تأثیر بستر مختلف و نانو دی‌اکسید تیتانیوم بر رشد گیاه کاهو (*Lactuca sativa* L.)

حامد کاوه[۱*]، مسعود علی‌پناه[۲]، علی محبی‌زاده[۳]
۲و۱- عضو هیئات علمی گروه کشاورزی دانشگاه تربت‌حیدریه و ۳- کارشناسی ارشد گروه تولیدات‌گیاهی دانشگاه تربت-حیدریه

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی گیاهچه‌ی کاهو در بستر کشت و تیمار نانو دی‌اکسید تیتانیوم آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با پنج تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه تربت‌حیدریه به‌صورت گلدانی انجام شد. در این آزمایش تأثیر دو نوع بستر کشت (کوکوپیت و خاک‌برگ)، چهار سطح تیمار نانو دی‌اکسید تیتانیوم (۵۰۰،۳۵۰،۲۵۰،۵۰ppm) بر خصوصیات مورفولوژیکی کاهو بررسی شد. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS JMP در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد گیاه کاهو ازنظر ویژگی‌های رویشی تفاوت غیر معنی‌داری با یکدیگر در این پژوهش نشان دادند. بیشترین مقدار عملکرد در بستر کوکوپیت + ۵۰ ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم به دست آمد و کمترین آن در بستر خاک‌برگ + ۵۰ ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم همراه بود؛ که این نتایج نشان می‌دهند استفاده از کوکوپیت در بستر کشت تعداد برگ و سطح برگ را افزایش می‌دهد همچنین استفاده از غلظت بالای نانو دی‌اکسید تیتانیوم باعث کاهش عملکرد در گیاه کاهو می‌گردد.

واژه کلیدی: خاک‌برگ، کوکوپیت، نانو دی‌اکسید تیتانیوم، کاهو

مقدمه

کاهو (*Lactuca sativa* L.) گیاهی یک‌ساله روزبلند از خانواده Asteraceae محصول فصل سرد و خنک است که در تابستان به گل می‌نشیند که به‌طور وسیعی در سبد غذایی مردم کشورمان دیده می‌شود که به سبب ارزش غذایی فراوان در بسیاری ممالک دنیا جزء غذاهای اصلی به شمار می‌آیند (ده‌بوره و همکاران، ۱۳۹۲). طی دهه اخیر تولید جهانی کاهو افزایش چشمگیری داشته که ارزش تغذیه‌ای و اهمیت فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهو از عمده‌ترین دلایل افزایش سطح زیر کشت این محصول در دنیا به شمار می‌رود (Mou, 2008) تولید سبزی به لحاظ اهمیت تازه خوری و فرآوری زیاد آن در بین گیاهان زراعی از اهمیت بسیاری برخوردار است و ازنظر تولید جهانی در مقام چهارم قرار دارد (Peyvast, 2006) بر اساس نتایج تأثیر ترکیبات مختلف بستر کشت بر رشد گیاهان زینتی بررسی نسبت افزودنی‌های بستر کشت حتی به مقدار کم نیز تأثیر معنی-داری بر رشد گیاه خواهد داشت (بیدر نامنی و همکاران، ۱۳۹۵). گرم کردن خاک به نحوه‌ی که بالاتر از حرارت هوای اطراف باشد می‌تواند بر روی سیستم ریشه‌ای گیاه مؤثر باشد (قدیری و همکاران، ۱۳۸۶). افزایش میزان عملکرد با حفظ کیفیت محصول یکی از اهداف اصلی تولید گلخانه‌ای می‌باشد. با توجه به تأثیر مثبت بستر کشت بر رشد عملکرد و تأثیر آن بر کیفیت میوه به‌منظور استفاده بهینه از منابع تولید توصیه می‌گردد. سیستم محلول رسانی در اغلب گلخانه‌های کشور، احتمال بروز شرایط تنش‌زا نظیر خشکی و دمای پایین بستر که موجب ضعف رشد و کاهش عملکرد گیاه می‌گردند لذا به‌کارگیری تکنیک مناسب به رشد بهتر گیاهان به‌ویژه در شرایط تنش کمک می‌کند (دلشاد و همکاران، ۱۳۹۰). با افزایش میزان کلروفیل میزان فتوسنتز افزایش رشد ریشه و جذب بیشتر عناصر معدنی می‌گردد (Huang *et al*, 2014). بررسی روند تغییرات جذب فلزات سنگین در اندام هوایی تربچه نشان می‌دهد که با افزایش مقدار قابل‌جذب عناصر سنگین در خاک، جذب و تجمع عناصر در اندام‌های گیاهی افزایش می‌یابد بنابراین از کاربرد طولانی‌مدت و مقدار زیاد عناصر، خطر تجمع عناصر سنگین را در اندام‌های افزایش می‌دهد (رحیمی آلاشتی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج این تحقیق نشان داد که نانوذره Tio_2 مانند برخی نانو مواد دیگر پتانسیل ایجاد خسارت به مواد ژنتیکی یوکاریوتی را داشته و در استفاده از آن توجه به جنبه‌های ایمنی زیست‌محیطی آن اهمیت خاصی دارند لذا با گسترش استفاده از ذرات نانو در زمینه‌های ژنتیکی بیشتر می‌شود (تکلو و همکاران، ۱۳۹۵).

