



تأثیرات فیزیولوژیکی آنتی بیوتیک ها بر محصولات کشاورزی: مطالعه موردی گوجه فرنگی

پروا اسدی، سید یحیی صالحی لیسار و علی موافقی

گروه زیست شناسی گیاهی، سلولی و مولکولی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، ایران.

asadi.p1991@gmail.com

چکیده

این مطالعه به بررسی تأثیر فیزیولوژیکی آنتی بیوتیک سفازولین بر گیاه زراعی گوجه فرنگی در شرایط هیدروپونیک و با غلظت های مختلف (۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) پرداخته است. نتایج نشان می دهند که دوزهای ۳۰ و ۶۰ میلی گرم در لیتر سفازولین به طور قابل توجهی موجب تأثیرات منفی بر وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاه شده اند که این امر نشان دهنده اثرات سمی سفازولین بر فرایندهای متابولیک است. کاهش معنی دار کلروفیل a در غلظت ۳۰ میلی گرم بر لیتر بیانگر تأثیر این ترکیب بر سنتز یا تخریب این رنگ دانه است، در حالی که در غلظت های بالاتر، عدم تأثیر معنی دار احتمالاً به دلیل سمیت و آسیب به متابولیسم گیاه است. در نهایت، این پژوهش نشان می دهد که تأثیر سفازولین بر متابولیسم رنگیزه های فتوسنتزی در گوجه فرنگی به غلظت این ترکیب وابسته است. همچنین، نتایج نشان می دهند که با افزایش غلظت سفازولین، جذب آن در ریشه و اندام هوایی افزایش می یابد، اما میزان آن در اندام هوایی همیشه کمتر از ریشه باقی می ماند.

واژگان کلیدی: اثرات سفازولین، رشد گیاه، غلظت های مختلف، فیزیولوژی، جذب آنتی بیوتیک.



مقدمه

آنتی بیوتیک یا پادزیست، ماده‌ای است که از میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شود و قادر است رشد سایر میکروارگانیسم‌ها را متوقف کرده یا آنها را نابود کند (Mana et al., 2021). در میان داروهایی که به صورت خودسرانه مصرف می‌شوند، مسکن‌ها و آنتی بیوتیک‌ها بیشترین سهم را دارند. نکته قابل توجه این است که تنها حدود ۱۰ درصد از آنتی بیوتیک‌های مصرف شده در بدن موجودات زنده متابولیزه می‌شوند و مابقی بدون تغییر باقی می‌مانند. باوجود مزایای فراوان آنتی بیوتیک‌ها در درمان بیماری‌های مختلف، استفاده گسترده از آنها پیامدهای زیست محیطی نامطلوبی به همراه دارد. این داروها می‌توانند فرایند تصفیه فاضلاب و اکولوژی میکروبی آب‌های سطحی را مختل کنند و باعث شیوع باکتری‌های مقاوم در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شوند (ناصر و همکاران، ۱۳۹۴). گسترش باکتری‌های مقاوم به آنتی بیوتیک، علاوه بر تخریب محیط زیست، می‌تواند عواقب غیرمنتظره‌ای برای انسان و حیوانات داشته باشد. ورود آنتی بیوتیک‌ها به آب و خاک ممکن است به دو صورت بر محیط زیست تأثیر بگذارد:

۱. تأثیر مستقیم بر باکتری‌های دخیل در چرخه‌های طبیعی اکوسیستم مانند تثبیت نیتروژن، احیای سولفات، چرخه نیترات و متانوژن.

۲. تأثیر غیرمستقیم از طریق پدیده انتقال افقی ژن که حتی در غلظت‌های پایین (در حد میکروگرم بر لیتر) می‌تواند باعث بروز مقاومت، تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی شود یا بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی مختلف باکتری‌ها اثر بگذارد (حقیقی پوده و همکاران، ۱۳۹۸).

آنتی بیوتیک‌ها به دلیل نیمه عمر طولانی و ماندگاری بالا، و همچنین ناتوانی تصفیه‌خانه‌ها در حذف کامل آنها، وارد منابع آب می‌شوند. این امر باعث می‌شود که انسان‌ها به دو طریق در معرض این مواد قرار گیرند. مصرف مستقیم از طریق آب آشامیدنی و مصرف غیرمستقیم از طریق محصولات کشاورزی آبیاری شده با آب‌های آلوده. این مسئله سلامت انسان‌ها را به خطر می‌اندازد. یکی از پیامدهای مهم این وضعیت، پدیده "مقاومت آنتی بیوتیکی" است. در این حالت، باکتری‌های هدف آنتی بیوتیک‌ها دچار جهش می‌شوند و اثربخشی دارو کاهش می‌یابد. در نتیجه، آنتی بیوتیک‌های معمولی و ارزان‌تر دیگر مؤثر نیستند و نیاز به تحقیق و تولید آنتی بیوتیک‌های جدید و گران‌تر به وجود می‌آید (Rahman., 2023).

