تاثیر مقادیر مختلف زئولیت و کود نیتروژنه بر عملکرد و شاخص برداشت گل، دانه، اسانس و روغن همیشه بهار *Calendula officinalis*

علیرضا پیرزاد[1*]، معصومه یوسفی[2]، رضا درویش زاده[3] و یعقوب راعی[4]

تاریخ دریافت: 91/3/21 تاریخ پذیرش: 91/12/22

1- گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

2-دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

3-گروه اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

4- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه a.pirzad@urmia.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر زئولیت (صفر، 10، 20 و 30 تن در هکتار) و کود نیتروژنه (صفر، 80، 160 و 240 کیلوگرم در هکتار) روی رشد و عملکرد همیشه بهار، یک آزمایش فاکتوریل برپایه طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و در سال 1389 اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر نیتروژن روی عملکرد و شاخص برداشت اسانس، و اثر متقابل بین سطوح زئولیت و نیتروژن روی عملکرد گل، دانه و روغن، عملکرد بخش رویشی (برگ و ساقه)، عملکرد بیولوژیکی برای برداشت گل (گل، برگ و ساقه)، عملکرد بیولوژیکی برای برداشت دانه (دانه ،برگ و ساقه)، عملکرد بیولوژیکی کل (گل، دانه، برگ و ساقه)، شاخص برداشت گل، دانه و روغن معنی‌دار شد. کمترین عملکرد بیولوژیکی کل (11104 کیلوگرم در هکتار)، عملکرد گل (419/9 کیلوگرم در هکتار)، درصد نیتروژن (3/4درصد) و پروتئین (11/6درصد) مربوط به ترکیب تیماری شاهد بود. کمترین عملکرد دانه (1888/3کیلوگرم در هکتار) و روغن (276/2 کیلوگرم در هکتار) درسطح 20 تن در هکتار زئولیت و عدم کاربرد نیتروژن بدست آمدند. بیشترین عملکرد گل (900/3 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیکی کل (26955 کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون زئولیت و 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمدند. درحالیکه بیشترین عملکرد دانه (3577/3 کیلوگرم در هکتار) و روغن (723/1 کیلوگرم در هکتار) مربوط به ترکیب تیماری 20 تن در هکتار زئولیت با 80 و 240 کیلوگرم در هکتار بود. بالاترین عملکرد اسانس (6/26 کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت اسانس (0/10083درصد) با مصرف 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمدند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بیوماس، روغن دانه، زئولیت، شاخص برداشت، نیتروژن، همیشه بهار

Effect of Different Rates of Zeolite and Nitrogen Fertilizer on Yield and Harvest Index of Flower, Grain, Essential oil and Seed Oil of *Calendula officinalis* L.

A Pirzad[1*], M Yoosefi[2], R Darvishzadeh[3] and Y Raei[4]

Received: June 10, 2012 Accepted: March 12, 2013
[1] Dept of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran.
[2] Graduate Student, Depat of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia-Iran
[3] Dept of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran.
[4] Assoc Prof, Dept of Plant Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
***** Corresponding author: a.pirzad@urmia.ac.ir

Abstract

In order to evaluate the effect of zeolite (0, 10, 20 and 30 t/ha) and nitrogen fertilizer (0, 80, 160 and 240 kg/ha) on growth and yield of *Calendula officinalis* L., a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm of Faculty of Agriculture, Urmia University in 2010. Results showed the significant effect of nitrogen on the yield and harvest index of essential oil, and significant interaction effect between zeolite and nitrogen on the yield of flower, grain and seed oil, the yield of aerial part (leaf and stem), biological yield for flower harvest (flower, leaf and stem), biological yield for grain harvest (grain, leaf and stem), total biological yield (flower, grain, leaf and stem), harvest index of flower, grain and seed oil. The lowest yield of total biomass (111.04 kg/ha) and yield of flower (419.9 kg/ha) belonged to control treatment. The minimum yield of grain (1888.3 kg/ha) and seed oil (276.2 kg/ha) were obtained from 20 t/ha zeolite and 0 kg/ha nitrogen applications. The maximum yield of flower (900.3 kg/ha) and total biomass (26955 kg/ha) were obtained from 0t/ha zeolite and 80 kg/ha nitrogen. While, the highest yield of grain (3577.3 kg/ha) and seed oil (723.1 kg/ha) belonged to 20 t/ha zeolite with 80 and 240 kg/ha nitrogen, respectively. The highest yield (6.26 kg/ha) and harvest index (0.10083 %) of essential oil were obtained from 80 kg/ha of nitrogen application.

Key Words: biomass, *Calendula officinalis*, essential oil, harvest index, nitrogen, seed oil, zeolite

مقدمه

بر اساس آمار موجود ارزش بازار جهانی داروهای مشتق از گیاهان در هر سال با رشد 6/2 درصدی، انتظار می رود ارزش آن تا سال2050 به رقمی معادل 5 تریلیون دلار افزایش یابد (مارتین و دئو 2000). همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، متعلق به تیره کاسنی (Asteraceae) است و تا مدتها به عنوان گیاهی زینتی کشت می شد. کشت این گیاه در اروپا از

قرن هفدهم آغاز شد. گل های بدون کاسبرگ همیشه بهار، در برخی از فارماکوپه ها به عنوان دارو معرفی شده است (ویجایاساراتی و همکاران 1981). بسیاری از محصولات دارویی تهیه شده از این گیاه، توسط عصاره گیری اتانولی گل های تازه و قسمتهای هوایی تولید می شود. ترکیبات موجود در گل های همیشه بهار شامل فلاونوئیدها، مانند فلاونول و فلاونول گلایکوزیت، شامل ایزوکورسیترین، نارسیسین، نئولیس پروسید و روتین می باشند. روغن فرار (اسانس) به عنوان جزء اصلی و محتوی منتول، ایزومنتول، کاریوفیلن، تریپنوئیدها مانند ساپونین ها، اولئانولیک اسید و مواد دیگری مانند استرول ها موجود به صورت الکلهای آزاد، استرها و گلیکوسیدها، کومارینهایی مانند اسکوپولتین، آمبلی فرون و آئسکولتین، کاروتنوئیدها و پلی ساکاریدها می باشد. مهمترین مواد موثره این گیاه را فلاونوئید های محلول در آب (1/. تا 4/. درصد وزن گل خشک) تشکیل می دهند. دانه های همیشه بهار حاوی روغن می باشد. چنانچه این روغن تحت فشار سرد استخراج گردد، تاثیر ضد تورم خواهد داشت (امیدبیگی، 1384).