آلودگی‌های محیط، یعنی آلودگی آب، خاک و هوا که بزرگ‌ترین معضل جامعه امروزی‌اند. گزارش‌ها متعددی برای حذف آلودگی‌ها ارائه‌شده است امروزه موفقیت در ساخت سیستم‌های پاک‌سازی کاربردی برای فاضلاب کشاورزی و خاک‌های آلوده شده به‌وسیله ترکیبات فوتوکاتالیست‌های دی‌اکسید تیتانیوم و نور خورشید به‌آسانی به آب و دی‌اکسید کربن تبدیل کرد (هوایی و همکاران). بر اساس نتایج بررسی حاضر تیمار با نانو ذرات اکسید بر بیشتر ویژگی‌های تکوینی و فیزیولوژیک در لوبیا اثر مثبت را نشان داد که بیان‌گر فقدان اثر مسمومیت نانوذره موردمطالعه در غلظت‌های به‌کاررفته است. در مورد برخی از ویژگی‌ها محتوای کلروفیل a، محتوای پروتئین کل و فعالیت آنزیم کاتالاز اثر کاهشی مشاهده شد که می‌تواند مربوط به مکانیسم‌های مقاومت در گیاه موردمطالعه باشد (چهرگانی راد و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات نشان داده که جوانه‌زنی بذور گوجه‌فرنگی، کاهو و پیاز در حضور تیتانیوم اکسید و پس از قرار گرفتن در معرض نور باعث افزایش جوانه‌زنی گردید (Elghniji, et.al, 2014). تیتانیوم از دو طریق باعث افزایش فتوسنتز می‌شود یکی از طریق تغییر در فعالیت پروتئین‌های دخیل در فتوسنتز ازجمله فروکتوز ۱-۶ بی فسفات که در چرخه کلوین مؤثر است و آنزیم‌های گلوکواپوژناز و تغییر در چرخه پنتوز فسفات اکسید از که در متابولیسم کربوهیدرات نقش دارد و دوم از طریق افزایش کلروفیل که باعث تحریک و افزایش فتوسنتز می‌شود (kiss et.al, 1985). تیتانیوم عنصری سودمندی برای گیاه است و می‌تواند جذب برخی عناصر که میزان این تحریک به برخی عوامل مثل گونه، رقم، رطوبت و وضعیت عناصر غذایی در خاک بستگی دارد (kuzel et al, 2003). با توجه به اثر هیومیک اسید بر تجمع کادمیوم نتایج نشان داده اسید هیومیک باعث کاهش جذب کادمیوم توسط گیاه می‌شود و درنتیجه کاهش اثرات سمی آن بر تغییرات فیزیولوژیکی کاهو می‌شود (حقیقی و کافی، ۱۳۸۸). با توجه به اهمیت سبزی‌ها و نیز با توجه به وسعت سطح زیر کشت کاهو این تحقیق به‌منظور بررسی اثر بستر کشت مختلف و نانو دی‌اکسید تیتانیوم بر رشد گیاهچه کاهو در شرایط کنترل شده در گلخانه انجام شد.

