مقاله پژوهشی

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۹، زمستان ۱۴۰۰، صص ۱-۱۰

اثر متقابل زئولیت و پیتینگ بر غلظت عناصر، طول ریشه و ساقه در گیاه *Agropyron elongatum* L. تحت تیمارهای مختلف خشکی

محمد یارمحمدی[۱]

داود اخضری[۲]*

d_akhzari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۲**

چکیده:

زمینه و هدف: یکی از روش‌هایی که برای مقابله با کم آبی مناسب می‌باشد استفاده از تکنیک‌های ذخیره سازی آب در خاک است. این روش ها آلودگی برای محیط زیت ایجاد نمی‌کنند. هدف از این پژوهش، مطالعه اثر پیتینگ و زئولیت بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیک گیاه *Agropyron elongatum* در شرایط تنش خشکی می باشد.

روش بررسی: آزمایشی در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد که در ابتدا بذور در داخل گلخانه در گلدان کشت شدند و پس از ۳ ماه نهال‌ها به عرصه واقع در خارج گلخانه انتقال داده شدند و تیمارها بر روی آن‌ها اعمال گردید که مدت ۶ ماه به طول انجامید. تیمارهای اعمال شده عبارت بودند از: پیتینگ شامل دو سطح با پیتینگ و بدون پیتینگ، زئولیت در دو سطح با زئولیت (۵۰ گرم به ازای هر نهال) و بدون زئولیت و ۴ سطح آبیاری شامل: سطح آبیاری FC ۱/۴، FC ۱/۲، FC و بدون آبیاری.

یافته ها: با اعمال پیتینگ و زئولیت، مقدار غلظت کلسیم، مس ، پتاسیم، منگنز، سدیم، روی ، فسفر، وزن ساقه ا، وزن ریشه، ارتفاع ساقه و طول ریشه افزایش پیدا کردند. غلظت آهن در حالت بدون پیتینگ افزایش بیشتری نشان داد واز ۲/۳ به ۱۷/۲ mg/kg در حالت بدون پیتینگ افزایش یافت.

بحث و نتیجه گیری: استفاده از تیمارهای (پیتینگ، زئولیت و خشکی) دارای اثر متقابل معنی‌دار بوده و موجب افزایش بیشتر پارامترهای اندازه‌گیری شده می‌گردد. می‌توان گفت استفاده از پیتینگ و زئولیت بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیک گیاه *Agropyron elongatum* اثر مثبت و معنی‌داری داشته است.

واژگان کلیدی: زئولیت، تنش خشکی، پیتینگ، سطوح آبیاری

۱- دانشجوآموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری دانشگاه ملایر

۲- دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر(مسئول مکاتبات)

Human and Environment, No. 59, Winter 2021, pp. 1-10

The Interaction of Zeolite and Pitting on the Concentration of Nutrition, Root Length and Stem Height of *Agropyron elongatum* L. under Various Drought Levels

M. Yarmohammadi[1]

D. Akhzari[2*]

d_akhzari@yahoo.com

Received: August 29, 2020 Accepted: May 23, 2021

Abstract

Background and Objective: One of the ways in Iran to deal with drought stress is the use of new techniques for water storage in the soil. The aim of this study was to study the effect of pitting and zeolite application on growth and physiological triates of *Agropyron elongatum* in drought stress conditions.

Method: An experiment conducted based a randomized complete block design. Initially, the seeds were cultivated in a greenhouse in a pot and after 3 months the seedlings were transferred to a field outside the greenhouse and treatments were applied to them, for 6 months. The applied treatments included: pitting consisting of two levels with pitting and no pitting, zeolite in two levels with zeolite (50 g per seedlings) and no zeolite and 4 levels of irrigation including FC irrigation, 1/2 FC, 1/4 FC and without irrigation (as control treatment). **Findings:** The results showed that by applying pitting and zeolite, the concentrations of calcium, copper, potassium, manganese, sodium, zinc, phosphorus, stem weight, root weight, stem height and root length increased significantly. The concentration of iron in the case of without pitting increased more and increased from 2.3 to 17.2 mg / kg in the without pitting treatments.

Discussion and Conclusions: The results showed that simultaneous application of the three treatments (pitting, zeolite, and drought) had a significant interaction effect and further increase the measured parameters. It can be concluded that the use of pitting and zeolite has a positive effect on growth and physiological characteristics of *Agropyron elongatum*.

