دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره چهارم، شماره نهم، پاییز و زمستان ۹۵
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی اثر متقابل کاربرد سطوح مختلف زئولیت و کمپوست بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد وتیور (*Chrysopogon zizanioides* L.)

نیلوفر نرگسی علیپور[۱]، داود اخضری[۲*]، بختیار فتاحی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی منابع طبیعی-مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر

[۲]استادیار گروه مرتع و ابخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۸

چکیده

گیاه وتیور (*Chrysopogon zizanioides* L.) یکی از شناخته شده‌ترین گیاهان جهت اصلاح و احیای مراتع است. اگرچه استفاده از کود در خاک‌های فقیر جهت افزایش حاصلخیزی خاک و رشد بهینه گیاهان امری ضروری است، اما در سال‌های اخیر استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث آسیب‌های زیست محیطی فراوانی شده به همین جهت تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف زئولیت کلینوپتیلولیت و کمپوست دامی به‌عنوان کودهای طبیعی و سازگار با محیط زیست، بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد گیاه وتیور و به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار به مدت پنج ماه در سال ۹۵-۹۴ در گلخانه دانشگاه ملایر انجام شد. کود زئولیت در پنج سطح: صفر (شاهد)، یک، دو، سه و چهار درصد وزنی خاک و کود کمپوست دامی در چهار سطح صفر (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی خاک به گلدان‌های پنج کیلوگرمی حاوی پایه‌های وتیور افزوده شد. تیمارهای اعمال شده تاثیر معنی‌دار و افزایشی در پارامترهای: pH، هدایت‌الکتریکی، رطوبت وزنی و میزان K خاک ایجاد کرده و باعث کاهش معنی‌دار چگالی ظاهری خاک شد ولی در میزان Ca و Mg خاک تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. تاثیر کود آلی در کاهش چگالی خاک ، بیش‌تر از زئولیت بود. سطوح تلفیقی زئولیت و کمپوست باعث افزایش معنی‌دار همه صفات مورد اندازه‌گیری در گیاه وتیور شد. بیش‌ترین درصد اسانس در تیمار یک درصد وزنی زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست و کم‌ترین درصد اسانس در تیمار عدم کاربرد زئولیت و۲۰ درصد حجمی کمپوست ایجاد شد. هم‌چنین درصد پروتئین خام برگ، غلظت قندهای محلول و نامحلول و طول ساقه و ریشه در تیمارهای مختلف زئولیت و کمپوست تاثیر افزایشی و معنی‌داری را

*نویسنده مسئول: d_akhzari@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

نسبت به شاهد نشان دادند. البته این روند افزایشی به طور خطی و یکنواختی نبوده است. به نظر می‌رسد استفاده از زئولیت به طور مطلوبی باعث افزایش کارایی کود کمپوست شده و آثار مثبتی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد گیاه وتیور داشته است.

***واژه‌های کلیدی*: اسانس، چگالی ظاهری خاک، سطوح تلفیقی، کود آلی.**

مقدمه

بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی از یک سو و کمبود ماده آلی بخش عمده‌ای از خاک‌های ایران از سویی دیگر، منجر به عدم توانایی مراتع در تولید علوفه مورد نیاز دام‌ها شده است (احمدی بنی، ۱۳۸۸). عناصر مورد نیاز رشد و تکثیر گیاهان عمدتا از طریق خاک و هم‌چنین کود در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد. کاربرد کودهای شیمیایی درکشور به‌عنوان سریع‌ترین راه جبران کمبود مواد غذایی خاک و تولید بیش‌تر، منجر به استفاده مکرر از آن و ایجاد خسارات جبران‌ناپذیری به محیط زیست شده است (Asadi *et al.*, 2014). استفاده توام کودهای آلی و معدنی علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، باعث بهبود کیفیت خاک و کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود (Mallanagoula, 1995). کود حیوانی ازجمله مواد آلی است که تبدیل آن به کمپوست به علت طی کردن فرآیند پوسیده شدن، علاوه بر عدم جذب ازت خاک، باعث از بین رفتن بذور گیاهی موجود در کود حیوانی و هم‌چنین کاهش آلودگی و بوی نامطبوع آن می‌شود. کمپوست به علت دارا بودن هوموس فراوان موجب حاصلخیزی خاک و افزایش رشد گیاه، بدون هیچ عارضه جانبی برای گیاه و راهی برای افزودن کل کربن آلی مورد نیاز خاک بوده و باعث حفظ رطوبت خاک شده و فرآیند فرسایش و بیان‌زایی را کاهش می‌دهد (Qian *et al.*, 2014). میرعرب و همکاران (Mir Arab *et al.*, 2016) گزارش کردند تیمارهای کود آلی تاثیر معنی‌داری بر اغلب صفات مورد اندازه‌گیری در گیاه ریحان داشته و کلیه صفات مورد بررسی در مقایسه با شاهد افزایش یافته است. جهت افزایش کارایی کودها از زئولیت‌ها که عمدتا از آلومینیوسیلیکات‌ها تشکیل شده‌اند، جهت حفاظت از عناصر غذایی از جمله نیتروژن در برابر آبشویی استفاده می‌شود (Tsintskaladze *et al.*, 2016). کلینوپتیلولیت‌ها از مهم‌ترین زئولیت‌های طبیعی هستند که با توجه به وفور آن در کشور، مقرون به صرفه بوده (عابدی کوپایی و همکاران، ۱۳۸۹) و به علت ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و نیز توانایی‌ای که برای نگه‌داری آب و صرفه جویی آن دارد به عنوان اصلاح‌کننده خاک مناسب می‌باشد (Zaghloul *et al.*, 2016). بوتراک و همکاران (Butorac *et al.*, 2002) طی مطالعه‌ای بیان داشتند استفاده از زئولیت‌های طبیعی منجر به افزایش عملکرد گیاهانی از جمله جو، ذرت و سویا شده است. وتیور (*Chrysopogon zizanioides* L.) گیاه مرتعی، علفی و چند ساله متعلق به خانواده غلات و بومی هندوستان است که ارتفاع آن به ۲۰۰-۱۵۰ سانتی‌متر می‌رسد و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

