

## اثر نیترات پتاسیم بر رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی ریحان آلوده به *Colletotrichum gloeosporioides*

سیدجواد صانعی<sup>۱\*</sup> و سید اسماعیل رضوی<sup>۲</sup>

۱- مربی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران  
۲- استادیار گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۰، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم (۰، ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌مولار) بر رشد و وزن خشک اندام‌های گیاهی و کلروفیل و فنل کل در ریحان (*Ocimum basilicum L.*) آلوده به *Colletotrichum gloeosporioides* انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در گلخانه اجرا گردید. نتایج نشان داد که در گیاهان آلوده به بیمارگر، خصوصیات رشدی، وزن خشک اندام‌های هوایی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و فنل کل کاهش یافتند. کاربرد نیترات پتاسیم بویژه غلظت ۱۲ میلی‌مولار در شرایط تنش توانست با افزایش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و فنل کل در گیاه ریحان، منجر به کاهش بیماری و افزایش صفات سطح برگ، ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد (غلظت صفر نیترات پتاسیم) شود. تیمار نیترات پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه و تعداد برگ در مقایسه با گیاهان نداشت ولی بطور معنی‌داری میزان نیترات و فعالیت نیترات ردوکتاز را افزایش داد.

کلید واژه‌ها: ریحان، آنتراکنوز، نیترات پتاسیم، فنل کل

## مقدمه

کشت گیاهان دارویی و خوشبو از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران بوده است و این نظام‌ها از دیدگاه ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده‌اند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳). ریحان (*Ocimum basilicum L.*) گیاهی یک‌ساله، علفی، معطر، ایستاده، به ارتفاع ۶۰-۳۰ سانتی‌متر از گیاهان مهم متعلق به تیره نعناع (*Lamiaceae*) است که به دلیل خواص دارویی، ادویه‌ای و همچنین خوراکی توجهات زیادی را به خود جلب کرده است (Reuveni et al. 2002). این گیاه به‌عنوان یک گیاه دارویی در درمان سردرد، سرفه، اسهال، بیوست، زگیل‌ها و نقص عملکرد کلیه‌ها به‌کار می‌رود. پیکر رویشی آن همانند سایر گیاهان تیره نعناع منبع ترکیبات حلقوی و اسانس است که دفع‌کننده حشره‌ها است و عملکرد ضدانگلی، ضدباکتریایی، ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی دارد (Javanmardi et al. 2002). تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی تحت کنترل ژنتیکی است، ولی عوامل محیطی بویژه شرایط تنش‌زا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت این مواد به عهده دارند (Hassani and Omidbaigi, 2006).

گیاه ریحان در ضمن رشد تحت تأثیر تنش‌های مختلف از جمله بیماری‌های مهم قرار می‌گیرد (Garibaldi et al., 1997). بیماری آنتراکنوز با عامل *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. از بیماری‌های مهم گیاه ریحان در مناطق کشت آن محسوب می‌شود. قارچ بیمارگر دامنه وسیعی از گیاهان زراعی، باغی، ادویه‌ای و دارویی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Gullino et al., 1995). این بیماری اولین بار توسط بابازاد و همکاران در سال ۱۳۹۲ از مناطق مختلف استان مازندران گزارش شد.

استفاده از قارچ‌کش‌ها برای گیاهانی که مصرف تازه‌خوری دارند، محدود است و روش‌های کم‌خطرتری برای مدیریت بیماری باید مدنظر قرار گیرد (Gullino, 2001; Garibaldi and Gullino, 2010). یکی از

روش‌های جایگزین برای کاهش خسارت ناشی از بیمارگرها در گیاهان تازه‌خوری، استفاده از مدیریت تغذیه گیاه است. ترکیبات معدنی کم‌نیاز نقش مهمی را در فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه ایفا می‌کنند و می‌توانند به‌عنوان اجزای مهمی برای مدیریت بیماری‌های گیاهی در نظر گرفته شوند (Walters and Bingham, 2007). عنصر پتاسیم، یکی از عناصر کم‌نیاز و ضروری برای رشد گیاه می‌باشد و در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک کارایی ویژه‌ای دارد (Zhao et al., 2013). گزارش‌های متعدد نقش پتاسیم را در گیاه به‌خصوص در رابطه با واکنش‌های دفاعی علیه تنش‌های زیستی و غیر زیستی نشان داده است (Kazemi, 2014; Walters and Bingham, 2007). تأثیر مثبت پتاسیم در کاهش روند بیماری‌های قارچی از جمله لکه قهوه‌ای گندم (Sharma et al., 2005)، سوختگی آترناریایی پنبه (Zhao et al., 2013) و پوسیدگی ریشه نخود ناشی از قارچ‌های *Fusarium oxysporum*، *Pythium vexans* و *Rhizoctonia solani* (Srihuttagam and Sivasithamparam, 1991) مشاهده شده است.

