی : برای رنگ امیزی از اورانیوم استات و سیترات سرب استفاده شد، بطوریکه گرید حامل برش در محلول این فلزات غوطه ور نمونه پس از رنگ آمیزی آماده مشاهده با میکروسکوپ الکترونی گذاره (عبوری) است.

اندازه گیری ریشه گیاه وبرگهای سبز: در پایان آزمایش، طول ریشه های اصلی نمونه های فاقد ریشه در شروع، اندازه گیری شد. از هر گیاه ممکن است چند ریشه خارج شود، که تمامی آنها اندازه گیری شد و نتیجه بصورت متوسط طول ریشه در نظر گرفته شد. همچنین در پایان آزمایش تعداد برگهای سبز گیاه و تعداد برگهای خشک شده و قهوه ای گیاه شمارش و نتایج بصورت متوسط برگهای سبز در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری: از هر نمونه دو تکرار تهیه شد و انحراف معیار (standard deviation ±SD) برای نمونه ها تعیین و از تست دانشجو (student t test) برای مقایسه و تعیین اختلاف معنی دار هر نمونه نسبت به شاهد استفاده شد.

نتایج

تأثیر فلز بر اندازه ریشه گیاه: تأثیر غلظتهای مختلف کادمیوم بر اندازه ریشه گیاه، نشان داده شده در شکل ۱ مشخص می کند که با افزایش غلظت کادمیوم، اندازه طول ریشه گیاه نسبت به شاهد کاهش می یابد. در گیاه شاهد نمونه تیمار شده با ۱۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم بیشترین طول ریشه دیده شد. در غلظتهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم نه تنها از طول ریشه کاسته شد بلکه رنگ ریشه از سفیدی به زردی پر رنگ و قهوه ای گرائید. در غلظتهای۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم هیچگونه ریشه ای از گیاه خارج نشد.



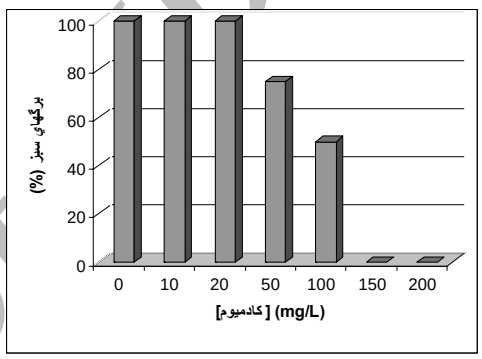
شکل ۱: تأثیر غلظتهای مختلف کادمیوم (۰– ۲۰۰میلی گرم در لیتر) بر اندازه ریشه گیاه. از هر غلظت دو تکرار تهیه شد و تعیین انحراف معیار(±SD) برای هر نمونه نشاندهنده اختلاف معنی دار در غلظتهای بالاتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم نسبت به شاهد است.

تأثیر فلز بر برگهای گیاه: حضور فلز درمحیط رشد بر رنگ برگهای گیاه تأثیر داشت، بطوریکه در بعضی از غلظتها رنگ سبز برگ به قهوه ای تبدیل شد. حضور فلز تا غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر هیچگونه تأثیری در تغییر رنگ سبز برگ نداشت، در حالیکه در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر حدود ۵۰ درصد برگها قهوه ای رنگ شد و در غلظت ۱۵۰ و۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، همه برگها پلاسیده و تقریبا خشک شدند و در پایان زمان آزمایش برگ سبزی در آنها دیده نشد (شکل ۲).

مشاهدات میکروسکوپی: تصاویر میکروسکوپ نوری برش عرضی برگهای شاهد و نمونه تیمار شده، را در سلولهای پارانشیم حفره ای را نشان می‌دهد. در نمونه شاهد مرز سلولی کاملا مشخص بوده و کلروپلاستها مجاور دیواره سلول بچشم می خورند. تعداد کلروپلاستها در هر سلول به چندین عدد می رسد (شکل A۳). در تصاویر میکروسکوپ نوری در نمونه های تیمار شده با کادمیوم تا غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر، تغییر مشهودی نسبت به گیاه شاهد مشاهده نشد (داده ها نشان داده نشده است)، در حالیکه تصاویر در نمونه تیمار شده با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم نشان می دهد: مرز بین سلولی بخوبی مشخص بوده ولی از تعداد کلروپلاستها در

Archive of SID
www.SID.ir

سلول بطور قابل ملاحظه ای کاسته شده است(شکل ۳ B). در نمونه تیمار شده با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم کاهش بسیار شدیدی در تعداد کلروپلاستهای در سلول مشاهده شد، همچنین تغییراتی در دیواره سلولها دیده شد بطوریکه عدم انسجام و بی نظمی در دیواره سلولها نسبت به شاهد مشاهده می شود (شکل ۳ C). در غلظت ۲۰۰ میلی گرم کادمیوم ، تقریبا کلروپلاستی دیده نمی شود و انسجام دیواره سلولی از بین رفته و تخریب سلولی مشاهده می‌شود(شکل ۳ D).



