Archive of SID

گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۹ شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

مطالعه مقاومت گیاهچه های گندم نان حاصل از بذور تیمار شده با اسید سالیسیلیک در برابر جدایه های *Mycosphaerella graminicola*

الهام زمانی[۱]، فروغ سنجریان[۲]، ابراهیم محمدی گل تپه[*۳] و ناصرصفایی[۴]

۱- دانشجوی دکتری بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- استادیار پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران، ایران

۳- * **نویسنده مسوول:** استاد گروه بیماری شناسی گیاهی ،دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۴- دانشیارگروه بیماری شناسی گیاهی ،دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۸/۰۳

چکیده

در این پژوهش واکنش ۱۸ رقم گندم نان در مرحله گیاهچه‌ای در برابر پنج جدایه از قارچ *Mycosphaerella graminicola* مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در این بررسی اثر غلظت های ۰، ۰/۷۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک در مقابله با بیماری سپتوریوز گندم آزمایش شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد بین ارقام، جدایه ها، سطوح اسید سالیسیلیک و برهمکنش های رقم – جدایه و رقم- غلظت اختلاف معنی دار وجود دارد. چهارده عدد از ارقام مورد بررسی نسبت به همه جدایه ها حساس بودند، یازده حالت مقاومت اختصاصی نسبت به جدایه ها در بقیه ارقام مشاهده شد. رقم مرودشت با مقاومت در برابر سه جدایه مقاومترین رقم بود و پس از آن ارقام توس، هیرمند، با سه مورد مقاومت اختصاصی ولی سطح بالاتر پوشش پیکنیدیومی نسبت به مرودشت به ترتیب به عنوان مقاوم ترین ارقام شناخته شدند. بررسی الگوی پر آزاری جدایه ها نشان داد این جدایه ها از نظر پرآزاری در چهار گروه متفاوت قرار می گیرند و جدایه S1 بر روی اغلب ارقام پرآزار بوده ولی هیچ کدام از جدایه ها بر روی تمامی ارقام ناپرآزار نبودند. مقایسه میانگین پوشش پیکنیدیومی بیانگرکاهش قابل محسوس درصد پوشش پیکنیدیومی در سطح یک میلی مولار اسید سالیسیلیک نسبت به دو سطح صفر و ۰/۷۵ میلی مولار بود.

کلید واژه ها: اسید سالیسیلیک، پیکنیدیوم، گندم نان، Mycosphaerella graminicola

مقدمه

قارچ آسکومیست *Mycosphaerella graminicola* عامل سپتوریای برگی گندم می باشد که تهدید بزرگی در صنعت تولید مواد غذایی جهان محسوب می شود. گزارش ها نشان می دهد خسارت این بیمارگر باعث کاهش ۳۰ تا ۵۰ درصدی عملکرد گندم می شود. هزینه جهانی مصرف قارچکش در مدیریت این بیماری صدها میلیون دلار در هر سال برآورد شده است(Goodwin et al., 2011). کنترل این بیمارگر به دلیل سطح بالای تنوع ژنتیکی جمعیتی و بیولوژی غیر معمول آن دشوار می باشد. برخلاف بسیاری از بیمارگرهای گیاهی دیگر *M. graminicola* به جای

www.SID.ir

Archive of SID

نفوذ مستقیم، از طریق روزنه وارد شده و دارای یک دوره کمون طولانی مدت دو هفته ای بعد از آلوده سازی است که فاقد علائم می باشد. این بیمارگر، دفاع گیاهی را در طی دوره کمون تحت تاثیر قرار داده و به دنبال آن تغییر سریع به فاز نکروتروف رخ می دهد که همراه با شروع ظهور علائم در طی روزهای ۱۲ تا ۲۲ پس از آلوده سازی است. چنین تغییری از فاز بیوتروف به نکروترف در انتهای فاز مخفی یک مشخصه غیر معمول مشترک در بین قارچ های جنس *Mycosphaerella* می باشد(Goodwin et al., 2011).

سال های زیادی بیماری زنگ، بخصوص زنگ زرد مهم ترین بیماری قارچی تهدید کننده گندم در ایران محسوب می شد و از این رو برنامه های اصلاحی در وارد سازی و تقویت ارقام مقاوم گندم CIMMYT برای مقابله با این بیماری متمرکز بود تا اینکه در دهه های گذشته به طور تدریجی سپتوریوز گندم در مناطق شمالی، شمال غرب و غرب کشور که دارای شرایط آب و هوایی مساعد برای این بیماری بودند، شیوع پیدا کرد و باعث کاهش معنی داری در عملکرد گندم شد (Abrinbana et al., 2010). اسید سالیسیلیک (SA) از جمله ترکیبات فنلی طبیعی از گروه تنظیم کننده اندوژنوس ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید می باشد که دارای نقش مهمی در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه از جمله رشد، تکامل، گل دهی، تقسیم سلولی، تنظیم جذب یون توسط ریشه فتوسنتز و کنترل بسته شدن روزنه ها از طریق خنثی کردن رادیکال های آزاد یا گونه های اکسیژنی فعال می باشد (Gomez et al., 1993). گیاهان به طور مداوم توسط پاتوژن ها مورد حمله قرار می گیرند، از این رو برای دفاع از خود یکسری از واکنش های دفاعی اولیه ساختاری و القایی را ایجاد کرده اند. مطالعات نشان داده است که هورمون های گیاهی اسید سالیسیلیک، جازمونیک اسید و اتیلن در تنظیم واکنش های دفاعی در گیاهان نقش دارند (Van Wees et al., 2000; Glazebrook, 2001; Thaler et al., 2004). اسید سالیسیلیک اغلب در مقاومت نسبت به پاتوژن های بیوتروف و نکروتروف نقش داشته و باعث راه اندازی مقاومت اکتسابی سیستمیک (systemic acquired resistance (SAR)) می شود (Grant and Lamb, 2006). القاء مقاومت سیستمیک، حفاظت وسیعی را در برابر طیف وسیعی از پاتوژن ها بوجود می آورد. همچنین القا مقاومت توسط اسیدسالیسیلیک همراه با بیان گروهی از ژن های مربوط به پروتئین های مرتبط با بیماریزایی در گیاهان دو لپه ای مثل توتون و آرابیدوپسیس می باشد(Qi et al., 2012).