Keywords: Zeolite, Drought stress, Pitting, Irrigation levels

1- MSc Student of Rangeland Science, Department of Watershed and Rangeland Management, Faculty of Natural resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

2- Associate Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

مقدمه:

گیاه آگروپایرون بومی مرغزارهای شور و سواحل دریا در جنوب غرب اروپا و خاورمیانه است. این گونه در مکان‌هایی که رطوبت مناسب باشد علوفه قابل توجهی تولید می‌کند. برای حفظ عملکرد و متابولیسم طبیعی در گیاهان زراعی و در نتیجه تولید محصول رضایت بخش باید در سلول‌ها به مقدار کافی آب وجود داشته باشد (۱). کمبود آب یکی از مشخصات کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران می‌باشد. کمبود آب از تنش‌هایی است که به شدت رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و چنین کاهشی هم در اجزاء رویشی و هم دراجزاء زایشی گیاهان مختلف دیده می شود. رشد طولی ساقه از حساس‌ترین صفات به تنش کم آبی می باشد و کمبود آب در این مرحله بر روی اندازه میانگره‌ها اثر گذاشته و از بزرگ شدن سلول‌های در حال رشد می‌کاهد (۲).

برای تعدیل خشکی راهکارهای گوناگونی نظیر استفاده از زئولیت یا پیتینگ وجود دارد. زئولیت یک ماده معدنی است که عمدتا از آمینوسیلیکات تشکیل شده و کاربرد تجاری آن در صنایع به عنوان جاذب سطحی است. یکی از علل استفاده از زئولیت در تولیدات کشاورزی و بهره‌وری خاک، خاصیت جذب رطوبت و نگهداری آن برای مدت طولانی و صرفه‌جویی در مصرف کود شیمیایی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌باشد (۳ و ۴). زئولیت یکی از مواد طبیعی طبیعی است که در سال‌های اخیر کاربرد آن به منظور بهبود باروری، اصلاح ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش یافته است (۵ و ۶). بر خلاف کانی‌های رسی، در زئولیت‌ها چارچوب ساختمانی به اندازه کافی باز است و می‌تواند مولکول های آب را هم مشابه کاتیون‌ها در خود جای دهد. این ویژگی یعنی باز بودن ساختمان، باعث به وجود آوردن خواص ویژه و منحصر به فرد زئولیت‌ها شده است (۷).

گیاه *Agropyron elongatum* یکی از مهمترین گیاهان مرتعی است که گونه‌های مختلف آن در اغلب مراتع کشور می رویند. *Agropyron elongatum* گیاه علفی چند ساله بوده و حدود ۱۹ گونه از آن در مناطق مختلف ایران گزارش شده است (۸). گیاهان زراعی به طور پیوسته در معرض تنش کمبود آب بوده و به روش‌های گوناگونی به تنش واکنش نشان می‌دهند. فهم و درک این واکنش‌ها کمک های زیادی را به تشریح نحوه رشد و میزان تولید آن‌ها در شرایط تنش‌زای محیطی خواهد کرد (۹).

تجمع پرولین و هیدرات‌های کربن محلول در تمام اندام‌های هوایی گیاه در طی تنش وجود دارد، با وجود این میزان آن در برگ‌ها بیش از دیگر اندام‌ها می‌باشد. سطح بالای پرولین گیاه را قادر می‌سازد که پتانسیل آبی پایین را حفظ کند، همچنین پرولین می‌تواند مسمومیت رادیکال‌های آزاد را رفع کند (۱۰). همچنین زئولیت به دلیل داشتن تخلخل بالا و ساختار کریستالی می‌تواند تا بیش از ۶۰ درصد وزنی خود آب را جذب کرده و به تدریج آن را در اختیار گیاه قرار دهد (۴). زئولیت‌ها از طریق افزایش شدید ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و با ایجاد یک حالت پیوستگی انتخابی برای آمونیوم و پتاسیم، موجب بهبود ساختمان خاک می‌شوند. زئولیت‌ها با ساختاری بسیار متخلخل و با سطح داخلی بسیار گسترده موجب تثبیت عناصر غذایی در بین ساختار خود شده و از طریق رهاسازی تدریجی آن‌ها، این عناصر را برای گیاه فراهم نموده و در نهایت سبب افزایش توانایی گیاه در مصرف عناصر و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شوند (۵).

