نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۴۴۵-۴۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 435-445
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تأثیر سطوح مختلف و دفعات محلولپاشی نانوکود فارمکس بر رشد و نمو و مواد مؤثره بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.)

سمانه محمدی[1*]، مجید عزیزی[2]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۰۶/۰۶
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱۰/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر نانوکود فارمکس و تعداد دفعات محلولپاشی آن بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، عملکرد گل تازه و خشک، درصد اسانس و کامازولن گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.) رقم بودگلد، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل تعداد دفعات محلولپاشی (مرحله پنجه دهی و دو هفته بعد از محلولپاشی اول) و غلظت نانو کود فارمکس (۰، ۱، ۳ و ۵ میلی لیتر بر لیتر) بود. نتایج نشان دهنده اثر معنی‌دار تعداد دفعات محلولپاشی بر ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، وزن تر کل بوته و عملکرد گل خشک بود، همچنین غلظت‌های مختلف نانوکود فارمکس بر اکثر صفات تأثیر معنی‌دار داشت. اثر متقابل این دو فاکتور نیز بر ارتفاع گیاه، طول ریشه و عملکرد گل خشک معنی‌دار بود. در مجموع، بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۳/۵ سانتی‌متر) و عملکرد گل خشک (۱۷۴/۴ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار دوبار محلولپاشی و غلظت ۳ در هزار و بیشترین طول ریشه (۱۵ سانتی‌متر) مربوط به تیمار یکبار محلولپاشی و غلظت ۵ در هزار بود ولی تیمار دوبار محلولپاشی و غلظت ۳ در هزار نانوکود فارمکس بیشترین اثر را بر صفات اندازه گیری شده از جمله درصد اسانس (۰/۷۵۳ درصد وزنی) داشت ولی از لحاظ آماری معنی دار نبود. با توجه به نتایج حاصل به نظر می رسد تیمار دوبار محلولپاشی و غلظت ۳ در هزار نانو کود فارمکس بدلیل افزایش عملکرد و افزایش سایر صفات، بهترین تیمار بوده است.

واژه های کلیدی: *Matricaria recutita*، بودگلد، نانو کود فارمکس، کامازولن

مقدمه

بابونه آلمانی با نام علمی .*Matricaria recutita* L، یکی از مهمترین گیاهان دارویی است که از خانواده کاسنی (Asteraceae) می باشد و گل‌های آن در صنایع داروسازی، آرایشی- بهداشتی و صنایع غذایی استفاده فراوانی دارد (۵). امروزه پراکندگی وسیعی از بابونه در اروپا، آسیای صغیر، آفریقای شمالی، آمریکای شمالی و جنوبی و استرالیا وجود دارد. گل‌های بابونه به عنوان یک ماده خام حاوی نزدیک به ۱۲۰ ترکیب شیمیایی مثل ترپنوئیدها، فلاونوئیدها و موسیلاژها می باشند. کامازولن، آلفا-بیسابلول و فارنزن مهم‌ترین ترکیب‌های اسانس بابونه هستند. منشأ رنگ آبی منحصر به فرد اسانس بابونه آلمانی و عامل تعیین کننده قیمت اسانس آن یک هیدروکربن دوحلقه ای، جامد و آبی رنگ به نام کامازولن است که بین ۱ تا ۱۵ درصد وزنی اسانس را تشکیل می دهد (۶). ماده مؤثره بابونه اسانس بوده که خواص دارویی متعددی مانند آرامبخش، ضد اسپاسم، تحریک کننده گلبول‌های سفید خون و تقویت سیستم دفاعی بدن، ضد باکتری‌های گرم مثبت و ضد حساسیت برای آن ذکر شده است (۵، ۷ و ۲۳). گیاه داروئی بابونه در بسیاری از کشورها به صورت گل‌های خشک و اسانس در صنایع داروئی، غذائی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در سال‌های اخیر نیز به عنوان یکی از پر فروش‌ترین گیاهان داروئی جهان در آمده است. کشورهای مطرح در زمینه تولید گیاهان داروئی و بابونه شامل مجارستان، ایتالیا و اسلواکی می‌باشد .بابونه یکی از قدیمی‌ترین و یکی از نه گیاه داروئی مهم در دنیا است که توسط انسان شناخته شده است. با توجه به اهمیت این گیاه در سلامت جامعه و نقش آن در آشتغال‌زائی و ارزآوری، بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد کمی و کیفی آن بسیار مهم می‌باشد. لذا لازم است تا تحقیقات همه جانبه‌ای روی این گیاه در کشور انجام پذیرد.

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: s.mohammadi35@yahoo.com)

بابونه از جمله گیاهان دارویی است که به جهت پراکندگی آن در محدوده‌های جغرافیایی معین و نوسانات ماده مؤثره آن از لحاظ کمی و کیفی و از طرفی به دلیل عوارض جانبی و آثار سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و وارداتی بودن فرآورده‌های دارویی بابونه در ایران، انجام تحقیقات در زمینه کشت و تولید انبوه این گیاه و نیز افزایش میزان اسانس و مخصوصا کامازولن آن، ضروری به نظر می رسد (۹). در گیاهان دارویی اگر چه ساخت مواد مؤثره به صورت ژنتیکی کنترل می شود ولی تولید آن‌ها به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار می گیرد، به طوریکه عوامل محیطی علاوه بر تأثیر بر رشد و نمو گیاهان در کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها نیز تأثیر می گذارد، حاصلخیزی خاک از جمله فاکتورهایی محسوب می شود که تأثیر مثبتی بر کیفیت و کمیت محصول نهایی دارد (۴ و ۱۵). در عصر حاضر از نانوتکنولوژی به عنوان دانش زمینه ساز گشایش افق‌های جدید در عرصه تمامی علوم یاد می شود. فناوری نانو، کاربردهای بالقوه نوظهور و تازه ای در زمینه علوم کشاورزی ایجاد کرده است. با استفاده از این دانش می توان شیوه‌های فعلی مدیریت محصول را بهبود بخشید. بنیاد نانوتکنولوژی در آمریکا، واژه نانوتکنولوژی را چنین توصیف می کند «تحقیق و توسعه هدفمند، برای درک و درستکاری و اندازه گیری‌های مورد نیاز در سطح مواد با ابعاد در حد اتم» (۲۶). نانوتکنولوژی به عنوان یک علم بین رشته‌ای می تواند کاربرد وسیعی در بخش کشاورزی داشته و در موارد مهمی از جمله افزایش تولیدات زراعی، کم کردن مصرف سموم و کودها، طولانی‌تر کردن مدت نگهداری محصولات کشاورزی تولید شده و شاید بتوان گفت در تمامی مراحل و نهاده‌ها و ابزار کشاورزی انقلابی کارآور در جهت بهبود ایجاد نماید (۱۱). استفاده از نانوکودها منجر به افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رساندن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد کود می‌شود. با بکارگیری نانوکودها، زمان و سرعت رهاسازی عناصر با نیاز غذایی گیاه مطابق و هماهنگ می‌شود، لذا گیاه قادر به جذب بیشترین مقدار مواد غذایی بوده و در نتیجه ضمن کاهش آبشویی عناصر، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد (۱۹). کاربرد مواد شیمیایی مناسب در طول دوره‌ی کاشت، داشت و برداشت گیاهان نه تنها نقش عمده‌ای در کسب حداکثر محصول ایفا می کند، بلکه در بهبود کیفیت آن نیز مناسب است (۱۸).

