اثر تغییر کاربری و چرای مفرط بر هدررفت برخی از شکل‌های فسفر خاک در دو منطقه از زیر حوزه آبخیز ونک

مسعود مؤمنی*، محمود کلباسی، احمد جلالیان و حسین خادمی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۳/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۸/۱۴)

چکیده

عملیات و مدیریت کشاورزی اغلب باعث ایجاد تغییرات فاحشی در پوشش گیاهی، تولید بیومس، مواد آلی خاک، چرخه عناصر غذایی و پویایی فسفر خاک می‌شود. در این پژوهش تأثیر تخریب پوشش گیاهی بر مقدار شکل‌های آلی و معدنی لبایل، نسبتاً لبایل و غیر لبایل فسفر و هم‌چنین مقدار فسفر کل آلی و معدنی خاک بررسی شد. نمونه‌های خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری از سه کاربری مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب (۲۵-۲۰ درصد)، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف (۱۰-۵ درصد) و دیمزار در زیر حوزه سولگان و دو کاربری مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب (۳۰-۲۵ درصد) و مرتع با پوشش گیاهی ضعیف (۱۰-۵ درصد) در سادات‌آباد جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که مقدار فسفر کل آلی خاک به ترتیب ۱۸/۲ و ۲۳/۹ درصد در کاربری دیمزار و مرتع با پوشش گیاهی ضعیف در سولگان و ۴۰/۸ درصد در مرتع با پوشش گیاهی ضعیف در سادات‌آباد نسبت به مرتع با پوشش نسبتاً خوب کاهش یافته است. فرم‌های آلی فسفر در اثر تخریب مراتع تغییر بیشتری نسبت به فرم‌های معدنی داشت، به‌طوری‌که در سولگان شکل‌های آلی لبایل، نسبتاً لبایل و غیر لبایل فسفر به ترتیب ۷۲/۳، ۲۴/۳ و ۷/۱ درصد در کاربری دیمزار و ۴۲/۱، ۱۳/۹ و ۱۲/۹ درصد در کاربری مرتع با پوشش گیاهی ضعیف نسبت به مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب کاهش یافت. در سادات‌آباد نیز در اثر چرای بی‌رویه دام و کاهش پوشش گیاهی مقدار این شکل‌ها به ترتیب ۶۴/۴، ۳۵/۷ و ۴۴/۴ درصد نسبت به مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب کاهش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد که تخریب پوشش گیاهی تأثیر قابل توجهی بر مقدار ذخایر فسفر خاک دارد. با کاهش ذخایر نسبتاً مقاوم و مقاوم فسفر در خاک توانایی خاک در عرضه فسفر قابل دسترس کاهش یافته و از قدرت باروری و حاصل‌خیزی خاک در دراز مدت کاسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری، تخریب خاک، شکل‌های فسفر، هدررفت فسفر

مقدمه

شکل‌های فسفر و پویایی آن در خاک می‌تواند تا حد زیادی تحت تأثیر عملیات و مدیریت کشاورزی قرار گیرد (۱۰ و ۲۳). این مدیریت‌ها اغلب باعث ایجاد تغییرات فاحشی در پوشش گیاهی، تولید بیومس، مواد آلی خاک و چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم می‌شود (۱ و۱۲). کشت‌وکار طولانی مدت و بدون افزودن کود به خاک باعث کاهش فسفر خاک می‌شود. سرعت تجزیه مواد آلی در اثر عملیات خاک‌ورزی به‌ویژه شخم افزایش می‌یابد(۱۳)، بنابراین کاهش فسفر خاک در اثر معدنی شدن ناشی از شخم می‌تواند قابل توجه باشد. هم‌چنین

۱. به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، اساتید و دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mdmi80@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]

جذب فسفر توسط گیاهان و خروج آن به‌دلیل برداشت محصول از دیگر عوامل کاهش فسفر خاک در اثر کشاورزی است (۲۱). از مهم‌ترین عوامل کاهش مقدار شکل‌های مختلف فسفر در اراضی شیب‌دار، فرسایش خاک است. نوع کاربری اراضی و پوشش گیاهی با تأثیر بر میزان فرسایش خاک تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقدار رسوب خارج شده به‌وسیله رواناب دارد. فرسایش معمولا ذرات ریزتر را منتقل می‌کند و این ذرات حاوی مقدار زیادی فسفر آلی و معدنی هستند(۷).

