Archive of SID

فصلنامه (علمی – پژوهشی)
زیست شناسی تکوینی
سال یازدهم، شماره ۲، بهار ۱۳۹۸ ص. ۲۲-۹

مقاله پژوهشی

تاثیر غلظت‌های مختلف نیترات روی بر ساختار تشریحی گیاه فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L. var California Wonder)

هلال نعمت فرح زادی[۱]، صدیقه اربابیان[۱*]، احمد مجد[۱]، گلناز تجدد[۱]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، تهران، ایران

[*] Email: arbabias@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۶

چکیده

روی (Zn) از جمله عناصر ضروری در گیاهان است که، در تقسیم سلولی، سنتز اکسین، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و نیز در متابولیسم، فتوسنتز و ساختارکوفاکتورهای بسیاری از آنزیم‌ها نقش اساسی دارد. اما در غلظت‌های بالا برای آن‌ها سمی می‌باشد. فلفل یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است و در سال‌های اخیر نیاز به این محصول در صنایع غذائی و داروئی در جهان به‌طور گسترده‌ای افزایش یافته است. در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف روی (Zn) بر ساختار تشریحی و برخی پارامترهای رشد گیاه فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annum* L.) مورد مطالعه قرار گرفت، گیاهان از ابتدا تا انتهای دوره رویش تحت تیمارهای مختلف (۰ (شاهد)، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰و ۱۵ میلی مول) نیترات روی در گلخانه با شرایط کنترل شده، کشت داده شد و آزمایش‌های لازم انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش غلظت روی، کاهش طول ساقه و دمبرگ، سطح و تعداد برگ (پارامترهای رشد) در سطح $P\leq ۰/۰۵$ کاهش معنی‌داری داشت. فلز روی در غلظت‌های بالا اثر منفی بر رشد گیاه داشت. افزایش بافت آوندی در ساقه، دمبرگ و کاهش بافت آوندی در ریشه مشاهده شد.

کلیدواژه‌ها: فلفل دلمه‌ای، ساختار تشریحی، روی، ریشه، ساقه.

مقدمه

فلفل با نام علمی (*Capsicum annuum* L.) متعلق به سلسله (Plantae)، راسته (Solanales) و تیره (Solanaceae) می‌باشد [۱۶]، به صورت وسیع در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و کشورهای معتدله کشت می‌شود [۱۶]. پنج گونه اصلی از فلفل که اهلی شده‌اند شامل (*C.annuum, C.pubescens, C.baccatum, C.chinense, C.frutescens*) می‌باشند. که در بین آن‌ها گونه *C.annuum* به صورت گسترده مورد کشت و کار قرار می‌گیرد [۱۸]. فلفل یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است. اهمیت فلفل نه تنها به سبب ارزش اقتصادی آن بلکه همچنین به سبب

www.SID.ir

Archive of SID

ارزش تغذیه‌ای آن به واسطه منابع آلی و ترکیبات آنتی اکسیدانی می‌باشد [٤]. این ترکیبات آنتی اکسیدانی، واکنش‌های اکسیداتیو مضر در بدن انسان را کاهش می‌دهند. بنابراین مصرف فلفل دلمه‌ای می‌تواند از بروز برخی بیماری‌های قلبی، عصبی و سرطان جلوگیری نماید [٤]. اثرات شیمیایی، بیولوژیکی، فیزیولوژیکی و ژنتیکی در گیاهانی که در معرض فلزات سنگین قرار می‌گیرند توجه بسیاری را به خود جلب کرده است، زیرا گیاهان پتانسیل تجمع فلزات را در خودشان دارند و در نهایت وارد زنجیره غذایی می‌شوند [۸،۱۷،۲۱،۲۲،۳۰]. نتایج مطالعات نشان داده است که انباشتگی زیاد فلزات سنگین در بافت گیاهی می‌تواند در کاهش طول ریشه، زیست توده گیاهان، جوانه‌زنی دانه و بیوسنتز کلروفیل موثر می‌باشد [۲٤]. در داخل سلول، فلزات سنگین بر فتوسنتز، تنفس، مواد مغذی معدنی، آنزیم‌های واکنش‌ها و بسیاری از فاکتورهای فیزیولوژیکی دیگر اثر می‌گذارند [۱۹]. چگونگی پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهی به تنش القاء شده توسط فلزات سنگین با گونه‌های گیاهی، نوع و گونه فلز و شرایط تیمار متفاوت است. روی از عناصر ضروری است که متعلق به گروه دوم جدول تناوبی می‌باشد و به عنوان یک ماده غذایی برای گیاهان عمل می‌کند اما در غلظت‌های بالاتر، سمی است [۲۹،۲۳]. مقدار عنصر روی در خاک‌های غیر آلوده معمولاً کمتر ازppm ۱۲۵ می‌باشد [۱٤،۱۰]. فلز روی یک ترکیب متالوآنزیم یا یک کوفاکتور برای بسیاری از آنزیم‌ها مانند انهیدرازها، دهیدروژنازها، اکسیداز و پراکسیدازها [۱۳] می‌باشد و نقش مهمی در تنظیم متابولیسم نیتروژن، تکثیر سلولی، فتوسنتز و سنتز اکسین [۲۳] و سنتز اسید نوکلئیک و پروتئین‌ها ایفا می‌کند و به همراه فسفر و نیتروژن به تشکیل دانه کمک می‌کند [۹،۷]. با توجه به افزایش بیش از حد کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی و افزایش مقدار فلزات سنگین در محیط زیست و اهمیت اقتصادی و تغذیه‌ای فلفل در دهه‌های اخیر در ایران و جهان، در این پژوهش تاثیر فلز روی بر رشد عمومی و ساختار تشریحی گیاه فلفل مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کشت گیاه فلفل

گیاه مورد استفاده در این مطالعه، گیاه فلفل دلمه‌ای با نام علمی *Capsicum annuum* L.، واریته California Wonder از خانواده سیب زمینی Solanaceae است. برای این منظور، ٦ گروه تیمار شامل غلظت‌های مختلف روی، ۰ (شاهد)، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ میلی مول انتخاب شد و از اولین آبیاری تا پایان دوره رشد برای آبیاری از تیمارها استفاده گردید. ابتدا خزانه نشاء به وسیله محلول ۱۰٪ آب ژاول، تمیز و انگل‌زدائی شد. پس از ضدعفونی کردن بذرها، درون خاک سترون شده (تهیه شده از شرکت بهکام) کشت داده شد. در طول دوره تکثیر دمای بستر ۲± ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۷۵ الی ۸۰ درصد و دوره روشنائی به صورت ١٦ ساعت روشنایی / ۸ ساعت تاریکی رعایت گردید. نشاءهای جوان بعد از گذشت ۱۰-۸ هفته آماده انتقال به محیط گلخانه بودند، در این زمان ارتفاع آن‌ها ۲۵ سانتی‌متر و دارای حداقل ٤ برگ بر روی تنه اصلی و شاخه‌هایی که تازه جوانه زده‌اند بودند (در گیاهان شاهد و در تیمارها بر اساس میزان تیمار، میزان رشد متفاوت بود). برای بررسی‌های تشریحی ریشه، ساقه، برگ و دمبرگ نمونه ها به مدت دو هفته در محلول اتانول و گلیسیرین قرار گرفت، پس از تهیه برش دستی، رنگ آمیزی سبز متیل -

www.SID.ir

Archive of SID

کارمن زاجی نمونه‌ها برای مشاهده میکروسکوپی استفاده شد. برش ها توسط میکروسکوپ نوری OLYMPUS مدل BX43مجهز به دوربین دیجیتال مطالعه شدند و عکسبرداری از نمونه‌های مناسب انجام شد.