اگر چه تحقیقات گسترده‌ای در مورد تأثیر کود شیمیایی و دامی بر روی بابونه صورت گرفته (۱، ۲، ۳، ۱۲ و ۱۳) ولی تاکنون گزارشی از کاربرد نانو کودها بر روی این محصول در ایران منتشر نشده است. طهماسبی و همکاران (۲۴)، در تحقیقی نشان دادند که استفاده از کود حاوی ذرات نانو در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد بیشترین اثرات را در افزایش عملکرد غده‌های کوچک سیب زمینی دارد. همچنین زهنگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ از کودهای کندرهاشونده با پوششی از مواد نانو روی محصولاتی چون گندم و ذرت استفاده کردند. آن‌ها بیان کردند که استفاده از این کود نسبت به کود شیمیایی NPK دارای اثر افزایش عملکرد بیشتری بوده است (۳۲). صالحی و تمسکنی (۲۷) نشان دادند که تیمار نانو نقره (۵۰ میلی گرم بر لیتر) باعث افزایش درصد جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه و در نهایت بهبود استقرار گندم گردید. در آزمایشی ترکیبی از ذرات نانو SiO_2 و TiO_2 فعالیت نیترات ردوکتاز را در سویا افزایش داد و توانایی جذب و استفاده از آب و کود را تشدید نمود (۲۷). شاه و بلوزروا (۲۸) نشان دادند که نانو ذرات فلزی باعث افزایش نسبت اندام هوایی به ریشه در کاهو شدند. مطالعه زهنگ و همکاران (۳۳) افزایش جوانه زنی، وزن خشک گیاه، تشکیل کلروفیل، فعالیت آنزیم روبیسکو و سرعت فتوسنتز را در اسفناج در اثر تیمار با ذرات نانو TiO_2 مشاهده نمودند. پیوندی و همکاران (۸) به مقایسه تاثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ریحان (*Ocimum basilicum*) پرداختند. بررسی آن‌ها نشان داد که پارامترهای رشد در گیاهانی که در معرض تیمار کود آهن با غلظت ۷.۵ کیلوگرم در هکتار و نانو کود آهن با غلظت ۱ کیلوگرم در هکتار بودند، نسبت به شاهد افزایش یافته است. به طور کلی نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که جایگزینی کود آهن تهیه شده با فناوری نانو در مقایسه با کودهای آهن رایج در غلظت مناسب یا کمتر نسبت به کود آهن می توانند سبب افزایش رشد کمی و کیفی ریحان شود. لذا این تحقیق با توجه به نیاز صنایع داروسازی به این محصول و اهمیت تغذیه بر عملکرد کمی و میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی به صورت غلظت‌های مختلف نانو کود فارمکس و دفعات محلولپاشی آن بر روی بابونه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نانوکود و مراحل مختلف محلولپاشی آن بر صفات کمی و کیفی بابونه آلمانی رقم بودگلد آزمایشی به صورت گلدانی در محل گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. مشخصات مربوط به شرایط محیطی گلخانه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات مربوط به شرایط محیطی گلخانه

شرایط محیطی گلخانه	دمای حداقل (سانتی گراد)	دمای حداکثر (سانتی گراد)	میانگین شدت نور (فوت کندل)	میزان رطوبت هوای گلخانه (درصد)	پوشش گلخانه
	۲۰	۴۵	۴۶۵۰	۴۵/۵۶	پلاستیک

جدول ۲- مشخصات نانوکود فارمکس مورد استفاده در این آزمایش

ترکیب	CaO	F	SiO_2	MgO	SO_3	ZnO	Fe_2O_3	Al_2O_3	Na_2O	MoO_3	K_2O	CuO	NiO	CoO	SrO	کل
غلظت (%w/w)	۳۳/۷۴	۱۵/۵۸	۹/۶۳	۰/۸۳	۰/۸۰۲	۰/۳۳۰	۰/۲۸۸	۰/۱۹۰	۰/۱۶۰	۰/۰۷۵	۰/۰۶۹	۰/۰۵۱	۰/۰۴۶	۰/۰۳۹	۰/۰۳۶	۱۰۰

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتورها شامل غلظت های مختلف نانوکود فارمکس (۰، ۱، ۳ و ۵ میلی لیتر بر لیتر) و مراحل مختلف محلولپاشی (مرحله پنجه دهی و دو هفته بعد از محلولپاشی اول) بود. مشخصات نانوکود فارمکس در جداول (۲) نشان داده شده است. این تحقیق در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ سانتی متر و ارتفاع ۲۷ سانتی‌متر با محیط کشت ۲ : ۱ خاکبرگ :خاک معمولی انجام شد. بذور بابونه در تاریخ ۸۹/۱۰/۲۸ بعد از وزن کردن با ماسه بادی مخلوط و کشت گردیدند. آبیاری تا زمان ظهور گیاهچه که در تایخ ۸۹/۱۱/۴ بود هر روز و بعد از آن هفته‌ای دو بار صورت می‌گرفت.

