

بررسی اثرات دگرآسیبی علف هرز سوروف (*Echinochola cruss-galli* L.) بر روی برخی صفات تشریحی برنج (*Oryza sativa* L.) رقم زراعی طارم محلی در مراحل گلدهی و رسیدن دانه

سکینه اسمعیلی کناری^۱، منیر حسین‌زاده نمین^{۱*}، خدیجه کیارستمی^۱ و الهیار فلاح^۲

^۱ تهران، دانشگاه الزهرا، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی

^۲ آمل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت مازندران، موسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۱۶

چکیده

برنج (*Oryza sativa* L.) و سوروف (*Echinochola cruss-galli* L.) گیاهانی یکساله و متعلق به تیره غلات می‌باشند. سوروف یکی از مهمترین علف‌های هرز شالیزارهای برنج در ایران و جهان است. در این مطالعه اثرات دگرآسیبی سوروف بر صفات تشریحی گیاه برنج طارم محلی در مراحل گلدهی و رسیدن دانه مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشی با استفاده از عصاره‌های آبی ۵۰ و ۱۰۰٪ ریشه و اندام هوایی گیاه سوروف به‌منظور بررسی اثر آنها بر روی صفات تشریحی برنج طراحی شد. نتایج نشان داد در برنج‌های تیمار شده با عصاره‌های آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف در مرحله گلدهی و رسیدن دانه، تعداد و اندازه دانه‌های سیلیسی در سلول‌های روپوست پشتی برگ و روپوست ساقه و تعداد و اندازه دستجات روزنه‌ای برگ افزایش یافتند. برش عرضی ساقه تعداد و اندازه برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی در سطح ساقه و نیز اندازه دستجات آوندی افزایش نشان داد. در برنج‌های تیمار دیده با عصاره‌های آبی ریشه سوروف با افزایش سیلیس در برگ و ساقه گیاه برنج، طول ساقه، مقدار محصول، مقاومت در مقابل کرم ساقه‌خوار و استحکام ساقه در مقابل ورس (خوابیدگی ناشی از باد و باران) افزایش یافتند. نتایج نشان داد که عصاره‌های آبی ریشه سوروف بر تعداد و اندازه دانه‌های سیلیسی و برآمدگی‌های ناشی از آنها در برگ و ساقه اثر مثبت داشت و باعث افزایش مقاومت و استحکام ساقه‌ها شد که منجر به افزایش برداشت محصول برنج شد.

واژه‌های کلیدی: برنج (*Oryza sativa* L.)، دگرآسیبی، سوروف (*Echinochola cruss-galli* L.)، سیلیس

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۱۳۴۹۷۲۶، پست الکترونیکی: monirhosseinzade@yahoo.com

مقدمه

هوایی، ترشح ریشه و نیز تجزیه بقایای گیاهی به محیط زیست آزاد می‌شوند (۲۳ و ۱۱).

از علف‌های هرز می‌توان سوروف (*Echinochola cruss-galli*)، اوپارسلام (*Cyperus difformis*)، پیروز دریایی (*Scirpus mucronatus*) و قاشق واش (*Alisma plantago*) را نام برد که اثرات مهای زیادی را در خزانه برنج (*Oryza sativa* L.) ایجاد می‌کنند. سوروف گیاهیست یکساله از تیره غلات (Gramineae) و یکی از مهمترین

دگرآسیبی (Allelopathy) یک مبارزه شیمیایی است که در اثر بر هم کنش بین گیاهان ایجاد می‌شود (۷). دگرآسیبی سبب تولید مواد شیمیایی دگرآسیب (Allelochemicals) از یک گیاه شده و می‌تواند رشد و گسترش گیاهان دیگر و خودی را تحت تأثیر قرار دهد. این مواد می‌توانند اثرات منفی و مثبت خود را بر مراحل جوانه‌زنی، رویشی و زایشی سایر گیاهان نشان دهند (۲۶ و ۳ و ۱۰). ترکیبات شیمیایی دگرآسیب از طریق شستشو و تبخیر از بخش‌های

انتقال دهنده‌های سیلیس شناسایی شده‌اند که در جذب، انتقال و توزیع سیلیس دخالت دارند (۱۹). اولین ژن ناقل درون شارش سیلیس که در برنج شناسایی شد، (Low *Lsi1* (silicon)) بود. این ژن در ریشه‌های اصلی و جانبی وجود دارد ولی در تار کشنده مشاهده نشد (۱۷). ژن *Lsi1* پروتئین تراغشایی مشابه آکوپورین را رمزسازی می‌کند که به سیلیسیک اسید تراوایی دارد (۱۷ و ۲۹). ژن دیگری که ناقل برون شارش سیلیس را رمزسازی می‌کند، *Lsi2* می‌باشد. محصول این ژن یک پروتئین غشایی با ۱۱ قلمرو تراغشایی متعلق به یک ناقل آنیونی بوده و فاقد هر گونه تشابه با *Lsi1* می‌باشد (۱۸). *Lsi1* و *Lsi2* در سلول‌های آگزودرم و آندودرم ریشه‌ها قرار دارند. *Lsi1* دور از مرکز (نسبت به استوانه مرکزی در ریشه) سلول‌های آگزودرم و آندودرم قرار دارد اما *Lsi2* نزدیک به مرکز این سلول‌ها واقع شده است (۱۷ و ۱۹). اخیراً ناقل *Lsi6* در برنج شناسایی شده است که مسئول خارج کردن سیلیسیک اسید از آوندهای چوبی است و در توزیع بعدی سیلیس نقش دارد. *Lsi6* مشابه *Lsi1* می‌باشد اما *Lsi6* در سمت محوری سلول‌های پارانشیم آوند چوبی در غلاف برگ و پهنک برگ قرار دارد (۳۰).

مورفولوژی گیاه برنج: اندام‌های رویشی برنج شامل ریشه، برگ و ساقه می‌باشد. برگ‌های برنج به طور متناوب در روی ساقه قرار دارند و هر برگ دارای پهنک باریک و بلند می‌باشد. ساقه برنج ماشوره‌ای، توخالی و صاف است و در فواصل مختلف ساقه جدارهای سختی وجود دارد (۱).

صفات تشریحی روپوست برگ برنج: سلول‌های روپوست به طور منظم در ردیف‌های موازی رگبرگ میانی آرایش یافته‌اند. در وسط سطح برگ، جایی که دستجات آوندی واقع شده، سلول‌های سیلیسی دمبلی شکل (Dumbbell-shaped silica cells) در یک ردیف، مستقیماً روی دستجات آوندی کوچک (Small vascular bundles) واقع شده‌اند، گاهی در بعضی دستجات

علف‌های هرز زراعت برنج در ایران و جهان است. سوروف گیاهی با فتوسنتز C4 است و به همین دلیل از رشد و پنجه‌زنی سریعی برخوردار بوده و خیلی سریع در مزارع برنج غالب می‌شود. این گیاه در خزانه شبیه برنج بوده و تشخیص آن از گیاه برنج کمی مشکل است (۱ و ۸). معمولاً سوروف همراه با برنج در مزارع برنج وجود دارد. سوروف محدودیت بیولوژیکی جدیدی در بهره‌وری برنج ایجاد می‌کند و اثرات نامطلوبی بر روی رشد و عملکرد دانه برنج دارد (۱۵ و ۸). عصاره آبی سوروف بر علیه رشد ریشه و کولتوپتیل برخی از محصولات کشاورزی اثرات مهاری دارد (۵). ترشحات ریشه سوروف در طی مراحل اولیه رشد، اثرات بازدارندگی بر روی رشد برنج، کاهو (*Lactuca sativa* L.) و سلواش (*Monochori avaginalis*) داشت (۲۸). ترکیبات شیمیایی دگرآسیب گیاهچه‌های سوروف شامل فنولیک اسیدها، اسیدهای چرب با زنجیره بلند، لاکتون‌ها و بنزوئیک اسیدها هستند. p-هیدروکسی ماندلیک اسید (p-Hydroxymandelic acid) یک ترکیب شیمیایی دگرآسیب آزاد شده از ریشه‌های جوان سوروف است که به طور قابل توجهی رشد برنج را در $1 \mu\text{mol L}^{-1}$ ۱۷۸/۶-۵۹/۵ مهار می‌کند. p-هیدروکسی بنزوئیک اسید (p-Hydroxy benzoic acid)، p-هیدروکسی بنزالدئید (p-Hydroxy benzaldehyde) و فیدروکسی بنزن (phydroxy benzen) به عنوان ترکیبات شیمیایی دگرآسیب اصلی در ریشه‌های سوروف شناسایی شدند، اگرچه اساس شیمیایی دگرآسیبی در سوروف به طور کامل شناسایی نشده است (۱۳).

