

عنوان: تاثیر تنش UV-B بر روی ترکیبات جاذب گیاه زعفران تحت تیمار نانو ذرات دی

اکسید تیتانیوم

معصومه مرادی ریک آباد^۱، لطیفه پورا کبر^۲

۱- کارشناس ارشد زیست شناسی گیاهی - سیستماتیک اکولوژی (فارغ التحصیل دانشگاه

ارومیه)

۲- دکترای فیزیولوژی گیاهی-دانشیار و عضو هیئت علمی- گروه زیست شناسی - دانشگاه

ارومیه

Email: (masoomemoradi44@gmail.com)

چکیده

زعفران با نام عمومی (Saffron) نام علمی (*Crocus sativus L.*) دارای ۸۵ گونه است که از جنس زعفران و به عنوان گران ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان، جایگاه ویژه ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد. از جمله خواص دارویی گیاه زعفران میتوان به افزایش گردش خون، تقویت سلامت قلب، رفع استرس و افسردگی، خواص ضد سرطانی و ... اشاره کرد. اشعه UV ی باعث تولید رادیکال های آزاد اکسیژن مانند اکسیژن منفرد، آنیون سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال های هیدروکسیل می شود، که این رادیکال ها منجر به برهم زدن تعادل متابولیسمی در سلول ها می شوند. نانو ذره TiO_2 کلیه خصوصیات TiO_2 را دارا بوده و همچنین به واسطه ی کوچکی اندازه ذرات، سطح تماس آن با مواد افزایش یافته و اثر بخشی بیشتری دارد. به طوری که این خواص غیر معمول، موجب ایجاد نگرانی در مورد اثرات بالقوه آنها روی محیط زیست شده است. به منظور بررسی کاربرد نانو ذرات تیتانیوم اکسید در کاهش اثرات تنش ناشی UV-B بر گیاه زعفران آزمایشی در گروه زیست شناسی دانشگاه ارومیه انجام شد. پس از ۴۵ روز از کشت پیاز ها و در مرحله ۳ برگی گیاهان، اعمال نانوذرات تیتانیوم اکسید در دوغلظت (۲۵ ppm و ۵۰) به صورت اسپری و تنش UV-B به مدت یک ماه و هر روز یک بار به مدت (۰، ۳۰ و ۴۵) دقیقه استفاده شد و پس از برداشت فاکتورهای بیوشیمیایی و آنتی اکسیدانی مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد تنش UV-B موجب افزایش آنتو سیانین، فنل کلالة و فلاونوئید کلالة شد. همچنین نتایج نشان داد اعمال نانو ذرات تیتانیوم اکسید موجب افزایش فنل کلالة گیاه زعفران نسبت به گیاهان شاهد شد.

کلمات کلیدی: نانوذره تیتانیوم، فعالیت آنتی اکسیدانی، زعفران، اشعه UV-B.

۱. مقدمه

پرتوفرا بنفش یا UV دامنه موجی است در گستره امواج مغناطیسی با دامنه طول موجی کوتاه تر از نور مرئی، ولی بلندتر از پرتو X. توزیع تابش هنگامی که بحث از تاثیر این پرتو غیرمرئی بر سلامت انسان و محیط زیست وی است، به ۳ زیر شاخه تقسیم می شوند.

UV-A با طول موج ۳۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر (ظاهراً کم خطر)، UV-B با طول موج ۲۸۰ تا ۳۲۰ نانومتر (خطرناک) و UV-C با طول موج ۲۰۰ تا ۲۸۰ نانومتر (مخرب). اثرات اشعه UV بر گیاهان به علت نیاز دائمی آنها به نور خورشید غیر قابل اجتناب می باشد. این اثرات بر روی گیاهان می تواند شامل کاهش فرایند فتوسنتز، تخریب پروتئینها و اسیدهای نوکلئیک، تنش اکسایشی و کاهش مقدار رنگیزه های فتوسنتزی باشد و تغییر در مورفولوژی، تبارزایی و بیوماس گیاه را نیز باعث می شود. همچنین اشعه UV باعث تولید رادیکالهای آزاد اکسیژن مانند اکسیژن منفرد، آنیون سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکالهای هیدروکسیل می شود، که این رادیکالها منجر به برهم زدن تعادل متابولیسمی در سلول ها می شوند (Asada, 2000). تغییرات ایجاد شده در مورفولوژی گیاهان توسط اشعه UV شامل تغییر در شکل برگ، افزایش شاخه های جانبی، کاهش میان گره ها، کاهش وزن، کاهش سطح برگ و کاهش ارتفاع گیاه میباشد (Horii et al., 2007). از مهمترین سازوکارهای سازگاری گیاهان در برابر اشعه UV می توان به افزایش ضخامت برگ، کوچکتر شدن برگ، تغییر زاویه ی برگ ها نسبت به اشعه ی تابشی، افزایش انعکاس از سطح برگها، افزایش ترکیبات جذب اشعه ی UV مانند فلاونوئیدها، آنتوسیانین ها و افزایش کرکهای انعکاسی اشاره کرد (Mpoloka et al., 2007). گیاهان در معرض اشعه ی فرابنفش مکانیسم های دفاعی از خود بروز میدهند. ساختارهایی مانند اپیدرم که معمولاً به وسیله کرک پوشیده شده است و حاوی ترکیبات جذب UV است نقش حفاظتی در برابر اشعه ی UV دارند. همچنین موم موجود در سطح اپیدرم می تواند تا ۸۰ درصد اشعه را منعکس سازد (Balouchi et al., 2009).