نتایج بررسی اثر زئولیت روی گیاه ریحان (۱۱) حاکی است که با کاهش آب در دسترس، درصد اسانس افزایش یافت. به منظور بررسی اثرات کاربرد زئولیت و سطوح مختلف تنش خشکی بر جوانه‌زنی و قدرت رویشی بذر کلزا، تاثیر سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار زئولیت و سه سطح تنش خشکی (آبیاری پس از ۸۰، ۱۲۰و ۱۶۰ میلیمتر تبخیر از تشتک به ترتیب آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید) بر بذر کلزا مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی، وزن خشک گیاه

چه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه، با کاربرد ۲۰ تن در هکتار زئولیت در شرایط آبیاری نرمال و بیشترین تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال نیز از عدم کاربرد زئولیت در شرایط تنش خشکی به دست آمدند (۱۲). در مطالعه‌ای که به منظور بررسی تاثیر مصرف زئولیت طبیعی بر روی مقاومت به تنش خشکی و افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه بادرشبی انجام داد، نشان داد که مصرف زئولیت بر وزن خشک، ارتفاع بوته، تاریخ گلدهی و درصد اسانس تاثیر معنی‌داری داشت (۱۳). محققان دیگر نشان دادند که کاربرد ۶ درصدی زئولیت در خاک مقدار رطوبت قابل استفاده خاک را افزایش می‌دهد (۱۴).

طی تحقیقات انجام شده، مصرف ۹ تن زئولیت در هکتار نسبت به تیمار عدم مصرف زئولیت، باعث افزایش حدود ۵/۰۷ درصدی شاخص برداشت دانه شده است (۱۵). همچنین تغییر محل کاشت از روی پشته (حالت معمول) به کف فارو عملکرد علوفه را به طور قابل توجهی (حداقل ۱۰ درصد) افزایش می‌دهد (۱۶). مطالعه تاثیر تنش خشکی (سه سطح رطوبت زیاد، متوسط و کم) و کاربرد باکتری آزسپریلوم بر روی میزان پرولین گیاه ذرت نشان داد که غلظت پرولین در ریشه و برگ هر دو گیاهچه تلقیح شده و شاهد (بدون تلقیح) با کاهش آب قابل دسترسی گیاه افزایش می یابد، اما در شرایط رطوبتی کمتر گیاهچه تلقیح شده با باکتری آزسپریلیوم به طور قابل ملاحظه‌ای غلظت پرولین بالایی را نسبت به تیمار کنترل نشان می‌دهد (۱۸).

بذرکاری گراس‌های چندساله در چاله‌های پیتینگ، افزایش ۳۰ درصدی پوشش گیاهی را نشان دادند (۱۹). نتایج پژوهش دیگری نشان داد که پس از احداث چاله‌ها درصد پوشش تغییر می‌کند، بهبود وضعیت پوشش گیاهی سبب افزایش کارایی و طول عمر چاله‌ها می‌شود و طول عمر چاله‌ها در بافت‌های شنی کمتر از بافت‌های رسی می‌شود (۲۰).

بررسی اثر مقادیر مختلف آب بر صفات ظاهری و عملکرد گندم مشخص کردند که تنش کمبود آب به واسطه مختل کردن مکانیسم‌های سنتز نشاسته سبب کاهش قدرت مخزن، کاهش وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (۲۱). نتایج تحقیقی در آفریقای شمالی نشان داد که استفاده از کنتورفارو و پیتینگ رطوبت خاک را افزایش می‌دهد و سبب تسهیل جوانه‌زنی بذر و استقرار نهال گیاهان مرتعی خواهد شد (۲۲). اجرای روش پیتینگ ضمن کاهش تنش آب در گیاهان، افزایش میزان تولید علوفه را نیز موجب می‌شود (۲۳). استفاده از کنتورفارو موجب افزایش نفوذ و همچنین کاربرد روش پیتینگ نیز ۱۰۰ درصد موجب افزایش محصول می شود که این اتفاق به دلیل افزایش نفوذ آب در خاک است (۲۴). استفاده از زئولیت‌های طبیعی به عنوان اصلاح کنندگان اراضی سبک باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد گیاهان مختلف از جمله گندم، ذرت، جو و سویا شد (۲۵).

تنش خشکی مهمترین محدودیت رشد گونه های گیاهی در مراتع ایران است. از سویی کاربرد روش های مدیریتی نظیر پیتینگ و استفاده از زئولیت سبب کاهش اثرات مخرب تنش خشکی می‌شوند. بنابراین هدف از این پژوهش اثر متقابل زئولیت و پیتینگ بر غلظت عناصر، طول ریشه و ساقه در گیاه *Agropyron elongatum* L. تحت تیمارهای مختلف خشکی است.