سیلیس (Silica) توسط ریشه‌ها و به شکل سیلیسیک اسید (Silicic acid) جذب می‌شود و توسط آوندهای چوبی از ریشه‌ها به ساقه‌ها انتقال می‌یابد. در ساقه با از دست دادن آب از طریق تعرق، سیلیسیک اسید غلیظ شده و به سیلیس (SiO_2) تبدیل می‌شود و در نهایت به بافت‌های مختلف انتقال می‌یابد. بنابراین برای انتقال سیلیس از محلول خاک به بافت‌ها، انتقال دهنده‌های مختلفی مورد نیاز است. اخیراً

(خوابیدگی گیاهان در برابر باد و باران) و آفات مختلف از انواع سموم و کودهای شیمیایی استفاده می‌شود. مصرف این مواد سبب آلودگی محیط زیست و موجودات زنده می‌گردد. بکارگیری کودهای زیستی از جمله کود سبز یک راه حل اساسی برای غلبه بر این مشکلات است. ارزیابی توان دگرآسیبی علف‌های هرز بر برنج مشکل و حساس است، زیرا چندین واکنش بین گیاهان و محیط وجود دارد. مطالعه پدیده دگرآسیبی گیاه برنج در شرایط غرقابی مزرعه برنج کاری مشکل است. از طرفی جداسازی این پدیده از سایر عوامل رقابت مثل نور، مواد غذایی، آب و سایر عوامل رقابتی نیز دشوار است، به همین دلیل اطلاعات زیادی در مورد اثر دگرآسیبی گیاهان مختلف از جمله سوروف بر مراحل پنجه‌زنی، گلدهی و رسیدن دانه برنج وجود ندارد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیرات دگرآسیبی عصاره‌های آبی ریشه و اندام هوایی علف هرز سوروف بر مراحل گلدهی و رسیدن دانه برنج طارم محلی است. در این پژوهش تأثیر عصاره‌های آبی سوروف بر روی صفات تشریحی برگ و ساقه برنج و نیز میزان مقاومت و استحکام برنج در برابر عوامل محیطی زنده و غیر زنده از جمله کرم ساقه‌خوار برنج و قارچ عامل بیماری بلاست و پدیده ورس بررسی خواهد شد.

مواد و روشها

تهیه نمونه گیاهی و تهیه عصاره: بعد از جمع‌آوری گیاهچه‌های علف هرز سوروف (مرحله ۵ تا ۶ برگی) از زمین‌های برنج کاری در مؤسسه تحقیقات برنج ایران- آمل خشک شدند. بذرها را برنج طارم محلی نیز از این مؤسسه تهیه شد. مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهر آمل با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۹/۸ متر از سطح دریا واقع شده است.

بخش‌های خشک شده ریشه و اندام هوایی سوروف بعد از تفکیک، به طور جداگانه پودر شده و با مقادیر ۱۰ گرم در

سلول‌های سیلیسی دمبلی شکل و سلول‌های روپوست معمولی، کرک‌های قلابی شکل بزرگ یا کرک‌های باریکی وجود دارد. دستجات سلول‌های حبابی شکل (cells Files of bulliforme) یا متحرک (Motor cells) یک یا دو دسته سلول هستند که دورتر از دستجات روزنه‌ای (Files of stomata) قرار دارند. هر یک از دستجات روزنه‌ای شامل یک روزنه، دو سلول محافظ و دو سلول کمکی می‌باشد. سلول‌های حبابی شکل معمولاً در دستجات یک تا سه تایی در بین دستجات آوندی واقع شده‌اند. سطح کلیه سلول‌های روپوست سیلیسی است. همراه با این سلول‌های سیلیسی شده یک، دو و گاهی سه دسته برآمدگی‌های زگیل مانند (Verrucous knobs) وجود دارد (۴).

ساختمان داخلی میانگره ساقه برنج: خارجی‌ترین قسمت میانگره، از روپوست سیلیسی تشکیل شده و در زیر آن بافت اسکلرانشیم (Sclerenchyma tissue) وجود دارد. این ساختار لوله‌ای، از لحاظ فیزیکی استحکام ساقه را با حداقل مواد اولیه تأمین می‌کند. در اسکلرانشیم پیرامونی، حلقه‌ای از دستجات آوندی کوچک به سمت خارج و در پارانشیم داخلی (Inner parenchyma)، حلقه‌ای از دستجات آوندی بزرگ (Large vascular bundles) وجود دارند (۴). آوند آبکش در قسمت خارجی و آوند چوبی در قسمت داخلی آن واقع است. در مرکز ساقه حفره مرکزی میانگره‌ای وجود دارد و گاهی در بافت پارانشیمی در بین دستجات آوندی بزرگ، حفرات آثرانشیم Aerenchyma (cavities) قرار دارند (۴).

صفات تشریحی روپوست ساقه برنج: سلول‌های طویل روپوست به صورت دسته‌های موازی هستند که در هر دسته از این سلول‌ها گاهی جفت سلول‌های سیلیسی و چوب‌پنبه‌ای (Cork/ silica cells pair) وجود دارند (۴).

برنج محصول اصلی و راهبردی ایران و جهان است. برای افزایش مقاومت گیاه برنج در مقابل پدیده ورس

طول آزمایش گیاه فراهم گردید. یکی از کپه‌ها یک هفته بعد از تیمار چهارم برای مطالعات صفات تشریحی و بررسی میزان و نحوه پراکندگی سیلیس در مرحله گلدهی برداشت شد (۱۰).

مرحله رسیدن دانه (Grain ripening stage) گیاه برنج:

تیمار پنجم و ششم ۶۰ و ۶۷ روز بعد از نشاکاری به ترتیب انجام شد. یک هفته بعد از آخرین تیمار، زمان رسیدن دانه‌ها برداشت و کپه دوم انجام گردید. میزان و نحوه پراکندگی سیلیس نمونه‌ها در مقایسه با شاهد در مرحله رسیدن دانه برنج بررسی شد (۱۰).

بررسی صفات تشریحی مراحل گلدهی و رسیدن دانه

برنج: اندازه‌گیری‌های لازم بر روی صفات تشریحی نمونه‌ها در تمامی مراحل توسط نرم‌افزار Image Tool (IT3) انجام شد.

بررسی صفات تشریحی روپوست پشتی برگ: برگ‌های

گیاهان برنج تیمار شده، در آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه و یا بیشتر قرار گرفتند. بعد از جدا کردن روپوست شکمی و سایر بافت‌های اضافی، یک لایه نازک و شفاف از روپوست پشتی باقی ماند. نمونه‌ها ابتدا در آب ژاول خالص (هیپو کلریت سدیم ۵٪) به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه قرار گرفتند تا بی‌رنگ شوند و بعد با آب مقطر شستشوی داده شدند. برای رنگ آمیزی نمونه‌ها از چند قطره سبز متیل با شدت رنگ متوسط استفاده شد. مطالعات صفات تشریحی نمونه‌های مورد نظر در هر تیمار توسط میکروسکوپ دوربین دار (Nikon MODEL ECLIPSE E 200 JAPAN, Nikon Coolpix 8400) بررسی شدند و از مناسب‌ترین نمونه‌ها عکس تهیه شد.

بررسی صفات تشریحی برش عرضی ساقه: ابتدا نمونه‌ها

به مدت ۱۰ دقیقه و یا بیشتر در آب جوش قرار داده شدند تا نرم شوند. در صورت خشک بودن نمونه باید مدت زمان بیشتری در آب جوش بماند. برش عرضی از لایه قسمت

۱۰۰ ml آب مقطر عصاره‌گیری شدند. برای جلوگیری از آلودگی محلول‌های حاصل به باکتری و قارچ، این محلول‌ها به مدت ۲ روز در ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در طول این مدت ترکیبات شیمیایی دگرآسیب موجود در ریشه و اندام هوایی سوروف فرصت کافی برای وارد شدن در آب مقطر را داشتند. محلول مورد نظر بعد از صاف شدن، به عنوان عصاره ۱۰۰ درصد مورد استفاده قرار گرفت و از آن عصاره ۵۰ درصد تهیه شد. برای شاهد (غلظت صفر) از آب مقطر استفاده گردید.

طرز تهیه محلول‌های رنگ آمیزی: برای تهیه سبز متیل ۱g

از آن در ۱۰۰ ml آب مقطر حل شد و بعد در یخچال نگهداری شد. برای تهیه کارمن زاجی ۱ گرم کارمن و ۳ گرم زاج آمونیاکی در ۱۰۰ ml آب مقطر حل شدند و محلول حاصل ۳۰ دقیقه جوشانده شد و بعد از ۱۲ ساعت ساکن ماندن توسط کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف و در یخچال نگهداری شد.

کاشت و برداشت نمونه برای مطالعه صفات تشریحی:

ابتدا حدود ۳۰۰kg خاک رس در ۱۸ ظرف بزرگ ۱۰ لیتری قرار داده شد. شرایط غرقابی برای هر تیمار فراهم شد و نشاهای ۲۵ روزه (گیاهچه‌های دو تا سه برگی) برنج در آنها کاشته شد تا شرایط برای اعمال تیمارها فراهم شود.

مرحله پنجه‌زنی (Tillering stage) گیاه برنج: در این

مرحله اولین تیمار (۲۰ روز بعد از نشاکاری) اعمال شد و به هر نمونه ۵۰ ml از عصاره‌های آبی ۵۰ و ۱۰۰ درصد حاصل از ریشه و اندام هوایی سوروف و به شاهد آب مقطر داده شد. دومین مرحله تیمار ۲۷ روز بعد از نشاکاری انجام شد (۱۰).