به طور کلی سلولهای گیاهی دارای سیستم حفاظتی پاداکسایشی می باشند تا اثرات مخرب گونه های واکنشگر اکسیژن تولید شده را برطرف کنند. این سیستم شامل فرایندهای آنزیمی و غیر آنزیمی می باشد. در سیستم حفاظتی آنزیمی، آنزیم هایی مانند سوپراکسیددیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گلوکاتایون ردوکتاز (GR)، آسکوربات-پراکسیداز (APX) و پراکسیدازها (POD) نقش دارند و در سیستم حفاظتی غیر آنزیمی مولکولهایی با وزن کم مانند آسکوربات، گلوکاتایون، آلفا توکوفرول، کاروتنوئیدها و غیره نقش دارند (Mishra et al., 2006).

فناوری نانو واژه ای است کلی که به تمام فناوریهای پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر (۱ نانومتر یک میلیارد متر است) می باشد. نانو ذره TiO_2 به عنوان یکی از نانو بلورهای نیمه هادی اکسید فلزی، جایگاه ویژه ای در جهان صنعتی امروز یافته و توجه بسیاری از دانشمندان را به خود جلب کرده است. (Salari et al., 2007; Ahmad et al., 2007). نانو ذره TiO_2 کلیه خصوصیات TiO_2 را دارا بوده و همچنین به واسطه ی کوچکی اندازه ذرات، سطح تماس آن با مواد افزایش یافته و اثر بخشی بیشتری دارد (Karimi et al., 2009) به طوری که این خواص غیر معمول، موجب ایجاد نگرانی در مورد اثرات بالقوه آنها روی محیط زیست شده است. بنابراین درک چگونگی و رفتار نانو مواد آزاد شده در محیط و اثر متقابل آنها با موجودات زنده و اجزاء غیر زیستی محیط، که بتواند مبنای اقدامات پیشگیرانه در ساخت و مصرف مطمئن تر محصولات نانویی شود از اهمیت خاصی برخوردار است (Klaine et al., 2008; Sighn et al., 2009). تحقیقات نشان می دهد که نانو ذرات TiO_2 پس از جذب توسط سلولهای گیاه ذرت منجر به کاهش شاخص میتوزی و افزایش انحرافات کروموزومی شده است (Ruffini; Castiglione et al., 2010). نتایج مطالعه اثر نانو ذره TiO_2 در سلول های گیاهی (پیاز و توتون) و لنفوسیت های انسان، ناهنجاری های ریز هسته ای و کروموزومی را نشان داده است (Ghosh et al., 2010). تحقیقات (Huang et al., 2009) نشان داده است که کاربرد طولانی مدت نانو ذره TiO_2 در سلولهای کشت شده موش صحرایی منجر به کاهش تقسیم سلولی، انحرافات چند قطبی، جفت شدن کروماتید و تفکیک پذیری

کروموزوم ها شده در صورتی که کاربرد کوتاه مدت آن افزایش تعداد سلولهای چند هسته ای، افزایش قدرت زنده ماندن سلول و رشد را به دنبال دارد (Teng Ng et al., 2010). تحقیقات حاکی از گزارشاتی در مورد اثرات مثبت، منفی و حساسیت های گیاهان به نانو ذره TiO_2 دارد (Klancnik et al., 2010).

