بررسی اثر پوشش سایه‌بان‌های رنگی و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اسید هیومیک بر صفات فیزیولوژیکی توت‌فرنگی تحت تنش خشکی

زهرا ناروئی، شهرام صداقت حور *، بهزاد کاویانی، محمدحسین انصاری
دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت
* ایمیل نویسنده مسئول: sedaghathoor@iaurashr.ac.ir

چکیده
توت فرنگی یکی از محصولات مهم تجاری است که افزایش عملکرد و کیفیت آن از جنبه‌های مختلف مهم و ضروری می‌باشد. لذا پژوهش حاضر به جهت بررسی اثر سایه‌بان‌های رنگی و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اسید هیومیک بر صفات فیزیولوژیکی توت فرنگی تحت تنش خشکی انجام شد. این آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه فاکتور، فاکتور اول سایه‌بان در ۴ سطح (بدون سایه‌بان، سبز، قرمز و زرد)، فاکتور دوم شامل اسیدهای آلی در ۴ سطح: (شاهد (آب)، اسیدهیومیک، گلوتامین و آرژنین) و فاکتور سوم شامل سه سطح آبیاری (۲روز، ۴ روز و ۶ روز یک‌بار) در گلخانه ایستگاه تحقیقات لاهیجان، ایران انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین تعداد برگ و وزن شاخساره مربوط به سایه‌بان زرد بود. بیشترین عملکرد میوه تحت تیمار بدون سایه‌بان و بیشترین میزان آنتوسیانین تحت توری سبز بود. نتایج مربوط به اسیدهای آلی نشان داد که بیشترین میزان عملکرد تحت تیمار گلوتامین، بیشترین میزان آنتوسیانین تحت تیمار اسیدهیومیک بدست آمد. تحت آبیاری ۶ روز کمترین تعداد برگ، تعداد گل، وزن تر و خشک شاخساره، تعداد میوه و کمترین عملکرد میوه بدست آمد. نتایج اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" نشان داد که بیشترین تعداد گل، تعداد میوه و بیشترین میزان عملکرد میوه از تیمار "توری سبز× گلوتامین × ۴روز"، بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به ترکیب تیماری توری سبز× اسیدهیومیک × ۲روز" حاصل شد.
واژگان کلیدی: اسیدهیومیک، آنتوسیانین، کروما، گلوتامین،

مقدمه

استفاده از سایه‌بان‌های نورگزین در تکنولوژی گلخانه‌ای محصولات گیاهی از اوایل دهه ۲۰۰۰ در منطقه مدیترانه گسترده شده است. شاهک و همکاران (۲۰۰۴) ابتدا به این نتیجه رسیدند که سایه‌بان‌های رنگی مختلف مانند قرمز، زرد، آبی، خاکستری و صدفی اثر بیشتری روی تولید محصول باغات می‌گذارند. توری‌های نورگزین برای پوشش گیاهان به توری‌هایی اطلاق می‌شود که توان فیلتر گزینشی تشعشع خورشیدی دریافتی و همچنین حفاظت از گیاهان را دارند. مطالعات مزرعه‌ای واکنش‌های گیاه به فیلتراسیون رنگی (تصفیهٔ گزینش نوری) اشعه‌های خورشیدی با استفاده از این سایه‌بان‌ها باعث افزایش دانش باغبانی شده است به طوری‌که این دانش در سرتاسر دنیا مورد استفاده تولیدکنندگان قرار می‌گیرد (شاهک و همکاران، ۲۰۱۶). از این فناوری می‌توان به عنوان روش جایگزینی برای حافظت از گیاهان اهلی در مقابل شرایط محیطی نامساعد مانند تشعشع بیش از حد خورشید (ایلیک و همکاران، ۲۰۱۱)، گرما و خشکی (تنیان و همکاران، ۲۰۱۵)، باد و تگرگ (تیاتل و همکاران، ۲۰۰۸) استفاده کرد تا تولید، عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی و باغی افزایش یابد.

