Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۴ -۵ (۲): ۲۳-۱۳

اثر متیل جاسمونات در مقاومت آنتی بیوزی گندم به شته روسی گندم

جعفر طعامی[1*]، لطفعلی دولتی[1] و فرید شکاری[2]

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲)

چکیده

در این پژوهش، اثر سه غلظت ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار متیل جاسمونات و شاهد (شامل آب مقطر، اتانول ۹۶٪ و Tween-20 در روش محلول‌پاشی برگی، آب مقطر و اتانول ۹۶٪ در روش پرایمینگ بذر) به دو روش مختلف محلول‌پاشی برگی و پرایمینگ بذر روی مقاومت گندم (رقم سرداری) به شته روسی گندم، *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae) بررسی شد. تجزیه واریانس نشان داد که طول کل دوران پورگی این شته روی گیاهان تیمارشده با غلظت‌های ۰/۰۱ و ۱ میلی‌مولار متیل جاسمونات در روش محلول‌پاشی برگی به طور معنی‌داری افزایش یافت. از طرف دیگر، در روش پرایمینگ بذر، غلظت ۱ میلی‌مولار متیل جاسمونات طول کل دوران پورگی را به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین، دوره قبل از تولیدمثل در روش محلول‌پاشی برگی در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار به طور معنی‌داری نسبت به شاهد طولانی‌تر بود. طول دوره تولیدمثل در همه گیاهان تیمارشده و در هر دو روش به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کوتاه‌تر بود. از لحاظ طول دوره بعد از تولیدمثل، هیچ اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارها در هر دو روش وجود نداشت. با وجود این، در هر دو روش آزمایش، تعداد پوره تولیدشده توسط ماده‌ها در همه گیاهان تیمارشده به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کمتر بود. در روش محلول‌پاشی برگی، همه غلظت-های متیل جاسمونات، طول عمر کل را کاهش داد. همچنین، در روش پرایمینگ بذر، طول عمر کل شته روی گیاهان تیمارشده با غلظت‌های ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار متیل جاسمونات به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کمتر بود.

واژه‌های کلیدی: آنتی بیوز، *Diuraphis noxia*، متیل جاسمونات، گندم

*نویسنده مسئول: taami.jafar67@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شته روسی گندم با نام علمی *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae) بومی نواحی جنوب شوروی سابق، ایران، افغانستان و کشورهای حاشیه دریای مدیترانه است. این شته نخستین بار در حدود سال ۱۹۰۰ توسط موردویلکو[1] و گروشیم[2] در مناطق حاشیه دریای مدیترانه و نواحی جنوب شوروی سابق گزارش شد (Jones *et al.*, 1989; Elsidaig and Zwer, 1993). در ایران برای نخستین بار، وجود شته روسی گندم در سال ۱۳۳۳ توسط دواچی، با عنوان *Brachycolus noxius* Mordvilko از مزارع گندم ورامین، اصفهان، سیرجان و اردکان گزارش شده‌است (Dolatti, 1994). این شته در حال حاضر یکی از مهم‌ترین آفات گندم در اغلب مناطق کشور می‌باشد. شته روسی علاوه بر گندم از جو، چاودار، تریتیکاله، یولاف و شماری از علف‌های باریک برگ تغذیه می‌کند. جو، گندم و تریتیکاله نسبت به حملات شته روسی بسیار حساس بوده ولی یولاف و چاودار حساسیت کمتری نشان می‌دهند (Melaku *et al.*, 1993; Webster *et al.*, 1993). علایم خسارت این آفت بسیار مشخص است. روی برگ‌ها بر اثر تغذیه و تزریق بزاق سمی، نوارهای طولی سفید یا زرد رنگ ایجاد می‌شود. رنگ نوارها در آب و هوای سرد و خنک اغلب به دلیل وجود دانه‌های رنگی آنتوسیانین، قرمز مایل به ارغوانی می‌باشد. برگ‌ها لوله شده و شته‌ها داخل آن از سطوح رویی برگ‌ها تغذیه می‌کنند. گیاهان جوان در اثر حملات شدیدتر به طور معمول از رشد و نمو باز می‌مانند. آلودگی در مرحله قبل از ظهور سنبله می‌تواند به پیچش برگ پرچم و تغییر شکل سنبله‌ها نیز منجر شود (Jones *et al.*, 1989; Kindler and Hammon, 1996). آلودگی به شته روسی گندم منجر به کاهش شدید سطح کلروفیل شده و توانایی فتوسنتز کاهش می‌یابد (Fouche *et al.*, 1984; Kruger and Hewitt, 1984). همچنین، این آفت می‌تواند تنظیم اسمزی گیاه میزبان را مختل کرده و موجب از دست رفتن فشار تورژسانس سلول‌های گیاهی و کاهش رشد گردد. علاوه بر این، کاهش قابل‌توجهی در بیوماس گیاهی اتفاق می‌افتد (Burd and Burton, 1992). شته روسی گندم می‌تواند ناقل برخی از ویروس‌های بیماریزای گیاهی از جمله ویروس کوتولگی زرد جو، ویروس موزائیک جو و ویروس موزائیک نیشکر باشد (Damsteegt *et al.*, 1992). همچنین، شته روسی باعث کاهش محتویات پروتئینی و کیفیت آرد نانوایی حاصله می‌شود (Girma *et al.*, 1993). بنابر گزارش هیوز و میوالد (Hughes and Maywald, 1990)، شته روسی گندم می‌تواند در مزارع گندم و جو به ترتیب باعث از بین رفتن ۸۰ و ۱۰۰ درصد محصول شود. بنابراین، این حشره قادر است خسارت زیادی به محصول وارد کند. مقاومت گیاهی به عنوان یک روش بسیار مفید برای کنترل شته روسی گندم در نظر گرفته شده است، زیرا این حشره عادت دارد داخل برگ‌های لوله‌شده گندم تغذیه کند که سبب محدودشدن اثر حشره کش‌های تماسی و دشمنان طبیعی می‌شود (Burd *et al.*, 1993; Haile *et al.*, 1999).