منابع اصلی آلودگی محیط با باقی‌مانده‌های دارویی عبارتند از:

۱. انسان‌ها و حیوانات: به دلیل مصرف بالای دارو

۲. صنعت فراوری مرغ و گوشت: افزایش غلظت مواد دارویی در فاضلاب و آب‌های سطحی

۳. کشاورزی: استفاده از داروها برای کنترل بیماری‌های باکتریایی گیاهان از طریق تزریق و مرطوب کردن خاک

۴. استفاده از کودهای حیوانی و مواد آلی آلوده به دارو در اصلاح خاک

آنتی بیوتیک‌ها از طریق مسیرهای مختلفی وارد چرخه آب و محیط زیست می‌شوند. رواناب سطحی پس از بارندگی و آبیاری (Hubeny et al., 2021)، استفاده در صنعت دامپروری و مرغداری (Kumar et al., 2005)، و دفع از طریق ادرار و مدفوع حیوانات که به عنوان کود استفاده می‌شود، از جمله این مسیرها هستند. این فرآیند منجر به افزایش مقاومت آنتی بیوتیکی در خاک و محیط شده و می‌تواند



اختلالاتی در عملکرد میکروارگانیسم های خاک و آب ایجاد کند (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۷). چنین شرایطی تهدیدی جدی برای تنوع زیستی و سلامت اکوسیستم ها محسوب می شود.

خطرات این آلودگی برای انسان نیز قابل توجه است. گیاهان خوراکی می توانند آنتی بیوتیک ها را جذب کنند (Chen et al., 2017)، که این امر می تواند منجر به اختلال در سیستم ایمنی، مشکلات گوارشی و کلیوی، و حتی اثرات بالقوه سرطان زا در مصرف کنندگان شود (Ghimpeteanu et al., 2022). علاوه بر این، واکنش های آلرژیک و شوک آنافیلاکتیک از دیگر عوارض احتمالی هستند (Azanu et al., 2016). نکته قابل توجه این است که بیش از ۹۵ درصد سبزیجات تازه در خاک هایی تولید می شوند که با کودهای حیوانی اصلاح شده اند، و این موضوع خطر را برای گروه های حساس به آنتی بیوتیک ها افزایش می دهد (Kumar et al., 2005). با توجه به اهمیت این مسئله، مقررات ایمنی مواد غذایی حداکثر مجاز باقی مانده^۱ آنتی بیوتیک ها را تعیین کرده اند. با این حال، شناسایی و مدیریت مؤثر این آلودگی ها برای حفاظت از محیط زیست و سلامت عمومی ضروری است. تحقیقات بیشتر در زمینه اثرات طولانی مدت مقادیر کم آنتی بیوتیک ها بر سلامت انسان و محیط زیست نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

جذب آنتی بیوتیک در گیاهان میان ۰/۱ تا ۱۵ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شده است. به گزارش های اخیر، داروها توسط گیاهان جذب می شوند. از این طریق به زنجیره غذایی وارد و به بدن انسان و حیوان منتقل می شوند. سمیت دارویی در برخی گیاهان نیز گزارش شده است (معدنی ملاک و همکاران، ۱۳۹۸). گیاهان جزئی از جذب باقی مانده آنتی بیوتیک ها شناخته می شوند. شایع ترین گیاهان غلاتی هستند مانند گندم، برنج، جو و ذرت. تحقیقات نشان می دهد جذب آنتی بیوتیک در محصولات زراعی با استفاده از پساب بیشتر از کودگیری است. چون محصولات آبیاری های مداومی دارند و امکان جذب بقایا بیشتری دارند (Ghimpeteanu et al., 2022). قرار گرفتن در معرض آنتی بیوتیک ها می تواند رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. از طریق آسیب مستقیم به گیاه و تأثیر ضدمیکروبی بر میکروبیوم گیاه و خاک نیز می تواند هم زیستی آن را تحت تأثیر قرار دهد (Bartrons et al., 2017). تمام این ها نگرانی هایی را برای مردم، جانوران و محیط زیست پدید آورده است. باید راه حل هایی پیدا شود تا از این آسیب پذیری ها جلوگیری به عمل آید. گوجه فرنگی به عنوان یکی از محبوب ترین میوه های دنیا شناخته می شود. این محصول به دلیل خواص غنی سلامتی اش بسیار مهم است. گوجه فرنگی حاوی لیکوپن قدرتمندی است که می تواند رادیکال های آزاد کشنده را خنثی کند. همچنین خاصیت ضدسرطانی دارد که امیدوارکننده است. به همین دلیل به عنوان میوه ای سلامت بخش برای بیماری هایی مانند سرطان معده، ریه و پروستات شناخته می شود (مجد و همکاران، ۱۳۹۸). اما نگرانی هایی وجود دارد که آلودگی خاک و آب با داروها می تواند این محصول را تحت تأثیر قرار دهد.

آنتی بیوتیک سفازولین یکی از آنتی بیوتیک های تزریقی پرکاربرد است که به ویژه در درمان عفونت های باکتریایی در دام ها و حیوانات مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. این دارو با نیمه عمر بین ۹۰ تا ۱۵۰ دقیقه در بدن متابولیزه می شود و برای حفظ کارایی آن، لازم است که به دقت دوزهای مربوطه تجویز گردد. بخش جالب توجه در استفاده از سفازولین، دفع بالای آن به صورت دست نخورده از طریق ادرار (حدود ۸۰ درصد) است که می تواند تأثیراتی در محیط زیست داشته باشد. در کشاورزی، این آنتی بیوتیک به منظور ارتقای سلامت

¹ Maximum Residue Limits (MRL)



حیوانات و پیشگیری از عفونت های باکتریایی شامل بیماری های ناشی از پاتوژن های باکتریایی مختلف، همچون لکه باکتریایی برگ، پژمردگی باکتریایی و پوسیدگی طوقه، استفاده می شود (آرمان و همکاران، ۱۴۰۱).