ترکیبات هیومیکی در رشد، نمو و تولید گیاه اثرهای افزایشی دارند. از اثرهای مستقیم و غیرمستقیم مواد هیومیکی می‌توان به ساخت پروتئین، فعالیت شبه هورمونی، تحریک فتوسنتز، تغییر فعالیت آنزیم ها، حل کردن و جذب عنصرهای کم مصرف و پرمصرف، کاهش سطح‌های فعال عنصرهای سمی و افزایش جمعیت میکروبی خاک اشاره کرد. همچنین مواد هیومیکی به عنوان جمع کننده خوب عناصر سمی معرفی شده‌اند (سینها و بتاچاریا، ۲۰۱۱). از آنجا که توت فرنگی به دلیل داشتن سیستم ریشه سطحی، سطح برگ زیاد و آبدار بودن میوه به حجم آب بالایی نیازمند است (کلامسکوسکی و تریدر، ۲۰۰۸)، بنابراین به منظور کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی، استفاده از فناوری‌هایی در جهت افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی و متعاقب آن کاهش نیاز آبی گیاه، پیشنهاد می‌شود. بدین منظور تلاش‌ها در راستای بکارگیری تیمارهایی است تا با استفاده از آن‌ها، اثرات منفی تنش خشکی کم شود و میزان تولید در واحد سطح در شرایط نامناسب رشدی ناشی از تنش، بهبود یابد. در این میان استفاده از اسیدهای آمینه و اسیدهیومیک قابل بررسی است. در این راستا، در مطالعه حاضر به استفاده از محلول‌پاشی برگی اسیدهیومیک، اسید آمینه آرژنین و گلوتامین در کنار کاربرد سایه‌بان‌های رنگی اقدام شد تا گامی موثر در جهت بهبود کمیت و کیفیت محصول برداشته شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه فاکتور، فاکتور اول سایه‌بان در ۴ سطح (بدون سایه‌بان، توری سبز، قرمز و زرد)، فاکتور دوم شامل اسیدهای آلی در ۴ سطح (شاهد (آب)، اسیدهیومیک (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، گلوتامین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و آرژنین (۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و فاکتور سوم شامل سه سطح آبیاری (۲روز، ۴ روز و ۶ روز یک‌بار) در ۴۸ تیمار، ۳ تکرار، ۱۴۴پلات در گلخانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی لاهیجان انجام پذیرفت. محلول‌پاشی طی دو مرحله انجام شد، اولین محلول‌پاشی در ۲۶ اسفند ۱۳۹۸ و مرحله دوم محلول‌پاشی در ۲۶ فروردین ۱۳۹۹ انجام شد. در این آزمایش صفات مورد اندازه‌گیری شامل: تعداد برگ، تعداد گل، وزن تر و خشک شاخساره، تعداد میوه، وزن تک میوه ، عملکرد کل میوه و آنتوسیانین بود. جهت تعیین وزن خشک، شاخساره را جداگانه داخل پاکت گذاشته و در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد آون به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و سپس با ترازو وزن شدند. برای اندازه‌گیری وزن تک میوه و تعداد میوه، در پایان آزمایش، وزن تک میوه از تقسیم وزن کل میوه‌ها بر تعداد کل میوه‌های برداشت شده بدست آمد. در طول آزمایش تعداد میوه در هر بوته مورد شمارش قرار گرفت و در پایان آزمایش تعداد کل میوه‌ها محاسبه شد. از اولین برداشت میوه تا پایان آزمایش، هر هفته میوه‌های هر تیمار آزمایشی جمع‌آوری و با ترازوی دیجیتال وزن شدند و در نهایت در پایان آزمایش وزن کل میوه‌ها محاسبه و عملکرد میوه برای هر تیمار بدست آمد. سنجش میزان آنتوسیانین به روش مزومدار و مجومدار (۲۰۰۳) انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمونLSD انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار سایه‌بان، اثر دوگانه "سایه‌بان × آبیاری" و "اسیدآلی × آبیاری" و اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" بر تعداد برگ معنی‌دار بود و اثر سایر تیمارهای آزمایشی بر این صفت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) بیشترین تعداد برگ تحت سایه‌بان زرد بدست آمد و سایر تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. بیشترین تعداد برگ مربوط به آبیاری ۴ و ۲ روز بود و کمترین تعداد برگ هم مربوط به آبیاری ۶ روز بود. با افزایش دور آبیاری تعداد برگ توت فرنگی کاهش پیدا کرد ولی توری زرد، اثر کم آبیاری را خنثی کرد؛ به طوری که اثرمتقابل توری زرد و ۶ روز آبیاری نیز از تیمارهای برتر موثر بر تعداد برگ بود. میانگین داده‌های اثر سه گانه نشان داد که بیشترین تعداد برگ مربوط به ترکیب تیماری "بدون سایه‌بان× آرژنین × ۴روز" و کمترین تعداد برگ هم تحت تیمار "توری زرد× آرژنین × ۶ روز"به دست آمد. عباس نیا و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی اثر سایه‌بان‌های رنگی بر خصوصیات کمی و کیفی کروتون و آگلونما عنوان نمودند که بیشترین تعداد برگ تحت سایه‌بان زرد بدست آمد و کمترین تعداد برگ هم از تیمار بدون سایه‌بان بدست آمد. تردیر و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده کردند تنش خشکی سطح برگ را در ارقام مختلف توت فرنگی کاهش داد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کمترین تعداد برگ هم در اثر ساده و هم در اثرات سه گانه در اثر آبیاری ۶ روز بدست آمده است.