متن مقا-ثله به صورت تک ستونی و با حاشیه ۳۰ میلیمتر از راست و ۲۵ میلیمتر از چپ و ۳۰ میلیمتر از بالا و پایین تهیه گردد. عنوان هر بخش با فونت (B Titr12pt) ، با شماره بخش و با فاصله دو خط خالی از بخش قبلی و یک خط خالی از متن نوشته شود. اولین خط همه پاراگرافها، به جز اولین پاراگراف بعد از متن، به صورت هماهنگ ۱۰ میلیمتر فرورفتگی داشته باشد.

۲. مواد و روش ها

ابتدا پیازهای سالم و یک ساله ی گیاه زعفران تهیه شدند. پیازها به گلدانهای پلاستیکی با قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۵ سانتیمتر که حاوی پرلیت بودند، انتقال داده شدند. پیازها در عمق ۱۰ سانتیمتری قرار گرفتند. رشد گیاهان در اتاقک های کشت با شرایط نوری ۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴ ساعت تاریکی و در دمای بیشینه ۲۹ درجه سانتیگراد و کمینه ۲۲ درجه سانتیگراد انجام گرفت. در سه هفته اول فقط آب مقطر به گلدان ها اضافه شد و از هفته چهارم به تدریج محلول هوگلند در غلظتهای یک شانزدهم، یک هشتم، یک چهارم و یک دوم بر گیاهان تا زمان برداشت اعمال شد. پس از ۴۵ روز از کشت پیاز ها و در مرحله ۳ برگی گیاهان، اعمال نانوذرات تیتانیوم اکسید در دوغلظت (۲۵ ppm و ۵۰) به صورت اسپری و برای تنش UV-B از لامپ UV با مشخصات UV-B = 2(15W) (LF-215m. 312 nm) به مدت یک ماه و هر روز یک بار به مدت ۳۰ و ۴۵ دقیقه استفاده شد. (شکل ۱). لامپ ها در بالای گلدان ها به فاصله ۵۰ سانتیمتری نصب شده بودند. و گلدان ها به ۹ گروه تقسیم شدند. بعد از ۳۰ روز تیمار، مرحله برداشت انجام شد. در این مرحله قسمت های مختلف گیاهان شاهد و تیمار از هم جدا شدند و پس از شستشو و خشک کردن نمونه ها، نمونه های مورد نیاز برای بررسی و مطالعه بیشتر در فریزر و در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. پس از برداشت گیاهان، اندازه گیری فاکتورهای بیوشیمیایی و آنتی اکسیدانی به روش های زیر انجام گرفت .

برای اندازه گیری آنتوسیانین از روش Fulcki و Francis (1968) استفاده شد. ۰/۱ گرم از وزن تر برگ با ۱۰ میلی لیتر متانول اسیدی (شامل ۹۹ در صد متانول و ۱ درصد اسید کلریدریک) سائیده شد. عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در دور 6000 سانتریفوژ شد. محلول رویی به مدت ۲۴ ساعت در آزمایشگاه نگهداری شد. سپس جذب در طول موج ۵۵۰ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه ی غلظت آنتوسیانین از ضریب خاموشی - Mm) (Mm-1 150) استفاده شد.

میزان فلاونوئید کل بر مبنای رنگ سنجی آلومینیوم و با استفاده از روش Chang و همکاران (۲۰۰۲) تعیین گردید. ۰/۱ (۰,۰۵) گرم بافت تر برگ به همراه ۵ میلی لیتر متانول در هاون ساییده شد. سپس به ۰/۵ میلی لیتر از نمونه ۰,۵ میلی لیتر محلول ۲ درصد آلومینیوم تری کلراید اضافه شده و حجم آن با اتانول به ۱۲,۵ میلی لیتر رسید. نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ ۳۰۰۰ دور قرار داده شد و بعد از ۴۰ دقیقه جذب نمونه ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. میزان فلاونوئید کل با استفاده از نمودار استاندارد با کاتچین بر حسب میلی گرم بر گرم کاتچین بر گرم وزن خشک محاسبه گردید.

برای تعیین میزان فنل کل از روش Marinova و همکاران (۲۰۰۵) استفاده گردید. به ۱ میلی لیتر از عصاره ی استخراجی ۹ میلی لیتر آب مقطر و سپس در ادامه ۱ میلی لیتر معرف فولین سیوکالتو اضافه شد. بعد از ۵ دقیقه ۱۰ میلی لیتر کربنات سدیم ۷ درصد اضافه و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه انکوبه شد. بعد از مدت زمان یاد شده جذب هر یک از نمونه ها در طول موج ۷۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. جهت تعیین میزان فنل کل، منحنی استاندارد با استفاده از غلظتهای معلوم گالیک اسید تهیه گردید.