نیتروژن یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه است. اغلب ترکیبات آلی در گیاهان حاوی نیتروژن هستند که از میان آنها اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، بیشتر آنزیم ها و ترکیبات انتقال انرژی مثل آدنوزین دی فسفات و آدنوزین تری فسفات را می توان نام برد. نیتروژن در گیاهان به صورت نیترات یا آمونیوم جذب می شود. در گیاه، نیترات نیز به آمونیوم تبدیل شده و با ترکیبات کربنی درون گیاه ادغام شده و گلوتامیک اسید را می سازد که آن هم به نوبه خود به بیست اسید آمینه مختلف تبدیل می شود که از آنها پروتئینها ساخته می شوند (ملکوتی و نفیسی 1995) نیتروژن زیاد برای همیشه بهار مناسب نیست، زیرا سبب تحریک رشد رویشی و کاهش رشد زایشی آن ودر نتیجه کاهش تعداد گل ها می شود (امیدبیگی 1384).

زئولیت‌ها کریستال های آلومینوسیلیکاته هیدراته (رهاکووا و همکاران 2004)، به دو صورت طبیعی و سنتزی موجود می‌باشند و از نظر کریستالوگرافی دارای سلول واحدی به صورت $M_{2/n}O.Al_2O_3.YSiO_2.WH_2O$ می‌باشد (برجا و همکاران 1993)، که در آن $Y\geq 2$، M کاتیون و n ظرفیت کاتیون و W نشان دهنده ملکولهای آب می‌باشد. از لحاظ ساختاری زئولیت ها چهارچوب های آلومینوسیلیکاتی هستند که بر مبنای یک شبکه سه بعدی بسیار وسیع از چهارضلعی‌های AlO_4 و SiO_4 که به وسیله اشتراک تمام اکسیژن هایشان بهم متصل‌اند، ساخته شده‌اند. از خصوصیات بارز زئولیت‌ها قابلیت آن ها در دهیدراسیون برگشت‌پذیر و همچنین تبادل کاتیون ها بدون تغییرات ساختمانی است (فقیهیان و همکاران 1997). زئولیت‌ها در کشاورزی به عنوان تصفیه‌کننده فاضلاب‌ها جهت آبیاری، برطرف کننده بو، تغذیه حیوانات خانگی، از بین برنده شته‌ها، جذب و نگهداری رطوبت فیلتراسیون سیستم‌های آبیاری و کاهش رسوب کلسیم در خاک کشاورزی کاربرد دارند. زئولیت‌ها با توجه به سه عامل مهم ساختمان شیمیایی، فراوانی و قابلیت دسترسی و ارزش اقتصادی تعیین کننده، به طور عمده در کشاورزی کاربرد دارند. با توجه به ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و انتخاب پذیری نسبت به کاتیون های پتاسیم و آمونیوم، نقش کاهش از دست دادن مواد غذایی و جلوگیری از نفوذ آن ها به عمق خاک را به عهده دارند (برر وهمکاران 1967).

از مهمترین مشکلات سیستم‌های کشاورزی متداول، هدرروی کودهای شیمیایی مصرفی بویژه از انواع نیتروژنی آن می‌باشد. بیشتر تلفات نیتروژن به صورت آبشویی به اعماق است (وادل و همکاران 2000). مقدار آبشوئی نیترات در یک سیستم زراعی معمول بین 25 تا 90 کیلوگرم در هکتار در سال گزارش شده است (باسو و ریچی، 2005).

آرگانوسا و همکاران (1998) با کاربرد صفر تا 100کیلوگرم نیتروژن در هکتار، دریافتند که بیشترین عملکرد بیولوژیکی، دانه، روغن و وزن هزاردانه از کاربرد 80 کیکوگرم در هکتار و بیشترین درصد روغن در همیشه بهار از کاربرد 40 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. بیشترین وزن تر و خشک در کلزای علوفه‌ای از تیمار بکارگیری 9 تن در هکتار زئولیت و کمترین وزن تر و خشک از تیمار بدون مصرف زئولیت حاصل شد. زئولیت افزون بر فراهمی عناصری مانند نیتروژن و پتاسیم در نگهداری و در اختیار گذاشتن کاتیون‌هایی مانند کلسیم، منیزیم و عناصر کم مصرف موثر می‌باشد (دواری 1998). افزایش عملکرد گیاهان مختلف مانند گندم، جو و سیب زمینی در اثر کاربرد زئولیت ها گزارش شده است (باسو و ریچی 2005). با افزایش نیتروژن مصرفی تجمع بیشتری از نیترات در خاک حاصل می شود که با توجه به بار منفی این ترکیب و عدم نگهداری آن توسط ذرات خاک، یون نیترات همراه آب به لایه های پایین‌تر خاک حرکت و از منطقه توسعه ریشه خارج می‌شود، که در نهایت باعث افزایش غلظت آن در نمونه زه‌آب می‌گردد. بین مقادیر مختلف زئولیت از نظر غلظت زه‌آب تفاوت معنی‌داری مشاهده شده و کاهش غلظت نیترات در تیمارهای واجد زئولیت نسبت به تیمارهای شاهد گزارش شده است (دواری 1998)، که ناشی از ویژگی‌های مثبت زئولیت مصرفی از قبیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، قدرت جذب آمونیوم و آزادسازی کنترل شده آن می‌باشد (برجا و همکاران 1993). با توجه به قابلیت تبادل کاتیونی زئولیت و از طرفی جذب انتخابی برای یون آمونیوم، آمونیوم اضافی خاک توسط زئولیت جذب شده و از دسترس مستقیم آنزیم‌های تولید کننده نیترات خارج می‌شود. در حالی که در تیمارهای بدون زئولیت افزایش یون آمونیوم، در اثر فعالیت آنزیم اوره‌آز تولید مقدار قابل توجهی نیترات می کند (هنگ و پتروویچ 1994).

باتوجه به تاثیر نیتروژن، به عنوان یک عنصر اصلی و موثر در رشد گیاهان و آبشویی زیاد این عنصر، بررسی روش های کاهش مصرف آن برای تولید پایدار گیاهان دارویی از جمله همیشه بهار ضرورت دارد. بنابراین بررسی همزمان تاثیر مقادیر نیتروژن و کاربرد زئولیت های طبیعی به عنوان یک روش مناسب برای کاهش مصرف نیتروژن، از طریق کاهش آبشویی ضروری بوده و از اهداف اصلی این پژوهش می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت یک آزمایش مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، با عرض جغرافیایی 37^{o} و ´53 عرض شمالی و 45^{o} و ´8 طول شرقی با 1320 متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. تیمارها به صورت 4 سطح زئولیت (صفر، 10، 20 و 30 تن در هکتار) و 4 سطح نیتروژن (صفر، 80، 160 و 240 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بصورت فاکتوریل بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی مرتب شدند. پس از تهیه زمین، جوی و پشته‌هایی به فاصله 60 سانتی‌متر توسط فارور ایجاد شد و گرانوله‌های زئولیت تا عمق 25 سانتی‌متری با خاک پشته به طور کامل مخلوط شد. سپس تیمارهای نیتروژن در مقادیر بالا اعمال شده و بذرها در دو سوی پشته در عمق 4-3 سانتی‌متری کاشته شدند. بنابراین گیاهان کاشته شده در ردیف هایی به فاصله 30 سانتی متر از هم و با فاصله 8 سانتی متر از هم در روی ردیف استقرار یافتند. با توجه به فواصل کشت بالا، کرت‌های آزمایش در12 ردیف (2 ردیف حاشیه و 6 ردیف برای برداشت گل و 4 ردیف برای برداشت دانه) به طول 2/5 متر در نظر گرفته شدند. این آرایش کاشت 415000 بوته در هر هکتار ایجاد کرد. مراقبت از مزرعه شامل مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره‌ی رشد و به صورت دستی انجام شد.