مرحله گلدهی (Flowering stage) گیاه برنج: تیمار سوم

۴۰ روز بعد از نشاکاری (مرحله گلدهی) و تیمار چهارم ۴۷ روز بعد، انجام شد. شرایط غرقابی برای تیمارها در

وجود داشت. همه اعداد ذکر شده میانگین است (شکل ۱A).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ ریشه سوروف: در تیمار با این عصاره طول سلول‌های روپوست ($47/42\mu\text{m}$) نسبت به گیاه شاهد کمتر و عرض آنها ($27/62\mu\text{m}$) بیشتر شد. دانه‌های سیلیسی و دانه‌های سیلیسی درشت درون آنها (به ترتیب $6/90\mu\text{m}$ و $14/77$) از نظر اندازه بزرگتر و تعداد دانه‌های سیلیسی (۵ تا ۸ عدد) کمتر شد. تعداد دستجات روزنه‌ای (۹ عدد) کاهش و اندازه آنها ($48/44 \times 21/50\mu\text{m}$) افزایش یافت (شکل ۱B).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ اندام هوایی سوروف: در برنج‌های تیمار شده نسبت به گیاه شاهد طول سلول‌های روپوست ($46/46\mu\text{m}$) کاهش و عرض سلول‌ها ($31/39\mu\text{m}$) افزایش یافت. تعداد (۷ تا ۱۰ عدد) و اندازه دانه‌های سیلیسی و دانه‌های سیلیسی درشت این سلول‌ها (به ترتیب $4/17\mu\text{m}$ و $11/39$) تقریباً با گیاه شاهد برابر بود و در بیشتر سلول‌های روپوست دانه‌های سیلیسی درشت وجود داشت. تعداد دستجات روزنه‌ای (۶ عدد) کاهش و اندازه دستجات روزنه‌ای ($50/23 \times 36/42\mu\text{m}$) افزایش یافت (شکل ۱C).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده با این عصاره طول سلول‌های روپوستی-سیلیسی ($50/43\mu\text{m}$) کم و عرض آنها ($29/53\mu\text{m}$) در مقایسه با گیاه شاهد زیاد شد. تعداد دانه‌های سیلیسی (۵ تا ۷ عدد) کاهش و اندازه دانه‌های سیلیسی و دانه‌های سیلیسی درشت درون این سلول‌ها (به ترتیب $10/33\mu\text{m}$ و $28/68$) افزایش نشان داد و دستجات روزنه‌ای نیز زیاد (۱۴ عدد) و اندازه آنها ($39/48 \times 27/33\mu\text{m}$) بزرگتر شدند (شکل ۱D).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف: در تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف طول سلول‌های

وسط ساقه به صورت دستی تهیه شد. نمونه‌ها به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در داخل آب ژاول خالص به منظور بی‌رنگ شدن کلروپلاست‌ها قرار گرفتند. سپس برش‌ها به محلول استیک اسید ۲ در صد به مدت ۱ تا ۲ دقیقه انتقال یافتند. برای رنگ آمیزی بافت‌های غیر سلولزی ابتدا نمونه‌ها در سبز متیل یک در صد به مدت ۴۵ ثانیه تا ۱ دقیقه قرار داده شدند. سپس برش‌ها به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه بر حسب نمونه (به منظور رنگ آمیزی بافت‌های سلولزی) در کارمن زاجی قرار گرفتند. بعد از هر مرحله شستشو با آب مقطر انجام شد. با استفاده از میکروسکوپ نوری دوربین دار (OLYMPUS BX51 MODEL) BX51TF MADE IN JAPAN) صفات تشریحی نمونه‌ها در تیمارهای مختلف بررسی گردید و از نمونه‌های مناسب عکس گرفته شد.

بررسی صفات تشریحی روپوست ساقه: به علت محکم بودن روپوست ساقه، مدت زمان جوشاندن مرحله اول افزایش یافت، بقیه مراحل مشابه جداسازی روپوست پستی برگ بود.

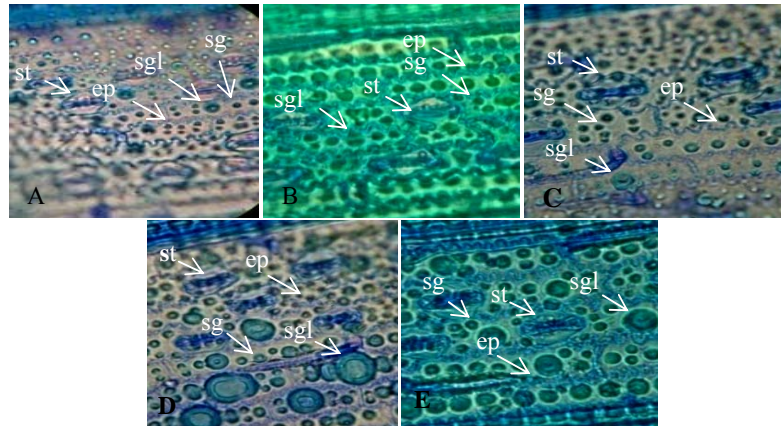
تجزیه و تحلیل آماری: این تحقیق در قالب طرح فاکتوریل در پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار برای بررسی اثر دگرآسیبی علف هرز سوروف بر صفات تشریحی برنج طارم محلی در مرحله گلدهی و رسیدن دانه برنج انجام شد.

نتایج

بررسی اثر دگرآسیبی سوروف بر روی روپوست پستی برگ برنج در مرحله گلدهی: در گیاه شاهد طول سلول‌های روپوست پستی-سیلیسی برگ $56/21\mu\text{m}$ و عرض آنها $22/77\mu\text{m}$ شد. در این سلول‌ها دانه‌های سیلیسی به تعداد ۷-۱۰ عدد و در اندازه $4/43\mu\text{m}$ مشاهده شد که تعدادی از آنها به صورت برجسته بودند و در بیشتر این سلول‌ها یک دانه سیلیسی بزرگ در اندازه $11/46\mu\text{m}$ مشاهده شد. دستجات روزنه‌ای به تعداد ۱۲ عدد و در ابعاد $33/48 \times 24/16\mu\text{m}$ در بینابین سلول‌های روپوست پستی

۲۷/۰۸) افزایش یافت. تعداد دستجات روزنه‌ای (۷ عدد) کم ولی اندازه آنها ($46/94 \times 34/57 \mu\text{m}$) بزرگتر شد (شکل ۱E).

روپوستی- سیلیسی ($61/32 \mu\text{m}$) و عرض آنها ($40/17 \mu\text{m}$) نسبت به گیاه شاهد زیاد شد. تعداد دانه‌های سیلیسی (۹ تا ۱۰ عدد) و اندازه دانه‌های سیلیسی و دانه‌های سیلیسی درشت درون آنها (به ترتیب $12/33 \mu\text{m}$ و



شکل ۱- روپوست پشتی برگ برنج در مرحله گلدهی (بزرگنمایی ۳۵۰ برابر) (A) شاهد، (B) تیمار با عصاره ۵۰٪ ریشه سوروف، (C) تیمار با عصاره ۵۰٪ اندام هوایی سوروف، (D) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ ریشه سوروف، (E) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف (ep: سلول‌های روپوستی- سیلیسی، st: دستجات روزنه‌ای، sg: دانه‌های سیلیسی، sgl: دانه‌های سیلیسی درشت)

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده قطر ساقه ($2838/12 \mu\text{m}$)، بافت ساقه ($303/14 \mu\text{m}$) و حفره مرکزی میانگرهی ($2201/05 \mu\text{m}$) بیشتر از گیاه شاهد بود و تعداد برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی (۱۹ تا ۲۰ عدد) و اندازه آنها در سطح ساقه ($7/84 \mu\text{m}$) به مقدار زیادی افزایش یافت. قطر بافت روپوستی- سیلیسی ($6/7 \mu\text{m}$) و قطر بافت اسکلرانشیم ($31/73 \mu\text{m}$) و پارانیشیم ($267/33 \mu\text{m}$) افزایش نشان داد. ساقه‌های تیمار شده در محل دستجات آوندی کوچک برجستگی‌های بلندی داشتند. طول دستجات آوندی بزرگ ($122/61 \mu\text{m}$) و عرض آنها ($83/48 \mu\text{m}$) و نیز طول و عرض دستجات آوندی کوچک (به ترتیب $39/25 \mu\text{m}$ و $52/26$) زیاد شدند (شکل ۲B).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ اندام هوایی سوروف: در تیمار با این عصاره قطر ساقه $3142/02 \mu\text{m}$ ، بافت ساقه $317/99 \mu\text{m}$ و حفره مرکزی میانگرهی $2509/27 \mu\text{m}$ بود که نسبت به شاهد زیاد شد. برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های

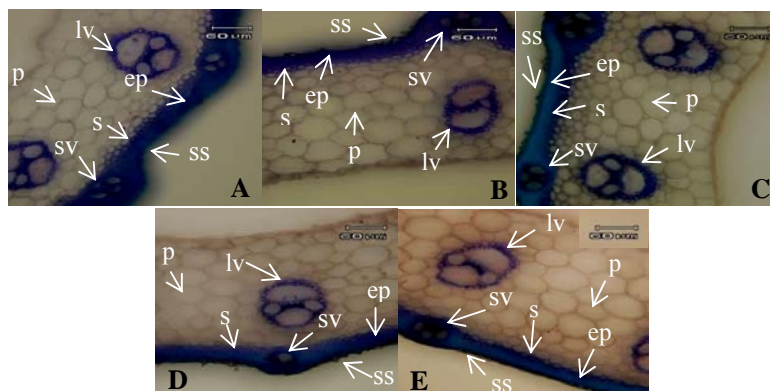
بررسی اثر دگرآسیبی سوروف بر روی برش عرضی ساقه برنج در مرحله گلدهی: در گیاه شاهد قطر ساقه $2409/30 \mu\text{m}$ ، بافت ساقه $278/67 \mu\text{m}$ و حفره مرکزی میانگرهی $1841/95 \mu\text{m}$ گردید. برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی به تعداد ۹ تا ۱۰ عدد و در اندازه $1/90 \mu\text{m}$ در سطح ساقه برنج مشاهده شد و قطر بافت روپوستی- سیلیسی، اسکلرانشیم و پارانیشیم به ترتیب $3/18 \mu\text{m}$ ، $14/37$ و $250/97$ شد. طول دستجات آوندی بزرگ $54/95 \mu\text{m}$ و عرض آنها $61/03$ و طول و عرض دستجات آوندی کوچک نیز به ترتیب $20/44 \mu\text{m}$ و 28 گردید. دستجات آوندی بزرگ معمولاً در پایین دستجات آوندی کوچک و تعدادی هم در بین دستجات آوندی کوچک قرار داشتند که برخی از آنها به روپوست نزدیکتر بودند. تعداد کمی از دسته‌های آوندی بزرگ نیز از حالت عمودی خارج شدند. همه اعداد ذکر شده میانگین است (شکل ۲A).