با طیف گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی سازگاری دارد (Chitra *et al.*, 2014). وتیور به علت دارا بودن ساقه‌های محکم و برافراشته و ریشه‌های عمیق که ارتفاع آن در سال اول رشد می‌تواند به ۴ – ۳ متر برسد، در سراسر جهان به عنوان یکی از گونه‌های مهم در پروژه‌های حفاظتی آب و خاک به شمار می‌آید (Moosikapala and Te-chato, 2016). هم‌چنین از وتیور در صنعت عطرسازی و درگیاه‌پالایی استفاده می‌شود. با توجه به کیفیت علوفه و میزان علوفه تولیدی وتیور، این گیاه قادر به اصلاح مراتع کشور در کم‌ترین زمان است (صانعی دهکردی و همکاران، ۱۳۹۰). هرچند علف وتیور گیاهی مقاوم به اکثر تنش‌های محیطی و شرایط سخت است اما به دلیل فقیر بودن خاک اکثر مناطق ایران استفاده از مکمل‌ها در خاک‌های فقیر برای کمک به رشد بهینه گیاه و بهره‌مندی از خصوصیات بی‌نظیر این گیاه ضروری به نظر می‌رسد. گونه‌گیاهی وتیور گراس نقش مهمی در کاهش فرسایش خاک (Fraser، ۱۹۹۳) دارد. بنابراین می‌تواند بعنوان یک گونه گیاهی پرستار برای بهبود زیستگاه گونه‌های گیاهی دیگر در مراتع عمل کند (Vallejo-Ramos *et al.*, 2016). از سویی بهره‌گیری از کودهای شیمیایی در مراتع به سبب اثرات مخرب زیست محیطی قابل توجیه نیست. بنابراین این تحقیق با هدف کاهش مصرف نهاده‌های مضر شیمیایی و حفظ سلامت محیط زیست به بررسی تاثیر سطوح مختلف کود زئولیت طبیعی و کمپوست دامی بر خصوصیات خاک و عملکرد وتیور (به‌عنوان یک گونه گیاهی پرستار در مراتع) انجام شد.

مواد و روش‌ها

پایه‌های گیاهی وتیور در سال ۹۵-۹۴ از رامهرمز تهیه گردید و به‌مدت پنج ماه به منظور سازگاری با شرایط محیطی جدید و رسیدن به شرایط مطلوب در گلخانه دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر نگه‌داری شد. این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود زئولیت کلینوپتیلولیت و کمپوست دامی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه پایه در ۶۰ گلدان (گلدان‌های پلاستیکی، پنج کیلوگرمی با ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱۶ سانتی‌متر) و با سه تکرار انجام شد. کود زئولیت که از شرکت افرازند تهران تهیه شد و در پنج سطح: صفر (Z1)، یک (Z2)، دو (Z3)، سه (Z4) و چهار (Z5) درصد وزنی و کمپوست در چهار سطح: صفر (C1)، ۲۰ (C2)، ۴۰ (C3) و ۶۰ (C4) درصد حجمی گلدان‌ها مخلوط با خاک و ماسه اعمال گردید. در اندازه‌گیری طول برگ‌ها، پایین‌ترین حد رشد سال جاری در تاج پوشش گیاه تا حد بالایی آن در نظر گرفته شد. جهت حصول به طول متوسط، در مواردی که قسمت فوقانی تاج پوشش گیاه نامتقارن یا غیر هم‌سطح بود ارتفاع عمومی یعنی حد فاصل قسمت‌های بالا و پایین، در نظر گرفته شد. هم‌چنین اگر در پایه‌ای، یک یا چند ساقه منفرد، از مجموع بقیه ساقه‌ها که در یک سطح قرار دارند، بلندتر بود، همان سطح عمومی در نظر گرفته شد (گلرنگ و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

همکاران، ۱۳۸۴). طول ریشه هم پس از قطع کردن آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. برای به دست آوردن قندهای محلول و نامحلول از روش کوچرت و همکاران (Kochert *et al.*, 1987) استفاده شد. اندازه گیری قندهای محلول به روش فنل سولفوریک اسید بر اساس هیدرولیز اسیدهای قندهای محلول و ایجاد ترکیب فورفورال است که با فنول تولید یک کمپلکس رنگی می‌کند. سنجش پروتئین خام به روش ماکرو کجلدال انجام شد. ابتدا میزان نیتروژن برگ محاسبه و با حاصل ضرب آن در عدد ۶/۲۵ میزان پروتئین به‌دست آمد (Butler *et al.*, 2008). اندازه‌گیری اسانس ریشه به روش تقطیر بخار آب با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد (صیدی و همکاران، ۱۳۹۵). پس از برداشت وتیور از گلدان‌ها، نمونه‌برداری از خاک گلدان در عمق ۲۰ – ۰ سانتی‌متری انجام شد و پس از هوا خشک نمودن و گذر از الک دو میلی‌متری برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد. هدایت‌الکتریکی در عصاره اشباع ۱۰ : ۱ به وسیله هدایت‌الکتریکی سنج و اسیدیته (pH) به وسیله pH متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم از روش تتراسیون و برای سنجش میزان پتاسیم از روش فلیم فتومتری (پس از عصاره گیری با استات آمونیوم ۱ نرمال) استفاده شد. جهت اندازه‌گیری چگالی ظاهری خاک از روش سیلندر با استفاده از رابطه (۱) و جهت اندازه‌گیری رطوبت وزنی خاک از رابطه (۲) استفاده شد.