تعداد گل

اثر ساده آبیاری، اثر دوجانبه "سایه‌بان × آبیاری" و اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" در سطح یک درصد و اثر دوجانبه "سایه‌بان × اسیدآلی " در سطح پنج درصد بر تعداد گل اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). بیشترین تعداد گل مربوط به آبیاری ۴ و ۲ روز بود و کمترین تعداد گل هم مربوط به آبیاری ۶ روز بود. مقایسه میانگین داده‌های "سایه‌بان × اسیدآلی " نشان داد بیشترین تعداد گل از تیمار "توری سبز×گلوتامین" و کمترین تعداد گل از تیمار "توری سبز× اسیدهیومیک" به دست آمد (جدول ۴). داده‌های مربوط به اثرمتقابل "سایه‌بان × آبیاری" نشان داد بیشترین تعداد گل از تیمار "بدون سایه‌بان× ۴ روز" و کمترین تعداد گل از تیمار "بدون سایه‌بان× ۶ روز" به دست آمد. بیشترین تعداد گل از تیمار "توری سبز× گلوتامین × ۴روز" و کمترین تعداد گل هم مربوط به تیمار "توری سبز× اسیدهیومیک × ۴روز" حاصل شد. در شرایط گلخانه‌ای و با توجه به حجم کم خاک، این پارامتر مهم است زیرا به علت کوچک بودن حجم گلدان و ضعیف شدن خاک در طول آزمایش، ریزش تعداد زیادی از گل‌ها مشاهده شد. تولید گل‌ها و میوه‌های کمتر در توت‌فرنگی تحت تأثیر تنش خشکی و شوری به دلیل تأخیر در توسعه اندام‌های زایشی گیاه رخ می‌دهد (لی و همکاران، ۲۰۰۲).

وزن تر و خشک شاخساره

نتایج نشان می‌دهد که اثر همه تیمارهای آزمایشی جز اثر ساده اسیدآلی و اثر متقابل "اسیدآلی × آبیاری" بر وزن تر شاخساره معنی‌دار بوده است. همچنین کلیه تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک شاخساره معنی‌دار بوده است اما اثر ساده اسیدآلی و اثر متقابل "سایه‌بان × اسیدآلی" بر این صفت معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). داده‌های مربوط به اثرمتقابل "سایه‌بان × آبیاری" نشان داد بیشترین مقدار وزن تر و خشک شاخساره مربوط به تیمار "توری زرد × ۲ روز" و کمترین مقدار وزن تر و خشک شاخساره هم مربوط تیمار "بدون سایه‌بان× ۶ روز" به دست آمد. مقایسه میانگین داده‌های