شاخص‌های رشد

برای بررسی شاخص‌های رشد، طول ساقه، دمبرگ بر حسب میلی‌متر، تعداد و سطح برگ بر حسب میلی‌متر مربع نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در پایان، نتایج این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS v.20 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. Tukey و Dunnett برای بررسی میانگین‌ها و متغییرها استفاده شد. مقدار عددی P value محاسبه و مقدار عددی برابر و یا کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار تعیین گردید.

نتایج

تاثیر روی (Zn) بر فاکتورهای رشد:

تغییرات شاخص‌های رشد (طول ساقه و دمبرگ، سطح و تعداد برگ) تحت تاثیر غلظت‌های مختلف روی روند کاهشی را نشان داد (شکل ۱). پیچیدگی لبه‌های برگ و از بین رفتن تیمارهای ۳ و ۵ در مراحل تیماردهی از آثار نامطلوب تیمارهای مورد استفاده بود.

طول ساقه‌ها (بخش هوایی): در گروه‌های شاهد و تحت تیمار مقایسه شد و نتایج نشان داد میانگین این فاکتور در تیمار ۱، کاهش معنی‌داری ندارد ولی در بقیه گروه‌های تیماری نسبت به شاهد کاهش یافته است (نمودار ۱ الف).

طول دمبرگ: در گروه‌های شاهد و تحت تیمار مقایسه شد و نتایج نشان داد میانگین این فاکتور در تیمار ۱، کاهش معنی‌داری ندارد ولی در بقیه گروه‌های تیماری نسبت به شاهد کاهش یافته است (نمودار ۱ ب).

سطح برگ: در گروه‌های شاهد و تحت تیمار مقایسه شد و نتایج نشان داد میانگین این فاکتور در تیمار ۱، کاهش معنی‌داری ندارد ولی در بقیه گروه‌های تیماری نسبت به شاهد کاهش یافته است (نمودار ۱ ج).

تعداد برگ: در گروه‌های شاهد و تحت تیمار مقایسه شد و نتایج نشان داد میانگین این فاکتور در تیمار ۱، کاهش معنی‌داری ندارد ولی در بقیه گروه‌های تیماری نسبت به شاهد کاهش یافته است (نمودار ۱ د). تفاوت بین گروه‌های تحت تیمار و شاهد در سطح P ≤۰/۰۵معنی دار است (جدول ۱).

تاثیر بر ساختار تشریحی اندام‌های رویشی:

ریشه: در برش عرضی ریشه فلفل دلمه‌ای ریزودرم (Rh) از یک لایه سلول مکعبی شکل، کوچک، فشرده و فاقد فضای بین سلولی تشکیل شده است. پارانشیم پوست (P)، ناحیه پارانشیم پوست که متشکل از سلول‌های بیضی با دیواره نازک و پکتوسلولزی است. آندودرم، داخلی‌ترین لایه پوست و از یک لایه سلول به هم فشرده پارانشیمی تشکیل شده است، و در زیر آن دایره محیطیه یا لایه ریشه‌زا (Pe) قرار دارد. دایره محیطیه در این جا شامل یک لایه است. سپس بافت آبکش (Ph) قرار دارد. بخش بعدی بافت چوب (Xy) می‌باشد. بخش مغز (Pi) در مرکز ریشه قرار دارد و از بافت پارانشیم تشکیل شده است. در بخش مغز بافت آبکش درونی (Phi) هم مشاهده می‌شود که از خصوصیات این تیره است (شکل ۲ A). در گیاهان تیمار شده با نیترات روی ساختار ریشه در تیمار ۱ نسبت با شاهد تفاوتی نداشت. در بقیه تیمارها

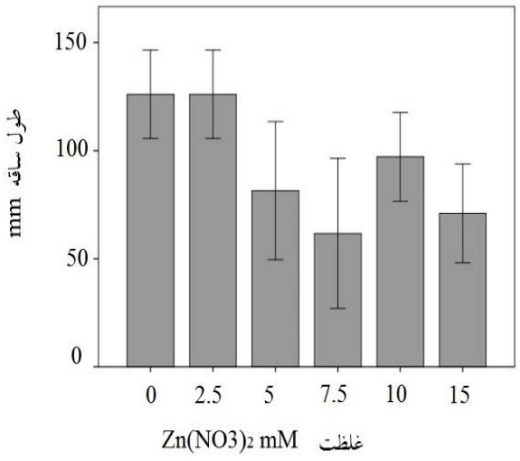
www.SID.ir

Archive of SID

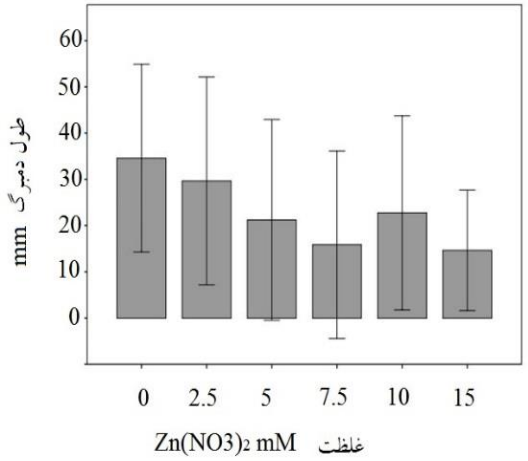
پیوستگی بافت چوب و مقدار آن کاهش یافته است. ولی تعداد و قطر متازایلم‌ها افزایش داشت. نیز وسعت محدوده مغز افزایش یافته است. تراکم بافت آبکش نیز کاهش داشت (شکل ۲ B-F).

ساقه: ریخت کلی برش عرضی ساقه در فلفل دلمه‌ای تقریباً کروی می‌باشد، بیرونی‌ترین بخش را سلول‌های مکعبی شکل، کوچک، فشرده و فاقد فضای بین سلولی اپیدرم (Epi) تشکیل می‌دهند که شامل یک ردیف سلول‌های منظم است و با لایه کوتیکول (Cu) پوشش یافته است که در آن کرک‌های ساده (Tri) دیده می‌شوند، سپس لایه‌ای از سلول‌های بسیار منظم از بافت کلانشیم گوشه‌دار (Co) است که این

شکل ۱-مقایسه رشد گیاهان شاهد با تیمار یک (۲/۵ میلی‌مول نیترات روی)، تیمار دو (۵ میلی‌مول نیترات روی)، تیمار سه (۷/۵ میلی‌مول نیترات روی)، تیمار چهار (۱۰میلی‌مول نیترات روی) و تیمار پنج (۱۵ میلی‌مول نیترات روی).