در دهه‌های اخیر، چندین الیسیتور (Elicitor) گیاهی مانند جاسمونیک اسید (Jasmonic acid)، متیل جاسمونات (Methyl jasmonate)، سالیسیلیک اسید (Salicylic acid)، متیل سالیسیلات (Methyl salicylate) و اتیلن (Ethylene) مورد استفاده قرار گرفته است تا پاسخ‌های دفاعی را در گیاهان علیه حشرات گیاهخوار و یا عوامل بیماریزا القا نمایند (Moreira *et al.*, 2009; Venu *et al.*, 2010). متیل جاسمونات، جاسمونیک اسید و ترکیبات اسید آمینه آن در مجموع با عنوان جاسمونات‌ها (Jasmonates) شناخته می‌شوند و تنظیم‌کننده‌های مهم سلولی هستند که در فرآیندهای تکاملی مختلفی از جمله رشد، تولید گرده و مقاومت گیاه به حشرات و عوامل بیماریزا دخالت دارند (Creelman and Mullet, 1997; Kessler and Baldwin, 2002). جاسمونیک اسید به عنوان یکی از مهم‌ترین محرک‌های دفاع گیاهی علیه گیاه‌خواران در نظر گرفته می‌شود و در بروز دفاع‌های مستقیم و غیرمستقیم (جذب دشمنان طبیعی)

1 . Mordvilko
2 . Grossheim

www.SID.ir

Archive of SID

دخالت دارد (Scott *et al.*, 2010; Shivaji *et al.*, 2010). جاسمونیک اسید جزء ضروری مسیر علامت‌دهی در گیاهان زراعی می‌باشد و هنگامی که به صورت خارجی به کار می‌رود، چندین پاسخ دفاعی از جمله فعال شدن آنزیم‌های اکسیداتیو (Oxidative enzymes)، مهارکننده‌های پروتئیناز (Proteinase inhibitors) ، تولید آلکالوئیدها (Alkaloids) و ترکیبات فرّار را تحریک می‌کند (Wasternack, 2007; Scott *et al.*, 2010). علاوه بر این، متیل جاسمونات یک مولکول هادی سیگنال درگیر در واکنش‌های دفاعی گیاه است و تولید متابولیت‌های ثانویه دیگری از قبیل پوترسین (Putrescine)، اسپرمیدین (Spermidine)، اسپرمین (Spermine)، نیکوتین (Nicotine)، لیتورین (Littorine)، هیوسیامین (Hyoscyamine) و اسکوپولامین (Scopolamine) در بافت‌های سلولی و گیاهان سالم را القا می‌کند (Aerts *et al.*, 1994; Baldwin *et al.*, 1994; Deng, 2005). همچنین، نشان داده شده است که پلی فنل اکسیدازها (Polyphenol oxidases) که احتمالا بخشی از مکانیسم دفاعی بر ضد گیاهخواران است، به وسیله تیمار با مشتقات جاسمونیک اسید القا می‌شود (Constabel and Ryan, 1998). مشخص شده است که کاربرد خارجی متیل جاسمونات و یا جاسمونیک اسید تولیدشده در پاسخ به زخمی‌شدن گیاه توسط استایلت شته‌ها، بیان ژن‌های مسئول تولید آنزیم‌های مسیر شیکیمیک اسید (Shikimic acid) را تحریک می‌کند که منجر به تجمع اسیدهای هیدروکسامیک (Hydroxamic acids) یا تولید مهارکننده‌های پروتئیناز می‌شود (Slesak *et al.*, 2001). محرک‌های شیمیایی دفاع وابسته به جاسمونات‌ها به عنوان یک ابزار در استراتژی‌های مدیریت آفات در برابر طیف گسترده‌ای از گیاهخواران پیشنهاد شده اند (Thaler *et al.*, 2001).

در این پژوهش، متیل جاسمونات به دو صورت پرایمینگ بذر (Smart *et al.*, 2013) و محلول پاشی برگی (Zhao *et al.*, 2009) به‌کار رفته است و نقش آن در مقاومت آنتی بیوزی گندم به شته روسی گندم مورد بررسی قرار گرفته است. هدف نهایی این تحقیق، ارائه راهکار جدیدی در مدیریت تلفیقی شته روسی گندم است تا ضمن کنترل مؤثرتر این آفت، از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی و اثرات نامطلوب آن‌ها بر سلامتی انسان و محیط زیست و دشمنان طبیعی شته روسی گندم جلوگیری شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمستان سال ۱۳۹۱، در گلخانه تحقیقاتی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه زنجان در شرایط دمایی ۵±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

پرورش شته‌ها

برای پرورش شته‌ها، طی بازدید از مزارع گندم شهرستان زنجان، نمونه‌های موردنظر روی گیاه گندم جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه منتقل شد. شته‌ها ابتدا زیر استریو-میکروسکوپ قرار گرفتند و بعد از جداسازی شته روسی گندم از سایر شته‌ها، این حشره روی یک رقم حساس جو (رقم والفجر) پرورش داده شد. گلدان‌های پرورش شته روسی گندم دارای قطر ۲۰ سانتی‌متر بوده و خاک آن‌ها شامل ۵۰ درصد خاک زراعی، ۲۵ درصد ماسه بادی و ۲۵ درصد کود دامی بودند. برای جلوگیری از آلوده‌شدن کلنی با سایر حشرات و همچنین فرار شته‌های کلنی و جلوگیری از ورود پارازیتوئیدهای احتمالی به کلنی‌های پرورش، گلدان‌های حاوی کلنی داخل محفظه‌ای که با توری نازک و ریز تهیه شده بود، قرار گرفتند. در مواقع موردنیاز، کاشت گلدان‌های جدید و انتقال شته به آن‌ها صورت گرفت.