اثر متقابل "اسیدآلی × آبیاری" نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک شاخساره مربوط به تیمار "شاهد × ۴ روز" و کمترین میزان وزن خشک شاخساره هم مربوط به تیمار "گلوتامین × ۶ روز" بود. بیشترین وزن تر و خشک شاخساره مربوط به تیمار "توری زرد× آرژنین × ۲روز" و کمترین وزن تر و خشک شاخساره هم مربوط به تیمار "بدون سایه‌بان × گلوتامین × ۶ روز"بود . نتایج پژوهش عباس‌نیا و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک برگ و شاخساره کروتون و آگلونما تحت سایه‌بان‌های زرد بدست آمده است، پاسخ گیاهان به شرایط سایه‌بان به کیفیت و کمیت مقدار نور وابسته است.

تعداد میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر ساده آبیاری و اثر دوجانبه "سایه‌بان × اسیدآلی "، "اسیدآلی × آبیاری" و اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" بر تعداد میوه معنی‌دار بوده است. اما اثر ساده سایه‌بان و اسیدآلی و اثرمتقابل "سایه‌بان × آبیاری" بر این صفت معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). بیشترین تعداد میوه مربوط به آبیاری ۴ و ۲ روز بود و کمترین تعداد میوه هم مربوط به آبیاری ۶ روز بود. داده‌های مربوط به اثرمتقابل "سایه‌بان × اسیدآلی" نشان داد بیشترین تعداد میوه از تیمار "سبز×گلوتامین" و کمترین تعداد میوه از تیمار "سبز× اسیدهیومیک" به دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌های اثر دوجانبه "اسیدآلی × آبیاری" نشان داد که بیشترین تعداد میوه مربوط به تیمار " گلوتامین× ۴ روز" و کمترین تعداد میوه هم مربوط به تیمار "شاهد× ۶ روز" بود. براساس مقایسه میانگین داده‌های اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری"، بیشترین تعداد میوه مربوط به تیمار "سبز× گلوتامین × ۴روز" و کمترین تعداد میوه هم مربوط به تیمار "سبز× اسیدهیومیک × ۴روز" بود. مطالعات نشان داده‌اند که اسیدهای آمینه به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاهان موثر واقع می‌شود (فاتن و همکاران ۲۰۱۰). همچنین گزارش شده است که کاهش سطوح اکسین و جیبرلین در اثر تنش کم آبی، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول را متوقف کرده و در نتیجه رشد رویشی مناسب برای عملکرد بالا و کیفیت مناسب میوه کاهش می‌یابد (سیمک و کوملکیوگلو، ۲۰۱۱). تأخیر در تولید اندام زایشی (لی و همکاران، ۲۰۰۲) و کاهش در آغازش و تشکیل میوه (بشرا و همکاران، ۲۰۰۴) یکی از دلایل کاهش در تعداد میوه توت‌فرنگی در شرایط تنش کم‌آبی خواهد بود.