مطالعات نشان داده است تیمار خارجی گیاهان با اسید سالیسیلیک و برخی مواد دیگر شامل اسید پلی آکریلیک ، استیل سالیسیلیک اسید، ۲ و۶ دی کلرو ایزونیکوتینیک اسید، متیل سالیسیلات، مشتقات بنزوتیادیازول، DL-B آمینوبوتریتیک اسید و اگزالیک اسید می تواند سبب تجمع پروتئین های مرتبط با بیماریزایی شده و منجر به کاهش خسارات ناشی از چندین عامل بیمارگر در محصولات مختلف گردد(Gozzo, 2003). در مقابل، گیاهانی که دارای ژن باکتریایی *NahG* (کد کننده سالیسیلات هیدروکسیلاز، که SA را به catechol تبدیل می کند) باشند به پاتوژن ها بسیار حساس هستند (Gaffney et al., 1993). سطح SA اندوژن در گیاه می تواند همچنین تعامل های همزیستی گیاه را افزایش دهد (Stacey et al., 2006). در ایران در مطالعات متعددی مقاومت ارقام گندم نسبت به سپتوریوز گندم مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است. در مطالعه ای Davari et al. (2012) واکنش ۲۳ رقم گندم نان و دوروم را در برابر ۱۰ جدایه بدست آمده از مزارع آلوده منطقه مغان مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن ها نشان داد که جدایه های دشت مغان دارای تنوع پرآزاری بالایی هستند و اغلب ارقام گندم رایج در منطقه به خصوص ارقام گندم نان به بیماری حساس هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

Mojerlou et al. (2009) در تحقیقات خود واکنش چهار ژنوتیپ قارچ *Septoria tritici* از استان های خوزستان، اردبیل، گلستان را در برابر ارقام تجن، زاگرس، کوهدشت، شیرودی، شانگهای، فلات و داراب-۲ و لاین های N-80-6 و N-80-19 مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعات آن ها بین ارقام و جدایه ها تفاوت معنی داری وجود داشت و ارقام فلات و دارب-۲ دارای بیشترین و رقم شانگهای دارای کمترین شدت بیماری بودند. Dalvand and Roohparvar (2013) مقاومت تعدادی از ارقام تجاری ایران را در مرحله گیاه کامل در استان خوزستان در طی ۴ سال مورد مطالعه قرار دادند. مطالعات آن ها نشان داد که اغلب جدایه های گندم نان و حتی تعدادی از جدایه های گندم دوروم به بیماری حساس هستند. در پژوهشی در ایران تاثیر غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک به صورت پاشش هوایی و خیساندن بذور در کاهش علائم بیماری سپتوریوز گندم مورد بررسی قرار گرفت و طبق نتایج این تحقیق غلظت دو میلی مولار در پاشش هوایی و غلظت یک میلی مولار در تیمار بذور دارای تاثیر مناسبی در کاهش علائم بودند (Gholamnejad et al., 2013).

یکی از روش های بالقوه در مدیریت بیماری های گیاهی استفاده از مقاومت سیستمیکی (SAR) جهت فعالسازی مکانیسم های دفاعی گیاه است(Ryals et al., 1996). فعال‌سازی مقاومت به بیماری با استفاده از چنین موادی امکان دیگری را در اختیار کشاورزان قرار می دهد تا محصولات خود را در برابر بیماری های گیاهی حفاظت کنند. یکی از محرک های گیاهی به کارگرفته شده در این مورد اسید سالیسیلیک می باشد که قادر است اثرات یک آلودگی موضعی را القا کند (Malamy et al., 1990).

ماده مزبور یک مولکول مهم انتقال پیام بوده که نقش حساسی را در دفاع میزبان در مقابل حمله پاتوژن ها ایفا می کند(Malamy et al., 1990) ولی از آنجایی‌که نقش آن در کاهش خسارات ناشی از بیمارگرهای قارچی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است، در این مطالعه سعی شده تا تاثیر تیمار بذور گندم با اسید سالیسیلیک در فعال‌سازی مقاومت سیستمیک اکتسابی (SAR) و تاثیر آن در مبارزه با بیماری سپتوریوز در گیاه گندم مورد بررسی قرار گیرد. این پژوهش از جمله اولین مطالعات انجام گرفته در بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک در کاهش علائم بیماری سپتوریوز گندم می باشد و امیدواریم نتایج آن بتواند راه‌گشایی در ارائه روش های های مدیریتی ارزان تر و مناسبتر در کنترل این بیمارگر مهم باشد.

مواد و روش ها

تیمار با اسید سالیسیلیک

در این تحقیق از ۱۸ رقم بذر گندم نان شامل پیشتاز، میهن، گاسپارد، MV-17، بهار، چمران، مروارید، پیشگام، پارسی، هیرمند، توس، مرودشت، تجن، بولانی، کویر، داراب، اروم و زاگرس استفاده شد. این ارقام با سه غلظت ۰، ۰/۷۵ و ۱ میلی مولار اسید تیمار شدند. برای تهیه غلظت های مذکور محلول پایه یک مولار اسید سالیسیلیک در حلال متانول تهیه شده و غلظت های مذکور با اضافه کردن حجم مناسبی از این محلول پایه به آب تهیه شدند. پس از تهیه محلول ها، با استفاده از NaOH، pH آنها بر روی ۶ تنظیم شد. بذور گندم در این محلول ها ریخته شده و یک شب در آن نگهداری و سپس کشت شدند.

جدایه‌های قارچی، شرایط رشدی و محیط کشت‌ها

در این تحقیق از پنج جدایه بیماریزای قارچ *M. graminicola* متعلق به ۵ منطقه جغرافیایی کشور برای ارزیابی مقاومت استفاده شد. در جدول ۱، نام جدایه ها و منشا جغرافیایی آنها نشان داده شده است. در ابتدا جدایه های قارچی نگهداری شده در فریزر ۸۰- درجه سلسیوس در محیط کشت YMDA (۴ گرم عصاره

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- کد، نام و محل جمع آوری جدایه های *M. graminicola* مورد استفاده در این تحقیق

Table 1. Code, name and geographic origin of isolates used in this study

Code	Name	Geographic origin
1	MJA	Ardabil
2	AB12	West Azerbaijan
3	S1	Khuzestan
4	K	Kermanshah
5	ABS4	Golestan

مخمر، ۴ گرم عصاره مالت، ۴ گرم دکستروز و ۱۵ گرم آگار در یک لیتر آب مقطر) کشت داده شدند و در انکوباتور با دمای ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس با ۱۲ ساعت تناوب نوری به مدت دو روز نگهداری شدند. سپس سه قرص از محیط کشت حاوی بار قارچی به محیط کشت های مایع YMDB انتقال داده شده و به مدت یک هفته در شیکرانکوباتور با دمای ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس با دور ۱۳۵ برای اسپورزایی نگهداری شدند. غلظت سوسپانسیون اسپور حاصل برای استفاده در آزمایش های گلخانه ای با کمک لام گلبول شمار در ده میلیون اسپور در هر میلی لیتر تنظیم شد. دو قطره توئین ۲۰ به ازای هر ۱۰۰ میلی لیتر سوسپانسیون اضافه شد.