تهیه محلول‌ها

متیل جاسمونات از شرکت Sigma-Aldrich خریداری شد و به دو روش محلول‌پاشی برگی و پرایمینگ بذر استفاده شد. غلظت‌های مورد استفاده با توجه به غلظت‌های به کار رفته شده توسط مِنگ و همکاران (Meng *et al.*, 2011) عبارت بودند از: ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار. برای تهیه محلول‌ها، مقدار معینی از متیل جاسمونات در چند قطره اتانول ۹۶٪ حل شد و سپس آب مقطر به آن اضافه شد

www.SID.ir

Archive of SID

تا غلظت‌های موردنظر به دست آمد. در روش محلول‌پاشی برگی، برای افزایش چسبندگی محلول به سطح گیاه، دو سی‌سی سورفکتانت Tween-20 به هرکدام از غلظت‌های تهیه‌شده اضافه شد. همچنین، در روش پرایمینگ بذر از آب مقطر و اتانول ۹۶٪ و در روش محلول‌پاشی برگی از آب مقطر، اتانول ۹۶٪ و Tween-20 به عنوان شاهد استفاده شد.

آزمایش آنتی بیوز

آزمایش آنتی بیوز در قالب طرح کاملا تصادفی با ۱۵ تکرار انجام پذیرفت. در روش پرایمینگ، ابتدا بذرها به مدت ۱۸ ساعت در هر کدام از غلظت‌های تهیه‌شده و شاهد قرار داده شدند و سپس ۴ عدد بذر در گلدان‌هایی به قطر ۱۴ سانتی‌متر و حاوی خاک استریل (خاک زراعی، ماسه بادی و کود دامی به نسبت ۱:۱:۲) کاشته شد. در روش اسپری، ابتدا ۴ عدد بذر در هر گلدان کاشته شده و سپس در مرحله دو برگی با غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات و شاهد تیمار شدند. در هر دو روش، در مرحله دو برگی یکی از بوته‌ها نگهداری و بقیه از گلدان حذف شدند که این امر در روش محلول‌پاشی برگی، ۴۸ ساعت پس از تیمار صورت پذیرفت. در این آزمایش، طول کل دوران پورگی، طول دوره قبل از تولیدمثل، طول دوره تولیدمثل، طول دوره بعد از تولیدمثل، تعداد کل پوره‌های تولیدشده و طول عمر کل بر اساس روش وبستر و همکاران (Webster *et al.*, 1994) با کمی تغییر ثبت شد. در مرحله دو برگی، یک عدد شته مادر بکرزا روی هر کدام از بوته‌های حفظ‌شده قرار داده شد. بوته‌ها و شته‌های موجود روی آن‌ها با استوانه-های پلاستیکی شفاف و دارای توری تهویه در طرفین و راس محافظت شدند. پس از ۲۴ ساعت، یکی از پوره‌های تازه متولدشده حفظ شده وسایر پوره‌ها و شته مادر حذف شدند. پوره‌های حفظ‌شده به طور روزانه از نظر پوست-اندازی مورد بازدید قرار گرفتند. مشاهده پوسته دلیل وقوع عمل پوست اندازی در نظر گرفته شد. بعد از بالغ شدن و شروع تولیدمثل، تعداد پوره‌های تولیدشده به طور روزانه تا پایان دوره تولیدمثل ثبت شد و پس از آن طول دوره بعد از تولیدمثل نیز یادداشت شد و با مرگ شته روی هر بوته، ثبت وقایع مربوط به آن شته پایان یافت. لازم به ذکر است که آبیاری گلدان‌ها در مواقع خشک شدن سطح خاک انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه واریانس داده‌ها، از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، در روش محلول‌پاشی برگی، تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری با تیمار ۰/۰۱ و ۱ میلی‌مولار متیل جاسمونات از لحاظ کل دوران پورگی داشت و کمترین مدت زمان کل دوران پورگی مربوط به شاهد (۹/۲۶ روز) و بیشترین آن مربوط به تیمار ۰/۰۱ میلی‌مولار (۱۰/۶روز) بود (F=۹/۱۶، df=۳، ۵۶، P<۰/۰۰۱) (جدول ۱). همچنین، در روش پرایمینگ بذر، تیمار ۱ میلی‌مولار متیل جاسمونات به طور معنی‌داری مدت زمان کل دوران پورگی را افزایش داد و طول کل دوران پورگی تیمار شاهد و تیمار ۱ میلی‌مولار متیل جاسمونات به ترتیب ۹/۸ و ۱۱/۲ روز بود (F=۳/۸، df=۳، ۵۶، P=۰/۰۱۵) (جدول ۲). به طور مشابه، برگن (Bergen, 2008) گزارش داده است که مدت زمان رشد و نمو شته شلغم، *Lipaphis erysimi* Kaltenbach روی گیاهان کلزای اسپری‌شده با جاسمونیک اسید افزایش یافته است. همچنین، در آزمایش-های سندیل ناتان و همکاران (Senthil-Nathan *et al.*, 2009) طول دوره‌های پورگی زنجرک قهوه‌ای برنج، *Nilaparvata lugens* Stal در بوته‌های برنج تیمارشده با جاسمونیک اسید به طور معنی‌داری نسبت به شاهد طولانی‌تر بوده است. طبق بررسی یو یان و همکاران (Yu-Yan *et al.*, 2010)، محلول‌پاشی جاسمونیک اسید روی گیاه *Lycium barbarum* L.، طول دوران پورگی شته این گیاه (*Aphis* sp.) را افزایش داده است. علاوه بر این، کاوازو و همکاران (Kawazu *et al.*, 2013) بیان کردند که کاربرد متیل جاسمونات در گیاه گوجه فرنگی، طول

www.SID.ir

Archive of SID

دوره لاروی تریپس غربی گل، *Frankliniella occidentalis* Pergande و کفشدوزک ۲۸ نقطه ای سیب زمینی، *Henosepilachna vigintioctopunctata* Fabricius را افزایش داده است.