دستجات آوندی بزرگ نسبت به شاهد از حالت عمودی خارج و نیز برخی از آنها به هم نزدیک شدند. اندازه برخی از دستجات آوندی کوچک کم و برخی تحلیل رفتند (شکل ۲D).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف: در این تیمار قطرهای ساقه ($2862/48\mu\text{m}$)، بافت ساقه ($2189/96\mu\text{m}$) و حفره مرکزی میانگرهی ($308/83\mu\text{m}$) نسبت به گیاه شاهد بیشتر شدند. تعداد برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی در سطح ساقه (۱۱ عدد) تقریباً با گیاه شاهد برابر شد که اندازه آنها ($2/43\mu\text{m}$) افزایش کمی نسبت به شاهد نشان داد. قطر بافت‌های روپوستی-سیلیسی ($5/83\mu\text{m}$)، اسکلرانسیم ($25/12\mu\text{m}$) و پارانشیم ($261/15\mu\text{m}$) زیاد شدند. طول دستجات آوندی بزرگ ($131/26\mu\text{m}$) و عرض آنها ($98/67\mu\text{m}$) و نیز طول و عرض دستجات آوندی کوچک (به ترتیب $48/22\mu\text{m}$ و $56/86\mu\text{m}$) افزایش یافتند. برخی از دستجات آوندی بزرگ به روپوست نزدیکتر شدند و برخی نیز نسبت به شاهد از حالت عمودی خارج شدند، اندازه تعدادی از دستجات آوندی کوچک کاهش یافت و برخی نیز تحلیل رفتند (شکل ۲E).

سیلیسی به تعداد ۱۷ عدد و اندازه $3/37\mu\text{m}$ و نیز قطر بافت‌های روپوستی-سیلیسی ($5/85\mu\text{m}$)، اسکلرانسیم ($35/78\mu\text{m}$) و پارانشیم ($264/87\mu\text{m}$) افزایش نشان دادند. طول و عرض دستجات آوندی بزرگ (به ترتیب $147/78\mu\text{m}$ و $116/30\mu\text{m}$) و نیز طول دستجات آوندی کوچک ($51/26\mu\text{m}$) و عرض آنها ($68/09\mu\text{m}$) افزایش یافتند (شکل ۲C).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده قطر ساقه ($2192/43\mu\text{m}$) و حفره مرکزی میانگرهی ($1614/30\mu\text{m}$) کم و قطر بافت ساقه ($276/13\mu\text{m}$) تقریباً با گیاه شاهد برابر شد. تعداد برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی در سطح ساقه برنج بسیار زیاد (بیش از ۳۰ عدد) و تقریباً به صورت یک لایه سرتاسری بود و اندازه آنها ($3/75\mu\text{m}$) نسبت به گیاه شاهد افزایش داشت. قطر بافت روپوستی-سیلیسی ($6/21\mu\text{m}$) و بافت اسکلرانسیم ($25/61\mu\text{m}$) زیاد و قطر بافت پارانشیم ($240/53\mu\text{m}$) نسبت به شاهد کاهش نشان دادند. طول دستجات آوندی بزرگ ($97/24\mu\text{m}$) و عرض آنها ($98/73\mu\text{m}$) و طول و عرض دستجات آوندی کوچک (به ترتیب $45/31\mu\text{m}$ و $45/23\mu\text{m}$) افزایش یافتند. تعدادی از



شکل ۲- برش عرضی ساقه برنج در مرحله گلدهی (A) شاهد، (B) تیمار با عصاره ۵۰٪ ریشه سوروف، (C) تیمار با عصاره ۵۰٪ اندام هوایی سوروف، (D) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ ریشه سوروف، (E) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف. ss: برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی، ep: روپوست سیلیسی، s: اسکلرانسیم، p: پارانشیم، sv: دستجات آوندی کوچک، lv: دستجات آوندی بزرگ.

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف: در سلول‌های روپوستی- سیلیسی برنج‌های تیمار شده نسبت به گیاه شاهد تعداد دانه‌های سیلیسی (۱۶ تا ۱۷ عدد) و ابعاد آنها ($3/91 \times 6/46 \mu\text{m}$) افزایش یافت و تعداد دانه‌های سیلیسی درشت (۵ عدد) و اندازه آنها ($18/50 \times 20/84 \mu\text{m}$) در این سلول‌ها کم شدند. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای (۱۳ عدد) و طول و عرض آنها (به ترتیب $13/26 \mu\text{m}$ و $12/86 \mu\text{m}$) نیز زیاد شد (شکل ۳D).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف: در تیمار با این عصاره تعداد دانه‌های سیلیسی در سلول‌های روپوستی- سیلیسی (۱۰ تا ۱۲ عدد) و اندازه آنها ($2/77 \times 4/52 \mu\text{m}$) نسبت به گیاه شاهد کاهش یافت و برخی از دانه‌های سیلیسی درشت در این سلول‌ها کشیده شدند و تعداد (۵ عدد) و اندازه آنها ($15/64 \times 12/95 \mu\text{m}$) کم شد. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای (۱۸ عدد) زیاد شد اما طول و عرض آنها (به ترتیب $10/05 \mu\text{m}$ و $7/65 \mu\text{m}$) نسبت به شاهد کم شد (شکل ۳E).

بررسی اثر دگرآسیبی سوروف بر روی روپوست پستی برگ برنج در مرحله رسیدن دانه: در گیاه شاهد سلول‌های روپوستی- سیلیسی به طول $44/07 \mu\text{m}$ و عرض $94 \mu\text{m}$ ، حاوی دانه‌های سیلیسی به تعداد ۴ تا ۹ عدد و در اندازه $6/19 \mu\text{m}$ بود که در بیشتر این سلول‌ها یک دانه سیلیسی درشت در اندازه $11/99 \mu\text{m}$ دیده شد. در لابه‌لای این سلول‌ها دستجات روزنه‌ای به تعداد ۷ عدد و در اندازه $33/19 \times 25/47 \mu\text{m}$ دیده شدند. همه اعداد ذکر شده میانگین است (شکل ۴A).

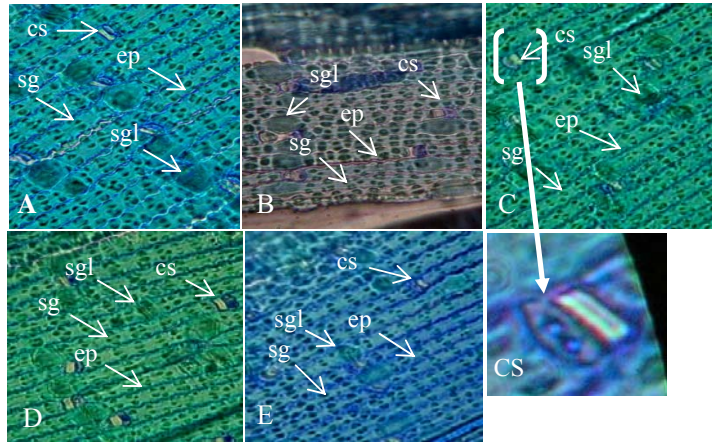
تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده نسبت به گیاه شاهد طول و عرض سلول‌های روپوستی- سیلیسی (به ترتیب $76/23 \mu\text{m}$ و $25/63 \mu\text{m}$) افزایش یافت. درون سلول‌های روپوست دانه‌های سیلیسی به تعداد زیاد (۶ تا ۱۱ عدد) و در اندازه ($5/15 \mu\text{m}$) تقریباً کم وجود داشت و اندازه دانه‌های سیلیسی درشت

بررسی اثر دگرآسیبی سوروف بر روی روپوست ساقه برنج در مرحله گلدهی: در گیاه شاهد سلول‌های روپوستی- سیلیسی ساقه برنج دارای دانه‌های سیلیسی به تعداد ۱۲ تا ۱۳ عدد شد که ابعاد این دانه‌ها $2/94 \times 5/02 \mu\text{m}$ بود. دانه‌های درشتی در روپوست ساقه مشاهده شد که به دلیل شباهت به دانه‌های سیلیسی درشت در روپوست برگ دانه‌های سیلیسی درشت نامیده شد که تعداد دانه‌های سیلیسی درشت در سلول‌های روپوست ۷ عدد و اندازه آنها $22/30 \times 26/47 \mu\text{m}$ شد. سلول‌های روپوستی- سیلیسی در بینابین خود دارای جفت سلول‌های سیلیسی / چوب پنبه‌ای به تعداد ۱۱ عدد و به طول $12/77 \mu\text{m}$ و عرض $9/75 \mu\text{m}$ بودند. همه اعداد ذکر شده میانگین است (شکل ۳A).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده در سلول‌های روپوستی- سیلیسی تعداد دانه‌های سیلیسی (۱۱ تا ۱۳ عدد) تقریباً برابر با گیاه شاهد و اندازه آنها ($4/85 \times 8/64 \mu\text{m}$) نسبت به شاهد بزرگتر شد. دانه‌های سیلیسی درشت درون هر سلول حالت کشیده پیدا کردند و تعداد این دانه‌ها (۸ عدد) و اندازه آنها ($27/91 \times 14/97 \mu\text{m}$) تقریباً با گیاه شاهد برابر شد. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی / چوب پنبه‌ای (۱۲ عدد) زیاد و طول این سلول‌ها ($9/02 \mu\text{m}$) کم و عرض این سلول‌ها ($14/89 \mu\text{m}$) نسبت به شاهد زیاد گردید (شکل ۳B).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ اندام هوایی سوروف: در این تیمار تعداد دانه‌های سیلیسی در سلول‌های روپوستی- سیلیسی (۱۳ عدد) و اندازه آنها ($3/26 \times 5/25 \mu\text{m}$) تقریباً مشابه گیاه شاهد بود ولی تعداد دانه‌های سیلیسی درشت (۵ عدد) و اندازه آنها ($15/86 \times 19/03 \mu\text{m}$) نسبت به شاهد کم شد. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای (۱۴ عدد) زیاد شد ولی طول این سلول‌ها ($11/68 \mu\text{m}$) کاهش و عرض آنها ($10/46 \mu\text{m}$) افزایش یافتند (شکل ۳C).

