

بررسی تراکم جمعیتی و تأثیر شته (*Macrosiphoniella sanborni*) بر صفات مورفو-فیزیولوژیک ارقام مختلف گل داوودی (*Chrysanthemum morifolium*)

محبوبه سادات هدایی^۱، مهدی رحیم ملک^{۱*}، احمد ارزانی^۱ و نفیسه پورجواد^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۸)

چکیده

شته داوودی (*Macrosiphoniella sanborni*) به عنوان یکی از مهم ترین آفات گیاه داوودی محسوب می شود؛ در حالی که اطلاعات اندکی در زمینه اثر متقابل بین گیاه داوودی و شته داوودی موجود است. در مطالعه حاضر، اثر متقابل ارقام مختلف گل داوودی و جمعیت شته ها از طریق ارزیابی صفات مورفو-فیزیولوژیک بررسی شد. بدین منظور، ۱۴ رقم گل داوودی در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار کشت شدند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، حضور شته تمام پارامترهای رشدی اندازه گیری شده در گیاه را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار داد. صفات مورد مطالعه نسبت به شرایط تنش عکس العمل منفی نشان دادند که بیشترین اثر کاهشی مربوط به فتوسنتز بود. همچنین، میزان تنفس نسبت به فتوسنتز در بین گیاهان آلوده افزایش یافت. علاوه بر این، حضور آفت منجر به کاهش نسبت غنچه های باز شده به کل غنچه های موجود روی گیاه، کاهش ارتفاع بوته و تأخیر در شروع دوره گل دهی در بین گیاهان آلوده شد. اگرچه نحوه رشد جمعیت شته در ارقام مختلف طی روزهای مختلف دقیقاً یکسان نبود، اما از روند نسبتاً مشابهی برخوردار بود. گل های رقم اردیبهشت، با وجود جمعیت نسبتاً زیاد شته روی آنها، همچنان از کیفیت مناسبی برخوردار بودند. به طور کلی، بر اساس نتایج این مطالعه، شته ها می توانند رشد رویشی و زایشی گیاه داوودی را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار دهند.

کلمات کلیدی: گیاهان زینتی، آفت گیاهی، رشد رویشی، رشد زایشی، فتوسنتز

مقدمه

مشکلات جدی در تولید گل داوودی، کنترل حشرات آفت آن، از جمله انواع شته ها و تریپس ها، در مراحل مختلف نمو این گیاه است (۱۵).

شته داوودی، *Macrosiphoniella sanborni* (Hemiptera: Aphididae) (Gillette, 1908)، یکی از آفات مهم

گل داوودی یکی از گیاهان زینتی مهم، با ارزش اقتصادی زیاد، در کل دنیا محسوب می شود (۴ و ۱۲). طیف وسیع رنگ و شکل گل، دوام گل دهی و توانایی در تولید تیپ های ایده آل در این گیاه، ارزش اقتصادی آن را افزایش داده است. یکی از

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrahimmalek@cc.iut.ac.ir

بتک (۲) نشان داد که میزان تولید مثل در جمعیت شته‌ها می‌تواند به‌وسیله نوع رقم داوودی کشت شده تحت تأثیر قرار گیرد. در مطالعه‌ای که توسط هی و همکاران (۶) انجام شد، مقاومت سه رقم داوودی در مقابل شته مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در مقاومت این ارقام به حضور شته بود. علاوه بر این، همه ارقام مورد مطالعه نیز از طریق افزایش میزان برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی واکنش سریعی در مقابل آفت نشان دادند که اهمیت وجود این آنزیم‌ها در مقاومت بر ضد آفت را نشان می‌داد (۶).

علاوه بر این، شرایط کشت و محیط گلخانه نیز در مقاومت و حساسیت گیاه میزبان سهم است. به‌طوری که دوره نوری در گلخانه، شدت نور، دما، حاصلخیزی نیتروژن و وضعیت آب گیاه میزبان بر تولید مثل شته‌ها مؤثر است. بنابراین، می‌توان تراکم زیاد آفت طی سیکل تولید گیاه داوودی را با وجود شرایط محیطی مساعد گلخانه انتظار داشت.

وضعیت مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه میزبان نیز حساسیت این گیاه را نسبت به شته مشخص می‌کند (۵). از سویی، پاسخ‌های دفاعی مختلفی در گیاهان در مقابل هجوم حشرات گیاهخوار به‌صورت صفات مختلف بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و آناتومیک بروز می‌یابد. نتایج دیویس و همکاران (۵) نشان داد که تجمع شته پنبه روی گیاه داوودی منجر به کاهش فتوسنتز در برگ‌های جوان می‌شود. کوچاریچ و همکاران (۸) نیز تأثیر جوامع و دوره‌های مختلف حضور شته سویا را بر سرعت فتوسنتز و عملکرد این گیاه بررسی کردند. بر اساس نتایج آنها، تحت شرایط مناسب محیطی، گیاهان سویا می‌توانند فشار آفت بیشتری را تحمل کنند. همچنین، گیاهان سویا از طریق یک اثر فتوسنتز جبرانی که منجر به ثبات یا افزایش عملکرد شد، به جمعیت متوسط آفت به‌طور مثبت پاسخ دادند (۸).

تاکنون ارقام مختلفی از گیاه داوودی در ایران از طریق برنامه‌های مختلف هیبریداسیون تولید شده‌اند که عمده مطالعات به خصوصیات زینتی آنها معطوف بوده است. با توجه به اینکه

این گیاه محسوب می‌شود (۱۷) که می‌تواند تمام مراحل نمو گیاه، از مرحله رشد رویشی تا مرحله گل‌دهی آن، را تحت تأثیر قرار دهد. شته داوودی نه تنها رشد رویشی گیاه را با اختلال مواجه می‌سازد، بلکه با کاهش کیفیت گل‌ها می‌تواند تولید این گیاه را با مشکلات جدی مواجه سازد (۱۸). شته‌ها به‌طور مستقیم به برگ‌ها، ساقه‌ها و گل‌های گیاهان آسیب می‌زنند که منجر به پاکوتاهی گیاه و زرد و پیچ‌خوردگی برگ‌ها می‌شود (۱۷). این آفات، علاوه بر مکش و تخلیه مواد مغذی گیاه، می‌توانند ویروس‌های بیماری‌زا را نیز به گیاهان منتقل کنند (۱۸).