مواد و روش‌ها:

معرفی منطقه مورد مطالعه (شرایط گلخانه دانشگاه ملایرو عرصه مجاور آن)

شهرستان ملایر با وسعتی حدود ۳۲۱۰ کیلومتر مربع در جنوب‌شرقی استان همدان واقع شده‌است. متوسط درجه حرارت سالیانه شهرستان ۱۲/۶ درجه سانتیگراد می باشد. گرمترین ماه سال مردادماه با درجه حرارت متوسط ۲۸/۷ درجه سانتیگراد و حداکثر دمای ۴۱ درجه سانتیگراد می‌باشد. سردترین ماه سال بهمن ماه با متوسط درجه حرارت ۵/۵ درجه سانتیگراد و حداقل دمای ۲۵- درجه سانتیگراد اندازه گیری شده است. میانگین بارش

شهرستان ملایر ۳۱۵ میلیمتر در سال می‌باشد. در این تحقیق از گلخانه به‌منظور استقرار اولیه نهال‌ها استفاده شده است.

روش بررسی:

برای انجام این تحقیق ابتدا ۱۰ بذر گیاه در در داخل گلدان برای هر تیمار کشت شد. با توجه به اینکه در این آزمایش ۲ سطح پیتینگ، ۲ سطح زئولیت، ۴ سطح آبیاری و ۳ تکرار وجود دارد، بنابراین ۴۸ گلدان برای این مرحله در نظر گرفته شد و در درون هر گلدان ۱۰ بذر کشت گردید. سپس گیاهان سبز شده به داخل عرصه واقع در مجاورت گلخانه دانشگاه انتقال داده شدند و تیمارها بر روی نهال‌های کاشته‌شده اعمال شدند. لازم به ذکر است که در نهایت، اعمال تیمارها بر روی ۵ نهال در هر تیمار انجام گردید. به این منظور، عمل تنک سازی برای باقی ماندن ۵ نهال در برخی گلدان‌ها با پایه های اضافی، انجام شد. نقشه کشت نهال های منتقل شده به عرصه کاشت مطابق شکل ۱ اجرا شد.

شکل ۱- نقشه کاشت بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی

FC Z P	FC Z0 P0	0FC Z0 P	1/2FC Z P0
1/4FC Z0 P	1/2FC Z P	FC Z P0	1/4FC Z P0
0FC Z P0	1/4FC Z P	FC Z0 P	1/2FC Z0 P
1/4FC Z0 P0	0FC Z0 P0	1/2FC Z0 P0	0FC Z P

پیتینگ در دو سطح با پیتینگ (P) و بدون پیتینگ (P0)، زئولیت در دو سطح با زئولیت (Z) (۵۰ گرم به ازای هر نهال) و بدون زئولیت (Z0) و چهار سطح آبیاری شامل: سطح آبیاری FC ، ۱/۲ FC، ۱/۴ FC و بدون آبیاری (0FC).

در ادامه نمونه‌ها برداشت گردیدند و در آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. قبل کاشت و اعمال تیمارها، پارامترهای خاک نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. در آخر در مورد پارامترهای اندازه‌گیری شده تحلیل‌های آماری صورت گرفت. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای اعمال تنش خشکی در ۴ سطح (آبیاری ظرفیت مزرعه (FC)، ۱/۲ FC، ۱/۴ FC و بدون آبیاری یا شاهد) و اعمال تیمار زئولیت در دو سطح (با زئولیت و بدون زئولیت)، در دو روش کشت (با پیتینگ و بدون پیتینگ) در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرمافزار SAS انجام شد.

نتایج:

برخی از مهمترین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک عرصه مورد مطالعه قبل از اعمال تیمارها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

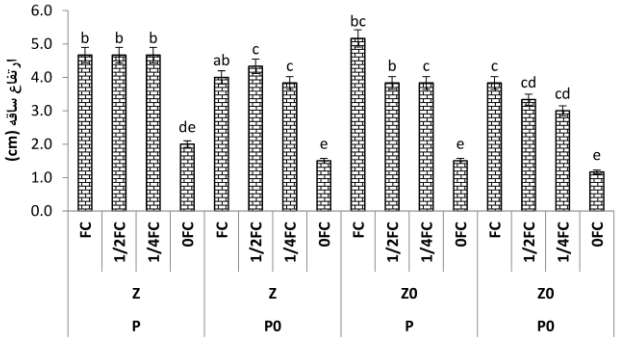
بافت خاک Soil texture	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (dS/m)	ماده آلی (٪) Organic matter (٪)	جرم مخصوص ظاهری	سدیم (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	آهک (٪)
Sand شنی	9.03	0.51	0.862	1.726	361.34	283.71	397.5