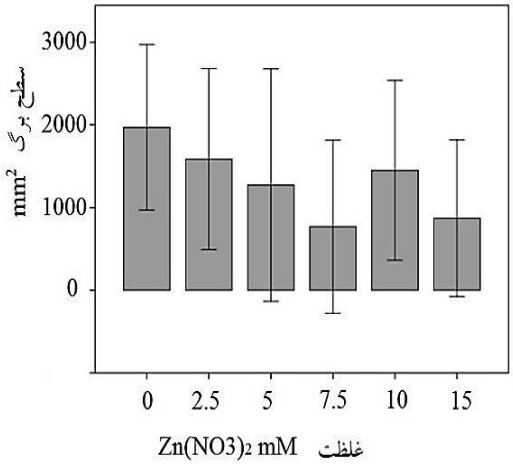
الف- طول ساقه (mm)



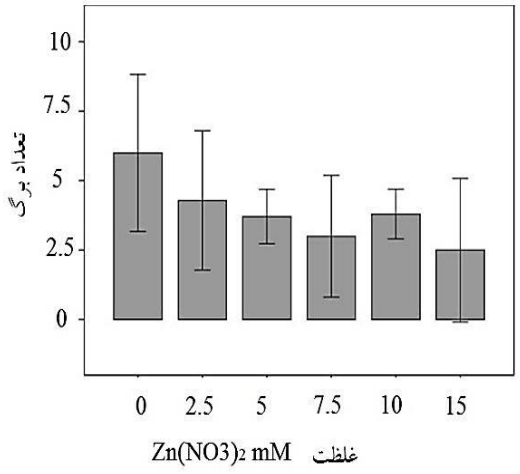
ب- طول دمبرگ (mm)

www.SID.ir

Archive of SID



ج – سطح برگ (mm^2)



د – تعداد برگ

نمودار ۱ – تاثیر نیترات روی بر شاخص‌های رشد. الف – طول ساقه (mm)؛ ب – طول دمبرگ (mm)؛ ج – سطح برگ (mm^2)؛ د – تعداد برگ. اختلاف بین گیاه شاهد و گروه‌های تیماری، در سطح $P\leq ۰/۰۵$ معنی دار می‌باشد.

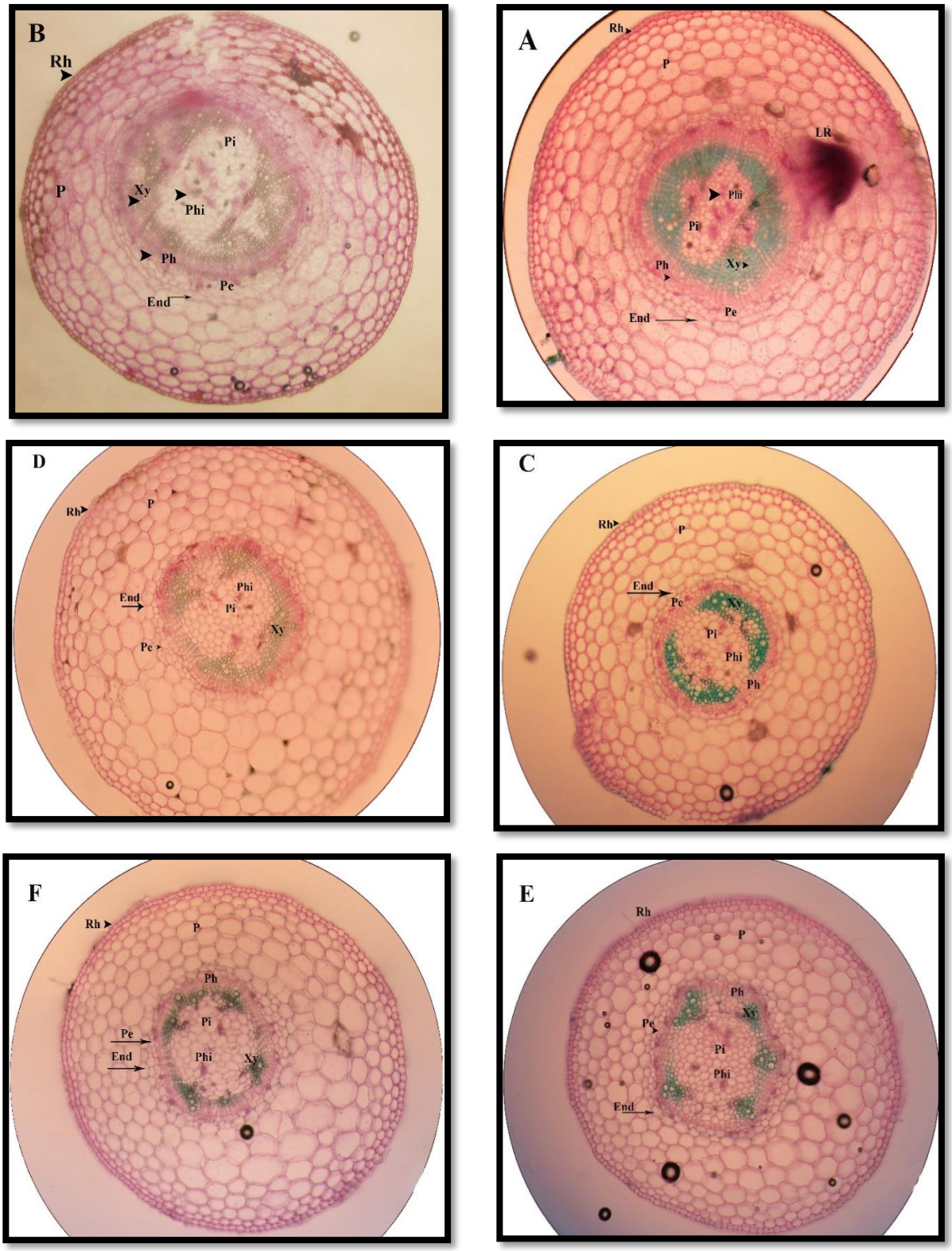
جدول ۱ – مقدار (انحراف معیار ± میانگین) صفات مورد مطالعه در گیاهان در معرض غلظت‌های مختلف روی ($P\leq ۰/۰۵$)(n=۵)

تیمارها	سطح برگ (mm^2)		طول دمبرگ (mm)		طول گیاه (mm)		تعداد برگ	
	انحراف معیار ± میانگین	P value	انحراف معیار ± میانگین	P value	انحراف معیار ± میانگین	P value	انحراف معیار ± میانگین	P value
تیمار یک	1586.80±547.37	.196	29.66±11.24	.606	126.06±10.21	1.000	4.29±1.25	.087
تیمار دو	1271.83±702.94	.001	21.22±10.85	.001	81.49±15.96	.000	3.71±.49	.010
تیمار سه	768.47±523.83	.000	15.85±10.14	.000	61.73±17.36	.000	3.00±1.10	.001
تیمار چهار	1450.36±543.31	.049	22.75±10.50	.006	97.18±10.27	.024	3.80±.45	.027
تیمار پنج	871.72±473.79	.000	14.64±6.51	.000	70.97±11.43	.000	2.50±1.29	.000