مواد و روش

به‌منظور بررسی واکنش ویژگی‌های رشد گیاهچه کاهو در بستر کشت‌های مختلف و نانو دی‌اکسید تیتانیوم آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با پنج تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه تربت‌حیدریه انجام شد. عوامل موردبررسی در این آزمایش شامل دو نوع بستر کشت (کوکوپیت و خاک‌برگ) و سطوح مختلف نانو دی‌اکسید تیتانیوم (۵۰،۲۵۰،۳۵۰،۵۰۰ppm) استفاده شد.

تیمار نشاءها و کشت

نشاءهای از قبل تهیه‌شده در مرحله‌ی پنج‌برگی را در محلول نانو دی‌اکسید تیتانیوم با غلظت‌های مختلف به مدت ۱۵ دقیقه تیمار صورت گرفت. سپس در گلدان‌های از قبل تهیه‌شده کشت گردید. آبیاری و کودهی برای تمامی تیمارها به‌صورت یکسان صورت گردید.

صفات موردمطالعه

۴۵ روز پس از اعمال تیمار نانو دی‌اکسید تیتانیوم و استقرار گیاهچه در بستر کشت کوکوپیت و خاک‌برگ جهت مطالعه صفات مورفولوژیک، نمونه‌برداری انجام شد. خصوصیات مورفولوژیکی شامل تعداد برگ، سطح برگ، کلروفیل، وزن‌تر و وزن خشک بوته، قطر طوقه، حجم ریشه، طول ریشه، وزن‌تر و وزن‌خشک ریشه اندازه‌گیری گردید.
تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS JMP و آزمون توکی (در سطح احتمال ۵ درصد) انجام شد.

نتایج و بحث

طول ریشه :بر اساس نتایج آزمایش، اثر بستر کشت و اثر نانو دی‌اکسید تیتانیوم بر روی طول ریشه معنی‌دار نشدند. (جدول ۱). در بررسی اثر بستر کشت مختلف در رابطه باصفت طول ریشه بیشترین میزان طول ریشه برابر با ۲۶/۱۶ میلی‌متر

در تیمار ۳۵۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم و کمترین میزان طول ریشه برابر با ۲۱/۵ میلی‌متر ۵۰۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). با توجه به اهمیت طول ریشه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رشد در تعیین مقدار جذب آب، تعیین بهینه‌ترین سطح تنش و انتخاب یک مدیریت کم آبیاری مناسب می‌تواند باعث افزایش کارایی مصرف آب و افزایش عملکرد محصول گردد (قیصری و همکاران، ۱۳۹۳).

حجم ریشه :حجم ریشه در سطوح مختلف نانو دی‌اکسید تیتانیوم و بسترهای مختلف کشت اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۱). افزایش غلظت نانو دی‌اکسید تیتانیوم در بستر کشت‌های مختلف با افزایش معنی‌دار این صفات مواجه بود. به‌طوری‌که بیشترین حجم ریشه ۹/۳ مربوط به ۳۵۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم بود و کمترین میزان حجم ریشه ۷/۸۵ مربوط به سطح ۵۰۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