با توجه به اهمیت گیاه دارویی ریحان و مصارف گسترده آن در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی و عطرسازی و اهمیت عناصر غذایی کم‌نیاز در کاهش تنش‌های زیستی و غیر زیستی، این مطالعه با هدف بررسی محلول‌پاشی نیترات پتاسیم بر خصوصیات رشدی و غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه دارویی ریحان تحت تنش ناشی از آلودگی ناشی از *C. gloeosporioides* انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### کشت گیاه

بذرهای ریحان برای ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۱ درصد ضدعفونی و شش بار با آب مقطر به‌خوبی شسته شد. بذرها در گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد ۲۰×۱۵ سانتی‌متر محتوی خاک تقریباً سبک از مخلوط مساوی ماسه الک شده، رس، گیاه‌خاک و کود حیوانی به نسبت

موج ۷۲۵ نانومتر اندازه‌گیری گردید. برای تهیه منحنی استاندارد از اسیدگالیک استفاده شد و فنل کل برحسب میلی‌گرم اسید گالیک در یک گرم برگ به‌دست آمد.

### اندازه‌گیری نیترات و نیترات ردوکتاز

اندازه‌گیری نیترات و نیترات ردوکتاز به‌روش رنگ‌سنجی به‌ترتیب در طول موج ۴۱۰ و ۵۴۰ نانومتر صورت گرفت (Jabeen and Ahmad, 2011). در این رابطه، غلظت نیترات بر اساس تغییر رنگ عصاره آبی توسط اسید سالیسیلیک در محیط بازی (2N NaOH) و فعالیت نیترات ردوکتاز بر اساس تغییر رنگ عصاره به‌دست آمده توسط بافر فسفات (pH=7/5) توسط سولفانیل‌امید (Sulfanilamide) و ۱-نفتیل-۱-تیلن‌آمین (N-1-naphtyl-ethylenediamine) انجام شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه با چهار تکرار در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل نیترات پتاسیم در چهار سطح (۰، ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌مولار) و تیمار آلودگی (عدم مایه‌زنی و مایه‌زنی بیمارگر) بود. میانگین داده‌ها با بهره‌گیری از آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) و با در نظر گرفتن سطح اطمینان  $P \leq 0/05$  تجزیه واریانس یک عاملی (One way ANOVA) مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار R 3.3.1 صورت گرفت و ترسیم شکل‌ها توسط نرم‌افزار Excell 2007 انجام شد.

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر آلودگی ناشی از *C. gloeosporioides* بر صفات طول ساقه، طول ریشه و تعداد برگ در سطح ۵ درصد و بر صفات سطح برگ و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است، اما آلودگی تأثیر معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) بر وزن خشک ریشه

۱:۱ کشت شد و سپس به گلخانه با دمای روزانه ۲۸ تا ۳۰ و شبانه ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. محلول‌پاشی نیترات پتاسیم ۳۰ روز پس از کشت در ساعت ۹ الی ۱۱ صبح به‌طوری که برگ‌ها کاملاً خیس شود، انجام شد.

### مایه تلقیح *C. gloeosporioides*

سطح پرگنه‌های ۱۰ روزه *C. gloeosporioides* روی محیط کشت PDA خراشیده و در بشر به آن آب مقطر سترون اضافه شد. برای حذف ریشه‌ها و ناخالصی‌ها، سوسپانسیون از صافی پارچه‌ای رد گردید. رقت سوسپانسیون حاصل توسط هموسیتومتر محاسبه و به  $4 \times 10^6$  اسپور در میلی‌لیتر رسانده شد.