($18/08\mu\text{m}$) زیاد شد. دستجات روزنه‌ای بسیار زیاد (۱۴ عدد) و بزرگ ($46/53 \times 28/94\mu\text{m}$) شدند (شکل ۴B).



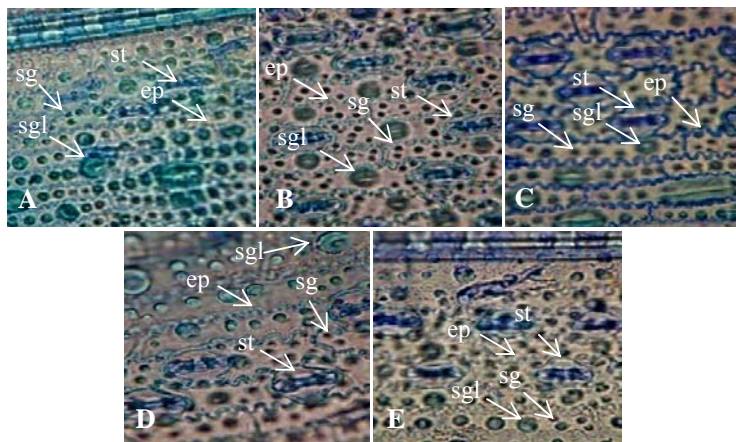
شکل ۳- روپوست ساقه برنج در مرحله گلدهی (بزرگنمایی ۳۵۰ برابر) (A) شاهد، (B) تیمار با عصاره ۵۰٪ ریشه سوروف، (C) تیمار با عصاره ۵۰٪ اندام هوایی سوروف، (D) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ ریشه سوروف، (E) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف (ep: سلول‌های روپوستی-سیلیسی، cs: جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای، sg: دانه‌های سیلیسی، sgl: دانه‌های سیلیسی درشت)، (CS) نمایش جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای با بزرگنمایی بیشتر.

تعداد دستجات روزنه‌ای (۸ عدد) و اندازه آنها ($50/17 \times 41/86\mu\text{m}$) نیز زیاد شد (شکل ۴D).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف: در نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با گیاه شاهد طول سلول‌های روپوستی-سیلیسی ($39/72\mu\text{m}$) کاهش و عرض آنها ($26/60\mu\text{m}$) افزایش یافت. تعداد دانه‌های سیلیسی ۷ تا ۹ عدد شد و اندازه دانه‌های سیلیسی ($6/64\mu\text{m}$) با گیاه شاهد برابر بود، برخی از سلول‌های روپوست دارای دانه‌های سیلیسی درشت بودند که اندازه آنها ($16/5\mu\text{m}$) در مقایسه با شاهد زیاد شد. تعداد دستجات روزنه‌ای (۹ عدد) و اندازه آنها ($40/97 \times 28/44\mu\text{m}$) افزایش یافت (شکل ۴E).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ اندام هوایی سوروف: در این تیمار طول سلول‌های روپوستی-سیلیسی ($28/95\mu\text{m}$) کاهش و عرض آنها ($35/09\mu\text{m}$) در مقایسه با گیاه شاهد افزایش یافت. تعداد دانه‌های سیلیسی درون این سلول‌ها (۶ تا ۷ عدد) کمتر و ابعاد آنها ($4/89\mu\text{m}$) کوچکتر شد و در برخی از سلول‌های روپوست دانه‌های سیلیسی درشت وجود داشت که اندازه آنها ($11/79\mu\text{m}$) برابر با گیاه شاهد بود. تعداد دستجات روزنه‌ای (۱۳ عدد) زیاد و اندازه آنها ($45/42 \times 39/62\mu\text{m}$) بزرگ شدند (شکل ۴C).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده با این عصاره نسبت به گیاه شاهد طول و عرض سلول‌های روپوستی-سیلیسی (به ترتیب $52/95\mu\text{m}$ و $36/95\mu\text{m}$) زیاد شد. تعداد دانه‌های سیلیسی ۷ تا ۹ عدد گردید و اندازه دانه‌های سیلیسی و دانه‌های سیلیسی درشت (به ترتیب $8/88\mu\text{m}$ و $20/81\mu\text{m}$) افزایش یافت،



شکل ۴- روپوست پشتی برگ برنج در مرحله رسیدن دانه (بزرگنمایی ۳۵۰ برابر) (A) شاهد، (B) تیمار با عصاره ۵۰٪ ریشه سوروف، (C) تیمار با عصاره ۵۰٪ اندام هوایی سوروف، (D) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ ریشه سوروف، (E) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف (ep: سلول‌های روپوستی - سیلیسی، st: دستجات روزنه‌ای، sg: دانه‌های سیلیسی، sgl: دانه‌های سیلیسی درشت).

آنها ($3/10 \mu\text{m}$) نسبت به شاهد کمتر شد. قطر بافت‌های روپوستی - سیلیسی ($7/88 \mu\text{m}$)، اسکلرانسیم ($32/53 \mu\text{m}$) و پارانشیم ($279/51 \mu\text{m}$) بیشتر شد. برخی از دستجات آوندی بزرگ مایل بودند و طول دستجات آوندی بزرگ ($137/78 \mu\text{m}$) و عرض آنها ($88/89 \mu\text{m}$) و نیز طول و عرض دستجات آوندی کوچک (به ترتیب $44/44 \mu\text{m}$ و $75/55 \mu\text{m}$) افزایش یافت (شکل ۵B).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ اندام هوایی سوروف: در تیمار با این عصاره قطرهای ساقه ($2822/22 \mu\text{m}$)، بافت ساقه ($349/60 \mu\text{m}$) و حفره مرکزی میانگرهی ($2177/78 \mu\text{m}$) در مقایسه با گیاه شاهد بزرگتر شد. تعداد برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی در سطح ساقه (۱۳ عدد) با گیاه شاهد برابر ولی اندازه آنها ($2/27 \mu\text{m}$) کم شد. قطر بافت‌های روپوستی - سیلیسی، اسکلرانسیم و پارانشیم (به ترتیب $8/19 \mu\text{m}$ ، $28/89 \mu\text{m}$ و $277/11 \mu\text{m}$) بیشتر شد. طول دستجات آوندی بزرگ ($140 \mu\text{m}$) و عرض آنها ($100 \mu\text{m}$) و طول و عرض دستجات آوندی کوچک (به ترتیب $51/11 \mu\text{m}$ و $84/44 \mu\text{m}$) نسبت به شاهد افزایش یافت. دستجات آوندی بزرگ کمی انحراف یافته و دستجات آوندی کوچک تقریباً یک اندازه بودند (شکل ۵C).

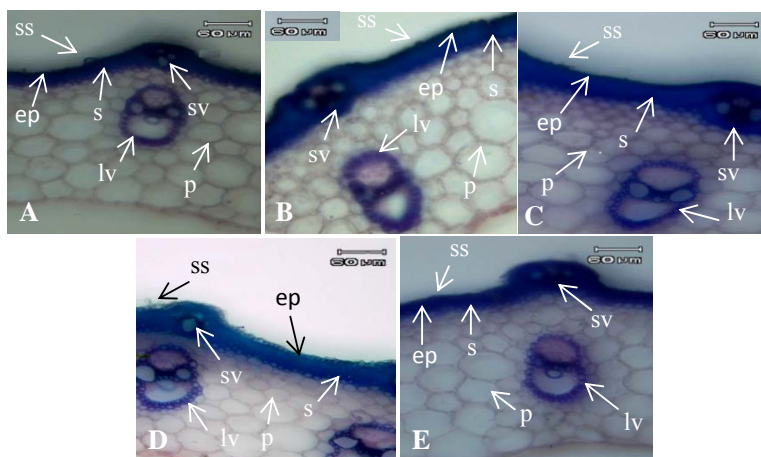
بررسی اثر دگرآسیبی سوروف بر روی برش عرضی ساقه برنج در مرحله رسیدن دانه: در گیاه شاهد قطر ساقه $2345/05 \mu\text{m}$ ، بافت ساقه $267/80 \mu\text{m}$ و حفره مرکزی میانگرهی $1803/36 \mu\text{m}$ گردید. برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی به تعداد ۱۳ عدد و در اندازه $6/10 \mu\text{m}$ در سطح ساقه برنج مشاهده شد. قطر بافت‌های روپوستی - سیلیسی، اسکلرانسیم و پارانشیم به ترتیب $4/01 \mu\text{m}$ ، $27/03$ و $228/14 \mu\text{m}$ گردید. طول دستجات آوندی بزرگ $108/89 \mu\text{m}$ و عرض آنها $82/22 \mu\text{m}$ و نیز طول دستجات آوندی کوچک $37/15 \mu\text{m}$ و عرض آنها $36/79 \mu\text{m}$ شد. بیشتر دستجات آوندی بزرگ در زیر دستجات آوندی کوچک قرار داشتند که برخی از این دستجات آوندی بزرگ به دستجات آوندی کوچک نزدیک تر و برخی دورتر بودند. همه اعداد ذکر شده میانگین است (شکل ۵A).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده نسبت به گیاه شاهد قطر ساقه ($3266/67 \mu\text{m}$)، بافت ساقه ($324/19 \mu\text{m}$) و حفره مرکزی میانگرهی ($2822/22 \mu\text{m}$) زیاد شد. تعداد برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی در سطح ساقه (۲۲ عدد) زیاد و اندازه