شکل ۲: تأثیر غلظتهای مختلف کادمیوم (۰– ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) بر سبزی برگهای گیاه.

چون تصاویر میکروسکوپ نوری بدست آمده از ریشه در گیاه شاهد و تیمار شده گویای تفاوتی بین نمونه ها نیست از نمایش تصویر میکروسکوپ نوری ریشه خودداری می‌شود.

بررسی تغییرات در سلولهای برگ توسط میکروسکوپ الکترونی: تصاویر میکروسکوپ الکترونی در سلولهای پارانشیمی برگ گیاه شاهد نشان می دهد که کلروپلاستها بصورت دستجاتی در کنارو حاشیه سلول قرار گرفته اند (شکل ٤ A,B). تیلاکوئیدها بصورت فشرده در کلروپلاست دیده می‌شود. دیواره سلولزی در مرز بین سلولی کاملاً مشخص است. هسته سلول در حاشیه سلول دیده شده و مناطق هتروکروماتین (مناطق تیره در هسته) و یوکروماتین (مناطق روشن هسته) در آن مشاهده می شود (شکل ٤ B). میتوکندریها بصورت مدور دیده می شود که حضور تیغه ها در آنها مشهود است (شکل٤ C). حضور کادمیوم در غلظتهای۱۰، ۲۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر هیچگونه تغییر مشهودی را در ساختار و اجزای سلولی برگ نسبت به نمونه شاهد ایجاد نمی کند.

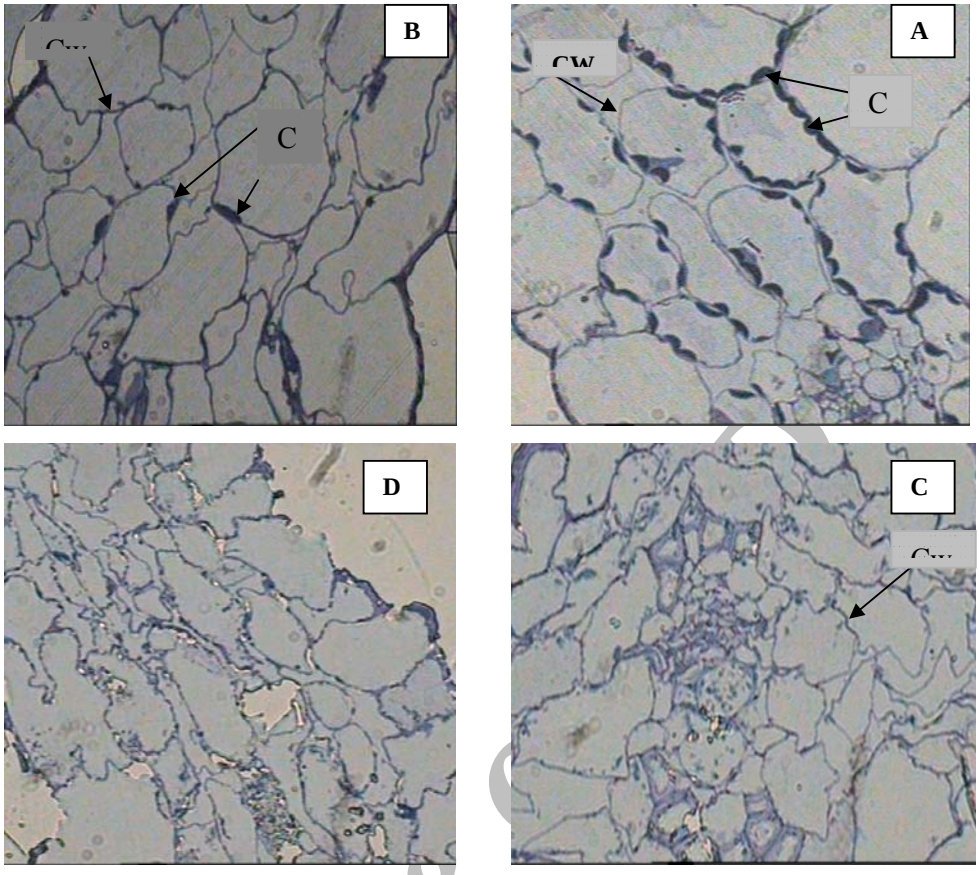
در تیمار با ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم تعداد کلروپلاستها دراین سلولها نسبت به شاهد کاهش یافته و تعداد تیلاکوئیدها در کلروپلاست نیز نسبت به شاهد کاهش نشان می دهد (شکل ۵ A). در میتوکندری سلول تغییری مشاهده نمی‌شود (شکل ۵ B) و میتوکندریها بحالت طبیعی در سلول دیده می شود. هسته سلول نیز طبیعی است و شکل آن با هسته سلول شاهد تفاوتی نداشت. دیواره سلولزی در مرز بین سلولها بخوبی قابل مشاهده است (شکل ۵ B).