تاریخ محلولپاشی اول بابونه ۸۹/۱۲/۱۶ در مرحله پنجه دهی انجام شد و تاریخ دوم محلولپاشی در ۸۹/۱۲/۲۸ صورت گرفت. برداشت بابونه از تاریخ ۹۰/۱/۲۰ هر روز صبح بین ساعات ۹ تا ۱۱ انجام می شد. در زمان اوج گلدهی یعنی وقتی که ۸۰ درصد گیاهان دارای گل بودند، ارتفاع بوته و نهنج گل، قطر گل و نهنج آن و تعداد پنجه‌ها اندازه گیری گردید و عمل برداشت گل‌ها انجام شد. پس از اندازه گیری وزن تر و شمارش گل ها، گل‌ها در محلی سایه، با تهویه مناسب و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد منتقل و خشک شدند و عملکرد گل خشک در تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. سپس از هر کرت ۵ گرم گل خشک به طور دقیق وزن شد و جهت استخراج اسانس آماده شدند. استخراج اسانس نمونه ها به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر[1] به مدت سه ساعت و در شرایط کاملا یکسان انجام شد. درصد کامازولن موجود در اسانس با استفاده از روش اسپکتوفتومتری و بر اساس فارماکوپه مجارستان محاسبه شد.

به اسانس استخراج شده از ۵ گرم گل خشک بابونه، ۲۵ میلی لیتر هگزان اضافه شد، سپس جذب این محلول در طول موج ۶۱۰ نانومتر در دستگاه UV محاسبه شد و به کمک رابطه زیر درصد کامازولن آن بدست آمد (۶، ۱۳ و ۱۶).

A (درصد کامازولن) = E (جذب در طول موج ۶۱۰ نانومتر) × D

(مقدار هگزان) × وزن اسانس/۵/۸۱ × ۱۰۰

نتایج حاصل به کمک نرم افزار Mstat-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد مقایسه شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر ساده تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت‌های مختلف نانو کود و اثر متقابل آنها بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). به طور کلی با افزایش غلظت نانوکود تا غلظت ۳ در هزار به ارتفاع گیاه افزوده شد، ولی با افزایش غلظت به مقدار ۵ در هزار ارتفاع بوته کاهش یافت که غلظت صفر کود با ارتفاع معادل با ۵۷/۳۵ سانتی‌متر کمترین و غلظت ۳ در هزار معادل ۸۲/۵ سانتی متر بیشترین ارتفاع را دارا بودند. همانطور که شکل ۱ اثر متقابل را نشان داده است بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۳/۵ سانتی متر) مربوط به تیمار دو بار محلولپاشی در طی دوره رشد رویشی و غلظت ۳ در هزار این کود می باشد و کمترین ارتفاع بوته (۶۰/۱۲ سانتی متر) مربوط به تیمار غلظت صفر نانو کود و دوبار محلولپاشی بوده است. بطور کلی مشاهده شد که استفاده از این کود در صورت محلولپاشی در دو نوبت باعث افزایش ارتفاع بوته بابونه می شود. نتایج حاصل با تحقیقات دهقانی مشکانی و همکاران (۱۱)، آرزمجو و همکاران (۳) و

1- Clevenger

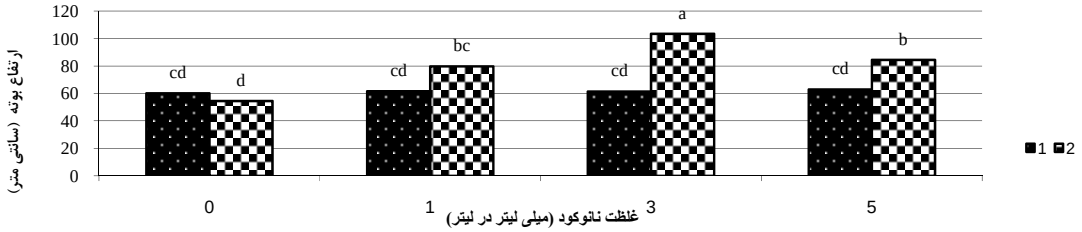
احمدیان و همکاران (۱) مطابقت دارد بطوریکه آن‌ها نیز تأثیر مثبت کود را بر ارتفاع گیاه بابونه گزارش کردند. زهنگ و همکاران (۳۲) اعلام کردند که استفاده از کودهای حاوی ذرات نانو در مقایسه با مقدار مساوی کود شیمیایی NPK باعث افزایش ارتفاع گیاه گندم گردیده است. آن‌ها بعد از تجزیه گیاه بیان کردند که گیاهان تیمار شده با این کود دارای غلظت بیشتری از عناصر بخصوص نیتروژن بوده است. صالحی و تمسکنی (۲۷) نشان دادند که تیمار نانو نقره (۵۰میلی گرم بر لیتر) باعث افزایش طول ساقه چه گندم گردید. در رابطه با تاثیر نانوکودفارمکس بر رشد گیاه اطلاعات قابل دسترسی وجود ندارد. به نظر می‌رسد نانو ذرات سیلیس موجود در این کود موجب افزایش مواد فتوسنتزی گیاه شده است و این مواد شرایط را برای بهبود رشد رویشی گیاه فراهم کرده است همجنین نانوکود-فارمکس دارای طیف وسیعی از عناصر غذایی پرمصرف(اکسیژن، کلسیم، منیزیوم، پتاسیم، گوگرد)، کم مصرف(آهن، روی، مس، مولیبدن، کبالت) و عناصر مفید(نیکل ، سدیم و فلور) می‌باشد، لذا علت افزایش رشد رویشی گیاه را در اثر کاربرد این کود را می‌توان به افزایش فراهمی عناصر غذایی، بهبود دسترسی و جذب بیشتر، توسط گیاه نسبت داد. بالا بودن کارایی جذب و سطح مخصوص نانوذرات در مقایسه با ذرات معمول، اثرگذاری بیشتر این ذرات را می‌تواند توجیه کند (۲۵،۲۴،۲۹).