عرض آنها ($65/12\mu\text{m}$) زیاد شد و تعداد کمی از آنها نیز ناقص بودند (شکل ۵D).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف: در برنج‌های تیمار شده قطر ساقه ($2755/56\mu\text{m}$)، بافت ساقه ($287/77\mu\text{m}$) و حفره مرکزی میانگرهی ($2200\mu\text{m}$) در مقایسه با گیاه شاهد زیاد شد. تعداد برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی (۸ تا ۹ عدد) و اندازه آنها ($3/77\mu\text{m}$) کم شد. قطر بافت‌های روپوستی- سیلیسی ($7/73\mu\text{m}$) و پارانشیم ($250/95\mu\text{m}$) افزایش و اسکلرانشیم ($24/42\mu\text{m}$) کاهش یافت. طول دستجات آوندی بزرگ ($144/44\mu\text{m}$) بیشتر ولی عرض آنها ($71/11\mu\text{m}$) کمتر شد و برخی از این دستجات مایل شدند و طول و عرض دستجات آوندی کوچک (به ترتیب $55/56\mu\text{m}$ و $77/78\mu\text{m}$) نیز زیاد شد (شکل ۵E).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف: در این تیمار میانگین قطر ساقه ($2666/67\mu\text{m}$) و حفره مرکزی میانگرهی ($2222/22\mu\text{m}$) نسبت به گیاه شاهد افزایش و قطر بافت ساقه ($241/28\mu\text{m}$) کاهش یافت. تعداد برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی بسیار زیاد و به صورت یک لایه سرتاسری بر سطح ساقه برنج وجود داشت که قطر این لایه $6/03\mu\text{m}$ و اندازه برآمدگی‌های آن $9/94\mu\text{m}$ گردید که نسبت به گیاه شاهد افزایش یافت. قطر بافت‌های روپوستی- سیلیسی ($4/70\mu\text{m}$) و اسکلرانشیم ($27/77\mu\text{m}$) تقریباً با گیاه شاهد برابر و قطر بافت پارانشیم ($177/78\mu\text{m}$) کم شد. طول و عرض دستجات آوندی بزرگ (به ترتیب $160\mu\text{m}$ و 90) افزایش یافت و برخی از آنها به سطح ساقه نزدیک شدند. در دستجات آوندی کوچک طول آنها ($37/21\mu\text{m}$) با گیاه شاهد برابر بود اما



شکل ۵- برش عرضی ساقه برنج در مرحله رسیدن دانه (A) شاهد، (B) تیمار با عصاره ۵۰٪ ریشه سوروف، (C) تیمار با عصاره ۵۰٪ اندام هوایی سوروف، (D) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ ریشه سوروف، (E) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف. ss: برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی ep: روپوست سیلیسی، s: اسکلرانشیم، p: پارانشیم، sv: دستجات آوندی کوچک، lv: دستجات آوندی بزرگ).

سلول‌های روپوست ساقه ۵ عدد دانه‌های سیلیسی درشت و به ابعاد $13/02 \times 11/12\mu\text{m}$ وجود داشت. در بینابین این سلول‌ها جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای به تعداد

بررسی اثر دگرآسیبی سوروف بر روی روپوست ساقه برنج در مرحله رسیدن دانه: در گیاه شاهد درون سلول‌های روپوستی- سیلیسی دانه‌های سیلیسی به تعداد ۱۲ تا ۱۴ عدد و در ابعاد $3/08 \times 4/81\mu\text{m}$ مشاهده شد. در

چوب پنبه‌ای (۶ عدد) و طول و عرض آنها (به ترتیب $9/10\mu\text{m}$ و $6/69$) کم شد (شکل ۶C).

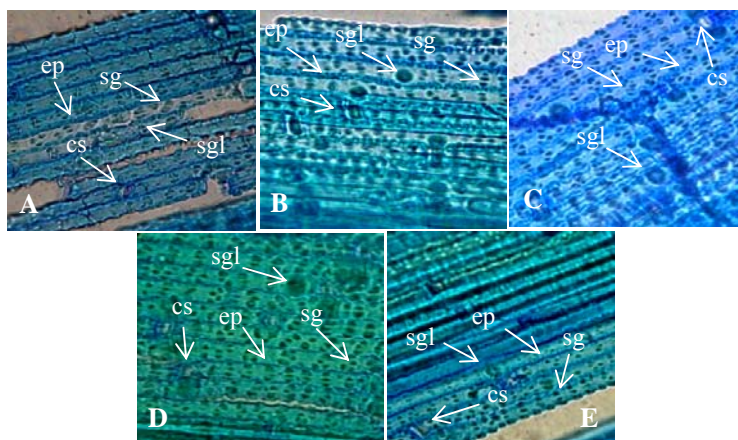
تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده با این عصاره تعداد دانه‌های سیلیسی درون سلول‌های روپوست (۱۲ تا ۱۴ عدد) با گیاه شاهد برابر بود اما اندازه آنها ($5/77 \times 8/56\mu\text{m}$) نسبت به شاهد بسیار زیاد شد. تعداد دانه‌های سیلیسی درشت (۷ عدد) و اندازه آنها ($20/20 \times 24/31\mu\text{m}$) افزایش یافت. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای (۹ عدد) و عرض آنها ($8/06\mu\text{m}$) کم شد و طول آنها ($12/93\mu\text{m}$) تقریباً با گیاه شاهد برابر گردید (شکل ۶D).

تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف: در برنج‌های تیمار شده تعداد دانه‌های سیلیسی در سلول‌های روپوست (۱۳ تا ۲۲ عدد) زیاد و اندازه آنها ($2/72 \times 3/61\mu\text{m}$) کم شد. تعداد دانه‌های سیلیسی درشت (۶ عدد) تقریباً با گیاه شاهد برابر گردید و اندازه آنها ($9/99 \times 8/74\mu\text{m}$) کاهش یافت. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای (۶ عدد) و نیز طول و عرض آنها (به ترتیب $8/36$ و $9/8\mu\text{m}$) کم شد (شکل ۶E).

۱۰ تا ۱۱ عدد و به طول $12/82\mu\text{m}$ و عرض $9/33\mu\text{m}$ دیده شد. همه اعداد ذکر شده میانگین است (شکل ۶A).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ ریشه سوروف: در برنج‌های تیمار شده تعداد دانه‌های سیلیسی درون سلول‌های روپوست (۱۳ تا ۱۷ عدد) نسبت به گیاه شاهد افزایش یافت اما اندازه آنها ($3/38 \times 4/81\mu\text{m}$) تقریباً با گیاه شاهد برابر بود که این دانه‌ها در چند ردیف به طور منظم قرار داشتند. تعداد دانه‌های سیلیسی درشت (۷ عدد) زیاد شد و اندازه آنها ($14/29 \times 12/62\mu\text{m}$) تقریباً با گیاه شاهد برابر گردید. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای (۱۲ تا ۱۳ عدد) و طول آنها ($14/73\mu\text{m}$) زیاد شد اما عرض آنها ($8/58\mu\text{m}$) نسبت به شاهد کم شد (شکل ۶B).

تیمار با عصاره آبی ۵۰٪ اندام هوایی سوروف: در تیمار با این عصاره در سلول‌های روپوستی-سیلیسی در مقایسه با گیاه شاهد تعداد دانه‌های سیلیسی (۱۳ تا ۲۰ عدد) زیاد شد، دانه‌ها حالت کشیده داشتند و اندازه آنها ($2/93 \times 5/5\mu\text{m}$) با گیاه شاهد برابر گردید. تعداد دانه‌های سیلیسی درشت (۵ عدد) و اندازه آنها ($9/80 \times 13/17\mu\text{m}$) مانند گیاه شاهد بود. تعداد جفت سلول‌های سیلیسی و



شکل ۶- روپوست ساقه برنج در مرحله رسیدن دانه (بزرگنمایی ۳۵۰ برابر) (A) شاهد، (B) تیمار با عصاره ۵۰٪ ریشه سوروف، (C) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف، (D) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ ریشه سوروف، (E) تیمار با عصاره ۱۰۰٪ اندام هوایی سوروف (ep: سلول‌های روپوستی-سیلیسی، cs: جفت سلول‌های سیلیسی و چوب پنبه‌ای، sg: دانه‌های سیلیسی، sgl: دانه‌های سیلیسی درشت).

بحث

اثرات دگرآسیبی سوروف بر روی صفات تشریحی مرحله گلدهی برنج طارم محلی: بررسی روپوست پشتی برگ برنج‌های تیمار شده با عصاره‌های آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف نشان داد که عرض سلول‌های روپوستی-سیلیسی و اندازه دانه‌های سیلیسی درون آنها و نیز تعداد و اندازه دستجات روزنه‌ای به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافتند. در سلول‌های روپوست ساقه برنج، در این تیمار تعداد و اندازه دانه‌های سیلیسی و در برش عرضی ساقه آن تعداد و اندازه برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی و طول و عرض دستجات آوندی زیاد شدند.