نتایج به دست آمده نشان داد که در روش محلول‌پاشی برگی اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمار ۰/۱ میلی‌مولار از لحاظ طول دوره قبل از تولیدمثل وجود دارد و میانگین طول این دوره در شاهد و تیمار ۰/۱ میلی‌مولار به ترتیب ۲ و ۲/۸۶ روز بود (F=۳/۶۱، df=۳، ۵۶، P=۰/۰۱۹) (جدول ۱). در روش پرایمینگ بذر، گرچه همه غلظت‌های متیل جاسمونات طول دوره قبل از تولیدمثل را افزایش دادند، اما این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (F=۲/۶۵، df=۳، ۵۶، P=۰/۰۵۷) (جدول ۲). در آزمایش برونیسن و همکاران (Brunissen *et al.*, 2010)، طول دوره پیش از تولیدمثل شته سیب زمینی، *Macrosiphum euphorbiae* Thomas روی گیاهان سیب‌زمینی تیمارشده با متیل جاسمونات به طور معنی‌داری طولانی‌تر بوده است.

مقایسه میانگین‌های طول دوره تولیدمثل، اختلاف معنی-داری را بین شاهد و همه تیمارهای متیل جاسمونات در روش محلول‌پاشی برگی نشان داد و طولانی‌ترین طول دوره تولیدمثل مربوط به شاهد (۴۱/۰۶ روز) و کوتاه‌ترین طول دوره تولیدمثل مربوط به تیمار ۱ میلی‌مولار (۲۵/۳۳ روز) بود (F=۱۴/۲۱، df=۳، ۵۶، P<۰/۰۰۱) (جدول ۱). در روش پرایمینگ بذر نیز اختلاف معنی‌داری بین شاهد و همه تیمارهای متیل جاسمونات وجود داشت و بلندترین و کوتاه-ترین طول دوره تولیدمثل به ترتیب در شاهد (۳۹/۲۶ روز) و تیمار ۱ میلی‌مولار (۲۳/۳۳ روز) مشاهده گردید (F=۱۴/۰۶، df=۳، ۵۶، P<۰/۰۰۱) (جدول ۲).

جدول ۱- طول دوره‌های مختلف زندگی (روز) و باروری (تعداد) شته روسی گندم روی تیمارهای مختلف متیل جاسمونات در روش محلول‌پاشی برگی (میانگین ± خطای استاندارد)

Table 1. Duration of different life stage (Days) and number of nymphs produced by *Diuraphis noxia* on different methyl jasmonate treatments in foliar spray method (Mean ± SE)

Parameters	Treatments			
	0 (Control)	0.01	0.1	1
Nymphal development time	9.26 ± 0.22 c	10.6 ± 0.19 a	9.6 ± 0.16 bc	10.0 ± 0.16 ab
Pre-reproductive period	2.0 ± 0.16 b	2.46 ± 0.23 ab	2.86 ± 0.19 a	2.46 ± 0.13 ab
Reproductive period	41.06 ± 2.26 a	26.4 ± 2.31 b	26.33 ± 1.62 b	25.33 ± 1.68 b
Post- reproductive period	13.0 ± 1.65 a	11.53 ± 1.58 a	10.6 ± 0.95 a	9.8 ± 1.55 a
Total longevity	65.33 ± 2.98 a	51.0 ± 2.13 b	49.4 ±2.04 b	47.6 ± 2.36 b
Total reproductive	81.26 ± 3.39 a	57.13 ± 5.25 b	47.93 ± 3.83 b	43.06 ± 4.2 b

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر سطر، بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

*The means followed by the same letter (s) in each row were not significantly different at P < 0.05 (Tukey test).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- طول دوره‌های مختلف زندگی (روز) و باروری (تعداد) شته روسی گندم روی تیمارهای مختلف متیل جاسمونات در روش پرایمینگ بذر (میانگین ± خطای استاندارد)

Table 2. Duration of different life stage (Days) and number of nymphs produced by Diuraphis noxia on different Methyl jasmonate treatments in seed priming method (Mean ± SE)

Parameters	Treatments			
	0 (Control)	0.01	0.1	1
Nymphal development time	9.8 ± 0.24 b	10.53 ± 0.3 ab	10.53 ± 0.3 ab	11.2 ± 0.29 a
Pre- reproductive period	1.66 ± 0.12 a	3.13 ± 0.58 a	2.53 ± 0.29 a	2.6 ± 0.33 a
Reproductive period	39.26 ± 2.02 a	28.73 ± 2.08 b	23.4 ± 1.97 b	23.33 ± 1.91 b
Post- reproductive period	11.53 ± 1.3 a	10.0 ± 1.18 a	9.4 ± 1.48 a	8.73 ± 1.27 a
Total longevity	62.26 ± 3.03 a	52.4 ± 2.19 ab	45.86 ± 2.91 b	45.86 ± 2.55 b
Total reproductive	79.86 ± 3.41 a	52.33 ± 3.16 b	48.2 ± 9.93 b	53.33 ± 4.66 b

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر سطر، بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

*The means followed by the same letter (s) in each row were not significantly different at P < 0.05 (Tukey test).

بین میانگین‌های طول دوره بعد از تولیدمثل در روش محلول‌پاشی برگی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (F=۰/۸۸، df=۳، ۵۶، P=۰/۴۵۷) (جدول ۱). در روش پرایمینگ بذر نیز میانگین‌های طول دوره بعد از تولیدمثل، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (F=۰/۸۲، df=۳، ۵۶، P=۰/۴۸۷) (جدول ۲).