درنمونه های تیمار شده با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم شکل کلروپلاست از حالت طبیعی خارج شده و حالت مدور بخود می گیرد و تیلاکوئیدها از حالت کشیده خارج شده و بصورت مدور در آمده اند (شکل ۵ D). هسته سلول نیز از حالت طبیعی خارج شده و در حال تخریب است. نواحی هتروکروماتین و یوکروماتین تغییر زیادی نسبت به سلول طبیعی نشان می دهد (شکل ۵ C).

در نمونه های تیمار شده با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم هیچگونه میتوکندری و کلروپلاست در سلول مشاهده نمی‌شود. هسته سلول تخریب شده و غشای اطراف هسته به چشم نمی خورد، و مقدار زیادی رسوب بصورت بلورهای سوزنی شکل در سلول دیده می شود (شکل ٦ A,B).

تغییرات ریشه: تصاویر میکروسکوپ الکترونی سلولهای پارانشیمی منطقه رشد طولی ریشه در نمونه شاهد نشان می دهد که هسته سلول در حاشیه سلول قرار گرفته و مناطق هتروکروماتین و یوکروماتین در آن مشاهده می شود (شکل ۷ A, B).

Archive of SID
www.SID.ir



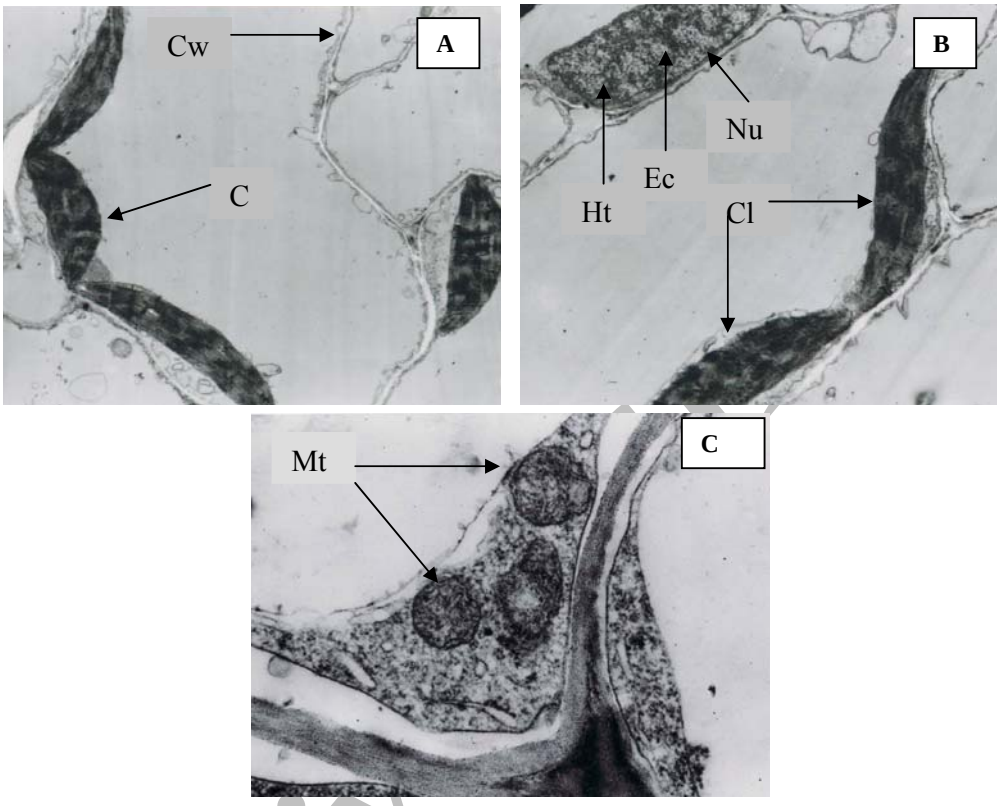
شکل ۳: تصویر میکروسکوپ نوری سلولهای **بخش پارانشیم حفره ای** در برگ گیاه گندمی. تصویر A، سلولهای برگ در گیاه شاهد. تصویرB، سلولهای برگ در گیاه تیمار شده با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم. تصویر C، سلولهای برگ در گیاه تیمار شده با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم . تصویر D، سلولهای برگ در گیاه تیمار شده با غلظت غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم. (Chloroplast = Cl, Cell wall =Cw) . بزرگنمایی 400 X