برای مدیریت آفات، از جمله شته‌ها، مقادیر زیادی از حشره‌کش‌های شیمیایی مورد نیاز است که علاوه بر هزینه‌بر بودن، اغلب منجر به آلودگی شدید محیط می‌شود (۱۴). علاوه بر این، مصرف بی‌رویه این حشره‌کش‌ها منجر به افزایش مقاومت این آفات نسبت به حشره‌کش‌ها شده است. بنابراین، با در نظر گرفتن دلایل اقتصادی و زیست‌محیطی، استفاده از ارقام مقاوم گیاهی به تغذیه شته‌ها می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر در جهت کنترل شته‌ها محسوب شود. این راهکار، علاوه بر کاهش نیاز به مصرف حشره‌کش‌ها، از تأثیر پایداری نیز برخوردار خواهد بود (۱۷). بنابراین، اصلاح برای ایجاد ارقام مقاوم گل داوودی، علاوه بر اینکه رویکردی اقتصادی، مؤثر و دوستانه محیط‌زیست محسوب می‌شود، می‌تواند صدمات ناشی از حضور آفت را نیز کاهش دهد. تاکنون چندین گیاه تراریخت مقاوم به شته در گل داوودی گزارش شده است. از آنجا که تا به تولید انبوه رسیدن یک محصول تراریخت مسیری طولانی باید طی شود، محققان مطالعات مختلفی را به‌منظور شناسایی و معرفی ارقام مقاوم در این گیاه آغاز کرده و تاکنون چندین رقم داوودی مقاوم نیز معرفی کرده‌اند (۱۶). همچنین، بر اساس نتایج محققان، هیبریداسیون بین ارقام مختلف که منجر به تفکیک وسیع مقاومت به شته در نتاج هیبرید می‌شود، علاوه بر ایجاد یک زمینه ژنتیکی برای اصلاح داوودی‌های مقاوم، منجر به تولید هیبریدهای مقاوم‌تر به شته نیز شده است (۱۹).

جدول ۱. ارقام داوودی مورد مطالعه و مشخصات عمومی آنها

شماره	نام	رنگ گل	زمان شروع گل دهی	شکل رأس گلچه شعاعی	نوع سر گل
۱	سهند ۲	قرمز - نارنجی	متوسط رس	دندانه دار	نیمه پرپر
۲	باده	سفید صورتی	متوسط رس	دندانه دار	نیمه پرپر
۳	سالومه	زرد نارنجی	متوسط رس	دندانه دار	کم پر
۴	سرچشمه ۲	نارنجی	متوسط رس	نوک تیز	نیمه پرپر
۵	آشتی	سفید	متوسط رس	دندانه دار	کم پر
۶	آوا	نارنجی	متوسط رس	دندانه دار	کم پر
۷	آوید ۲	بنفش	زود رس	گرد	نیمه پرپر
۸	یاسی	بنفش	متوسط رس	دندانه دار	نیمه پرپر
۹	بهرخ	قرمز	متوسط رس	پستانکی	کم پر
۱۰	المان	سفید صورتی	متوسط رس	دندانه دار	نیمه پرپر
۱۱	شکیلا	قرمز	متوسط رس	فرورفته	نیمه پرپر
۱۲	سیمین ۲	سفید	دیررس	پستانکی	کم پر
۱۳	نیکا ۲	قرمز	متوسط رس	پستانکی	نیمه پرپر
۱۴	اردیبهشت	صورتی	دیررس	پستانکی	پرپر

این ارقام از نظر حساسیت به شته‌ها بسیار متنوع عمل می‌کنند، بنابراین انجام بررسی‌های بیشتری جهت شناسایی ارقام موجود به منظور بهره‌گیری از ظرفیت آنها ضروری به نظر می‌رسد. همچنین، اطلاعات اندکی در زمینه اثر متقابل بین گیاه داوودی و شته داوودی موجود است. در این مطالعه، یک مجموعه از صفات مورفو- فیزیولوژیک در ارقام مختلف داوودی که تحت تأثیر شته *Macrosiphoniella sanborni* قرار داشتند، مورد بررسی قرار گرفت. مطالعه حاضر به منظور: (۱) بررسی اثر متقابل گیاه و آفت از طریق درک چگونگی تأثیر شته بر صفات مورفو- فیزیولوژیک گیاه میزبان، (۲) چگونگی روند رشد جمعیت آفت روی گیاه میزبان و (۳) شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گل داوودی، انجام شد.

مواد و روش‌ها

گل داوودی (*Chrysanthemum morifolium*)

در این مطالعه، از میان ارقام جدید اصلاحی گل داوودی موجود

شته داوودی (*Macrosiphoniella sanborni*)

برای تشکیل کلنی شته داوودی، شته‌ها در طول فصل زراعی از مزرعه گل داوودی جمع‌آوری شدند. در آزمایشگاه، از نمونه‌های جمع‌آوری شده اسلاید میکروسکوپی تهیه شد و نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای معتبر مورفولوژیک شناسایی شده

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس دوطرفه صفات مورفو- فیزیولوژیک در ارقام مختلف داوودی بر اساس میانگین مربعات