### مایه‌زنی گیاه و ارزیابی بیماری

گیاهان ۳۵ روزه توسط سوسپانسیون اسپور *C. gloeosporioides* شدت بیماری با استفاده از مقیاس بیماری ۰ تا ۶ (Cogliati et al., 2012) ۱۰ روز بعد از تلقیح بیمارگر اندازه‌گیری گردید، که شامل ۰= گیاهان سالم، ۱= ۱ تا ۵ درصد سطح برگ آلوده؛ ۲= ۶ تا ۱۰ درصد سطح برگ آلوده؛ ۳= ۱۱ تا ۲۵ درصد سطح برگ آلوده؛ ۴= ۲۶ تا ۵۰ درصد سطح برگ آلوده؛ ۵= ۵۱ تا ۷۵ درصد سطح برگ آلوده و ۶= بیش از ۷۵ درصد سطح برگ آلوده بود.

### اندازه‌گیری کل فنل

غلظت فنل کل در ۰/۱ گرم از بافت مورد نظر به‌روش مالنسیک و همکاران (Malencic et al., 2007) بر اساس تغییر رنگ عصاره‌ی فنلی توسط معرف فولین-سیوکالتو و کربنات سدیم ۲۰٪ انجام شد. در این رابطه، پس از مخلوط شدن ۰/۱ تا ۰/۴ میلی‌لیتر از عصاره الکلی استخراج شده با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین-سیوکالتو، مقدار جذب نمونه‌ها پس از یک ساعت در طول

*C. gloeosporioides* به ترتیب باعث کاهش ۱۸/۲۸، ۴۴/۹۸، ۱۸/۲۸ و ۴۴/۹۸ درصدی ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد و سطح برگ و کلروفیل کل نسبت به شاهد می‌شد (جدول ۲) و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم تأثیر منفی بیماری را بر صفات اندازه‌گیری شده کاهش می‌داد. بهبود صفات ذکر شده با افزایش غلظت نیترات پتاسیم ارتباط مثبت داشته است (جدول ۲). میزان فنل کل تحت تأثیر غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم افزایش معنی‌دار داشت (جدول ۲). در این رابطه همبستگی معنی‌داری بین تغییرات فنل کل و شدت بیماری مشاهده گردید (شکل ۱). محلول‌پاشی نیترات پتاسیم هم‌چنین تأثیر مثبتی بر میزان نیترات و فعالیت نیترات ردوکتاز در گیاه داشته است (شکل ۲).

نداشت (جدول ۱). در این رابطه، تأثیر محلول‌پاشی نیترات پتاسیم و هم‌کنش *C. gloeosporioides* و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم بر صفات طول ساقه، طول ریشه و تعداد برگ در سطح ۵ درصد و بر صفات سطح برگ و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). اولین علائم قابل رویت آلودگی *C. gloeosporioides* ۵ روز پس از مایه‌زنی گیاهان ریحان بوده است. میانگین شدت علائم بیماری در گیاهان شاهد از ۸/۳ تا ۳۴/۷ درصد متغیر بوده است (جدول ۲). محلول‌پاشی نیترات پتاسیم با کاهش علائم بیماری همراه بود. این کاهش در غلظت‌های ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌مولار به ترتیب ۱۲، ۱۵ و ۴۲ درصد بوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که آلودگی ناشی از

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات رشدی، کلروفیل و فنل کل و شاخص بیماری ریحان در شرایط آلودگی توسط *C. gloeosporioides* و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم.

Table 1. Analysis of variance for growth parameters, total chlorophyll, total phenol and disease index in basil influenced by *C. gloeosporioides* and potassium nitrate spraying.

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه	طول ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	تعداد برگ	سطح برگ	کلروفیل کل	فنل کل	درصد سطح برگ آلوده
S.O.V	df	Shoot length	Root length	Shoot dry weight	Root dry weight	Leaf number	Leaf area	Total chlorophyll	Total phenol	Affected leaf area
Fungal infection (A)	1	3.92*	0.047 <sup>1</sup> ns	0.0024151**	1.403×10 <sup>-4</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	28.31*	0.002415**	0.23**	1875.8**
Potassium nitrate (B)	3	7.48**	0.54**	0.0008929**	3.770×10 <sup>-5</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	76.82**	0.001048**	0.05**	184.9**
A×B	3	5.64**	0.20 <sup>ns</sup>	0.0002992**	1.220×10 <sup>-5</sup>	0.45 <sup>ns</sup>	17.22*	0.000721**	0.01*	184.9**
Error	24	0.34	0.18	0.0000097	4.150×10 <sup>-5</sup>	0.91	4.68	0.000032	0.0018	3.3
CV%	-	6.16	5.33	4.44	18.05	11.76	10.18	4.92	10.45	17.23

ns a \* و \*\* به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

a ns, (\*) and (\*\*) non significant and significant at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively.