جدول ۱ میانگین مربعات اثر بستر مختلف و نانو دی‌اکسید تیتانیوم بر رشد گیاه کاهو

	درجه آزادی	تعداد برگ	سطح برگ (cm^2)	قطر طوقه (cm)	وزن‌تر اندام هوایی (g)	وزن‌خشک برگ (g)	حجم ریشه (ml)	طول ریشه (cm)	وزن‌تر ریشه (g)	وزن‌خشک ریشه (g)	کلروفیل
بستر	۱	۰/۶۲۵^{NS}	۱۵۳۴۸۵۷**	۳۱/۳۴۶^{NS}	۳۵۱۸/۲۵۰**	۱۹/۱۶۶**	۷۲/۹^{NS}	۱/۳۳۲^{NS}	۷۶/۸۱۲*	۱/۰۵۳*	۱/۴۱۷^{NS}
تیتانیوم	۳	۸/۰۲۵^{NS}	۵۵۲۷۰^{NS}	۱۵/۳۴۱^{NS}	۴۱/۰۹۹^{NS}	۰/۲۴۴^{NS}	۲۳/۳۷۵^{NS}	۱۴۱/۷۴۲^{NS}	۳۰/۶۵۹^{NS}	۰/۱۶۰^{NS}	۵/۵۰۷^{NS}
بستر*تیتانیوم	۳	۷/۸۲۵^{NS}	۱۱۵۶۶۸^{NS}	۲/۷۶۷^{NS}	۱۸۱/۶۵۵^{NS}	۰/۶۹۸^{NS}	۲۱/۲۱۶^{NS}	۱۴/۰۳۵^{NS}	۱۵/۵۴۱^{NS}	۰/۱۰۱^{NS}	۱/۴۹۵^{NS}
خطا	۳۲	۱۷/۹	۹۹۶۹۸	۶/۴۱	۱۵۲/۶۱	۰/۸۶	۲۰/۶۲	۹۳/۱۷	۱۸/۴۱	۰/۱۵	۴/۳۴
کل	۳۹										

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

سطح برگ: نتایج نشان دادند که کاهو در سطوح مختلف نانو دی‌اکسید تیتانیوم ازنظر سطح و تعداد برگ متفاوت بودند (جدول ۱). افزایش غلظت نانو دی‌اکسید تیتانیوم منجر به کاهش معنی‌دار این صفت در بستر کشت کوکوپیت و خاک‌برگ شد. سطح برگ در سطح ۳۵۰ppm برابر با ۷۷۱/۴۵ سانتی‌متر مربع و در سطح ppm ۵۰۰ برابر با ۶/۳۳ سانتی‌متر مربع بود (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمایش بیشترین مقدار سطح برگ کاهو به ترتیب در بستر کشت کوکوپیت و ۳۵۰ppm نانو دی-اکسید تیتانیوم و کمترین مقدار سطح برگ مربوط به بستر کشت خاک‌برگ و ۵۰۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم بودند. با توجه به نتایج آزمایش با افزایش غلظت نانو دی‌اکسید تیتانیوم طول ریشه و سطح برگ کاهش پیدا می‌کند. با توجه به نتایج پوستینی (۱۹۹۵) اثر تنش بر سطح برگ کاهو نشان داد که با افزایش غلظت، سطح برگ در تمام گیاهان موردمطالعه کاهش یافت. اختلال رشدی و از بین رفتن گیاهان در شرایط تنش می‌تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده در اثر قرار گرفتن در معرض تنش ایجاد شود.

جدول ۲ مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده کاهو تحت تأثیر اثر بستر مختلف و نانو دی‌اکسید تیتانیوم