رابطه ۱: $$BD = \frac{Ms}{Vt}$$

رابطه ۲: $$\theta_m = \frac{Mw}{Ms} \times ۱۰۰$$

که در آن: BD چگالی ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، Ms جرم خاک خشک‌شده برحسب گرم در سیلندر و Vt حجم سیلندر بر حسب سانتی‌متر مکعب، θ_m رطوبت وزنی خاک به درصد، Mw جرم آب به گرم است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS ورژن ۹/۱ انجام شد. میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون LSD مقایسه شدند و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج

اثر سطوح مختلف زئولیت و کمپوست بر برخی خصوصیات خاک و گیاه وتیور: جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و اثرات متقابل بر برخی خصوصیات خاک و گیاه وتیور را نشان داده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و اثرات متقابل بر برخی خصوصیات خاک و گیاه وتیور

	pH	EC (ds/m)	Ca++	Mg++	K	ρb (g/cm3)	θm (%)	*اسانس* (%)	*پروتئین* (%)	قند محلول (gr/mg)	قند نامحلول (gr/mg)	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)
منبع تغییرات	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
سطح کمپوست	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*
سطح زئولیت	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*
کمپوست×زئولیت	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*

P: سطح معنی‌داری

*معنی‌دار در سطح ۵٪

پارامترهای خاک: بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۲)، اگرچه میزان pH خاک در اکثر تیمارها نسبت به هم تفاوت معنی‌داری نداشت، اما به طور کلی سطوح مختلف زئولیت و کمپوست تفاوت معنی‌داری در pH خاک ایجاد کرده و تا حدودی باعث افزایش pH شده است. بیش‌ترین میزان pH خاک در تیمار یک درصد وزنی زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست (Z2C2) و کم‌ترین میزان pH خاک در تیمار۲ درصد وزنی زئولیت و عدم حضور کمپوست (Z3C1) مشاهده شد (P≤۰/۰۵). هدایت الکتریکی خاک در بیش‌تر تیمارها تفاوت معنی‌داری را با شاهد ایجاد نکرد، اما در سطوح بالای کودها باعث افزایش آن نسبت به شاهد شد. بیش‌ترین میزان هدایت الکتریکی در تیمار چهار درصد وزنی زئولیت و ۴۰ درصد حجمی کمپوست (Z5C3) و کم‌ترین میزان هدایت الکتریکی در تیمار دو درصد وزنی زئولیت و عدم حضور کمپوست (Z3C1) مشاهده گردید، به طور کلی سطوح بالای کودها تاثیر بیشتری در افزایش هدایت الکتریکی خاک داشت. میزان کلسیم و منیزیم خاک تحت تاثیر تیمارها اختلافاتی را نشان دادند که از نظر آماری معنی‌دار نبودند، اما پتاسیم تفاوت‌های افزایشی معنی‌داری ایجاد کرد، این افزایش در سطوح پایین کود کم‌تر دیده شد و در سطوح بالای کود بارزتر بود. بیش‌ترین غلظت پتاسیم در تیمار چهار درصد وزنی زئولیت و ۶۰ درصد حجمی حضور کمپوست (Z5C4) و کم‌ترین غظت پتاسیم در تیمار دو درصد وزنی زئولیت و عدم حضور کمپوست (Z3C1) مشاهده شد(P≤۰/۰۵). اعمال تیمارهای کودی هم‌چنین باعث افزایش معنی‌دار رطوبت وزنی خاک شد. بیش‌ترین درصد رطوبت وزنی در تیمار یک درصد وزنی زئولیت و عدم حضور کمپوست (Z2C1) و کم‌ترین درصد رطوبت وزنی در تیمار سه درصد وزنی زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست (Z4C2) است. تیمارهای اعمال شده چگالی ظاهری خاک را به طور معنی داری کاهش داد به طوری که بیش ترین وزن چگالی ظاهری خاک درتیمار شاهد (Z1C1) و کم‌ترین چگالی ظاهری خاک در تیمار یک درصد وزنی زئولیت و ۶۰ درصد حجمی کمپوست (Z2C4) مشاهده شد (P≤۰/۰۵).

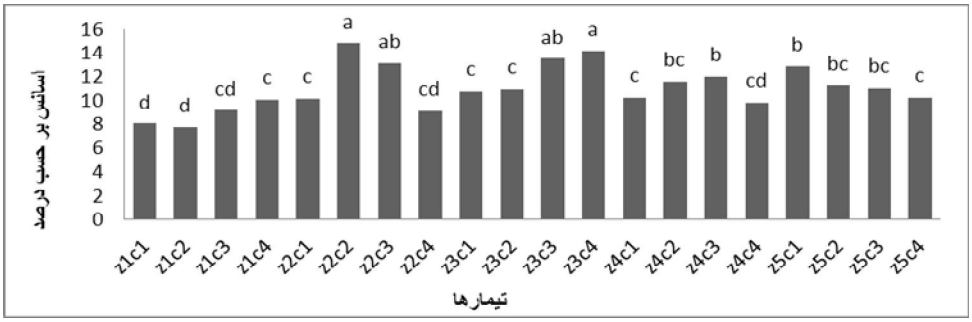
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۲- پارامترهای اندازه‌گیری شده خاک تحت تاثیر سطوح مختلف زئولیت و کمپوست، حروف لاتین غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در تیمارهای متفاوت است.