برای تعیین ویژگی های خاک محل آزمایش، قبل از کاشت، از چند نقطه و به صورت تصادفی، از

عمق 0-30 سانتی‌متری نمونه‌برداری گردید. برخی از ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول 1 ارائه شده است.

برای بدست آوردن عملکرد دانه و بیولوژیکی، کاپیتول‌های رسیده از 2/4 مترمربع هر کرت را برداشت و دانه ها جدا شد. برای اندازه گیری وزن هزار دانه نیز، تعداد 250 دانه در هر 4 تکرار شمارش و با دقت 0/001 گرم توزین گردید.

برای برآورد عملکرد گل خشک و بیولوژیکی، از هر واحد آزمایشی، کاپیتول ها از 3/6 مترمربع جهت استخراج اسانس برداشت شدند. دمگل کاپیتول ها کمتر از 1 سانتی متر بود. برداشت به همراه دمگل طویل تر سبب کاهش کیفیت اسانس می شود (هورنوک، 1992). گلها در طول دوره رشد 5 بار به طور متوالی برداشت شدند. برداشت کاپیتول ها زمانی که گل های کناری به طور کامل باز بود انجام گرفت. کاپیتول ها بلافاصله در سایه به مدت 72 ساعت در دمای اتاق (حدود 25 درجه سانتی گراد) خشک شدند و پس از توزین با دقت 0/0001 گرم، در پاکت های کاغذی سربسته تا زمان استخراج اسانس نگهداری شدند.

نسبت بین جزء قابل فروش (بخش اقتصادی) و کل وزن خشک (عملکرد بیولوژیک) شاخص برداشت گیاه محسوب می‌شود، که از رابطه زیر محاسبه می-گردد.

100 × (عملکرد بیولوژیک/عملکرد اقتصادی) = شاخص برداشت

دراین‌رابطه، عملکرد اقتصادی می‌تواند، عملکرد گل، دانه، اسانس، روغن باشد، که در این صورت شاخص برداشت حاصله، شاخص برداشت گل، دانه، اسانس و روغن خواهد بود.

استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه اسانس گیر (کلونجر) انجام گرفت. برای استخراج اسانس از گل هایی استفاده شد که قبلا برداشت و خشک شده بودند. برای این منظور 15 گرم از گل های خرد شده را با 250 میلی لیتر آب مقطر درون بالن مخصوص دستگاه ریخته شد و عمل اسانس گیری با حرارت دادن بالن مزبور شروع شد. از لحظه به جوش آمدن، به مدت 3 ساعت زمان گرفته شد. سپس دستگاه خاموش شد و پس از خنک شدن اسانس استخراج شده درون لوله های باریک سربسته و با دقت 0/1 میلی گرم توزین گردید (کلونجر، 1928). عملکرد اسانس در واحد سطح براساس عملکرد گل و درصد اسانس محاسبه گردید.

برای استخراج روغن از دانه همیشه‌بهار، یک نمونه 10 گرمی از دانه‌های خشک، آسیاب شده و با استفاده از حلال دی اتیل اتر به روش سوکسله به مدت 6 ساعت، روغن جدا گردید (رحمانی و همکاران، 1387).

تجزیه‌های آماری بر اساس مدل آماری طرح‌های مورد استفاده توسط نرم افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسهٔ میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون SNK در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر نیتروژن بر عملکرد اسانس در سطح یک درصد، و همچنین اثر متقابل بین زئولیت و نیتروژن روی عملکرد گل، عملکرد دانه، عملکرد روغن، عملکرد بخش رویشی (برگ و ساقه)، عملکرد بیولوژیکی برای برداشت گل (گل، برگ و ساقه)، عملکرد بیولوژیکی برای برداشت دانه (دانه ،برگ و ساقه)، عملکرد بیولوژیکی کل (گل، دانه، برگ و ساقه) در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 2).

مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد گل (900/031 کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم کاربرد زئولیت و سطح 80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد و کمترین میزان عملکرد گل (419/907 کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری شاهد (عدم کاربرد زئولیت و نیتروژن) بدست آمد. در شرایط بدون کاربرد زئولیت افزایش مقدار نیتروژن تا سطح 80 کیلوگرم در

هکتار سبب افزایش معنی‌دار عملکرد گل شد و سپس تا سطح 240 کیلوگرم در هکتار نیتروژن مقدار عملکرد گل کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود. در سطوح 10، 20، 30 تن در هکتار زئولیت تغییر معنی‌داری در عملکرد گل در کلیه سطوح نیتروژن مشاهده نشد (شکل1-الف).

بیشترین عملکرد دانه (3577/27 کیلوگرم در هکتار) مربوط به ترکیب تیماری 20 تن در هکتار زئولیت و 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین میزان عملکرد دانه (1388/33 کیلوگرم در هکتار) مربوط به سطح 20 تن در هکتار زئولیت و عدم کاربرد نیتروژن بود. در شرایط بدون کاربرد زئولیت و با افزایش نیتروژن به میزان 80 کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر نیتروژن تا سطح 160 کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. در شرایط مصرف10 تن در هکتار زئولیت نیز روند تغییر عملکرد دانه مشابه حالت عدم استفاده زئولیت بود. در کاربرد 20 تن در هکتار زئولیت، بیشترین عملکرد دانه مربوط به مصرف 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و با انحراف از این مقدار عملکرد دانه کاهش معنی داری داشت. ولی در 30 تن در هکتار زئولیت، 80 و 160 کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای عملکرد بالایی نسبت به دو سطح دیگر نیتروژن بودند (شکل1-ب).