قطر گل و نهنج بابونه

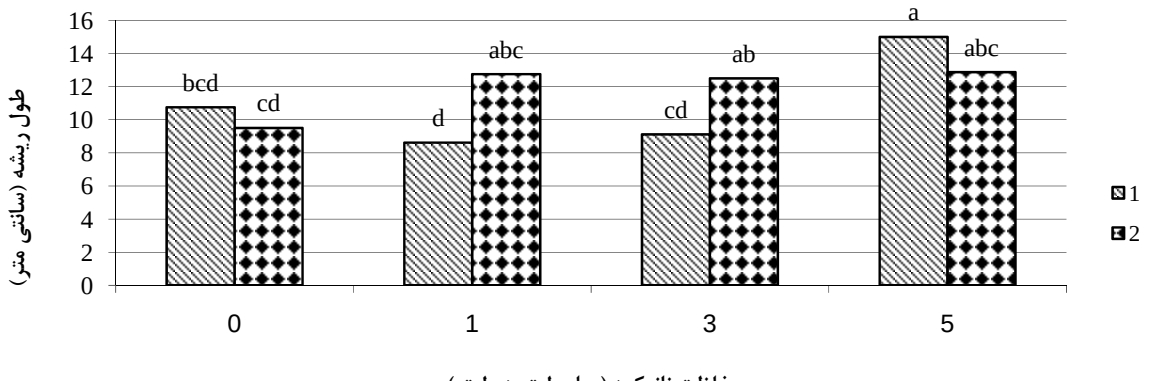
طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول ۳ فقط اثر ساده غلظت کود بر قطر گل و نهنج معنی‌دار بوده و اثر ساده تعداد دفعات محلولپاشی و اثر متقابل این تیمارها از لحاظ آماری بر این صفات معنی‌دار نبوده است. مقایسه میانگین صفات فوق در جدول ۴ نشان می دهد که با افزایش غلظت کود قطر گل افزایش که غلظت ۵ در هزار بیشترین قطر گل (۱۶/۷۱ میلی متر) را داراست ولی با افزایش غلظت تا ۳ در هزار کود، صفت قطر نهنج افزایش (۷/۴۹ میلی متر) ولی در غلظت‌های بیشتر از آن کاهش یافت و کمترین قطر گل و قطر نهنج (به ترتیب ۱۵/۰۳ و ۶/۲۳ میلی متر) مربوط به تیمار غلظت صفر این کود بوده است. به طور کلی استفاده از این کود باعث افزایش این صفات شده است که با نتایج دهقانی مشکانی و همکاران (۱۲) مطابقت دارد که آن‌ها گزارش کردند کودها مخصوصا کود دامی و بیولوژیک باعث افزایش قطر کاپیتول گل می شوند.

ارتفاع نهنج

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول ۳، فقط اثر ساده غلظت کود بر ارتفاع نهنج معنی‌دار بوده و اثر ساده تعداد دفعات محلولپاشی و اثر متقابل این تیمارها از لحاظ آماری بر این صفات معنی‌دار نبوده است. مقایسه میانگین صفت فوق در جدول ۴ نشان داده است که کمترین ارتفاع نهنج (۴/۶۷ میلی متر) مربوط به تیمار غلظت صفر کود و بیشترین ارتفاع (۵/۷۸ میلی متر) مربوط به غلظت ۳ در هزار این کود می باشد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق زهنگ و همکاران (۳۲) مطابقت داشت بطوریکه آن‌ها بیان کردند استفاده از کود نانو در مقایسه با کود شیمیایی باعث افزایش ارتفاع خوشه گندم گردیده است.



شکل ۱- اثر متقابل تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت های مختلف نانو کود فارمکس بر ارتفاع بوته (سانتی متر) (میانگین های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشد)



شکل ۲- اثر متقابل تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت های مختلف نانو کود فارمکس بر طول ریشه (سانتی متر) (میانگین های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشد)

تعداد پنجه

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر ساده تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت‌های مختلف نانوکود بر تعداد پنجه معنی‌دار بوده ولی اثر متقابل آن از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). همانطور که جدول مقایسه میانگین اثر ساده نشان می دهد دوبار محلولپاشی با ۵ پنجه بیشترین و غلظت ۳ در هزار کود با ۷ پنجه بیشترین اثر را دارا بوده است (جدول ۴). صالحی و تمسکنی نشان دادند که تیمار نانو نقره (۵۰ میلی گرم بر لیتر) باعث افزایش ریشه چه و در نهایت بهبود استقرار گندم گردید (۲۷).

طول ریشه

نتایج تجزیه واریانس جدول ۳ نشان می دهد که اثر ساده غلظت کود و اثر متقابل تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت کود بر طول ریشه معنی‌دار ولی اثر ساده تعداد دفعات محلولپاشی بر این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نمی باشد. جدول مقایسه میانگین اثر ساده (جدول ۴) نشان می دهد که غلظت ۵ در هزار با ۱۳/۹ سانتی متر بیشترین طول ریشه را دارد. همانطور که شکل ۲ اثر متقابل را نشان می دهد تیمار یکبار محلولپاشی و غلظت ۱ در هزار کود کمترین طول (۸/۲۶ سانتی متر) و تیمار ۵ در هزار نانو کود فارمکس با دوبار محلولپاشی در طی دوره رشد رویشی بیشترین طول ریشه (۱۵ سانتی متر) را دارا بوده است.

وزن تر و خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر ساده تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت های مختلف نانوکود فارمکس بر وزن تر کل بوته معنی‌دار بوده ولی اثر متقابل آن از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). جدول اثر ساده نشان می دهد که دوبار محلولپاشی در طی دوره رشد رویشی با ۵۸/۹ گرم و غلظت ۳ در هزار کود نیز بیشترین تأثیر را در وزن تر بوته دارا بوده است (۶۷/۵ گرم). در اثر متقابل تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت‌های مختلف کود، دوبار محلولپاشی و غلظت ۳ در هزار آن دارای بیشترین وزن تر (۸۱/۸ گرم) ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد. جدول ۳ نشان داد که فقط تیمار غلظت نانوکود فارمکس بر صفت وزن خشک بوته معنی دار است، همانطور که جدول مقایسه میانگین اثر ساده نشان می‌دهد غلظت ۵ در هزار با ۱۷/۸ گرم بهترین تیمار بوده است. این نتایج نشان دهنده اثرات مثبت کود بر این صفات است که با تحقیقات دهقانی مشکانی و همکاران (۱۲) و احمدیان (۱) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که مصرف کودهای دامی، بیولوژیک و کمپوست باعث افزایش بیوماس گیاه شده است. زهنگ و همکاران (۳۳) افزایش وزن خشک گیاه را در اسفناج در اثر تیمار با نانو ذرات TiO_2 گزارش نمودند. آن‌ها بیان داشتند که تیمار با ذرات نانو TiO_2 باعث افزایش تشکیل کلروفیل، فعالیت آنزیم روبیسکو و سرعت فتوسنتز در اسفناج شده و در نتیجه باعث افزایش وزن خشک بوته شد.