تیمارها	pH	EC (ds/m)	Ca^{++}	Mg^{++}	K	ρb (g/cm^3)	θm (%)
Z1C1	۷/۵۵ c	۰/۴cd	۰/۵ a	۰/۳b	۲۸/۶۵ f	۰/۰۰۱۴۱ a	۲۱/۶۶ ef
Z1C2	۷/۵۳ c	۰/۵۳ bc	۰/۳ a	۰/۵b	۴/۸۷ f	۰/۰۰۰۹۱ d	۳۲/۵ de
Z1C3	۷/۲۶ c	۰/۶۴ bc	۰/۵ a	۰/۱b	۷۶/۴de	۰/۰۰۰۷ de	۷۲/۲۲ ab
Z1C4	۸/۱ ab	۰/۵cd	۰/۴ a	۰/۲b	۱۰۵/۰۵ de	۰/۰۰۰۷ de	۷۶/۳۸ a
Z2C1	۷/۳۱ c	0/43cd	۰/۴ a	۰/۳b	۵۷/۳ de	۰/۰۰۰۷ de	۸۲/۹۳ a
Z2C2	۸/۷ a	۰/۴cd	۰/۴ a	۰/۴b	۳۸/۲ de	۰/۰۰۰۸۳ d	۵۵/۵۵ c
Z2C3	۸/۰۴ ab	۰/۵۵ bc	۰/۷ a	۰/۱b	۶۶/۸۵ de	۰/۰۰۰۹۱ d	۳۱/۹۴ de
Z2C4	۸/۶ ab	۰/۵۲ cd	۰/۶ a	۱/۴a	۱۱۹/۳۷۵ d	۰/۰۰۰۷ de	۳۲/۵۳ de
Z3C1	۷/۳ c	۰/۳۱ cd	۰/۴ a	۰/۶b	۲/۶۷ f	۰/۰۰۱۲ c	۲۱/۸۵ e
Z3C2	۷/۹۷ bc	۰/۳۷ cd	۰/۵ a	۰/۵b	۲۸/۶۵ f	۰/۰۰۱۱۶ c	۲۵ e
Z3C3	۷/۸ c	۰/۴۹ cd	۰/۴ a	۰/۵b	۱۰۹/۸۲ de	۰/۰۰۰۹ d	۲۶/۱۱ e
Z3C4	۷/۳۶ c	۱/۰۴ ab	۰/۴ a	۰/۴b	۲۱۹/۶۵ c	۰/۰۰۰۷ de	۲۶/۹۸ e
Z4C1	۷/۳۵ c	۰/۵۸ bc	۰/۵ a	۰/۴b	۶/۴۹ f	۰/۰۰۱۳ bc	۱۹/۴۴ ef
Z4C2	۷/۳۱ c	۰/۶۹ bc	۰/۵ a	۰/۲b	۵۷/۳ de	۰/۰۰۱۰۸ d	۱۵ f
Z4C3	۷/۸۳ c	۰/۴۱ cd	۰/۶ a	۰/۲b	۱۱۴/۶ de	۰/۰۰۱۱۲ c	۱۵/۳۷ f
Z4C4	۷/۹۵ bc	۱/۲۴ a	۰/۲ a	۰/۶b	۳۱۵/۱۵ b	۰/۰۰۱ d	۲۰/۸۳ ef
Z5C1	۷/۴۸ c	۰/۳۷ cd	۰/۴ a	۰/۳b	۲۳/۸۷ f	۰/۰۰۱۱۶ c	۲۵ e
Z5C2	۷/۷۱ c	۰/۴۵ cd	۰/۴ a	۰/۳b	۳۸/۲ de	۰/۰۰۰۹۹d	۲۳/۸۷ e
Z5C3	۷/۳۷ c	۱/۳۳ a	۰/۵ a	۰/۸b	۱۲۴/۱۵ d	۰/۰۰۱۰۸ c	۱۵/۸۳ ef
Z5C4	۷/۷ c	۰/۹۴ ab	۰/۵ a	۰/۲b	۳۶۲/۹ a	۰/۰۰۰۸۳ d	۳۰/۵۵ de

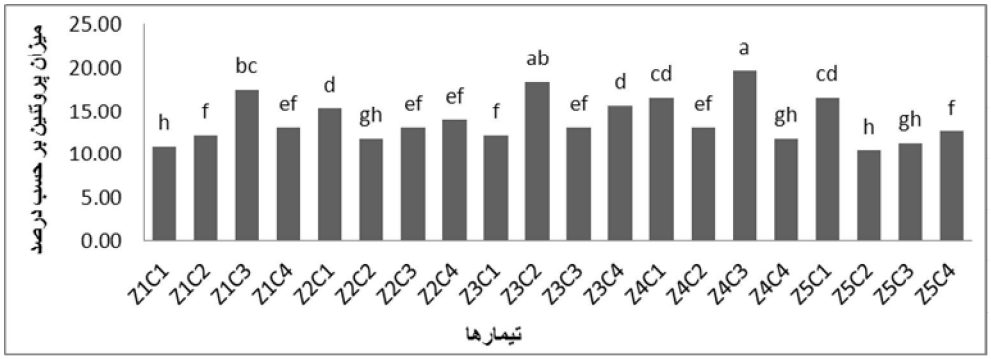
سنجش درصد اسانس: مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD (P≤۰/۰۵) بیانگر اختلاف معنی‌دار درصد اسانس در گونه گیاهی وتیور در سطوح مختلف کودی است (شکل ۱). بیش‌ترین درصد اسانس درتیمار یک درصد وزنی زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست (Z2C2) با میزان ۱۴/۸۱ درصد و کم‌ترین درصد اسانس در تیمار عدم حضور زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست (Z1C2) با میزان ۷/۷۷ درصد مشاهده شد که با شاهد (۸/۰۷ درصد)، تفاوت معنی‌داری نداشت. اگر چه اثر افزایش سطوح کودی بر درصد اسانس یک رابطه یکنواخت خطی نبوده است، اما به‌طورکلی روندی افزایشی است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۱- تغییرات میزان اسانس در سطوح مختلف کود زئولیت و کمپوست در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* L. حروف لاتین غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در تیمارهای متفاوت است

سنجش درصد پروتئین: براساس نتایج به‌دست آمده میزان پروتئین کل در برگ وتیور بین تیمارهای مورد آزمایش تفاوت معنی دار افزایشی نشان داد ($P\leq ۰/۰۵$) (شکل ۲). بیش‌ترین درصد پروتئین در تیمار سه درصد وزنی زئولیت و ۴۰ درصد حجمی کمپوست (Z4C3) مشاهده شد که ۴۶/۷۲ درصد از شاهد بیش‌تر است و کم‌ترین میزان پروتئین در تیمار چهار درصد وزنی زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست (Z5C2) مشاهده شد که با شاهد تفاوت معنی داری نداشت.