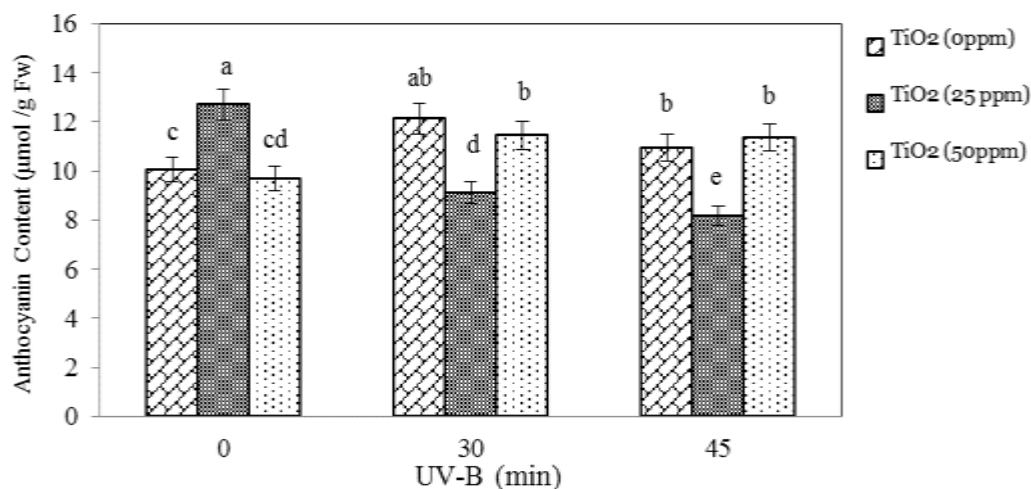
برای کاهش خطا، نمونه برداری و آزمایش ها به صورت ۳ تکرار انجام شد. آنالیز داده های آماری بر اساس مدل طرح پایه کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS ۲۰ با تجزیه ی واریانس دو سویه (GLM) و برای گروه بندی از آزمون توکی چند دامنه ای انووی براساس آزمون توکی در سطح احتمال آماری $P < 0.05$ انجام گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار EXCEL سری ۲۰۱۰ رسم شدند.



شکل ۱

۳. نتایج

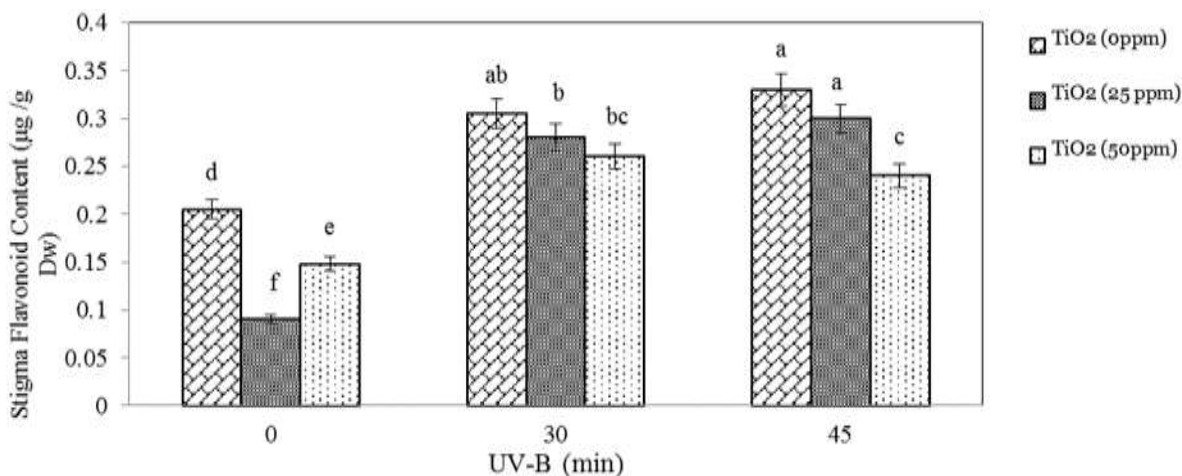
میزان آنتوسیانین ها؛ بررسی نتایج نشان داد که UV-B موجب افزایش میزان آنتوسیانین ها نسبت به گیاهان شاهد شد (نمودار ۱). نتایج نشان داد اعمال تیمار TiO_2 NPs در گیاه زعفران، تاثیرات متفاوتی بر میزان آنتوسیانین ها داشت، به طوری که تیمار NPs TiO_2 با غلظت 25 ppm موجب افزایش میزان آنتوسیانین ها نسبت به گیاهان شاهد شد، به طوری که بیشترین افزایش در تیمار TiO_2 NPs با غلظت 25 ppm مشاهده گردید. این در حالیست که غلظت 50 ppm آن موجب کاهش میزان آنتویانین ها نسبت به گیاهان شاهد شد. بررسی ها نشان داد که اعمال توام TiO_2 NPs به همراه UV-B با توجه به غلظت بکار رفته تاثیر متفاوتی بر محتوای کاروتنوئیدها داشت به طوری که تیمار TiO_2 NPs با غلظت 25 ppm همراه با UV-B 30 دقیقه موجب کاهش میزان آنتوسیانین ها هم نسبت به گیاهان شاهد و هم نسبت به اعمال تنهایی UV-B 30 دقیقه شد، ولی تیمار NPs TiO_2 با غلظت 50 ppm همراه با UV-B 30 دقیقه موجب افزایش میزان آنتوسیانین ها نسبت به گیاهان شاهد شد. همچنین نتایج نشان داد در تیمار توام TiO_2 NPs با UV-B 45 ، غلظت 25 ppm آن موجب کاهش میزان آنتویانین ها هم نسبت به گیاهان شاهد و هم نسبت به اعمال UV-B 45 دقیقه به تنهایی شد. این در حالیست که غلظت 50 ppm آن موجب افزایش هم نسبت به گیاهان شاهد و هم اعمال UV-B 45 دقیقه به تنهایی شد.