بیشترین عملکرد روغن (723/153 کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری 20 تن در هکتار زئولیت و 240 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد و کمترین عملکرد روغن (276/176 کیلوگرم در هکتار) در سطح 20 تن در هکتار زئولیت و عدم کاربرد نیتروژن بدست آمد. در شرایط بدون کاربرد زئولیت، بیشترین عملکرد روغن مربوط به کاربرد 80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود و بین سایر سطوح نیتروژن تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در تیمار 10 تن در هکتار زئولیت و بدون نیتروژن، عملکرد روغن به طور معنی‌داری کاهش یافت، و سایر سطوح نیتروژن عملکرد روغن یکسانی داشتند. کاربرد 20 تن در هکتار زئولیت کمترین عملکرد روغن را در سطح شاهد نیتروژن تولید کرد. در 30 تن در هکتار زئولیت، 80 و 160 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد روغن را نسبت به دو سطح دیگر نیتروژن تولید کردند (شکل1-ج).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (7588 کیلوگرم در هکتار) و کمترین (2900 کیلوگرم در هکتار) عملکرد بخش هوایی، یعنی مجموع برگ و ساقه، بیشترین (8488 کیلوگرم در هکتار) و کمترین (3320 کیلوگرم در هکتار) مقدار عملکرد بیولوژیک گل، مجموع گل، برگ و ساقه، بیشترین (10877 کیلوگرم در هکتار) و کمترین (4648 کیلوگرم در هکتار) مقدار عملکرد بیولوژیک دانه، مجموع دانه، برگ و ساقه، همچنین بیشترین (26955 کیلوگرم در هکتار) و کمترین (11104 کیلوگرم در هکتار) مقدار عملکرد بیولوژیک کل، مجموع گل، دانه، برگ و ساقه، به ترتیب در شرایط عدم مصرف زئولیت و مصرف 80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن، و در ترکیب تیماری شاهد (عدم کاربرد زئولیت و نیتروژن) تولید شدند. به نظر می رسد روند یکنواخت عملکرد بیولوژیک با لحاظ کردن گل و دانه به عنوان عملکرد اقتصادی مشابه عملکرد بخش هوایی می باشد. این نتایج نشان می دهد که بخش عمده ای از تولیدات فتوسنتزی به بخش هوایی اختصاص می یابد. در شرایط عدم مصرف زئولیت با افزایش مصرف نیتروژن از شاهد به سطح 80 کیلوگرم در هکتار میزان عملکرد بخش هوایی، عملکرد بیولوژیک گل، عملکرد بیولوژیک دانه و عملکرد بیولوژیک کل به طور معنی‌داری افزایش یافتند سپس تا سطح 160 کیلوگرم در هکتار کاهش معنی داری داشتند، ولی بین سطح 160 و 240 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در هکتار از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در کاربرد 10 تن زئولیت در هکتار کمترین عملکرد در سطح عدم مصرف نیتروژن ایجاد شد که با بقیه سطوح نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل های 1- د، 1- ه، 1- و و 1-ز).

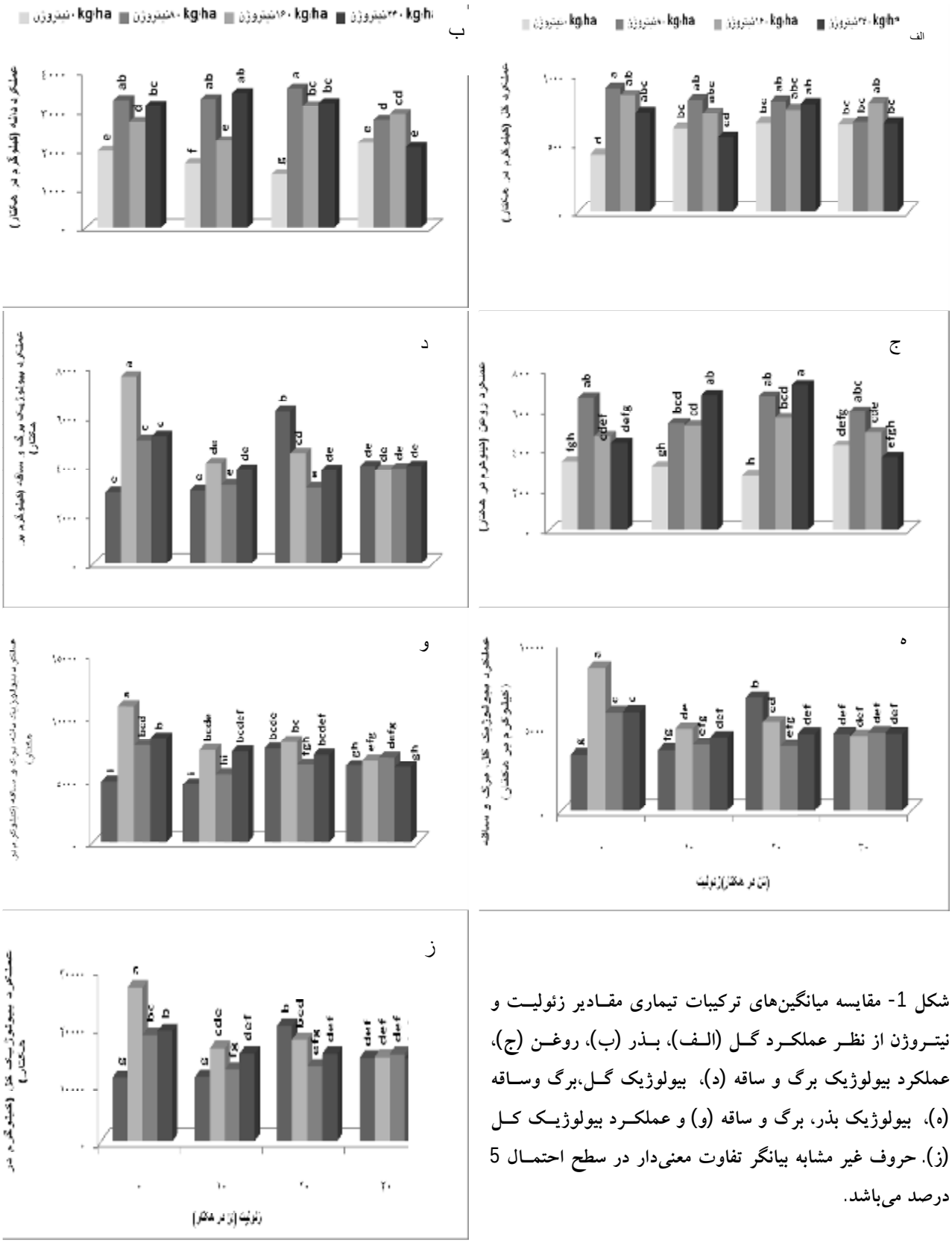
جدول ۱- برخی از ویژگی‌های خاک محل آزمایش

عمق نمونه‌برداری خاک (cm)	درصد رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه ای (٪)	جرم مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3)	بافت خاک	سیلت (٪)	رس (٪)	شن (٪)	آهک (٪)	مادهٔ آلی (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	هدایت الکتریکی (ds/m)	(pH)
۰-۳۰	۲۲/۵	۱/۵۱٤	رسی لومی	۲۸	۳۳	٤۰	۷/۸۵	۱/۹۸	۰/۸۸	۰/۲۰	۲۱	٤٤۹/۵	۰/٤۵۵	۷/٦
۳۰-٦۰	۲۲/۵	۱/۵۷۱	رسی لومی	۲۹	۳٦	۳٦	۷/٦	۱/۳٤	۰/٦۰	۰/۱۸	٦/۵	۳۳۵/۵	۰/٦۳	۷/٦