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل کاربرد پیتینگ و زئولیت بر غلظت عناصر و خصوصیات مورفولوژیک نهال‌های *A. elongatum* در شرایط تنش خشکی

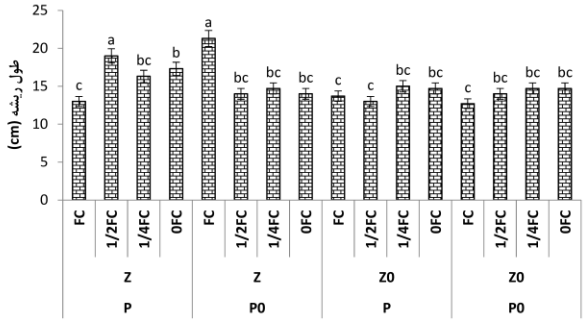
	ارتفاع ساقه	طول ریشه	پتاسیم	کلسیم	سدیم	فسفر
منبع تغییرات	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*
خشکی	۰/۱۴۴*	۰/۲۸۲*	۰/۰۳۲*	۰/۰۰۰*	۰/۰۲۶*	۰/۰۴۳*
زئولیت	۰/۱۱۷*	۰/۲۴۰*	۰/۰۱۷*	۰/۰۰۰*	۰/۰۳۷*	۰/۰۲۶*
پیتینگ	۰/۱۳۷*	۰/۴۱۴*	۰/۰۹۷*	۰/۹۸ ns	۰/۰۵۱*	۰/۰۸۳*
خشکی× زئولیت	۰/۰۵۳*	۰/۳۷۷*	۰/۰۸۳*	۰/۰۰۳*	۰/۰۷۲*	۰/۰۶۹*
خشکی× پیتینگ	۰/۰۷۳*	۰/۵۳۵**	۰/۰۹۳*	۰/۰۰۷*	۰/۰۶۴*	۰/۰۷۸*
زئولیت ×پیتینگ	۰/۱۰۰*	۰/۲۷۵*	۰/۰۹۹*	۰/۲۸ ns	۰/۰۷۶*	۰/۰۸۱*
خشکی× پیتینگ× زئولیت	۰/۰۰۰*	۰/۲۸۲*	۰/۱۱*	۰/۴۲ ns	۰/۰۰۰*	۰/۱۳*

-ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ p: سطح معنی‌داری *: معنی‌دار در سطح ۵٪

به‌طورکلی ارتفاع ساقه، در تیمار پیتینگ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار بدون پیتینگ بوده است؛ به‌عبارت‌دیگر پیتینگ اثر مثبت بر روی ارتفاع ساقه داشته و موجب افزایش آن شده‌است (شکل ۲). طول ریشه، در تیمار پیتینگ و تیمار بدون پیتینگ تفاوت معنی‌داری ندارد؛ به‌عبارت‌دیگر پیتینگ اثر معنی داری بر طول ریشه نداشته است (شکل ۳).



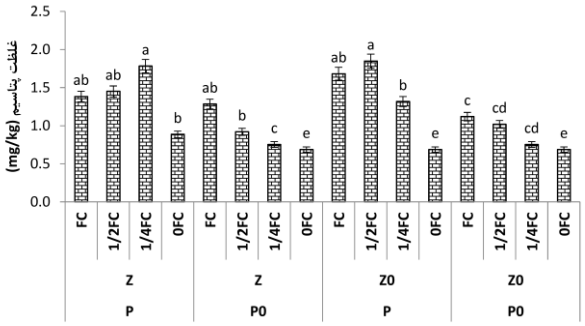
شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای پیتینگ، زئولیت و خشکی بر ارتفاع ساقه



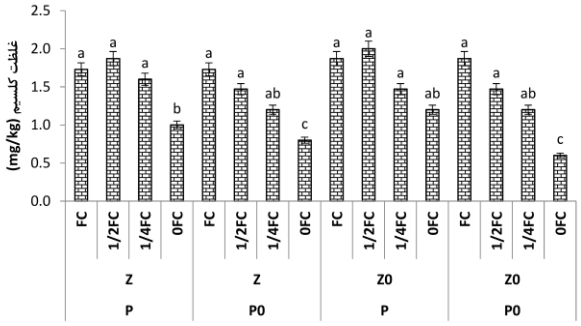
شکل ۳- اثر متقابل تیمارهای پیتینگ، زئولیت و خشکی بر طول ریشه