نمودار ۱- میزان تغییرات آنتوسیانین ها در گیاه زعفران در تیمارهای (0 UV-B، ۳۰ و ۴۵ دقیقه) و 0 ppm TiO₂ NPs، ۲۵ و ۵۰). ستون ها میانگین سه تکرار و بارهای عمودی نشان دهنده انحراف معیار بوده و حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بر اساس آزمون توکی در سطح $P < 0.05$ است.

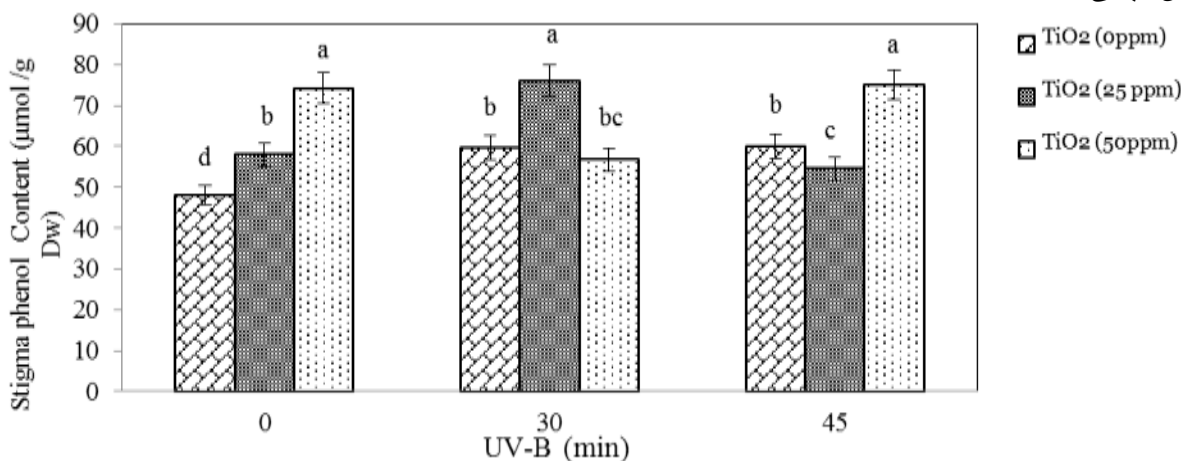
میزان فلاونوئید کلاله: بررسی نتایج نشان داد که UV-B موجب افزایش معنی دار میزان فلاونوئید کل نسبت به گیاهان شاهد شد (نمودار ۲). به طوریکه بیشترین افزایش در 45 UV-B دقیقه مشاهده گردید.