هدف این پژوهش بررسی تأثیر غلظت های مختلف سفازولین رشد گوجه فرنگی، تأثیرات آن بر رنگیزه های فتوسنتزی و همچنین تعیین محل تجمع سفازولین در بافت گیاهی است. فرضیه اصلی این مطالعه این است که غلظت های بالای سفازولین می تواند تأثیر منفی بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی داشته باشد و به تجمع این آنتی بیوتیک در بافت های گیاهی منجر شود. نتایج این مطالعه می تواند درک بهتری از اثرات آنتی بیوتیک ها بر گیاهان زراعی و به ویژه گوجه فرنگی ارائه دهد و زمینه را برای مدیریت پایدار استفاده از این داروها در بخش کشاورزی فراهم سازد.

روش پژوهش

بذرهای گوجه فرنگی از مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی تهیه و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت ۱۰ درصد ضدعفونی و سپس با آب مقطر شسته شدند. پرلیت نیز برای حذف آلودگی ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد استریل شد. محلول غذایی هوگلند با pH بین ۵/۵ تا ۶/۵ تهیه گردید (سیلسپور، ۱۳۹۸). جهت تعیین ظرفیت مزرعه ای پرلیت، سه استوانه سوراخ دار پرلیت پر شد و پس از ۲۴ ساعت، وزن آن اندازه گیری و میانگین محاسبه گردید. بذرها در شرایط مرطوب با غلظت های مختلف سفازولین (۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) تیمار شدند و پس از جوانه زنی در گلدان های پرلیت کاشته و به مدت ۳۵ روز با محلول های غذایی مختلف آبیاری شدند. گیاهان پس از ۳۵ روز برداشت و در دمای ۲۰ - درجه سانتی گراد نگهداری و به دو بخش ریشه و اندام هوایی تقسیم شدند. برای اندازه گیری شاخص های رشدی گیاه، وزن تر، طول اندام هوایی و ریشه تعیین شدند. این شاخص ها اطلاعاتی درباره وضعیت رشد و توسعه گیاه ارائه می دهند.

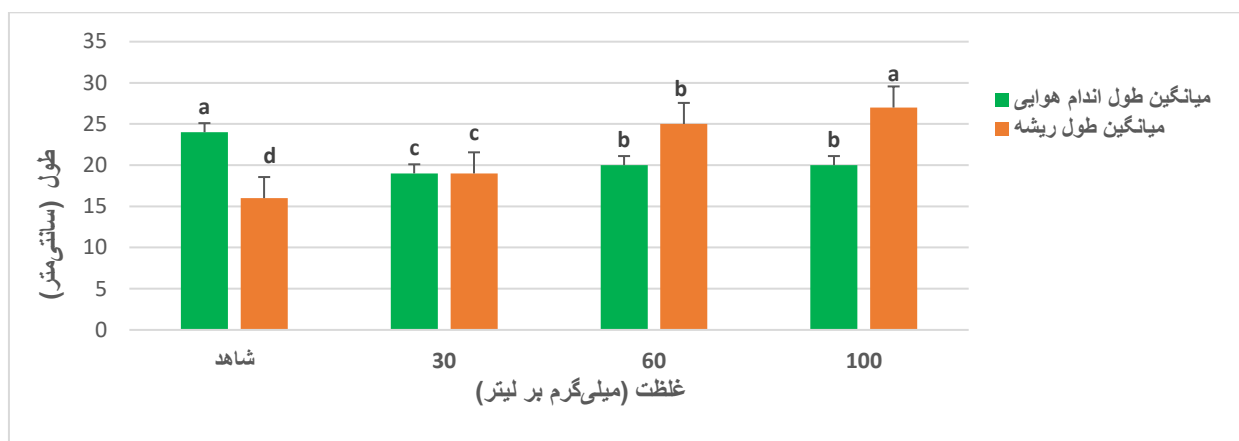
سنجش رنگیزه های فتوسنتزی، شامل کلروفیل و کارتنوئیدها، با استفاده از روش Lichtenthaler انجام شد. در این روش، عصاره ها با استفاده از استون ۸۰ درصد تهیه شده و سپس جذب نوری آن ها در طول موج های مشخص اندازه گیری شد تا میزان رنگیزه ها مشخص گردد. در این مطالعه، برای شناسایی و حذف مقادیر پرت از آزمون گربس (Grubb's Test) و کاهش تأثیر منفی آن ها بر نتایج استفاده شد. سپس، آنالیز واریانس (ANOVA) برای بررسی تفاوت های معنی دار میانگین گروه ها به کار رفت و در صورت وجود تفاوت، آزمون چند دامنه Tukey برای مقایسه زوجی گروه ها به کار گرفته شد. تحلیل های آماری با نرم افزار SPSS و برای ارائه نتایج بصری از نمودارهای نرم افزار Microsoft Excel 2016 استفاده شد. سطح معنی داری ۵ درصد (p-value) تعیین شد.