سیلیس جذب شده بوسیله ریشه برنج توسط انتقال دهنده‌های Lsi1 و Lsi2 به درون آوندهای چوبی در استوانه مرکزی ریشه منتقل می‌گردد. این سیلیس‌ها بوسیله جریان حجمی به ساقه هدایت می‌شوند. بیش از ۹۰٪ سیلیس جذب شده بوسیله ریشه‌ها به ساقه‌ها منتقل می‌شود. سیلیس در آوندهای چوبی در غلظت بالا و به شکل مونو سیلیسیک اسید وجود دارد. انتقال دهنده Lsi6 مسئول خروج سیلیس از آوندهای چوبی است و سبب توزیع سیلیس در برنج می‌شود. سیلیس پس از جذب گیاهان را در برابر تنش‌های مختلف محافظت می‌کند (۲۰). ریشه‌های برنج به دلیل وجود ناقل‌های سیلیسیم می‌توانند سریعتر از سایر مواد، سیلیسیم زیادی را از خاک جذب کنند (۱۶ و ۲۵) و آن را در تمام قسمت‌های گیاه از جمله دیواره سلولی، فضاهای بین سلولی، ریشه‌ها، برگ‌ها و اندام‌های تولید مثلی رسوب دهند. سیلیسیم رسوب کرده در دیواره سلول‌های آوند چوبی باعث جلوگیری از فرو ریختن آوندها در شرایط تعرق زیاد، استحکام ساقه هنگام ورس، مقاومت به آلودگی‌های قارچی از جمله قارچ عامل بیماری بلاست و کرم ساقه‌خوار برنج می‌شود (۲۲). کاربرد کود سیلیکاته بر روی میزان شیوع آفات و بیماری‌های مهم برنج توسط فلاح (2012) بررسی گردید. در این تحقیق در برنج‌های تیمار شده با عصاره‌های آبی ریشه سوروف (به خصوص غلظت ۱۰۰٪) اندازه دانه‌های سیلیسی در سلول‌های روپوست برگ و تعداد و اندازه آن در روپوست ساقه و نیز تعداد و اندازه برآمدگی‌های سیلیسی و

اندازه دستجات آوندی در برش عرضی ساقه افزایش یافت که با این نتایج مطابقت دارد. از طرفی اثرات دگرآسیب عصاره آبی برخی از ارقام گندم زراعی (*Triticum aestivum*) بر روی چچم سخت (*Lolium rigidum*) و جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) (۲) و نیز عصاره برگ اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* L.) بر پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان ذرت خوشه‌ای (*Sorghum bicolor*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) نشان دادند که اثرات دگرآسیبی منفی داشتند (۳) که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد.

اثرات دگرآسیبی سوروف بر روی صفات تشریحی مرحله رسیدن دانه برنج طارم محلی: بررسی روپوست پشتی برگ برنج نشان داد که در تیمار با عصاره آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف اندازه دانه‌های سیلیسی درون این سلول‌ها و نیز تعداد و اندازه دستجات روزنه‌ای افزایش یافتند. در برنج‌های تیمار شده با این عصاره تعداد و اندازه دانه‌های سیلیسی در روپوست ساقه و در برش عرضی ساقه تعداد و اندازه برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی و نیز طول و عرض دستجات آوندی افزایش یافتند.

در اندام‌های هوایی بسیاری از گیاهان آوندی از جمله خانواده گندمیان سیلیس به صورت بی‌شکل و غیرمبتلور ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) در کرک‌ها رسوب می‌کند و نیز ممکن است در روزنه‌ها، سلول‌های روپوست عادی و در سلول‌های سیلیسی ویژه گندمیان رسوب کند. سیلیس همچنین در برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها و ساختارهای زایشی مشاهده شد (۱۴). انتقال دهنده Lsi6 در سلول‌های پارانشیمی آوند چوبی در غلاف و پهنک برگ نیز وجود دارد و در تخلیه سیلیس از آوند چوبی به بافت‌های برگ نقش دارد. سیلیس در شیره آوند چوبی به شکل مونو سیلیسیک اسید حضور دارد، زیرا این ماده می‌تواند از عرض غشای پلاسمایی انتشار یابد (۳۱). در برگ با از دست رفتن آب تعرقی، سیلیس غلیظ شده و پس از پلیمریزه شدن در سلول‌های خاص به شکل سیلیس بی‌شکل و غیرمبتلور رسوب می‌کند. رسوب سیلیس قدرت و استحکام برگ‌ها را زیاد کرده و مقاومت آنها را در مقابل انواع تنش‌ها افزایش می‌دهد. برای جلوگیری از هدر رفتن آب در برگ، سلول‌های پارانشیم آوند چوبی دارای موانع آپوپلاستی و مشابه نوار کاسپاری در ریشه‌ها

ترکیبات محلول و نامحلول جاذب UV به طور قابل ملاحظه‌ای در روپوست برگ‌های تیمار شده برنج مشاهده شد. علاوه بر این میکروسکوپ‌های فلورسانس نشان دادند که مقدار زیادی از ترکیبات نامحلول جاذب UV در درون سیلیس قرار گرفتند که در دیواره و روزن سلولی روپوست برگ‌های تیمار شده با سیلیس تجمع یافتند، در حالی که ترکیبات نامحلول جاذب UV در روپوست برگ‌های تیمار نشده با سیلیس کمتر بود. بر اساس این نتایج مقاومت بالا به UV در برگ‌های تیمار شده با سیلیس، به دلیل افزایش ترکیبات فنلی در روپوست این برگ‌ها می‌باشد (۲۷). در این پژوهش افزایش تعداد و اندازه دانه‌های سیلیسی در روپوست برگ و ساقه، زیاد شدن تعداد و اندازه برآمدگی‌های ناشی از دانه‌های سیلیسی و اندازه دستجات آوندی در برش عرضی ساقه برنج با عصاره‌های آبی ۱۰۰٪ ریشه سوروف، زیاد شدن طول ساقه، مقاوم شدن برنج‌های تیمار شده در مقابل کرم ساقه‌خوار و استحکام ساقه در مقابل ورس به دلیل افزایش سیلیس در برنج‌های تیمار شده با این غلظت عصاره ریشه سوروف با این نتایج موافق است.

نتیجه‌گیری کلی: در برنج‌های تیمار شده با عصاره‌های آبی ریشه سوروف در مرحله گلدهی و رسیدن دانه، تعداد و اندازه دانه‌های سیلیسی در سلول‌های روپوست پشتی برگ و روپوست ساقه و نیز تعداد و اندازه دستجات روزنه‌ای برگ زیاد شد. در برش عرضی ساقه تعداد و اندازه برآمدگی‌های سیلیسی در سطح آن و اندازه دستجات آوندی افزایش یافت. ترکیبات شیمیایی دگرآسیب موجود در عصاره ۱۰۰٪ ریشه سوروف با افزایش جذب سیلیس از خاک و رسوب آن در قسمت‌های مختلف گیاه برنج از جمله در دیواره آوندهای چوبی سبب استقامت آوندهای چوبی و استحکام ساقه در مقابل عوامل محیطی غیرزنده و زنده از جمله ورس و مقاومت در مقابل کرم ساقه‌خوار و قارچ‌هایی مانند بلاست در برنج می‌شود. آوندهای چوبی قطور شده، شیره خام بیشتری را به برگ‌ها منتقل می‌کنند و عمل فتوسنتز افزایش یافته، بنابراین فرآورده‌های بیشتری تولید می‌شود. از طرفی افزایش جذب سیلیس سبب افزایش جذب فسفر و طول گیاه برنج شده که منجر به افزایش محصول برنج شد (زیر چاپ). همچنین افزایش سیلیس سبب افزایش مقاومت برگ‌های برنج به اشعه ماورای بنفش B گردید. در مزارع برنج برای آفات مختلف از سموم و کودهای شیمیایی مختلف استفاده می‌شود و این مواد

می‌باشند، بنابراین سیلیس از طریق مسیر سیمپلاستی بیشتر از مسیر آپوپلاستی جابجا می‌شود (۳۱). البته عمل تفرق ممکن است روی فرایند تجمع سیلیس اثر کند. حرکت آب ناشی از جریان تفرق موجب حل شدن سیلیس در آب می‌شود و سیلیس را از ریشه‌ها به برگ‌ها می‌رساند. سیلیس در امتداد بافت‌های هادی رسوب می‌کند و رسوب زیاد آن اغلب در انتهای جریان تفرق، به عبارتی در نوک برگ‌ها و براکته‌های گل‌آذین مشاهده می‌شود (۱۲ و ۲۴). فرضیه این است که تجمع سیلیس در برگ گیاه بامبو در فصل تابستان با سرعت زیاد انجام می‌شود، البته زمانی که خروج آب از منافذ روزنه‌ای باز صورت می‌گیرد و فتوسنتز اتفاق می‌افتد (۲۱). از آنجا که یکی از اثرات دگرآسیب عصاره‌های سوروف افزایش سیلیس در نقاط مختلف برنج است، این یافته احتمال وجود ناقل سیلیس را درون ریشه برنج تقویت می‌کند (۱۶). از طرفی سیلیس با رسوب در دیواره سلول‌های آوند چوبی از فرو ریختن آوندها در شرایط تفرق زیاد جلوگیری می‌کند. همچنین با استحکام ساقه‌ها موجب کاهش ورس و افزایش مقاومت نسبت به بیماری‌های قارچی نظیر آلودگی بلاست در گیاهان می‌شود (۹ و ۲۲). در گیاهان سیلیس با کاهش تنش‌های زیستی و غیرزیستی قادر به محافظت از گیاه می‌باشد و با رسوب سیلیس تخریب آنزیمی ناشی از پاتوژن‌های گیاهی کاهش می‌یابد، همچنین در برنج‌های آلوده شده به قارچ بلاست فنل‌های گلیکوزیده شده و محصولات ضد باکتری مانند فیتوالکسین‌های دی ترپنوئید در حضور سیلیس افزایش می‌یابد (۶). سیلیس با بیان کردن ژن‌های پروتئین‌های غنی از پرولین سبب مقاومت برگ‌های خیار در مقابل عفونت‌های قارچی می‌شود که C- انتهای این پروتئین‌ها دارای تراکم بالایی از باقیمانده‌های لیزین و آرژینین است (۶). قابلیت جذب فسفر و مقاومت در مقابل کرم ساقه‌خوار در گیاه برنج توسط حق پرست و همکاران (۵۹-۱۳۵۸) بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از سیلیکات سدیم در برنج سبب افزایش مقدار طول گیاه و جذب فسفر گردید (۹). اثرات سیلیس در مقاومت برگ‌های برنج به اشعه ماورای بنفش B (UV-B) بررسی شد. نتایج نشان داد که تحت تابش بالای UV-B، برگ‌ها با کمبود سیلیس لکه‌های قهوه‌ای و نواری از علائم مربوط به آسیب UV را به نمایش گذاشتند اما در برگ‌های تیمار شده با سیلیس این علائم دیده نشد. افزایش درصد

ریشه خود می‌توانند به عنوان مواد زیستی سازگار برای جایگزینی سموم مورد استفاده قرار گیرند.

