

## اثر رژیم آبیاری و نانوکود آهن بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و کارایی مصرف آب شوید

اسماعیل قلی نژاد

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۱۲

دانشیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

مسئول مکاتبه: Email: gholinezhad1358@yahoo.com

### چکیده

به منظور بررسی اثرات نانوکود آهن و رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و کارایی مصرف آب شوید، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در گلخانه کشاورزی دانشگاه پیام نور ارومیه اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل دور آبیاری با پنج سطح، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز و نانوکود آهن در دو سطح عدم کاربرد و کاربرد به مقدار چهار لیتر در هکتار همراه با آب آبیاری، اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تاثیر نانوکود آهن و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و کارایی اقتصادی و زیستی مصرف آب معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نیز نشان داد با کاربرد نانوکود آهن می‌توان عملکرد و اجزای عملکرد دانه و همچنین کارایی اقتصادی و زیستی آب را در گیاه شوید بهبود بخشید. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد و اجزای عملکرد دانه مانند وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد دانه در هر بوته، تعداد گره و تعداد شاخه ثانویه از دور آبیاری پنج و ۱۳ روز حاصل شد. با افزایش دور آبیاری و اعمال تنش خشکی، صفات عملکرد کمی (عملکرد بیوماس و عملکرد دانه) و کیفی (عملکرد اسانس) شوید کاهش معنی‌داری پیدا کرد. با توجه به نتایج تحقیق، کاربرد نانوکود آهن و دور آبیاری هفت روز در گیاه شوید باعث ایجاد شرایط مطلوب جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی و کارایی مصرف آب گردید که می‌توان با جایگزینی نانوکودها به جای کودهای شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست گام برداشت.

**واژه‌های کلیدی:** گیاه دارویی، شوید، دور آبیاری، عملکرد دانه، کارایی مصرف آب، نانوکود آهن

## Effect of Drought Stress and Nano-Fertilizer on Grain Yield, Yield Components and Water Use Efficiency in Dill (*Anethum graveolens* L.)

Esmail Gholinezhad

Received: November 8, 2016 Accepted: September 3, 2017  
 Assoc. Prof., Dept. of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran.  
 Corresponding Author: E-mail: gholinezhad1358@yahoo.com

### Abstract

In order to evaluate of nano-fertilizer and different irrigation regimes effects on yield and components yield and water use efficiency in Dill (*Anethum graveolens* L.), an experimental was conducted as factorial based on completely randomized design with three replications during 2015 at agriculture greenhouse of Payame Noor university. Treatments were irrigation interval with five levels (5, 7, 9, 11 and 13 days) and iron nano-fertilizer in two levels (no fertilizer and iron nano-fertilizer amount of four liters per hectare with irrigation water), respectively. Analysis of variance showed that the effect of the simple effects of iron nano-fertilizer and irrigation levels on yield, yield components and water use economic and environmental efficiency was significant. Mean comparison showed using iron nano-fertilizer can improve yield and components yield and water use economic and environmental efficiency in dill. The highest and lowest seed yield and components yield (such as 1000-seed weight, seeds per plant, number of node and number of branches) were achieved by irrigation interval five and 13 days. By increasing irrigation interval and applying drought stress, traits of quantitative yield (biomass yield and seed yield) and qualitative yield (essential oil yield) were significantly reduced. According to the results of research, application iron nano-fertilizer and irrigation interval seven days in dill led to created favorable conditions for increasing quantity and quality yield and water use efficiency. It can be replaced with nano fertilizers instead of chemical fertilizers that it was leading to sustainable agriculture and environmental protection.

**Keywords:** Dill, Iron Nano-Fertilizer, Irrigation Interval, Medicinal Plants, Seed Yield, Water Use Efficiency

### مقدمه

می‌باشند (صفائی خرم و همکاران ۲۰۰۸) شوید دارای مصارف غذایی و دارویی است که از مواد مؤثره آن در درمان درد معده، سرماخوردگی، سرفه، مشکلات ادراری، نفخ، تشنج و اسپاسم استفاده می‌شود (قاسمی ۲۰۰۳). گیاه شوید نیز از دیرباز در طب سنتی مورد توجه بوده و از این گیاه در درمان ناراحتی‌های معده و چربی

شوید با نام علمی (*Anethum graveolens* L.) از خانواده، جعفری یا چتریان (Apiaceous) گیاهی یک‌ساله دارای برگ‌های سبز روشن و پر مانند است. میوه‌های شوید به‌صورت دانه‌های ریز، خشک و پهن، به رنگ قهوه‌ای کمرنگ و دارای باله‌های بسیار ظریفی