یافته ها

بررسی تأثیر سفازولین بر ارتفاع ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی

ریشه: مقایسه بین گروه های تیمار با شاهد نشان داد که گروه های دریافت کننده ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین، به طور معنی داری طول ریشه بیشتری نسبت به شاهد داشتند ($P\text{-value} < 0.05$). این بدان معنی است که مصرف ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین باعث افزایش معنی دار طول ریشه گیاهان در مقایسه با گروه کنترل شده است.

اندام هوایی: مقایسه بین گروه های تیمار با شاهد نشان داد که گروه دریافت کننده ۳۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین نسبت به گروه شاهد به طور معنی داری طول اندام هوایی کمتری داشت ($P\text{-value} < 0.05$). این بدان معنی است که مصرف ۳۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین باعث کاهش معنی دار طول اندام هوایی گیاه در مقایسه با شاهد شد (نمودار ۱).

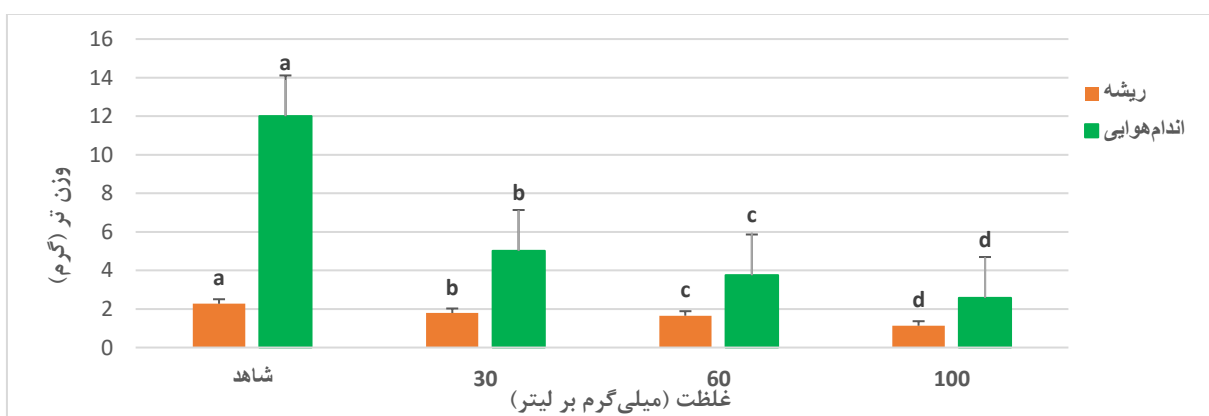


نمودار ۱. میانگین طول ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی تحت تیمار غلظت های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین.

بررسی تاثیر سفازولین بر وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی

در ریشه، بین شاهد و تمام تیمارهای سفازولین تفاوت معنی داری وجود دارد. تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین نیز مشاهده شد ($P\text{-value} < 0.05$). در اندام هوایی، بین شاهد و تمام تیمارهای سفازولین تفاوت معنی داری وجود دارد. تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین مشاهده شد ($P\text{-value} < 0.05$).

به طور خلاصه، افزودن سفازولین در سه غلظت ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر، وزن تر ریشه و اندام هوایی گوجه فرنگی را کاهش داد. همچنین با افزایش غلظت سفازولین، این کاهش معنی دار بود (نمودار ۲).

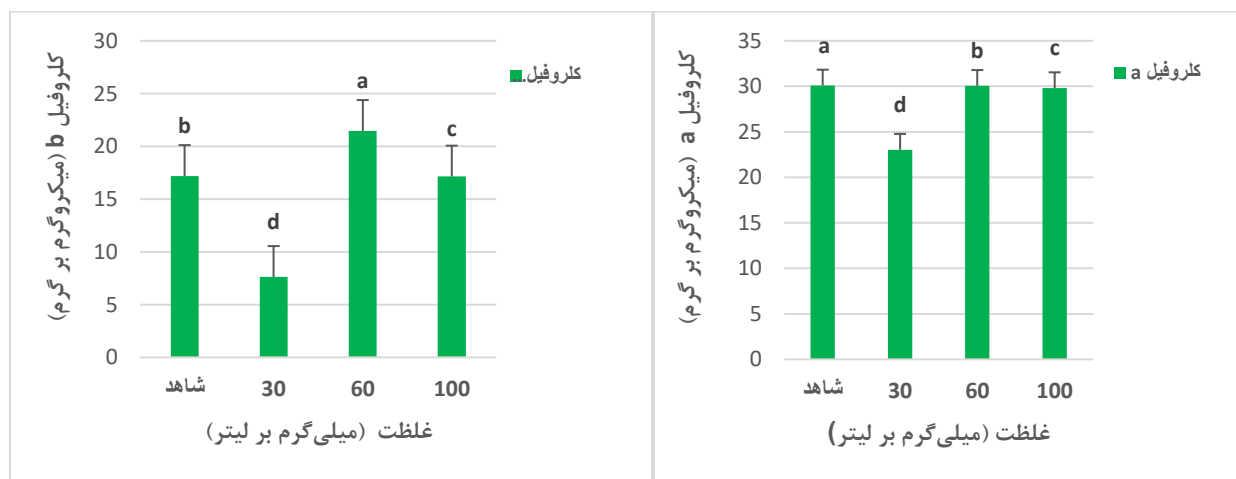


نمودار ۲. میانگین وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی را تحت تیمار غلظت های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین.