بررسی واکنش ارقام گندم نسبت به جدایه های قارچی

آزمایش گلخانه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. گلدان ها با مخلوطی حاصل از حجم برابر پیت، پرلیت و خاک پر شده و در هر گلدان شش عدد بذر کشت داده شد. گلدان ها در طی این آزمایش همواره در اتاقک کشت با دمای ۲۰ – ۱۸ درجه سلسیوس با ۸ ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی نگهداری شدند. در روز دهم رشدی مصادف با اوایل مرحله دو برگی، گیاهچه ها با سوسپانسیون اسپوری با غلظت ده میلیون اسپور در هر میلی لیتر آلوده شدند و برای تامین رطوبت ۱۰۰ درصد در درون کیسه های پلاستیکی قرار داده شده و سر کیسه گره زده شد. و به مدت ۴۸ ساعت در تاریکی و ۲۴ ساعت در روشنایی قرار گرفتند. پس از آن گلدان ها از کیسه خارج شده و در شرایط اتاقک رشد که با استفاده از رطوبت ساز، درصد رطوبت آن در سطح ۸۵ – ۸۰ نگهداری می شد، قرار داده شدند.

ارزیابی شدت بیماری

با توجه به اینکه شدت علائم در رقم حساس داراب در روز بیست و ششم به میزان حداکثر خود رسید ارزیابی شدت بیماری ۲۶ روز پس از مایه زنی با اندازه گیری درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ اول انجام شد (Kema et al., 1996; Brown et al., 2001; Chartrain et al., 2004).

تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه 9.2) انجام شد. برای مقایسه میانگین برهمکنش ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد و این آزمون برای هر جدایه و هر غلظت به طور مجزا انجام گرفت. در این قسمت، صفر درصد آلودگی و میانگین هایی که اختلاف معنی داری با صفر درصد آلودگی نداشتند (دارای حروف مشترکی با آن ها بودند) به عنوان برهمکنش مقاوم در نظر گرفته شدند. گروه بندی ارقام گندم نیز بر اساس میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ها به وسیله تجزیه خوشه ای به روش Ward's با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه 18) انجام شد (Davari et al., 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

علائم بیماری

در ارقام مختلف گندم، علائم اولیه بیماری ۱۲-۱۷ روز بعد از مایه زنی قابل مشاهده بود. شروع علائم به صورت لکه های پراکنده زرد رنگی بر روی برگ ها قابل مشاهده بود که با گذشت زمان بسته به حساسیت میزبان گسترش یافت و در نهایت بافت برگ ها در محل لکه ها نکروزه شدند. در قسمت های نکروزه برگ پیکنیدیوم ها در هر دو سطح به صورت نقاط سیاه رنگ تشکیل شدند.

نتایج بررسی واکنش ارقام به جدایه‌های مختلف

تجزیه واریانس داده ها نشان داد بین ارقام، جدایه ها و سطوح اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی دار وجود داشت. همچنین مطابق با نتایج حاصل از این تجزیه واریانس، برهمکنش رقم- جدایه و رقم- غلظت در سطح احتمال ۱٪ و برهمکنش جدایه- غلظت نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی داری بودند که بیانگر وجود برهمکنش اختصاصی بین تعامل های مذکور بود. برهمکنش سه جانبه رقم- جدایه- غلظت معنی دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی برهمکنش رقم - جدایه با آزمون دانکن نشان داد میانگین آن ها در گروه های آماری مختلفی قرار گرفتند (جدول ۳). براساس نتایج این آزمون میانگین آلودگی صفر درصد و برهمکنش هایی که میانگین آن ها تفاوت معنی داری با میانگین صفر درصد نداشتند، به عنوان مقاومت در نظر گرفته شدند.

بدین ترتیب تعداد ۱۱ حالت مقاومت اختصاصی نسبت به جدایه ها شناسایی شد و رقم مرودشت با مقاومت در برابر سه جدایه مقاومترین رقم بود و پس از آن ارقام توس، هیرمند، با سه مورد مقاومت اختصاصی ولی سطح بالاتر پوشش پیکنیدیومی به عنوان مقاوم ترین ارقام شناخته شدند. در بین ارقام مورد بررسی پیشتاز، میهن، گاسپارد، MV-17، بهار، چمران، پیشگام، پارسی، تجن، بولانی، کویر، داراب، اروم و زاگرس در مقابل همه جدایه ها حساس بودند و در رقم مروارید نیز تعداد دو مقاومت اختصاصی شناسایی گردید(جدول ۳). بررسی الگوی پر آزاری جدایه ها نشان داد که این جدایه ها از نظر پرآزاری در چهار گروه متفاوت قرار گرفتند و جدایه S1 بر روی اغلب ارقام پرآزار بوده ولی هیچ کدام از جدایه ها بر روی تمامی ارقام ناپرآزار نبودند(شکل۱). در بین جدایه ها، جدایه S1 با پر آزاری روی ۱۷ رقم و جدایه ABS4 با پرآزاری روی ۱۴رقم به ترتیب بیشترین و کمترین پرآزاری را بر روی ارقام مورد بررسی نشان دادند (جدول۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ارقام گندم

Table 2. Analysis of variance for pycnidium coverage percentage of wheat cultivars

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean squares
Cultivar	17	184124.367	10830.854**
Isolate	4	25438.227	6359.577**
Concentration	2	20839.496	10419.747**
Cultivar* Isolate	68	58301.417	857.374**
Cultivar* Concentration	34	5597.437	164.631**
Isolate* Concentration	8	1060.269	132.534*
Cultivar* Isolate* Concentration	136	8783.020	64.581ns
Error	540	28860.669	53.446
CV (%)			24

*: Significant at 5% probability level, **: Significant at 1% probability level, ns: Non-significant

www.SID.ir

Archive of SID

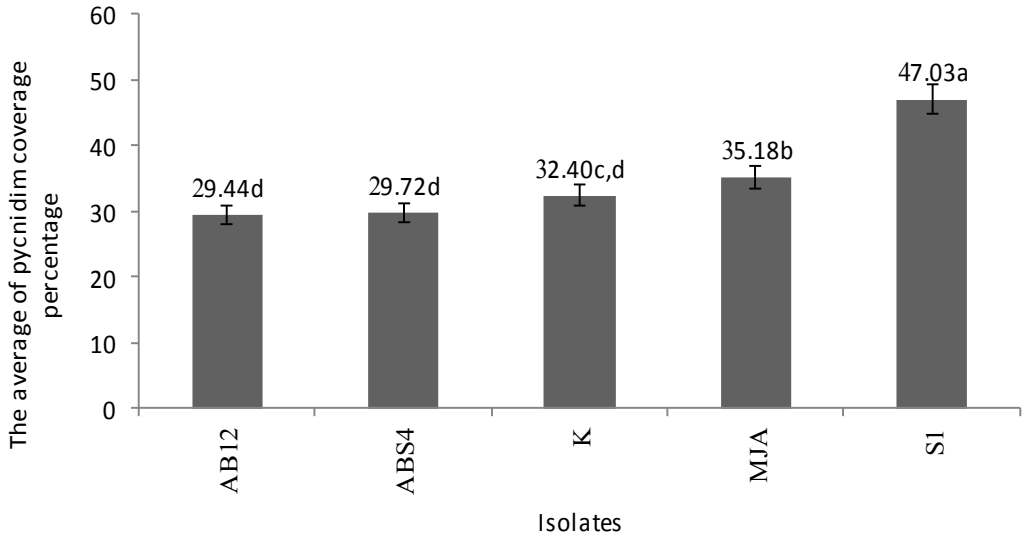
جدول ۳- مقایسه میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ارقام گندم توسط جدایه های *M. graminicola*.