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثرات زئولیت و نیتروژن بر روی عملکرد (گل، بذر، اسانس، روغن و پیولوژیک) گیاه دارویی همیشه‌بهار

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد						
		گل	دانه	اسانس	روغن	بیولوژیک برگ و ساقه	بیولوژیک گل،برگ وساقه	بیولوژیک دانه، برگ و ساقه	بیولوژیک کل
تکرار	۲	۵٤٤٦۱/۲۸**	۸۰٦۷/۵۵^{ns}	۰/۰۵٦^{ns}	۱٤/۳۳*	۲۲۰٤۳۳/۸۲^{ns}	۹٤۰٦۲/۳٦^{ns}	۳۸/۱۵۸۸۹۸^{ns}	۱۳۳۷۰٤۷/۹^{ns}
زئولیت	۳	۱٤۱۱۷/۷۲^{ns}	۲۷۱۱٦۳/٦۰**	۰/۰۲٦^{ns}	۵۸/٤۸**	٦۱٦۳۲۰٦/۸۹**	٦٦۱٤۹۵۳/۳۹**	۷۹٦۸۲۸۳/۵۵**	٦۱۷٦۸٦۵٤/۷**
نیتروژن	۳	۱۷۹۰۹/٤۵**	٤٦٦۸۹۵۲/۷٤**	۰/۲۷**	۲٤/۸٤**	۳۲۵۹۸۲۲/۹۷**	۳۹۲۲۱۵٦.۸۹**	۱۲٦۱۳۷۱۸/۸۱.**	۵۱۰٦۰۱۸٦/۰**
زئولیت×نیتروژن	۹	۳۰۷۳۵/۵۰**	٦۷۱٦۳۲/۹۱**	۰/۰٦٦^{ns}	۷۷/۵۹**	٤٤۹۰۱۵۳/۱۷**	٤۹۸۲۷۷۰.۲۷**	٤۳۹٤٤٦٤/٦۵**	٤۰۲۰۰۹۹۵/٦**
خطای آزمایشی	۳۰	۷۰۵۹/۸٦	۱۹۰۲۵/۹۱	۰/۰۲۵	۳/۸۹	۳٤۷۰/۱۱	۱۷۷۷۹۵/۷۵	۲۰۲۵٤٦/۵	۱٦۱۰۰۱۰/۲
ضریب تغییرات(٪)		۱۱/۹٤	۵/۱۱	۲۳/۷٤	۵/۵۹	۹/۸۵	۸/۵۵	٦/۵۰	۷/۸۸

^{ns} ،* ،** به ترتیب؛ غیرمعنی‌دار ، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



شکل 1- مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری مقادیر زئولیت و نیتروژن از نظر عملکرد گل (الف)، بذر (ب)، روغن (ج)، عملکرد بیولوژیک برگ و ساقه (د)، بیولوژیک گل،برگ وساقه (ه)، بیولوژیک بذر، برگ و ساقه (و) و عملکرد بیولوژیک کل (ز). حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

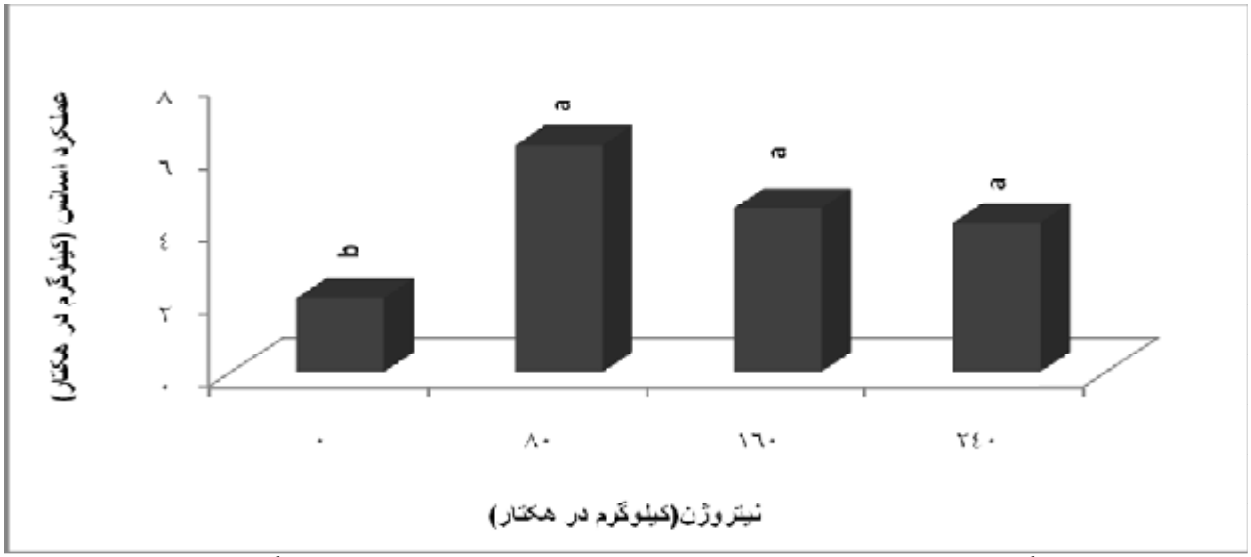
بیشترین مقدار عملکرد اسانس (6/26 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد، که تفاوت معنی داری با عملکرد اسانس حاصل از 160 و 240 کیلوگرم در هکتار نداشت. کمترین عملکرد اسانس (2/05 کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (عدم کاربرد نیتروژن) به دست آمد (شکل2).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل بین سطوح زئولیت و نیتروژن برای صفات شاخص برداشت گل، دانه و روغن در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر نیتروژن روی شاخص برداشت اسانس در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار شد (جدول3).

جدول 3- تجزیه واریانس اثرات زئولیت و نیتروژن روی شاخص برداشت، گل، اسانس، دانه و روغن در گیاه دارویی همیشه‌بهار

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شاخص‌برداشت			
		گل	دانه	روغن	اسانس
تکرار	2	27/33**	8/06^{ns}	0/77^{ns}	0/0075^{ns}
زئولیت	3	29/96**	83/13**	10/31**	0/0025^{ns}
نیتروژن	3	38/00**	273/50**	8/67**	0/0092*
زئولیت× نیتروژن	9	16/66**	196/35**	9/61**	0/0035^{ns}
خطای آزمایشی	30	4/89	7/82	0/67	0/0024
ضریب تغییرات(%)		14/96	7/10	11/09	22/6

^{ns}, *,** به ترتیب؛ غیرمعنی‌دار ، معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%



شکل 2- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

بیشترین میزان شاخص برداشت گل (19/68 درصد) در سطح 160 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و 20 تن در هکتار زئولیت و کمترین میزان شاخص برداشت گل (9/59 درصد) در ترکیب تیماری 20 تن زئولیت و بدون کاربرد نیتروژن بود. در تیمار30 تن زئولیت در هکتار، کلیه سطوح نیتروژن از نظر شاخص برداشت در یک گروه آماری قرار گرفتند. پایین ترین شاخص برداشت در هر کدام از سطوح 10 و 20 تن در هکتار زئولیت، به ترتیب تیمارهای 240 و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل3-الف) .