نتایج نشان داد اعمال تیمار TiO₂ NPs در گیاه زعفران، موجب کاهش میزان فلاونوئید کل نسبت به گیاهان شاهد شد، به طوریکه بیشترین کاهش در تیمار TiO₂ NPs با غلظت 25 ppm مشاهده گردید. بررسی ها نشان داد که اعمال توام TiO₂ NPs به همراه UV-B موجب کاهش میزان فلاونوئید کل نسبت به اعمال تنهایی UV-B شد ولی نسبت به گیاهان شاهد افزایش مشاهده گردید.



نمودار ۲- میزان تغییرات فلاونوئید کل در گیاه زعفران در تیمارهای (0 UV-B، ۳۰ و ۴۵ دقیقه) و 0 ppm TiO₂ NPs، ۲۵ و ۵۰). ستون ها میانگین سه تکرار و بارهای عمودی نشان دهنده انحراف معیار بوده و حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بر اساس آزمون توکی در سطح $P < 0.05$ است.

میزان فنل کلاله: بررسی نتایج نشان داد که UV-B موجب افزایش میزان فنل کل نسبت به گیاهان شاهد شد (نمودار ۳). نتایج نشان داد اعمال تیمار TiO_2 NPs در گیاه زعفران، موجب افزایش میزان فنل کل نسبت به گیاهان شاهد شد. بررسی ها نشان داد که اعمال تیمار TiO_2 NPs به همراه UV-B، اثرات متفاوتی بر میزان فنل کل گیاه زعفران داشت. در تیمار تیمار TiO_2 NPs به همراه UV-B 30 دقیقه، غلظت 25 ppm آن موجب افزایش میزان فنل کل هم نسبت به گیاهان شاهد و هم نسبت به اعمال تنهایی UV-B 30 دقیقه شد به طوری که بیشترین افزایش در این تیمار مشاهده گردید، این در حالیست که غلظت 50 ppm آن موجب کاهش نسبت به اعمال تنهایی UV-B 30 دقیقه شد. همچنین در اعمال تیمار TiO_2 NPs به همراه UV-B 45 دقیقه، غلظت 25 ppm آن موجب کاهش و غلظت 50 ppm آن موجب افزایش میزان فنل کل نسبت به اعمال تنهایی UV-B 45 دقیقه شد.



نمودار ۳- میزان تغییرات فنل کل در گیاه زعفران در تیمارهای (0 UV-B، ۳۰ و ۴۵ دقیقه) و TiO_2 NPs (۲۵ و ۵۰)، ستون ها میانگین سه تکرار و بارهای عمودی نشان دهنده انحراف معیار بوده و حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بر اساس آزمون توکی در سطح $P < 0.05$ است.

۴. بحث

آنتوسیانین ها: یافته های تحقیق در این زمینه با نتایج حاصل از تحقیقات متعددی مطابقت داشت. خاتمی و قناتی (۱۳۹۲) با بررسی تاثیر پرتوهای فرابنفش بر روی گیاه پنیرک اعلام نمودند که اعمال تنش UV حکایت تغییرات قابل ملاحظه آنتوسیانین ها بعنوان ترکیب های جاذب پرتو فرابنفش در مقایسه با سلول های شاهد داشت. در *Brassica napus* با تاثیر پرتوهای فرابنفش B و C، آنتوسیانین ها در مقایسه با نمونه های شاهد و تیمار داده شده با پرتو فرابنفش بطور قابل ملاحظه ای افزایش نشان دادند (Nasibi & M-kalantari, 2005). افزایش بیان ژن های دخیل در بیوسنتز آنتوسیانین ها در راستای افزایش محتوای آنها در گیاهان شلغم (Zhou et al., 2007) و واریته هایی از سیب (Ubi et al., 2006) تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش نشان داده شده است. میرسعیدقاضی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی تاثیر نانوذرات تیتانیوم و نانوسیلور بر طول عمر و کیفیت آلسترومریا اعلام نمودند که نانوذرات باعث بهبود آنتوسیانین گلبرگ شده است.