تیمارها		تعداد برگ	سطح برگ (cm2)	قطر طوقه (cm)	وزن‌تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	حجم ریشه (ml)	طول ریشه (cm)	وزن‌تر ریشه (g)	وزن خشک‌ریشه (g)	کلروفیل
بستر	خاک‌برگ	۱۲/۱^a	۵۱۲/۴۹^a	۶/۶۷^a	۱۸/۵۱^a	۱/۴۵^a	۷/۷۲^a	۲۵/۸^a	۷/۰۳^a	۰/۵۱^a	۷/۲۲^a
	کوکوپیت	۱۲/۳۵^a	۹۰۴/۲۷^a	۸/۴۴^a	۳۷/۲۶^a	۲/۸۳^a	۱۰/۴۲^a	۲۶/۱۶^a	۹/۸^a	۰/۸۳^a	۶/۴۸^a
تیتانیوم	۵۰ppm	۱۲/۲^a	۶۸۹/۸۹^a	۸/۳۹^a	۲۹/۳۸^a	۲/۲^a	۱۱/۱۵^a	۳۰/۹۵^a	۱۰/۹۷^a	۰/۸۱^a	۷/۵^a
	۲۵۰ppm	۱۲/۶^a	۷۱۶/۱۶^a	۶/۶۸^a	۲۶/۶۹^a	۲/۲۳^a	۸^a	۲۶/۴۵^a	۷/۲۷^a	۰/۶۴^a	۶/۹۳^a
	۳۵۰ppm	۱۳/۱^a	۷۷۱/۴۵^a	۹/۹۴^a	۲۹/۸۲^a	۲/۲۴^a	۹/۳^a	۲۵/۳۳^a	۸/۱۶^a	۰/۷۳^a	۷/۶۶^a
	۵۰۰ppm	۱۱^a	۶۱۱/۰۴^a	۷/۷۶^a	۲۵/۶۶^a	۱/۹^a	۷/۸۵^a	۲۱/۵^a	۷/۲۹^a	۰/۵۲^a	۶/۰۲^a

میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد مقایسه شده‌اند و تفاوت میانگین‌های حداقل با یک حروف مشترک معنی‌دار نیست.

تعداد برگ: کاهو در سطوح مختلف نانو دی‌اکسید تیتانیوم و بستر کشت‌های مختلف ازنظر تعداد برگ اختلاف معنی-داری باهم نداشتند (جدول ۱). افزایش غلظت نانو دی‌اکسید تیتانیوم در بستر کشت‌های مختلف با غیر معنی‌داری این صفات مواجه بود. به‌طوری‌که بیشترین تعداد برگ ۱۳/۱ مربوط به سطح ۳۵۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم را داشتند. همچنین کمترین تعداد برگ ۱۱ مربوط به سطح ۵۰۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم بود (جدول ۲). تحقیقات نشان داده است که توسعه سطح برگ تحت تنش به‌سرعت کاهش می‌یابد و از طرفی باعث افزایش تعداد برگ در گیاه می‌شود (پیوست و همکاران،۱۳۸۷).

کلروفیل برگ: کاهو در بستر کشت‌های مختلف در سطوح مختلف نانو دی‌اکسید تیتانیوم ازنظر میزان سبزینه‌ی برگ اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۱). افزایش غلظت نانو دی‌اکسید تیتانیوم در بستر کشت‌های مختلف با غیر معنی‌دار این صفات مواجه بود. به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل ۷/۶۶ مربوط به تیمار ۳۵۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم و کمترین میزان کلروفیل ۶/۰۲ مربوط به تیمار ۵۰۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم بود (جدول ۲). پایین بودن تخلخل کل، ظرفیت نگهداری آب و کمبود عناصر غذایی می‌تواند دلیل کاهش رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی و درنهایت رشد در این بسترها باشدکه با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (شینواهارا و همکاران،۱۹۹۲).

وزن‌تر ریشه و بوته: وزن‌تر و وزن خشک بوته در کاهو با بستر کشت‌های مختلف به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف نانو دی‌اکسید تیتانیوم قرار گرفت (جدول ۱). افزایش غلظت نانو دی‌اکسید تیتانیوم در بستر کشت‌های مختلف کاهش معنی‌دار این صفت را به همراه داشت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزن‌تر ریشه و بوته در سطح ppm ۳۵۰ نانو دی‌اکسید تیتانیوم و کمترین میزان وزن‌تر ریشه و بوته در بستر کشت خاک‌برگ و ppm ۵۰۰ نانو دی‌اکسید تیتانیوم بود (جدول ۲).