باعث آلودگی محیط زیست می‌شوند. مواد شیمیایی دگرآسیب گیاهان همزیست در مزارع برنج از جمله گیاه سوروف با داشتن ترکیبات شیمیایی دگرآسیب محرک جذب سیلیس در عصاره

منابع

- ۱- سلیمانی، ع. و امیری لاریجانی، ب. (۱۳۸۳). اصول بهزراعی برنج. انتشارات آروپج. ص ۶-۲۴۱.
- ۲- کیارستمی، خ.، ایلخانی‌زاده، م. و کاظم‌نژاد، ا. (۱۳۸۶). بررسی توان آلوپاتی برخی از ارقام گندم زراعی (*Triticum aestivum*) درمقابل چچم سخت (*Hordeum spontaneum*) و جو وحشی (*Lolium rigidum*). مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۰، شماره ۲: ۲۰۷-۲۱۴.
- ۳- محمدی، ن.، رجایی، پ. و فهیمی، ح. (۱۳۹۱). بررسی اثر آلوپاتی عصاره برگ اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* L.) بر پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان تک‌لیه و دولیه. مجله زیست‌شناسی ایران. سال بیست و پنجم، شماره ۳: ۴۵۶-۴۶۴.
- ۴- هوشیکاو، ک.، اصفهانی، م.، مجتبیایی زمانی، م. و امیری لاریجانی، ب. (۱۳۸۸). ریخت‌شناسی رشد و نمو گیاه برنج. انتشارات دانشگاه گیلان. ۳۸۰ صفحه.
- 5- Chung, I.M., Ahn, J.K. and Yun, S.J. (2001). Assesment of allelopathic potential of barnyardgrass on rice cultivars. Crop Production Services. 20: 921-928.
- 6- Currie, H.A. and Perry, C.C. (2007). Silica in Plants: Biological, Biochemical and Chemical Studies. Annals of Botany. 100 (7): 1383-1389.
- 7- Duke, S.O., Baerson, S.R., Rimando, A.M., Pan, Zh., Dayan, F.E. and Belz. R.G. (2007). Biocontrol of weeds with allelopathy: Conventional and transgenic approaches. Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management. 75-85.
- 8- Esmaeili, M., Heidarzade, A., Pirdashti, H. and Esmaeili, F. (2012). Phytotoxic activity of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) on some rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4 (6): 293-297.
- 9- Fallah, A. (2012). The final report of the study of silicate fertilizer on the rate of importants diseases of rice. Rice institute of country- Amol. Page 33.
- 10- Gholamlipour Alamdari, E. and Deokule, S.S. (2009). Allelopathic effects of some weeds on growth and yield of paddy rice (*Tarom variety*) in northern Iran. Pakistan Journal Weed Science Research. 15 (2-3): 123-129.
- 11- Gulzar, A. and Siddiqui, M. B. (2014). Allelopathic effect of aqueous extracts of different part of *Eclipta alba* (L.) Hassk. on some crop and weed plants. Journal of Agricultural Extension and Rural Development. 6(1): 55-60.
- 12- Handreck, K.A. and Jones, L.H.P. (1968). Studies of silica in the oat plant. IV. Silica content of plant parts in relation to stage of growth, supply of silicon and transpiration. Plant and Soil. 24: 449-459.
- 13- Heidarzade, A., Esmaeili, M. and Pirdashti, H. (2012a). Common allelochemicals in root exudates of Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) and inhibitory potential against rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. International Research Journal of Applied Basic Science. 3 (1): 11-17.
- 14- Kaufman, P.B., Dayanandan, P., Takeoka, Y., Bigelow, W.C., Jones, J.D. and Iler, R. (1981). Silica in Shoots of Higher Plants. Silicon and Siliceous Structures in Biological Systems. pp 409-449.
- 15- Kong, Ch.H., Wang, L., Wang, P., Nic, H.W. and Mengc, X.R. (2012). Reproduction allocation and potential mechanism of individual allelopathic rice plants in the presence of competing barnyardgrass. Pest Manag Science. 69: 142-148.
- 16- Ma, J.F., Miyake, Y. and Takahashi, E. (2001). Silicon as a beneficial element for crop plants. In: Datnoff, L.E., Snyder, G.H., Korndorfer, G.H. (Eds), Silicon in Agriculture. Elsevier Science Publishing Amsterdam. 17-39.
- 17- Ma, J.F., Tamai, K., Yamaji, N., Mitani, N., Konishi, S., Katsuhara, M., Ishiguro, M., Murata, Y. and Yano, M. (2006). A silicon transporter in rice. Nature. 440: 688-691.
- 18- Ma, J.F., Yamaji, N., Mitani, N., Tamai, K., Konishi, S., Fujiwara, T., Katsuhara, M., and

- Yano, M. (2007). An efflux transporter of silicon in rice. *Nature*. 448: 209-212.
- 19- Ma, J.F. (2009). Silicon uptake and translocation in plants. *The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI*.
- 20- Ma, J.F. (2010). *Silicon Transporters in Higher Plants*. Landes Bioscience and Springer Science+Business Media. 98-109.
- 21- Motomura, H., Hikosaka, K. and Suzuki, M. (2008). Relationships Between Photosynthetic Activity and Silica Accumulation with Ages of Leaf in *Sasa veitchii* (Poaceae, Bambusoideae). *Annals of Botany of London*. 101(3): 463-468.
- 22- Savant, N.K., Snyder, G.H. and Datnoff, L.E. (1997). Silicon management and sustainable rice production. *Advances in Agronomy*. 58: 151-199.
- 23- Song, Y. and Liu, H. (2014). The allelopathic effect of ginseng root exudates on rice seeds. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 6(2): 785-789.
- 24- Takahashi, E. and Miyake, Y. (1976). Silica content in plants among organs and growth stage. *Journal of the Science of Soil and Manure, Japan*. 47: 338-341.
- 25- Takahashi, E. (1995). Uptake mode and physiological functions of silica. *Science Rice Plant*. 2: 58-71.
- 26- Tantiado, R.G. and Saylo, M.C. (2012). Allelopathic Potential of Selected Grasses (Family Poaceae) on the Germination of Lettuce Seeds (*Lactuca sativa*). *International Journal of Biology Science and Biology Technology*. 4, No. 2.
- 27- Wen-Bin, L., Xin-Hui, SH., He, W. and Fu-Suo. ZH. (2004). Effects of silicon on rice leaves resistance to ultraviolet-B. *Acta Botanica Sinica*. 46 (6): 691-697.
- 28- Xuan, T.D., Chung, I.M., Khanh, T.D. and Tawata, S. (2006). Identification of phytotoxic substances from early growth of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) root exudates. *Journal of Chem Ecology*. 32: 895-906.
- 29- Yamaji, N. and Ma, J.F. (2007). Spatial Distribution and Temporal Variation of the Rice Silicon Transporter Lsi1. *Plant Physiology*. 143(3): 1306-1313.
- 30- Yamaji, N., Mitatni, N. and Ma, J.F. (2008). A transporter regulating silicon distribution in rice shoots. *Plant Cell*. 20: 1381-1389.
- 31- Yamaji, N., Mitatni, N. and Ma J.F. (2008). A Transporter Regulating Silicon Distribution in Rice Shoots. *The Plant Cell*. 20(5): 1381-1389.

Investigation of allelopathic effects of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) weed on some anatomical traits of rice (*Oryza sativa* L.) Tarommahalli variety of Iran at flowering and grain ripening stages

Esmaily Kenary S.¹, Hosseinzade Namin M.¹, Kiarostami Kh.¹ and Fallah A.²

¹ Biology Dept., Faculty of Science, Alzahra University, Tehran, I.R. of Iran

² The Rice research Institute of Iran, Mazandaran Branch, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, I.R. of Iran

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) are annual plants and belong to Gramineae. Barnyardgrass is the most important weeds of rice paddies in Iran and the world. In this study, the effects of barnyardgrass allelopathy on anatomical characteristics of rice (Tarommahalli) at flowering and grain-ripening stages were investigated. Experiment were conducted to evaluate the effects of aqueous extracts obtained from root and shoot of barnyardgrass at 50% and 100% concentrations on anatomy traits of rice. The results of treatments with aqueous extracts of root of barnyardgrass at 100% concentration at both flowering and grain ripening stages showed an increase in number and size of silica grains on epidermal cells of stem and lower layer of leaf and well as increased size of stomata files. The cross-section of the rice stem showed that the number and size of silica knobs on its surface and also size of vascular bundles have increased. Rice treated with aqueous extracts of root from barnyardgrass indicated that as silica on the leaf and stem of rice increased, stem elongation was augmented and production yield also increased. Moreover, the treatment caused resistance to stem borer (*Chilo suppressalis*) and stem strength against lodging (stem stooping by wind and rain) occurred. The results revealed that the aqueous root extracts from barnyardgrass had positive effects on number and size of silica grains and silica knobs of leaf and stem which resulted in higher resistance and strength of rice stems leading to higher production yields of rice.

Key words: Allelopathy, Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.), Rice (*Oryza sativa* L.), Silica