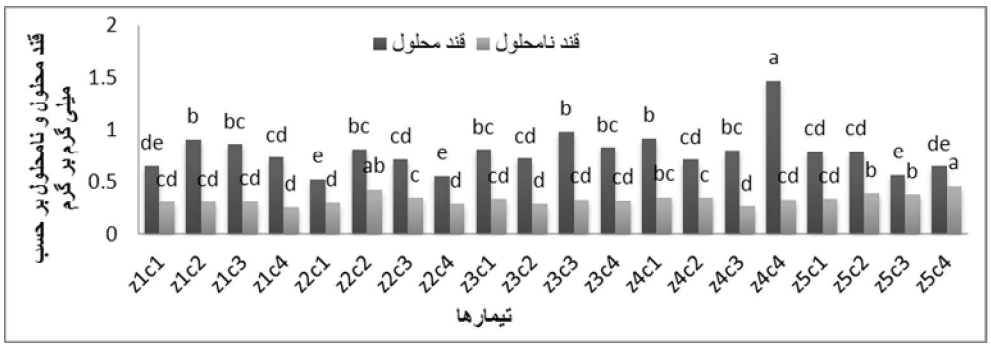
شکل ۲- تغییرات میزان پروتئین در سطوح مختلف کود زئولیت و کمپوست در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* L. حروف لاتین غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در تیمارهای متفاوت است

سنجش میزان قند محلول: طبق نتایج به‌دست آمده با وجود اینکه میزان قند محلول در اکثر تیمارهای مختلف نسبت به هم تفاوت معنی‌دار نداشت و حتی در بعضی از تیمارها میزان تولید قند محلول از شاهد کم‌تر بود، اما به‌طورکلی اعمال سطوح کودی اختلاف معنی‌دار افزایشی بر میزان قند

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

محلول برگ داشت (P≤۰/۰۵) (شکل ۳). بیش‌ترین میزان قند محلول در تیمار سه درصد وزنی زئولیت و ۶۰ درصد حجمی کمپوست (Z4C4) تولید شد که ۵۵/۴۷ درصد از میزان شاهد بیش‌تر بود و کم‌ترین میزان قند محلول تولیدی در تیمار یک درصد وزنی زئولیت و ۶۰ درصد حجمی کمپوست (Z2C1) مشاهده شد.

سنجش میزان قند نامحلول: میزان قند نامحلول در تیمارهای مختلف کودی تفاوت معنی داری نشان داد (P≤۰/۰۵) (شکل ۳). بیش‌ترین میزان قند نامحلول در تیمار بیش‌ترین میزان کود اعمال شده (Z5C4) و کم‌ترین میزان قند نامحلول در تیمار عدم حضور زئولیت و ۶۰ درصد حجمی کمپوست (Z1C4) مشاهده شد.

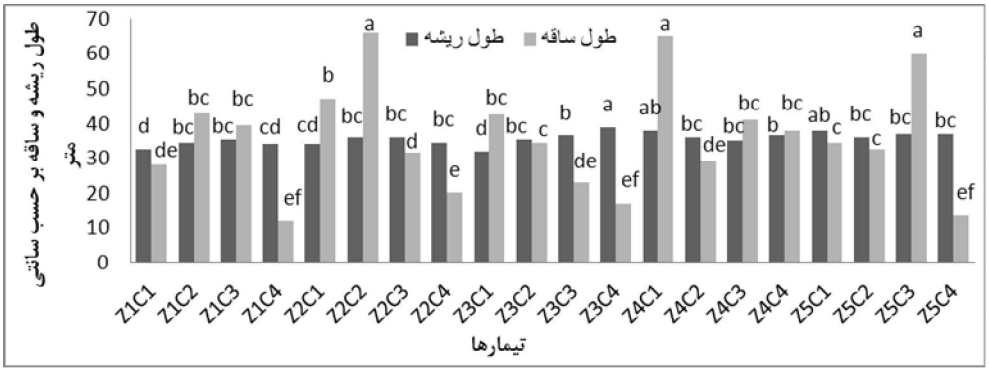


شکل ۳- تغییرات میزان قند محلول و نامحلول در سطوح مختلف کود زئولیت و کمپوست در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* L. حروف لاتین غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در تیمارهای متفاوت است

سنجش طول ساقه: طول ساقه به شدت تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (P≤۰/۰۵) (شکل ۴). بیش‌ترین طول ساقه در یک درصد وزنی زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست (Z2C2) مشاهده شد که ۵۷/۵۷ درصد نسبت به شاهد رشد داشته است و کم‌ترین طول ساقه در تیمار عدم حضور زئولیت و ۶۰ درصد حجمی کمپوست (Z1C4) دیده شد.

سنجش طول ریشه: سطوح مختلف کودی در اکثر تیمارهای اعمال شده تاثیر معنی داری بر طول ریشه ایجاد نکرد، اما در برخی از تیمارها تفاوت‌های ایجاد شده معنی‌دار بود (P≤۰/۰۵) (شکل ۴). بیش‌ترین طول ریشه در تیمار سه درصد وزنی زئولیت و ۴۰ درصد حجمی کمپوست (Z4C3) و کم‌ترین طول ریشه در تیمار چهار درصد وزنی زئولیت و ۲۰ درصد حجمی کمپوست (Z5C2) دیده شد که با شاهد تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۴- تغییرات طول ریشه و ساقه در سطوح مختلف کود زئولیت و کمپوست در گونه گیاهی *Chrysopogon zizanioides* L. حروف لاتین غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در تیمارهای متفاوت است.

بحث و نتیجه گیری

تغییرات میزان اسانس: اثر سطوح مختلف کودی اختلاف معنی‌دار و افزایشی در درصد اسانس گیاه وتیور ایجاد کرد، که البته روند افزایشی به شکل خطی و یکنواخت نبوده است (شکل ۱). در این آزمایش افزودن زئولیت و کمپوست به تنهایی و در عدم حضور دیگری منجر به افزایش درصد اسانس شده و نتایج این آزمایش با نتایج آزمایش زاغلول و همکاران (Zaghloul *et al.*, 2016) بر روی گیاه بادرشبی (*Thymus vulgaris* L.) مبنی بر افزایش اسانس گیاه در اثر اعمال سطوح زئولیت مطابقت دارد. علت این امر می‌تواند به دلیل افزایش آب در دسترس گیاه به علت برخورداری زئولیت‌ها از ساختمان ویژه از نظر داشتن خلل و فرج بسیار باشد (یاری و همکاران، ۱۳۹۲). کود کمپوست در خاک‌های سبک مثل خاک‌های شنی باعث به هم‌چسبیدن ذرات شن به هم و کاهش منافذ و در خاک‌های سنگین مثل خاک‌های رسی با احاطه ذرات هوموس باعث افزایش منافذ خاک شده و در نتیجه در هر دو نوع بافت خاک باعث افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در خاک و در نتیجه بهبود عملکرد گیاه می‌شود (Edwards and Asmelash, 2011)