درصد اسانس و کامازولن

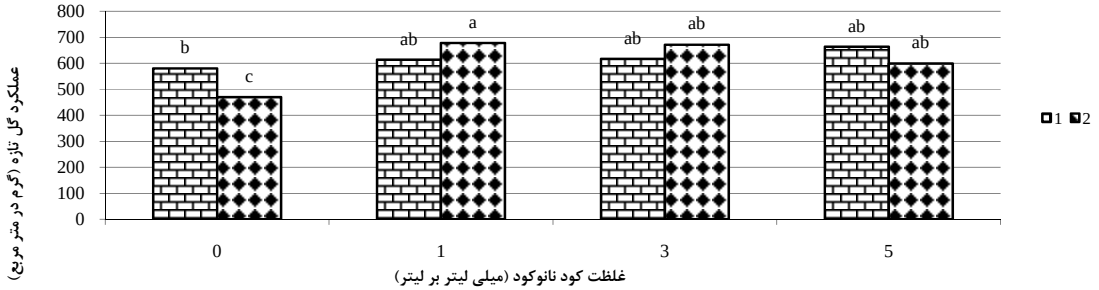
با توجه به جداول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین، تنها اثر ساده غلظت‌های مختلف نانوکود فارمکس بر درصد وزنی اسانس

معنی‌دار بوده و بقیه تیمارها از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است. اثر ساده غلظت کود ۳ در هزار کود با ۰/۶۶۵ درصد وزنی اسانس بیشترین تأثیر را دارا بوده است. اثر متقابل تیمارها نیز بر این صفت معنی‌دار نشده ولی با این وجود، تیمار ۳ در هزار کود و دوبار محلولپاشی با مقدار اسانس ۰/۷۵۳ درصد وزنی بهترین تیمار بوده است. احمدیان و همکاران (۱)، دهقانی مشکانی و همکاران (۱۲)، در نتایج خود نشان دادند که مصرف کود بویژه کودهای دامی و زیستی باعث افزایش درصد اسانس شدند. از لحاظ آماری هیچکدام از تیمارها بر درصد کامازولن تأثیر معنی‌داری نداشته است. جدول ۴ نشان می دهد که تیمار دوبار محلولپاشی و غلظت ۳ در هزار با ۶/۴ درصد بیشترین درصد کامازولن نسبت به سایر تیمارها دارا می باشد، ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این نتایج با نتایج رحمتی و همکاران (۱۳) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که مصرف کودهای نیتروژنه باعث افزایش درصد کامازولن می شود. همچنین عموموها و همکاران (۱۷) بیان کردند که میزان مواد مؤثره گیاه همیشه بهار تحت تاثیر نانو کود کلات آهن افزایش پیدا کردند.

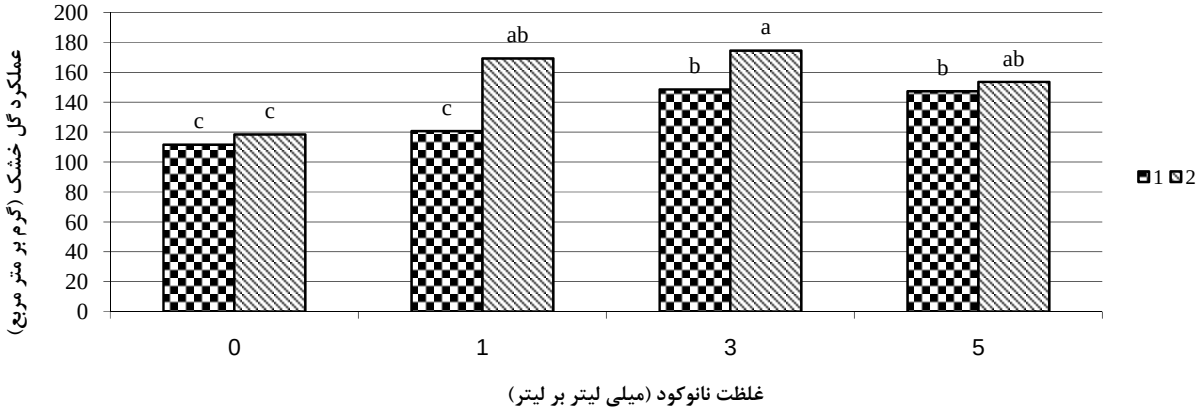
عملکرد گل تازه و خشک

جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر ساده غلظت مختلف کود و اثر متقابل تیمارها بر عملکرد گل تازه بابونه معنی‌دار ولی اثر تعداد دفعات محلولپاشی از لحاظ آماری معنی دار نبوده است. همانطور که در جدول مقایسه میانگین نشان داده شده است (جدول ۴) غلظت ۱ در هزار کود بر عملکرد گل تازه موثرتر واقع شده است (۶۴۵/۵ گرم در متر مربع) و اثر متقابل تیمار دوبار محلولپاشی در طی دوره رشد رویشی و غلظت ۱ در هزار نانو کود فارمکس معادل با ۶۷۷/۷ گرم در متر مربع عملکرد گل تازه مؤثر بوده است (شکل ۳). جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که همه تیمارها هم اثر ساده و هم اثر متقابل بر عملکرد گل خشک معنی‌دار بوده است. در اثر ساده دفعات محلولپاشی، تیمار دوبار محلولپاشی با ۱۵۳/۹ گرم در متر مربع، اثر ساده غلظت کود با غلظت ۳ در هزار با ۱۶۱/۴ گرم در متر مربع و اثر متقابل دوبار محلولپاشی و غلظت ۳ در هزار کود با ۱۷۴/۴ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد گل خشک را نشان دادند (جدول ۳، ۴ و شکل ۴).