فتوسنتز و تنفس میتوکندری‌ها نقش فعال دارند (یاسن و همکاران ۲۰۱۰). آهن به عنوان کوفاکتور ۱۴۰ آنزیم، واکنش‌های بیوشیمیایی خاصی را کاتالیز می‌کند (آموموها و همکاران ۲۰۱۲) و آهن در سنتز کلروفیل نقش داشته و حدود ۳۱ درصد از آهن سلول در کلروپلاست قرار داشته و در واکنش‌های اکسایش - احیای فتوسنتز نقش مهمی دارد (سالاردینی ۲۰۰۳). محلول پاشی آهن عملکرد ماده خشک و تر و همچنین درصد اسانس نعناع فلفلی *Mentha piperita* L. را در چین اول نسبت به شاهد افزایش داد (زهتاب سلماسی و همکاران ۲۰۱۲). نتایج آزمایش بختیاری و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد بیشترین مقدار وزن ۱۰۰۰ دانه (۳۷/۹۶) گرم، عملکرد بیولوژیک (۸۸۹۵ کیلوگرم بر هکتار) و عملکرد دانه (۳۷۷۶/۵ کیلوگرم بر هکتار) در گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) از تیمار نانوکود آهن ۰/۰۴ درصد بدست آمد. استفاده از نانوکودها، کارایی استفاده از کودها را افزایش داده، آلودگی خاک را کاهش داده و خطرات زیست محیطی کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (نادری و همکاران، ۲۰۱۱). لادن مقدم و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی نانوکود آهن روی اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) گزارش کردند کاربرد ۴ کیلوگرم بر هکتار نانوکود آهن در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کود) وزن برگ و شاخص سطح برگ را حدود ۵۸ و ۴۷ درصد افزایش داد. محققان دیگری اعلام کردند که کاربرد نانوکود آهن در آفتابگردان باعث کاهش اثرات منفی تنش خشکی شده و جذب کودهای NPK و رشد و عملکرد دانه را افزایش داد (دلقادو و سانچز رایا، ۲۰۰۷). پیوندی و همکاران (۲۰۱۵) کاربرد نانوکود آهن در مقایسه با کود آهن معمولی در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) طول ریشه، طول ساقه، میزان کلروفیل و وزن خشک اندام‌های هوایی را افزایش داد. درستکار و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) از کاربرد نانوکود آهن و روی بدست آمد و این کودها میزان عملکرد دانه را حدود

خون استفاده شده و بررسی عصاره‌های جدا شده از قسمت‌های مختلف این گیاه نیز خواص ضد میکروبی در آن را نشان داده است (آرورا و کائور ۲۰۰۷).

در بین تنش‌های غیر زنده، خشکی، مهم‌ترین عامل محدودکننده بوده و باعث کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود (چاندرا و همکاران ۲۰۰۸). خشکی یک رویداد هواشناختی است که به دلیل عدم وقوع بارندگی در یک دوره زمانی اتفاق می‌افتد. با وقوع تنش خشکی، آب قابل دسترس خاک کاهش و تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق بطور مداوم افزایش می‌یابد (جلیل و همکاران ۲۰۰۹). در شرایط تنش خشکی، به دلیل بسته شدن روزنه‌ها در طول دوره تنش و تغییر کارایی مصرف آب، ماده خشک کمی در گیاه تولید می‌شود (موسوی و همکاران ۲۰۱۳). واکنش گیاهان در مواجهه با تنش خشکی نسبت به شدت تنش، طول مدت تنش، ژنوتیپ، سن و مرحله نموی گیاه در زمان وقوع تنش متفاوت است؛ بنابراین گونه‌های مختلف گیاهی دامنه وسیعی از مکانیزم‌های مقاومت به خشکی را نشان می‌دهند که منجر به ایجاد سازگاری‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی می‌گردد (بگ ۱۹۸۰).

مصرف صحیح و مناسب انواع کود، مهم‌ترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است. در این میان نقش عناصر غذایی کم مصرف غیر قابل انکار بوده و کمبود عناصر غذایی کم مصرف در گیاهان و محصولات کشاورزی گسترش جهانی دارد (تایز و زایگر ۲۰۱۰). فناوری نانو به شکل گسترده‌ای به عنوان راهی برای تولید محصولات بهتر، سریع‌تر، ارزان‌تر و توانمندتر تعریف شده و یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌های مختلف کشاورزی، استفاده از نانوکودها برای تغذیه گیاهان می‌باشد (پیوندی و همکاران ۲۰۱۵). آهن در واکنش‌های اکسایش و احیا در سلول‌های گیاهی نقش داشته و جزء ساختمانی ترکیبات پروتئینی نظیر سیتوکروم‌ها و فردوکسین بوده و در

کاشته شد. مشخصات خاک استفاده شده در این آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. گیاهان در طی مدت آزمایش در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، رطوبت ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در گلخانه قرار گرفت. در هر مرتبه آبیاری ۲۰۰ سی سی آب به هر گلدان اضافه شد. برای محاسبه وزن تر ریشه، ساقه و برگ در پایان آزمایش، جداگانه با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. برای تعیین وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد دانه، عملکرد خشک زیست توده در پایان آزمایش، جداگانه در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد در آون به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و وزن خشک آنها از هر تکرار با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۰۱ گرم شیماتزو<sup>۱</sup> توزین گردید. عملکرد خشک زیست توده، از مجموع وزن خشک ریشه، برگ و ساقه بدست آمد. برای تعیین تعداد دانه در هر بوته، تعداد گره و تعداد شاخه ثانویه نیز پنج بوته انتخاب و تعداد آنها در هر بوته محاسبه و سپس از آن میانگین گرفته شد. برای محاسبه درصد اسانس نیز از روش کلونجر استفاده گردید. عملکرد اسانس نیز از حاصل ضرب درصد اسانس در عملکرد خشک زیست توده حاصل شد. کارایی زیستی مصرف آب<sup>۲</sup> بر حسب وزن تر زیست توده و بر حسب وزن خشک زیست توده، به ترتیب از تقسیم وزن تر و خشک زیست توده بر میزان آب مصرف شده بدست آمد. کارایی اقتصادی مصرف آب نیز از تقسیم عملکرد دانه بر میزان آب مصرفی محاسبه گردید. میزان آب مصرف شده در دور آبیاری ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۷، ۰/۰۶، ۰/۰۵ و ۰/۰۴ مترمکعب برای هر متر مربع بود.