غشاء دو لایه هسته بخوبی مشاهده شده و میتوکندریها در اطراف هسته مشاهده می شوند (شکل ۷ B). دستگاه گلژی در نزدیکی غشاء و هسته قرار گرفته است و پوشش سلولزی سلولها را از هم جدا می کند (شکل ۷ B). حضور کادمیوم تا غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر هیچگونه تغییر مشهودی را در سلولهای ریشه نسبت به شاهد ایجاد نمی کند.

در نمونه تیمار شده با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، سلول ریشه دارای دیواره سالم سلولزی است که سبب جدایی سلولها از یکدیگر می شود (شکل ۷ D). هسته سلول با کمی تغییر شکل در نزدیکی غشاء قرار گرفته است و در بعضی از سلولها هسته به صورت چند بخشی دیده می شود (شکل ۷ C,D). میتوکندریها نیز در نزدیکی غشاء سلولی وهسته قرار دارند. برخی از میتوکندریها حالت طبیعی خود را از دست داده و بصورت حفره های تو خالی به چشم می خورند (شکل ۷ C,D). در نمونه تیمار شده با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم ، تصاویر نشاندهنده تخریب هسته سلولی بوده بطوریکه غشائ هسته از بین رفته و محتوای هسته در سیتوپلاسم

Archive of SID
www.SID.ir

رها شده بود (شکل ۸ A,B). دیواره سلولی نسبت به سلول شاهد، تیره تر و ضخیم تر است. میتوکندریها در این سلولها دیده نمی شوند. بلورهای سوزنی شکل در بخشهای مختلف سلول دیده می شود (شکل ۸ B).