میزان فلاوونوئید کلاله: یافته های تحقیق با نتایج تحقیقات متعددی همخوانی دارد. پوراکیبر و عابدزاده (۱۳۹۲) افزایش محتوای فلاوونوئید کل تحت تابش UV را گزارش نمودند. افزایش محتوای فلاوونوئید در گیاه فلفل قلمی نیز تحت تیمارهای UV گزارش شده است (Hosseini sarghein et al., 2008). ترکیبات جذب کننده UV که اغلب فلاوونوئیدها یا مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید مثل آنتوسیانین هستند می توانند در اپیدرم و در واکوئل سلولها تجمع یابند و یا به صورت باند به دیواره یا کوتیکول قرار بگیرند که تجمع آنها نوعی مکانیسم حفاظتی برای جلوگیری از نفوذ پرتوهای فرابنفش است (Balouchi et al., 2009). خرمی و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تغییرات ترکیبات فنلی و آنزیم های آنتی اکسیدانی در گیاه Okra اعلام نمودند که تابش UV باعث افزایش معنی داری در فلاوونوئید کل گیاه می گردد به طوری که از این امر بعنوان بیومارکرهای نشان دهنده تنش فرابنفش می توان استفاده نمود. رستمی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی آثار فلزات سنگین بر روی رعفران اعلام نمودند که فلزات سنگین و نانوذرات آنها می توانند باعث کاهش یا افزایش متابولیت های ثانویه در گیاهان شوند و از آن طریق تغییراتی در میزان فلاوونوئید گیاه ایجاد نمایند.

میزان فنل کلاله: شاهیداغلو و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تاثیر اشعه فرابنفش بر روی کنگر فرنگی اعلام نمودند که تابش فرابنفش باعث تحریک تولید برخی از متابولیت های ثانویه در گیاهان می شود و این بر محتوای ترکیبات فنلی گیاه تاثیر گذار است، بطوریکه که تیمارهای اشعه UV باعث افزایش معنی دار روی میزان فنل کل در هر سه ژنوتیپ شد. بابایی قوشچی (۱۳۹۴) با بررسی آثار اشعه UV بر گل همیشه بهار اعلام نمود که این پرتو باعث افزایش میزان فنل کل در گیاه شد. خرمی و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تغییرات ترکیبات فنلی و آنزیم های آنتی اکسیدانی در گیاه Okra اعلام نمودند که تابش UV باعث افزایش معنی داری در ترکیبات فنلی گیاه می گردد به طوری که از این امر بعنوان بیومارکرهای نشان دهنده تنش فرابنفش می توان استفاده نمود. خاطر (۲۰۱۵) با بررسی تاثیر استفاده از نانوذرات تیتانیوم در گیاهان Coriander اعلام نمود که این تیمار باعث افزایش در میزان فنل کل گیاه می شود. رستمی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی آثار فلزات سنگین بر روی رعفران اعلام نمودند که فلزات سنگین و نانوذرات آنها می توانند باعث کاهش یا افزایش متابولیت های ثانویه در گیاهان شوند و از آن طریق تغییراتی در میزان فنل کل گیاه ایجاد نمایند.

۵. نتیجه گیری کلی

بررسی نتایج نشان داد که UV-B موجب افزایش میزان آنتوسیانین ها، فنل کل و میزان فلاوونوئید کل نسبت به گیاهان شاهد شد نتایج تحقیق حاضر نشان داد که UV-B موجب افزایش میزان فنل کل نسبت به گیاهان شاهد شد. یافته های تحقیق همچنین نشان داد که UV-B موجب افزایش معنی دار میزان فلاوونوئید کل نسبت به گیاهان شاهد شد. همچنین اعمال تیمار NPs TiO₂ در گیاه زعفران، موجب کاهش میزان فلاوونوئید کل نسبت به گیاهان شاهد شد و اعمال توام NPs TiO₂ به همراه UV-B موجب کاهش میزان فلاوونوئید کل نسبت به اعمال تنهایی UV-B شد ولی نسبت به گیاهان شاهد افزایش مشاهده گردید.