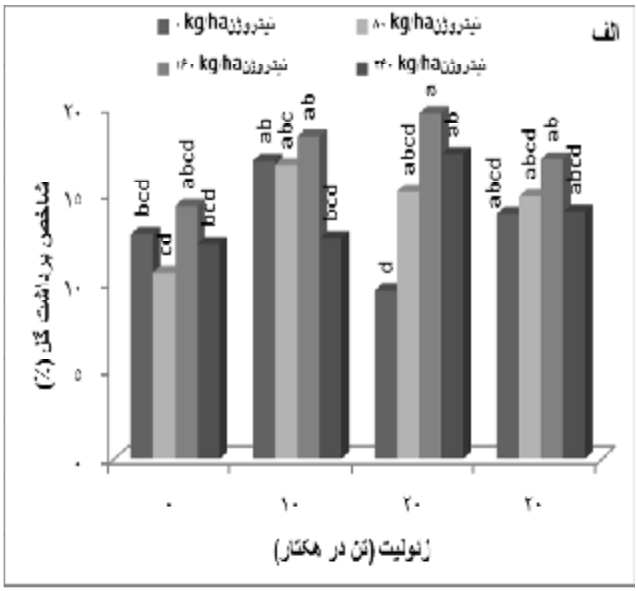
بیشترین میزان شاخص برداشت دانه (50/3 درصد) در سطح سوم نیتروژن (160 کیلوگرم در هکتار) و زئولیت (20 تن در هکتار) و کمترین میزان شاخص برداشت دانه (18/7 درصد) در ترکیب تیماری شاهد (عدم کاربرد نیتروژن و زئولیت) به‌دست آمد. در شرایط عدم کاربرد زئولیت در سطح بدون کاربرد نیتروژن بیشترین میزان شاخص برداشت دانه بدست آمد، ولی سه سطح دیگر نیتروژن از این نظر در یک گروه قرار گرفتند. با افزودن 10 تن زئولیت در هکتار، سطوح نیتروژن شاخص برداشت بیشتری نسبت به تیمار فاقد نیتروژن داشتند. در 20 تن زئولیت در هکتار نیز کمترین شاخص برداشت در عدم کاربرد نیتروژن بود. ولی در سطح 20 تن در هکتار، تفاوت زیادی بین سطوح نیتروژن از نظر شاخص برداشت دانه وجود نداشت (شکل3-ب).

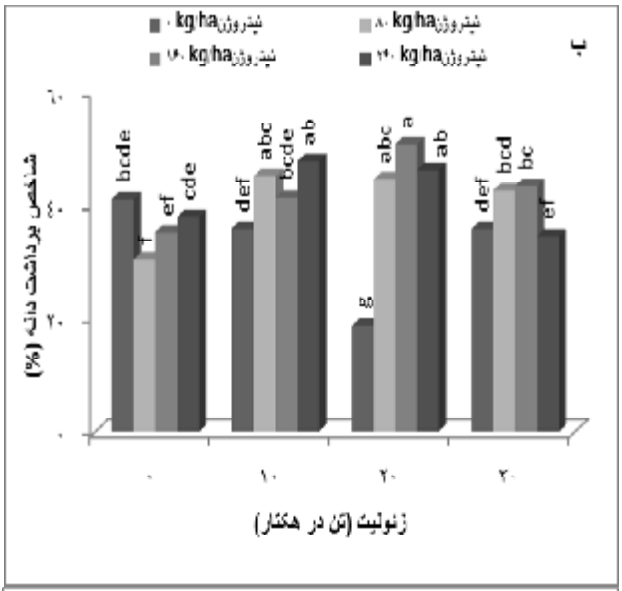
شاخص برداشت اسانس در سطح صفر نیتروژن کمترین میزان خود (0/0466 درصد) را داشت با افزایش نیتروژن میزان اسانس به طور معنی‌داری افزایش یافت و در سطح 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به بیشترین حد خود (0/1091درصد) رسید و افزایش بیشتر نیتروژن، تغییری در مقدار آن ایجاد نکرد (شکل4).
بیشترین (10/37درصد) و کمترین (3/72درصد) شاخص برداشت روغن در سطح 20 تن زئولیت و به ترتیب 240 و صفر کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار بدست آمدند. در کلیه سطوح زئولیت، کمترین شاخص برداشت روغن مربوط به عدم کاربرد نیتروژن بود. در سطوح 10 و 20 تن زئولیت در هکتار افزایش نیتروژن منجر به افزایش شاخص برداشت روغن شد. ولی در سطح 30 تن زئولیت در هکتار، افزایش نیتروژن ابتدا شاخص برداشت روغن را افزایش داد ولی با بیشتر شدن مقدار نیتروژن، در 160 و 240 کیلوگرم در هکتار از میزان آن به طور معنی داری کاسته شد (شکل3-ج).

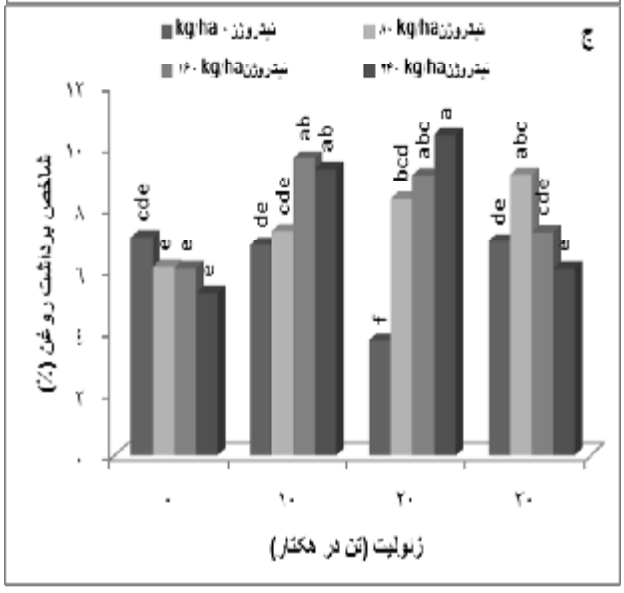
کاربرد نیتروژن با افزایش احتمالی طول دوره رویشی منجر به افزایش تولید مواد آسیمیلاسیون در اندام‌های رویشی و افزایش بخش رویشی در همیشه بهار می‌شود (شکرانی و همکاران، 2012). در زمان شروع نمو زایشی و تشکیل گل با انتقال مواد آسیمیلاسیون از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی افزایش عملکرد را منجر خواهد شد. که در نهایت سبب افزایش نسبت‌های شاخص برداشت گل و دانه شده است (شکل3-الف و ب). نتایج بدست آمده با نتایج حسنی ملایری و همکاران (2004) در گیاه بابونه کبیر مطابقت دارد. شاخص برداشت که نشان دهنده مقدار مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به اندام اقتصادی گیاه نسبت به کل مواد تولیدی ذخیره شده در طول دوره نمو و رشد است، تحت تاثیر برهمکنش نیتروژن و زئولیت واقع شد. ولی در سطح پایین نیتروژن مصرفی تفاوت قابل ملاحظه ای در این شاخص ایجاد نکرد. این مساله می-تواند به این دلیل باشد که در شرایط کمبود نیتروژن و نبود زئولیت به دلیل از دست رفتن بخشی از نیتروژن به خاطر پدیده آبشویی (ملکوتی و نفیسی، 1995) نه تنها مواد تولید شده در کل اندام گیاه کمتر بوده، بلکه اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام اقتصادی نیز به همان نسبت کاهش می‌یابد.

