مقاله پژوهشی

مجله سلول و بافت (علمی - پژوهشی)
جلد ۲، شماره۳، پاییز ۱۳۹۰، ۲۴۴-۲۳۵

اثر تنش سرما بر صفات تشریحی و مورفولوژی در دو رقم مقاوم و حساس برنج در مرحله جوانه‌زنی

ابوذر قربانی[1*]، فاطمه زرین کمر[2]، الهیار فلاح[3]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زیست شناسی، دانشکده علوم زیست شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- دانشکده علوم زیست شناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- موسسه تحقیقات برنج، ایران (آمل)
* پست الکترونیک نویسنده مسئول: Lovely_doy23@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۵

چکیده

هدف: تنش‌های محیطی به ویژه تنش سرما بر روی ویژگی‌های مورفولوژی، آناتومی و فیزیولوژی گیاهان تاثیر می‌گذارند. برنج، گیاه حساس به سرما می‌باشد که محصول آن تحت این تنش تا حد زیادی کاهش می‌یابد. با توجه به اهمیت برنج، شناخت ارقام متحمل و مکانیسم دفاعی آنها در مقابل دمای پایین ضروری می‌رسد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش تاثیر سرما بر صفات تشریحی و مورفولوژی دو رقم مقاوم (اوندا) و حساس (نعمت) برنج (*Oryza sativa*) در مرحله جوانه‌زنی به مدت ۸ روز تحت دماهای پایین (۱۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و شاهد (۲۵ درجه سانتی‌گراد) بررسی شد.

نتایج: نتایج نشان داد که طول و وزن خشک ساقه چه و ریشه چه هر دو رقم نعمت و اوندا تحت تنش نسبت به شاهد کاهش پیدا کرده، بطوری که در رقم نعمت در دماهای ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد، وزن خشک ساقه چه و ریشه چه به ترتیب با ۶۶، ۷۵، ۶۶/۵ و ۸۱ درصدکاهش و طول ساقه چه و ریشه چه با ۶۱، ۶۹، ۴۷ و ۷۲ درصد کاهش نسبت به شاهد نشان داد. این تغییرات در رقم نعمت در مقایسه با رقم اوندا با کاهش بیشتری همراه بود. بررسی صفات تشریحی نیز نشان داد که در هر دو رقم تحت تاثیر تنش سرما با تغییراتی همراه بود که مهمترین این تغییرات شامل افزایش ضخامت لایه های چوب پنبه ای و کاهش میزان حفرات آئرانشیم که با سلول های پارانشیم پر شده بود، می باشد.

نتیجه گیری: تغییرات بوجود آمده در جهت افزایش مقاومت گیاه به تنش دمای پایین بود که رقم اوندا از مکانیسم دفاعی بهتری نسبت به رقم نعمت برخوردار بود.

واژگان کلیدی: برنج، تنش سرما، آناتومی، آئرانشیم

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

گیاهان زراعی همواره در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند به طوری که هر ساله بخش قابل توجه‌ای از عملکرد محصولات زراعی در اثر تاثیرات منفی تنش‌ها کاهش می‌یابد. برنج محصولی حساس به سرما می‌باشد که دمای پایین به طور خاصی باعث کاهش محصول آن می‌شود (۱، ۲ و ۳). ولیزاده (۲) گزارش داد سرما در مرحله جوانه‌زنی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی در ارقام مختلف برنج می‌شود. اهمیت خسارت سرما در مرحله جوانه‌زنی برای تمام برنج کاران شمال کشور که در فروردین ماه هر سال بذرپاشی می‌نمایند به عنوان یک مشکل مهم محسوب می شود. از طرفی در بیشتر استان‌های کشور که در ارتفاعات برنج کشت می‌نمایند نظیر اصفهان، چهارمحال بختیاری، لرستان و آذربایجان نیز با این معضل روبرو هستند (۲). دمای پایین هوا و آب، دو عامل موثر در آسیب‌های سرمایی هستند. بیشتر واریته‌های برنج کشور در فصل خزانه‌گیری تحمل سرما را نداشته و با توجه به میزان کاهش درجه حرارت محیط، آسیب می‌بینند. مشخص کردن دقیق زمان کاشت و برداشت و برنامه‌ریزی برای کشت دوم انواع محصولات ارتباط مستقیم با شرایط محیطی بویژه تنش‌های سرمای اوایل بهار دارد که در هنگام به جلو آوردن زمان کشت و تهیه زود هنگام خزانه باعث تاخیر در رشد و در نهایت خسارت ناشی از ازدیاد هزینه تهیه خزانه و تولید نشا و کاهش عملکرد خواهد شد (۱، ۲ و ۴).

آسیب گیاه برنج ناشی از دمای پایین در مناطق گرمسیری و معتدل گزارش گردیده و این آسیب یکی از بزرگترین مشکلات تولید برنج در این مناطق می باشد (۵ و ۶). تاثیر عوامل تنش‌زا بر گیاه، معمولاً همه جانبه بوده و به ندرت فقط بخش خاصی از آن را در بر می‌گیرد که باعث تغییراتی در عملکرد طبیعی و فیزیولوژیکی تمامی گیاهان، از جمله گیاهانی که از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت هستند مانند غلات می‌شود. تمامی این تنش‌ها باعث تغییراتی در بیوسنتز گیاهان شده و در نهایت منجر به آسیب‌هایی می‌شوند که به تخریب گیاه و محصول حاصل از آن می‌انجامد. درجه حرارت پایین باعث کاهش میزان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در گیاه برنج می‌شود (۷، ۸ و ۹). رادفر (۱۰) با بررسی در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای بیست رقم برنج بومی نشان داد که در مرحله جوانه زنی یکسری از ارقام نظیر گرده محلی، کوهرنگ، سازندگی و زاینده رود همانند رقم اوندا تحمل بالایی را به تنش سرما نشان دادند.