Table 3. Comparison of leaves pycnidium coverage percentage for wheat cultivars treated with *M. graminicola* isolates

	Isolate				
Cultivar	MJA	AB13	S1	K	ABS4
Pishtaz	41.67±4.4bcd*	45±2.8bc	78.33 ±4.4ab	53.33±3.33ab	40±0cde
Mihan	35±2.8cdef	18.33±1.6fg	21.67±4.4h	25±2.8ef	16.67±3.33gh
Gaspard	30±2.8cdef	28.33±8.3ef	40±0efg	20±2.8fg	6.67±1.6hi
MV-17	26.67±3.3def	26.67 ±3.3def	66.67±3.3bc	36.67 ±3.3cd	26.67±4.4efg
Bahar	30 ±0cdef	33.33±4.4cde	30±5ghi	41.67±4.4bcd	35±2.8def
Chamran	20±5.7efg	10±2.8gh	53.33±3.3cde	10±2.8gh	20±5.7fgh
Morvarid	0±0g	30±5.7def	35±2.8fgh	8.33±4.4h	0±0i
Pishgam	33.33±3.8cdef	46.67±3.3bc	76.67±6.6b	48.33 ±1.6bc	33.33±3.3ef
Parsi	40±5.7bcde	45±2.8bc	35±5fgh	51.67±6ab	40±5.7cde
Hirmand	45±5.7bcd	0±0h	53.33±8.8cde	0±0h	0±0i
Tous	0±0g	0±0h	36.67 ± 4.4fgh	20±2.8fg	0±0i
Marvdasht	16.67±4.4fg	0±0h	0±0i	3.33 ±3.3h	0±0i
Tajan	45±5.7bcd	30 ±2.8def	50 ±2.8def	33.33 ±1.6de	51.67 ±7.2bc
Bulani	51.67±4.4abc	56.67 ±4.4b	58.33 ±4.4cd	61.67 ±1.6a	61.67 ±1.6ab
Kavir	60±5.7ab	30 ±5.7def	33.33 ±3.3gh	45 ±2.8bcd	50 ±11bdc
Darab-2	70 ±5.7a	70 ±5.7a	91.67 ±4.4a	43.33 ±8.8bcd	73.33 ±3.3a
Urom	56.67±7.2 ab	43.33 ±7.2bcd	55 ±10.4cde	38.33 ±1.6cd	50 ±7.6bcd
Zagros	31.67 ±4.4cdef	16.67 ±1.6fg	31.67 ±4.4gh	43.33 ±3.3bcd	30 ±5efg

Each data represents the mean of three replicates with the standard error (SE).

*: Means within a column followed by the same letters are not significantly different.



شکل۱- مقایسه جدایه ها براساس میانگین پوشش پیکنیدی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد. میانگین ها با حروف متفاوت داری اختلاف معنی داری می باشند.

Figure 1. Comparison of isolates based on the pycnidium coverage mean with Duncan test at 1% probability level. Means followed by the non-same letters are significantly different

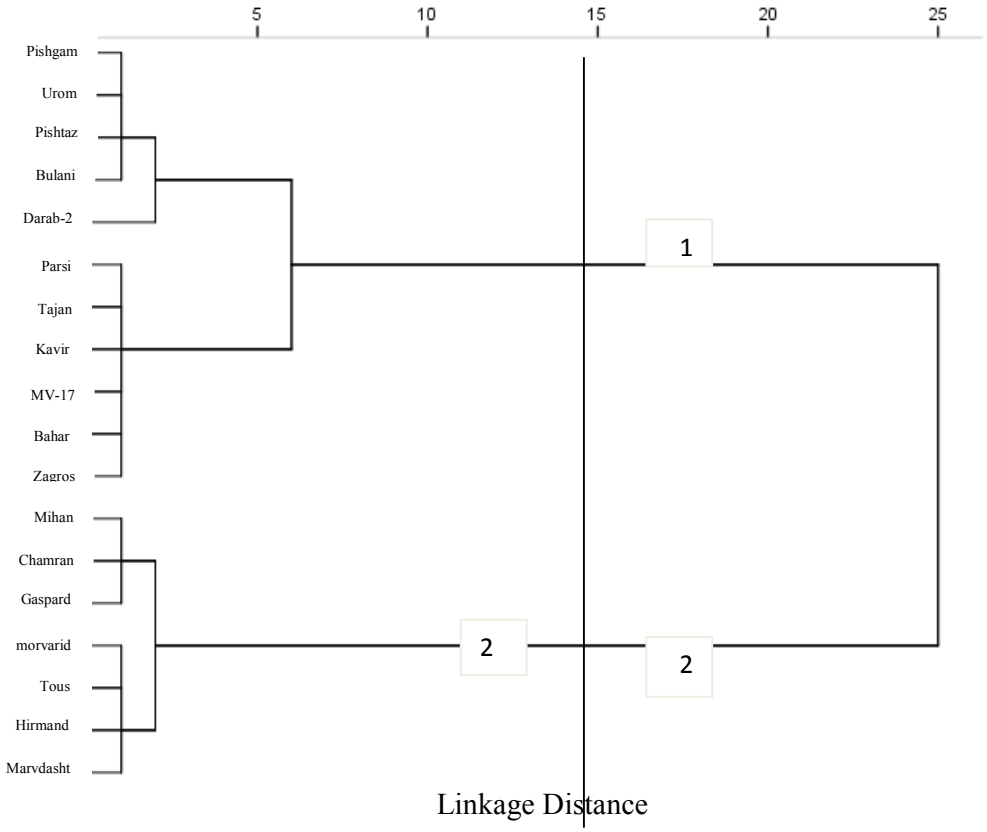
www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه خوشه ای ارقام گندم

نتایج تجزیه ای خوشه ای ارقام گندم براساس میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ها نشان داد که ارقام از لحاظ واکنش به جدایه ها در دو خوشه مجزا قرار گرفتند (شکل ۲). در خوشه ۱ تعداد ۱۱ رقم حساس گروه بندی شدند که در آن ها مقاومت اختصاصی جدایه مشاهده نشده بود و میانگین آلودگی این ارقام از حدود۱۶/۶۷ تا ۹۱/۷۶ درصد متفاوت بود(شکل ۲ و جدول ۳). خوشه ۲ در زیر شاخه اول شامل ارقام میهن ، چمران وگاسپارد بود که مقاومت اختصاصی در آنها مشاهده نشده بود ولی دارای سطح پوشش پیکنیدیومی پایین۶/۶۷ تا ۵۳/۳۳ درصد بود. جدایه های مربوط به زیرشاخه بعدی در مقابل ۳-۲ جدایه، مقاومت اختصاصی نشان داده بودند و میانگین آلودگی آن ها بین صفر تا ۵۳/۳۳ درصد بود. جدایه های مربوط به زیرشاخه بعدی در مقابل ۳-۲ جدایه، مقاومت اختصاصی نشان داده بودند و میانگین آلودگی آن ها بین صفر تا ۵۳/۳۳ درصد بود.