منبع تغییرات	درجه آزادی	هدایت روزنه‌ای	تنفس	فتوستت	زمان شروع گل‌دهی	نسبت تولید گل	تعداد گل	قطر گل	ارتفاع گیاه
رقم	۱۳	۰/۰۱*	۵/۶۳*	۳۰/۴۸*	۹۸/۷۴*	۰/۰۹*	۲۴۲/۳۵*	۳/۰۹*	۲۶۳/۷۹*
آفت	۱	۰/۳۶*	۱۱۵/۱۵*	۱۳۳۸/۷۲*	۱۳۱۲/۱۹*	۴/۸۷*	۴۸۷۶/۱۹*	۵۳/۲۸*	۳۹۰۸/۶۷*
رقم × آفت	۱۳	۰/۱۰*	۴/۴۸*	۱۴/۴۸*	۲۷/۴۷*	۰/۰۹*	۱۳۵/۲۴ ^{ns}	۰/۸۷*	۶۱/۷۸*
خطا	۵۶	۰/۰۰۱	۰/۳۲	۲/۶۸	۶/۹۷	۰/۰۳	۸۵/۷۲	۰/۰۷	۲۳/۷۱

* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

و برای تأیید گونه برای دکتر محسن مهرپرور، هیئت علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته در کرمان ارسال شدند. پرورش شته داوودی روی گل داوودی انجام شد.

تأثیر واریته گل داوودی روی جمعیت شته داوودی

از آنجا که گیاهان داوودی به صورت طبیعی به شته در گلخانه آلوده شده بودند، برای ارزیابی میزان مقاومت و تأثیر گیاه میزبان بر رشد و نمو و جمعیت شته داوودی، در مرحله گل‌دهی گیاه اقدام به نمونه‌برداری شته‌ها شد. در این ارزیابی، تعداد شته‌های مستقر شده روی سه برگ از هر گیاه به مدت ۱۲ روز و هر چهار روز یکبار شمارش شد. در این بررسی، به همین تعداد، گلدان داوودی از ۱۴ رقم وجود داشت که در زیر توری قرار گرفتند و تا پایان آزمایش به آفت آلوده نشدند. این گیاهان به عنوان گروه شاهد قلمداد شدند. در پایان نمونه‌برداری، صفات گیاهی شامل ارتفاع گیاه، قطر گل، تعداد گل، نسبت تعداد گل‌های باز شده به کل غنچه‌های موجود روی گیاه، فتوستت، تنفس و هدایت روزنه‌ای در پایان آزمایش در گیاهان شاهد و آلوده اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فتوستت خالص (میکرومول دی‌اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه)، هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه) و تنفس روزنه‌ای (میکرومول دی‌اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه) در برگ‌های بالغ در مرحله گل‌دهی با استفاده از دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری تبادل گازی (مدل LCi, Prtable photosynthesis system) ساخت کشور

انگلستان انجام گرفت. بدین منظور، قسمت میانی برگ را داخل محفظه شیشه‌ای دستگاه قرار داده و پس از گذشت ۶۰ ثانیه داده‌ها قرائت و ثبت شد. تعداد روز تا شروع گل‌دهی نیز در هر رقم مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین مشخصات رشدی گیاه، سه گلدان از هر تیمار (هر گلدان حاوی سه بوته از قلمه‌های ریشه‌دار شده) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری

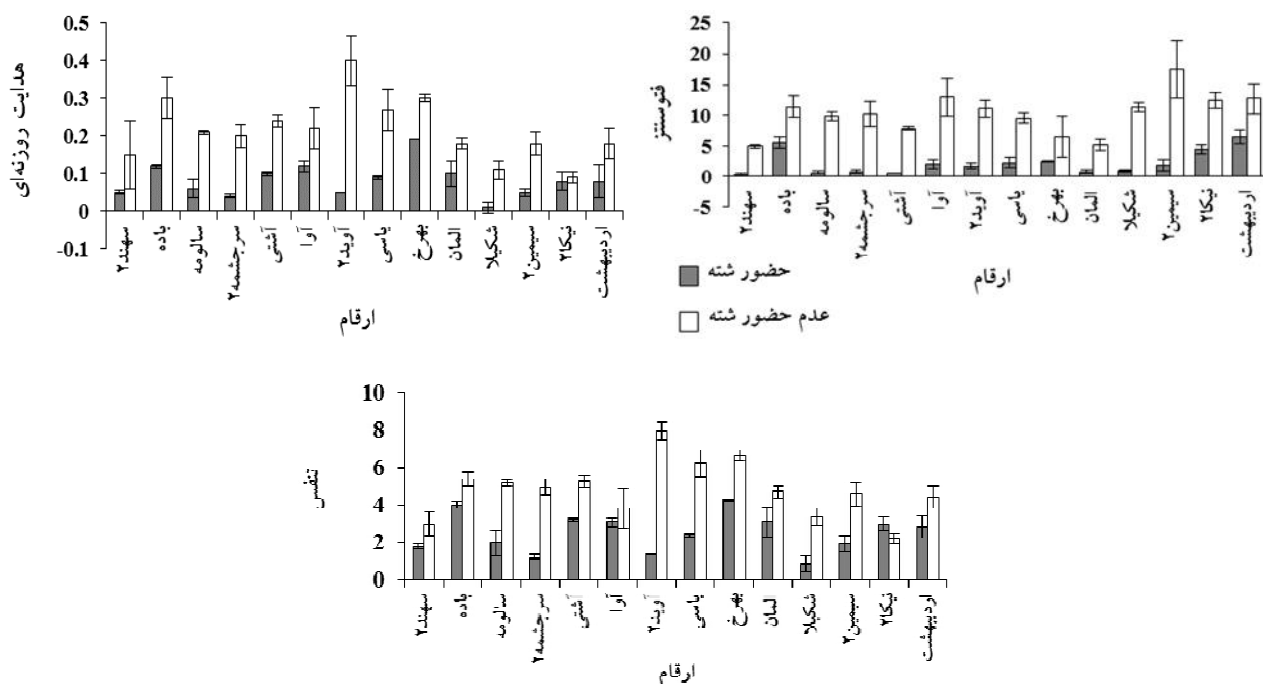
تجزیه واریانس دو طرفه و تجزیه همبستگی صفات مورفو- فیزیولوژیک با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

نتایج

تأثیر شته داوودی بر صفات مورفو- فیزیولوژیک گیاه میزبان

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که رقم، آفت و اثر متقابل رقم × آفت اثرهای معنی‌داری بر صفات مورفو- فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در گیاه داوودی داشته‌اند (جدول ۲).