۳۴ درصد افزایش دادند. بررسی تاثیر سولفات آهن و روی بر شوید نشان داد که مصرف آهن و روی در کنار یکدیگر باعث بهبود عملکرد کمی (عملکرد دانه) و کیفی (عملکرد اسانس) می‌شود (میرانصاری و همکاران ۲۰۱۵). علیرغم مطالعات گسترده‌ای که در مورد تأثیر تنش‌های محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی انجام شده، اطلاعات در مورد واکنش گیاهان دارویی به این تنش‌ها اندک بوده و از طرفی به دلیل نوظهور بودن فناوری نانو، از جمله نانو کلات آهن گزارش‌چندانی در دست نیست. با توجه به اهمیت دارویی شوید و مصارف زیاد آن در صنایع مختلف، این مطالعه با هدف بررسی تاثیر کاربرد نانوکود آهن و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و کارایی زیستی و اقتصادی مصرف آب در گیاه دارویی شوید اجرا گردید.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در گلخانه کشاورزی دانشگاه پیام نور ارومیه اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل دور آبیاری با پنج سطح (۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز) و نانو کود آهن (نانوکود آهن یا کود کلات آهن ۱۲ درصد به فرم یون فریک  $Fe^{3+}$  به صورت مایع تولید گردیده و از شرکت فناور سپهر پارمیس تهیه شد) در دو سطح (عدم مصرف کود نانو آهن و مصرف کود نانو آهن به مقدار چهار لیتر در هکتار همراه با آب آبیاری) بودند. بذره‌های شوید پس از ضدعفونی در گلدان‌هایی به ابعاد ۱۵×۱۷ سانتی‌متر (۵ بوته در هر گلدان) حاوی ترکیبی از (دو نسبت خاک + یک نسبت کود دامی + یک نسبت ماسه بادی) بودند

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	EC (dS/m)	pH	درصد مواد خنثی شونده	رطوبت اشباع (%)	آهک رس سیلت شن (%)	کربن نیتروژن (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
۰-۳۰	لومی-لوی	۱/۱۸	۷/۷۹	۲۲/۸	۴۹	۱۶/۸	۳۳	۵۰	۱۷	۱/۱۶	۰/۱۲	۸/۱۵	۷۷۴

رسی

۳). با افزایش دور آبیاری از پنج روز به ۱۳ روز، عملکرد دانه کاهش معنی‌داری یافت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از تیمارهای پنج روز با میانگین ۸/۴۸ گرم بر مترمربع و دور آبیاری ۱۳ روز ۱/۳۱ گرم بر مترمربع حاصل شد بین دور آبیاری پنج و هفت روز از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. دور آبیاری ۱۳ و ۱۱ روز در مقایسه با شاهد (دور آبیاری پنج روز)، عملکرد دانه را به ترتیب حدود ۸۵ و ۵۸ درصد کاهش داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد شوی گیاهی متحمل به خشکی بوده ولی خشکی شدید را نمی‌تواند تحمل نماید و عملکرد آن به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

بررسی جدول سه نشان داد که مصرف نانو کود آهن در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود) وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر بوته و شاخص برداشت را به ترتیب حدود ۱۰، ۱۲ و ۱۳ درصد افزایش داد (جدول ۳). با افزایش دور آبیاری از پنج روز به ۱۳ روز، وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر بوته و شاخص برداشت کاهش معنی‌داری یافت. بیشترین و کمترین مقدار صفات یاد شده فوق به ترتیب از تیمارهای دور آبیاری پنج و ۱۳ روز حاصل شد (جدول ۴). همچنین کاربرد نانوکود آهن صفات عملکرد خشک و تر زیست توده را بهبود بخشید. مصرف نانو کود آهن در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود) عملکرد خشک زیست توده را حدود ۲۰ درصد افزایش داد (جدول ۳).

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اجرای این تحقیق با استفاده از نرم افزارهای پیشرفته آماری انجام گرفت. برای داده‌هایی که از طریق تعداد بدست آمده بودند (مانند تعداد دانه در هر بوته، تعداد گره و تعداد شاخه ثانویه در هر بوته) با استفاده از نرم افزار SPSS تبدیل جذری (SQRT) به عمل آمد و سپس مقایسه میانگین انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای SAS، MSTATC و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی در سطح پنج درصد صورت پذیرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر اثرات ساده نانو کود آهن و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر بوته، شاخص برداشت، عملکرد خشک و تر زیست توده، کارایی مصرف آب بر حسن عملکرد تر و خشک زیست توده، کارایی مصرف آب بر حسب عملکرد دانه، تعداد گره، تعداد شاخه ثانویه و عملکرد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که با مصرف نانو کود آهن عملکرد و اجزای عملکرد دانه افزایش یافت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از تیمار نانو کود آهن با میانگین ۶/۰۳ گرم بر مترمربع و شاهد ۴/۴۲ گرم بر مترمربع بدست آمد (جدول ۳). مصرف نانو کود آهن در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود) عملکرد دانه را حدود ۲۷ درصد افزایش داد (جدول

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه شوید

میانگین مربعات (MS)								
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در هر بوته (تبدیل جذری شده)	شاخص برداشت	عملکرد خشک زیست توده	عملکرد تر زیست توده	وزن خشک اندام های هوایی
نانو کود آهن	۱	۱۹/۵۰**	۰/۵۶**	۳/۲۳**	۱۴۸/۴۷**	۷۳/۴۱**	۲۳۰۰/۳۷**	۹۵۸۸/۳۲**
دور آبیاری	۴	۵۱/۵۲**	۱/۲۹**	۱۶/۴۵**	۹۶/۳۹**	۳۳۶/۸۴**	۷۷۳۵/۰۲**	۲۹۳۶۴/۷۹**
نانوکود آهن × دور آبیاری	۴	۰/۷۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۷ <sup>ns</sup>	۱۲/۶۵ <sup>ns</sup>	۴/۰۹ <sup>ns</sup>	۵۱/۸۵ <sup>ns</sup>	۸۴۷/۶۰**
خطای آزمایشی	۲۰	۰/۵۸	۰/۰۱۶	۰/۰۷۳	۱۶/۴۵	۳/۱۶	۴۲/۶۹	۲۹/۸۲
ضریب تغییرات (%)	-	۱۴/۶۱	۴/۵۹	۲/۵۶	۱۱/۳۰	۱۲/۶۵	۸/۴۵	۶/۷۸

\*\* و ns به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و غیر معنی دار می باشد.