جوشی و همکاران (۱۱) نشان دادند که در زمان مواجه شدن ریشه و اندام هوایی نهال گیاهان همیشه سبز با تنش سرما، گیاه علائم تنش کمبود آب از خود نشان می‌دهد که با کاهش هدایت آبی ریشه آغاز و با کاهش شدید در پتانسیل آب و آماس برگ ادامه می‌یابد، روزنه‌ها بسته شده و کاهش تعرق سبب کاهش هدایت آبی ریشه گردیده و در نتیجه تنش آبی ناشی از سرمازدگی تشدید می‌شود. اغلب گیاهان حساس به سرما مانند برنج، وقتی در معرض دمای پایین قرار می‌گیرند، نشانه‌های تنش کمبود آب در آنها ظاهر می‌شود (پتانسیل پایین آب و آماس برگ) که به عنوان تنش آبی ناشی از سرمازدگی شناخته می‌شود. برخی از گیاهان حساس به سرما می‌توانند به طور کامل یا تا حدودی خود را نسبت به این تنش آبی سازگار نمایند (۱۲، ۱۳ و ۱۴).

تغییرات آناتومیکی می‌تواند در گیاهانی که دچارکمبود آب که بر اثر تنش سرما ایجاد می‌شود شکل گیرد. برخی از این تغییرات شامل افزایش رسوبات چوب یا چوب پنبه در سلول‌های پوستی، آندودرم و لایه‌های سلولی که در مجاورت کورتکس و مدولا می‌باشد. این چنین تغییراتی، از خشک شدن و مرگ سلول‌های کورتکس محافظت می‌نماید (۱۴، ۱۵ و ۱۶). در بافت‌هایی که در شرایط کم آبی قرار می‌گیرند، معمولاً اندازه سلول‌ها کاهش یافته و میزان بافت‌های آوندی و همچنین ضخامت دیواره سلولی (چوبی شدن) در آنها افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، فرآیندهای مربوط به طویل شدن سلول‌ها نسبت به فرآیندهای تقسیم سلولی از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار هستند (۱۷، ۱۸ و ۱۹). از اصلی‌ترین مقاومت‌های آپوپلاستی می‌توان به آندودرم و اگزودرم اشاره کرد که به ترتیب مرزهای داخلی و خارجی کورتکس ریشه را تشکیل می‌دهند. در ریشه گیاه برنج برخلاف سایر گیاهان، اگزودرم تاثیر چندانی بر هدایت آبی ریشه ندارد (۱۹). در شرایط کم آبی، هدایت آبی در آوند چوبی تا حد زیادی کاهش می‌یابد (۱۹ و ۲۰). علت این پدیده انقطاع جریان در آوندهای چوبی است. هدایت آبی پائین در آوندهای چوبی گیاهان، ظاهراً نقش مهمی در نگهداری آب، در شرایط تنش ایفا می‌کند، زیرا به این روش از خروج آب از گیاه در اثر کمبود آب در هوا، جلوگیری به عمل می‌آید (۱۹). همچنین ایجاد تغییرات مورفولوژیکی مانند پوشیده شدن دیواره سلولی با لیگنین، به منظور ایجاد پایداری مکانیکی در ساختمان ریشه صورت می‌گیرد. اتصالات مستحکم لیگنین به فیبریل‌های سلولزی باعث افزایش ویژگی‌های استحکامی دیواره سلولی می‌شود (۱۲، ۱۶ و ۱۹). بر طبق گزارشات ون فلیت (۲۱) توسعه آندودرم (شامل

Archive of SID
www.SID.ir

چوب پنبه‌ای و ضخیم شدن دیواره) در گونه‌های مختلف *Allium*، بیشتر در زمانی دیده می‌شود که حالت متناوبی از خشکی و رطوبت وجود داشته باشد.

با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش سعی شده تاثیر تنش سرما بر صفات تشریحی و مورفولوژی در مرحله جوانه‌زنی دو رقم اوندا (مقاوم) و نعمت (حساس) بررسی شود.

مواد و روش‌ها

آماده سازی نمونه: این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه معاونت موسسه تحقیقات برنج آمل و آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده علوم زیستی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۸۶ اجرا گردید. تعداد ۵۰ عدد بذر سالم از هر رقم در محلول هیپوکلرید سدیم ۲۰ درصد به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه ضدعفونی و پس از چند بار شستشو با آب مقطر، به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده و سپس تعداد ۲۵ عدد بذر از هر رقم که سالم و دارای حالت جوانه‌زنی مشابه بوده در داخل پتری‌دیش و کاغذ صافی که قبلاً در اتوکلاو (دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه) استریل شده بودند، با فواصل یکسان و منظم گذاشته شدند. سپس در داخل هر پتری دیش به مقدار ۳ میلی لیتر آب اضافه شد. در طول این مدت کاغذ صافی همواره باید مرطوب باشد تا آب مورد نیاز بذر را در اختیارش قرار دهد. آنگاه سه تکرار از هر رقم به داخل دستگاه انکوباتور که قبلاً در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد و با رطوبت ۷۵ درصد و تاریکی (بدون نور) تنظیم گردیده بود به مدت ۸ روز قرار گرفتند و بعد از ۸ روز اندازه‌گیری کلیه صفات انجام شد.

بررسی ساختار تشریحی: به منظور بررسی ساختار تشریحی ساقه‌چه و ریشه‌چه در نمونه‌های آزمایشی ابتدا یک نمونه از شاهد و یک نمونه از هر تیمار انتخاب شد. نمونه‌ها به صورت دستی برش‌گیری، بوسیله کارمن و سبزمتیل رنگ‌آمیزی و پس از مونتاژ عکسبرداری و سرانجام بافتهای مختلف اندازه‌گیری شدند.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه: تعداد ۱۰ عدد بذر جوانه‌دار انتخاب و بعد از جدا کردن ساقه‌چه و ریشه‌چه به مدت ۲ تا ۳ روز در دمای ۴۰ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار داده تا کاملا خشک شوند و سپس وزن آنها تعیین شد.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: تعداد ۱۰ عدد بذر که دارای جوانه‌زنی طبیعی بودند انتخاب و با خط کش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه گیری شد.