احمدیان و همکاران (۱)، آرزمجو و همکاران (۲) و رحمتی و همکاران (۱۳) در تحقیقات خود نشان دادند که مصرف کودها نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد گل می شود. آن‌ها اظهار داشتند که کودها با بهینه نمودن دسترسی گیاه بابونه به مواد غذایی نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش عملکرد گل می شوند. نانو کودها به سرعت و به صورت کامل جذب گیاه شده و به خوبی نیازها و کمبودهای غذایی گیاه را مرتفع می سازد (۳۲). همچنین نانوکودها باعث افزایش سرعت فتوسنتز و در نتیجه افزایش تعداد گل در گیاه می شوند (۳۳). پیوندی و همکاران (۸) کوچکتر بودن ابعاد کودهای نانو را موجب جذب بیشتر و سریع‌تر مواد غذایی و به‌تبع افزایش کارایی در کودهای دارای ساختار نانو دانسته‌اند. به نظر می‌رسد نانوکودفارمکس به دلیل رهاسازی کنترل شده عناصر غذایی در تمام فصل رشد، سبب افزایش نگهداری آب و فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی، افزایش رشد زایشی و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد انجامیده است. سیلیس بیشتر بر رشد زایشی گیاه تاثیرگذار است لذا به نظر می‌رسد نانوذرات‌سیلیس این کودفارمکس با افزایش مقدار فتوسنتز و محتوای کلروفیل برگ موجب افزایش رشد زایشی گیاه شده است (۲۵).



شکل ۳- اثر متقابل تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت های مختلف نانوکود فارمکس برعملکرد گل تازه (گرم در متر مربع) (میانگین های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشد)



شکل ٤- اثر متقابل تعداد دفعات محلولپاشی و غلظت های مختلف نانو کود فارمکس بر عملکرد گل خشک (گرم بر متر مربع) (میانگین های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشد)

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته و طول ریشه، قطر گل و نهنج، ارتفاع نهنج، تعداد پنجه، عملکرد گل تازه و خشک، وزن تر و خشک کل بوته، درصد اسانس و درصد کامازولن بابونه اصلاح شده رقم بودگلد

		میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر گل	قطر نهنج	ارتفاع نهنج	تعداد پنجه	طول ریشه	وزن تر کل بوته	وزن خشک بوته	درصد اسانس	عملکرد گل تازه	عملکرد گل خشک	درصد کامازولن
تکرار	۳	۱۳۳/۵۶	۰/۸۷	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۰۰۰۱	۱۰/۱۳۵	۴۸/۴۹	۳۴/۴۶۴	۰/۰۰۳	۳۳۸۰/۴۲	۴۰۷/۹۸	۱/۷۸۱
تعداد محلولپاشی	۱	۳۷/** ۲۸۹۶	ns ۲۳۱	۱۲/ns ۱	ns ۰/۰۰۰۱ ۰	۱۲۵/* ۱۰	ns ۱۳/۷۸۱	۱۰۷۹/۰۳۴*	ns ۷/۰۱۳	ns ۰/۰۱۶	۱۵۴۳/۳۸ ns	۴۰۶/** ۳۸۳۱	ns ۱/۳۹۹
غلظت کود	۳	۷۶/** ۸۶۸	۸۵/** ۳	۶۴/** ۲	۸۲/** ۱	۰۸۳/* ۱۷	۶۷۷/* ۲۲	۲۱۷/** ۱۲۲۵	۱۶۶/* ۳۵	۱۲۴/** ۰	۴۸۲/** ۲۶۹۹۶۰	۳۵۸/** ۳۱۵۳	۵۴۲/ns ۱
اثر متقابل	۳	۷۵۸/۸۹*	ns ۰/۶۷	۰/۷۴	ns ۰/۲۵۱	ns ۲/۰۴۲	۳۰۲/* ۲۴	ns ۲۸۴/۶۸۴	ns ۱۱/۴۶	ns ۰/۰۱۷	۱۵۱۲۲/۳۵۴*	۷۹۷/۳۲۴*	ns ۱/۳۴۱
خطا	۲۱	۱۶۵/۴۵۱	۰/۷۳	۰/۳۹	۰/۱۹۳	۱/۷۱۴	۶/۲۵۴	۲۲۶۳/۴۲۳	۱۲/۹۷۱	۰/۰۱۵	۳۲۹۱/۰۲۱	۲۵۶/۸۱	۰/۶۷
کل	۳۱												

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: غیر معنی دار

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده غلظت های مختلف نانوکود فارمکس بر ارتفاع بوته و طول ریشه، قطر گل و نهنج، ارتفاع نهنج، تعداد پنجه، عملکرد تازه و خشک گل، وزن تر و خشک کل بوته، درصد اسانس و درصد کامازولن بابونه اصلاح شده رقم بودگلد

عوامل آزمایشی	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	قطر گل (میلی متر)	قطر نهنج (میلی متر)	ارتفاع نهنج (میلی متر)	تعداد پنجه	طول ریشه (سانتی متر)	وزن تر کل بوته (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	درصد اسانس	عملکرد گل تازه (گرم بر متر مربع)	عملکرد گل خشک(گرم بر متر مربع)	درصد کامازولن
۰در هزار	۵۷/۳۵ b	۱۵/۰۵b	b ۶/۲۲۶	۴/۶۷ c	b ۳/۳۷۵	۱۰/۱۳ b	c ۳۸/۴۲	۱۳/۲۸ b	۰/۳۶۴c	۵۲۴/۵ b	۱۱۵ b	۵/۰۱۹ b
۱در هزار	۷۰/۷۸ a	ab ۱۵/۸۱	a ۷/۳۹۵	b ۵/۲۳۵	۴/۵ b	۱۰/۶۹ b	bc ۴۸/۹۶	ab ۱۶/۵۵	۰/۵۰۴b	۶۴۵/۵a	۱۴۴/۹ a	۵/۷۴۷ a
۳در هزار	۸۲/۵۰ a	۱۶/۱۵a	a ۷/۴۸۹	a ۵/۷۸۲	a ۶/۸۷۵	ab ۱۱/۳۸	a ۶۷/۵۱	۱۷/۶۲a	۰/۶۶۵a	۶۴۳/۴ a	۱۶۱/۴ a	۵/۸۷۵ a
۵در هزار	۷۳/۶۹ a	۱۶/۷۱ a	a ۶/۹۸۵	ab ۵/۵۲۱	۴/۷۵b	۱۳/۹۴ b	ab ۵۷/۴۷	۱۷/۸۱ a	۰/۴۷۲bc	۶۳۰/۸ a	۱۵۰/۴ a	۵/۰۹۷ a

(میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشد)