ادامه جدول ۲-

میانگین مربعات (MS)								
منابع تغییر	درجه آزادی	نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه	کارایی زیستی مصرف آب بر اساس عملکرد تر زیست توده	کارایی زیستی مصرف آب بر اساس عملکرد خشک زیست توده	کارایی اقتصادی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه	تعداد شاخه	تعداد گره	عملکرد اسانس
نانو کود آهن	۱	۰/۱۸۲ <sup>ns</sup>	۱۰/۳۷**	۰/۲۹۴**	۰/۰۰۵**	۰/۲۴**	۰/۰۶۸**	۱۲۲۷/۵۲**
دور آبیاری	۴	۲۰/۳۶**	۷/۶۷**	۰/۴۰۷**	۰/۰۰۴**	۰/۱۷**	۰/۱۹۸**	۴۵۵۲/۳۲**
نانوکود آهن × دور آبیاری	۴	۱/۱۵**	۰/۴۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۸۸/۲۷ <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	۲۰	۰/۲۲۶	۰/۱۹	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۰۷۳	۴۷/۲۴
ضریب تغییرات (%)	-	۱۶/۲۵	۹/۵۳	۱۴/۶۳	۱۶/۰۰	۸/۴۳	۶/۵۱	۱۴/۶۰

\*\* و ns به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و غیر معنی دار می باشد.

کاهش داد (جدول ۴). همچنین مصرف نانوکود آهن باعث بهبود کلیه کارایی های مصرف آب شد به طوری که کارایی مصرف آب بر حسب عملکرد تر و خشک زیست توده و بر حسب عملکرد دانه به ترتیب ۲۳، ۲۲ و ۳۰ درصد افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقدار کارایی های مصرف آب نیز به ترتیب از دور آبیاری هفت روز و ۱۳ روز بدست آمد (جدول ۴). مصرف نانو کود آهن در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود) عملکرد اسانس را حدود ۲۴ درصد افزایش داد (جدول ۳). با

با افزایش دور آبیاری از پنج روز به ۱۳ روز، عملکرد خشک زیست توده کاهش معنی داری یافت. بیشترین و کمترین عملکرد خشک زیست توده به ترتیب از تیمارهای پنج روز با میانگین ۲۲/۳۹ گرم بر مترمربع و دور آبیاری ۱۳ روز ۴/۵۰ گرم بر مترمربع حاصل شد بین دور آبیاری پنج و هفت روز از نظر عملکرد خشک زیست توده اختلاف معنی داری وجود نداشت. دور آبیاری ۱۳ و ۱۱ روز در مقایسه با شاهد (دور آبیاری پنج روز)، عملکرد خشک زیست توده را به ترتیب حدود ۸۰ و ۵۶ درصد

شد (جدول ۵). بیشترین و کمترین نسبت وزن خشک اندام‌های هوایی به وزن خشک ریشه به ترتیب از تیمار نانوکود آهن و دور آبیاری هفت روز (۵/۴۴) و تیمار نانوکود آهن و دور آبیاری ۱۳ روز (۰/۶۰) حاصل شد بین تیمارهای ۱۱ و ۱۳ روز در هر دو شرایط مصرف نانوکود و تیمار شاهد از نظر صفت نسبت وزن خشک اندام‌های هوایی به وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). بررسی جدول ضرایب همبستگی هم نشان داد که بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه و سایر صفات مطالعه شده در این تحقیق همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت بیشترین همبستگی بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر بوته، تعداد گره در هر بوته و عملکرد خشک زیست توده وجود داشت و این نشان می‌دهد با افزایش اجزای عملکرد دانه مانند وزن ۱۰۰۰ دانه و تعداد دانه در هر بوته می‌توان عملکرد دانه را در شوید بهبود بخشید. از طرفی به دلیل وجود همبستگی مثبت بالای عملکرد دانه با عملکرد اسانس و کارایی مصرف آب، امکان افزایش این صفات را نیز فراهم آورد (جدول ۶).

افزایش دور آبیاری از پنج روز به ۱۳ روز، عملکرد اسانس کاهش معنی‌داری یافت. بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب از دور آبیاری پنج روز با میانگین ۰/۷۴۳۷ گرم بر مترمربع و دور آبیاری ۱۳ روز ۰/۹۹۱ گرم بر مترمربع حاصل شد بین دور آبیاری پنج و هفت روز از نظر عملکرد اسانس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. دور آبیاری ۱۳ و ۱۱ روز در مقایسه با شاهد (دور آبیاری پنج روز)، عملکرد اسانس را به ترتیب حدود ۸۶ و ۶۰ درصد کاهش داد (جدول ۴). بیشترین و کمترین تعداد شاخه ثانویه و تعداد گره هم به ترتیب از کاربرد نانوکود آهن و شاهد حاصل گردید. (جدول ۲). اثر بر همکنش نانوکود آهن و سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک اندام‌های هوایی و نسبت وزن خشک اندام‌های هوایی به وزن خشک معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش نانوکود آهن و دور آبیاری نیز نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک اندام‌های هوایی به ترتیب از تیمار نانوکود آهن و دور آبیاری پنج روز (۱۸۶/۱۰ میلی‌گرم بر گیاه) و تیمار شاهد و دور آبیاری ۱۳ روز (۴/۷۵ میلی‌گرم بر گیاه) حاصل