بر اساس نتایج این مطالعه، حضور شته، صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (شکل ۱). بیشترین میزان فتوستت در گیاهان سالم در رقم "سیمین ۲" (۱۷/۴۵) مشاهده شد که پس از اعمال تنش این میزان ۸۹ درصد کاهش نشان داد. کمترین میزان فتوستت در



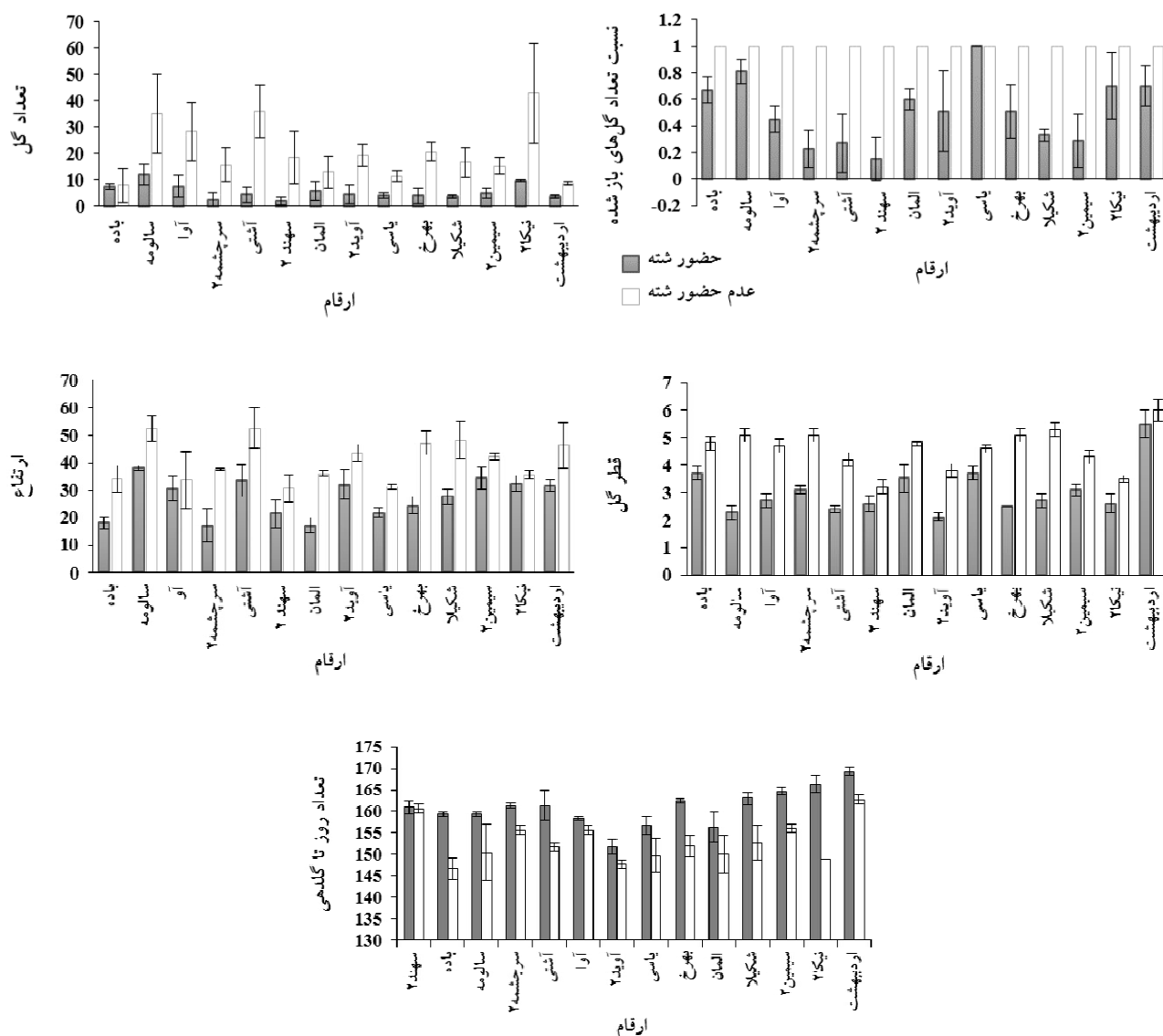
شکل ۱. تغییرات فیزیولوژیک مشاهده شده در ارقام مختلف داوودی در شرایط نرمال و حضور آفت شته. Error-barها در شکل خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

بیشترین میانگین تعداد گل (۴۲ عدد) را در بین همه ارقام تولید کرد که پس از حضور شته، کاهش ۷۷ درصدی از نظر این صفت در رقم مذکور مشاهده شد. همچنین، رقم سالومه علی‌رغم کاهش ۶۶ درصدی از نظر صفت تعداد گل از بیشترین میانگین تعداد گل (۱۲ عدد) در بین گیاهان آلوده برخوردار بود. رقم "سهند ۲" نیز با داشتن کمترین میانگین تعداد گل (۲ عدد) و بیشترین درصد کاهش (۸۹ درصد) حساس‌ترین رقم از نظر این صفت بود.