نتیجه‌گیری کلی

علم و فناوری نانوساختارها، یکی از زمینه‌های مهم تحقیقاتی و کاربردی است که در سال های اخیر اهمیت ویژه ای یافته است. مواد نانو ساختار، به هر ماده‌ای که حداقل یکی از ابعاد آن در مقیاس نانومتری (زیر ۱۰۰ نانومتر) باشد اطلاق می شود. در این مقیاس کوچک و اتمی، خصوصیات و رفتارهای جالب و قابل توجه مواد از جمله واکنش پذیری و تحرک بالا، خصوصیات خود کنترلی و هوشمندی مشاهده می شود که دلیل اصلی آن سطح ویژه بالای مواد در این مقیاس می باشد. از جمله ویژگی‌های جالب توجه دیگر نانو مواد، سبک و کوچک بودن، استفاده در مقادیر کم، چند کاربردی بودن و صرفه در مواد مصرفی است (۲۰ و ۳۱). با استفاده از نانوذرات و نانوکپسول‌ها می توان کودهایی با رهایش کنترل شده یا تأخیر تولید نمود. جذب کودهایی که با این ابعاد تولید می گردند، راحت‌تر شده و نسبت به کودهای رایج تأثیر بیشتری دارند. علاوه بر آن می توان کودهای شیمیایی زیست سازگار ایجاد کرده و از آلودگی محیط زیست و شوری بیش از حد خاک جلوگیری کرد (۱۴). بعضی از کودها فقط محتوی میکروالمانها و یا تنها ماکروالمانها می‌باشند بعضی دیگر، هر دو دسته را شامل می‌شوند. نانو کود فارمکس حاوی هم عناصر ماکرو و هم میکرو است که استفاده از این کود نه تنها موجب افزایش عملکرد شد، بلکه میزان اسانس و اجزای مفید اسانس (کامازولن) را افزایش داد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که تیمار دوبار محلولپاشی در طی دوره رشد و غلظت ۳ در هزار نانوکود فارمکس بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۳/۵ سانتی متر) و عملکرد گل خشک (۱۷۴/۴ گرم در متر مربع) را دارا بوده و بیشترین طول ریشه (۱۵ سانتی متر) مربوط به تیمار یکبار محلولپاشی و غلظت ۵ در هزار کود بود ولی تیمار دوبار محلولپاشی و غلظت ۳ در هزار نانو کود فارمکس بیشترین اثر را بر صفات اندازه گیری شده از جمله درصد اسانس (۰/۷۵۳ درصد وزنی) داشت ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نانوکودها به دلیل آزادسازی آرام و کنترل شده‌ی مواد غذایی، افزایش میزان فراهمی مواد غذایی مورد نیاز گیاهان و قابلیت در رهاسازی عناصر غذایی مطابق با نیاز گیاه، منجر به جذب حداکثری عناصر توسط گیاه و افزایش رشد می‌شوند (۱۹). در رابطه با تاثیر نانوکودفارمکس بر رشد گیاه اطلاعات قابل دسترسی وجود ندارد. به نظر می‌رسد نانو ذرات عناصر غذایی موجود در این کود موجب افزایش مواد فتوسنتزی گیاه شده است و این مواد شرایط را برای بهبود رشد رویشی گیاه فراهم کرده است همانطور که در گیاه بابونه باعث افزایش ارتفاع، قطر گل، تعداد گل، افزایش بیوماس و سایر صفات شده است. همچنین نانوکودفارمکس دارای طیف وسیعی از عناصر غذایی پرمصرف (اکسیژن، کلسیم،

منیزیوم، پتاسیم، گوگرد)، کم مصرف (آهن، روی، مس، مولیبدن، کبالت) و عناصر مفید (نیکل ، سدیم و فلور) می‌باشد، لذا علت افزایش رشد رویشی گیاه را در اثر کاربرد این کود می‌توان به افزایش فراهمی عناصر غذایی، بهبود دسترسی و جذب بیشتر، توسط گیاه نسبت داد. بالا بودن کارایی جذب و سطح مخصوص نانوذرات در مقایسه با ذرات معمول، اثر گذاری بیشتر این ذرات را می‌تواند توجیه کند (۲۵،۲۴،۲۹). عناصر Si، Zn و Cu نیز علاوه بر اینکه جزء عناصر ضروری برای گیاه محسوب می‌شوند و حضورشان به مقدار کافی در گیاه باعث افزایش عملکرد می‌گردد، باعث ایجاد مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها خصوصا قارچ‌ها و آفات می گردند. به نظر می‌رسد فراهم بودن بیشتر عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای کودی باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی شده است، که به نوبه خود بر افزایش میزان تولید متابولیت‌های ثانویه نیز تاثیرگذار است. تغذیه مناسب گیاهان در غالب کودهای مختلف، سبب تقویت مسیرهای درگیر در تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شود. تیمارهای کودی در ساختمان آنزیم‌هایی که در مسیر-های بیوشیمیایی درگیر در سنتز مواد مؤثره گیاهی مؤثر هستند، دخیل است. همانطور که کمبود مواد غذایی سبب کاهش عملکرد و به دنبال آن کاهش میزان مواد مؤثره است، عدم توازن در کاربرد کودها نیز اثری مشابه داشته و سبب کاهش میزان اسانس تولیدی خواهد شد(۲۱).

استفاده از نانوکود فارمکس باعث افزایش صفات مورد بررسی در این آزمایش بر روی بابونه نسبت به شاهد شد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از این کود برای افزایش عملکرد بابونه توصیه می‌شود. بر اساس یافته‌های این تحقیق به نظر می‌رسد که در رقم بودگلد، استفاده از نانو کود فارمکس با غلظت ۳ در هزار و دوبار محلولپاشی در طی دوره رشد رویشی نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش صفات و عملکرد بابونه گردیده است.

منابع

۱- احمدیان الف. قنبری الف. سیاهسر ب. حیدری م. رمرودی م و موسوی نیک م. ۱۳۸۸. اثر بقایای کود شیمیایی، دامی و کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد، برخی خصوصیات فیزیولوژیک و میزان اسانس بابونه تحت شرایط تنش خشکی. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۸ (۴): ۶۷۶-۶۶۸.

۲-آرزمجو الف. حیدری م و قنبری الف. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و نوع کود بر عملکرد و کیفیت بابونه آلمانی. مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۲): ۱۱۱- ۱۰۰.

۳-آرزمجو الف. حیدری م و قنبری الف. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش خشکی و سه نوع کود، بر عملکرد گل، پارامترهای فیزیولوژیک و جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۵ (۴): ۴۹۴- ۴۸۲.