بررسی تاثیر سفازولین بر رنگیزه های فتوسنتزی گیاه گوجه فرنگی

کلروفیل a: میانگین کلروفیل a در گیاهان شاهد به طور معنی داری بیشتر از گیاهان تیمار شده با ۳۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین بود. بررسی نتایج با استفاده از آنالیز واریانس نشان می دهد که حداقل بین یکی از تیمارهای سفازولین با بقیه تفاوت معنی داری وجود دارد ($P\text{-value} < 0.05$). میانگین کلروفیل a در گیاهان تیمار شده با ۳۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین به طور معنی داری کمتر از گیاهان تیمار شده با ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر است. میانگین کلروفیل a در گیاهان تیمار شده با ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین، تفاوت معنی داری با گیاهان شاهد نداشت. در مجموع، نتایج نشان می دهد که استفاده از سفازولین در دوز ۳۰ میلی گرم بر لیتر باعث کاهش قابل توجهی در میانگین کلروفیل a گیاه گوجه فرنگی شد، اما در غلظت های ۶۰ و ۱۰۰ تأثیری بر میانگین کلروفیل a نداشت.

کلروفیل b: بررسی نتایج با استفاده از آنالیز واریانس نشان می دهد که حداقل بین یکی از تیمارهای سفازولین با بقیه تفاوت معنی داری وجود دارد ($P\text{-value} < 0.05$). محتوای کلروفیل b در تیمار ۳۰ میلی گرم بر لیتر به طور معنی داری کمتر از تیمارهای ۶۰ و ۱۰۰ است. محتوای کلروفیل b در تیمار ۶۰ به طور معنی داری بیشتر از تیمار ۱۰۰ است. هیچ تفاوت معنی داری بین تیمار ۱۰۰ و شاهد مشاهده نشد. این نتایج نشان می دهد که اثرات سفازولین بر محتوای کلروفیل b گوجه فرنگی وابسته به غلظت است و مکانیسم های مختلفی ممکن است به این اثرات کمک کنند (نمودار ۳).

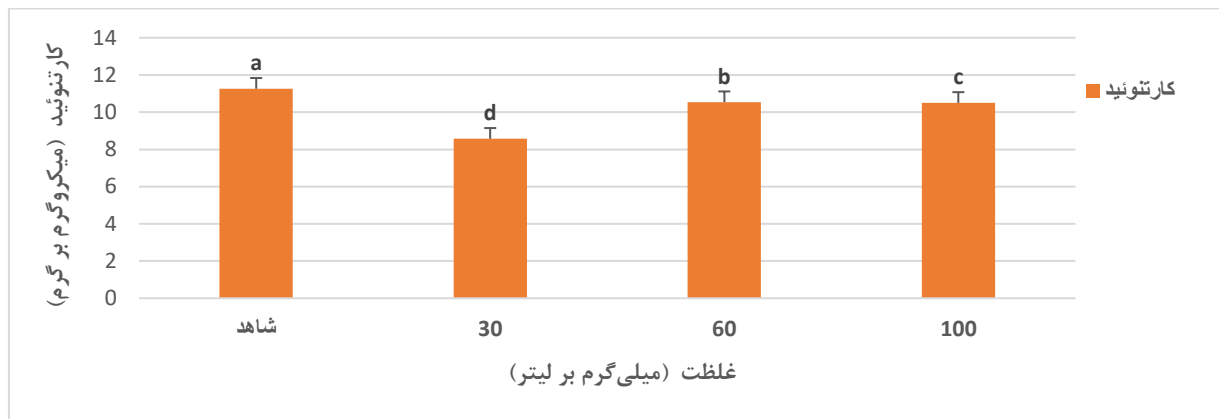


نمودار ۳. میانگین مقدار کلروفیل a و b کل در گیاه گوجه فرنگی تحت تیمار غلظت های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین.

محتوای کارتنوئید در تیمار ۳۰ میلی گرم بر لیتر، به طور معناداری کمتر از تیمارهای ۶۰ و ۱۰۰ بود ($P\text{-value} < 0.05$). تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر وجود ندارد؛ بنابراین، می توان نتیجه گرفت که افزایش غلظت سفازولین از ۳۰