اگرچه فسفر آلی در خاک از لحاظ بیولوژیک کم‌وبیش پایدار است اما طی فرایندهای معدنی و آلی شدن به‌طور پیوسته در حال تغییر و تبدیل است. عوامل مختلفی بر نسبت فسفر آلی به کل ماده آلی در خاک‌های معدنی مؤثرند. این عوامل شامل کاربرد کودهای فسفره در خاک, مواد مادری، اقلیم، زه‌کشی، عملیات شخم، pH و عمق خاک هستند. ماده آلی در خاک‌های ریز بافت حاوی فسفر بیشتری نسبت به خاک‌های درشت بافت است. نسبت فسفر آلی به ماده آلی در خاک‌های مختلف بین ۱ تا ۳ درصد در نوسان است و در نتیجه باعث می‌شود نسبت کربن به فسفر آلی (C/P_o) در خاک‌ها بسیار متغیر باشد. این نسبت برای براورد پتانسیل معدنی شدن فسفر آلی خاک استفاده می‌شود (۱۹). نسبت مذکور (C/P_o) برای زیست توده (Biomass) به مقدار قابل توجهی نسبت به ماده آلی خاک کمتر است زیرا درصد فسفر آلی زیست توده می‌تواند بین ۳ تا ۲۰ درصد باشد (۲۵). پوشش گیاهی نیز می‌تواند تأثیر زیادی روی مقدار فسفر آلی خاک داشته باشد به‌طوری‌که در خاک‌های مرتعی بخش قابل توجهی از فسفر به‌صورت آلی است (۹). نسبت کربن به فسفر آلی و فسفر معدنی به فسفر آلی نیز تحت تأثیر مدیریت و کاربری اراضی قرار دارد. سالومون و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای نسبت فسفر معدنی به فسفر آلی را در خاک‌های زیر پوشش جنگل طبیعی، جنگل دست کاشت و زیر کشت به ترتیب ۱/۴، ۲/۴ و ۲/۶ گزارش کردند (۱۹). از بین رفتن فسفر آلی در اثر تغییر کاربری و شخم، عمدتاً به‌علت افزایش معدنی شدن فسفر در نتیجه حذف پوشش گیاهی و کشت‌وکار مداوم, خروج فسفر توسط گیاهان برداشت شده یا مصرف شده توسط دام و عدم بازگشت آن به خاک و هم‌چنین افزایش خروج ذرات غنی از فسفر در اراضی شیب‌دار است(۱۹).

مطالعات مختلفی در مورد تأثیر عملیات کشاورزی بر فرم‌های مختلف فسفر در خاک انجام شده است (۹، ۱۶، ۱۸ و ۱۹). فسفر موجود در کانی‌های اولیه و ثانویه حاوی فسفر که در کوتاه مدت به درون محلول آزاد نمی‌شود شامل فسفر معدنی محبوس شده (Occluded) (فسفر قابل عصاره‌گیری با CDB (Citrate- Dithionite- Bicarbonate) و سود یک دهم مولار) و فسفر محبوس نشده (Nonoccluded) (فسفر قابل عصاره‌گیری با سود یک دهم مولار) می باشدکه می‌توان مجموع آنها را فسفر معدنی پایدار (Stable Inorganic Phosphorus) نامید، و هم‌چنین فسفر آلی نسبتاً مقاوم و مقاوم (Moderately Resistant & Resistant Phosphorus) براوردی از حاصل‌خیزی خاک در دراز مدت هستند در حالی‌که فسفر آلی لبایل (فسفر آلی قابل عصاره‌گیری با بی‌کربنات سدیم ۰/۵نرمال، pH =۸/۵) و فسفر معدنی سست پیوند (Loosely bound inorganic phosphorus) (فسفر قابل عصاره‌گیری با آمونیوم کلراید یک مولار) براوردی از حاصل‌خیزی خاک در کوتاه مدت هستند (۱۶). تایسن و همکاران در مطالعه‌ای در اراضی بدون شیب در برزیل مشاهده کردند که فسفر آلی لبایل در اثر تغییر کاربری تغییر قابل توجهی نداشته درحالی‌که فرم قابل عصاره‌گیری با سود یک دهم نرمال در اثر شخم کاهش یافته است (۲۲). هم‌چنین شارپلی و اسمیت در مطالعه خود کاهش مقدار شکل‌های مختلف فسفر آلی را در اثر شخم گزارش نمودند. آنها این کاهش را عمدتاً به کاهش در مقادیر فسفر آلی نسبتاً لبایل و نسبتاً مقاوم مربوط دانستند. بخش آلی لبایل در حد ثابتی حفظ شده مگر در مواردی که معدنی شدن باعث کاهش شدید مقدار آن شده باشد. مقدار فسفر آلی لبایل با فعالیت آنزیم فسفاتاز ارتباط مستقیمی دارد (۱۶). سالومون و همکاران (۲۰۰۲) مقدار کاهش فسفر آلی لبایل و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]