وزن تک میوه و عملکرد کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر همه تیمارهای آزمایشی در سطح یک درصد بر وزن تک میوه معنی‌دار بود اما اثر ساده آلی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین وزن تک میوه مربوط به بدون سایه‌بان بود که از نظر آماری با سایه‌بان سبز تفاوت معنی داری نداشت کمترین وزن تک میوه هم مربوط به سایه‌بان زرد بود که با سایه‌بان قرمز از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲). براساس مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین وزن تک میوه مربوط به آبیاری ۲ و ۴ روز بود و کمترین وزن تک میوه هم مربوط به آبیاری ۶ روز بود. مقایسه میانگین داده‌های اثر دوجانبه "سایه‌بان × اسیدآلی" حاکی ازآن است که بیشترین وزن تک میوه مربوط به تیمار "سبز×گلوتامین" و کمترین وزن تک میوه هم مربوط به تیمار "زرد× آرژنین" به دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل "سایه‌بان × آبیاری" نشان داد که بیشترین وزن تک میوه مربوط به تیمار "بدون سایه‌بان× ۴ روز" و کمترین وزن تک میوه هم از تیمار "زرد× ۶ روز" به دست آمد. براساس مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل "اسیدآلی × آبیاری" بیشترین وزن تک میوه مربوط به ترکیب تیماری "اسیدهیومیک× ۲ روز" و کمترین وزن تک میوه هم مربوط به تیمار "شاهد× ۶ روز" بود. مقایسه میانگین داده‌های اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" نشان داد که بیشترین وزن تک میوه مربوط به تیمار "بدون سایه‌بان× آرژنین × ۴روز" و کمترین وزن تک میوه هم مربوط به تیمار "بدون سایه‌بان × اسیدهیومیک × ۶ روز" بود. می‌توان گفت اسیدهای آلی با افزایش جذب آب و مواد غذایی موجب بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه توت فرنگی شده است. براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده و متقابل کلیه تیمارهای آزمایشی در سطح یک درصد بر عملکرد کل میوه معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین عملکرد میوه (۱۴/۷۲ گرم در بوته) تحت تیمار بدون سایه‌بان به دست آمد و کمترین عملکرد (۹/۷ گرم در بوته) هم متعلق به سایه‌بان قرمز بود (جدول ۲). اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" نشان داد که بیشترین میزان عملکرد میوه با ۴۰/۸۰ گرم در بوته مربوط به ترکیب تیماری "سبز× گلوتامین × ۴روز" و کمترین میزان عملکرد میوه هم مربوط به تیمار "سبز× اسیدهیومیک × ۴روز" به مقدار ۳/۵۳ گرم در بوته بود . در طی یک آزمایش سه ساله ثابت شد که با بهره‌گیری از سایه‌بان‌های رنگی عملکرد فلفل با افزایش ۱۱۵ تا ۱۳۵ درصد مواجه شد که به طور عمده به صورت افزایش تعداد میوه در بوته مشاهده شد. اگرچه در پژوهش حاضر میانگین داده‌های اثر ساد سایه‌بان‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد میوه تحت تیمار بدون سایه‌بان به دست آمد اما در اثر دوجانبه "سایه‌بان × آبیاری" و اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" نشان داد که بیشترین میزان عملکرد در اثر کاربرد سایه‌بان سبز بدست آمد که نشان می‌دهد بهره‌گیری از سایه‌بان‌های رنگی بر عملکرد موثر است. کاربرد گلوتامیک اسید طی دوره گلدهی به دلیل اثری که بر گرده افشانی و تحریک جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده دارد، می‌تواند تولید محصول را افزایش دهد (کاآو و همکاران، ۲۰۱۰). براساس نتایج این پژوهش کمترین عملکرد تحت آبیاری ۶ روز بدست آمد. کاهش عملکرد در نتیجه کم آبی

ممکن است به دلیل عدم رطوبت کافی خاک در منطقه ریشه باشد که در نتیجه آن فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از جمله جذب مواد غذایی رشد گیاه فتوسنتز و تجمع ماده خاص خشک گیاهی کاهش می‌یابد و این منعکس کننده عملکرد کمتر در اثر تنش کم آبی است (سیمک و کوملکیوگلو، ۲۰۱۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایشی بر صفات مورد آزمایش توت فرنگی

		میانگن مربعات							
	df	تعداد برگ	تعداد گل	وزن تر شاخساره	وزن خشک شاخساره	تعداد میوه	وزن تک میوه	عملکرد	آنتوسیانین
تکرار	2	5.13^{*}	0.49^{ns}	1.46^{ns}	0.19^{ns}	0.92	0.37^{ns}	18.26^{ns}	1.16^{ns}
سایه‌بان	3	9.86^{**}	2.08^{ns}	46.89^{**}	5.37^{**}	0.65^{ns}	7.60^{**}	167.00^{**}	218.60^{**}
اسیدآلی	3	1.48^{ns}	3.36^{ns}	2.87^{ns}	0.21^{ns}	0.81^{ns}	2.19^{ns}	99.77^{**}	264.37^{**}
"سایه‌بان × اسیدآلی "	9	1.50^{ns}	3.17^{*}	6.29^{**}	0.26^{ns}	2.73^{**}	2.16^{*}	127.98^{**}	127.90^{**}
آبیاری	2	9.02^{**}	15.08^{**}	90.80^{**}	0.87^{**}	5.61^{**}	16.07^{**}	537.71^{**}	22.52^{ns}
"سایه‌بان × آبیاری"	6	7.95^{**}	4.96^{**}	44.99^{**}	2.10^{**}	1.46^{ns}	3.11^{**}	93.12^{**}	143.90^{**}
"اسیدآلی × آبیاری"	6	1.48^{ns}	1.83^{ns}	4.11^{ns}	0.51^{*}	1.89^{*}	3.92^{**}	85.07^{**}	162.40^{**}
"سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری"	18	2.64^{*}	3.12^{**}	12.23^{**}	0.57^{**}	1.58^{*}	2.32^{**}	79.20^{**}	96.08^{**}
خطا	94	1.45	1.37	2.35	0.17	0.837	1.02	16.11	40.94
CV		17.38	24.54	18.45	17.08	29.80	28.90	33.49	28.74