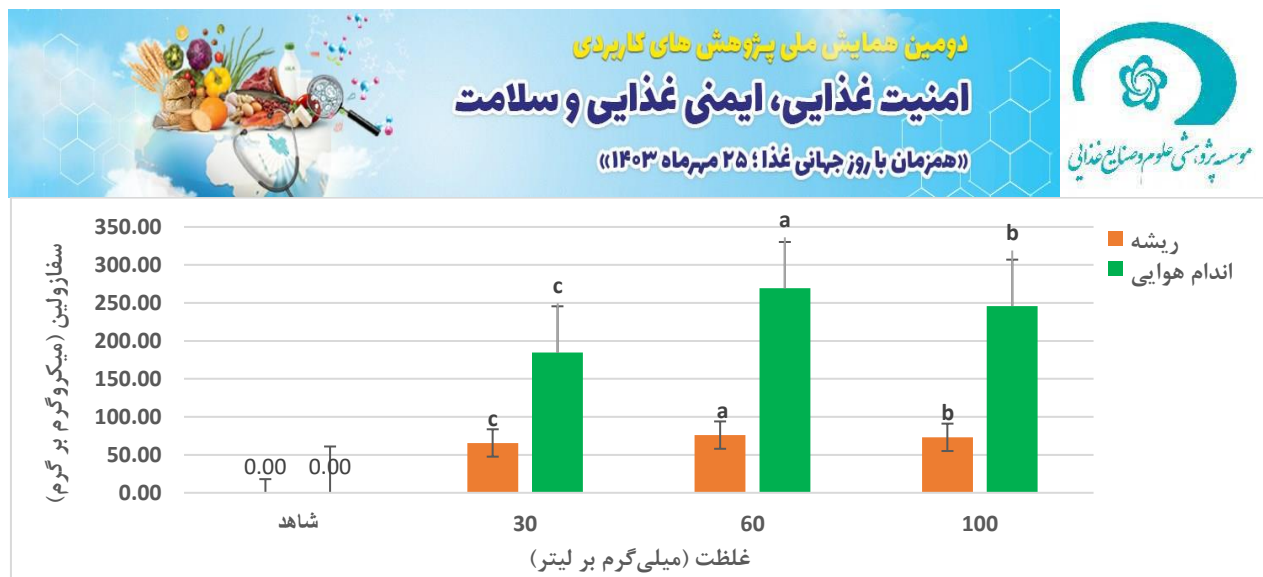
به ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر باعث کاهش معنی دار در محتوای کارتنوئید در گوجه فرنگی شد، اما همچنان افزایش غلظت از ۶۰ به ۱۰۰ اثر معنی داری نداشت. این مطالعه نشان می دهد که سفازولین اثر مهارکنندگی بر بیوسنتز و تجمع کارتنوئیدها در گوجه فرنگی دارد و این تأثیر تا حد زیادی به غلظت دارو بستگی دارد (نمودار ۴).



نمودار ۴. میانگین مقدار کارتنوئید کل گیاه گوجه فرنگی تحت تیمار غلظت های ۶۰، ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سفازولین.

بررسی جذب و انتقال سفازولین در گیاه گوجه فرنگی

در ریشه، میانگین غلظت برای تیمارهای مختلف به طور معنی داری متفاوت است. نمونه شاهد با غلظت ۳۰ و ۶۰ تفاوت معنی دار دارد ($P\text{-value} < 0.05$). اما با غلظت ۱۰۰ تفاوت معنی دار ندارد. سایر مقایسه ها بین غلظت ها تفاوت معنی دار نشان نداد. به طور کلی، نتایج نشان می دهد که گیاه گوجه فرنگی توانایی جذب سفازولین و ذخیره آن در ریشه را دارد، اما افزایش جذب سفازولین به حدی می رسد که می تواند اثر سمی روی گیاه داشته باشد. در اندام هوایی، تفاوت میانگین میزان سفازولین بین تیمار شاهد و هر سه غلظت میلی گرم بر لیتر ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ معنی دار است ($P\text{-value} < 0.05$). تفاوت بین غلظت ۳۰ و ۶۰ همین طور ۳۰ و ۱۰۰ معنی دار است؛ اما تفاوت بین ۶۰ و ۱۰۰ معنی دار نیست. در مجموع، نتایج نشان می دهند که گیاه گوجه فرنگی توانایی جذب سفازولین و انتقال آن به اندام هوایی را دارد، اما این میزان جذب و انتقال با افزایش غلظت سفازولین به حدی می رسد که ممکن است اثرات سمی بر گیاه داشته باشد (نمودار ۵).



نمودار ۵. میانگین مقدار سفالولین در ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمار غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سفالولین.

بحث و نتیجه‌گیری

آنتی‌بیوتیک‌ها تأثیرات متنوعی بر رشد و فیزیولوژی گیاهان دارند که بسته به نوع آنتی‌بیوتیک، غلظت آن و گونه گیاهی متفاوت است. مطالعات نشان داده‌اند که جذب آنتی‌بیوتیک‌ها توسط گیاهان می‌تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در رشد، محتوای کلروفیل و عملکرد فتوسنتزی آنها شود.

یک آزمایش هیدروپونیک روی پاکچوی (*Brassica chinensis L*) نشان داد که جذب آنتی‌بیوتیک‌ها و ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه شود. در این آزمایش، آنتی‌بیوتیک‌های هدف در غلظت‌های ۶/۹ تا ۴۸/۱ میکروگرم بر کیلوگرم در گیاهان تیمار شده مشاهده شد (Azanu et al., 2016). این یافته‌ها نشان می‌دهد که گیاهان قادر به جذب و تجمع آنتی‌بیوتیک‌ها هستند.

مطالعات دیگر نیز حضور بقایای دارویی از جمله آنتی‌بیوتیک‌ها را در بخش‌های مختلف سبزیجات تأیید کرده‌اند. برای مثال، ۶۴ درصد بقایای دارویی در ریشه هویج، برگ کاهو، کلم و اسفناج، ساقه کرفس و میوه‌های خیار، فلفل‌دلمه‌ای و گوجه‌فرنگی یافت شده است. همچنین، سطوح نسبتاً بالایی از تتراسایکلین‌ها و سولفونامیدها در قسمت‌های غیرخوراکی خیار، گوجه‌فرنگی گیلانی و کاهو مشاهده شده است، اگرچه غلظت‌ها در قسمت‌های میوه کمتر و در حد مجاز مصرف روزانه بوده است (Ghimpeteanu et al., 2022).