پیتینگ در دو سطح با پیتینگ (P) و بدون پیتینگ (P0)، زئولیت در دو سطح با زئولیت (Z) (۵۰ گرم به ازای هر نهال) و بدون زئولیت (Z0) و چهار سطح آبیاری شامل: سطح آبیاری FC ، ۱/۲ FC، ۱/۴ FC و بدون آبیاری (0FC).

غلظت پتاسیم در تیمار پیتینگ تغییرات معنی‌داری نسبت به حالت بدون پیتینگ دارد. به‌عبارت‌دیگر پیتینگ اثر مثبت بر جذب پتاسیم توسط گیاه داشته و موجب افزایش آن شده است (شکل ۴). غلظت کلسیم در تیمار پیتینگ به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار بدون پیتینگ بوده است؛ به عبارت دیگر پیتینگ اثر معنی‌داری بر غلظت کلسیم داشته است (شکل ۵).

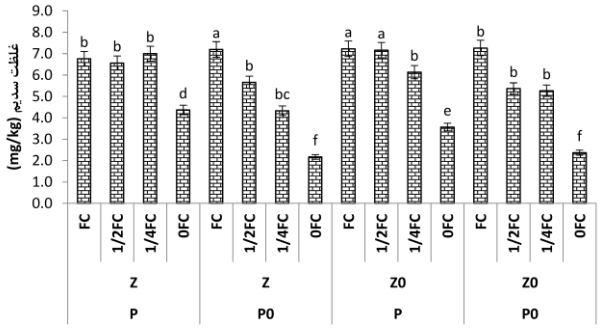


شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای پیتینگ، زئولیت و خشکی بر غلظت پتاسیم

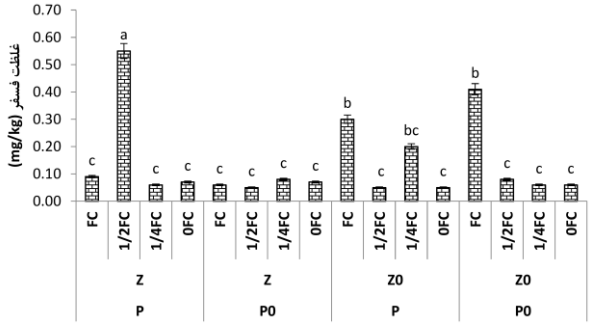


شکل ۵- اثر متقابل تیمارهای پیتینگ، زئولیت و خشکی بر غلظت کلسیم

به‌طورکلی غلظت سدیم در تیمار پیتینگ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار بدون پیتینگ بوده است؛ به عبارت دیگر پیتینگ اثر مثبتی بر جذب سدیم توسط گیاه داشته و موجب افزایش آن شده است (شکل ۶). نتایج نشان می‌دهد که روند تغییرات فسفر در تیمار بدون پیتینگ نسبت به تیمار پیتینگ، یکنواخت‌تر است. معنی‌دارترین سطح افزایش غلظت فسفر در تیمار پیتینگ، مربوط به تیمار با زئولیت در شرایط رطوبتی نصف ظرفیت مزرعه بود (شکل ۷).



شکل ۶- اثر متقابل تیمارهای پیتینگ، زئولیت و خشکی بر غلظت سدیم



شکل ۷- اثر متقابل تیمارهای پیتینگ، زئولیت و خشکی بر غلظت فسفر

بحث و نتیجه‌گیری:

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که استفاده هم‌زمان از سه تیمار (پیتینگ، زئولیت و خشکی) دارای اثر متقابل معنی‌دار بوده و موجب افزایش بیشتر پارامترهای اندازه‌گیری شده می‌گردد. میزان رطوبت موجود در خاک نقش ویژه‌ای در جوانه‌زنی و استقرار گیاه در خاک دارد بررسی این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرفی قرار گرفتن کشور ایران در کمربند خشک جهان و کمبود بارش و خشکسالی‌های اخیر، اهمیت این موضوع را چندین برابر کرده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش گیاه *A. elongatum* در اکثر تیمارهایی که پیتینگ و زئولیت استفاده شده است غلظت عناصر مغذی و رشد گیاه بیشتر است و گیاه دارای خصوصیات فیزیولوژیک بهتری نسبت تیمارهای فاقد پیتینگ و زئولیت می‌باشد. همچنین موجب رشد و استقرار بهتر گیاه در مرتع می‌گردد. یکی از این روش‌های افزایش آب در دسترس برای گیاه در مناطق مرتعی استفاده از پیتینگ می‌باشد که با جمع‌آوری آب‌های سطحی و رواناب‌ها رطوبت را در اختیار گیاه قرار داده و برای مواقع خشکی کمک شایانی به استقرار گیاه در مرتع می‌نماید. یکی دیگر از روش‌ها استفاده از زئولیت است. زئولیت ماده‌ایست که رطوبت را به خود جذب نموده و آن را به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد و باعث می‌شود گیاه در موقع خشکی بتواند رطوبت مورد نیاز خود را از خاک جذب نماید. از طرفی با توجه به این موضوع که الگوی پراکنش در مراتع به صورت لکه ای است، استفاده از پیتینگ و زئولیت را در مرتع از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌سازد. یافته‌های این پژوهش با یافته‌های آرمندپیشه و همکاران (12)، میرزاخان و سیبی (15)، حسن زاده مقدم و باصفا (16)، حسینی پور و همکاران (17)، Butorac و همکاران (25)، Rosswight و Larry White (19)، Rauzi (20)، Owis و Hashem (22)، Kamp و همکاران (23) و Hansclka و همکاران (24) درباره اثر پیتینگ و زئولیت مطابقت دارد. همچنین اخضری و علیپور (۲۶) نیز اثر معنی دار و مثبت کاربرد زئولیت بر گونه گیاهی وتیور را نشان دادند.

نتیجه‌گیری:

از این آزمایش می‌توان چنین استنباط کرد که پیتینگ، زئولیت و سطوح مختلف رطوبتی بر روی رشد و نمو و اسقرار نهال‌های گیاه آگروپایرونتاثیر معنی‌داری دارد. در میان عناصر اندازه‌گیری شده؛ سدیم، پتاسیم و کلسیم به میزان رطوبت خاک حساس بوده و با کاهش میزان رطوبت خاک غلظت آنها نیز در گیاه به شدت کاهش یافته است. میزان تغییرات عنصر فسفر هم نسبت به میزان رطوبت خاک یکنواخت بود و این بدان معناست که رطوبت خاک تاثیری بر جذب این عنصر توسط گیاه نداشته و گیاه در شرایط مختلف رطوبتی تقریبا به یک میزان از این عنصر را از خاک جذب کرده است. همچنین خشکی بر خصوصیاتی از قبیل ارتفاع ساقه تاثیر چشمگیری داشت و میزان آن با کاهش رطوبت در دسترس

گیاه کاهش معنی‌داری داشت. میزان تغییرات طول ریشه به شرایط مختلف رطوبتی تقریبا یکنواخت می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه آگروپایرون به شرایط کشت در حالت پیتینگ یا درون چاله واکنش نشان داده و خصوصیات فیزیولوژیک آن نسبت به حالت کشت عادی متفاوت است. همچنین گیاه آگروپایرون به اعمال تیمار زئولیت واکنش نشان داده و خواص فیزیولوژیک آن نسبت به تیمارهای فاقد زئولیت تغییرات معنی‌داری دارد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش می‌توان گفت که استفاده هم‌زمان از سه تیمار زئولیت، پیتینگ و خشکی بر افزایش جذب برخی از عناصر توسط گیاه و برخی خصوصیات فیزیولوژیک گیاه آگروپایرون تاثیر داشته و باعث افزایش آن‌ها شده است.

References

1- Liu, H. P., B. J, Yu., W. H, Zhang & Y. L. Liu, 2005. Effect of osmotic stress on the activity of Ht ATPase and the levels of covalently and non-covalenty conjugated polyamines in plasma membrance preparation from wheat seeding roots. Plant Sciences, 168: 1599-1607.

2- Duncan, W. G., ۲۰۱۸ Physiology of maize, In: Evans (ed.), Crop Physiology. Cambridge University. effectiveness on range land and pastures. Texas Agricultural Extension Service Leaflet L-5029.

3- Houerou, L., ۲۰۰۸. Climate change, drought and desertification, J. Arid Environment, 34: 133-185.

4- Polat, E., M, Karaca., H, Demir & A. Naci Onus, 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 183-189.