تجزیه واریانس طول عمر کل، اختلاف معنی‌داری را بین شاهد و همه تیمارهای متیل جاسمونات در روش محلول‌پاشی برگی نشان داد و بیشترین و کمترین طول عمر کل به ترتیب در شاهد (۶۵/۳۳ روز) و تیمار ۱ میلی‌مولار (۴۷/۶ روز) ثبت شد (F=۱۱/۳۳، df=۳، ۵۶، P<۰/۰۰۱) (جدول ۱). در روش پرایمینگ بذر، دو تیمار ۰/۱ و ۱ میلی-مولار طول عمر کل شته روسی گندم را کاهش دادند و تیمار شاهد با ۶۲/۲۶ روز دارای طولانی‌ترین عمر کل بود. در حالی که، تیمارهای ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار با ۴۵/۸۶ روز، کوتاه‌ترین طول عمر کل را به خودشان اختصاص دادند (F=۸/۲۷، df=۳، ۵۶، P<۰/۰۰۱) (جدول ۲). اومر و همکاران (Omer *et al.*, 2001) بیان داشتند که محلول-پاشی برگی جاسمونیک اسید روی پنبه، بقای پوره‌ها و بالغین شته پنبه، *Aphis gossypii* Glover را کاهش داده است. بنا برگزارش کوپر و گوگین (Cooper and Goggin, 2005)، محلول‌پاشی برگی جاسمونیک اسید به طور قابل‌توجهی طول عمر حشرات بالغ شته سیب زمینی را روی گیاه گوجه فرنگی کاهش داده است و همچنین درصد پوره‌هایی که به مرحله بلوغ رسیدند، کمتر شده است. در آزمایش آن‌ها، متوسط عسلک تولیدی توسط هر شته نشان داد که جاسمونیک اسید از تغذیه جلوگیری نمی‌کند و این امر نشان می‌دهد که اثرات مشاهده‌شده جاسمونیک اسید روی بقای شته‌ها مربوط به عوامل آنتی‌بیوزی به جای آنتی-زنوزی بوده است. یو یان و همکاران (Yu-Yan *et al.*, 2010) اثر محلول‌پاشی جاسمونیک اسید را در مقاومت گیاه *L. barbarum* L. به شته این گیاه (*Aphis* sp.) بررسی کردند و اعلام نمودند که کاربرد جاسمونیک اسید سبب کاهش طول عمر بالغین این شته شده است.

از لحاظ تعداد پوره تولیدشده، اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای مختلف متیل جاسمونات در روش محلول‌پاشی برگی وجود داشت و بیشترین و کمترین تعداد پوره تولیدشده به ترتیب در شاهد (۸۱/۲۶ عدد) و تیمار ۱ میلی‌مولار (۴۳/۰۶ عدد) مشاهده شد (F=۱۱/۳۳، df=۳، ۵۶، P<۰/۰۰۱) (جدول ۱). همچنین، در روش پرایمینگ بذر، میانگین تعداد پوره‌های تولیدشده توسط ماده‌ها در گیاهان شاهد و گیاهان تیمارشده با غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات اختلاف معنی‌داری با هم داشتند که بیشترین تعداد پوره تولیدشده در شاهد (۷۹/۸۶ عدد) و کمترین آن در تیمار ۰/۱ میلی‌مولار (۴۸/۲ عدد) بود (F=۱۱/۳۳، ۵۶، df=۳، P<۰/۰۰۱) (جدول ۲). کوپر و گوگین (Cooper

www.SID.ir

Archive of SID

and Goggin, 2005) نشان دادند که محلول‌پاشی برگی جاسمونیک اسید به طور قابل‌توجهی تولیدمثل خالص شته سیب زمینی را روی گیاه گوجه فرنگی کاهش داده است. همین طور، برگن (Bergen, 2008) گزارش داده است که پاشش جاسمونیک اسید روی گیاه کلزا، تولیدمثل شته شلغم را کاهش داده است. بر اساس مطالعات برونیسن و همکاران (Brunissen *et al.*, 2010)، باروری شته سیب زمینی روی گیاهان سیب زمینی تیمارشده با متیل جاسمونات کاهش یافته است. علاوه بر این، یو یان و همکاران (Yu-Yan *et al.*, 2010) بیان داشتند که اسپری جاسمونیک اسید روی گیاه *L. barbarum* L.، تولیدمثل شته این گیاه (*Aphis* sp.) را کاهش داده است. وورال و همکاران (Worrall *et al.*, 2012) گزارش دادند که پرایمینگ بذر گوجه فرنگی با جاسمونیک اسید، سبب کاهش قابل‌توجهی در نرخ تولیدمثلی کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch شده است. همچنین، بر اساس یافته‌های اسمارت و همکاران (Smart *et al.*, 2013)، تخمگذاری کنه تارتن دو لکه‌ای روی رقم Carousel گوجه فرنگی که بذرهای آن قبل از کشت به مدت ۲۴ ساعت در محلول جاسمونیک اسید قرار داده شده بود، کاهش یافته است.