: اختلاف غیر معنی دار **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سایه‌بان بر صفات مورد آزمایش توت فرنگی

سایه‌بان	تعداد برگ	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن خشک (گرم)	وزن تک میوه (گرم)	عملکرد (گرم در بوته)	آنتوسیانین (mg 100 g-1)
بدون سایه‌بان	6.54b	7.67b	2.09c	4.04a	14.72a	21.02bc
سبز	6.74b	7.90b	2.28b	3.72a	12.54b	25.00a
قرمز	6.71b	7.63b	2.35b	3.18b	9.74c	19.51c
زرد	7.69a	10.01a	2.98a	3.06b	10.95bc	23.53ab

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اسیدهای آلی بر صفات مورد آزمایش توت فرنگی

اسیدهای آلی	عملکرد (گرم در بوته)	آنتوسیانین (mg 100 g^{-1})
شاهد	11.13b	21.06b
هیومیک اسید	11.25b	26.24a
گلوتامین	14.48a	20.18b
ارژنین	11.08b	21.58b

آنتوسیانین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده سایه‌بان و اسیدآلی و اثر متقابل آنها همچنین اثر دوجانبه "سایه‌بان × آبیاری" و "اسیدآلی × آبیاری" و اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" بر در سطح یک درصد بر میزان آنتوسیانین معنی‌دار بود اما تیمار آبیاری بر این صفت معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین میزان آنتوسیانین تحت تیمار سبز به دست آمد و کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به سایه‌بان قرمز بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر سه گانه "سایه‌بان × اسیدآلی × آبیاری" نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به ترکیب تیماری سبز× اسیدهیومیک × ۲روز" و کمترین میزان آنتوسیانین هم مربوط به تیمار "قرمز× اسیدهیومیک × ۶ روز"بود . در پژوهش اثر سایه‌بان‌های رنگی بر گل همیشه بهار و بنفشه نشان داده شد که بیشترین میزان آنتوسیانین در زیر سایه‌بان سبز بدست آمد و کمترین میزان آنتوسیانین هم از تیمار بدون سایه‌بان بدست آمد (عباس نیا و همکاران، ۲۰۱۹). اسیدهیومیک در این آزمایش میزان آنتوسیانین در گیاه توت فرنگی را افزود که یافته‌های این آزمایش با نتایج جندی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. این نتایج ممکن است به علت اثر اسیدهیومیک (مشتقات ترکیب فنولی) به عنوان پیش ماده سنتز آنتوسیانین (ساختار فلاونوئید) باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل "سایه‌بان × اسیدهای آلی" بر صفات مورد آزمایش