تغییرات میزان پروتئین: میزان درصد پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف کودی افزایش معنی‌داری نشان داد، هم‌چنین سطوح زئولیت و کمپوست هریک به طور جداگانه و در عدم کاربرد دیگری باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین شده است (شکل ۲). پروتئین‌ها دارای ترکیبات نیتروژن‌دار هستند و بیش‌تر نیتروژنی که در گیاه جذب می‌شود صرف تولید پروتئین می‌گردد. علت افزایش درصد پروتئین در تیمارهای زئولیت می‌تواند به علت خاصیت زئولیت‌ها در کاهش آبشویی نیتروژن خاک و افزایش غلظت آن در اندام گیاه باشد (Khan *et al.*, 2009). کودهای آلی به خصوص کمپوست‌ها دارای مقادیر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

فراوانی مواد آلی هستند و در هنگام تجزیه شدن بر میزان نیتروژن خاک می‌افزایند (Zaghloul *et al.*, 2016). تتارد-جونز و همکاران (Tetard-Jones *et al.*, 2016) بیان داشتند که کاربرد کمپوست دامی عملکرد مثبتی بر میزان پروتئین داشته است.

تغییرات میزان قند محلول و نامحلول: در این آزمایش تغییرات کلی به وجود آمده در میزان قندها در اثر سطوح مختلف تفاوت معنی‌دار و افزایشی ایجاد کرد. زئولیت کلینوپتیلولیت یک جاذب انتخابی مناسب برای کاتیون آمونیوم است و باعث کاهش شسته شدن نیتروژن از محیط ریشه می‌شود (Polat *et al.*, 2004)، بنابراین نیتروژن در دسترس گیاه افزایش یافته و باعث تولید بیش تر ساختارهای نیتروژنی از جمله قندها می‌شود. کود دامی یا کمپوست مشتق‌شده از آن نیز مواد مغذی خاک، ازجمله نیتروژن را افزایش داده و در بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک تاثیر مثبتی دارد (Mohanty *et al.*, 2006) و می‌تواند در تولید کربوهیدرات‌ها نقش مهمی ایفا کند. در این آزمایش نیز کود کمپوست دامی در سطوح عدم کاربرد زئولیت‌ها، باعث افزایش قندهای محلول شده اما تاثیر معنی‌داری بر قندهای نامحلول نسبت به شاهد نداشته است.

تغییرات طول ساقه و ریشه: نتایج آزمایش نشان داد تغییرات طول ریشه و ساقه گیاه وتیور در تیمارهای مختلف معنی‌داری بود، اما تغییرات طول ریشه در برخی سطوح تفاوت معنی‌داری با شاهد ایجاد نکرد. احتمالا به علت محصور بودن گیاه در گلدان، ریشه‌ها فرصت کافی برای رشد نیافتند. تاثیر جداگانه زئولیت در این آزمایش آثار مثبتی بر رشد ساقه و ریشه نشان داد. در مطالعات دیگر نیز گزارش شده که کاربرد زئولیت در افزایش ارتفاع ساقه موثر بوده است (Ahmadee *et al.*, 2014) در توجیه این مساله می‌توان گفت که زئولیت‌ها به عنوان سوپر جاذب‌های قوی با حفظ و جلوگیری از هدر رفتن آب و یون‌های مغذی و بهبود جذب ریشه موجب افزایش و بهبود رشد گیاه می‌گردد (Omidbaigi, 2010). به‌طور کلی کود کمپوست در این آزمایش آثار مثبتی بر طول ریشه و ساقه داشت ولی سطوح بالای کود در سطح ۶۰ درصد حجمی، باعث کاهش طول ساقه شد. ارتفاع گیاه وابستگی بالایی در میزان دسترسی به آب دارد. به نظر می‌رسد علت این افزایش رشد به ویژگی کودهای آلی در افزایش رطوبت خاک بر می‌گردد (Davarnejad *et al.*, 2002).

پارامترهای خاک: نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای اعمال شده باعث افزایش pH شده، هدایت‌الکتریکی بیش‌تر سطوح با شاهد تفاوت معنادار ایجاد نکرد ولی در سطوح بالای کود باعث افزایش هدایت‌الکتریکی شد. بصری و همکاران (Basari *et al.*, 2013) نیز در طی آزمایشاتی گزارش دادند کاربرد کود زئولیت باعث افزایش pH و هدایت الکتریکی خاک شده است. هم‌چنین نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات کارمو و همکاران (Carmo *et al.*, 2006) مبنی بر افزایش pH خاک با کاربرد کودهای کمپوست و دامی مطابقت دارد. اسیدیته خاک با در دسترس بودن مواد مغذی برای جذب

