شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارتباط فسفر قابل جذب با برخی خصوصیات خاک و لندفرم در اراضی آهکی استان اصفهان

مجتبی فتحی*[۱]، مهدی طهرانی[۲]

[۱] بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

[۲] موسسه تحقیقات خاک و آب،

چکیده

کمبود فسفر از مناطق مختلف جهان گزارش شده و چالشی اساسی در تغذیه گیاه به شمار می‌رود. به رغم عمومیت کمبود این عنصر، تنوع شرایط خاک و لندفرم در گسترش جغرافیایی و شدت کمبود تاثیرگذار است. در این مطالعه نمونه‌برداری خاک در استان اصفهان از ۲۵۰۰ نقطه به صورت شبکه‌ای به فاصله دو کیلومتر و تا عمق ۶۰ سانتیمتر انجام و میزان فسفر قابل جذب و ویژگیهای خاک اندازه‌گیری شد. سپس وضعیت لندفرمها در محدوده مطالعاتی برررسی گردید. نتایج نشان داد فراهمی فسفر خاک در این مناطق تحت تاثیر عوامل خاک و توپوگرافی قرار گرفته است. در غالب خاک‌ها فقر عنصر فسفر مشاهده و ۴۸ درصد اراضی مورد بررسی فسفر قابل جذب کمتر از حد بحرانی داشت. دامنه تغییرات فسفر بین۱ تا ۵۳ و میانگین آن ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین بسته به نوع لندفرم برآورد میزان عنصر فسفر قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک به روش رگرسیون گام به گام ممکن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: خاک، فراهمی فسفر، توپوگرافی، اقلیم

مقدمه

جهت تامین غذای کافی برای جمعیت رو به رشد جهان، شناسایی و جبران فقر عناصر ضروری گیاه در اراضی تحت کشت اجتناب ناپذیر است. به رغم عمومیت کمبود این عناصر، تنوع شرایط خاک و اقلیم در گسترش جغرافیایی و شدت کمبود بسیار تاثیرگذار است. در بین این عناصر کمبود فسفر چالش اساسی تغذیه گیاه در اراضی تحت کشت به شمار می‌رود و از خاک‌های مناطق مختلف جهان کمبود آن گزارش شده است. بنا بر این تامین فسفر مورد نیاز گیاه به عنوان یکی از عناصر پرمصرف نقش مهمی در تولید محصول به ویژه در خاکهای آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد (Goldstein و همکاران ۱۹۸۸). غلظت فسفر قابل جذب در خاکهای زراعی مناطق مختلف جهان از ۰/۱ تا ۳ گرم در کیلوگرم تغییر می‌کند که در ایران به دلیل شرایط آهکی اکثر خاکهای زراعی، حداکثر فسفر قابل جذب به مراتب کمتر از این مقدار می‌باشد. برخی مطالعات تفاوت مواد مادری، تشکیلات زمین‌شناسی و فاکتورهای تشکیل خاک را بر مقدار فسفر قابل جذب موثر دانسته‌اند (LI و همکاران، ۲۰۱۵). مقدار فسفر برداشتی از خاک توسط گیاهان در مقایسه با ازت، پتاسیم و حتی گوگرد و منیزیم به مراتب کمتر بوده و معمولا بین ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار است. برنج با عملکرد ۸ تن در هکتار دانه همراه با کاه و کلش، ۲۲ کیلوگرم فسفر در هکتار، گندم با عملکرد ۸ تن در هکتار دانه، سیب‌زمینی با عملکرد ۴۰ تن در هکتار، ۲۸ کیلوگرم فسفر در هکتار و لوبیا با عملکرد دانه ۴ تن در هکتار ۱۵ کیلوگرم فسفر از خاک برداشت می‌کند که با مصرف کودهای حاوی این عنصر باید کمبود آن جبران گردد (Laegreid و همکاران، ۱۹۹۹). فسفر در گیاهان در ذخیره و انتقال انرژی، ساخت پروتئین، ساخت DNA و RNA نقش مهمی دارد (Marschner ، ۱۹۸۸). در خاکهای آهکی قابلیت جذب فسفر به طور عمده توسط کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلی محدود می‌شود (Sayin و همکاران، ۱۹۹۰). با توجه به کارایی اندک کودهای فسفری در خاکهای آهکی و آلودگیهای زیست‌محیطی ناشی از آن (تجمع کادمیم در خاک)، استفاده بی‌رویه کودهای فسفر مشکل‌زا خواهد بود (Delgado و همکاران، ۲۰۰۰). در این پژوهش ارتباط ویژگیهای خاک و لندفرم با توزیع جغرافیایی کمبود فسفر قابل جذب خاک در برخی خاکهای استان اصفهان بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