همان‌گونه که نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک نشان می دهد (جدول ۱) سه سطح مورد مطالعه در این تحقیق در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی داری بودند(شکل۳). به طور کلی طبق نتایج این تحقیق ارقام گندم دارای تیمار اسید سالیسیلیک نسبت به گیاهان شاهد دارای سرعت جوانه زنی و رشد بالایی بودند و مقایسه میانگین پوشش پیکنیدیومی بیانگر کاهش قابل محسوس سطح پوشش پیکنیدیومی در سطح یک میلی مولار نسبت به دو سطح صفر و ۰/۷۵ میلی مولار بود. سطح ۰/۷۵ میلی مولار نسبت به گیاه بدون تیمار با اسید سالیسیلیک در تعدادی از ارقام بی تاثیر و در تعدادی از ارقام نیز دارای تاثیر ناچیزی در افزایش درصد پوشش پیکنیدیومی بود (جدول۴).

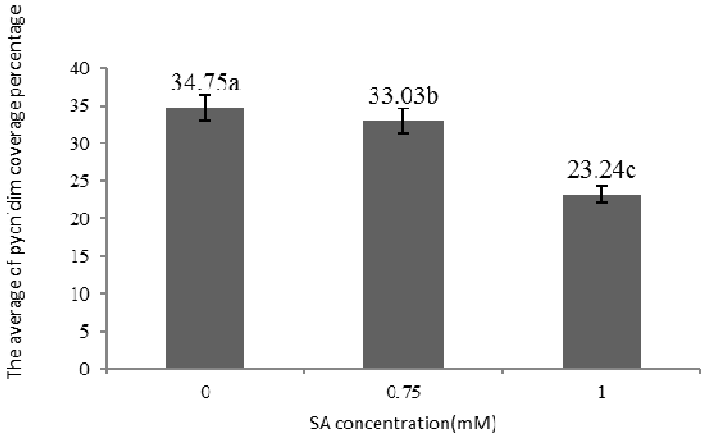


شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای ۱۸ رقم گندم براساس درصد پوشش پیکنیدیومی به روش وارد و فاصله اقلیدسی

Figure 2. Dendrogram showing the clustering of 18 wheat cultivars based on pycnidium coverage percentage data (Euclidean distance, Ward's method)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک بر اساس میانگین پوشش پیکنیدیومی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱درصد. اعداد با حروف متفاوت در سطح احتمال ۱ درصد داری اختلاف معنی داری می باشند.

Figure 3. Comparison of SA concentrations based on pycnidium coverage mean with Duncan test at 1% probability level. Means followed by the non-same letters are significantly different

جدول ٤- مقایسه میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ارقام گندم در تعامل با غلظت های ۰، ۰/۷۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک

Table 4. Comparison of pycnidium coverage percentage mean in different cultivar treated with 0, 0.75 and 1 mM of SA

	Concentration(mM)		
Cultivar	0	0.75	1
Pishtaz	51.67±3.98 bc*	50.66±4.07 bc	36.66±2.56 bc
Mihan	23.33±2.10 ghi	23±2.53 g	15.33±1.59 fg
Gaspard	25±3.26 fghi	23.67±2.84 g	15.33±2.02 fg
MV-17	36.66±4.35 def	34.33± 4.13ef	19.66± 2.26ef
Bahar	34 ±1.77 efg	30± 1.94 fg	21.33± 1.10 ef
Chamran	22.66±4.57 ghij	22±4.02 g	14±2.83 ghi
Morvarid	14.67± 2.04 ijk	11.67± 2.60 h	6.67± 2.60 h
Pishgam	47.66± 4.7bcd	46.26± 4.34bcd	37± 4.3bc
Parsi	42.33± 2.48cde	42± 2.3cde	31.66± 1.46 cd
Hirmand	19± 2.10 hij	11± 2.28 h	8± 1.15 hij
Tous	11± 1.78 jk	12± 2.2 h	10± 2.61 hij
Marvdasht	10± 2.62 jk	8± 2.92 h	6± 1.94 j
Tajan	42± 2.82 cdef	39.33± 2.35 def	25.33± 1.66 de
Bulani	58± 1.67 b	54± 2.27 b	42± 2.53 b
Kavir	43.67± 3.85 cde	41.67± 3.54 cde	33.33± 2.37 bc
Darab-2	69.66± 4.76 a	67.66± 5.09 a	47± 3.07 a
Urom	48.66± 3.36 bc	47± 2.22 bcd	32.66± 1.81 bc
Zagros	30.66± 2.62 bc	31± 2.72 fg	18.33± 1.73 ef

Each data represents the mean of three replicates with the standard error (SE).
*: Means within a column followed by the same letters are not significantly different.

بین سه سطح اسید سالیسیلیک از نظر تاثیر در ارقام مختلف در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود داشت. در تمامی ارقام در سطح یک میلی مولار اسید سالیسیلیک، پایین ترین میزان پوشش پیکنیدیومی قابل مشاهده بود. غلظت ۰/۷۵ میلی مولار در اغلب ارقام مورد مطالعه در این تحقیق در کاهش علائم بی تاثیر بوده

www.SID.ir

Archive of SID

و در برخی ارقام نیز باعث افزایش ناچیزی در درصد پوشش پیکنیدیومی شده است. بیشترین تاثیر غلظت ۰/۷۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک در رقم هیرمند قابل مشاهده بود. غلظت یک میلی مولار بیشترین تاثیر را در کاهش درصد پوشش پیکنیدیومی را به خود اختصاص داده بود و در این غلظت بیشترین کاهش میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی به ترتیب مربوط به ارقام هیرمند و مروارید و کمترین کاهش نیز به ترتیب مربوط به ارقام توس، پیشگام و پارسی بود(جدول ۴).