جذب انواع مختلف آنتی‌بیوتیک‌ها توسط گیاهان مختلف گزارش شده است. برای مثال، جذب فلوروفنیکل، لوامیسل و تری‌متوپریم در کاهو و هویج، و سولفات‌تازین، سولفات‌تیوزول، سولفاپریدین و سولفامتازین در گیاهانی مانند فلفل سبز، سیب‌زمینی، کلم چینی و خربزه زمستانی مشاهده شده است (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۷).

تأثیر آنتی‌بیوتیک‌ها بر رشد گیاهان می‌تواند مثبت یا منفی باشد، بسته به غلظت آنها. غلظت‌های پایین آنتی‌بیوتیک می‌تواند رشد گیاه را تحریک کند، درحالی‌که غلظت‌های بالا می‌تواند به عنوان بازدارنده عمل کرده و باعث اختلالات متابولیکی شود (Zhang et al., 2017). وجود تتراسایکلین و تریکلوزان در خاک باعث کاهش معنی‌داری در وزن خشک اندام هوایی و غده گیاه تربچه شده است (معدنی ملاک و همکاران، ۱۳۹۸).

مطالعه‌ای روی گونه‌ای از گیاهان مدیترانه‌ای (*Iberis sempervirens L*) نشان داد که تتراسایکلین می‌تواند باعث کاهش رشد و نمو، مهار فعالیت‌های فتوسنتزی، جلوگیری از جوانه‌زنی برگ‌ها، کاهش رشد ریشه و ساقه، و کاهش مقدار کلروفیل و کارتنوئیدها شود (Di Marco et al., 2013).



در مورد سفازولین، مطالعه حاضر روی گیاه گوجه‌فرنگی نشان داد که این آنتی‌بیوتیک تأثیرات منفی بر رشد و محتوای کلروفیل و کارتنوئیدها دارد، و این تأثیرات به غلظت ماده بستگی دارد. در غلظت‌های پایین (۳۰ میلی‌گرم بر لیتر)، کاهش قابل‌توجهی در محتوای کلروفیل و کارتنوئیدها مشاهده شد، در حالی که در غلظت ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر، افزایش موقتی در کلروفیل b دیده شد. غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تأثیری بر محتوای کلروفیل b نداشت. همچنین، سفازولین باعث کاهش وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه‌ها و تغییرات منفی در فرایندهای جذب آب و مواد مغذی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که گیاه گوجه‌فرنگی قابلیت جذب و ذخیره‌سازی سفازولین را دارد. این فرایند شامل جذب سفازولین توسط ریشه و انتقال آن به اندام‌های هوایی گیاه می‌باشد. با این حال، مشاهده شد که افزایش غلظت سفازولین در محیط رشد گیاه، منجر به افزایش جذب و انتقال این ماده شد. این افزایش به حدی رسید که توانست اثرات سمی بر گیاه داشته باشد. به عبارت دیگر، اگرچه گیاه گوجه‌فرنگی توانایی جذب و انتقال سفازولین را دارد، اما این فرایند در غلظت‌های بالا می‌تواند به سلامت گیاه آسیب برساند.

این مطالعات نشان می‌دهند که گیاهان قادر به جذب و ذخیره آنتی‌بیوتیک‌ها هستند، اما این جذب می‌تواند اثرات مثبت یا منفی بر رشد و فیزیولوژی گیاه داشته باشد. بنابراین، مدیریت دقیق غلظت آنتی‌بیوتیک‌ها در محیط برای حفظ سلامت و رشد گیاهان ضروری است. این یافته‌ها همچنین اهمیت بررسی دقیق اثرات دوزهای مختلف آنتی‌بیوتیک‌ها بر گیاهان را نشان می‌دهد.

منابع

۱. آرمان، م.، برقی، س.م.، حسنی، ا.ح.، احسانی، م. ۱۴۰۱. حذف آنتی‌بیوتیک سفازولین با استفاده از رزین پلی‌آنیلین - پلی‌اتیلن گلایکول از محیط آبی. مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۳، شماره ۲، صفحه ۳۱-۴۸.
۲. حقیقی‌پوده، ث.، سفیدبخت، ی.، کوچک‌زاده، ح. ۱۳۹۸. آلودگی ناشی از آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط‌زیست. نشریه نشا، علم، سال نهم، شماره ۲.
۳. سیل‌سپور، م. ۱۳۹۸. راهنمای تهیه و استفاده از محلول‌های غذایی برای کشت سبزی‌های گلخانه‌ای در سیستم کشت هیدروپونیک. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی: ۵۸۰.
۴. مجد، ا.، پور محمد فتالی، ش.، میرزایی، م. (۱۳۸۹). بررسی اثرات برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر رویان‌زایی پیکری و بافت‌شناسی مراحل آن در گیاه گوجه‌فرنگی واریته ۷. فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی، شماره پیاپی ۲۰، سال پنجم، شماره ۴.
۵. محمدزاده، م.، قاسمیان رودسری، ف.، حسنی، ا.، زمانی، عباسعلی. ۱۳۹۷. آنتی‌بیوتیک‌های دام و طیور، انتشار در محیط‌زیست و تأثیر آن بر سلامت خاک، گیاه و انسان. فصلنامه انسان و محیط‌زیست، شماره ۶۰، صفحه ۳۷-۶۱.
۶. معدنی ملاک، آ.، لکزیان، ا.، خداوردی، ا.، حق‌نیا، غ. ۱۳۹۸. بررسی جذب مواد دارویی تتراسایکلین و تریکلوزان در گیاه تربچه. شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه زنجان.