سلول‌ها کوچک و دارای دیواره ضخیم پکتوسلولزی هستند. در زیر کلانشیم، بافت پارانشیم پوستی (P) می‌باشد که از سلول‌های بیضی شکل با دیواره‌های نازک تشکیل شده است. در استوانه مرکزی بافت آبکش و چوب قابل تشخیص است که کم و بیش پیوستگی دارند. آبکش از نوع بی کلاترال است یعنی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ – مقطع عرضی ریشه فلفل دلمه‌ای (۱۰X) رنگ آمیزی با کارمن زاجی و آبی متیل، (A) شاهد، (B) نمونه تیمار شده با ۲/۵ میلی‌مول نیترات روی، (C) نمونه تیمار شده با ۵ میلی‌مول نیترات روی، (D) نمونه تیمار شده با ۷/۵ میلی‌مول نیترات روی، (E) نمونه تیمار شده با ۱۰ میلی‌مول نیترا روی، (F) نمونه تیمار شده با ۱۵ میلی‌مول نیترات روی (Rh: ریزودرم،P: پارانشیم پوستی، End: آندودرم، Pe: دایره محیطیه، Xy: بافت چوب، Ph: بافت آبکش،Phi: بافت آبکش درونی، Pi: مغز، LR: ریشه جانبی).

www.SID.ir

Archive of SID

در دو طرف چوب، آبکش قرار گرفته است، در بین بافت چوب و آبکش، کامبیوم (Ca) مشاهده می‌شود و مغز (Pi) که در مرکز ساقه قرار دارد (شکل A۳). بررسی‌ها نشان داد که در ساقه گیاهان تیمار شده گسترش و افزایش تراکم بافت چوب به غیر از تیمار ۵ و عدم پیوستگی آن در کلیه تیمارها مشاهده می‌شود. تعداد و قطر متازایلم‌ها افزایش داشته است، افزایش تراکم بافت آوند آبکش در کلیه تیمارها به غیر از تیمار ۵ دیده می‌شود (شکل B-F۳)

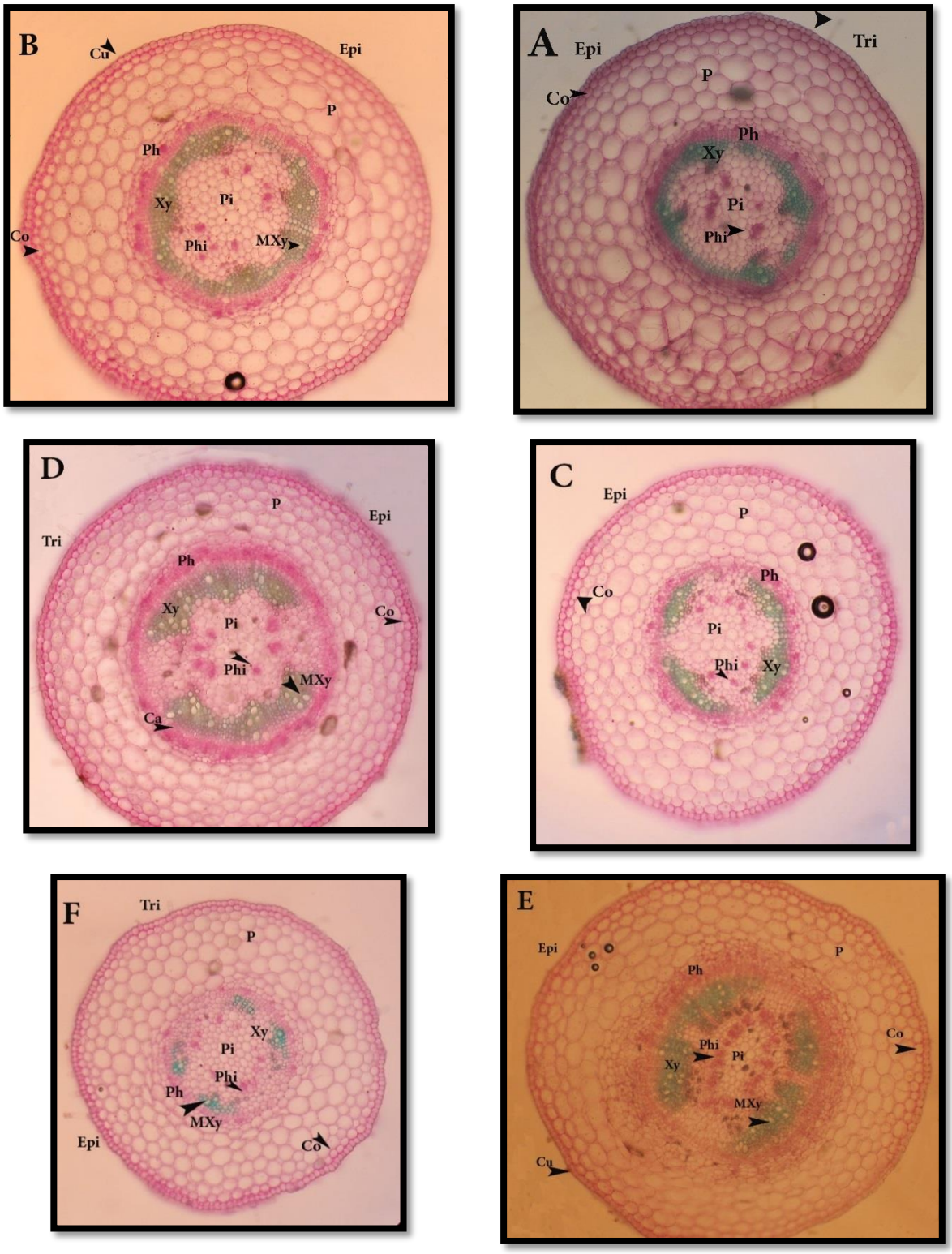
برگ: مشاهدات میکروسکوپی ساختار برگ که به صورت برش‌گیری میکروتومی (عرضی) و دستی انجام شد. در برش عرضی پهنک سه نوع بافت اصلی مشاهده می‌شود (شکل ٤ A). الف– اپیدرم در هر دو سطح بالائی (U.e) و پائینی (L.e) برگ، ب– مزوفیل بین اپیدرم بالائی و پائینی، ج– رگبرگ‌ها یا دسته‌های آوندی.