در بررسی‌های انجام‌شده در خصوص ساز و کار تاثیر جاسمونات‌ها روی طول عمر و تولیدمثل شته‌ها نظرات مختلفی ارائه شده است و اثرات مشاهده‌شده در بررسی حاضر می‌تواند یکی از این ساز و کارها و یا ترکیبی از آن‌ها باشد. به عنوان مثال، برخی از مطالعات اثرات نامطلوب مهارکننده‌های سرین پروتئیناز (Serine proteinase inhibitors) را روی طول عمر و تولیدمثل شته‌ها اثبات کرده‌اند (Rahbe and Febvay, 1993; Tran *et al.*, 1997; Ceci *et al.*, 2003; Rahbe *et al.*, 2003; Azzouz *et al.*, 2005). طبق بررسی‌های صورت‌گرفته، تولید حداقل دو مهارکننده سرین پروتئیناز شامل مهارکننده پروتئیناز گوجه فرنگی I (Tomato proteinase inhibitor I) و مهارکننده پروتئیناز گوجه فرنگی II (Tomato proteinase inhibitor II) (Broadway and Duffey, 1986) در گیاهان گوجه فرنگی تیمارشده با متیل جاسمونات القا شده است (Farmer and Ryan, 1990). از طرف دیگر، فنل (Phenol) می‌تواند در دفاع گیاه علیه شته‌ها از طریق تاثیر منفی روی تولیدمثل شته مؤثر باشد (Chaman *et al.*, 2003). تغذیه شته، زخم یا تیمار جاسمونات می‌تواند سطوح بیشتری از آنزیم‌های درگیر در تولید فنل را القا کند (McConn *et al.*, 1997; Moran and Thompson, 2001). همچنین، اعتقاد بر این است که گلوکوزینولات‌ها (Glucosinolates) روی رشد و تکثیر شته‌ها تاثیر دارد (Thompson and Goggin, 2006). گلوکوزینولات‌ها می‌تواند بسته به گونه گیاهی و شته، تاثیر منفی یا مثبت روی نرخ افزایش جمعیت شته‌ها داشته باشد (Cole, 1997; Levy *et al.*, 2005). طبق گزارش‌های برگن (Bergen, 2008)، مقدار گلوکوزینولات‌ها در گیاهان کلزای تیمارشده با جاسمونیک اسید بسیار بیشتر از گیاهان شاهد بوده است. گزارش شده است که کاربرد خارجی جاسمونات، فعالیت پلی فنل اکسیداز را در بسیاری از گیاهان تحریک می‌کند (Cipollini *et al.*, 2004; Bhonwong *et al.*, 2009; Gould *et al.*, 2009; Zhao *et al.*, 2009). پلی فنل اکسیداز آنزیم سوخت و ساز کلیدی ثانویه است و فعالیت آن در ارتباط با دفاع گیاهان علیه خسارت حشرات می‌باشد (Zhang *et al.*, 2008).

در مجموع، بر اساس نتایج این پژوهش، هر دو روش کاربرد متیل جاسمونات در مقاومت آنتی بیوزی گندم به شته روسی گندم مؤثر بود. اما، با توجه به مقدار کمتر ماده مصرفی در روش پرایمینگ بذر، استفاده از این روش، از لحاظ اقتصادی معقول‌تر به نظر می‌رسد.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Aerts, R., Gisi, D., De Carolis, E., De Luca, V. and Baumann, T. W. 1994. Methyl jasmonate vapor increases the developmentally controlled synthesis of alkaloids in Catharanthus and Cinchona seedlings. **The Plant Journal** 5: 635–643.

Azzouz, H., Cherqui, A., Campan, E. D. M., Rahbe, Y., Duport, G., Jouanin, L., Kaiser, L. and Giordanengo, P. 2005. Effects of plant protease inhibitors, oryzacystatin I and soybean Bowman–Birk inhibitor, on the aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera, Aphididae) and its parasitoid *Aphelinus abdominalis* (Hymenoptera, Aphelinidae). **Journal of Insect Physiology** 51: 75–86.

Baldwin, I. T., Schmetz, E. A. and Ohnmeriss, T. E. 1994. Wound induced changes in root and shoot jasmonic acid pools correlate with induced nicotine synthesis in *Nicotiana sylvestris*. **Journal of Chemical Ecology** 20: 2139–2158.

Bergen, K. M. 2008. The effects of bacterial and jasmonic acid treatments on insects of canola. Master Thesis. The University of Manitoba, Canada.

Bhonwong, A., Stout, M. J., Attajarusit, J. and Tantasawat, P. 2009. Defensive role of tomato polyphenol oxidase against cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) and Beet armyworm (*Spodoptera exigua*). **Journal of Chemical Ecology** 35: 28–38.

Broadway, R. M. and Duffey, S. S. 1986. Plant proteinase inhibitors: mechanism of action and effect on the growth and digestive physiology of larval *Heliothis zea* and *Spodoptera exigua*. **Journal of Insect Physiology** 32: 827–833.

Brunissen, L., Vincent, C., Le Roux, V. and Giordanengo, P. 2010. Effects of systemic potato response to wounding and jasmonate on the aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Sternorryncha: Aphididae). **Journal of Applied Entomology** 134: 562–571.

Burd, J. D. and Burton, R. L. 1992. Characterization of plant damage caused by Russian Wheat Aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology** 85: 2017-2022.

Burd, J. D., Burton, R. L. and Webster, J. A. 1993. Evaluation of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) damage on resistant and susceptible hosts with comparisons of damage ratings to quantitative plant measurements. **Journal of Economic Entomology** 86: 974–980.

Ceci, L. R., Volpicella, M., Rahbe, Y., Gallerani, R., Beekwilder, J. and Jongsma, M. A. 2003. Selection by phage display of a variant mustard trypsin inhibitor toxic against aphids**. The Plant Journal** 33: 557–566.

Chaman, M. E., Copaja, S. V. and Agrandona, V. H. 2003. Relationships between salicylic acid content, phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity, and resistance of barley to aphid infestation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 51: 2227–2231.

Cipollini, D. F., Enright, S., Traw, M. B. and Bergelson, J. 2004. Salicylic acid inhibits jasmonic acid-induced resistance of *Arabidopsis thaliana* to *Spodoptera exigua*. **Molecular Ecology** 13: 1643–1653.

Cole, R. A. 1997. The relative importance of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pests *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated brassica species. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 85: 121–133.

Constabel, C. P. and Ryan, C. A. 1998. A survey of wound and methyl jasmonate-induced leaf polyphenol oxidase in crop plants. **Phytochemistry** 47: 507–511.