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

گیاه ارتباط تنگاتنگی داشته و هدایت الکتریکی ارتباط مستقیمی با تبادلات یونی دارد. احتمالا به علت این که زئولیت‌ها کانی‌هایی با ظرفیت تبادلی کاتیونی بالا بوده و دسترسی گیاه به مواد مغذی را افزایش می‌دهند و کودهای کمپوست دامی با بهبود فعالیت میکروبی خاک (Koivula *et al.*, 2000) باعث فراهمی بیش‌تر مواد مغذی گیاه می‌شوند، تیمارهای اعمال شده منجر به افزایش این پارامترها شده است. در این آزمایش بر خلاف مطالعات دیگر که مبنی بر افزایش میزان کلسیم و منیزیم خاک در تیمارهای زئولیت و کودهای آلی بوده‌اند (Ghazavi *et al.*, 2015; Basari *et al.*, 2013) میزان کلسیم و منیزیم تفاوت معنی داری با شاهد ایجاد نکردند که احتمال می‌رود یکی از دلایل آن کوتاه بودن دوره این آزمایش بوده است. میزان پتاسیم تحت تیمارهای مختلف تاثیر معنی‌دار و افزایشی نسبت به شاهد داشته است. میزان افزایش پتاسیم در سطوح بالای کود نسبت به سطوح پایین کود، بیش‌تر بود. ازبچه و همکاران (Ozbache *et al.*, 2014) نتایج مشابهی را گزارش کردند. زئولیت‌ها در مکان‌های تبادلی خود با جایگزینی کلسیم به جای پتاسیم و آمونیوم باعث تامین پتاسیم و آمونیوم خاک شده و باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند (Gruener *et al.*, 2007). کودهای کمپوست شامل مواد غذایی اصلی گیاه شامل N، P، K هستند و اغلب به صورت NPK نوشته می‌شوند (Edwards and Asmelash, 2007)، پس باعث افزایش پتاسیم خاک می‌شوند. در این آزمایش چگالی ظاهری خاک همه تیمارها نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت و طبق نتایج عملکرد تیمارهای کود کمپوست نسبت به زئولیت در کاهش چگالی ظاهری بیش‌تر است. میرزائی و همکاران (Mirzaei *et al.*, 2013) در طی مطالعه‌ای بیان داشتند تیمارهای زئولیت باعث افزایش چگالی مخصوص ظاهری خاک شده، اما اثر متقابل کودهای آلی و زئولیت در تمامی تیمارها باعث کاهش معنی‌دار چگالی مخصوص ظاهری خاک نسبت به شاهد شده است. گو و همکاران (Guo *et al.*, 2016) نیز کاهش چگالی ظاهری خاک را در تیمارهای کمپوست دامی نسبت به شاهد گزارش کردند. رطوبت وزنی خاک در این آزمایش تحت تاثیر تیمارهای کودی افزایش معنی‌داری نشان داد. کارایی کود کمپوست دامی در افزایش رطوبت وزنی خاک بیش‌تر از زئولیت بود. زئولیت‌ها به علت داشتن تخلخل بالا و ساختمان کریستالی می‌توانند تا بیش از ۶۰ درصد وزنی خود آب جذب کنند (Polat *et al.*, 2004). به نظر می‌رسد کاهش عملکرد زئولیت در افزایش رطوبت وزنی خاک به علت این است که زئولیت‌ها آب جذب شده را به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهند. غزوی و همکاران (Ghazavi *et al.*, 2015) گزارش کردند تیمارهای زئولیت باعث افزایش رطوبت وزنی خاک و در نهایت افزایش ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک شده است. وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2013) نیز طی مطالعه‌ای اظهار کردند تیمارهای کودهای آلی منجر به افزایش رطوبت خاک و افزایش بهره‌وری آب شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که سطوح متقابل زئولیت و کمپوست دامی اگرچه بر همه پارامترهای اندازه‌گیری خاک تاثیر معنی‌داری نداشت، اما به‌طورکلی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

باعث بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک شده و باعث افزایش عملکرد گیاه وتیور در همه صفات مورد بررسی شد. پیشنهاد می‌شود جهت دست‌یابی به اطلاعات جامع‌تر، این تحقیق در بلند مدت و در شرایط عرصه مورد بررسی قرار گیرد و در صورت مشاهده عملکرد مناسب، کودهای ذکر شده،که جنبه اقتصادی و زیست محیطی نیز دارند، می‌توانند به عنوان گزینه ای مناسب در پروژه‌های اصلاحی مراتع برای تامین نیازهای گیاهان باشند.

منابع

احمدی بنی، م. ۱۳۹۳. بررسی کیفیت علوفه و و برخی خصوصیات خاک تحت کشت گونه وتیور گراس *(Vetiveria zizanioides)* (مطالعه موردی: مراوه تپه، استان گلستان). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه گرگان، ۱۰۱ صفحه.

صانعی دهکردی، خ.، اختریان، ف.، فرید، ن. ۱۳۹۰. بررسی امکان بهره‌برداری بهینه از وتیورگراس جهت تعلیف دام و احیا حوزه‌های آبخیز در دو نقطه از استان خوزستان. پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کشور، انجمن مهندسی آب و آبیاری ایران.

صیدی، ز.، فاتح، ا.، آینه بند، ا. ۱۳۹۵. اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر ویژگی‌های خاک و خصوصیات اسانس گیاه زنیان *(Carum copticun)*. نشر تولید گیاهان زراعی. جلد نهم. شماره دوم.

عابدی کوپایی، جهانگیر. موسوی، سیدفرهاد. معتمدی، آرتمیس. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر کاربرد زئولیت کلینوپتیلایت در کاهش آبشوییی کود اوره. مجله آب و فاضلاب. شماره سوم.

گلرنگ، ب. گزانچیان، غ.، رمضانی مقدم، ر.، فلاحتی، ح.، روحانی، ح.، مشایخی، م. ۱۳۸۷. فصلنامه علمی پژوهشیتحقیقات مرتع و بیابان در ایران، جلد۱۵، شماره ۲: ۱۷۸-۱۵۸.

یاری، س. مرادی، پ.، خلیقی سیگارودی، ف. ۱۳۹۲. اثرات کاربرد آلومینوسیلیکات زئولیت بر صفات مورفولوژیک و ترکیبات شیمیایی گیاه دارویی آلوئه ورا (*Aloe vera* L.) در شرایط تنش خشکی. فصل‌نامه داروهای گیاهی، ۴: ۱۷۹-۱۷۰.

Ahmadee M., Khashei Siuki A., Hashemi, S.R. 2014. The effect of magnetic water and calcic and potasic zeolite on the yield of *Lepidium Sativum L*. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 6: 2051- 2060.

Asadi GH., Momen A., Norzadeh Nameghi M., Khoramdel P. 2014. The effect of different levels of organic and chemical fertilizers on yield and nitrogen efficiency in herbs Psyllium *(Plantago ovate Forsk.)*. Journal of Agricultural Ecology, 5(4): 373-382.

Available from:
http://www.fao.org/documents/pub_dett.asp?lang=en&pub_id=237600.

Basari M.H.A., Abdu A., Jusop S., Ahmed O.H., Abdul-Hamid H., Kusno M.A., Zainal B., Senin A.L., Junejo N. 2013. Effect of mixed organic and inorganic

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

Fertilizers Application on Soil properties and the growth of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Culitiva on brise Soils. American Journal of Applied Sciences, 10 (12): 1586-1597.