الف– اپیدرم تمام سطح برگ را می‌پوشاند و از خارج توسط لایه کوتینی پوشیده شده است. لایه اپیدرم معمولاً از سلول‌های اپیدرمی و سلول‌های روزنه‌ای تشکیل شده است (شکل ٤ A). ب– مزوفیل پارانشیمی است که فضای بین اپیدرم بالائی (U.e) و پائینی (L.e) برگ را پر می‌کند. سلول‌های مزوفیل یک لایه پارانشیم نرده‌ای (P.p) و دیگری شامل پارانشیم حفره‌ای (S.p)(شکل ٤ A). پارانشیم نرده‌ای متشکل از یک لایه سلول باریک است که بر سطح برگ عمود هستند. این سلول‌ها در زیر اپیدرم بالائی (U.e) قرار دارند. پارانشیم نردبانی در سطح پائینی وجود ندارد. بدین ترتیب این نوع مزوفیل را دورویه یا نامتقارن گویند. پارانشیم حفره‌ای در زیر پارانشیم نرده‌ای تا اپیدرم پائینی را پر می‌کند. سلول‌های پارانشیم حفره‌ای نامنظم هستند و اتصال آن‌ها به یکدیگر سست است و بین آن‌ها حفره‌هایی وجود دارد. ج– رگبرگ‌ها در برش‌گیری دستی از رگبرگ میانی (شکل ٤ 2- A) مشخص شد که رگبرگ‌ها در اصل رشته‌های آوندی هستند که ادامه رشته‌های آوندی دمبرگ بوده و شبکه گسترده‌ای را در مزوفیل تشکیل می‌دهند. رگبرگ اصلی غالباً در سطح پهنک برجسته است، در رگبرگ‌های بزرگ، آوندهای چوب، آوندهای آبکشی، سلول‌های همراه و بافت استحکامی وجود دارد (شکل ٤ 2-A). در رگبرگ‌های کوچک، تعداد آوندها و بافت‌های استحکامی کمتر است. در دسته‌های آوندی برگ، آوندهای چوبی در سطح بالائی برگ (در سطح زیر اپیدرم بالائی) و آوندهای آبکشی در زیر آن‌ها دیده می‌شود. مقایسه ساختار برگ در گیاهان شاهد و تحت تیمار تفاوت مشهودی را نشان نداد (شکل ٤ B- E).

دمبرگ: در مشاهدات میکروسکوپی برش عرضی از دمبرگ فلفل دلمه‌ای، بیرونی ترین بخش را سلول‌های مکعبی شکل کوچک، فشرده و فاقد فضای بین سلولی به نام اپیدرم (Epi) تشکیل می‌دهند، سطح خارجی این سلول‌ها را کوتیکول می‌پوشاند. سپس در زیر اپیدرم سلول‌های بسیار منظم به نام بافت کلانشیم (Co) وجود دارد. در زیر کلانشیم، بافت پارانشیم پوستی (P) قرار می‌گیرد که از سلول‌های دایره‌ای شکل با دیواره‌های نازک تشکیل شده است. بافت چوب (Xy) – آبکش (Ph) به صورت هلالی شکل و پیوسته در وسط مشاهده می‌شوند، دو دسته بافت چوب و آبکش نیز در گوشه‌های دمبرگ مشاهده می‌شود (شکل A۵). مقایسه ساختار دمبرگ در گیاهان شاهد و تحت تیمار افزایش بافت چوب و آبکش در کلیه تیمارها مشاهده شد اما در تیمار ۵ کاهش را نشان داد (شکل ۵ B-F).

www.SID.ir

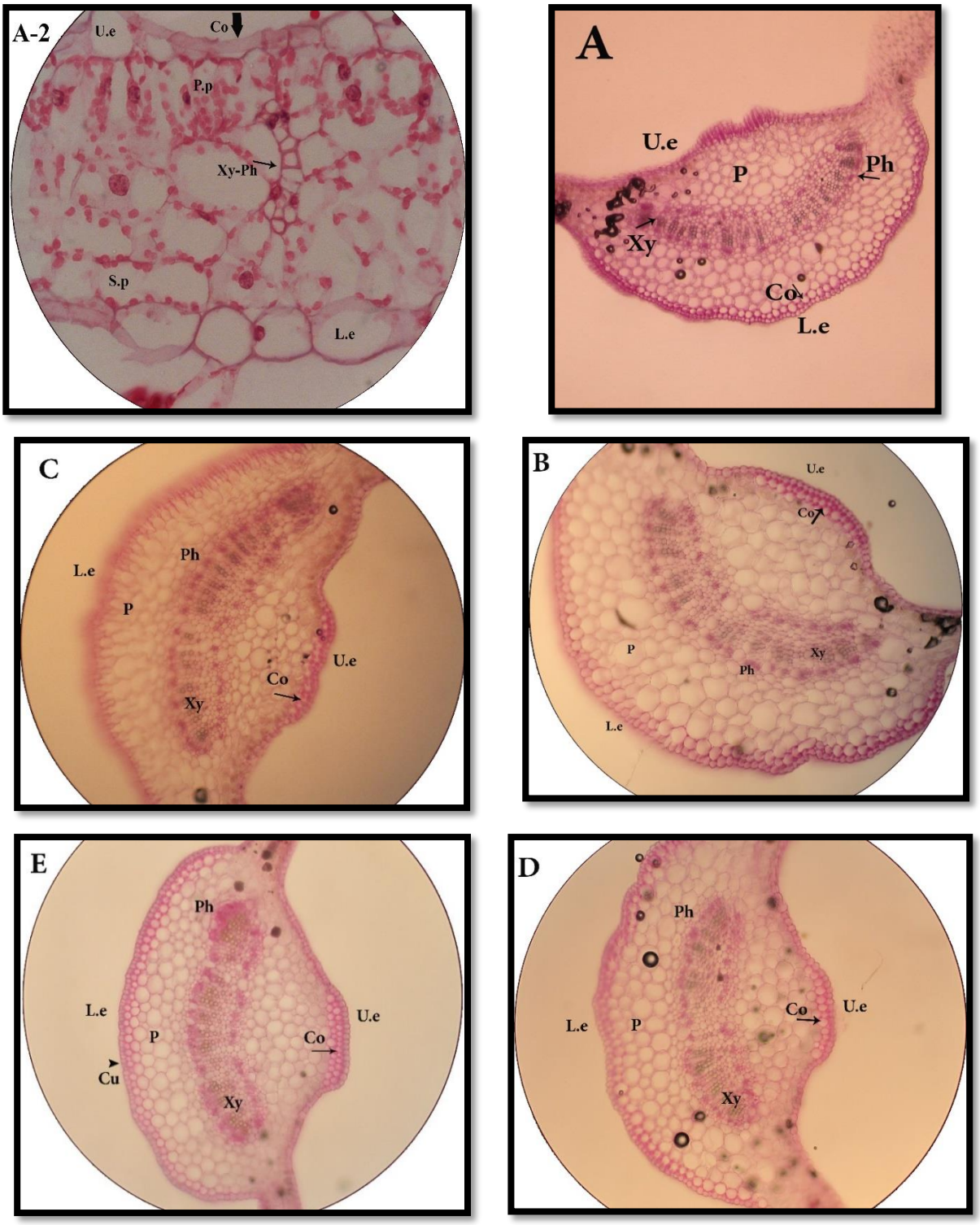
Archive of SID



شکل ۳ – مقطع عرضی ساقه فلفل دلمه‌ای (۱۰X) رنگ آمیزی با کارمن زاجی و آبی متیل،(A) شاهد، (B) نمونه تیمار شده با ۲/۵ میلی‌مول نیترات روی، (C) نمونه تیمار شده با ۵ میلی‌مول نیترات روی، (D) نمونه تیمار شده با ۷/۵ میلی‌مول نیترات روی، (E) نمونه تیمار شده با ۱۰ میلی‌مول نیترات روی، (F) نمونه تیمار شده با ۱۵ میلی‌مول نیترات روی (Epi: اپیدرم،P: پارانشیم پوستی، Xy: بافت چوب، Ph: بافت آبکش، Pi: مغز، Phi: آوند آبکش داخلی، Tri: کرک، Cu: کوتیکول، Co: کلانشیم گوشه‌دار).