آنالیزآماری: این تحقیق در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج

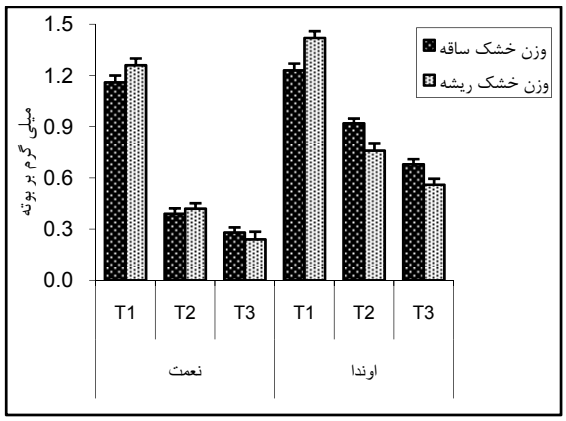
نتایج بدست آمده (جدول ۱ و نمودار ۱ و ۲) نشان می‌دهد که وزن خشک و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر دو رقم مورد مطالعه تحت تنش سرما با کاهش همراه بود. اما کاهش بیشتری در رقم نعمت نسبت به رقم اوندا مشاهده گردید بطوری که وزن خشک ساقه‌چه در رقم نعمت تحت دمای ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد به ترتیب با ۶۶ و ۷۶ درصد کاهش و وزن خشک ریشه‌چه با ۶۷ و ۸۱ درصد کاهش و در رقم اوندا وزن خشک ساقه‌چه ۲۵ و ۴۵ درصد کاهش و وزن خشک ریشه‌چه ۴۶ و ۶۱ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. طول ساقه‌چه رقم اوندا تحت دمای ۱۵ و ۱۰ درجه سانتیگراد به ترتیب با ۳۶ و ۴۲ درصد و طول ریشه‌چه با ۴۱ و ۴۸ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد همراه بود که نسبت به رقم نعمت از کاهش کمتری برخوردار بود که خود حساسیت بیشتر رقم نعمت به تنش سرما را نشان می‌دهد.

جدول ۱: میانگین مربعات صفات تشریحی ریشه اصلی و صفات مورفولوژی دو رقم نعمت و اوندا در دماهای مختلف در مرحله جوانه‌زنی

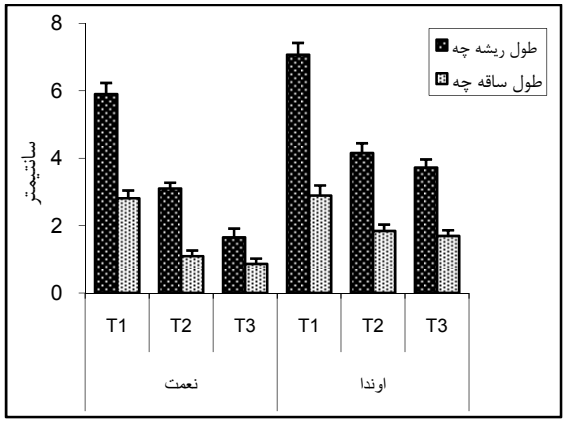
منابع تغییرات	df	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	فطر ریشه	اپیدرم	اسکلرانشیم	پارانشیم کورتیکال	اندودرم
ژنوتیپ (G)	۱	۱۰۵۸**	۳/۷۲۶**	۰/۴۵۱**	۰/۵۰۳**	۰/۳۳۶**	۱۹۵۶۹/۰۱۴**	۰/۸۴۵^{ns}	۲۹/۳۸۹**	۱۲۶۰/۰۲**	۷۶/۴۶۷**
دما (T)	۲	۱۹۹۱/۴۳۵**	۳۰/۰۲۹**	۷۵/۵**	۰/۸۲۹**	۱/۴۸۶**	۲۶۵۸/۴۷۱**	۲/۵۴۲**	۳۰/۴۶۲**	۱۴۴۲/۲۱۱**	۴/۷۱۱**
T×G	۲	۷۳۴/۴۳۵**	۰/۱۱۵^{ns}	۰/۱۳۲**	۰/۰۸۳**	۰/۰۱۴**	۴۲۲۸/۰۵۷**	۰/۲۵۲^{ns}	۴/۷۰۷**	۹۶/۱۷۲**	۰/۳۰۴^{ns}
خطا کل (E)	۱۲	۰/۹۴۲	۰/۰۷۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱۲/۸۱۶	۰/۱۸۹	۰/۰۵۱	۴/۷۵۴	۰/۵۹۳