استان اصفهان با مساحت ۱۰۵۹۳۷ کیلومتر مربع در محدوده ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی در مرکز فلات ایران قرار دارد. میانگین بارش استان برابر با ۱۳۰ میلیمتر در سال و به طور عمده در پاییز و زمستان (از آبان تا فروردین) می‌باشد. از نظر دما استان اصفهان دارای تابستان‌های گرم با میانگین ۳۰ درجه سانتیگراد در مردادماه تا ۳ درجه سانتیگراد

[۱] ایمیل نویسنده مسئول: mjtb.fathi@gmail.com

در دی ماه و میانگین سالیانه تبخیر ۱۵۰۰ میلیمتر است(محمدی، ۱۳۷۳). جدول ۱ برخی ویژگی‌های خاک مناطق مورد مطالعه را در ارتباط با فیزیوگرافی اراضی نشان می‌دهد(موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۷۸). انواع فیزیوگرافی در منطقه مورد مطالعه شامل اراضی کوهستانی (۱)، تپه‌ها (۲)، فلات‌ها و تراس‌ها قدیمی (۳)، دشت‌های دامنه‌ای (۴)، دشت آبرفتی(۵)، دشت سیلابی (۷) و اراضی واریزه‌ای (۸) می‌باشد که از نظر ویژگیهای خاک تفاوت قابل توجه دارند.

جدول ۱- ویژگی‌های کلی منابع اراضی در منطقه مطالعه

فیزیوگرافی	واحد	مساحت*	بافت خاک	عمق خاک**	رده‌بندی خاک
اراضی کوهستانی	1.1	726	-	بسیار کم عمق	Lithosols
	1.3	842	متوسط	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
	2.2	510	متوسط -سبک	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
فلات‌ها یا تراس‌های بالایی	3.1	455	متوسط - سنگین	کم عمق	Haplic calcisols
	3.2	1182	سبک - متوسط	-	Haplic Calcisols
	3.3	138	-	بسیار کم عمق-کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.4	767	-	کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.8	89	سنگین	-	Haplic Calcisols
دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای	4.1	168	سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
	4.2	115	سنگین-بسیار سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
دشت‌های سیلابی	7.1	258	متوسط - سنگین	عمیق	Solonchalks
	7.2	366	سنگین	عمیق	Solonchalks
واریزه‌های بادبزنی	8.1	488	سبک - متوسط	-	Calcaric Regosols
شکل سنگریزه‌دار	8.2	658	متوسط - سنگین	-	Haplic Calcisols

*مساحت بر حسب هزار هکتار

در اراضی مورد مطالعه نمونه‌برداری تا عمق ۶۰ سانتیمتر به صورت مرکب انجام و در مجموع ۲۵۰۰ نمونه خاک به صورت شبکه با فواصل دو کیلومتری برداشت گردید و فسفر قابل جذب، توزیع اندازه ذرات خاک، کربن آلی، و درصد کربنات کلسیم معادل ($CaCO_3$) به روش استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد (Sparks و همکاران، ۱۹۹۶). طبقه‌بندی اقلیم در استان اصفهان به روش (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۰) انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزارهای مانند Arc-GIS، Excel, SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