بیشترین و کمترین میزان ارتفاع در بین گیاهان سالم مربوط به ارقام "آشتی" (۵۲/۶ سانتی‌متر) و "سهند ۲" (۳۰/۶ سانتی‌متر) بود. در حالی که بیشترین و کمترین میزان این صفت در بین گیاهان آلوده به ارقام سالومه (۲۷ سانتی‌متر) و "سرچشمه ۲" (۱۷/۱ سانتی‌متر) تعلق داشت. ارقام "سرچشمه ۲" (۵۴ درصد) و "نیکا ۲" (۹/۰۱ درصد) نیز به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیرپذیری را از نظر میزان کاهش ارتفاع در اثر حضور آفت نشان دادند.

هر دو گیاه سالم و آلوده در رقم "سهند ۲" (به‌ترتیب ۴/۹۷ و ۵/۲۶) مشاهده شد که این رقم بیشترین درصد کاهش فتوستز (۹۴/۷۶ درصد) را نیز در بین ارقام نشان داد. در میان گیاهان آلوده، رقم "اردبیلشت" بیشترین میزان فتوستز (۶/۴۷) و کمترین میزان درصد کاهش (۴۹ درصد) را برای این صفت نشان داد. به‌طور کلی، حضور آفت، میزان تنفس گیاه را نسبت به شرایط شاهد کاهش داد. اما در بین گیاهان آلوده، افزایش ۱۵ تا ۵۶ درصدی در میزان تنفس نسبت به فتوستز مشاهده شد. همچنین، در گیاهان آلوده، میزان هدایت روزانه‌ای بین ۱۱ درصد (رقم نیکا ۲) تا ۹۰ درصد (رقم شکلا) در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش یافت (شکل ۱).

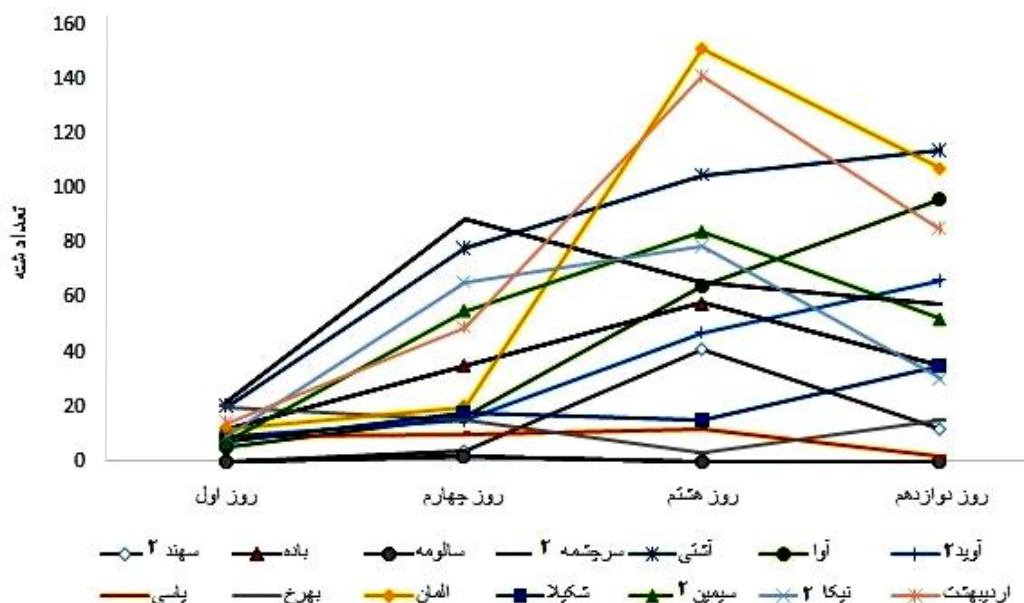
حضور آفت، صفات مورفو-فولوژیک گیاه را نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (شکل ۲). از نظر صفت تعداد گل، رقم "باده" کمترین میانگین تعداد گل را در بین گیاهان سالم داشت (هشت عدد) و کمترین درصد کاهش تعداد گل را پس از اعمال تیمار نیز نشان داد (۹ درصد). رقم "نیکا ۲"



شکل ۲. تغییرات مورفو- فنولوژیک مشاهده شده در ارقام مختلف داوودی در شرایط نرمال و حضور آفت شته

این صفت (۸/۳۳ درصد) به رقم "اردیبهشت" تعلق داشت. بر اساس نتایج این مطالعه، شته‌ها به‌طور معنی‌داری صفات مرتبط با رشد رویشی (ارتفاع و تعداد گل) و زایشی (قطر گل و تعداد گل باز شده) گیاه را تحت تأثیر قرار دادند، به‌طوری‌که صفات مورد بررسی نسبت به شرایط تنش عکس‌العمل منفی نشان دادند. از دیگر صفات زایشی گیاه که به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر حضور آفت قرار گرفت می‌توان به صفت تعداد روز تا گل‌دهی گیاه اشاره کرد. حضور شته‌ها در همه ارقام منجر به تأخیر در شروع دوره گل‌دهی شد (شکل ۲). ارقام "آوید" و

در بین گیاهان شاهد، تمام غنچه‌های تشکیل شده روی گیاه به گل تبدیل شدند. اما در بین گیاهان آلوده به حضور آفت، نسبت غنچه‌های باز شده به کل غنچه‌های موجود روی گیاه به‌شدت کاهش یافت. بیشترین میزان این کاهش به رقم "سهند" تعلق داشت و تنها در رقم "یاسی" در بین گیاهان آلوده، تمام غنچه‌ها به گل تبدیل شدند. درحالی‌که در سایر ارقام درصد‌های مختلفی از کاهش در میزان این صفت مشاهده شد. بیشترین میزان میانگین قطر گل در بین گیاهان سالم، شش سانتی‌متر و آلوده، ۵/۵ سانتی‌متر بود و نیز کمترین درصد کاهش



شکل ۳. میانگین تعداد شته و روند رشد جمعیت آن در ارقام داوودی طی روزهای مختلف

به عنوان حساس ترین رقم شناخته شدند. البته باید توجه داشت که رقم اردیبهشت در حالی که جمعیت شته نسبتاً زیادی داشت، اما گل آن کیفیت قابل عرضه به بازار را داشت. بنابراین، صرفاً بر اساس جمعیت شته نمی توان رقم مقاوم را شناسایی کرد (شکل ۴).