وزن تر و وزن خشک‌ریشه: وزن‌تر و وزن خشک‌ریشه کاهو در سطوح مختلف نانو دی‌اکسید تیتانیوم و بستر کشت‌های مختلف ازنظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۱) در صفت وزن خشک‌ریشه و بوته نیز این حالت نشان‌دهنده با افزایش غلظت نانو دی‌اکسید تیتانیوم وزن خشک بوته و ریشه کاهش پیدا کرد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزن خشک مربوط به تیمار کوکوپیت و ۵۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم و کمترین مقدار وزن خشک را تیمار خاک‌برگ و ۵۰۰ppm نانو دی‌اکسید تیتانیوم داشته است (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

درمجموع با توجه به نتایج به‌دست‌آمده ازآنجایی‌که کوکوپیت وارداتی بسیار گران‌قیمت است، کاربرد آن به‌عنوان بستر کشت در ایران توجیه اقتصادی ندارد. با در نظر گرفتن اینکه منابع زیادی وجود داشته که ازنظر خواص فیزیکی می‌تواند قابلیت بالایی را برای استفاده در بستر کشت داشته باشند و همچنین با توجه به قیمت مناسب آن‌ها به‌عنوان بستر کشت مناسب توصیه شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از کاربرد دی‌اکسید تیتانیوم بر روی صفات کاهو پیشنهاد می‌گردد وجود یا ماندگاری احتمالی نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم در بافت‌های مختلف کاهو نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

منابع

بیدر نامنی، ف.، زارعی، ح.، مشایخی، ک. و شعبانی پور، م. (۱۳۹۵). تأثیر ترکیبات مختلف بستر کشت بر رشد فیکوس بنجامین ابلق. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۱(۱):۱۲۲-۱۳۲.

پیوست، غ،ع.، زارع، م، ر. و سمیع‌زاده، ح، ا. (۱۳۸۷). اثر متقابل سطوح مختلف سیلیسیم و تنش شوری بر رشد کاهوپیچ تحت شرایط کشت در سیستم لایه‌نازک محلول غذایی. مجله علوم و صنایع کشاورزی ویژه علوم باغبانی، ۱(۲):۷۹-۸۸.

تکلو، س.، داوودی، د.، امیری، م.، ابراهیمی، م. ع.، روزبه، ف. و رسولی‌نیا، ع. ا. (۱۳۹۵). اثر نانوذره Tio_2 بر صفات جوانه‌زنی و شاخص‌های سیتوژنتیکی گیاه جو. مجله بیوتکنولوژی کشاورزی، ۱(۱): ۱۳-۲۶.

چهرگانی راد، ع. ک.، محسن زاده، ف.، معتبر نیا، س. وشیرخانی، ز. (۱۳۹۵). پاسخ‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه لوبیا به تیمار نانو ذرات اکسید آلومینیوم. مجله سلول و بافت، ۱(۱): ۱۹-۳۲.

حقیقی، م. و کافی. (۱۳۸۸). اثر هیومیک اسید بر تجمع کادمیوم، نیترات و تغییرات فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در کاهو. نشریه علوم باغبانی، ۱(۴): ۵۳-۵۸.

دلشاد، م.، احرار، م. و بابالار، م. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر اختلاط هیدروژل با بستر کشت بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه خیار گلخانه‌ای پیوندی و غیر پیوندی در سیستم هیدروپونیک. مجله علوم باغبانی ایران، ۱(۴): ۲۱-۲۹.

ده‌بوره، ر.، حشمتیان، ز.، اشرفی باباگنجه، ل.، خادم انصاری، م. ح.، اشرفی باباگنجه، ل.، بهرامی‌آذر، پ.، عبداللهی، م. ر. و حشمتیان، ب. (۱۳۹۲). بررسی اثرات عصاره آبی-الکلی کاهو بر میزان فشار خون شریانی و ضربان قلب موش صحرایی. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، ۱(۱): ۶۶-۷۶.