تیمار	تعداد گل	وزن تر شاخساره (گرم)	تعداد میوه	وزن تک میوه (گرم)	عملکرد (گرم در بوته)	آنتوسیانین (mg 100 g-1)
"بدون سایه‌بان × شاهد"	5.11a-d	8.16de	3.00b-f	3.60b-e	14.45b	15.32f
"بدون سایه‌بان ×اسیدهیومیک"	5.17a-d	9.12bcd	3.33a-e	4.02a-d	15.43b	25.69bc
"بدون سایه‌بان × گلوتامین"	5.39ab	6.16f	3.50abc	4.06abc	14.9b	23.65b-e
"بدون سایه‌بان × آرژنین"	4.78b-e	7.27ef	2.67c-f	4.48ab	14.04b	19.41def
"سبز × شاهد"	4.17de	7.46ef	2.83b-f	3.20c-g	7.54e	27.44ab
"سبز× اسیدهیومیک"	3.78e	8.66cde	2.33f	3.08d-g	7.72e	33.04a
"سبز× گلوتامین"	6.11a	7.41ef	4.17a	4.64a	21.38a	18.33ef
"سبز× آرژنین"	4.78b-e	8.08de	3.39a-d	3.94a-e	13.51b	21.19c-f
"قرمز × شاهد"	4.72b-e	7.59ef	2.9b-f	3.03efg	9.29cde	18.33ef
"قرمز × اسیدهیومیک"	4.28cde	7.54ef	2.61def	3.50c-g	9.14de	21.33cde
"قرمز × گلوتامین"	4.94bcd	7.87de	2.89b-f	3.56b-f	12.97bc	18.33ef
"قرمز × آرژنین"	4.22de	7.52ef	3.06b-f	2.64fg	7.54e	20.06c-f
"زرد × شاهد"	5.33abc	9.70abc	3.56ab	3.17c-g	13.26b	23.14b-e
"زرد × اسیدهیومیک"	4.78b-e	9.22bcd	3.33a-e	3.41c-g	12.70bcd	24.89bcd
"زرد × گلوتامین"	4.28cde	10.42ab	2.50ef	3.08d-g	8.59e	20.42c-f
"زرد × آرژنین"	4.56b-e	10.68a	3.00b-f	2.58g	9.23cde	25.67bc

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD است

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد سایه‌بان‌های رنگی اثر مطلوبی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک توت‌فرنگی داشت به طوریکه بیشترین تعداد برگ، وزن تر و خشک شاخساره و بیشترین میزان آنتوسیانین تحت تیمار با سایه‌بان‌های رنگی بدست آمد. نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اسیدهای آلی بر صفات مورد مطالعه نشان داد که بیشترین میزان عملکرد تحت تیمار گلوتامین، بیشترین میزان آنتوسیانین تحت تیمار با اسیدهیومیک به دست آمد. البته نتایج اثرات متقابل سایه‌بان و آبیاری با اسیدهای آلی نشان داد که در ترکیب با اسیدآمینه گلوتامین و اسیدهیومیک اثر بهتری برصفات مورد مطالعه داشت. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که آبیاری ۶ روز سبب کاهش بسیاری از ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی شد.

منابع

Abbasnia Zare, S. K., Sedaghathoor, S., Padasht Dahkaei, M.-N., and Hashemabadi, D. 2019. The effect of light variations by photoselective shade nets on pigments, antioxidant capacity, and growth of two ornamental plant species: marigold (*Calendula officinalis* L.) and violet (*Viola tricolor*). *Cogent Food Agric.* 5:1650415. 1-16.

Abbasnia Zare, S. K., Sedaghathoor, S., Padasht Dahkaei, M.-N., and Hashemabadi, D. 2020. The effect of different colored netting on quantitative and qualitative traits of two foliage plant species (*Codiaeum variegatum* and *Aglaonema commutatum*). Advances in Horticultural Science. 34(1): 25-33.

Bushra, R., Tayyab, H. and Riazuddin, S.H. 2014. Genomic approaches and abiotic stress tolerance in plants. PP. 1-37. *In:* Ahmad, P. (Ed.), Emerging Technology and Management of Crop Stress Tolerance, Vol. 1, Elsevier.

Cao, J.X., Peng, Z.P., Huang, J.C., Yu, J.H., Li, W., Yang, L. and Lin, Z. 2010. Effect of foliar application of amino acid on yield and quality of flowering chinese cabbage. Chinese Agricultural Science Bulletin. 26:162–165.

Faten, S.A., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. and Mahmoud, A.R. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of Squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science 6: 583-588.