همبستگی صفات مورفو- فیزیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی پیرسون بین صفات مورفو- فیزیولوژیک در شرایط نرمال و حضور آفت در جدول (۳) ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه همبستگی، همبستگی مثبت و معنی داری بین میزان تنفس و هدایت روزنه- ای تحت شرایط حضور ($r=0/931^{**}$) و عدم حضور ($r=0/928^{**}$) آفت وجود داشت. علاوه بر این، با حضور آفت، همبستگی مثبت و معنی داری بین قطر گل و میزان فتوسنتز گیاه ($r=0/675^{**}$) نیز مشاهده شد.

بحث

وجود تنوع در ژرم پلاسما فاکتور مهمی در انتخاب ژنوتیپ های سریع الرشد با تجمع زیاد بیومس محسوب می شود. یکی از

"اردیبهشت" در شرایط شاهد و حضور آفت به ترتیب زودرس ترین و دیررس ترین ارقام بودند. همچنین، بیشترین و کمترین میزان تأخیر در شروع گل دهی به ترتیب در ارقام "نیکا ۲" و "سهند ۲" مشاهده شد.

روند رشد جمعیت شته روی گیاه میزبان

نحوه رشد جمعیت شته در ارقام داوودی طی روزهای مختلف دقیقاً یکسان نبود. اما در اکثر ارقام از روند نسبتاً مشابهی برخوردار بود. به طور کلی، ابتدا افزایش رشد جمعیت شته ها مشاهده شد و پس از ظهور یک حد آستانه، جمعیت شته در اکثر ارقام کاهش یافت (شکل ۳). در ارقام آشتی، آوا، آوید ۲ و شکلا، روند رشد جمعیت شته تا روز دوازدهم همچنان افزایشی بود که نشان دهنده حساسیت بیشتر این ارقام نسبت به شته است.

علاوه بر این، در برگ های پایینی گیاهان آلوده، به دلیل نزدیکی بیشتر با سطح خاک و رطوبت نسبی و حجم کنوپی بیشتر، جمعیت شته بیشتری مشاهده شد.

ارقام مورد مطالعه از نظر میانگین تعداد شته های موجود روی آنها با یکدیگر تفاوت داشتند. رقم سالومه با حداقل جمعیت شته، مقاوم ترین و رقم آشتی با حداکثر جمعیت شته



شکل ۴. کیفیت گل رقم اردیبهشت در شرایط شاهد (الف) و حضور آفت (ب)

جدول ۳. همبستگی صفات مورفو- فیزیولوژیک در ارقام داوودی تحت شرایط نرمال و حضور آفت

صفات	قطر گل	ارتفاع بوته	تعداد گل	نسبت تعداد گل باز	میزان فتوستتزر	هدایت روزنه‌ای	میزان تنفس
قطر گل	۱	۰/۲۴۹	-۰/۲۳۲	۰/۳۵۷	۰/۶۷۵**	۰/۲۰۶	۰/۰۶۴
ارتفاع بوته	۰/۴۰۰	۱	۰/۴۵۸	۰/۰۶۸	۰/۰۱۹	-۰/۱۳۱	-۰/۱۶۹
تعداد گل	-۰/۴۰۴	۰/۲۹۶	۱	۰/۵۱۸	۰/۱۶۱	۰/۲۵۱	۰/۱۳۷
نسبت تعداد گل باز	-	-	-	۱	۰/۴۸۵	۰/۳۲۷	۰/۲۸۸
میزان فتوستتزر	۰/۱۴۴	۰/۰۶۹	-۰/۰۱۱	-	۱	۰/۴۹۲	۰/۳۱۸
هدایت روزنه‌ای	۰/۱۶۶	۰/۲۶۰	-۰/۲۹۳	-	-۰/۱۲۲	۱	۰/۹۲۸**
میزان تنفس	۰/۰۰۲	۰/۰۸۳	-۰/۲۳۸	-	-۰/۱۰۰	۰/۹۳۱**	۱

اعداد بالا و پایین قطر جدول به ترتیب نشان‌دهنده همبستگی در شرایط حضور و عدم حضور آفت هستند.

مزایای وجود تنوع در این صفات، امکان تمرکز بر انتخاب ژنوتیپ‌های با صفات مطلوب به‌عنوان بخشی از برنامه‌های اصلاحی است. بنابراین، یافتن ارقام مطلوب بر اساس صفات فیزیولوژیک مهمی مانند سرعت فتوستتزر خالص در سطح برگ و هدایت روزنه‌ای ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌ویژه اینکه یک همبستگی معنی‌دار بین سرعت فتوستتزر و صفات رشدی در درختان شناخته شده است (۱۰). در مطالعه حاضر نیز معنی‌دار شدن همبستگی بین قطر گل و میزان فتوستتزر گیاه در شرایط حضور آفت نشان می‌دهد که قطر بیشتر گل در زمان تنش می‌تواند به‌عنوان یک پارامتر مطلوب به افزایش فتوستتزر و تولید گیاهی منجر شود. بنابراین، عکس‌العمل گیاه از نظر فتوستتزر ممکن است بتواند پاسخگوی بسیاری از سؤالات در زمینه

تحمل و تولید گیاه در حضور آفت باشد.