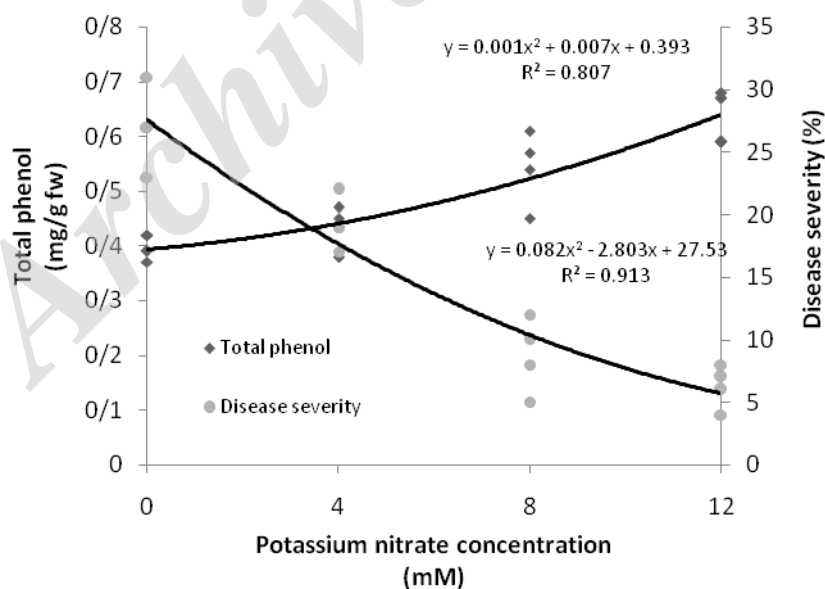
جدول ۲. مقایسه میانگین صفات رشدی، کلروفیل کل، کل فنل کل و شاخص بیماری ریحان در شرایط آلودگی توسط *C. gloeosporioides* و محلول پاشی نیترات پتاسیم.

Table 2. Means comparisons of growth parameters, total chlorophyll, total phenol and disease index in basil influenced by *C. gloeosporioides* and potassium nitrate spraying.

S.O.V	طول ساقه	طول ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	تعداد برگ	سطح برگ (cm <sup>2</sup> )	کلروفیل کل (mg/g)	فنل کل (mg/kg)	درصد سطح برگ آلوده (%)
C. gloeosporioides									
KNO <sub>3</sub> -0	7.55 d	7.63 bc	0.05 e	0.03 a	7.75 a	16.02 e	0.08 c	0.40 cd	27.00 a
KNO <sub>3</sub> -4 mM	7.55 d	7.74 bc	0.05 d	0.03 a	7.75 a	17.17 de	0.10 b	0.41 c	19.25 b
KNO <sub>3</sub> -8 mM	10.40 ab	8.37 a	0.06 c	0.04 a	8.25 a	24.20 ab	0.12 a	0.54 b	8.75 c
KNO <sub>3</sub> -12 mM	10.80 a	8.04 ab	0.08 a	0.03 a	8.50 a	23.82 ab	0.12 a	0.64 a	6.25 c
Cotrol									
KNO <sub>3</sub> -0	10.12 ab	7.39 c	0.08 b	0.04 a	8.50 a	21.35 bc	0.12 a	0.25 e	0.00 d
KNO <sub>3</sub> -4 mM	9.21 c	7.46 bc	0.07 b	0.04 a	7.75 a	19.82 cd	0.12 a	0.32 de	0.00 d
KNO <sub>3</sub> -8 mM	9.79 bc	8.44 a	0.09 a	0.04 a	8.00 a	22.47 abc	0.13 a	0.37 cd	0.00 d
KNO <sub>3</sub> -12 mM	9.97 abc	8.55 a	0.08 a	0.04 a	8.25 a	25.10 a	0.13 a	0.36 cd	0.00 d