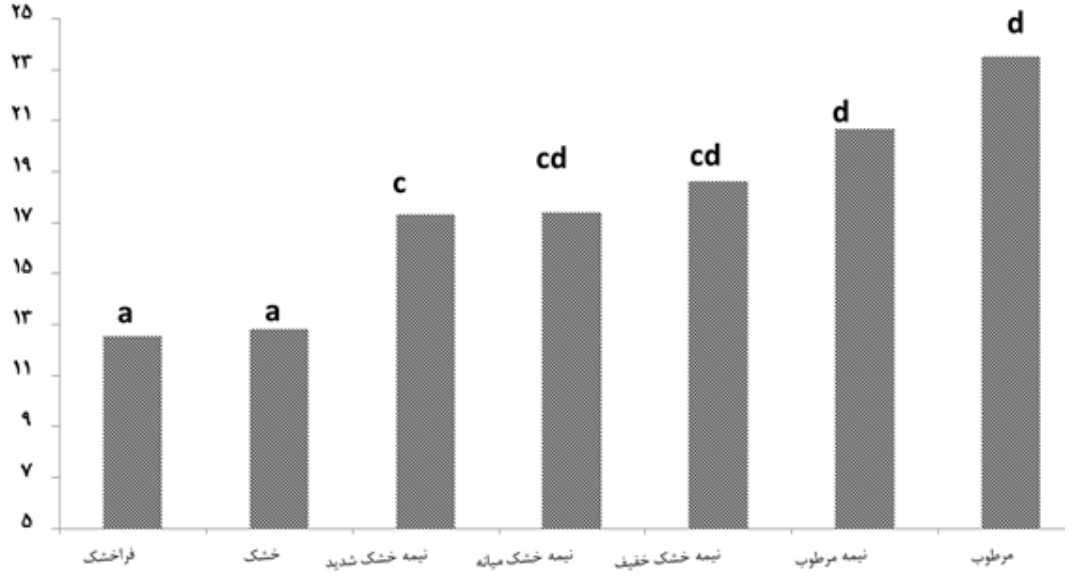
توصیف آماری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول۲ خلاصه شده است. در ابتدا نرمال بودن توزیع داده ها توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت. به طور کلی خاک‌ها بر روی مواد مادری آهکی تکامل پیدا کرده و بیش از ۷۰ درصد نمونه‌ها آهک بالاتر از ۱۵ درصد دارد. مقدار ماده آلی در نمونه‌ها ناچیز و در ۹۳ درصد خاک‌ها کمتر از دو درصد بود. از نظر بافت خاک بیشتر مناطق دارای رس زیاد و ۵۰ درصد نمونه-ها دارای بافت لوم رسی و سنگین‌تر بود. در بخشی از خاک‌ها فقر فسفر مشاهده و ۴۸ درصد اراضی مورد بررسی فسفر قابل جذب کمتر از حد بحرانی داشت. دامنه تغییرات فسفر بین ۰/۸ تا ۵۳ و میانگین آن ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. قابلیت جذب فسفر خاکهای آهکی به طور عمده توسط کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلی محدود می‌شود(Sayin و همکاران، ۱۹۹۰) .

جدول ۲- آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه

	میانگین	حداکثر	حداقل	میانه	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)	کشیدگی	چولگی
فسفر (mg/kg)	۱۵/۹۶	۵۳/۲۶	۰/۸	۱۲	۱۳/۸۹	۸۷/۰۱	۵/۴۹	۲/۰۵
کربن آلی (درصد)	۰/۸۹	۲/۹۰	۰/۰۱	۰/۷۶	۰/۶۲	۶۸/۹۸	۰/۷۳	۱/۰۳
مواد خنثی شونده (درصد)	۲۰/۲۹	۶۰/۸۷	۰/۲۴	۱۹	۱۲/۹۵	۶۳/۸۰	۰/۰۳	۰/۶۱
رس (درصد)	۲۵/۰	۵۲	۰	۲۶	۱۱/۷۰	۴۵/۱۲	۰/۸۷	۰
سیلت (درصد)	۳۲/۰	۶۶	۰	۳۴	۱۱/۶۴	۳۵/۶۹	۰/۳۸	۰
شن (درصد)	۳۹	۹۰	۰	۳۷	۱۹/۷۵	۵۰/۰۹	۰/۵۵	۰/۴۰

ضریب تغییرات می تواند نشان دهنده تغییرپذیری پارامتر مورد مطالعه باشد. ضریب تغییرات کوچکتر از ۰/۱ نشان دهنده تغییرپذیری کم، ضریب تغییرات بین ۰/۹ تا ۰/۱ بیان کننده تغییرپذیری متوسط و ضریب تغییرات بزرگتر از ۰/۹ زیاد است. حداقل ضریب تغییرات در منطقه ۳۶ درصد در مورد سیلت و حداکثر تغییرات ۸۷ درصد در مورد فسفر می‌باشد. تغییرپذیری زیاد فسفر قابل تأمل بوده و به صورت محتمل توسط عوامل متفاوت با دیگر ویژگیهای خاک تغییرپذیری زیاد از خود نشان می‌دهد. در خاکهای آهکی جذب فسفر به طور عمده توسط کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلی کنترل می‌شود (Sayin و همکاران، ۱۹۹۰). بیشترین درصد اراضی مواجه با کمبود فسفر در شهرستان آران و بیدگل در ناحیه خشک شمال محدوده مطالعاتی و کمترین میان در فریدونشهر در مناطق مرطوب غرب استان اصفهان مشاهده گردید. به نظر می‌رسد در منطقه مطالعه شده فرآیندهای داخلی خاک متاثر از عوامل محیطی مانند اقلیم و توپوگرافی ارتباط قابل توجهی با فراهمی فسفر داشته است. مطالعات نشان داده است که برای پیش‌بینی ویژگی‌های خاک می‌توان از رابطه آماری این خواص با متغیرهای کمی محیطی استفاده کرد (Gessler و همکاران، ۲۰۰۰). کمبود فسفر با توجه به آهکی بودن خاک‌ها در محدوده مطالعاتی دور از انتظار نبوده و به ویژه برای کشت گیاهان حساس باید مورد توجه قرار گیرد. کمبود فسفر بر اساس مطالعات اهمیت قابل توجهی را در خاک‌های آهکی ایران به خود اختصاص داده است.