Gendy, A.S.H., Said-Al Ahl, H.A.H., and Mahmoud, A.A. 2012. Growth, productivity and chemical constituents of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6(5): 1-12.

Ilić, Z., Milenkovic, L., Durovka, M. and Kapoulas, N. 2011. The effect of color shade nets on the greenhouse climate and pepper yield. In: Sym. Proceed. 46th Croation and 6th Inter Sym Agric. Opatija, pp. 529-533.

Klamkowski, K. and Treder, W. 2008. Responseto drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse conditions. J. Fruit Ornam. Plant Res. 16: 179-188.

Li, H., R.J. Lascano, J. Booker, L.T. Wilson, K.F. Bronson and Segarra, E. 2002. State-space description of field heterogeneity: Water and nitrogen use in cotton. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 585-595.

Mazumdar, B. C., and Majumder, K. 2003. *Methods on physcochemical analysis of fruits*. University College of Agriculture, Calcutta. 136-150.

Rohloof, J. 2011. Impact of agriculture and environmental factors of strawberry. Europian J. Plant Sci. Biotec 17-34.

Shahak, Y. Gussakovsky, E.E. Cohen, Y. Lurie, S. Stern, R. Kfir, S. Naor, A. Atzmon I.., Doron I., Greenblat-Avron Y. 2004. ColorNets: A new approach for light manipulation in fruit trees. Acta Hortic. 636, 609-616.

Shahak, Y., Kon, Y. and Ratner, K. 2016. The wonders of yellow netting. Acta Hortic. 1134.43. 327-334.

Simsek, M., and Comlekcioglu, N. 2011. Effects of different irrigation regimes and nitrogen levels on yield and quality of melon (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Biotechnology*, *10*(49), 10009-10018.

Sinha, B. and Bhattacharyya, K. 2011. Retention and release isotherm of arsenic inarsenic–humic/fulvic equilibrium study.Biology and fertility of soils. 47:815–822.

Teitel, M., Liron, O., Haim, Y. and Seginer, I. 2008. Flow through inclined and concertina-shape screens. Acta Hortic. 801, 99-106.

Tinyane, P.P., Sivakumar, D. and van Rooyen, Z. 2015. Influence of photo-selective shade nettings to improve fruit quality at harvest and during postharvest. 'South African avocado growers Association' Yearbook, 38.

Treder W., Tryngiel-Gać A., Klamkowski K. 2015. Development of greenhouse soilless system for production of strawberry potted plantlets. Horticultural Science, 42: 29-36

Effects of colored netting and foliar application of amino acids and humic acid on the physiological traits of strawberries under drought stress

Zahra Narouei [1], Shahram Sedaghathoor [2], Behzad Kaviani [2], Mohammad Hossein Ansary [2]

[1] Ph.D. Candidate of Horticulture Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.
[2] Associate Professor, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

Abstract

The strawberry is an important commercial crop, the improvement of whose yield and quality is an imperative task. The present research aimed to study the effect of colored netting and foliar application of amino acids and humic acid on the physiological traits of strawberries subjected to drought stress. The study was carried out as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three factors including colored net at four levels (no netting, and green, red, and yellow netting), organic acids at four levels (water as control, humic acid, glutamine, and arginine), and irrigation at three levels (irrigation intervals of 2, 4, and 6 days) in the greenhouse of Lahijan Agricultural Research Station, Iran. The results showed that the highest leaf number and shoot weight were related to yellow netting. The highest fruit yield and anthocyanin content were observed in the treatments of no-netting and green netting, respectively. Data for the effect of organic acids showed that the glutamine-treated plants exhibited the highest yield, the humic acid-treated plants exhibited the highest anthocyanin. The irrigation interval of 6 days was related to the lowest leaf number, flower number, shoot fresh and dry weight, fruit number and fruit yield. Data for the interaction of 'netting × organic acid × irrigation' showed that the highest flower number, fruit number, and fruit yield were obtained from 'green netting×glutamine×4 days' and the highest anthocyanin content was obtained from 'green netting ×humic acid×2 days'.

Keywords: humic acid, anthocyanin, chroma, glutamine, vitamin C.