۴- امیدبیگی ر. ۱۳۷۳. کشت گیاهان دارویی و نکاتی مهم پیرامون آن. مجله رازی، سال پنجم شماره ۷: ۳۹-۲۴.

۵- امید بیگی ر. ۱۳۷۴. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی.

۶- امیدبیگی ر. ۱۳۸۷. بررسی تیپ های شیمیایی بابونه های خودروی ایران و مقایسه آن با نوع اصلاح شده. علوم کشاورزی مدرس ۱: ۵۲- ۴۵.

۷- پیرخضری م. حسنی م و فخر طباطبایی م. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی برخی از توده های بابونه آلمانی با استفاده از تعدادی صفات مورفولوژیکی و زراعی. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 22 ، شماره ۲.

۸- پیوندی م. پرنده ه و میرزا م. ۱۳۹۰. مقایسه تاثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ریحان *Ocimum basilicum*. مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی-ملکولی. ۱: (۴).

۹- جمشیدی خ. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر فاصله خطوط کاشت و تراکم بوته بر جنبه های کمی گیاه دارویی بابونه. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۱ شماره۱: ۲۱۰-۲۰۳.

۱۰- حسینی س. ۱۳۸۸. تاثیر نانو تکنولوژی در علوم کشاورزی. مجله کشاورزی و صنعت، ۱۱ (۱۱۸): ۲۲-۲۰.

۱۱- خیام نکویی س. شریف نسب ح. احمدی صومعه ک و مومنی م. ۱۳۸۸. نگاهی به فناوری نانودر وزارت جهاد کشاورزی. ویرایش دوم. نشر آموزش کشاورزی.

۱۲- دهقانی مشکانی م. نقدی بادی ح. درزی، م. مهرآفرین ع. رضازاده ش و کدخدا ز. ۱۳۸۹. تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه شیرازی (*Matricaria recutita* L.). فصلنامه گیاهان دارویی. ۳۸ (۲): ۴۸- ۳۵.

۱۳- رحمتی م. عزیزی م. حسن زاده خیاط م و نعمتی ح. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر سطوح مختلف تراکم بوته و نیتروژن بر صفات مورفولوژیک، عملکرد، میزان اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه رقم بودگلد. مجله علوم باغبانی. جلد ۲۳، شماره ۱: ۲۷-۳۵.

۱۴- رنجبر م و شمس غ. ع. ۱۳۸۸. بررسی کاربردهای فناوری نانو. مجله سبز زیست، ۳: ۲۹.

۱۵- سرمدنیا غ و کوچکی ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۶- عبادی م. ت. عزیزی م. امیدبیگی،ر و حسن زاده خیاط م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر تاریخ کاشت و میزان بذر مصرفی بر عملکردهای کمی و کیفی بابونه آلمانی اصلاح شده رقم پرسو. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۵، شماره ۳: ۲۹۶- ۳۰۸.

17- Amuamuha L., Pirzad A., and Hadi H. 2012. Effect of varying concentrations and time of nanoiron foliar application on the yield and essential oil of pot Marigold. Journal of Applied and Basic Sciences, 3(10): 2085-2090.

18- Beata S., and Cedzynska K. 2007. EDTA and urease effects on Hg uptake by Lepidium sativum. Journal of Biotechnology, 131S: 23- 31.

19- Derosa M.R., Monreal C., Schnitzer M., Walsh R., and Sultan Y. 2010. Nanotechnology in fertilizers. Nature Nanotechnol, 5:91.

20 -Gleiter H. 1989. Progress in materials science. Nano technology. 33: 223- 315.

21- Hassanpouraghdam M.B., Tabatabaie S.J., Nazemiyeh H and Aflatuni A. 2008. N and nutrition levels affect growth and essential oil content of costmary (Tanacetum balsamita L.). Food, Agriculture and Environment. 6(2): 1 5 0 - 1 5 4.

22- Lu C.M., Zhang C.Y., Wu J.Q., and Tao M.X. 2002. Research of the effect of nanometer on germination and growth enhancement of G lycine max and its mechanism. Soybean Science. 21: 168- 172.

23- Mann C., and Staba E.J. 1986. The chemistry, pharmacology, and commercial formulation of chamomile. Herbs Spices and Medicinal plants -Recent Advances in Botany, Horticulture, and Pharmacology. Craker L.E. and Simon JI.E. Editors. Oryx Press, Phoenix, AZ, pp: 235-280.

24- Monreal C. M. 2010. Nanofertilizers for Increased N and P Use Efficiencies by Crops. p. 12-13. In summary of information currently provided to MRI concerning applications for Round 5 of the Ontario Research Fund-Research Excellence program.

25-Prasad T.N., Sudhakar P., Sreenivasulu Y., Latha P., Munaswamy V., Raja Reddy K., Sreeprasad T.S., Sajanlal P.R., and Pradeep T. 2012. Effect of nanoscales Zinc Oxide on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35: 905-92.

26- Reynold G.H. 2002. Forward to the future nanotechnology and regulatory policy, Pacific Research Institute. 1-23.

27- Salehi M., and Tamaskani F. 2008. Pretreatment effect of nanosilver on germination and seedling growth of wheat under salt stress. Proceeding of 1th Iranian Congress in Seed Sciences and Technology. Gorgan, Iran. 358 p.

28- Shah V., and Blozerova I. 2009. Influence of metal nanoparticles on the soil microbial community and germination of lettuce seeds. Water Air and Soil Pollution. 97: 143- 148.

29- Soumare M.F., Tack M.G., and Verloo M. G. 2003. Effect of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresource Technology, 86: 15-20.

30- Tahmasbi D., Zarghami R., Azghandi A.V., and Chaichi M. 2011. Effects of nanosilver and nitroxin

biofertilizer on yield and yield components of potato minitubers. International Journal Agricalture Biology 13: 986-990.

31- Zhang M., Li Y.C., and Stoffella P.J. 2003. Nutrient availability in a tomato production system amended with compost. Acta Horticulture, 614: 787- 797.

32- Zhang F., Wang R., Xiao Q., Wang Y., and Zhang J. 2006. Effects of solw/ controlled – release fertilizer cemented and coated by nano- materials on biology. Nanoscience. Vol. 11, No. 1. 18- 26.

33- Zhang L., Hong F., Lu S., and Liu C. 2005. Effects of nano-TiO2 on strength of naturally aged seeds and growth of spinach. Biol. Trace Element Reserch. 105: 83- 91.