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه شوید در سطوح نانوکود آهن

عملکرد تیمار (نانوکود آهن)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)	وزن هزار (گرم)	تعداد دانه در هر بوته	شاخص برداشت (%)	عملکرد خشک زیست توده (گرم بر مترمربع)	عملکرد تر زیست توده (گرم بر مترمربع)
شاهد	۴/۴۲ b	۲/۶۱ b	۱۰۷/۵۳ b	۳۳/۶۴ b	۱۲/۴۸ b	۶۸/۴۹ b
کاربرد نانوکود آهن	۶/۰۳ a	۲/۸۸ a	۱۲۲/۱۳ a	۳۸/۰۹ a	۱۵/۶۱ a	۸۶/۰۰ a

در هر ستون اعدادی که حروف مشابه دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

ادامه جدول ۳-

تیمار (نانوکود آهن)	کارایی زیستی مصرف آب بر اساس عملکرد تر زیست توده (کیلوگرم بر مترمکعب)	کارایی زیستی مصرف آب بر اساس عملکرد خشک زیست توده (کیلوگرم بر مترمکعب)	کارایی اقتصادی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)	تعداد شاخه ثانویه	تعداد گره	عملکرد اسانس (گرم بر مترمربع)
شاهد	۴/۰۱ b	۰/۷۲ b	۰/۰۶۲ b	۱/۹۱ b	۱/۶۳ b	۰/۴۰۶۵ b
کاربرد نانوکود آهن	۵/۱۹ a	۰/۹۲ a	۰/۰۸۸ a	۲/۴۳ a	۱/۸۹ a	۰/۵۳۴۵ a

در هر ستون اعدادی که حروف مشابه دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه شوید در رژیم های آبیاری

عملکرد تر	عملکرد خشک	شاخص برداشت	تعداد دانه در هر بوته	وزن هزار (گرم)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)	تیمار (رژیم آبیاری)
زیست توده (گرم بر مترمربع)	زیست توده (گرم بر مترمربع)	(%)				(روز)
۱۱۷/۳۹ a	۲۲/۳۹ a	۳۸/۶۵ a	۱۵۲/۶۶ a	۳/۳۵ a	۸/۴۸ a	۵
۱۰۴/۲۱ b	۲۰/۶۷ a	۳۷/۷۸ a	۱۴۲/۱۶ b	۳/۰۳ b	۷/۶۵ a	۷
۸۲/۵۲ c	۱۲/۹۷ b	۳۷/۱۶ a	۱۱۹/۱۶ c	۲/۷۵ c	۵/۰۵ b	۹
۵۰/۳۱ d	۹/۷۱ c	۳۶/۹۷ a	۸۹/۰۰ d	۲/۴۳ d	۳/۶۳ c	۱۱
۳۱/۸۱ e	۴/۵۰ d	۲۸/۸۰ b	۷۱/۱۶ e	۲/۱۸ e	۱/۳۱ d	۱۳

در هر ستون اعدادی که حروف مشابه دارند از نظر آماری اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

ادامه جدول ۴-

عملکرد	تعداد	تعداد	کارآیی اقتصادی	کارآیی زیستی مصرف آب بر	کارآیی زیستی مصرف	تیمار
اسانس (گرم بر مترمربع)	گره	شاخه ثانویه	مصرف آب بر اساس عملکرد دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)	عملکرد خشک زیست توده (کیلوگرم بر مترمکعب)	آب بر اساس عملکرد تر	(رژیم آبیاری)
					زیست توده (کیلوگرم بر مترمکعب)	(روز)
۰/۷۴۳۷ a	۲/۳۱ a	۲/۹۳ a	۰/۰۷۶ b		۴/۲۸ b	۵
۰/۷۲۱۳ a	۲/۱۵ a	۲/۲۲ b	۰/۱۱۰ a		۵/۹۷ a	۷
۰/۴۸۴۷ b	۱/۷۴ b	۲/۰۰ bc	۰/۰۸۵ b		۵/۵۱ a	۹
۰/۳۰۲۸ c	۱/۴۰ bc	۲/۱۷ b	۰/۰۷۱ b		۴/۰۴ b	۱۱
۰/۰۹۹۱ d	۱/۱۹ c	۱/۵۵ c	۰/۰۳۵ c		۳/۱۹ c	۱۳

در هر ستون اعدادی که حروف مشابه دارند از نظر آماری اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.



جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نانوکود آهن × رژیم آبیاری برای صفات مورد مطالعه شوید

نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام های هوایی (میلی گرم بر گیاه)	تیمار (نانوکود آهن × دور آبیاری)	
		دور آبیاری (روز)	نانوکود آهن (۴ لیتر بر هکتار)
۴/۱۷ abc	۱۵۲/۵۳ b	۵	۵
۵/۲۵ ab	۹۸/۲۶ c	۷	۷
۳/۰۸ c	۴۹/۹۳ d	۹	شاهد
۰/۹۶ d	۷/۷۳ f	۱۱	۱۱
۱/۵۶ d	۴/۷۵ f	۱۳	۱۳
۳/۰۲ c	۱۸۶/۱۰ a	۵	۵
۵/۴۴ a	۱۶۲/۵۰ b	۷	۷
۴/۰۱ bc	۱۰۴/۳۳ c	۹	نانوکود آهن
۱/۱۷ d	۲۷/۶۳ e	۱۱	۱۱
۰/۶۰ d	۱۱/۴۳ f	۱۳	۱۳