*n.s: بی معنی. *و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد*

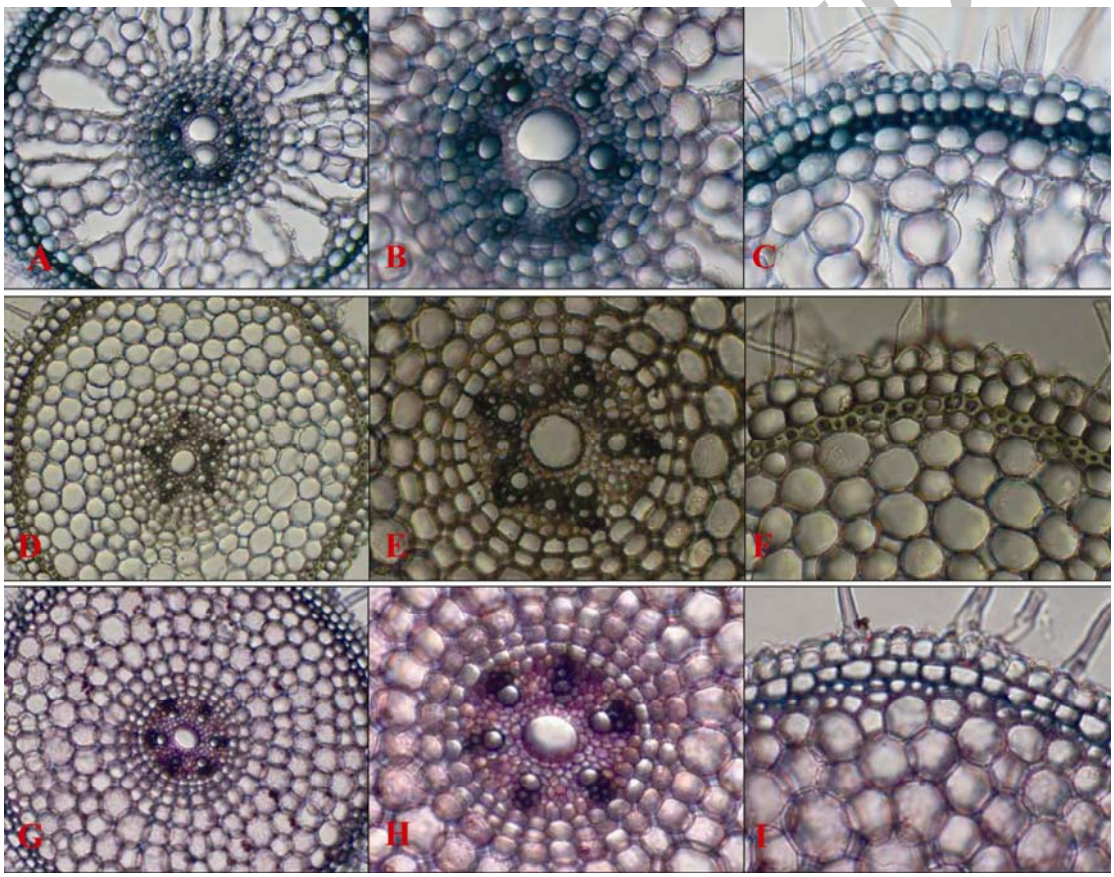
Archive of SID
www.SID.ir



نمودار ۱: مقایسه وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه دو رقم برنج در تیمارهای دمایی ۲۵ درجه سانتی گراد (T1)، ۱۵ درجه سانتی گراد (T2) و ۱۰ درجه سانتی گراد (T3)



نمودار ۲: مقایسه طول ساقه‌چه و ریشه‌چه دو رقم برنج در تیمارهای ۲۵ درجه سانتی گراد (T1)، ۱۵ درجه سانتی گراد (T2) و ۱۰ درجه سانتی گراد (T3)

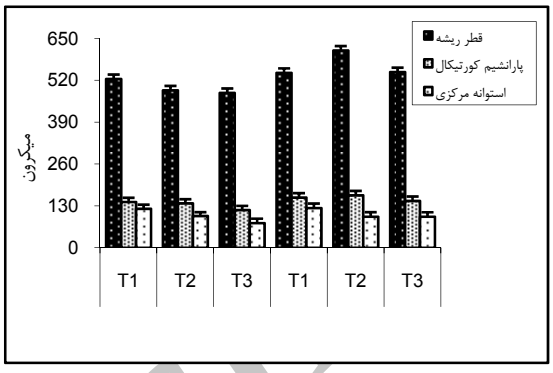


شکل ۱: نمای کلی برش عرضی ریشه‌چه رقم اوندا در تیمارهای دمایی مختلف. در تیمار شاهد حفرات آئرانشیم به میزان زیاد وجود دارد که در تیمارهای ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد توسط سلول های پارانشیم پر شده است. : A-C: تیمار شاهد، D - F: تیمار ۱۵ درجه سانتی گراد، G-I: تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد، (A, D, G : بزرگنمایی ۱۰۰X، B, C :E, F H, I, بزرگنمایی ۲۰۰X).

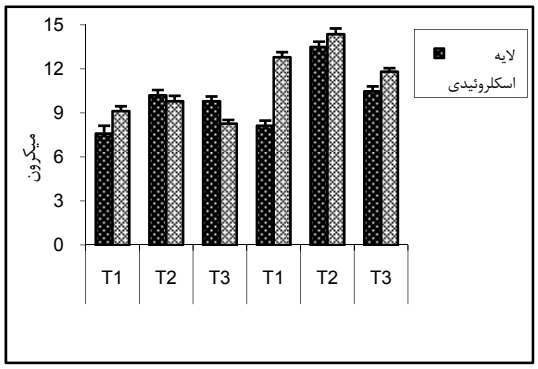
بررسی صفات تشریحی ریشه‌چه و ساقه‌چه دو رقم اوندا و نعمت در مرحله جوانه‌زنی تحت دماهای شاهد (۲۵ درجه سانتی گراد) و ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که در این ارقام تحت تنش سرما تغییرات ساختاری زیادی ایجاد می‌شود که این تغییرات در این دو رقم نیز با هم متفاوت بودند. یکی از تغییرات مهم در ساختمان تشریحی ریشه، حذف فضاهای خالی بین سلولی متعلق به بافت آئرانشیم در ساختمان ریشه هر دو رقم برنج تحت تیمار ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود (شکل‌های ۱ و ۲). یکی دیگر از تغییرات مهم ناشی از تنش سرما در ریشه‌چه دو رقم برنج شامل ضخیم شدن لایه ی چوب پنبه‌ای در بخش آندودرم و لایه اسکلروئیدی و همچنین کاهش قطر ریشه‌چه تحت تنش سرما می باشد (نمودار ۳ و ۴). گیاه برنج جزو