به نظر می‌رسد با افزایش نیتروژن مصرفی، آسیمیلاسیون آمونیاک باعث افزایش رشد برگ و سپس افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. افزایش شاخص سطح برگ با افزایش فتوسنتز خالص مرتبط است که در نهایت منجر به افزایش وزن خشک گیاه می‌شود. اساسا بین تامین نیتروژن و افزایش تولید ماده خشک گیاهی

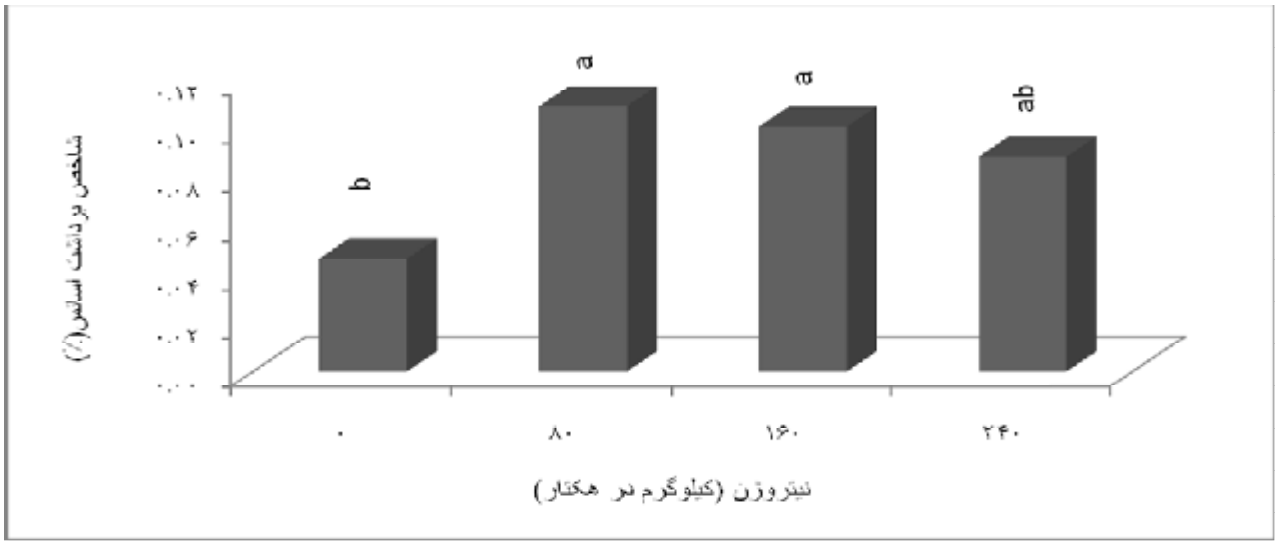
رابطه نزدیکی وجود دارد (ملکوتی و نفیسی، 1995). نتایج تحقیقات آسار و اسکاریسبریک (1995) نیز موید این نکته می‌باشد که با افزایش فراهمی نیتروژن عملکرد ماده خشک کلزا افزایش میابد. به نظر می‌رسد با توجه به افزایش کارآیی کودها ناشی از کاربرد زئولیت (پلات و همکاران، 2004) عملکرد در تیمارهای حاوی سطوح بالای زئولیت افزایش یافته است. با توجه به قابلیت تبادل کاتیونی زئولیت به کار رفته، احتمالا کاربرد زئولیت توانسته فراهمی بیشتری از عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه فراهم کند. تحقیقات پلات و همکاران (2004) و سوپاپرون و پایاکون (2002) نشان داد که زئولیت‌های طبیعی با کودهای شیمیایی میتواند به وسیله افزایش قابلیت نگهداری عناصر، در طولانی مدت کیفیت خاک را بهبود بخشیده، افزون بر فراهمی عناصری مانند کلسیم، منیزیم و عناصر کم مصرف موثر باشند. افزایش عملکرد گیاهان مختلف مانند گندم، جو، سیب زمینی و غیره در اثر کاربرد زئولیت‌ها گزارش شده است (مامتون، 1999 ; رهاکوا و همکاران، 2004).







شکل 3- مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری مقادیر زئولیت و نیتروژن از نظر شاخص برداشت گل (الف)، شاخص برداشت دانه (ب)، شاخص برداشت روغن (ج). حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.



شکل 4- مقایسه میانگین‌های شاخص برداشت اسانس تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

رحمانی و همکاران (1387) نشان دادند که مصرف نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه گردید. زیرا نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهمترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی، موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد. با افزایش پروتئین‌ها، گیاه سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع و قطر ساقه را توسعه می دهد که موجب افزایش مواد فتوسنتزی می شود. با افزایش مواد فتوسنتزی تعداد دانه ها و وزن هزاردانه افزایش یافته و در نهایت عملکرد دانه افزایش می‌یابد. این نتیجه با یافته‌های عباس‌زاده و همکاران (1386) در گیاه بادرنجبویه مطابقت دارد. نتایج این پژوهش نشان داده است که با اینکه نیتروژن در ساختمان روغن همیشه‌بهار وجود ندارد، اما سبب افزایش درصد روغن شده است. زیرا روغن این گیاه در درون کیسه‌های روغن موجود در میوه‌ها وجود دارد و نیتروژن با افزایش این کیسه ها و بدون آن که در ساختمان روغن نقشی داشته باشد، سبب افزایش روغن گردید (رحمانی و همکاران، 1387). همچنین افزایش عملکرد روغن و دانه نشان می‌دهد که افزایش درصد روغن و عملکرد دانه با افزایش مقادیر نیتروژن عملکرد روغن را نیز افزایش داده است.