5- Andrews, R.D.& S.B. Kimi, 1996. Improvements in yield and quality of crops with zeoponic fertilizer delivery systems: Turf, flower, vegwtables, and Grain. Malaysian Agricultural Research and Development Institue.

6- Mumptun, F.A., 1996. Mineralogy and geology of natural Zeolite, Department of the Earth Science, University of New York, U S A.

7- Vassilis, J. & B. Inglezakis, 2005. The concept of ‘capacity’ in zeolite ion-exchange systems. Curr. Opin. Colloid. In. 281: 68 - 79.

8- Bor, N.L., 1970. Gramin. In: K. H. Rechinger(Ed), Flora Iranica. No. 70, AKademische Deyok-11 Verlagsoanstalt: Graz,Austria,Wien.

9- Ahmadi, A., F. Jabbari & P. Ehsanzadeh. 2009. Introduction to Plant Physiology. University of Tehran Press, 681 p. (In Persian)

10- Manivannan, P., C.A., Jaleel, Zhao, C.X., Somasundaram, R., Azooz, M.M, 2008. The effect of polymer combination with sandblasting on Panicum antidotale growth. Forest and Rangeland Research Institute, Tehran. 16(3): 305-316.

11- Hasani, A. & R. Omid Beigi, 2002. The effect of water stress on morphological, physiological and metabolic characteristics of basil plant. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 12(3): 47-59. (In Persian)

12- Armand Pisheh, O., Irannezad, H., Alahdadi, I., Amiri, R., Koliaei, A. 2010. Application of Zeolite effect on germination and vigor of canola seed under drought stress. Journal of crop ecophisiology, (1):54-62. (In Persian)

13- Gholizadeh, A., 2005. The study the

effects of water stress and natural zeolite on qualitative and quantitative features of Dracocephalum moldavica. Journal of Research and Reconstruction, 73(3): 96-110. (In Persian)

14- Abedi Koupaee, J. & J. Asad Kazemi, 2005. The effect of zeolite application in soil on green space water optimization. Proceedings of the Tehran Mechanized Surface Irrigation Technical Workshop. Tehran Iran. 151-158. (In Persian)

15- Mirzakhan, M. & M. Sibi, 2010. Response of safflower physiological traits to water stress and zeolite application.The Proceedings of 2nd Iranian National Congress on Agricultural and Sustainable Development. (In Persian)

16- Hasanzadeh Moghadam, H. & M. Basafa, 2006. Investigating the effect of planting method and plant density on grain yield and forage quality in saline soils. Abstract paper of Ninth Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding. Karaj, Iran. (In Persian)

17- Hosseinpour, M., M, Moghiri & D. Taleghani, 2002. Investigating the effect of planting pattern on irrigation water consumption efficiency, quantity and quality of sugar beet in Dezful region. Abstracts of the 7th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding. Karaj, Iran. (In Persian)

18- Casanovas, E.M., C.A. Barassi & R.J. Sueldo, 2002. Azospirillum inoculation mitigates waterstress effects in maize grainlings. Cereal Research Communcations, 30(3-4): 343-349.

19- Rosswight. J.& M. Larry white, 1974. Inter seeding and pitting on a sandy Range site in eastern Montana. Journal of range management. 27(3): 206-210.

20- Rauzi, F., 1968. Pitting and inter seeding native short grass Rangeland. Published Laramie, Wyo. Agricultural Experiment Station, University of Wyoming. 1968; 170 p.

21- Adamsen, F. J., P. J, Pinter., E. M, Barnes., R. L, Lamorte., S. W. Leavitt & B. A Kimball, 1999. Measuring wheat senescence with a digital camera. Crop Science 39: 719-724.

22- Oweis, T. & A. Hashem, 2004. Water Harvesting and supplemental Irrigation for improved water productivity of dry farming system in west Asia and North Africa.2004. Proceeding of the 4th international crop science congress, Brisbane, Australia also published on web site: www.cropscience.org.au.

23- Kamp. M., M, Garl & A.L. Hild. 1990. Drought and grazing: 1. Effects on quantity of forage produced. J. Range Manage. 1990; 52: 440-446.

24- Hansclka, C.W., S.D. Livingston & D. Bade, 1994. Renovation practices to improve rainfall

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

26- Akhzari, D. & N. Alipoor, 2019. Studying the quantitative and qualitative characteristics of vetivergrass (Chrysopogon zizanioidesL.)under different compost and zeolite treatments. Environmental Resources Research,7 (2): 137-146.