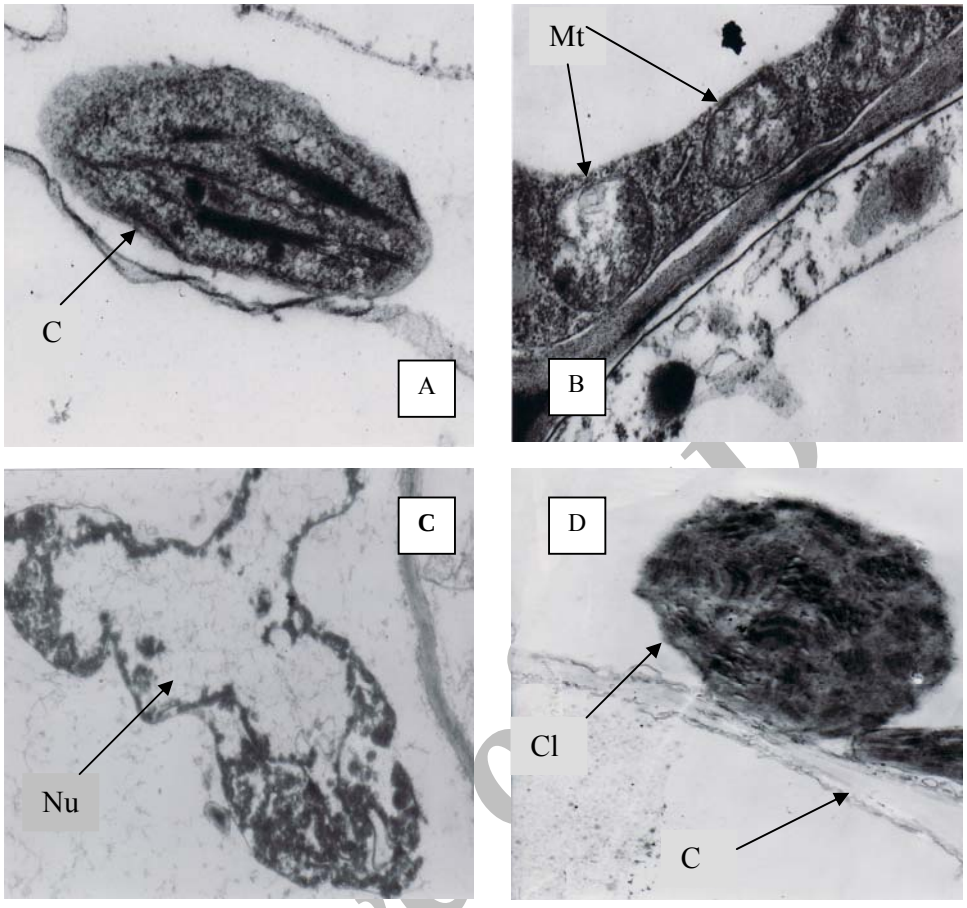


شکل ٤: نمونه سلول **پارانشیم حفره ای** در برگ گیاه گندمی شاهد. در تصاویر بالا (A, B) کلروپلاستها وهسته سلول مشخص است(4400 x) و در تصویر پایین (C) میتوکندریها دیده می شوند (12000 x). (هسته = Nu، کلروپلاست = Cl، دیواره سلولی = Cw، میتوکندری = Mt ، هتروکروماتین =Ht ، یوکروماتین =Ec)

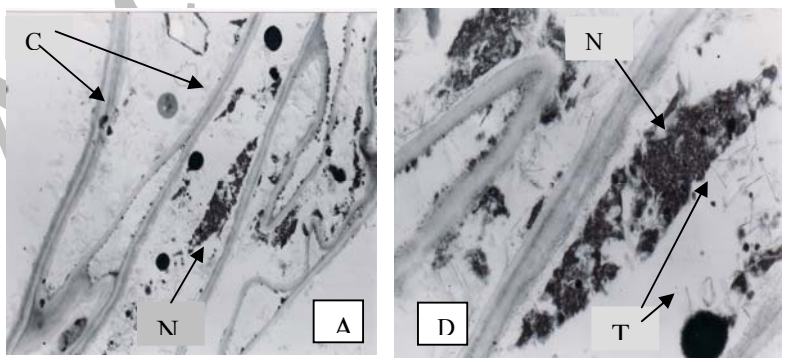
بحث

در این تحقیق تغییرات ماکروسکوپی و میکروسکوپی در سلولهای پارانشیمی ناحیه پهن برگ و سلولهای پارانشیمی بخش رشد طولی ریشه گیاه گندمی ناشی از حضور کادمیوم در محیط رشد گیاه، مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه ویژگیهای ماکروسکوپی برگ و ریشه، بین گیاه شاهد و تیمار شده نشان می دهد که تا غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم تغییر مشهودی در برگ گیاه دیده نمی شود در حالیکه بخش سطحی ریشه گیاه در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر، قهوه ای رنگ می‌شود که نمایانگر آستانه شروع بروز تغییرات ماکروسکوپی در غلظت ۵۰ میلی گرم است. تغییرات ماکروسکوپی همزمان در برگ و ریشه گیاه در غلظتهای ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم به بالا به چشم می خورد بطوریکه از طول ریشه کاسته می‌شود و بعضی از برگها زرد می شوند. پلاسیده شدن کامل برگها و عدم ایجاد ریشه در گیاه در غلظتهای ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم پیشنهاد می کند که تأثیر فلز در این غلظتها سبب آسیب شدید در گیاه می شود. در مطالعات گذشته که بر روی گیاه زعفران انجام شده است نشان می دهد که غلظت ۵ میلی گرم در لیتر کادمیوم سبب کاهش رشد در ریشه گیاه می‌شود (۱).

Archive
www.SID.ir



شکل ٥: شکل B و A در بالا ، نمونه سلولهای **پارانشیم حفره ای** برگ در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم نشان می دهد. درشکل A کلروپلاست کوچک شده (7000 x) ودر شکل B میتوکندریها دیده می شوند(12000 x). شکلهای C و D در پایین نمونه در غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم را نشان می دهند. درشکل D هسته تخریب شده(7000 x) و در شکل C کلروپلاست تغیر شکل یافته دیده می شود (7000 x). (هسته = Nu، کلروپلاست = Cl، دیواره سلولی = Cw، میتوکندری = Mt)