www.SID.ir

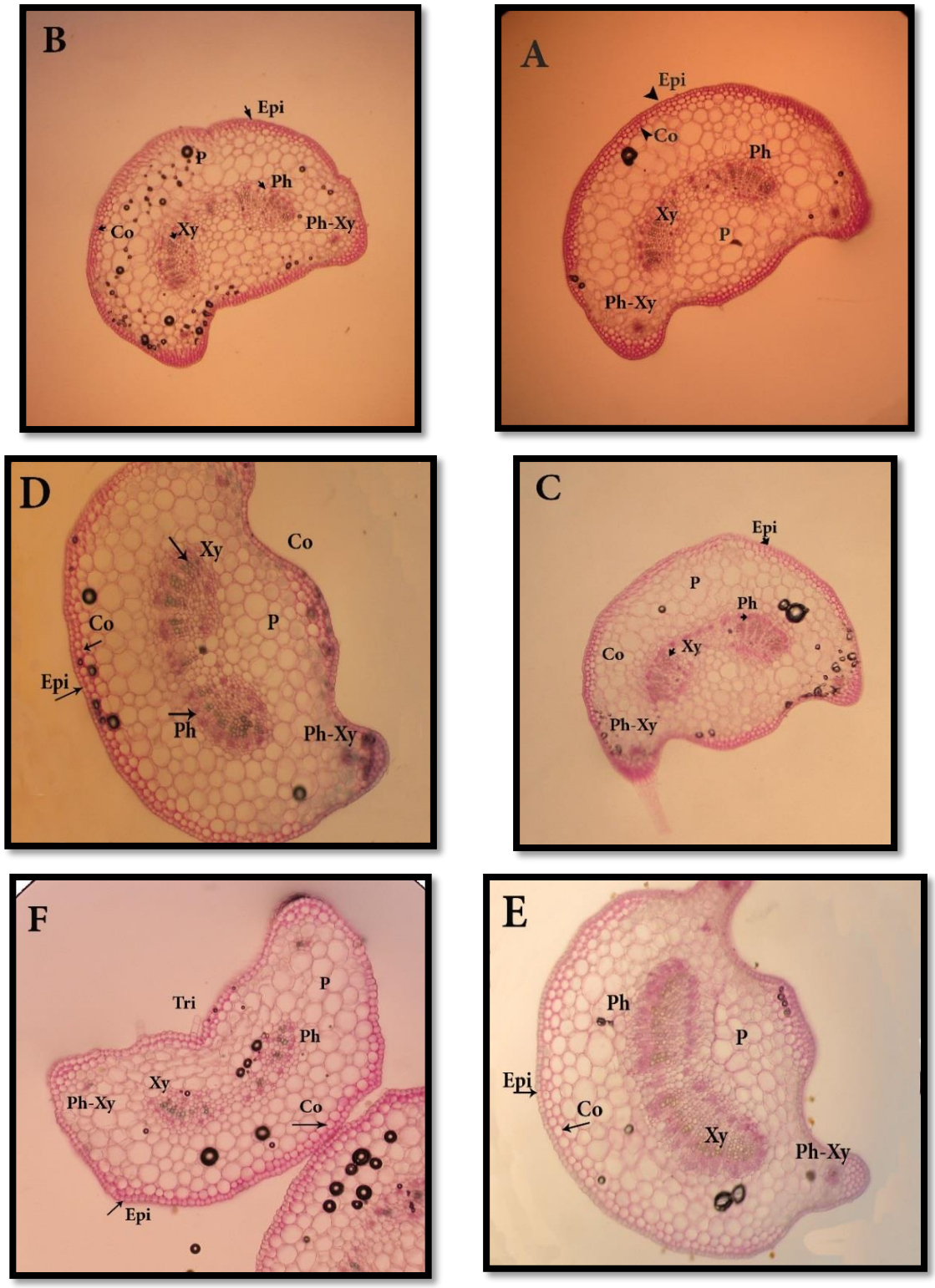
Archive of SID



شکل ٤ –مقطع عرضی برگ فلفل دلمه‌ای (۱۰X) در برش دستی رنگ آمیزی با کارمن زاجی و آبی متیل، در برش میکروتومی رنگ آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین، شاهد (A ,A-2)، (B) نمونه تیمار شده با ۲/۵ میلی‌مول نیترات روی، (C) نمونه تیمار شده با ۵ میلی‌مول نیترات روی، (D) نمونه تیمار شده با ۷/۵ میلی‌مول نیترات روی، (E) نمونه تیمار شده با ۱۰ میلی‌مول نیترات روی (P: پارانشیم پوستی ، Xy: بافت چوب، Ph: بافت آبکش، Tri: کرک، Cu: کوتیکول، Co: کلانشیم، U.e: اپیدرم بالائی، P.p: پارانشیم نردبانی، S.p: پارانشیم حفره‌ای، L.e: اپیدرم پائینی).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵ - مقطع عرضی دمبرگ فلفل دلمه‌ای (۱۰X) رنگ آمیزی با کارمن زاجی و آبی متیل، (A) شاهد، (B) نمونه تیمار شده با ۲/۵ میلی‌مول نیترات روی، (C) نمونه تیمار شده با ۵ میلی‌مول نیترات روی، (D) نمونه تیمار شده با ۷/۵ میلی‌مول نیترات روی، (E) نمونه تیمار شده با ۱۰ میلی‌مول نیترات روی، (F) نمونه تیمار شده با ۱۵ میلی‌مول نیترات روی (Epi: اپیدرم، P: پارانشیم پوستی، Xy: بافت چوب، Ph: بافت آبکش، Tri: کرک، Cu: کوتیکول، Co: کلانشیم).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

مهار رشد و کاهش زی توده یکی از عمومی‌ترین نشانه‌های مسمومیت گیاهان با فلز روی می‌باشد. بر اساس گزارش Van Assche (۱۹۸٦) [۲۵] دوزهای بالای فلز روی از طریق تخریب ساختار میتوکندریایی در سلول‌ها سبب مهار بسیاری از فعالیت‌های متابولیکی در گیاه می‌شود [۲۰]. تجمع بالای فلز روی در سیتوزول سلول گیاهی نیز از اختلال در عملکرد طبیعی سلول و مهار فرایند تنفس و واکنش‌های انرژی خواه مرتبط با رشد سلول می‌تواند سبب کاهش رشد و نمو مطلوب کل گیاه شود [۹]. این عنصر با متوقف کردن مرحله اینترفاز، طولانی ساختن مرحله پروفاز و G2 و نیز توقف سنتز پروتئین‌های سنتزی مورد نیاز چرخه سلولی و سنتز اسیدهای نوکلئیک فرایند تقسیم سلولی را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۱۱]. پیوستگی، یکپارچگی و نفوذپذیری غشاء در اثر سمیت با روی مختل می‌شود. در سطح مولکولی نیز بر بیان بسیاری از ژن‌ها تاثیر می‌گذارد [۲۸]. Vijayarengan و Mahalakshmi (۲۰۱۳) [۲۷] نشان دادند که سمیت Zn طول ریشه و ساقه و همچنین سطح برگ را در گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) کاهش می‌دهد. در گیاه سویا تحت غلظت‌های مختلف روی کاهش معنی دار در طول ریشه و اندام هوایی در تمامی غلظت‌ها مشاهده شد [۱]. در گیاه ازملک رشد ساقه در گیاهچه‌های تیمار شده با یون روی به ویژه در غلظت‌های بالا به طور معنی داری کاهش نشان داد [۳]. بررسی‌ها در گیاه لوبیا نشان داد که تیمار روی اثر معنی دار بر شاخص های رشد و فیزیولوژیک داشته است به طوریکه افزایش غلظت روی سبب کاهش طول ریشه و طول ساقه شد [۲]. نتایج این پژوهش با این تحقیقات همسو است.