رحیمی آلاشتی، س.، بهمنیار، م. ع. و قاجار سپانلو، م. (۱۳۹۰). نقش فاضلاب بر میزان Ph, O.C, EC خاک و تجمع سرب و کادمیوم در خاک و گیاه کاهو و تربچه. مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۳(۴):۱۳۳-۱۴۷.

قدیری، ع. ر.، فرخ، ع. ر. و صفرزاده‌ویشکایی، م. ن. (۱۳۸۶). بررسی پوشش بستر کشت قلمه در تولید نهال توت. "پژوهشی" زراعت و باغبانی، ۷۹ (۲): ۱۹-۲۵.

قیصری، م.، مجیدی، م، م.، میرلطفی، م.، زارعیان، م، ج.، امیری، س. و بنی‌فاطمی، م. (۱۳۹۳). اثر مدیریت‌های مختلف کم آبیاری بر طول ریشه گیاه ذرت. نشریه آب و خاک، ۵(۳):۸۹۰-۸۹۸.

Elghniji K., Sabrine S., Ben Mosbah M. Elimame E.and Moussaoui Y. (2014) Detoxification of 4-chlorophenol in TiO2 sunlight system: effect of rawand treated solution on seed germination and plants growth of various sensitive vegetables.Toxicological and Environmental Chemistry،96: 869-879.

Hong, F., Yang, P., Gao, F., Liu, C., Zheng, L., Yang, F. and Zhou, J (2014c) Effect of nano-TiO2 on spectral characterization of photosystem II particles from spinach. Chem Res Chin Univ 21: 196–200.

Kiss, F., Deak, G. Feher, M. Balogh, A. Szabolsci, L.and Pais, I. (1985) The effect of titanium and gallium in photosyntetic rate of algae. Journal of Plant Nutrition 8: 825-832.

Kuzel, S., Hruby, M., Cigler, P., Tlustos, P. and Van, N. (2003) Mechanism of physiological effects of titanium leaf sprays on plants grown on soil. Biological Trace Element Research 91: 179- 190.

Mou, B.) 2008).. In: Prohens, J., and Nuez, F. (eds.) Handbook of Plant Breeding. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae. Springer Science, New York, USA. Lettuce. pp. 75-116

Peyvast, GH. 2006. Olericulture. Daneshpazir Publications of . 487 pp. (in Persian).

Poustini, K. 1995. Physiological responses of two wheat cultivars to salinity stress. Iranian Journal of Agriculture Science. 26 (2): 57-64. (in Persian with English abstract)

Smith, E.M., and Treaster S.A. 1992. Composted municipal sludge from two Ohio cities for container-grown woody ornamentals. Horticultural Abstracts. 62: 173.

The effect of culture medium and Titanium dioxide nanoparticles on the growth of lettuce *(Lactuca sativa* L.)

H. Kaveh[1], M. Alipanah[2], A. Mohebizadeh[3]
1,2- Academic Member Of Agricaultueral.Torbat-e-Heydarieh University.
3 M.Sc of Agricultueral. Torbat-e-Heydarieh University.

Abstract
To evaluate the morphological characteristics of the lettuce in culture medium and treated titanium dioxide nanoparticles factorial experiment in a randomized complete block design with five replications in the University of Torbat-e-Heydarieh in the greenhouse of controlled conditions. The effects of two types of substrates (coco peat and leaf mold) and four levels of titanium dioxide nanoparticles (Ppm50, 250,350,500) on morphological characteristics lettuce cultivars were evaluated. The data analysis with SAS JMP software at the 5% level showed a non-significant difference lettuce plant growing in terms of our characteristics in the study showed. Increases, the use of high concentrations of titanium dioxide nanoparticles decrease in yield.

Keywords: Leaf mold, Coco peat, Titanium dioxide nanoparticles, lettuce