۷. ناصح، ن. باریک‌بین، ب. تقوی، ل. ناصری، م.ع. ۱۳۹۵. تأثیرات مخرب آلودگی آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط‌زیست و بررسی کارایی

روش‌های مختلف در حذف آن‌ها از پساب آلوده. فصلنامه پرستار و پزشک در رزم، سال ۴، شماره ۱۰ و ۱۱.

8. Azanu, D., Mortey, C., Darko, G., Weisser, J.H., Stylishave, B., Clement Abaidoo, R. (2016). Uptake of antibiotics from irrigation water by plants. Chemosphere. 157: 107-114.
9. Bartrons, M., Penuelas, J. (2017). Pharmaceuticals and personal-care products in plants in Trends in plant science, vol.22. 194-203.
10. Chen, H.R., Rairat, T., Loh, S.H., Wu, Y.C., Vickroy, T.W., Chou, C.C. (2017). Assessment of veterinary drugs in plants using pharma co kinetic approaches: The absorption, distribution and elimination of tetracycline and sulfamethoxazole in ephemeral vegetables. PLoS ONE 12(8): e 0183087. Journal. pone. 0183087.
11. Ghimpeteanu, O.M., Pogurschi, E.N., Popa, D.C., Dragomir, N. Dragotoiu, T., Mihai, O.D., Petcu, C.D. (2022). Antibiotic use in livestock and residues in food- A Public Health Threat. A Review. Foods, 11, 1430.
12. Hubeny, J., Harnisz, M., Korzeniewska, E., Buta, M., Zielinski, W., Rolbiecki, D. Giebultowicz, J. Nalecz Jawecki, G., Plaza, G. (2021). Industrialization as a source of heavy metals and antibiotics which can enhance the antibiotic resistance in wastewater, sewage sludge and river water. PLoS ONE 16(6): e0252691. Journal. Pone. 0252691.
13. Kumar, K., Gupta, S.C., Baidoo, S.K., Chander, Y., Rosen, C.J. (2005). Antibiotic uptake by plants from soil fertilized with animal manure. Journal of Environmental Quality. 34: 2082-2085.
14. Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids, pigments of photosynthetic membranes. Method in Enzymology. 148: 350-382.
15. Mann, A., Nehra, K., Rana, J.S., Dahiya, T. (2021). Antibiotic upsurge in resistance. Current Research in Microbial Sciences. 2. 100030.
16. Rahman, S. (2023). A parallel and silent emerging pandemic: Antimicrobial resistance (AMR) amid COVID-19 pandemic. Journal of Infection and public Health. 16: 611-617
17. Zhang, H., Li, X., Yang, Q., Sun, L., Zhou, X.M., Deng, R., Bi, L. (2017). Plant growth, antibiotic uptake, and prevalence of antibiotic resistance in an endophytic system of *Pakchoi* under antibiotic exposure. International Journal of Environmental Research and Public Health (2017). 14, 1336.
18. Di Marco, G., Gismondi, A., Canuti, L., Scimeca, M., Volpe, A., Canini, A. (2013). Tetracycline accumulates in *Iberis sempervirens* L. Through apo plastic transport inducing oxidative stress and growth inhibition. Plant. 16(4): 792-800.



Physiological Effects of Antibiotics on Agricultural Products: A Study on Tomato

Parva Asadi, Seyed Yahya Salehi Lisar, Ali Movafeghi

Department of Plant, Cell and Molecular Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Iran.

asadi.p1991@gmail.com

Abstract

This study investigates the physiological effects of the antibiotic cefazolin on the agricultural crop tomato under hydroponic conditions and at various concentrations (30, 60, and 100 mg/L). The findings indicate that doses of 30 and 60 mg/L cefazolin significantly as well as adversely affected the fresh weights of the root and shoots of the plant, suggesting toxic effects of cefazolin on metabolic processes. A significant decrease in chlorophyll a content at 30 mg/L indicates the impact of this compound on the synthesis or degradation of this pigment, while higher concentrations exhibited no significant effect, possibly due to toxicity and damage to the plant's metabolism. Additionally, it was observed that as the concentration of cefazolin increased, its absorption in the roots and shoots also increased; however, overall concentrations in the shoots remained substantially lower than in the roots. The differences in concentration between 30 mg/L and the higher concentrations (60 and 100 mg/L) were still noteworthy, although gradually diminishing. In conclusion, this research demonstrates that the effects of cefazolin on the metabolism of photosynthetic pigments in tomato are dependent on the concentration of the compound.

Keywords: Effects of cephalosporin, Plant growth, Various concentrations, Physiology, Antibiotic absorption.