در گیاه دارویی همیشه‌بهار عملکرد اقتصادی مورد نظر علاوه بر دانه، گل خشک و اسانس حاصل از آن در واحد سطح نیز می‌باشد. بنابراین مدیریت مصرف نیتروژن باید به گونه ای باشد که حداکثر عملکرد اقتصادی بدست آید. تاثیر مثبت نیتروژن در افزایش وزن خشک گل در آزمایشات مختلف روی گیاهان دارویی مشاهده شده است (کالواچف و همکاران، 1997). نکته مهم در این مورد، ایجاد تعادل مناسب بین رشد رویشی و زایشی (در جهت افزایش هرچه بیشتر رشد زایشی) همیشه‌بهار است، زیرا این گیاه عادت رشد نامحدود داشته و از مرحله شروع گلدهی، رشد رویشی و زایشی به موازات یکدیگر صورت می‌گیرد. کاهش عملکرد گل خشک در سطوح بالای نیتروژن و سطوح پایین‌تر زئولیت اتفاق افتاده است. به طوریکه عملکرد گل خشک در مقادیر 240 و 160 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمارهای صفر و 10 تن در هکتار زئولیت در کمترین مقدار قرار گرفته است. این کاهش عملکرد و افزایش سطح عملکرد گل در

مقادیر بالای نیتروژن در تیمارهای 20 و 30 تن در هکتار نشان می‌دهد که نیتروژن در مقادیر کمتر زئولیت به علت آبشویی از دسترس گیاه خارج شده است.

به طور کلی به نظر می‌رسد استفاده از زئولیت در مقادیر زیاد، از طریق کاهش آبشویی موجب افزایش کارآیی مصرف نیتروژن شده و عملکرد بالاتری را با میزان کمتر نیتروژن تولید کرده است. ولی در خصوص عملکرد بیولوژیک به علت نگهداری نیتروژن در خاک حاوی زئولیت و ارائه تدریجی آن به گیاه، بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد زئولیت (عدم کاربرد زئولیت) بدست آمده است. کمترین عملکرد بیولوژیک در مقدار 80 کیلوگرم نیتروژن و بدون افزودن زئولیت نسبت به شاهد (بدون زئولیت و نیتروژن) بدست آمده است. این نتیجه نشان می‌دهد که نیتروژن تا حد 80 کیلوگرم در هکتار موجب افزایش رشد رویشی در همیشه‌بهار شده و افزایش بیش از این مقدار تاثیری در رشد رویشی ندارد. البته با افزایش کاربرد زئولیت از مقدار رشد رویشی در کلیه سطوح نیتروژن کاسته شده است. که می‌تواند مربوط به حفظ نیتروژن و جذب آن توسط گیاه در خاک‌های حاوی زئولیت باشد.

منابع مورد استفاده

امیدبیگی ر، 1384. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، 438 صفحه.

عباس زاده ب، شریفی آشورآبادی ا، اردکانی م ر، علی آبادی فراهانی ح و علیزاده سهزابی ع، 1386. تاثیر کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه. صفحه 61. مجموعه خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

رحمانی ن، ولدآبادی س ع، دانشیان ج و بیگدلی م، 1387. تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد روغن در گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، شماره1، صفحه‌های 108-101.

Arganosa GC, Sosulski FW and Slikard AE, 1998. Effect of nitrogen levels and harvesting management on guality of oil in *Calendula officinalis*. Indian Perfumer, 33(3): 182-195.

Asar E and Scarisbrick HD, 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yeild, yeild components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napuse* L.). Field Crops Res. 44:41-46.

Barrer RM, Papadopoulos R and Rees LVC, 1967. Exchenge of sodium in clinoptilolite by organic cations. J. Inorg. Nucl. Chem. 29: 2047-2063.

Basso B and Ritchie JT, 2005. Impact of compost, manure and inorganic fertilizer on nitrate leaching and yield for a 6 year maize- alfalfa rotation in Michigan. Agr. Ecosyst. Environ. 108:329-341.

Borja R, Sánchez E, Weiland P, Travieso L and Martín A, 1993. Effect of natural zeolite and sepolite as ammonium and ammonia adsorbent materials. Biomass. Bioenerg. 5: 395-400.

Clevenger JF, 1928. Apparatus for determination of essential oil. J Am Pharm Assoc. 17: 346–349.

Dwairi IM, 1998. Evaluation of Jordanian zeolite tuff as a controlled slow-release fertilizer for NH_4^+ Environ. Geol. 34: 1-4.

Faghihian H, Kazemian H and Ghannadi Marageh M, 1997. Determination of Kd values of three Iranian natural zeolites for Ca^{2+}, Ba^{2+}, K^+ and Na^+ cations, using their radioisotopes. zeolite '97: 5th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, September 21–29, Ischia, Naples.

Hang ZT and Petrovic AM, 1994. Clinoptilolite influence on nitrate leaching and nitrogen use efficiency in simulated sand based golf greens. J. Environ. Qual. 23:1190-1194.

Hassani Malayeri S, Omidbaigi R and Sefidkon F, 2004. Effect of N-fertilizer and plant density on growth, development, herb yeild and active substance of feverfew (*Tanacetm parthenium* cv. Zardband) medicinal plant. P. 65. In: 2nd International Congress on Traditional Medicin and Materia Medicca. Tehran, Iran.

Hornok L, 1992. Cultivation and processing of medicinal plants. Budapest Academic Pub. Hungary. pp 464.

Kalvatchev Z, Walder R and Garzaro D, 1997. Anti-HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. Biomed. Pharmacother. 51: 176-180.

Malakooti MJ and Nafisi M, 1995. Fertilizer during drought and recovery of maize. Can. J. Bot. 75(9):1582-1591.

Martin RJ and Deo D, 2000. Effects of plant population on calendula flower production. New. Zeal. J. Crop Hort. 28:37-44.

Mumpton F, 1999. La roca magica: Uses of natural zeolite in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci. (PNAS). 96: 3467-3470.

Polat E, Karaca M, Demir H and Naci Onus, A, 2004. Use of natural zeolita (clinoptilolite) in agriculture. J. Fruit Ornam. Plant Res. 12:183-189.

Rehakova M, Cuvanova S, Dzivak M, Rimar J and Gavalova Z, 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Curr. Opin. Solid State Mater. Sci. 8: 397- 404.

Shokrani F, Pirzad A, Zardoshti MR and Darvishzadeh R, 2012. Effect of irrigation disruption and biological nitrogen on growth and flower yield in *Calendula officinalis* L. Afr. J. Biotechnol. 11(21): 4795-4802.

Supapron J and Ptayakon L, 2002. Effect of zeolite and chemical fertilizer on the change of physical and chemical properties on Lat Ya soil series for sugercane. The World Congress of Soil Science (WCSS), Thailand, pp: 1-7.

Vijayasarathy V Sharma L and Prakash A, 1981. Indigenous drug treatment for hemorrhoids. Probe. 20: 285-287.

Waddell JT, Cupta SC, Moncrief JF, Rosen CJ Steele DD, 2000. Irrigation and nitrogen management impacts on nitrate leaching under potato. J. Environ. Qual. 29: 251- 261.