www.SID.ir

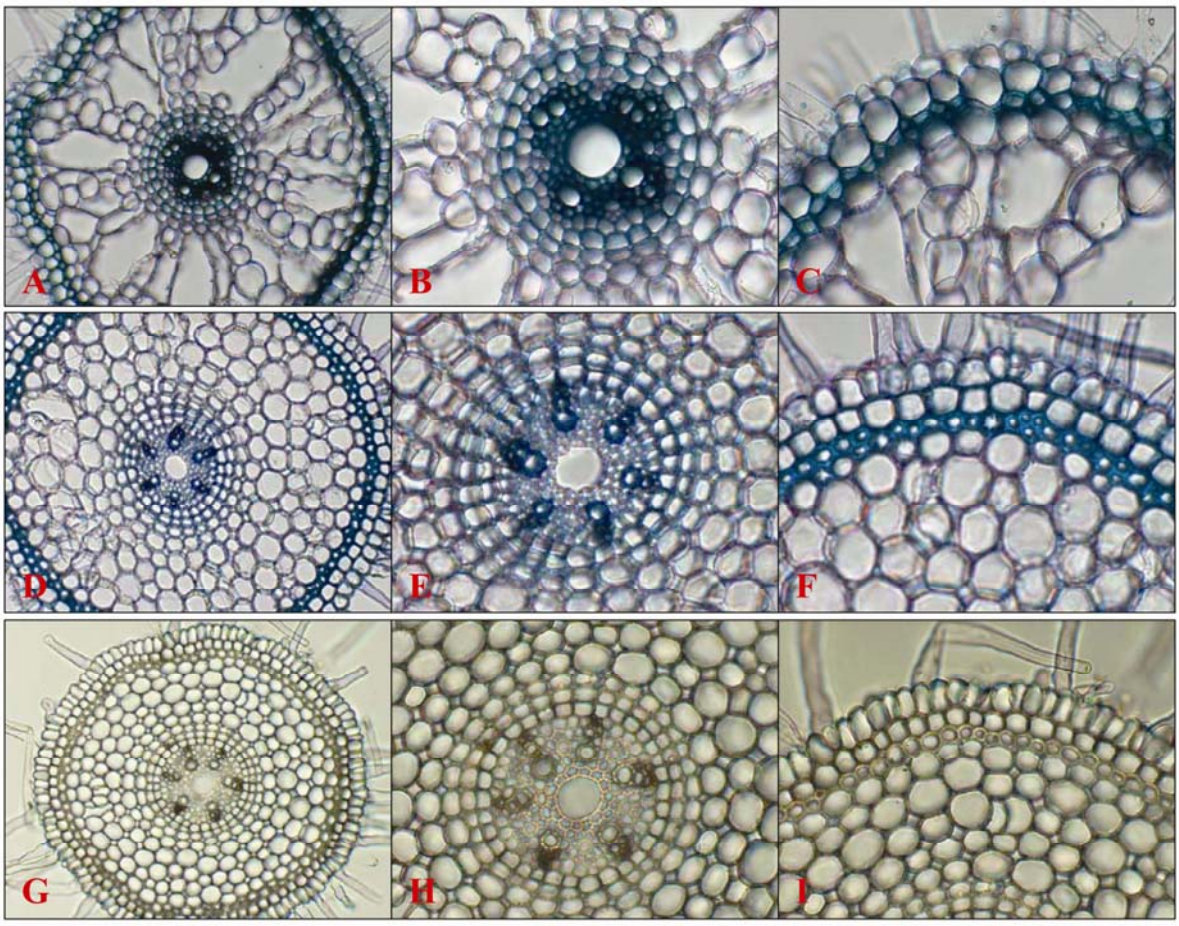
گیاهانی می‌باشد که علاوه بر آندودرم دارای یک لایه سوبرینی دیگر در زیر اگزودرم که لایه اسکلروئیدی می‌نامند، می‌باشد. مقایسه تصاویر حاصل از برش‌گیری از ریشه‌چه‌های ارقام برنج که تحت دو تیمار سرما قرار داشته‌اند نشان می‌دهند که ضخامت لایه‌های آندودرم و اسکلروئیدی، در شرایط سرما افزایش می‌یابد (شکل‌های ۱ و ۲). هر دو لایه آندودرم و اسکلروئیدی در دو تیمار دمایی ۱۵ و ۱۰ درجه در هر دو رقم با افزایش ضخامت همراه بود که در رقم اوندا نسبت به رقم نعمت این افزایش بیشتر بود.



نمودار ۳: مقایسه قطر ریشه‌چه و ضخامت پارانشیم کورتیکال و استوانه مرکزی دو رقم برنج در در تیمارهای شاهد (T1) و ۱۵ درجه سانتی گراد (T2) و ۱۰ درجه سانتی گراد (T3)



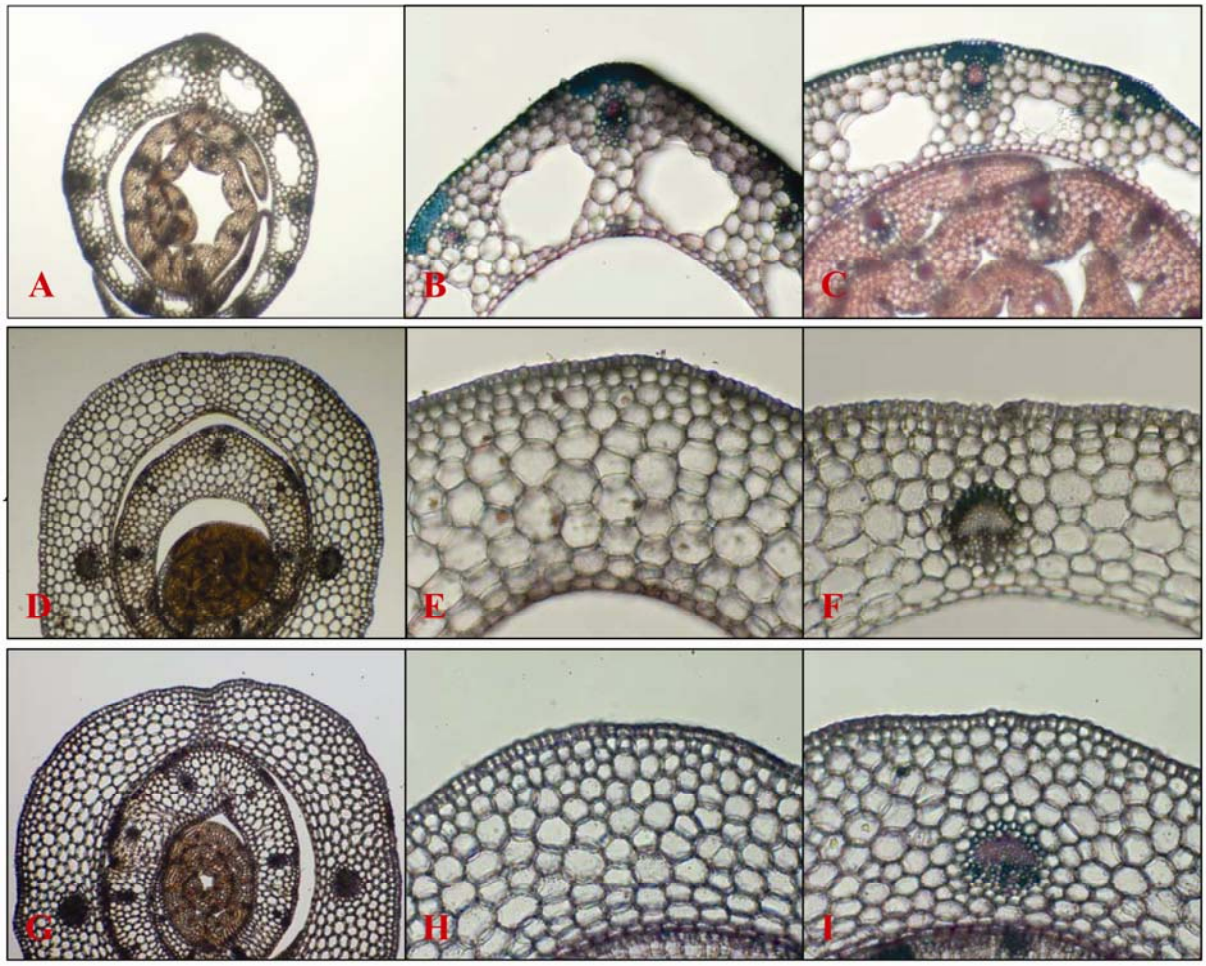
نمودار ۴: مقایسه لایه‌های اسکلروئیدی و آندودرم دو رقم نعمت و اوندا در تیمارهای شاهد (T1) و ۱۵ درجه سانتی گراد (T2) و ۱۰ درجه سانتی گراد (T3)