به‌طور کلی، بر اساس نتایج این مطالعه، با حضور شته، روند کاهشی برای سرعت فتوستتزر و هدایت روزنه‌ای در همه ارقام مشاهده شد. تولید گیاهی تا حد زیادی به‌شدت فتوستتزر وابسته است، زیرا سنتز مواد ارگانیک در طول فرآیند فتوستتزر رخ می‌دهد. ضمن تغذیه شته، آنزیم‌های بزاقی آن وارد گیاه شده و با شکستن کلروپلاست و دیواره سلول‌های گیاهی باعث ایجاد کلروز و کاهش میزان فتوستتزر می‌شوند (۱). علاوه بر این، بر اساس مطالعات انجام شده (۱۱) مشاهده شده که مقاومت روزنه‌ای همیشه در برگ‌های آلوده به شته بیشتر بوده است. این مطلب نشان می‌دهد که حضور شته‌ها منجر به افزایش مقاومت روزنه‌ای و به‌عبارت دیگر کاهش هدایت

شکار قرار گرفتن توسط *Mompha brevivittella* اجتناب می‌کند و گیاهان لوبیا نیز با این مکانیسم از گیاهخواری سوسک حبوبات آسیب کمتری دیدند (۷). در این مطالعه نیز دیررس‌ترین رقم (رقم اردیبهشت) از نظر قطر و کیفیت گل و همچنین میزان فتوستتز برتر از بقیه ارقام بوده است که این مشاهده مؤید مطالب فوق است.

بر اساس نتایج این مطالعه، حضور آفت، میزان ارتفاع گیاه را کاهش داد. شواهد مشابهی بر اساس مطالعات گذشته نیز به‌دست آمده است. به‌عنوان مثال، شیوع بیماری شته سویا در شمال آمریکا، ارتفاع گیاه، فتوستتز و عملکرد گیاه را کاهش داد. همچنین، در مطالعه‌ای در مورد گیاه لوبیا، بر اساس آنالیز فاکتوریل مشخص شد که ارتفاع گیاهان آلوده به شته به‌طور معنی‌داری کمتر از گیاهان سالم بوده است (۱۳).

این مطالعه، اولین گزارش در بررسی حساسیت ارقام داوودی ایرانی نسبت به شته سیاه داوودی است که تأثیر حساسیت ارقام مختلف به جمعیت شته و خواص رشدی گیاه را بررسی می‌کند. در مجموع، می‌توان ارقام سالومه، یاسی و اردیبهشت را به‌عنوان ارقام برتر در شرایط حضور آفت در نظر گرفت. همچنین، سؤال مهمی که در این آزمایش مطرح شد این بود که چگونه تغذیه شته می‌تواند رشد گیاه داوودی را تحت تأثیر قرار دهد. پاسخ این است که شته‌ها به‌طور معنی‌داری می‌توانند خواص رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار دهند. درحالی که شته‌ها بیومس کلی گیاه را تغییر نمی‌دهند، آنها رشد زایشی گیاه (تعداد و قطر گل کمتر) را کاهش می‌دهند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب آقای مهندس شفيعی و مسئولین محترم ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات به‌خاطر تأمین مواد گیاهی تشکر و قدردانی می‌شود.

روزنه‌ای می‌شود. در این مطالعه نیز مقاومت روزنه‌ای در حضور شته‌ها افزایش یافت که نشان می‌دهد کاهش فتوستتز تا حدودی به‌علت محدودیت‌های روزنه‌ای ایجاد می‌شود. همچنین، شته‌ها مایع چسبناکی تولید می‌کنند که کریستال‌های آن در سطح برگ تجمع یافته و با تابش آفتاب به این کریستال‌ها بافت گیاهی دچار سوختگی می‌شود. علاوه بر این، عموماً روی این مایع چسبناک لایه‌ای از قارچ ساپروفیت تشکیل می‌شود که با بستن روزنه‌ها منجر به آسیب‌رسانی به فرآیند فتوستتز می‌شود (۳). بنابراین، آثار غیر مستقیم ناشی از حضور شته‌ها ممکن است آسیب بیشتری به گیاهان وارد کند. نتایج مطالعه حاضر وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین سرعت تنفس و میزان هدایت روزنه‌ای نشان داد. لو و همکاران (۹) با مطالعه روی تأثیر تغییرات دمایی بر گیاه پنبه، وجود چنین همبستگی در اثر تغییرات دمایی را نشان‌دهنده تفرق مشترک این دو صفت با یکدیگر دانستند و بر این موضوع اشاره کردند که تنفس سلول‌های محافظ روزنه به‌عنوان جزئی از مسیر انتقال سیگنال، کنترل‌کننده پاسخ‌های روزنه نسبت به تغییر دما است.

عوامل تنش‌های زنده مثل آفت‌ها و پاتوژن‌ها می‌توانند اثرهای معنی‌داری روی مراحل نمو گیاهان، از جمله مرحله گل‌دهی، داشته باشند. به‌عنوان مثال، شته سبز هلو، گل‌دهی را در گیاه آرابیدوپسیس به تأخیر می‌اندازد (۷). به‌نظر می‌رسد که ترکیبات دفاعی گیاه مانند گلوکوزینولات‌های تولید شده در پاسخ به گیاهخواران در تأخیر گل‌دهی سهیم هستند. مکانیسمی که باعث تأثیر چنین پاتوژن‌هایی بر زمان گل‌دهی می‌شوند اغلب نامشخص هستند. در موارد اندکی نیز فاکتورهای پاتوژن مسئول تغییر مرحله نمو از جمله زمان گل‌دهی شناخته شده‌اند. همچنین، تغییر زمان گل‌دهی به‌عنوان یک راهکار توسط برخی گیاهان برای فرار از حمله حشرات به‌کار گرفته می‌شود. به‌عنوان مثال، گیاه گل مغربی از طریق مکانیسم تأخیر گل‌دهی از تحت