در هر ستون اعدادی که حروف مشابه دارند از نظر آماری اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه

۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
										۱	۱- عملکرد دانه
									۱	۰/۹۸**	۲- وزن ۱۰۰۰ دانه
								۱	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۳- تعداد دانه در هر بوته
							۱	۰/۶۳*	۰/۶۶*	۰/۶۸*	۴- شاخص برداشت
						۱	۰/۶۳*	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۵- عملکرد خشک زیست توده
					۱	۰/۶۲*	۰/۷۴**	۰/۶۵*	۰/۶۰ <sup>ns</sup>	۰/۶۵*	۶- کارایی زیستی تر مصرف آب
				۱	۰/۹۱**	۰/۷۷*	۰/۷۳**	۰/۷۵**	۰/۶۹**	۰/۷۹**	۷- کارایی زیستی خشک مصرف آب
			۱	۰/۷۴**	۰/۶۳*	۰/۹۸**	۰/۶۱*	۰/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۸- تعداد گره
		۱	۰/۷۵**	۰/۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۷ <sup>ns</sup>	۰/۷۶**	۰/۷۵**	۰/۷۳**	۰/۸۲**	۰/۷۹**	۹- تعداد شاخه ثانویه
	۱	۰/۷۳**	۰/۹۸**	۰/۸۲**	۰/۶۹*	۰/۹۹**	۰/۶۷*	۰/۹۹**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۱۰- عملکرد اسانس
۱	۰/۸۲**	۰/۷۵**	۰/۷۵**	۰/۹۷**	۰/۹۱**	۰/۷۶**	۰/۷۹**	۰/۷۶**	۰/۷۱**	۰/۸۰**	۱۱- کارایی اقتصادی مصرف آب

\*\*، \* و ns به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار می باشد.

کود آهن در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود نانوکود آهن) بدست آمد. علت این امر افزایش جذب آهن از طریق محیط محلول بوده و در محیط آبی آهن به یون باردار تبدیل و

نتایج این تحقیق نشان داد کاربرد نانوکود آهن صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کارایی مصرف آب را افزایش داد و بیشترین مقدار نیز از کاربرد نانوکود

بر اساس نتایج این مطالعه، با افزایش تنش خشکی و افزایش دور آبیاری، عملکرد دانه و اجزای آن، کارایی زیستی و اقتصادی مصرف آب و عملکرد اسانس کاهش معنی‌داری یافت. در دوره‌های آبیاری ۹، ۱۱ و ۱۳ روز نسبت به دوره‌های آبیاری پنج و هفت روز، صفات مورد مطالعه در این تحقیق را به طور معنی‌داری کاهش داد. تنش خشکی شدید باعث کاهش میزان اسانس و بیوماس شوید گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (امیری و همکاران ۲۰۱۴). تنش خشکی به دلیل کاهش فتوسنتز گیاهی، باعث افت تولید ماده خشک و عملکرد دانه شده و در نهایت عملکرد اسانس نیز کاهش می‌یابد. پژوهشگران دیگری نیز در بررسی تغییرات اسانس شوید در شرایط آبیاری محدود اظهار داشتند که در شرایط تنش خشکی شدید، پایین‌ترین میزان عملکرد اسانس (۰/۲۶ گرم بر مترمربع) حاصل شد (عندلیبی و همکاران ۲۰۱۱).

تنش شوری در گیاه شوید، کاهش معنی‌داری در وزن خشک گیاه ایجاد کرد (نورانی آزاد و همکاران ۲۰۰۶). بر اساس نتایج این مطالعه بین عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه، کارایی زیستی و اقتصادی مصرف آب همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده گردید. در بررسی تاثیر تنش خشکی بر گیاه شوید، شاخص برداشت با وزن دانه در بوته و وزن ۱۰۰۰ دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت و با افزایش تنش خشکی، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد شاخه‌های ثانویه در هر بوته و وزن خشک بوته کاهش معنی‌داری پیدا کرد (امیری ده احمدی و همکاران ۲۰۱۲).

نتایج این تحقیق نشان داد، با افزایش تنش خشکی، تعداد شاخه ثانویه کاهش معنی‌داری یافت. با افزایش شدت تنش خشکی از رشد رویشی کاسته و در این شرایط استراتژی گیاه این است که با حداقل رشد رویشی وارد فاز زایشی شده و دوره رشد خود را سریع به اتمام برساند که دلیل کاهش تعداد شاخه ثانویه خواهد بود. امیری ده احمدی و همکاران (۲۰۱۲) و کوچکی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش فواصل

به صورت رادیکال آزاد با دو بار مثبت جذب می‌شود (یاسن و همکاران ۲۰۱۰). از دیگر نقش‌های مثبت آهن، افزایش میزان تولید کلروفیل و نمو کلروپلاست و به تبع آن افزایش میزان فتوسنتز و تولید کربوهیدرات می‌باشد که در نتیجه بالا رفتن میزان مواد فتوسنتزی شرایط بهتری برای رشد و نمو گیاه فراهم می‌شود (یاسن و همکاران ۲۰۱۰). افزایش عملکرد دانه تحت تاثیر افزایش اجزای عملکرد دانه از جمله تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه بود افزایش عملکرد دانه و اجزای آن در اثر کاربرد نانو کود آهن، به دلیل تاثیر آهن بر سنتز کلروفیل و پروتئین برای رشد مطلوب و افزایش فعالیت آنزیمی گیاه می‌باشد (بارکز و پیلیم ۲۰۰۷، شرف‌الدین و فاضل ۲۰۱۵). افزایش عملکرد دانه با استفاده از ریز مغذی‌ها می‌تواند علت‌های متفاوتی داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور آهن، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش غلظت فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور آهن اشاره کرد (رحمانی و همکاران ۲۰۱۳، شرفی و همکاران ۲۰۰۱).