در غلظت صفر اسید سالیسیلیک بیشترین میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی مربوط به جدایه S1 بود. بعد از این جدایه، جدایه های K، ABS4، AB12 و MJA در رتبه های بعدی قرار داشتند. جدایه MJA با کمترین میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی به عنوان کم آزارترین جدایه مورد مطالعه در این تحقیق معرفی شد. تفاوت قابل ملاحظه ای بین جدایه ها از نظر تاثیر غلظت ۰/۷۵ میلی مولار مشاهده نشد. فقط جدایه S1 کاهش نسبتا بیشتری در میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی در مقایسه با دیگر جدایه ها در این سطح از غلظت اسید سالیسیلیک نشان داد. بیشترین تاثیر در کاهش میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی مربوط به غلظت یک میلی مولار بود. در بین جدایه ها، جدایه های S1 و MJA به ترتیب بیشترین کاهش پوشش پیکنیدیومی را در این غلظت نشان دادند (جدول ۵).

بحث

بیماری سوختگی برگ گندم یکی از مهم ترین و مخرب ترین بیماری های گندم است(Eyal et al., 1985). از روش های مختلف زراعی شامل تناوب، شخم، کشت مخلوط ارقام و روش های شیمیایی شامل استفاده از قارچکش های گروه تریازول ها و استروبیلورین ها در کنترل این بیماری استفاده می گردد (Cowger et al., 2000). مصرف بی رویه سموم قارچ کش در سال های اخیر منجر به بروز مقاومت در جدایه های قارچ عامل این بیماری شده است (Fraaije et al., 2005). از نظر اقتصادی و زیست محیطی استفاده از ارقام مقاوم به عنوان بهترین و موثرترین روش کنترل این بیماری معرفی شده است (Eyal et al., 1985).

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی مربوط به جدایه های مورد استفاده در تعامل با غلظت های ۰، ۰/۷۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک

Table 5. Comparison of isolates pycnidium coverage mean in different concentration of SA with Duncan test at 5% probability level. Means followed by the non-same letters are significantly different

	Concentration(mM)		
Isolates	0	0.75	1
MJA	38.98± 2.09 b*	37.20± 1.98 b	24.35± f1.49cde
AB12	31.75± 2.46 bcd	31.20± 2.28 bcde	22.96± 1.86 ef
S1	48.33± 2.84 a	44.90± 2.94 a	31.57± 2.11 b
K	33.42± 2.39 b	31.11± 2.39 b	22.31± 1.79 def
ABS4	32.5± 2.84 bc	30.55± 2.75 cdef	22.03± 2.10 f

*: Means within a column followed by the same letters are not significantly different
Each data represents the mean of three replicates with the standard error (SE).

www.SID.ir

Archive of SID

در این تحقیق، واکنش ۱۸ رقم گندم نان نسبت به پنج جدایه *M. graminicola* از پنج استان کشور مورد بررسی قرار گرفت و تعداد ۱۱ حالت مقاومت اختصاصی نسبت به جدایه ها شناسایی شد که در آن رقم مرودشت با مقاومت در برابر سه جدایه مقاومترین رقم بود و پس از آن ارقام توس، هیرمند، با سه مورد مقاومت اختصاصی ولی سطح بالای پوشش پیکنیدیومی به عنوان مقاوم ترین ارقام شناخته شدند. با اینکه تعدادی از ارقام فوق در مقابل تعدادی از جدایه ها مقاومت اختصاصی نشان دادند ولی نتایج این تحقیق نشان داد که اغلب ارقام مورد کشت در ایران به بیماری سپتوریای برگی حساس می باشند. به طوری که حدود بیش از نیمی از ارقام مورد مطالعه در این تحقیق نیز به همه جدایه های مورد بررسی حساس بودند و در سایر ارقام نیز ۳-۲ مقاومت اختصاص جدایه شناسایی گردید. نتایج حاصل از تجزیه خوشه ای ارقام نیز نشان داد که این ارقام از نظر واکنش به جدایه های *M. graminicola* به دو گروه حساس و نیمه مقاوم قابل تفکیک هستند. ارقامی که در آن ها سطح پوشش پیکنیدیومی پایین یا ۳-۲ مقاومت اختصاصی جدایه شناسایی شده بود، در گروه مقاوم خوشه بندی شدند. ارقامی که در خوشه حساس بودند نسبت به همه جدایه ها حساس بودند. میانگین کل آلودگی ارقامی مانند مرودشت، توس، هیرمند پایین بود که این امر به دلیل وجود تعدادی مقاومت اختصاصی در این ارقام بود. بنابراین این ارقام مورد بررسی مقاومت نسبی در مقابل جدایه های مورد استفاده در این تحقیق از خود نشان دادند.

پرایمینگ (priming) به پدیده ای اطلاق می شود که طی آن گیاه پس از تماس اولیه با یک عامل محرک سیستم ایمنی نسبت به آلودگی های بعدی واکنش دفاعی قویتری و سریعتری از خود نشان می دهند (Conrath et al., 2006). در این وضعیت بیان سیستم دفاعی رخ نمی دهد ولی در نهایت با هزینه کمتری نسبت به تعامل مستقیم با یک بیمارگر مقاومتی طولانی مدت و طیف وسیعی ایجاد می شود. مکانیسم دقیق آن معلوم نبوده ولی مشخص شده که طی آن پروتئین های سیگنال دهی و فاکتورهای نسخه بردای درگیر در مقاومت القایی و تولید PR proteins بیانشان افزایش می یابد (Walters et al., 2008; Beckers and Conrath, 2007).

گیاهان در برابر حمله میکروارگانیسم های بیماریزا که حیات آن ها را تهدید می کنند پاسخ های دفاعی مختلفی را نشان می دهند. یکی از این پاسخ ها مقاومت اکتسابی سیستمیک SAR می باشد که می تواند توسط عوامل غیرزنده فیزیکی یا شیمیایی که الیسیتور خوانده می شوند یا توسط محصولات ژن های *Avr* پاتوژن ها القا شود (Brading et al., 2002).

مطالعات نشان داده است کاربرد خارجی ترکیبات شیمیایی مثل SA، JA و BABA و آلوده سازی گیاهان با موجودات زنده مثل ریزوباکتریها و قارچ های مایکوریز می تواند وضعیت priming را در گیاه بوجود آورد. استفاده از مواد شیمیایی که مکانیسم های دفاعی گیاه را قبل از مواجهه با پاتوژن فعال می کنند و فاقد اثرات زیست محیطی زیان آور هستند در سال های اخیر به میزان زیادی مورد استقبال قرار گرفته است و سبب انجام تحقیقات گسترده ای در این زمینه شده است (Beckers and Conrath, 2007; Walters et al., 2008).