تصویر ٦ : نمونه سلول **پارانشیم حفره ای** برگ در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، رسوبات سوزنی شکل در داخل سلول پراکنده اند و هسته سلول تقریباً تخریب شده است. (هسته = N، دیواره سلول = C، کریستالهای سوزنی = T) تصویر چپ (A)(4400 x) و تصویر راست (7000 x) (B)

www.SID.ir

از مقایسه تصاویر میکروسکوپی نوری در برگ گیاه می توان چنین نتیجه گرفت که از غلظت ۱۰۰ میلی گرم به بالا، تعداد کلروپلاستها کم می شود، که متناسب با کم شدن در صد برگهای سبز و به زردی گراییدن برگها، و همچنین تغییر در ظرفیت فتوسنتزی برگها می باشد. در غظتهای ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، از هم پاشیده شدن سلولها نیز تأییدی بر آسیب دیدن از غلظتهای فوق برای گیاه است.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی در برگ نشان می دهد که تا غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، محتوا و درون سلولها تغییر مشهودی در مقایسه با گیاه شاهد ندارد در حالیکه در غلظت ۱۰۰ کادمیوم نه تنها اندازه کلروپلاستها کوچک می شود بلکه از تعداد تیغه های تیلاکوئیدی نیز کاسته می شود. گزارشات گذشته نیز کاهش عملکرد کلروپلاست را در حضور کادمیوم نشان داده است (۳).

با افزایش غلظت کادمیوم شکل هسته و میتوکندریها و همچنین شکل کلروپلاست نیز تغییر می کند. بطوریکه حضور کادمیوم در غلظتهای ۱۵۰ و۲۰۰ سبب خشک شدن و چروکیدن برگها در گیاه می شود و از هم پاشیده شدن هسته و تغییرشکل میتوکندری، گویای تأثیر فلز در نکروزی شدن سلولها است. در این میان با وجود از بین رفتن هسته و آسیب در سلولها، دیواره سلولزی اطراف سلول تغییر مشهودی نکرده است. تأثیرحضور کادمیوم بر DNA و ساختار هسته که موجب آسیب به سلول می شود، قبلا گزارش شده است (۵).

با آنکه تصاویر میکروسکوپ نوری از ریشه در نمونه ها، تفاوت و تغییر مشهودی را در سلولها نشان نمی دهد، ولی تصاویر میکروسکوپ الکترونی در ریشه نشان داد که در غلظت ۵۰، هسته سلولها دستخوش تغییر شده و از شکل طبیعی خود خارج می‌شود. با توجه به اینکه در این غلظت تأثیری در برگ گیاهان مشاهده نمی شود، می توان اینطور پیشنهاد نمود که چون ریشه گیاه در معرض مستقیم فلز قرار دارد بیش از برگها در خطر آسیب ناشی از حضور فلز را قرار می گیرد و همچنین چون ریشه محل جذب آب و یونها می باشد زودتر از بقیه قسمتهای گیاه اثرات تخریبی ناشی از حضور فلز را نمایان می کند. تأثیر تخریبی فلز بر ریشه سبب می شود که در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نه تنها از طول ریشه کاسته شود بلکه هسته سلولها نیز تخریب می شود. تأثیر غلظت بالای فلز بر ریشه تا آنجا پیش می رود که حتی در غلظتهای ۱۵۰ و ۲۰۰ ریشه ای در گیاه رشد نکند.

در نهایت می توان اینطور نتیجه گیری کرد که تأثیرات آسیب زننده فلز کادمیوم در محیط رشد گیاه از غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر شروع شده و ریشه گیاه که در مجاورت مستقیم فلز است بیش از برگهای آن دچار آسیب می شود.