۶. منابع

- ۱- میرسعیدقاضی، موناالسادات؛ روح اله نادری و سپیده کلاته جاری، ۱۳۸۹، بررسی اثر نانو ذرات تیتانیوم و نانوسیلور بر افزایش طول عمر و کیفیت آلسترومریا رقم Konst coco، دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار (فرصتها و چالشهای پیش رو)، شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز،
- ۲- عارفخانی، سمیه؛ اکبر صافی پورافشار؛ جعفر سعیدی و قدیر طاهری، ۱۳۹۳، اثر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و آنتی اکسیدانی دانه‌رست های گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum*)، اولین همایش الکترونیکی یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی، بصورت الکترونیکی، پژوهشکده انرژی های نو و محیط زیست دانشگاه تهران،
- ۳- شاهبداغلو، علیرضا؛ علی عزیزی و حسن ساری خانی، ۱۳۹۳، اثر نور فرابنفش بر برخی صفات آگرومورفولوژیک و میزان فنل کل در برخی ژنوتیپ های کنگر فرنگی (*Cynara scolymus L*)، اولین همایش الکترونیکی یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی، بصورت الکترونیکی، پژوهشکده انرژی های نو و محیط زیست دانشگاه تهران
- ۴- پوراکیبر لطیفه، عابدزاده مهدی. بررسی اثر متقابل تاثیر پرتوهای UV-B و UV-C و سالیسیلیک اسید بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بادرنجبویه (*Melissa Officinalis L*). مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱۳۹۲؛ ۲ (۵) ۱۴-۱
- ۵- عابدزاده، م. و پوراکیبر، ل. (۱۳۹۲). بررسی اثر متقابل رتائیر پرتوهای UV-B و UV-C و سالیسیلیک اسید بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بادرنجبویه (*Melissa officinalis L*). فرآیند و کارکرد گیاهی،
- ۶- جلد ۲، شماره ۳. ۲۷-۳۸.

- ۷- Ahmad A. Awan GH. Aziz S (2007). Synthesis and applications of TiO₂ nanoparticles Pakistan engineering congress 676: 405-407.
- 8- Alvarez PJJ. Colvin V. Lead J. Stone V (2009). Reaserch priorities to advance ecoresponsible-nanotechnology. American Chemical Society Nano 3: 1616-1619.
- 9- Asada, K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: Scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. Journal of Plant Physiology. 50: 601 – 639.
- 10- Balouchi I, H. R., Sanavy, S. A. M., Emam, Y. and Dolatabadian, A. (2009) UV radiation, elevated CO₂ and water stress effect on growth and photosynthetic characteristics in durum wheat. Plant Soil and Environment. 55: 443-453.
- 11- Ghosh M. Bandyopadhyay M. Mukherjee A (2010). Genotoxicity of titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles at two trophic levels: Plant and human lymphocytes. Chemosphere 81: 1253-1262.
- 12- Horii, A., Mccup. P and Shetty, K. (2007). Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. Bioresour Technology. 98: 623-632.
- 13- Hosseini Sarghein, S. Carapetian, J. and Khara, J. (2008). Effects of UV radiation on photosynthetic pigments and UV-absorbing compounds in Capsicum longum L. – International Journal of Botany, 4: 486-490.
- 14- Huang S. Chueh PJ. Lin YW. Shih TS. Chuang SM (2009). Disturbed mitotic progression and genome segregation are involved in cell transformation mediated by nano-TiO₂ long-term exposure. Toxicology and Applied Pharmacology 241:182-194.
- 15- Klančnik K. Drobne D. Valant J. Dolenc Koce J (2011). Use of a modified Allium test with nano Tio₂ Ecotoxicology and Environmental safety. 74:85-92.
- ۱۶- Karimi L. Mirjalili M (2009). Titanium dioxide Journal of Nanotechnology 8:23-25.
- ۱۷- Klaine SJ. Alvarez PJJ. Bately GE. Fernandez TF. Handy RD. Lyon DY. Mahendra S.
- 18- Ke -Tang, J., Zhan, H. and Yang, W.D.H. (2010). Changes of resveratrol and antioxidant enzymes during UV-Induced plant defense response in peanut seedling s. Journal of Plant Physiology. 167: 95- 102.

- 19- Kovacs, E. and Keresztes, A. (2002). *Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. Micron. 33: 199-210.*
- 20- Kulandivelu, G., Lingakumar, K. and Premkumar A. (1997). *UV-B Radiation. In: Plant Ecophysiology. John wiley and sons. INC. pp: 41- 57*
- 21- Mishra, S., Srivastava, S. Tripathi, R. D. Govindarajan, R. Kuriakose, S. V and Prasad, M. N. V. (2006). *Phytochelatin synthesis and response of antioxidants during cadmium stress in Bacopa monnieri L. Plant Physiology Biochemistry. 44: 25-37.*
- 22- Moosavi, SM. Khara, J. and Heidari, R. (2009). *Effects of salicylic acid on photosynthetic pigment content in Ocimum basilicum L. under UV radiation stress. – Fredowski University International Journal of Biological Sciences, 1: ۵۷-۶۶.*