تاکنون تحقیقات زیادی درباره اثرات ضد باکتریایی اسید سالیسیلیک انجام شده است اما پژوهش های محدودی تاثیر آن را در قارچ های بیماریزا مورد بررسی قرار داده اند. مورفی و همکاران گزارش کردند اسید سالیسیلیک در توتون قادر است بروز بیماری حاصل از قارچ *Botrytis cinerea* را به تاخیر بیاندازد (Murphy et al., 2000). در مطالعات .et al Amborabé (2002) اسید سالیسیلیک توانست رشد میسلیوم قارچ *Eutypa lata* را در شرایط کشت در شیشه مهار کند. در پژوهشی .Qi et al (2012) تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID

اسید سالیسیلیک را در قارچ *Fusarium graminearum* به عنوان عامل سوختگی خوشهٔ گندم مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که در حضور اسید سالیسیلیک رشد میسلیوم و جوانه‌زنی کنیدی‌های بیمارگر *F. graminearum* به صورت معنی داری کاهش پیدا کرد و به‌تدریج با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک در هر دو محیط جامد و مایع رشد قارچ متوقف شد. همچنین اضافه کردن اسید سالیسیلیک باعث کاهش تولید میکوتوکسین داکسی-نیوالنون شد. در هر صورت تأثیر بازدارندگی اسید سالیسیلیک نیازمند محیط اسیدی است، زیرا مشاهده شده است در محیط بازی عامل بیمارگر *F. graminearum* از این ماده به عنوان منبع کربن استفاده می‌کند. همچنین مطالعه الگوی بیانی ژن های PR1 ، NPR1 و PR4 (گروهی از ژن های نشان دهنده واکنش دفاعی) نشان داد که مقاومت القا شده ناشی از اسید سالیسیلیک نقش کمتری در کاهش علائم در شرایط این بررسی داشته است. بررسی های بیشتر نشان داد که اسید سالیسیلیک دارای نقش مستقیم و معنی داری در کاهش کارایی جوانه زنی و رشد در غلظت های بالا بود.

نتایج تحقیق حاضرنشان داد، غلظت یک میلی مولار اسید سالیسیلیک در تعدادی از ارقام شامل هیرمند و مروارید تاثیر بهتری در کاهش علائم بیماری نسبت به ارقام دیگری مانند توس، پیشگام و پارسی داشت. توجیه دقیق این موارد مشخص نیست ولی در برخی مطالعات عنوان شده است عوامل ژنتیکی و خصوصیات هر رقم می تواند در پاسخ گیاه به اسید سالیسیلیک موثر باشد(Majd et al., 2006). غلظت ۰/۷۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک با اینکه مشابه غلظت یک میلی مولار باعث تسریع جوانه زنی و رشد گیاه می شد، در اغلب موارد در کاهش علائم بی تاثیر بود و در تعدادی موارد نیز باعث افزایش جزئی در میزان علائم بیماری می شد. در مطالعات Majd et al. (2006) نیز غلظت ۰/۷ میلی مولار موجب افزایش شدت بیماری در مراحل پایانی زندگی گیاه نخود شد. از این رو توصیه کردند در استفاده از این غلظت و زمان آن دقت لازم مبذول گردد.

در این تحقیق هر دو غلظت ۱ و ۰/۷۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک دارای تاثیر مثبت در درصد و سرعت جوانه زنی بذور گندم تیمار شده بودند. در مطالعات دیگر نیز این تاثیر مثبت اسید سالیسیلیک در غلظت های ۰/۷ و بالاتر بر روی بذر گندم مشاهده شده است (Naderi et al., 2013).

همان‌گونه که در بخش نتایج توضیح داده شد تیمار یک میلی مولار اسید سالیسیلیک بر روی بذر توانست تاثیر قابل توجهی در کاهش علائم بیماری داشته باشد. پاسخ به این سوال که آیا استفاده از غلظت های بالاتر و یا استفاده از روش های تیماری دیگری مثل پاشش اسید سالیسیلیک بر روی اندام های هوایی گیاه می تواند مقاومت بیشتری را در برابر بیماری سپتوریوز ایجاد کند، نیاز به انجام مطالعات تکمیلی دارد.

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمار بذور گندم با غلظت یک میلی مولار کاهش موثری در میزان علائم بیماری سپتوریوز گندم داشته و از این رو می تواند به عنوان روشی ارزان و موثر در مدیریت بهتر این بیماری معرفی و توصیه گردد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از گروه بیماری شناسی دانشگاه تربیت مدرس و گروه بیوتکنولوژی گیاهی پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری که از انجام این پژوهش حمایت کرده اند تشکر و قدردانی می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

REFERENCES

Abrinbana, M., Mozafari, J., Shams-Bakhsh, M., and Mehrabi, R. 2010. Genetic structure of *Mycosphaerella graminicola* populations in Iran. Plant Pathology, 59: 829-838.

Amborabé, B. E., Fleurat-Lessard, P., Chollet, J. F., and Roblin, G. 2002. Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards Eutypa lata: structure–activity relationship. Plant Physiology and Biochemistry, 40: 1051-1060.

Beckers, G.J., and Conrath, U. 2007. Priming for stress resistance: from the lab to the field. Current Opinion in Plant Biology, 10: 425-431.

Brading, P.A., Verstappen, E.C., Kema, G.H., and Brown, J.K. 2002. A gene-for-gene relationship between wheat and *Mycosphaerella graminicola*, the Septoria tritici blotch pathogen. Phytopathology, 92: 439-445.

Brown, J., Kema, G., Forrer, H.R., Verstappen, E., Arraiano, L., Brading, P., Foster, E., Fried, P., and Jenny, E. 2001. Resistance of wheat cultivars and breeding lines to septoria tritici blotch caused by isolates of *Mycosphaerella graminicola* in field trials. Plant Pathology, 50: 325-338.

Chartrain, L., Brading, P., Makepeace, J., and Brown, J. 2004. Sources of resistance to septoria tritici blotch and implications for wheat breeding. Plant Pathology, 53: 454-460.

Conrath, U., Beckers, G.J., Flors, V., García-Agustín, P., Jakab, G., Mauch, F., Newman, M. A., Pieterse, C.M., Poinssot, B., and Pozo, M.J. 2006. Priming: getting ready for battle. Molecular Plant-Microbe Interactions, 19: 1062-1071.

Cowger, C., Hoffer, M., and Mundt, C. 2000. Specific adaptation by *Mycosphaerella graminicola* to a resistant wheat cultivar. Plant Pathology, 49: 445-451.

Dalvand, M., and Roohparvar, R. 2013. Evaluation of Iranian wheat cultivars reaction to septoria tritici Blotch and virulence survey of *Mycosphaerella graminicola* in Khuzestan province. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 5 (9): 1097-1100.

Davari, M., Abrinbana, M., Asghari-Zakaria, R., and Arzanlou, M. 2012. Assessment of wheat cultivars for resistance to *Mycosphaerella graminicola* isolates from Moghan plain at seedling stage under greenhouse conditions. Iranian Journal of Plant Protection Science, 43(2): 379-389. (in Farsi with English abstract).