منابع مورد استفاده

۱. نجفی، ف. ۱۳۹۰. مقاومت و حساسیت برخی از لاین‌های گندم نسبت به شته‌ی سبز گندم در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی.
2. Bethke, J.A., R.A. Redak and U.K. Schuch. 1998. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar, and differential levels of fertilization and irrigation. *Entomol. Exp. Appl.* 88: 41-47.
3. Guerrieri, E.M. and C. Digilio. 2008. Aphid-plant interactions: A review. *J. Plant Interact.* 3: 223-232.
4. Da Silva, J.A., H. Shinoyama, R. Aida, Y. Matsushita, S.K. Raj and F. Chen. 2013. Chrysanthemum biotechnology: Quo valid. *Crit. Rev. Plant Sci.* 32: 21-52.
5. Davies Jr., F.T., C. He, A. Chau, K.M. Heinz and A.D. Cartmill. 2004. Fertility affects susceptibility of chrysanthemum to cotton aphids: Influence on plant growth, photosynthesis, ethylene evolution, and herbivore abundance. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 129: 344-353.
6. He, J., F. Chen, S. Chen, G. Lv, Y. Deng, W. Fang, Z. Liu, Z. Guan and C. He. 2011. Chrysanthemum leaf epidermal surface morphology and antioxidant and defense enzyme activity in response to aphid infestation. *J. Plant Physiol.* 168: 687-693.
7. Kazan, K. and R. Lyons. 2015. The link between flowering time and stress tolerance. *J. Exp. Bot.* 67: 47-60.
8. Kucharik, C.J., A.C. Mork, T.D. Meehan, S.P. Serbin, A. Singh, P.A. Townsend, K.S. Whitney and C. Gratton. 2016. Evidence for compensatory photosynthetic and yield response of soybeans to aphid herbivory. *J. Econ. Entomol.* 109: 1-11.
9. Lu, Z., M.A. Quiñones and E. Zeiger. 2000. Temperature dependence of guard cell respiration and stomatal conductance co-segregate in an F2 population of Pima cotton. *Funct. Plant Biol.* 27: 457-462.
10. Mebrahtu, T. and J.W. Hanover. 1991. Family variation in gas exchange, growth and leaf traits of black locust half-sib families. *Tree Physiol.* 8: 185-193.
11. Riedell, W.E. 1989. Effects of Russian wheat aphid infestation on barley plant response to drought stress. *Physiol. Plant.* 77: 587-592.
12. Shinoyama, H., R. Aida, H. Ichikawa, Y. Nomura and A. Mochizuki. 2012. Genetic engineering of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*): Current progress and perspectives. *Plant Biotech.* 29: 323-337.
13. Soffan, A. and A.S. Aldwood. 2014. Biology and demographic growth parameters of cowpea aphid (*Aphis craccivora*) on faba bean (*vicia faba*) cultivars. *J. Insect Sci.* 14: 120.
14. Valizadeh, M., C. Deraison, S.K. Kazemitabar, Y. Rahbe and M.A. Jongsma. 2013. Aphid resistance in florist's chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) induced by sea anemone equistatin overexpression. *Afr. J. Biotech.* 12: 6922-6930.
15. Visser, P.B., R.A. Maagd and M.A. Jongsma. 2007. "III3 *Chrysanthemum*". PP. 253-272. *In: Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Springer-Verlag, Berlin.
16. Wang, G., Y. Liu, S. Guo, Y. Wang, Y. Ji and H. Fang. 2004. Study on transformation of snowdrop lectin gene to chrysanthemum and aphid resistance of the transgenic plants. *Acta Genet. Sin.* 31: 1434-1438.
17. Wang, C., F. Zhang, Z. Guan, S. Chen, J. Jiang, W. Fang and F. Chen. 2014. Inheritance and molecular markers for aphid (*Macrosiphoniella sanbourni*) resistance in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). *Sci. Hort.* 180: 220-226.
18. Xia, X., Y. Shao, J. Jiang, L. Ren, F. Chen, W. Fang, Z. Guan and S. Chen. 2014. Gene expression profiles responses to aphid feeding in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). *BMC Genomics* 15: 1050.
19. Zhu, W., F. Chen, S. Xu, L. Wang, L. Wang, H. Qi, H. Li and F. Chen. 2014. Inheritance hybrid between *Chrysanthemum morifolium* 'Nannongxiaoli' and *Artemisia vulgaris* 'Variegata' show enhanced resistance against both aphids and *Alternaria* leaf spot. *Euphytica* 197: 399-408.

Evaluation of Population Density and the Impact of Aphid (*Macrosiphoniella Sanborni*) on Morpho-Physiological Traits of Different Chrysanthemum (*Chrysanthemum Morifolium*) Cultivars

M. Hodaiei¹, M. Rahimmalek^{1*}, A. Arzani¹ and N. Poorjavad²

(Received: 31 October 2017 ; Accepted : 10 October 2018)

Abstract

Chrysanthemum aphid (*Macrosiphoniella sanborni*) is one of the most important pests of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*); while there is little information about the interaction of chrysanthemum and chrysanthemum aphid. In the present study, interaction of different chrysanthemum cultivars and aphid populations was assessed through evaluation of morpho-physiological traits. For this purpose, 14 chrysanthemum cultivars were cultivated in a greenhouse at Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, using a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. According to the results of analysis of variance, presence of aphid significantly affected all measured plant's growth parameters. The studied traits showed negative responses to stress conditions. The highest reduction effect was related to photosynthesis. Also, the respiration rate was increased in relation to photosynthesis among the infected plants. In addition, presence of the pest reduced the proportion of open buds to total buds on the plant, decreased plant height and delayed flowering period among the infected plants. Although the growth of aphid population in different cultivars was not exactly the same during different days, but the trend was relatively similar. Despite the relatively high number of aphids on the flowers of "Ordibehesht" cultivar, they still had good quality. Overall, based on the results of this study, aphids can significantly affect the chrysanthemum plant's vegetative and reproductive growth.

Keywords: Ornamental plants, Plant pest, Vegetative growth, Reproductive growth.

1. Dept. of Agron. and Plant Breed., College of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

2. Dept. of Plant Protec., College of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

* Corresponding Author, Email: mrahimmalek@cc.iut.ac.ir