همچنین با کاربرد نانو کود آهن عملکرد اسانس افزایش یافت که با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (میرانصاری و همکاران ۲۰۱۵). عملکرد اسانس تحت تاثیر درصد اسانس و وزن خشک اندام‌های هوایی بوده و افزایش این دو عامل باعث افزایش عملکرد اسانس گردید.

در مطالعه جوکار و همکاران (۲۰۱۵) با کاربرد کود آهن، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف و دانه در بوته و وزن دانه در گلدان در گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت که با نتایج این تحقیق در یک راستا می‌باشد. یکی از دلایل کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی، کمبود آهن گزارش شده است (طباطبایی و همکاران ۲۰۱۰، گرجی و همکاران ۲۰۰۹).

زایشی بهبود یافته و در نهایت شاخص برداشت افزایش یافته است. از طرفی وجود آب کافی در مرحله پر شدن دانه باعث شده تا عملکرد دانه و شاخص برداشت افزایش یابد. این نتایج با گزارش سایر محققان مطابقت دارد (علیزاده و همکاران ۲۰۰۲).

### نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد با کاربرد نانو کود آهن می‌توان عملکرد و اجزای عملکرد دانه و همچنین کارایی‌های آب در گیاه شوید را بهبود بخشید بیشترین مقدار عملکرد و اجزای عملکرد دانه از کاربرد نانو کود آهن در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کود نانو آهن) بدست آمد. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه (وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد دانه در هر بوته، تعداد شاخه ثانویه و تعداد گره) به ترتیب از دور آبیاری پنج و ۱۳ روز حاصل شد با افزایش دور آبیاری و اعمال تنش خشکی، صفات مطالعه شده کاهش معنی‌داری پیدا کرد. با توجه به نتایج این تحقیق، کاربرد نانوکود آهن و دور آبیاری هفت روز در گیاه شوید، باعث ایجاد شرایط مطلوب جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی و کارایی مصرف آب گردیده که می‌توان با استفاده بهینه از نانوکودها به جای کودهای شیمیایی در جهت کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی زیست محیطی گام‌های موثری برداشت.

آبیاری تعداد شاخه ثانویه در رازیانه روند کاهشی داشت.

با افزایش تنش خشکی، عملکرد تر و خشک زیست توده و وزن خشک اندام‌های هوایی کاهش معنی‌داری یافت. به نظر می‌رسد در تیمارهایی که آب کافی دریافت کرده بودند دلیل رشد بهتر اندام‌های هوایی و تامین سطح فتوسنتزی کارآمد، تولید ماده خشک به نحو مطلوبی صورت گرفته است. این نتایج با یافته‌های سایر محققان مطابقت داشت (امیری ده احمدی و همکاران ۲۰۱۲).

با افزایش تنش خشکی در دوره گلدهی، تعداد گل‌هایی که به دانه تبدیل می‌شوند به طور قابل توجهی کم و در نتیجه کاهش تعداد دانه در بوته، مشاهده می‌شود. کاهش تعداد دانه در بوته در گیاه اسفرزه (*Plantago ovate*) با افزایش تنش خشکی گزارش شده است (نجفی ۲۰۰۱).

دلیل کاهش وزن هزار دانه با افزایش تنش خشکی می‌تواند به دلیل کوتاهی دوره پر شدن دانه‌ها باشد که سبب کوچک شدن و چروکیده شدن دانه‌ها شده و این ناشی از بسته شدن روزنه‌ها، کاهش سطح برگ و کاهش فعالیت فتوسنتزی در واکنش به کمبود آب می‌باشد. سایر محققان هم به نتایج مشابهی در گیاهان دارویی شوید، گشنیز و رازیانه دست یافتند (امیری ده احمدی و همکاران ۲۰۱۲).

در دوره‌های آبیاری از پنج تا ۱۱ روز، گیاه شوید کارایی مصرف آب بالاتری داشته و رشد رویشی و

### منابع مورد استفاده

- Alizadeh A, Tavooosi M, Imanlo M and Nassiri M, 2002. Effect of irrigation regimes on yield and yield components of cumin. Iranian Journal of Field Crops Research, 2(1): 35-42.
- Amiri Deh Ahmadi SR, Rezvani Moghaddam P and Ehyaei HR, 2012. Effect of drought stress on some traits of morphological and yield of three medicinal plants dill (*Anethum graveolens* L.), coriander (*Coriandrum sativum*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) in greenhouse condition. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(1): 116-124.
- Amiri H, Emami H and Abdollahi SF, 2014. Effects of water stress on the quantity and quality of essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Plant Process and Function, 3(10): 143-149. (In Persian).