Cooper, W. R. and Goggin, F. L. 2005. Effects of jasmonate-induced defenses in tomato on the potato aphid, *Macrosiphum euphorbiae.* **Entomologia Experimentalis et Applicata** 115: 107–115.

Creelman, R. A. and Mullet, I. E. 1997. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 48: 355–381.

Damsteegt, V. D., Gildow, F. E., Hewings, A. D. and Carroll, T. W. 1992. A clone of the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*) as a vector of the Barley Yellow Dwarf, Barley Stripe Mosaic and Brome Mosaic Viruses. **Plant Disease** 76: 1155- 1160.

Deng, F. 2005. Effects of glyphosate, chlorsulfuron, and methyl jasmonate on growth and alkaloid biosynthesis of jimsonweed (*Datura stramonium* L.). **Pesticide Biochemistry and Physiology** 82: 16–26.

Dolatti, L. 1994. Study on the biology and distribution of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*, in Tehran province. Master Thesis. The University of Tehran. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

Elsidaig, A. A. and Zwer, P. K. 1993. Genes for resistance to Russian wheat aphid in PI 294994. **Crop Science** 33: 998-1001.

Farmer, E. E. and Ryan, C. A. 1990. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA** 87: 7713–7716.

Fouche, A., Verhoeven, R. L., Hewitt, P. H., Walters, M. C., Kriel, C. F. and De Jager, J. C. 1984. Russian aphid (*Diuraphis noxia*) feeding damage on wheat, related cereals and a *Bromus* grass species. In Walter, M. C. (ed.). Progress in Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordv.). research in the Republic of South Africa, Technical Communication No. 191. Department of Agriculture, Pretoria, Republic of South Africa. pp. 22–33.

Girma, M., Wilde, G. E. and Harvey, T. L. 1993. Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) affects yield and quality of wheat. **Journal of Economic Entomology** 86(2): 594-601.

Gould, N., Reglinski, T., Northcott, G. L., Spiers, M. and Taylor, J. T. 2009. Physiological and biochemical responses in *Pinus radiata* seedlings associated with methyl jasmonate-induced resistance to *Diplodia pinea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology** 74: 121–128.

Haile, F. J., Higley, L. G., Ni, X. and Quisenberry, S. S. 1999. Physiological and growth tolerance in wheat to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) injury. **Environmental Entomology** 28: 787–94.

Hughes, R. D. and Maywald, G. F. 1990. Forecasting the favourableness of the Australian environment for the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* and its potential impaction Australian wheat yield. **Bulletin of Entomological Research** 80: 165-175.

Jones, J. W., Byers, J. R., Butts, R. A. and Harris, J. L. 1989. A new pest in Canada: Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae). **The Canadian Entomologist** 121: 623-624.

Kawazu, K., Mochizuki, A., Sugeno, W., Seo, S., and Mitsuhara, I. 2013. Differences in the susceptibility of five herbivore species and developmental stages to tomato resistance induced by methyl jasmonate treatment. **Arthropod-Plant Interactions** 7: 415–422.

Kessler, A. and Baldwin, I. T. 2002. Plant responses to insect herbivory: the emerging molecular analysis. **Annual Review of Plant Biology** 53: 299–328.

Kindler, S. D. and Hammon, R. W. 1996. Comparsion of host suitability of western wheat aphid with the russian wheat aphid. **Journal of Economic Entomology** 89(6): 1621-1630.

Kruger, G. H. J., and Hewitt, P. H. 1984. The effect of Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*) extract on photosynthesis of isolated chloroplasts: preliminary studies. in Walters, M. C. (ed.). Progress in Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordv.). research in the Republic of South Africa. Department of Agriculture, Pretoria, Republic of South Africa. pp: 34–37.

Levy, M., Wang, Q., Kaspi, R., Parrella, M. P. and Abel, S. 2005. Arabidopsis IQD1, a novel calmodulin-binding nuclear protein, stimulates glucosinolate accumulation and plant defense. **The Plant Journal** 43: 79–96.

McConn, M., Creelman, R. A., Bell, E., Mullet, J. E. and Browse, J. 1997. Jasmonate is essential for insect defense in Arabidopsis. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 94: 5473–5477.

Melaku, G., Wilde, G. E. and Harvey, T. L. 1993. Russian Wheat Aphid (Homoptera: Aphididae) affects yield and quality of wheat. **Journal of Economic Entomology** 86 (2): 594-601.

Meng, Z. J., Yan, S. C., Yang, C. P., Jin, H. and Hu, X. 2011. Behavioural responses of *Dendrolimus superans* and *Anastatus japonicus* to chemical defences induced by application of jasmonic acid on larch seedlings. **Scandinavian Journal of Forest Research** 26: 53-60.

Moran, P. J. and Thompson, G. A. 2001. Molecular responses to aphid feeding in Arabidopsis in relation to plant defense pathways. **Plant Physiology** 125: 1074–1085.

Moreira, X., Sampedro, L. and Zas, R. 2009. Defensive responses of *Pinus pinaster* seedlings to exogenous application of methyl jasmonate: concentration effect and systemic response. **Environmental and Experimental Botany** 67: 94–100.

Omer, A. D., Granett, J., Karban, R. and Villa, E. M. 2001. Chemically induced resistance against multiple pests in cotton. **International Journal of Pest Management** 47: 49–54.

www.SID.ir

Archive of SID

Rahbe, Y. and Febvay, G. 1993. Protein toxicity to aphids: an in vitro test on *Acyrthosiphon pisum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 67: 149–160.

Rahbe, Y., Ferrasson, E., Rabesona, H. and Quillien, L. 2003. Toxicity to the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* of anti-chymotrypsin isoforms and fragments of Bowman–Birk protease inhibitors from pea seeds. **Insect Biochemistry and Molecular Biology** 33: 299–306.