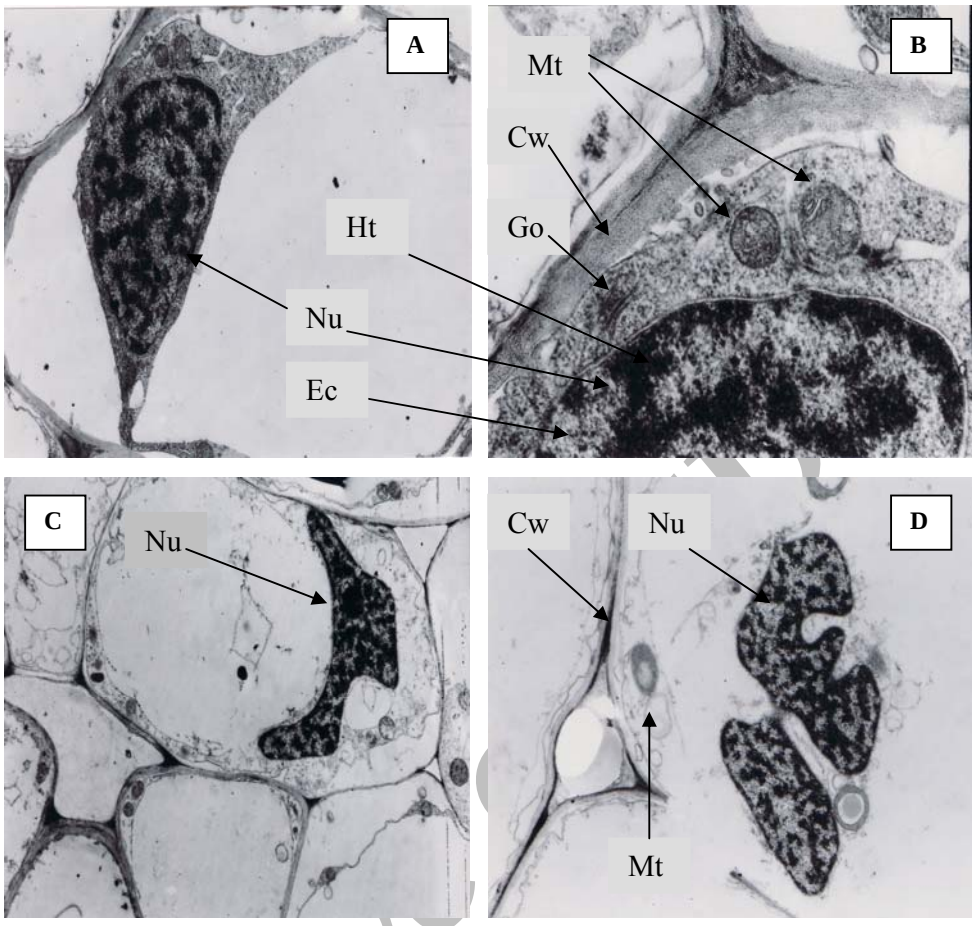
چون گیاه مورد استفاده در شروع تحقیق بصورت جوانه برگدار بوده، و ریشه زایی در حضور کادمیوم است ریشه ها از ابتدای تکوین در معرض تأثیر کادمیوم قرار داشته و نسبت به برگها آسیب بیشتری می بینند. البته لازم به ذکر است که گیاهان گندمی وحشی موجود در طبیعت بصورت جوانه های برگدار از گیاه مادر جدا شده و رشد می‌کنند.

تشکر: هزینه انجام این تحقیق توسط دانشگاه شهید بهشتی تأمین شده است که بدینوسیله از آنها تشکر می کنیم.

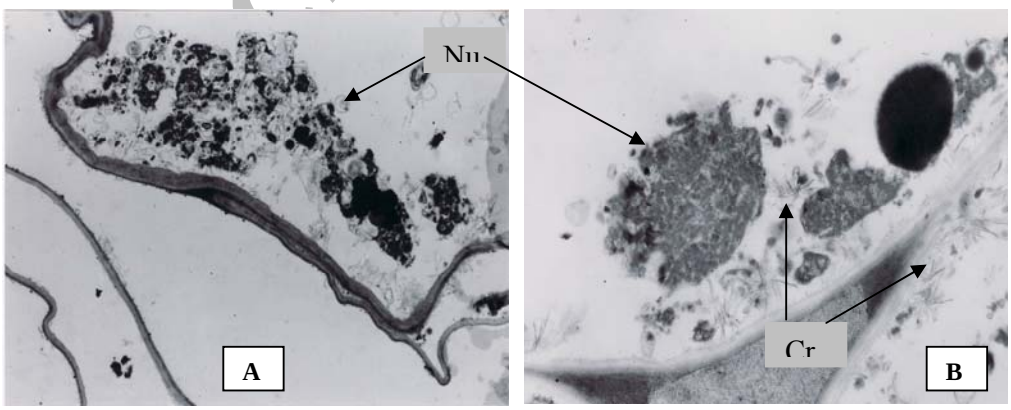
منابع

۱-- استاد شریف مریم، کیهانی عزت اله، شاهسون بهبودی بهروز، مینایی تهرانی داریوش.(۱۳۸۰) بررسی اثر کادمیوم بر روی رشد و مورفولوژی ریشه زعفران. مجله علوم دانشگاه تهران. جلد ۲۷، ۲۲۵-۲۰۷

Archive of SID
www.SID.ir



تصویر ۷: شکلهای بالا A و B سلول پارانشیمی منطقه رشد طولی ریشه در گیاه شاهد را نشان می دهد. در شکل A (4400 x) هسته در حاشیه سلول قرار داشته و در تصویرB (7000 x) میتوکندریها در کنار هسته دیده می شود. تصاویر پایین C وD سلول ریشه در نمونه با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، هسته سلولها تغییر کرده و بعضی از میتوکندریها نیز از حالت طبیعی خارج شده اند (شکل D) (4400 x). (هسته = Nu، کلروپلاست = Cl، دیواره سلولی = Cw، میتوکندری = Mt و دستگاه گلژی =Go، هتروکروماتین =Ht ، یوکروماتین =Ec)