شکل ۲ وضعیت فسفر قابل جذب خاک در نواحی اقلیمی متفاوت استان را نشان می‌دهد. میانگین فسفر قابل جذب از اقلیم فراخشک تا اقلیم مرطوب روند افزایشی داشته و از ۱۲/۸ به ۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم رسیده است.



شکل ۳- وضعیت فسفر قابل جذب خاک در نواحی اقلیمی متفاوت(علیزاده و همکاران، ۱۳۸۰) استان اصفهان

* حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵درصد آزمون دانکن ندارند.

همچنین بیشترین درصد اراضی دچار فقر فسفر در اقلیم فراخشک و کمترین میزان در اقلیم مرطوب مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد تشدید کمبود فسفر در اقلیم خشک و فراخشک با وضعیت کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلـی در این خاکها ارتباط داشته است. برخی مطالعات تفاوت مواد مادری، تشکیلات زمین‌شناسی و فاکتورهای تشکیل خاک را بر مقدار فسفر قابل جذب موثر دانسته‌اند (LI و همکاران، ۲۰۱۵).

همبستگی فسفر قابل جذب و ویژگی‌های خاک در مناطق مطالعه شده با فیزیوگرافی متفاوت قابل توجه می‌باشد. ارتباط میزان کربن آلی(R^2=۰/۴۹) ، میزان رس(R^2=۰/۲۶) و میزان شن (R^2=۰-/۲۸) با میزان قابل جذب فسفر در محدوده مطالعاتی معنی‌داری می‌باشد. ارتباط این عوامل با قابلیت جذب فسفر در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است. (Sayin و همکاران، ۱۹۹۰).نتایج رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد در مناطق مورد بررسی بسته به نوع فیزیوگرافی برآورد میزان عنصر فسفر قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک ممکن می‌باشد(جدول ۳).

جدول ۳- روابط رگرسیون چند متغیره خطی فسفر قابل جذب و ویژگی‌های خاک **فیزیوگرافی**

فیزیوگرافی	واحد	رابطه رگرسیون	R^2	
کوهستانی	۱.۱	P=9.44+9.5OC+0.051TNV+0.08Clay	۰/۱۵	**
	۱.۳	P=-8.9+16.4OC+0.11TNV+0.43Clay	۰/۵۶	***
تپه‌ای	۲.۲	P=45+4.8OC+0.04TNV-0.48Silt	۰/۲۲	***
فلات‌ها	۳.۱	P=-0.73+5.48OC-0.002TNV+0.14Clay	۰/۲۵	***
	۳.۲	P=18.52+11.7OC+0.06TNV-0.08Clay	۰/۴۰	***
	۳.۳	P=20.86+9.4OC-0.22TNV-0.13Sand	۰/۲۴	***
	۳.۴	P=10.57+12OC-0.48TNV-0.056Silt	۰/۳۶	**
	۳.۸	P=4.6+15.36OC-0.07TNV-0.17Clay	۰/۴۴	***
دشت دامنه‌ای	۴.۱	P=27.18+7.28OC+0.3TNV-0.33Clay	۰/۲۸	***
	۴.۲	P=44.24+10.48OC-0.13TNV-0.54Silt	۰/۳۸	***
دشت آبرفتی	۵.۱	P=77.45+34.5OC+0.79TNV-1.73Silt	۰/۵۴	***
واریزه‌ای	۸.۱	P=-3.39+13.9OC+0.075TNV+0.23Clay	۰/۳۹	***

*** معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

روابط رگرسیون در واحدهای مختلف فیزیوگرافی قادر به توجیه ۱۵ تا ۵۴ درصد از تغییرات عنصر فسفر بوده است. در دشتهای آبرفتی۵۴ درصد از تغییرات عنصر فسفر با ویژگیهای خاک از قبیل مواد آلی، میزان آهک و بافت خاک توجیه شده است. روابط رگرسیون در اغلب مناطق مطالعه شده معنی‌دار بوده و قادر به توجیه بخش قابل توجهی از تغییرات شده است. بنا بر این به نظر می‌رسد در مناطق مورد بررسی فراهمی عنصر فسفر بر اساس فیزیوگرافی اراضی و ویژگیهای دیگر خاک بصورت کلی قابل برآورد می‌باشد. اما روابط به دست آمده قادر به توجیه کامل تغییرات فسفر خاک نمی‌باشد. این امر می‌تواند به دلیل مدیریت متفاوت خاک در مناطق مورد مطالعه باشد. روابط رگرسیون به دست آمده در چنین تحقیقاتی را در شرایط مشابه می‌توان به کار گرفت.