مقایسه ساختار تشریحی ریشه در گیاهان شاهد با گیاهان تحت تیمار نشان داد، تراکم بافت آبکش و چوب کاهش یافته است، افزایش عناصر متاگزیلمی و قطر آن‌ها بیشتر شده است که نتایج حاصل با تحقیقات صادری و زرین کمر[۵] که به مطالعه تاثیر سرب بر روی گیاه بابونه آلمانی پرداخته‌اند همسو می‌باشد. تنش فلزات سنگین تغییراتی را در ساختار تشریحی ساقه گیاهان ایجاد می‌کند که این تغییرات بر اساس گیاهان مختلف و نوع تنش‌های به کار گرفته شده، متفاوت می‌باشد [۱۵]. مقایسه گیاهان شاهد با گیاهان تحت تیمار نشان داد که در استوانه مرکزی افزایش در تراکم عناصر چوب و آبکش رخ داده، دهانه عناصر متاگزیلمی نسبت به شاهد فراخ‌تر شده و دسته‌های آوندی به سمت مرکز (پارانشیم مغز) گسترش یافته اند که نتایج با تحقیقات صادری و زرین کمر [۵] که به مطالعه تاثیر سرب بر روی گیاه بابونه آلمانی پرداخته‌اند همسو نمی‌باشد، که می توان علت آن را تفاوت ژنتیکی در بین گونه‌های مختلف دانست که این تفاوت‌ها باعث بروز پاسخ‌های متفاوت به تنش-های محیطی می‌گردد.

نتایج حاصل از مطالعه تشریحی دمبرگ گیاه فلفل دلمه‌ای با نتایج پژوهش مجد و حبیبی [٦] همسو می-باشد و در گیاه فلفل دلمه‌ای در دمبرگ مشاهده می-شود که تعداد عناصر و ردیف‌های آوندی و در مجموع قطر دسته آوندی در کلیه غلظت‌ها به غیر از ۲/۵ میلی مول (تیمار یک) به طور مشخص افزایش می‌یابد. علت افزایش تعداد عناصر و ردیف‌های آوندی در تیمارها مربوط به فعالیت بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

سلول‌های منطقه زاینده است [۱۲]. تعداد عناصر آوندی و حجم دسته آوندی در تیمار۵ (۱۵ میلی‌مول) نسبت به شاهد و بقیه تیمارها کاهش محسوسی دارد که ناشی از کاهش فعالیت لایه زاینده است [۱۲]. سیستم آوندی در تیمارها گسترش می‌یابد، افزایش سیستم آوندی در این تیمارها از یک سو موید مقاومت نسبی سازگاری و برگشت گیاه در برابر تیمارها است و از سوی دیگر نشانه اثر تحرکی مثبت فلز روی در این حد، فعالیت‌های سلول‌های منطقه زاینده و پدیده‌های مربوط به بیوسنتز چوب است [۲۶]. به نظر می‌رسد نمو چوب پسین سبب افزایش شیره خام در گیاه می‌شود. در گیاه فلفل دلمه‌ای با افزایش غلظت فلز روی عناصر متاگزیلمی افزایش می‌یابد که نتیجه‌ای از تاثیر فلز روی بر روند تکوینی گیاه از جنبه‌های مولکولی و تغییرات ساختاری است [۲۶]. در حالی که به نظر می‌رسد با افزایش بیشتر میزان فلز روی (۱۵ میلی‌مول) گیاه قادر به افزایش مقاومت خود از طریق افزایش بیوسنتز و ترشح چوب نیست، یا این که اثر مهاری و بازدارنده فلز روی بر سیستم آوندی در این سطح تنشی (۱۵میلی‌مول) بارز گردیده است. با توجه به تعارفی که برای گیاهان تحمل کننده فلز روی وجود دارد به نظر نمی‌رسد بتوان گیاه فلفل را از گیاهان تحمل کننده به این عنصر سنگین به شمار آورد. برای مصرف از کودهای روی باید میزان و زمان کودهی مورد توجه بسیاری قرار گیرد.

منابع

[۱] ایرانبخش، ع.، مجد، ا.، نقوی، ف.،۱۳۸۹. بررسی تاثیر کلرید روی و کلرید سرب بر جوانه‌زنی و رشد دانه رست‌های سویا (*Glycine max* L.)، فصلنامه پژوهش های علوم گیاهی، ۲۰(٤): ۷۳-٦۳.

[۲] چهرگانی راد، ع.، خورزمان، ن.، لاری یزدی، ح.، شیرخانی ز.،۱۳۹۵. تغییر در صفات رویشی و شاخص های فیزیولوژیک گیاهان لوبیا تحت تنش روی در محیط کشت هیدروپونیک، فصلنامه زیست شناسی تکوینی، ۸ (۲): ۳۱-۳۹.

[۳] ریاحی مدوار، ع.، نصیری بزنجانی، م.، یوسفی ک.، محمدی، م.، ۱۳۹٤. بررسی قابلیت جذب یون های روی و نقره توسط گیاهچه های ازمک (Lepidium draba L.) و تاثیر این یون ها بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهچه ها، مجله سلول و بافت، ٦(۱): ۵۹-۷۰.

[٤] شیرانی، م.، فیاض، ن.،۱۳۹۰، کاشت انواع فلفل و خواص آن ها، اصفهان، نصوح.

[۵] صادری، ز.، زرین کمر، ف.، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر غلظت های مختلف سرب بر آناتومی گونه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) در مراحل مختلف تکوین، مجله تنش های محیطی در علوم زراعی، ۲: ۱۳۹ تا ۱٤۹.

[٦] مجد، ا.، حبیبی، آ.، ۱۳۸۹، بررسی مراحل تکوین اندام‌های رویشی و زایشی گیاه فلفل *Capsicum Indicum* و خواص آلرژی‌زائی میوه و دانه آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی.

[7] Ali, G., Srivastava, P.S., Iqbal, M., 2000, Influence of cadmium and zinc on growth and photosynthesis of Bacopa monniera cultivated in vitro, Biol Plant., 43(4): 599-601.