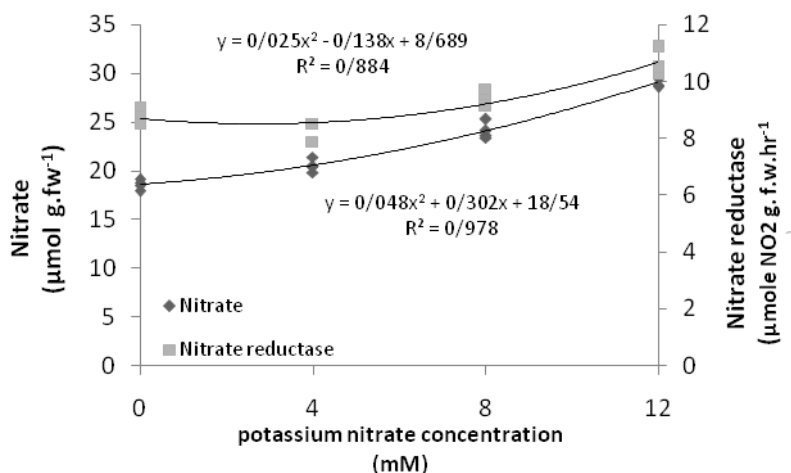
a میانگین‌هایی دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

a Means followed by the same letter in each column do not differ significantly at 5% probability level according to LSD test.



شکل ۱. ارتباط رگرسیونی بین تغییرات فنل کل در برگ ریحان و شدت بیماری برگ با عامل *C. gloeosporioides* در رابطه با کاربرد غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم.

Fig 1. Regression relationship between total phenol and disease severity under different potassium nitrate application in basil influenced by *C. gloeosporioides*.



شکل ۲. ارتباط رگرسیونی بین تغییرات نیترات و نیترات ردوکتاز در برگ ریحان در رابطه با کاربرد غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم.

Fig 2. Regression relationship between nitrate and nitrate reductase of basil under different potassium nitrate application.

بهبتر عناصر غذایی در بهبود رشد گیاه و افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی نقش دارند (Hoitink et al., 2006). توانایی نمک‌های مختلف پتاسیم برای تحریک مقاومت در گیاهان علیه تنش‌های زیستی (آفات و بیمارگرها) و غیرزیستی (خشکی، شوری و سرمازدگی) گزارش شده است (Wang et al., 2013). گزارش‌های مختلفی در مورد رابطه بین پتاسیم و بیماری‌های گیاهی وجود دارد. کوددهی با پتاسیم شدت بیماری‌های مختلف توسط بیمارگرها را کاهش می‌دهد (Datnoff et al., 2011).

گیاه ریحان طیف وسیعی از ترکیبات فنلی را تولید می‌کند که از گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی محافظت می‌نماید (Boudet, 2007). بیمارگرهای گیاهی نه تنها رشد و نمو گیاهان را کاهش می‌دهند، بلکه موجب تغییر در مسیر برخی از فرآیندهای متابولیکی نیز می‌گردند (Cogliati et al., 2012). فعال شدن این ژن‌ها و تغییرات بیوشیمیایی در سلول‌ها پیشرفت آلودگی را در گیاه کاهش می‌دهد و گیاه را در مقابل تنش مقاوم می‌سازد

پتاسیم فراوان‌ترین کاتیون در گیاه می‌باشد به طوری که غلظت K<sup>+</sup> در سیتوپلاسم بین ۱۰۰ الی ۲۰۰ میلی‌مولار متغیر است. این عنصر نقش‌های اصلی در فعال کردن آنزیم‌ها، سنتز پروتئین، فتوسنتز، تنظیم اسمزی، حرکت سلول‌های روزنه، انتقال انرژی، انتقال مواد فتوسنتزی در آوندآبکش و مقاومت به تنش‌ها را دارد (Szczerba et al., 2009). مطالعات متعدد نشان داده است که پتاسیم بر کیفیت سبزیجات تأثیر قابل توجهی دارد (Hegazi et al., 2011; Kazemi, 2013) و وزن خشک اندام‌های هوایی را افزایش می‌دهد (Jabeen and Ahmad, 2011). هم‌چنین نتایج محققان دیگر اثر مثبت پتاسیم بر وزن خشک در گیاهان برنج تحت تنش شوری (Morales et al., 2010)، پنبه آلوده به پژمردگی ورتیسیلیومی (Minton and Ebelhar, 1991) بوده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. عناصر غذایی افزون بر افزایش رشد گیاه، تغییر متابولیت‌های ثانویه و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌گردند (Singh et al., 2010). در این رابطه، جانداران سودمند خاکزی همانند کودهای زیستی با جذب