Scott, M. I., Thaler, S. J. and Scott, G. F. 2010. Response of a generalist herbivore *Trichoplusia ni* to jasmonate-mediated induced defense in tomato. **Journal of Chemical Ecology** 36: 490–499.

Senthil-Nathan, S., Kalaivani, K., Choi, M. Y. and Paik, C. H. 2009. Effects of jasmonic acid-induced resistance in rice on the plant brownhopper, *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology** 95: 77–84.

Shivaji, R., Camas, A., Ankala, A., Engelberth, J., Tumlinson, J. H., Williams, W. P., Wilkinson, J. R. and Luthe, D. S. 2010. Plants on constant alert: elevated levels of jasmonic acid and jasmonate-induced transcripts in caterpillar-resistant maize. **Journal of Chemical Ecology** 36: 179–191.

Slesak, E., Slesak, M. and Gabrys, B. 2001. Effect of methyl jasmonate on hydroxamic acid content, protease activity, and bird cherryoat aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) probing behavior. **Journal of Chemical Ecology** 27(12): 2529-2543.

Smart, L. E., Martin, J. L., Limpalaer, M., Bruce, T. J. A. and Pickett, J. A. 2013. Responses of Herbivore and Predatory Mites to Tomato Plants Exposed to Jasmonic Acid Seed Treatment. **Journal of Chemical Ecology** 39:1297–1300.

Thaler, J. S., Stout, M. J., Karban, R. and Duffey, S. S. 2001. Jasmonate-mediated induced plant resistance affects a community of herbivores. **Ecological Entomology** 26: 312–324.

Thompson, G. A. and Goggin, F. L. 2006. Transcriptomics and functional genomics of plant defense induction by phloem-feeding insects. **Journal of Experimental Botany** 57: 755–766.

Tran, P., Cheesbrough, T. M. and Keickhefer, R. W. 1997. Plant proteinase inhibitors are potential anticereal aphid compounds. **Journal of Economic Entomology** 90: 1672–1677.

Venu, R. C., Madhav, M. S., Sreerekha, M. V., Nobuta, K., Zhang, Y., Carswell, P., Boehm, M. J., Meyers, B. C., Korth, K. L. and Wang, G. L. 2010. Deep and comparative transcriptome analysis of rice plants infested by the beet armyworm (*Spodoptera exigua*) and water weevil (*Lissorhoptrus* oryzophilus). **Rice** 3: 22–35.

Wasternack, C. 2007. Jasmonates: an update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. **Annals of Botany** 100: 681–697.

Webster, J. A., Inayatullah, C., Hamissou, M. and Mirkes, K. A. 1994. Leaf pubescence effects in wheat on yellow sugarcane aphids and greenbug (Hom: Aphididae). **Journal of Economic Entomology** 87: 231-240.

Webster, J. A., Porter, D. R., Baker, G. A. and Mornhinweg, D. W. 1993. Resistance to Russian Wheat Aphid (Homoptera: Aphididae) in barley: Effects on aphid feeding. **Journal of Economic Entomology** 86(5): 1603-1608.

Worrall, D., Holroyd, G. H., Moore, J. P., Glowacz, M., Croft, P., Taylor, J. E., Paul, N. D. and Roberts, M. R. 2012. Treating seeds with activators of plant defense generates long-lasting priming of resistance to pests and pathogens. **New Phytologist** 193: 770–778.

Yu-Yan, G., Li-Qing, D., Ai-Qing, W., Rui-Juan, C. and Yuan-song, Q. 2010. Effects of exogenous jasmonic acid-induced resistance of wolfberry on the development and fecundity of the wolfberry aphid, *Aphis sp*. (In Chinese with English abstract.) **Acta Entomologica Sinica** 53(6): 670-674.

Zhang, S. Z., Hau, B. Z. and Zhang, F. 2008. Induction of the activities of antioxidative enzymes and the levels of malondialdehyde in cucumber seedlings as a consequence of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) infestation. **Arthropod-Plant Interactions** 2: 209–213.

Zhao, L. Y., Chen, J. L., Cheng, D. F., Sun, J. R., Liu, Y. and Tian, Z. 2009. Biochemical and molecular characterizations of *Sitobion avenae*-induced wheat defense responses. **Crop Protection** 28: 435–442.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Pests Research
2015- 5(2): 13-23

The effect of methyl jasmonate in antibiosis resistance of wheat to the Russian wheat aphid

J. Taami[1*], L. Dolatti[1] and F. Shekari[2]

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, 2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan

(Received: March 10, 2014- Accepted: February 21, 2015)

Abstract

In this investigation, three concentrations of methyl Jasmonate, MeJa (0.01, 0.1 and 1 mM) and the control (distilled water, ethanol 96% and Tween-20 in foliar spray method, distilled water and ethanol 96% in seed priming method) with two different methods of foliar application and seed priming was used and their effects on wheat (cv. Sardari) resistance to the Russian wheat aphid, *Diuraphis nox*ia (Hemiptera: Aphididae), was investigated. Analysis of variance indicated that the total nymphal development time was increased significantly in the 0.01 and 1 mM MeJa treated plants in foliar spray method. In seed priming method, the 1 mM MeJa significantly increased the total nymphal development time. Additionally, the pre-reproductive period was lengthened in plants treated with 0.1 mM MeJa in comparison with the control plants in foliar spray method. Moreover, in both methods, the reproductive period was significantly short on all the treated plants compared to the control plants. There was no significant difference in post- reproductive period between the treatments and the control in the both methods. Further, the mean number of offspring produced per female was significantly less on all treated plants than that on control plants in both methods. Furthermore, all the concentrations of MeJa reduced the total longevity in foliar spray method. In seed priming method, the total longevity was significantly short on 0.1 and 1 mM MeJa treated plants compared to the control plants.

Key words: Antibiosis, *Diuraphis noxia*, Methyl jasmonate, Wheat

*Corresponding author: taami.jafar67@gmail.com

www.SID.ir