نتیجه‌گیری

اگر چه فراهمی فسفر خاک در این مناطق تحت تاثیر عوامل خاک و توپوگرافی قرار گرفته است، جهت به دست آوردن روابط رگرسیون معتبرتر که تغییرات بیشتری از فراهمی عناصر کم‌مصرف در این منطقه را پیش‌بینی نماید، از متغیرهای دیگر مؤثر اعم از خصوصیات خاک، اقلیم و فاکتورهای مدیریتی می‌توان استفاده نمود که این موضوع مستلزم انجام پژوهشهای آتی در منطقه می‌باشد.

منابع

علیزاده، محمد و همکاران. ۱۳۸۰. هوا و اقلیم شناسی. انتشارات دانشگاه مشهد.

محمدی، م.۱۳۷۳. مطالعات همبستگی خاک‌های ایران مرکزی. موسسه تحقیقات خاک و آب ایران، تهران

موسسه پژوهش‌های برنامه‌یزی و اقتصاد کشاورزی. ۱۳۷۸. سنتز مطالعات جامع توسعه کشاورزی استان‌های اصفهان و یزد. ارزیابی منابع اراضی و خاک استان اصفهان. معاونت برنامه ریزی و بودجه ، وزارت کشاورزی .تهران. ایران.

Delgado, A., and Torrent, J. 2000. Phosphorus forms and desorption patterns in heavily fertilized calcareous and limed acid soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 2031-2037.

Gessler, P. E., O. A. Chadwick, F. Chamran, L. Althouse, and K. Holmes. 2000. Modeling soil-landscape and ecosystem properties using terrain attributes. Soil Science Society of America Journal 64, 4: 2046 – 2056.

Goldstein, A.H., Baertlein, D.A., and McDaniel, R.G. 1988. Phosphate starvation inducible metabolism in Lycopersicon esculentum. Plant Physiol. 87: 711-715.

Laegreid M, Bockman OC, and O. Kaarstad. 1999. Agriculture, fertilizers and the environment. NorskHydro ASA. CABI Publishing, Norway. 294 p

LI, Y., Y. Rui, G. Ru, H. WEI, A. CHEN and L. Yong. 2015. "Effects of long-term phosphorus fertilization and straw incorporation on phosphorus fractions in subtropical paddy soil." Journal of Integrative Agriculture 14(2): 365-373.

Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic press Inc. New York, 674p.

Sayin, M., Mermut, A.R., and Tiessen, H. 1990. Phosphate sorption/desorption characteristics by magnetically separated soil fraction. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 1298-1304.

Sparks, D.L., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C. and Sumner, M. 1996. Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods, Soil Science Society of America Inc.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Phosphorus Availability in Relation to Selected Soil Properties and landscape Position in Calcareous Soils of Esfahan Province

Mojtaba Fathi [۲,*], Mehdi Tehrani[2]

[1] Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, Isfahan, Iran [2,] Soil and Water Research Institute

Abstract

Phosphorus deficiency is a serious problem in calcareous soils of Iran but information about availability and factors affecting P distribution in soils are limited. The present research was conducted to find relationships between P availability and some major soil and landform factors in Esfahan province and to predict the availability of P from auxiliary data. Soil samples (0–60 cm) were collected from 2500 grid points with 2000m distance of Esfahan province and examined for available P, particle size distribution, calcium carbonate, organic carbon. The results indicated that P distribution, and availability in calcareous soils of Esfahan province was a serious problem and a critical concern for plant production. A highly significant coefficient of correlation was found between P and the organic matter and clay content of soils could be due to surface adsorption processes. The regression analysis shows that P availability can regress on soil and topographic factors with a significant correlation in major part of studied area. The availability of P may be predicted to some extent using these factors. It could be important to consider this for sustainable management of soils in Esfahan province and other similar areas.

Keywords: Calcareous Soils; P Availability; Climate; Topography; Esfahan province

[2] Corresponding author, Email: mjtb.fathi@gmail.com