شوند. توقف رشد طولی ریشه و ساقه و کاهش ماده‌سازی از علایم معمول تنش اکسیداتیو می‌باشد (Ruley et al., 2004). کاهش رشد در اثر آلودگی *C. gloeosporioides* می‌تواند به علت افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن از جمله پراکسید هیدروژن در واکنش‌های فتوسنتزی باشد (Maksymiec, 2007). مهار پمپ پروتون و کاهش جذب مواد غذایی نیز از علت‌های احتمالی دیگر کاهش رشد می‌باشد (Chen et al., 2007). در سایر مطالعات نیز گزارش شده است که نیترات پتاسیم از طریق حفظ ساختار و تمامیت غشاهای زیستی و کاهش گونه‌های فعال اکسیژن در گیاه باعث بهبود وضعیت گیاه در معرض تنش ناشی از بیمارگرها می‌شود (Cakmak, 2005). محلول پاشی نیترات پتاسیم میزان نیترات و فعالیت نیترات ردوکتاز را در گیاهان آفتابگردان و گلرنگ افزایش می‌داد (Jabeen and Ahmad, 2011) و به این ترتیب بر افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی تأثیر می‌گذاشت.

### نتیجه‌گیری کلی

ترکیبات ثانویه گیاهان دارویی برای اهداف غذایی و درمانی اهمیت دارند، لذا هر عاملی که بتواند ضمن ایجاد کمترین تغییر در ساختار ژنتیکی گیاه، تولید این ترکیبات را افزایش دهد با ارزش خواهد بود. افزایش محتوی فنل کل طبق نتایج این تحقیق احتمالاً به نظر می‌رسد مربوط به فعال شدن ژن‌های درگیر در سیستم دفاعی می‌باشد.

(Hoitink et al., 2006). گزارش‌های متعدد حاکی از افزایش ترکیبات فنلی در پاسخ به تنش‌های ناشی از عوامل زنده و غیرزیستی می‌باشد و وجود چنین ترکیباتی موجب کاهش استقرار ریزجانوران می‌شود (Ruley et al., 2004). از طرفی، به نظر می‌رسد که گیاه در زمان تنش‌های محیطی ناشی از عوامل غیرزیستی، به علت تضعیف سیستم ایمنی، ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد تا بتواند واکنش‌های دفاعی مناسبی را در برابر حمله ریزجانوران در پیش گیرد (Kazemi, 2013). تجمع و اکسید ترکیبات فنلی را به عنوان یکی از سازکارهای مهم مقاومت گیاه به‌ویژه در ضمن آلودگی‌های قارچی مشاهده شده است (Reuveni et al., 2002). در این رابطه، پتاسیم نقش مثبتی بر افزایش ترکیبات فنلی در گیاه و کاهش تنش‌های زیستی و غیرزیستی دارد (Cakmak, 2005). نتایج این تحقیق نیز نشان می‌دهد که گیاهان آلوده به *C. gloeosporioides* نسبت به گیاهان شاهد از ترکیبات فنلی بیشتر داشتند (جدول ۲). بر اساس نتایج این تحقیق تغییر محتوی فنل کل هم‌چنین تحت تأثیر محلول پاشی نیترات پتاسیم قرار گرفت. این نتایج با اثر پتاسیم بر افزایش ترکیبات فنلی و تغییر مقاومت به بیماری سوختگی غلاف در برنج مطابقت دارد (Prasad et al. 2010).

مهار فتوسنتز، مهار تولید ATP و پراکسیداسیون لیپیدها از عوارض آلودگی *C. gloeosporioides* محسوب می‌شوند که این وقایع می‌توانند به مرگ سلول‌ها نیز منتهی

### منابع

- بابایی‌زاد، و.، هاشمی، س.، و رستم‌زاده، و. ۱۳۹۲. وقوع بیماری بلایت ساقه ریحان ناشی از قارچ در کشور. هشتمین همایش بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران و چهارمین همایش ملی امنیت زیستی، تهران، ۱۵ تیر، صص ۴-۱.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، و نجفی، ف. ۱۳۸۳. تنوع زیستی گیاهان دارویی و معطر در بوم نظام‌های زراعی ایران. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۲، صص ۲۱۶-۲۰۸.
- Boudet, A.M. 2007. Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Journal of Phytochemistry* 68: 22-24.
- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Plant Nutrition and Soil Science* 168: 521-530.