شکل ۲: نمای کلی برش عرضی ریشه‌چه رقم نعمت در تیمارهای دمایی مختلف. حفرات آئرانشیم به میزان زیاد وجود دارد که در تیمارهای ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد توسط سلول‌های پارانشیم پر شده است. A- C: شاهد، D - F: تیمار دمایی ۱۵ درجه سانتی گراد، G-I: تیمار دمایی ۱۰ درجه سانتی گراد، (A, D, G بزرگنمایی ۱۰۰X، B, C, E, F H, I, بزرگنمایی ۲۰۰X).

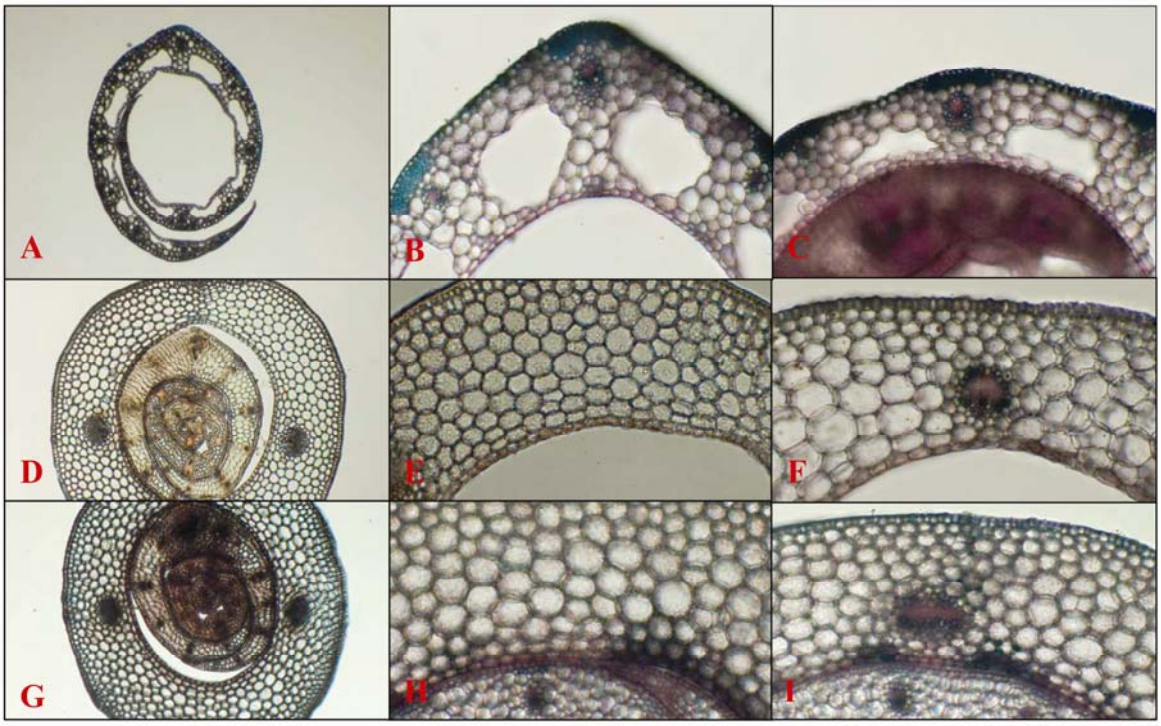
www.SID.ir

بررسی تصاویر حاصل از برش‌گیری ساقه‌چه دو رقم برنج نشان داد که ساختمان ساقه‌چه این ارقام نیز تحت تنش سرما نسبت به دمای شاهد با تغییراتی همراه می‌باشد. ساقه این ارقام در دمای شاهد به خاطر تک لپه‌ای بودن از دو برگ اولیه و ثانویه که برگ‌های داخلی را در بر می‌گیرند، تشکیل شده است. این برگها از حفرات آئرانشیم بزرگ و فراوانی که بین دستجات آوندی قرار دارند، تشکیل شده‌اند. اما در تیمارهای سرما ساختمان کاملا متفاوتی مشاهده شد. هیپوکوتیل که در دمای شاهد اثری از آن دیده نمی‌شد، در تیمارهای تنش به عنوان غلافی باقی مانده که از برگ‌های درونی در مقابل سرما محافظت می‌کند و از حفرات آئرانشیم نیز به میزان زیادی کاسته شده است. همچنین بر ضخامت لایه‌های اسکلروئیدی که در دو طرف دستجات آوندی قرار دارند تحت تیمار تنش افزوده می‌شود (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل۳: برش ساقه‌چه رقم اوندا در تیمارهای دمایی مختلف. تحت دمای ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد اثری از حفرات آئرانشیم نیست و غلاف هیپوکتیل در ریشه‌چه باقی مانده است. A: نمای کلی برش عرضی ساقه در تیمار شاهد (درشت نمایی ۴۰X)، B: رگبرگ میانی و حفرات آئرانشیم در تیمار شاهد (درشت نمایی ۱۰۰X) ، C: رگبرگ‌های کناری و حفرات آئرانشیم در تیمار شاهد (درشت نمایی ۱۰۰X)، D: نمای کلی برش عرضی ساقه در تیمار ۱۵ درجه (درشت نمایی ۴۰X)، E: سلول‌های پارانشیم هیپوکوتیل در تیمار ۱۵ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)، F: دستجات آوندی هیپوکوتیل در تیمار ۱۵ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)، G: نمای کلی برش عرضی ساقه در تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۴۰X)، H: سلول‌های پارانشیم هیپوکوتیل در تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)، I: دستجات آوندی هیپوکوتیل در تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)

www.SID.ir



شکل ۴: برش ساقه‌چه رقم نعمت در تیمارهای دمایی مختلف. تحت دمای ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد اثری از حفرات آئرانشیم نیست و غلاف هیپوکتیل در ریشه‌چه باقی ممانند. A: نمای کلی برش عرضی ساقه در تیمار شاهد (درشت نمایی ۴۰X)، B: رگبرگ میانی و حفرات آئرانشیم در تیمار شاهد (درشت نمایی ۱۰۰X)، C: رگبرگ‌های کناری و حفرات آئرانشیم در تیمار شاهد (درشت نمایی ۱۰۰X)، D: نمای کلی برش عرضی ساقه در تیمار ۱۵ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۴۰X)، E: سلول‌های پارانشیم هیپوکوتیل در تیمار ۱۵ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)، F: دستجات آوندی هیپوکوتیل در تیمار ۱۵ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)، G: نمای کلی برش عرضی ساقه در تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۴۰X)، H: سلول‌های پارانشیم هیپوکوتیل در تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)، I: دستجات آوندی هیپوکوتیل در تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد (درشت نمایی ۱۰۰X)