[8] An, J., Jeong, S., Moon, H.S., Jho, E.H., Nam, K., 2012, Prediction of Cd and Pb toxicity to Vibrio fischeri using biotic ligand-based models in soil, J Hazard Mater., 203–204: 69–76.

[9] Bonnet, M., Camares, O., Veisseire, P., 2000, Effect of zinc and influence of

www.SID.ir

Archive of SID

Acremonium lolii on growth parameters, chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activities of ryegrass (*Lolium perenne* L. cv Apollo), J. Exp. Bot., 51(346): 945-953.

[10] Di Baccio, D., Tognetti, R., Sebastiani, L., Vitagliano, C., 2003, Responses of Populus deltoides x Populus nigra (Populus x euramericana) clone I-214 to high zinc concentrations, New Phytol., 159: 443-452.

[11] El-Ghamery, A.A., El-Kholy, M.A., El-Yousser, M.A., 2003. Evaluation of cytological effects of Zn2+ in relation to germination and root growth of *Nigella sativa* L. and *Triticum aestivum* L. Mutation Research 537: 29-41.

[12] Goffner,D.,2006,Galactoglucomanans Increase Cell Population Density and Alter the Protoxylem /Meaxylem Tracheary Element Ratio in Xylogenesic Culture of Zinnia., 21(3):157-167.

[13] Hewitt, E.J.,1983, in: Metals and micronutrients: uptake and utilizationby plants, in: Robb D.A., Pierpoint W.S. (Eds.), Academic Press, London. 277–300.

[14] Hussain, S., Maqsood, M.A., Rahmatullah., 2010, Increasing grain zinc and yield of wheat for the developing world: A Review, Emir. J. Food Agric., 22(5): 326-339.

[15] Kasim, W.A., 2007, Physiological consequences of structural and ultra-structural changes induced by Zn stress in *Phaseolus vulgaris*. I. Growth and Photosynthetic apparatus, Int. J. Bot., 3(1):15-22.

[16] Mason, L., Moore, R., Derry, S., 2004, Systematic review of topical capsaicin for the treatment of chronic pain., 328:991

[17] Murakami, M., Ae, N. 2009, Potential for phytoextraction of copper, lead, and zinc by rice (*Oryza sativa* L.), soybean (*Glycine max* [L.] Merr.), and maize (*Zea mays* L.), Journal of Hazardous Materials, 162: 1185-1192.

[18] Nsabiyera, V., Logose, M., Ochwo-Ssemakula, M., Sseruwagi, P., Gibson, P., Ojiewo, C.O., 2013, Morphological Characterization of Local and Exotic Hot Pepper (Capsicum annuum L.) Collections in Uganda. Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability., 7(1): 22-32.

[19] Pourrut, B., Pohu, A.L., Pruvot, C., Garçon, G., Verdin, A., Waterlot, C., Bidar, G., Shirali, P., Douay, F., 2011b, Assessment of fly ash-aided phytostabilisation of highly contaminated soils after an 8-year field trial Part 2, Influence on plants, Sci Total Environ., 409: 4504–4510.

[20] Rout, G.R., Das, P., 2003, Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc, Agronomie., 23: 3–11.

[21] Sarma, H., Deka, S., Deka, H., Saikia, R.R., 2011, Accumulation of heavy metals in selected medicinal plants, Rev Environ Contam Toxicol., 214: 63–86.

[22] Schreck, E., Foucault, Y., Sarret, G., Sobanska, S., Cécillon, L., Castrec-Rouelle, M., Uzu, G., Dumat, C., 2012, Metal and metalloid foliar uptake by various plant species exposed to atmospheric industrial fallout: mechanisms involved for lead, Sci Total Environ., 427–428: 253–262.

[23] Shier, W.T., 1994, Metals as toxins in plants, J. Toxicol. -Toxin Rev., 13: 205–216.

[24] Singh, R., Tripathi, R.D., Dwivedi, S., Kumar, A., Trivedi, P.K., Chakrabarty, D., 2010, Lead bioaccumulation potential of an aquatic macrophyte Najas indica are related to antioxidant system, Bioresour Technol., 101: 3025–3032.

[25] Van Assche F., Clijsters H., 1986, Inhibition of photosynthesis in Phaseolus vulgaris by treatment with toxic concentration of zinc: effect on ribulose – 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase, J. Plant Physiol., 125: 355–360.

[26] van de Mortel, J.E., Villanueva, L.A., Schat, H., Kwekkeboom, J., Coughlan, S., Moerland, P.D., van Themaat, E.V.L., Koornneef, M., Aarts, M.G.M., 2006, Large expression differences in genes for iron and zinc homeostasis, stress response, and lignin biosynthesis distinguish roots of Arabidopsis thaliana and the related metal hyperaccumulator Thlaspi caerulescens, Plant Physiology., Vol. 142, PP. 1127-1147.

[27] Vijayarengan, P., Mahalakshmi, G., 2013, Zinc toxicity in tomato plants, World Applied Sciences Journal, 24(5): 649–653.

www.SID.ir

Archive of SID

[28] Wang, C., Zhang, S.H., Wang, P.F., Hou, J., Zhang, W.J., Li, W., Lin, Z.P., 2009, The effect of excess Zn on mineral nutrition and antioxidative response in rapeseed seedlings, Chemosphere., 75(11):1468–1476.

[29] Welch, R.M., 1995, Micronutrient nutrition of plants, Crit. Rev. Plant Sci., 14: 49–82.

[30] Whitaker, C., Beckett, R.P., Minibayeva, F.V., Kranner, I., 2010, Production of reactive oxygen species in excised, desiccated and cryopreserved explants of Trichilia dregeana Sond, S Afr J Bot., 76: 112–118.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of different concentrations of zinc nitrate on anatomical structure on *Capsicum annuum* L. var California Wonder

Nemat Farahzadi H. [1], Arbabian S.[1 *], Majd A. [1], Tajadod G. [1]

[1] Department of Biology, Faculty of Sciences, Islamic Azad University, North-Tehran Branch, Tehran, Iran.

[*] Email: arbabias@gmail.com

Received: 22 July 2018 Accepted: 17 March 2019

Abstract

zinc is an essential micronutrient, which plays an important role in cell multiplication, synthesis of auxin, nucleic acid and proteins, and also in metabolism, photosynthesis and a cofactor for several enzymes in plants but at higher concentrations, it is toxic. Pepper is one of the most important crop plants. Recently, the global need for this plant has been widely increased due to its use in the food and pharmaceutical industry. The present study investigates the anatomical and morphological parameters like shoot and petiole length, total leaf area and leaf numbers response of *Capsicum annum* L. under different concentrations (0 (control), 2.5, 5, 7.5, 10 and 15 mM) of nitrate zinc. Plants were grown in greenhouse under controlled conditions. Results indicated that increasing zinc concentrations caused significant decrease in stem and petiole length, leaf area and number of leaves (morphological parameters) compared to control plants ($P \leq 0.05$). zinc at high levels showed a negative effect on the overall growth of bell pepper plants. Also in anatomical studies we noticed to increased vascular bundles in shoot and petiole but decreased in root.

Keywords: bell pepper, anatomical structure, zinc, root, shoot.

www.SID.ir