- Chen, B.D., Christie, P., Zhu, Y.G., Smith, F.A., Xie, Z.M., and Smith, S.E. 2007. The arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* gives contradictory effects on phosphorous and arsenic acquisition by *Medicago sativa*. *Science Total Environment* 379: 226-234.
- Cogliati, E.E., Gilardi, G., Gullino, M.L, and Garibaldi, A. 2012. Effect of electrical conductivity and silicate on infection of basil with *Colletotrichum gloeosporioides* in soilless culture. *Journal of Phytopathology* 160:655-660.
- Garibaldi, A., and Gullino, M.L. 2010. Emerging soilborne diseases of horticultural crops and new trends in their management. *Acta Horticulture* 883:37-47.
- Garibaldi, A., Gullino, M.L., and Minuto, G. 1997. Diseases of basil and their management. *Plant Disease* 81:124-132.
- Gullino, M.L., Garibaldi, A., and Minuto, G. 1995. First report of "black spot" of basil incited by *Colletotrichum gloeosporioides* in Italy. *Plant Disease* 79:539.
- Hassani, A., and Omidbaigi, R. 2006. Effect of Water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Biological Sciences* 6: 763-767.
- Hegazi, E.S., Mohamed, S.M., El-Sonbaty, M.R., Abd El-Naby, S.K.M., and El-Sharon, T.F. 2011. Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status, yield and fruit quality of olive cv. "picual". *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants* 3: 252-258.
- Hoitink, H.A.J., Madden, L.V., and Dorrance, A.E. 2006. Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp; Interactions between the host, the pathogens, the biocontrol agent and soil organic matter quality. *Phytopathology* 96: 186-189.
- Javanmardi, J., Khalighi, A., Khashi, A., Bais, H.P., and Vivanco, J.M. 2002. Chemical characterization of Basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *J. Agricultural and Food Chem.* 50: 5878-5883.
- Jabeen, N., and Ahmad, R. 2011. Foliar application of potassium nitrate affects the growth and nitrate reductase activity in sunflower and safflower leaves under salinity. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 39:172-178.
- Kazemi, M. 2013. Effect of gibberellic acid and potassium nitrate spray on vegetative growth and reproductive characteristics of tomato. *Journal of Biological and Environmental Sciences* 8: 1-9.
- Kazemi, M. 2013. Effect of foliar application with potassium nitrate and methyl jasmonate on growth and fruit quality of cucumber. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 2 (11): 7-10.
- Datnoff, L.E., Wade H., Elmer, W.H., and Huber, D.M. 2011. *Mineral Nutrition and Plant Disease*. APS press, 288 pp.
- Maksymiec, W. 2007. Signaling responses in plants to heavy metal stress. *Acta Physiologia Plantarum*. 29: 177-187.
- Malencic, D., Popovic, M., and Miladinovic, J. 2007. Phenolic content and antioxidant properties of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seeds. *Molecules* 12: 576-581.
- Minton, E.B., and Ebelhar, M.W. 1991. Potassium and aldicarb-disulfoton effects on verticillium wilt, yield, and quality of cotton. *Crop Science* 31: 209-212.
- Morales, S.G., Trejo-Téllez, L.I., Caldana, C., Espinosa-Victoria, D., and Cabrera, B. 2012. Growth, photosynthetic activity, and potassium and sodium concentration in rice plants under salt stress. *Acta Scientiarum* 34: 317-324.
- Prasad D., Singh R., and Singh A. 2010. Management of sheath blight of rice with integrated nutrients. *Indian Phytopathology* 63:11-15.
- Reuveni, R., Raviv, M., Krasnovsky, A., Freiman, L., Medina, S., Bar, A., and Orion, D. 2002. Compost induces protection against *Fusarium oxysporum* in sweet basil. *Crop Protection* 21:583-587.
- Ruley, A.T., N.C. Sharma, and S.V. Shahi. 2004. Antioxidant defense in a lead accumulation plant, *Sensbaniadrum mondii*. *Plant Physiology and Biochemistry* 42: 899-906.