بحث

اثر تنش سرما بر کاهش میزان رشد گیاه از واضح‌ترین پاسخ گیاهان به سرما می‌باشد. بررسی نتایج نشان داد وزن خشک و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر دو رقم مورد مطالعه تحت تنش سرما با کاهش همراه بود که با نتایج حاصل از مطالعات شنگ زیانگ (۲۲) اشراقی (۲۳)، کانداو بیچل (۲۴)، ساساکی (۲۵)، همدانی (۲۶) مطابقت دارد.

بررسی صفات تشریحی ریشه‌چه و ساقه‌چه دو رقم اوندا و نعمت تحت دماهای شاهد (۲۵ درجه سانتی‌گراد) و ۱۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد نشان داد که در این ارقام تحت تنش تغییرات ساختاری ایجاد می‌شود. یکی از مهمترین تغییرات ایجاد شده تغییر در میزان فضاهای خالی بین سلولی می باشد که با حذف کامل حفرات موجود در بافت آئرانشیم در ریشه‌چه و کاهش در ساقه‌چه هر دو رقم برنج تحت تنش بود. در حقیقت این حفرات در اثر تنش سرما، با سلول‌های پارانشیمی پر شده بودند. با در نظر گرفتن نقش آئرانشیم در ریشه، بروز چنین تغییراتی در اثر تنش سرما قابل پیش‌بینی خواهد بود. اگر چه تشکیل بافت آئرانشیم می‌تواند از گیاه در برابر شرایط کمبود اکسیژن محافظت کند، ولی در عین حال می‌تواند باعث ضعیف شدن ساختار ریشه گردد (۲۷ و ۲۸). ساختار بافت آئرانشیمی وقتی تحت فشار بیش از حد قرار می‌گیرد، در هم ریخته و جمع می‌شود که در این حالت از مقدار بافت‌های فعال ریشه کاسته خواهد شد. وجود تفاوت‌های قابل توجه بین گونه‌ای، در نسبت و مقدار آئرانشیم‌های ساختمانی نشان می‌دهد که بافت آئرانشیم تا اندازه‌ای سازشی و تطابقی عمل می‌کند (۱۶ و ۲۹).

تغییرات مهم دیگری که تحت تنش سرما در دو رقم برنج رخ داد شامل ضخیم شدن لایه چوب پنبه‌ای در بخش آندودرم ریشه‌چه و لایه اسکلروئیدی در ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین کاهش قطر ریشه بود. گیاه برنج جزو گیاهانی می‌باشد که علاوه بر آندودرم دارای یک لایه چوب پنبه‌ای دیگر در زیر اگزودرم که لایه اسکلروئیدی می‌نامند، می‌باشد. با توجه به تاثیرات ناشی از تنش سرما، افزایش ضخامت این لایه‌ها پدیده‌ای قابل توجه

Archive of SID
www.SID.ir

است. مدارک موجود نشان می‌دهد که وجود لایه‌های چوب پنبه‌ای در یک ریشه، به طور معمول میزان نفوذپذیری نسبت به آب را کاهش می‌دهد (۲۰). این لایه‌های چوب پنبه‌ای شده، منجر به کاهش هدایت شعاعی آب در امتداد محور ریشه می‌شوند. تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری، نیز می‌توانند باعث کاهش هدایت آبی و افزایش میزان چوب پنبه‌ای شدن در ریشه شود (۱۷ و ۱۹). این عقیده وجود دارد که لایه اسکلروئیدی، که در ریشه‌های گیاهان موجود در شرایط کنترل (بدون تنش) رشد چندانی ندارد، در شرایط تنش سرما، در حفاظت ریشه در برابر هدر رفتن و از دست دادن آب و همچنین جلوگیری از نشت مواد محلول مورد نیاز برای تنظیم اسمزی، نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۲ و ۳۰). شرایط سرما می‌تواند منجر به مرگ کورتکس ریشه شود. با این وجود سلول‌های اگزودرمی زنده می‌مانند و این مطلب حاکی از این است که سلول‌هایی با دیواره‌های چوب پنبه‌ای شده، از بازگشت آب از ریشه به سمت خاک جلوگیری می‌نمایند. عقیده بر این است که لایه اسکلروئیدی (همانند آندودرم)، در طی تنش، نقش حفاظتی داشته و ریشه‌ها را از گزند پاتوژن‌های موجود در خاک حفظ می‌نماید (۱۵ و ۱۹). وجود یک آندودرم ضخیم در شرایط سرما، می‌تواند در جلوگیری از درهم ریختگی و جمع شدن بخش داخلی ریشه تاثیر گذار باشد. به علاوه، این ساختار از بافت‌های استوانه مرکزی (stelar) در برابر خطر خروج آب و خشک شدن محافظت می‌کند و همچنین ضخیم شدن ثانویه دیواره سلولی یعنی افزایش رسوبات چوب پنبه‌ای و چوبی، از سرمازدگی ریشه‌ها جلوگیری می‌نماید (۱۲، ۱۹ و ۲۰).