شکل ۸: سلول پارانشیمی منطقه رشد طولی ریشه در نمونه غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، هسته سلولها تخریب شده و میتوکندریها دیده نمیشوند. (هسته = Nu، کریستالهای سوزنی = Cr). تصویر چپ (A) (7000 x) و تصویر راست (B) (12000 x)

www.SID.ir

2-Ahmad, S., (1995) Oxidative stress and antioxidation defense in biology. In Antioxidant defense in plants and fungi. Chapman& Hall, NY, p: 356-434

3- Aravind, P., Narasimha, M., Prasad,V., (2003) Zinc alleviates cadmium-induced oxidative stress in *Ceratophyllum demersum L.*: a free floating freshwater macrophyte. Plant.Physiol.Biochem. 41, 391-397

4- Greenspan, H.C., Aruoma, O.L., (1994) Oxidative stress and apoptosis in HIV infection, a role for plant-derived metabolites with synergistic antioxidant activity. Immun.Today 15, 209-213

5- Habeebu, S.S.M., Liu, J., Klassen, C.D., (1998) Cadmium induced apoptosis in mouse liver. Toxicol. Appl. Pharmacol. 149, 203-209.

6- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C., (1990) Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease, an over view. In Oxygen radicals in biological system, part B, Oxygen radicals and antioxidants. (ed L.Parker, Glazer,A.N.). Academic Press, NY. P: 1-85

7- Keyer, K., Imlay, J.A., (1996) Superoxide accelerate DNA damage by elevating free-ion levels. Proc.Natl.Acad.Sci. 93, 13635-13640

8- Kumar, G.P., Prasad M.V.N., (2004) Cadmium Toxicity to *Ceratophyllum demersum* L.: Morphological Symptoms, Membrane Damage, and Ion Leakage. Bull.Environm.Contamin.Toxicol. 72, 1038-1045

9- Lamoreaux, J.r., Cheney, W.D., (1978) The effect of cadmium on net photosynthesis, transpiration and dark respiration of eased silver maple leaves. Physiologia Plantarum 43, 231-236

10-Pennell, R.I., Lamb, C., (1997) Programmed cell death in plants, Plant.Cell. 9, 1157-1168

11- Prasad, M.N.V., (1995) Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants. Environ.Exp.Bot. 35, 525-545

12- Slater, A.F.G., Stefan, C., Nobel, I.,Vanden Dobbelsteen, D.J., Orrenius, S., (1995) Signaling Mechanisms and Oxidative stress in apoptosis. Toxicol.Lett. 82/83, 149-153

13- Stewart-Pinkham, S.M., (1990) Detecting ambient cadmium toxicity in an ecosystem. In plant for toxicity assessment. Vol :2 ASTM publishing. p: 161-171

14- Takashi, K., Oschi, T., Oshawa , M., (1987) Indirect evidence for the induction of a prooxidant state by cadmium chloride in cultured mammalian cells and a possible mechanism for the induction. Mut.Res 180, 257-266

Archive of SID

www.SID.ir

Study of the macroscopic and microscopic changes of the effect of cadmium on *Chlorophytum comosum*

Minoui S.[1], Minai-tehrani D.[2], Samiee K.[2], and Farivar Sh.[2]

[1] **Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, I.R. of IRAN**

[2] **Faculty of Biology Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, I.R. of IRAN**

Abstract

Cadmium is a heavy metal which has plenty of applications in different industries. Cadmium can penetrate from the sewage or waste of industry into the environmental soil and water causing damage to the environment and living organisms. In the present study different concentrations of cadmium (from 10-200 mg/L) was added into the media of plant *Chlorophytum comosum* and its effects were assessed. The results showed that treatment with 50 mg/L of cadmium did not have any effect neither on the leaves nor on the internal cellular components. However the roots showed some minor morphological alteration and the same slight changes in the nucleus was observed. In concentrations of 100 to 200 mg/L of cadmium some morphological alterations were seen in the leaves and the roots. In 100 mg/L, length of roots decreased and chlorosis was observed in some leaves. Morphology of nucleus and some mitochondria were also altered and the number of chloroplasts decreased. In 200 mg/L of cadmium, chlorosis was observed in almost all leaves and no roots were produced. Transmission electron microscopy showed a complete destruction of nuclei and internal organelles in the leaves.

Keywords: Cadmium, Plant, Electron Microscope, Leaf, Root.

Archive of SID

www.SID.ir