- Sharma S., Duveiller E., Basnet R., Karki C.B., and Sharma R.C. 2005. Effect of potash fertilization on helminthosporium leaf blight severity in wheat, and associated increases in grain yield and kernel weight, Field Crop Research 93, 142-150.
- Singh, V., Singh, P.N., Yadav, R.L., Awasthi, S.K., Joshi, B.B., Singh, R.K., Lal, R.J., and Duttamajumder, S.K. 2010. Increasing the efficacy of *Trichoderma harzianum* for nutrient uptake and control of red rot in sugarcane. Journal of Horticulture and Forestry 2:66-71.
- Srihuttagam, M., and Sivasithamparam, K. 1991. The influence of fertilizers on root-rot of field peas caused by *Fusarium oxysporum*, *Pythium vexans* and *Rhizoctonia solani* inoculated singly or in combination, Plant Soil 132, 21-27.
- Szczerba, M.W., Britto, D.T., and Kronzucker, H.J. 2009.  $K^+$  transport in plants: physiology and molecular biology. Journal of Plant Physiology 166, 447-466.
- Walters, D.R., and Bingham, I.J. 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. Annals of Applied Biology 151: 307-324.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. International Journal of Molecular Sciences 14: 7370-7390.
- Zhao, I., Zhao, F., Jian, G., Ye, Y., Zhang, W., Li, J., and Qi, F. 2013. Intensified *Alternaria* spot disease under potassium deficiency conditions results in acceleration of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaf senescence. Australian Journal of Crop Science 7: 241-248.

## Effects of potassium nitrate on growth and photosynthetic pigments of basil infected by *Colletotrichum gloeosporioides*

Seyed Javad Sanei<sup>1\*</sup> and Seyed Esmaeil Razavi<sup>1</sup>

1- Department of Plant Protection, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

\*Corresponding Author: Seyed Javad Sanei  
Email: sa\_nei@yahoo.com

### ABSTRACT

**Introduction:** Basil (*Ocimum basilicum* L.) is an economically important herb crop many other parts of the world. This popular herb is used both as a fresh and as a dried food spice and in traditional medicine. Many diseases such affect the development of basl. *Colletotrichum gloeosporioides* is one of the common leaf pathogens of basil causing necrotic leaf spots and stem lesions. Intensive research has been done to investigate the effects of foliar application of nutrients on growth and biosynthesis of phytochemicals in medicinal plants (Kazemi, 2014).

This study was conducted to investigate the effects of potassium nitrate on growth parameters, total chlorophyll and phenol, nitrate content and nitrate reductase of basil (*Ocimum basilicum* L.) under *C. gloeosporioides* infection.

**Materials and Methods:** The seeds were sown in pots in greenhouse and 30 days old plants were sprayed with concentrations of potassium nitrate (0, 4, 8 and 12 mM) early in the morning. Plants were inoculated with *C. gloeosporioides* 5 days after foliar application of KNO<sub>3</sub>. Samples were collected 10 days after fungal inoculation and assayed for growth, dry weight, total chlorophyll and phenol, nitrate content and nitrate reductase and disease severity. The experiment was factorial based on a randomized complete block design with four replications.

**Results and Discussion:** Effect of foliar application of KNO<sub>3</sub> on vegetative characteristics (dry weight of shoots and roots and photosynthetic pigments) of basil plant under different potassium nitrate levels is presented in Tabel 2. All growth characteristics, dry weight of shoots and roots and photosynthetic pigments of infected plants decreased. Application of potassium nitrate, especially at concentration of 12 mM, could increase the amount and activity of photosynthetic pigments and total phenol in basil which resulted, in reducing the negative effects of *C. gloeosporioides* infection and an increase on leaf area, dry weight of shoot as compared with those of control (non-application of potassium nitrate). Foliar applications of potassium nitrate not have significant effect on dry weight of roots and leaf number as compared with those of the control. The exogenous application of KNO<sub>3</sub> is related to increased nitrate content and nitrate reductase (Fig. 2).

The experiments clearly demonstrated the beneficial effects of potassium nitrate application on growth, nutrients concentration and defense reactions of basil plants. These results are in agreement with those obtained by Hegazi et al. (2011) and Jabeen and Ahmad (2011) of olive growth and sunflower and safflower improved by foliar application of KNO<sub>3</sub>, respectively.

**Keywords:** Basil, Anthracnose, Potassium nitrate, Total phenol