نتیجه‌گیری

مجموعه تغییرات تشریحی بوجود آمده در هر دو رقم مورد تحقیق تحت تنش سرما، در جهت حفظ بقا و عملکرد محصول می‌باشد. اما در تیمار ۱۰ درجه سانتی گراد رقم نعمت به خاطر حساسیت بیشتر، کارایی لازم برای بهبود مکانیسم‌های دفاعی برای کاهش خسارت ناشی از سرما را از دست داده و خسارت زیادی به آن وارد می‌شود. با توجه به نتایج کلی بدست آمده مشخص می‌شود که رقم اوندا نسبت به رقم نعمت مقاومتر به تنش سرما می‌باشد و برای کشت در مناطق کوهستانی و مناطقی که دمای کمتری دارند بیشتر توصیه شده و دارای عملکرد بهتری می باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت موسسه تحقیقات برنج آمل و دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به خاطر مساعدت در مراحل مختلف اجرای این تحقیق، صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Hasibi P, Moradi F, Nabipour M. [Screening rice genotype for resistance to low temperature with using chrophyll florescence]. Iranian Agronomic Science Journal. 2007 9(1(33)):14-31. [Persian].

2. Valiadeh A. [The study of lines and varieties resistance to cold in maintains and province of rice cultivated aria of Iran]. Rice research institute of Iran- deputy of Mazandaran. 1998; 24-39. [Persian].

3. Akhil RB, Ishigo-oka N, Adachi M, Oguma Y, et.al. Cold tolerance at the early growth stage in wild and cultivated rice. Euphytica. 2008; 165(3): 459-70.

4. Abbasal-Ani MK, Hay RKM. Influence of growing temperature on the growth and morphology of cereal seedling rppt systems. . Journal of Experimental Botany. 1983; 34(149): 1720-1730.

5. Kratsch HA, Wise RR. The ultrastructure of chilling stress. Plant, Cell and Environment. 2000; 23: 337-350.

6. Lee MH. Low temperature tolerance in rice: the Korean experience. International Rice Research Institute (IRRI). 2001; 101: 109-117.

7. Bodapati N, Gunawardena TH, Fukai PSH. Increasing cold tolerance in rice. University of Queensland, School of Land and Food Sciences. RIRDC. Australia. 2005; 20 p.

8. Cruz RP, Milach SC, Federizzi LC. Inheritance of rice cold tolerance at the germination stage. Genetics and Molecular Biology. 2006; 29(2):314-320.

9. Cruz RP, Milach SC. Cold tolerance at the germination stage of rice: methods of evaluation and characterization of genotypes. Science Agriculture. (piracicaba, Braz.). 2004; 61:1-8.

10. Radfar H. [The evaluation of cold stress on germination and seedling stage of rice in control condition of Mazandaran area]. M. Sc. Thesis. Azad Uni. Varamin Unite. 2004; 182p. [Persian].

11. Joshi SC, Chandra S, Palni LMS. Differences in photosynthetic characteristics and accumulation of osmoprotectants in saplings of evergreen plants grown inside and outside a glasshouse during the

Archive of SID

www.SID.ir

winter season. Photosynthetica. 2007; 45(4): 594-600.

12. Babu RC, SHashidhar HE, Lilley JM, Thanh ND et al. Variation in root penetration ability, osmotic adjustment and dehydration tolerance among accessions of rice adapted to rain fed lowland and upland ecosystem. Plant Breed. 2001; 120: 233-238.

13. Francois O. Cold acclimation and freezing tolerance in plants. Encyclopedia of life sciences. 2007; 53:67-78.

14. Hiroyuki SH, Hasegava T, Fujimura SH, Iwama K. Responses of leaf photosynthesis and plant water status in rice to low water temperature at different growth stages. Field Crops Research. 2004; 89: 71–83.

15. Emanuel ME, Wilson CW. Identification of a Casparian band in the hypodermis of onion and corn roots. Canadian Journal of Botany. 1982; 60: 1529-1535.

16. Mostajeran A, Rhimi-Eichi V. Drought stress effect on root anatomical characteristics of rice cultivars (oryza sativa.L). Pakistan Journal of Biological Science. 2008; 11(18): 2173-2183.

17. Baruch Z, Merida T. Effects of drought and flooding on root anatomy in four tropical forage grasses. International Journal of Plant Sciences. 1995; 156(4): 514–521.

18. Biswambhar S. Vascular morphology of the inflorescence of rice plant (*oryza sativa.L*). Jute Agriculture Research Institute. 1965; 5: 202-218.

19. Claudio L, Andrea S. Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in Vitis vinifera L. Journal of Experimental Botany. 1998; 49(321): 693-700.

20. Justin SHFW, Armstrong, W. The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. New Phytol. 1987; 106: 465–495.

21. Van fleet D. The development and distribution of the endodermis and an associated oxidase system in monocotyledonous plants. American Journal of Botany. 1942; 29: 1-15.

22. Shengxiang T. Evaluation and utilization on cold tolerance of rice in China.. Report of an INGER traveling workshop on low temperature stress of rice in China and Korea. (21 Aug-1 sep 1995). Manila 1039, Philippines. 1995; 13-20.

23- Ashraghi A [The effect of cold on growth and development of rice plant. The 16th paper of development design agriculture of Caspian Sea area]. Published by Mazandaran Rice Research Institute. 1987; 22 p. [Persian].

24. Kaneda C, Beacheal HM. Resistance of Japonica Rice hybrids to low temperature. In rice Breeding. IRRI Los Banos Philippines. 1989; 541-545.

25. Sasaki T. Studies on germination ability under low temperature condition of rice varieties. Kamikawa Agriculture Experimental Station Hokaido. 1974; 24: 1-90.

26. Hamedany AR. Low temperature problems cold tolerance research activites for rice Indica. In report of rice cold tolerance workshop. Loss Banus, Philippines. 1979; 39-48.

27. Gunawardena AHN, Pearce DM, Jackson MB, Hawes CR, et al. Rapid changes in cell wall pectic polysaccharides are closely associated with early stages of aerenchyma formation, a spatially localized form of programmed cell death in roots of maize (Zea mays L.) promoted by ethylene. Plant, Cell and Environment. 2001; 24: 1369-1375.

28. Jackson MB, Armstrong W. Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence. Plant Biology. 1999; 1: 274-287.

29. Sthapit BR, Witcombe JR. Inheritance of tolerance to chilling stress in rice during germination and plumule greenig. Crop science. 1998; 38: 660-665.

30. Thomson CJ, Armstrong W, Waters I, Greenway H. Aerenchyma formation and associated oxygen movement in seminal and nodal roots of wheat. Plant, Cell and Environment. 1990; 13: 395-403.

Archive of SID

www.SID.ir