Eyal, Z., Scharen, A., Huffman, M., and Prescott, J. 1985. Global insights into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. Phytopathology, 75: 1456-1462.

Fraaije, B., Cools, H., Fountaine, J., Lovell, D., Motteram, J., West, J., and Lucas, J. 2005. Role of ascospores in further spread of QoI-resistant cytochrome b alleles (G143A) in field populations of *Mycosphaerella graminicola*. Phytopathology, 95: 933-941.

Gaffney, T., Friedrich, L., Vernooij, B., Negrotto, D., Nye, G., Uknes, S., Ward, E., Kessmann, H., and Ryals, J. 1993. Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance. Science, 261:754-756.

www.SID.ir

Archive of SID

Glazebrook, J. 2001. Genes controlling expression of defense responses in Arabidopsis--2001status. Current opinion in plant biology, 4: 301-308.

Gomez, L., Blanca, L., and Antonio, C. 1993. Evidence of the beneficent action of the acetyl salicylic acid on wheat genotypes yield under restricted irrigation. Procing of. scientific meeting on Forestry, Livestock and Agriculture Mexico. P. 112.

Gholamnejad, J., Mohammadi-Goltapeh, E., Sanjarian, F., Safaie, N., and Razavi, K. 2013. Study of Effect of salicylic acid on diseases symptom of Septoria tritici blotch (STB). Research in Plant Pathology, 2: 35-46. (in Farsi with English abstract).

Goodwin, S.B., M'barek, S.B., Dhillon, B., Wittenberg, A.H., Crane, C.F., Hane, J.K., Foster, A.J., Van Der Lee, T.A., Grimwood, J., and Aerts, A. 2011. Finished genome of the fungal wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola* reveals dispensome structure, chromosome plasticity, and stealth pathogenesis. PLoS genetics, 7: e1002070.

Gozzo, F. 2003. Systemic acquired resistance in crop protection: from nature to a chemical approach. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51: 4487-4503.

Grant, M. and Lamb, C., 2006. Systemic immunity. Current Opinion in Plant Biology, 9: 414-420.

Kema, G., Annone, J.G., Sayoud, R., Van Silfhout, C.H., Van Ginkel, M., and De Bree, J. 1996. Genetic variation for virulence and resistance in the wheat-*Mycosphaerella graminicola* pathosystem I. Interactions between pathogen isolates and host cultivars. Phytopathology, 86: 200-212.

Majd A, Maddah, S.M., Fallahian, F., Sabaghpour, S.H., and Chalabian, F. 2006. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. Iranian Journal of Biology. 19(3): 314-324. (in Farsi with English abstract).

Malamy, J., Carr, J.P., Klessig, D.F., and Raskin, I. 1990. Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Science, 250: 1002-1004.

Mojerlou, S., Safaie, N., Alizadeh, A., and Khelghatibana, F. 2009. Study of latent period and interactions between different *Septoria tritici* genotypes and different wheat cultivars and lines in greenhouse. Trakia Journal of Sciences, 7: 7-17.

Murphy, A.M., Holcombe, L.J., and Carr, J.P. 2000. Characteristics of salicylic acid-induced delay in disease caused by a necrotrophic fungal pathogen in tobacco. Physiological and Molecular Plant Pathology, 57: 47-54.

Naderi, A., Sakinejad, T., and Lak, S. 2013. Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress. Journal of Agricultural Science, 5:178-179.

Qi, P. F., Johnston, A., Balcerzak, M., Rocheleau, H., Harris, L.J., Long, X.-Y., Wei, Y.-M., Zheng, Y. L., and Ouellet, T. 2012. Effect of salicylic acid on *Fusarium graminearum*, the major causal agent of fusarium head blight in wheat. Fungal Biology, 116: 413-426.

www.SID.ir

Archive of SID

Ryals, J.A., Neuenschwander, U.H., Willits, M.G., Molina, A., Steiner, H.-Y., and Hunt, M.D. 1996. Systemic acquired resistance. The plant Cell, 8: 1809-1813.

Stacey, G., Mcalvin, C.B., Kim, S.-Y., Olivares, J., and Soto, M.J. 2006. Effects of endogenous salicylic acid on nodulation in the model legumes Lotus japonicus and Medicago truncatula. Plant Physiology, 141: 1473-1481.

Thaler, J.S., Owen, B., and Higgins, V.J. 2004. The role of the jasmonate response in plant susceptibility to diverse pathogens with a range of lifestyles. Plant Physiology, 135: 530-538.

Van Wees, S.C., De Swart, E.A., Van Pelt, J.A., Van Loon, L.C., and Pieterse, C.M. 2000. Enhancement of induced disease resistance by simultaneous activation of salicylate- and jasmonate-dependent defense pathways in *Arabidopsis thaliana*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 97: 8711-8716.

Walters, D., Newton, A., and Lyon, G. 2008. In Walters, D., Newton, A.C., Lyon, G. (eds), Induced resistance for plant defence: a sustainable approach to crop protection. Wiley, Oxford, UK. pp: 9-29.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 39(1) Spring 2016

Studying the resistance of wheat seedlings grown from treated seeds with salicylic acid against *Mycosphaerella graminicola*

E. Zamani[1], F. Sanjarian[2], E. Mohammadi-Goltapeh[3*] and N. Safaie[4]

1. Ph.D. Candidate of Plant Pathology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran
3. [*]**Corresponding Author:** Professor of Plant Pathology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, (emgoltapeh@modares.ac.ir)
4. Associate Professor of Plant Pathology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: 1 December 2014 Accepted: 25 October 2015

Abstract

In this study, responses of 18 bread wheat cultivars were evaluated in interaction with five *Mycosphaerella graminicola* isolates in the seedling stage. The seeds were treated by 0, 0.75 and 1 mM concentrations of salicylic acid. According to the analysis of variance, a significant difference ($p<0.01$) was observed between cultivars, isolates and SA concentration levels. Also, consistent with the results of the analysis of variance, the interaction between cultivar-isolate, cultivar-concentration and isolate-concentration showed a significant difference, this indicates that there are specific interactions between these interactivities. Seventy-eight percent of cultivars was susceptible in interaction with all of the isolates and eleven isolate-specific resistances were observed among other cultivars. Marvdasht with three isolate-specific resistance included the most resistant cultivars in this study, and after Marvdasht , Hirmand and Tous, with three isolate-specific resistance but high levels of pycnidia coverage percentage compared to Marvdasht ranked the next. Based on the virulence, all isolates fell into four different groups and S1 was virulent on most cultivars, but none of the isolates was avirulent on all cultivars. Comparison of pycnidia coverage average represents a significant reduction in the area of pycnidia coverage in 1mM concentration of SA compared to the zero and 0.75 mM levels. The 1mM concentration had the greatest impact on symptoms reduction.

Key words: Bread wheat, Mycosphaerella graminicola, Pycnidium, Salicylic acid

www.SID.ir