Butler T.J., Han K.J., Muir J.P., Weindorf D.C., Lastly L. 2008. Dairy manure compost effects on corn silage production and soil properties. Agronomy Journal, 100(6): 1541-1545.

Butorac A., Filipan T., Basic F., Butorac J., Mesic M., Kisic I. 2002. Crop response to the application of special natural amendments based on zeolite tuff. Rostlinna Vyroba, 48(3): 118-124.

Carmo D.D., Lima L.B.D., Silva C.A. 2016. Soil Fertility and Electrical Conductivity Affected by Organic Waste Rates and Nutrient Inputs. Division – Soil Use and Management, Commission – Soil Fertility and Plant Nutrition: 40.

Chitra T., Jayashree S., Rathinamala J., Suganya A. 2014. Preliminary Studies In Vitro Regeneration Of Vetiveria Zizanioides Through Meristem Tip Culture. Journal Bio, 3(4): 189 - 196.

Davarnejad G., Haghniya G., Shahbazi H., Mohammdiyan R. 2002. Effect of compost and manure in the production of sugar. Journal of Agricultural Science and Technology, 16: 75-83.

Edwards S., Asmelash A., Araya H., Berhan T., Egziabher G. 2007. Impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia, 2000-2006 inclusive. FAO, Rome.

Fraser B. 1993. Vetiver Grass: The Hedge against Erosion. The World Bank Publication. 1-48. Washington, D.C.

Ghazavi R. 2015. The application effects of natural zeolite on soil runoff, soil drainage and some chemical soil properties in arid land area. International Journal of Innovation and Applied Studies, 13: 172 - 177.

Gruener J.E., Ming Jr.D.W., Galindo C., Henderson K.E., Golden D.C. 2007. Plant productivity and characterization of zeoponic substrates after three successive crops of radish (Raphanus sativus L.). Micro. Meso, Mater, 105: 279-284.

Guo L., Wu G., Li Y., Li C., Liu W., Meng J., Liu H., Yu X., Jiang, H. 2016. Effects of cattle manure compost combined with chemical fertilizer on topsoil organic matter, bulk density and earthworm activity in a wheat–maize rotation system in Eastern China. journal homepage, Soil & Tillage Research, 156: 140–147.

Khan H., Khan A.Z., Khan R., Matsue N., Henmi T. 2009. Influence of Zeolite Application on Germination and Seed Quality of Soybean Grown on Allophanic Soil. Research Journal of Seed Science, 2 (1):1-8.

Kochert, 1978. Carbohydrate determination by phenol-sulfuric acid method. In: J.A. Hellebust and J.S. Craige, Editors, Handbook of physiological and biochemical methods, Cambridge University Press, London. 95–97.

Koivula N., Hanninen K., Tolvanen O. 2000. Windrow composting of source separated kitchen biowaste in Finland. Waste Manage, Res, 18: 16 - 173.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

Mallanagoula, B. 1995. Effect of N. P. K and fym on growth paameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science, 4: 916-918.

Mir Arab T., Piri E., Tavassoli A., Babaeiyan M. 2016. The Effect Organic Fertilizer on Quantitative and Qualitative Characters of Basil *(Ocimum basilicum)* in Sistan Region. Journal of Crop Ecophysiology , 2: 327 – 328.

Mirzaei S.M.J., Heidarpour M., Tabatabaei S., Najafi P., Hashemi S.E. 2013. Immobilization of leachate's heavy metals using soil-zeolite column. International Journal Recycling of Organic Waste in Agriculture, 2:20.

Mohanty S., Paikaray N.K., Rajan A.R. 2006. Avalability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.)- corn *(Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderna, 133: 225-230.

Moosikapala L., Te-chato S. 2010. Application of in vitro conservation in *VetiveriazizanioidesNash.* Journal of Agricultural Technology, 6(2): 401-407.

Omidbaigi R. 2010. Production and processing of medicinal plants (vol. 1). Astan Ghods Razavi Publisher, Mashhad, Iran.

Ozbahce A., Tari F., Gönülal E., Simsekli N., Padem H. 2014. The effect of zeolite applications on yield components and nutrient uptake of common bean under water stress. Archives of Agronomy and Soil Science.

Polat E., Mehmet K., Halil D., Nacionus A. 2004. Use of natural zeolite *(Clinoptilolite)* in agriculture, J. Fruit Ornam. Plant, 12:183- 189.

Qian X., Shen G., Wang Z., Guo C., Liu Y., Lei Z., Zhang, Z. 2014. Co-composting of livestock manure with rice straw: Characterization and establishment of maturity evaluation system. Waste Manag, 34: 530–535.

Tetard-Jones C., Edwards, M., Rempelos L., Gatehouse, A.M.R, Eyre M., Wilcockson J.S., Leifert, C. 2013. Effects of Previous Crop Management, Fertilization Regime and Water Supply on Potato Tuber Proteome and Yield. Agronomy, 3: 59–85.

Tsintskaladze G., Eprikashvili L., Urushadze T., Kordzakhia T., Sharashenidze T., Zautashvili M., Burjanadze M. 2016. Nanomodified natural zeolite as a fertilizer of prolonged activity. annals of agrarian science, 14: 163-168.

Vallejo-Ramos M., Moreno-Calles A., Casas A. 2016. TEK and biodiversity management in agroforestry systems of different socio-ecological contexts of the Tehuacán Valley. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 12: 31: PMC4957363.

Wang X.J., Jia Zh.K., Ling L.Y., Kang Sh.Zh. 2013. Effect of Manure Management on the Temporal Variations of Dryland Soil Moisture and Water Use Efficiency of Maize. J. Agr. Sci. Tech, 15: 1293-1304.

Zaghloul R.A., Mohamed Y.F.Y., Rasha M., El-Meihy. 2016. Influential Cooperation between Zeolite and PGPR on Yield and Antimicrobial Activity of Thyme Essential Oil. International Journal of Plant & Soil Science, 13(1): 1 – 18.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]