- Amuamuha LA, Pirzad AR and Hadi H, 2012. Effect of varying concentrations and time of Nano iron foliar application on the yield and essential oil of Pot marigold. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(10): 2085-90.
- Andalibi B, Zehtab Salmasi S, Ghassemi Gholezani K and Saba J, 2011. Changes in Essential Oil Yield and Composition at Different Parts of Dill (*Anethum graveolens* L.) Under Limited Irrigation Conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(2): 11-22. (In Persian).
- Arora DS and Kaur GJ, 2007. Antibacterial activity of some Indian medicinal plants. *Journal of Natural Medicine*, 61(3): 313-317.
- Bakhtiari M, Moaveni P and Sani B, 2015. The effect of iron nanoparticles spraying time and concentration on wheat. *Biological Forum – An International Journal*, 7(1): 679-683.
- Barker AV and Pilbeam DJ, 2007. Pilbeam. *Handbook of plant nutrition*. by Taylor & Francis Group, LLC, pp: 329 - 51.
- Begg JE, 1980. Morphological adaptation of leaves to water stress. In: N C Turner and J P Kramer (Eds.), *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress*. pp. 33-42. John Wiley and Sons. New York. Chichester. Brisbane. Toronto.
- Chandra Obul Reddy P, Sairanganayakulu G, Thippeswamy M, Sudhakar Reddy P, Reddy MK and Sudhakar C, 2008. Identification of stress- induced genes from the drought tolerant semi-arid legume crop horse gram (*Macrotyloma uniflorum*) through analysis of subtracted expressed sequence tags. *Plant Science*, 175: 372-384.
- Delgado IC and Sanchez-Raya AJ, 2007. Effects of sodium chloride and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38: 2013- 2027.
- Drostkar E, Talebi R and Kanouni H, 2016. Foliar application of Fe, Zn and NPK nano-fertilizers on seed yield and morphological traits in chickpea under rainfed condition. *Journal of Research in Ecology*, 4(2): 221-228
- Ghasemi M, 2003. *The health benefits of fruits and vegetables*. Press Tihoo, 104p.
- Gorji M, Eshghizadeh H, Khosh Gofarmanesh A, Ashrafi A, Moalem A and Poursakhi N, 2009. Iron efficiency of some crops grown in solution culture. *Journal of Water and Soil*, 25(4): 728-735.
- Jaleel CA, Manivannan P, Wahid A, Farooq M, Jasim H, Somasundaram R and Pannerselvam R, 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11: 100-105.
- Jovkar L, Ronaghi A, Karimian NA and Ghasemi Fasaye R, 2015. Effect of applying different level of Fe and Fe EDDHA on growth and some concentration elements of bean plant in a calcareous soil. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6(22): 9-18.
- Kocheiki A, Nasiri Mahalati M and Azizi K, 2006. The effect of irrigation intervals and plant density on yield two fennel landraces. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4(1): 130-140. (In Persian).
- Ladan Moghadam A, Vattani H, Baghaei N and Keshavarz N, 2012. Effect of different levels of fertilizer nanoiron chelates on growth and yield characteristics of two varieties of spinach (*Spinacia oleracea* L.): Varamin 88 and Viroflay. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(12): 4813-4818.
- Miransari H, Mehrafarin A and Naghdi Badi H, 2015. Morpho-physiological and phytochemical responses of dill (*Anethum graveolens* L.) to foliar application of iron sulfate and zinc sulfate. *Journal of Medicinal Plants*, 2(54): 15-29.
- Mosavi SGR, Seghatoleslami MJ and Mosavi SM, 2013. The effect of drought stress and nitrogen values on grain yield and water use efficiency in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 5(2): 135-145. (In Persian).

- Naderi M, Danesh Shahraki AA and Naderi R, 2011. Application of nanotechnology in the optimization of formulation of chemical fertilizers. *Iranian Journal of Nanotechnology*, 12: 16-23.
- Najafi F, 2001. Effect of different irrigation regimes and plant density on quantity and quality of medicinal plant (*Plantago psyllium*). MS.C thesis, Department of Agriculture, The Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian).
- Norani Azad H, Ghorbanli M and Kafilzadeh F, 2006. Effects of sodium chloride on physiological characteristics and chemical composition of dill (*Anethum graveolens* L.). *Plant and Ecosystem*, 8: 48-55.
- Peyvandi M, Parandeh H and Mirza M, 2015. Comparison of nano Fe and Fe chelate fertilizers on the quality and the quantity of *Ocimum basilicum* L. essential oil. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(2): 185-193. (In Persian).
- Rahmani A, Mirza M and Tabaei Aghdai SR, 2013. Effects of different fertilizers (macro and micro element) on quantity and quality of essential oil and other byproducts of *Rosa damascena* Mill. In Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(4): 747-759.
- Safaei Khorram M, Jafarnia FS and Khosrovshahi S, 2008. *The world's medicinal plants*. Press the Green Agricultural Training, 442p.
- Salardini A, 2003. *Soil Fertility*. Tehran university press. 434 p.
- Sharafaldin Shirazi Sh and Fazel F, 2015. Effect of nano iron chelate fertilizer and iron fertilizer on yield and yield components of Daenian thyme (*Thymus daenensis* Celak.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(2): 374-382. (In Persian).
- Sharafi S, Tajbakhsh M, Majidi M and Pourmirza AA, 2001. Effect of iron and zinc fertilizers on the yield of two maize cultivars in Urmia. Abstracts of the 7<sup>th</sup> Congress of Soil Science, Iran, 4-7 September: 424-425.
- Tabatabaee SS, Razazi A, Khoshgoftarmanesh AH, Khodaeian N, Mehrabi Z, Asgari E, Fathian Sh and Ramezanzadeh F, 2010. Effect of Fe-deficiency on uptake, concentration and translocation of Fe, Zn, Mn in some plants with different Fe-efficiency in hydroponics culture. *Journal of Water and Soil*, 25(4): 728-735.
- Taiz L and Zeiger E, 2010. *Plant Physiology*. Sinauer Associations Inc, 782p.
- Yassen A, Abou El-Nour EAA and Shedeed S, 2010. Response of Wheat to Foliar Spray with Urea and Micronutrients. *Journal of American Science*, 6 (9): 14 - 22.
- Zehtab-Salmasi S, Behrouznajhad S and Ghasemi-Golezani K, 2012. Effect of Foliar Application of Fe & Zn on Seed Yield and Mucilage Content of *Psyllium* at Different Stages of Maturity. *International Conference on Environment, Agriculture and Food Sciences*, August 11-12 (Thailand).