فسفر قابل عصاره‌گیری با سود یک دهم نرمال را در اثر تغییر کاربری و شخم خاک به ترتیب ۶۵ و ۴۶ درصد گزارش کردند(۱۹).

فرسایش خاک از عوامل مهم در کاهش شکل‌های آلی فسفر است. مطالعات مختلف حاکی از آن است که با کاهش اندازه ذرات، مقدار شکل‌های مختلف فسفر افزایش می‌یابد (۷، ۱۸ و ۱۹). سالومون و لمن نشان دادند که جزء رس دارای بیشترین مقدار فرم‌های معدنی فسفر است (۱۸). تایسن و همکاران نیز مشاهده کردند که فسفر معدنی لبایل عمدتاً شامل فسفر معدنی جذب شده روی سطح ذرات است بنابراین ذرات ریزتر به‌علت سطح ویژه بالاتر حاوی مقادیر بیشتری فسفر لبایل هستند (۲۲). با کاهش اندازه ذرات نسبت P_i / P_o (فسفر معدنی به فسفر آلی) نیز کاهش می‌یابد به همین دلیل فرسایش خاک تأثیر بیشتری بر مقدار فسفر آلی خاک دارد (۱۸). حفظ ذخایر فسفر آلی در خاک برای جلوگیری از کاهش حاصل‌خیزی خاک در دراز مدت حایز اهمیت زیادی است. تعیین مقدار فسفر آلی نسبتاً لبایل و غیر لبایل (مجموع فسفر آلی نسبتاً مقاوم و مقاوم) در خاک می‌تواند بیانگر توانایی خاک برای عرضه فسفر قابل استفاده برای گیاه در دراز مدت باشد. کاهش مقدار این شکل‌ها در خاک باعث کاهش قدرت باروری مراتع در آینده می‌شود(۹).

خاک‌های واقع در دامنه رشته‌کوه‌های زاگرس به‌علت شیب زیاد و وقوع باران‌های شدید همواره تحت تأثیر فرسایش آبی قرار دارند. تخریب مراتع زاگرس به‌علت چرای بی‌رویه دام‌ها و تبدیل اراضی مرتعی به دیمزار باعث تشدید فرسایش در این اراضی شده است به‌طوری‌که کارشناسان، تشدید روند بیابان‌زایی در این مناطق را دور از انتظار نمی‌دانند. از بین بردن پوشش گیاهی و شخم زدن اراضی بدون هیچ‌گونه اعمال مدیریتی باعث هدررفت خاک و کاهش حاصل‌خیزی آن شده و پس از مدتی به‌علت نداشتن بازده اقتصادی، دیمزارها رها شده و در نهایت بسیاری از آنها به‌دلیل فرسایش خندقی شدید تبدیل به اراضی هزاردره (Badland) می‌شوند. با توجه به این‌که در کشور ما، تأثیر پوشش گیاهی و نوع کاربری بر تغییرات فسفر خاک به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته و هم‌چنین اهمیت ذخایر فسفر خاک در حاصل‌خیزی و باروری خاک، در پژوهش حاضر تأثیر چرای بیش از حد و تبدیل مراتع به دیمزار بر مقدار برخی از شکل‌های فسفر خاک در دو زیر حوزه در مناطق کوهستانی زاگرس مطالعه شد. در مناطق مطالعه شده خاک مرتع با پوشش نسبتاً خوب به‌عنوان یک خاک با شرایط نزدیک به کلیماکس در نظر گرفته شد و هدف از این پژوهش نشان دادن تأثیر چند سال کشت و کار و چرای مفرط بر وضعیت فسفر در خاک‌های مرتعی بود، بنابراین در هر زیر حوزه میزان تخریب نسبت به خاک مرتع با پوشش نسبتاً خوب در همان منطقه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

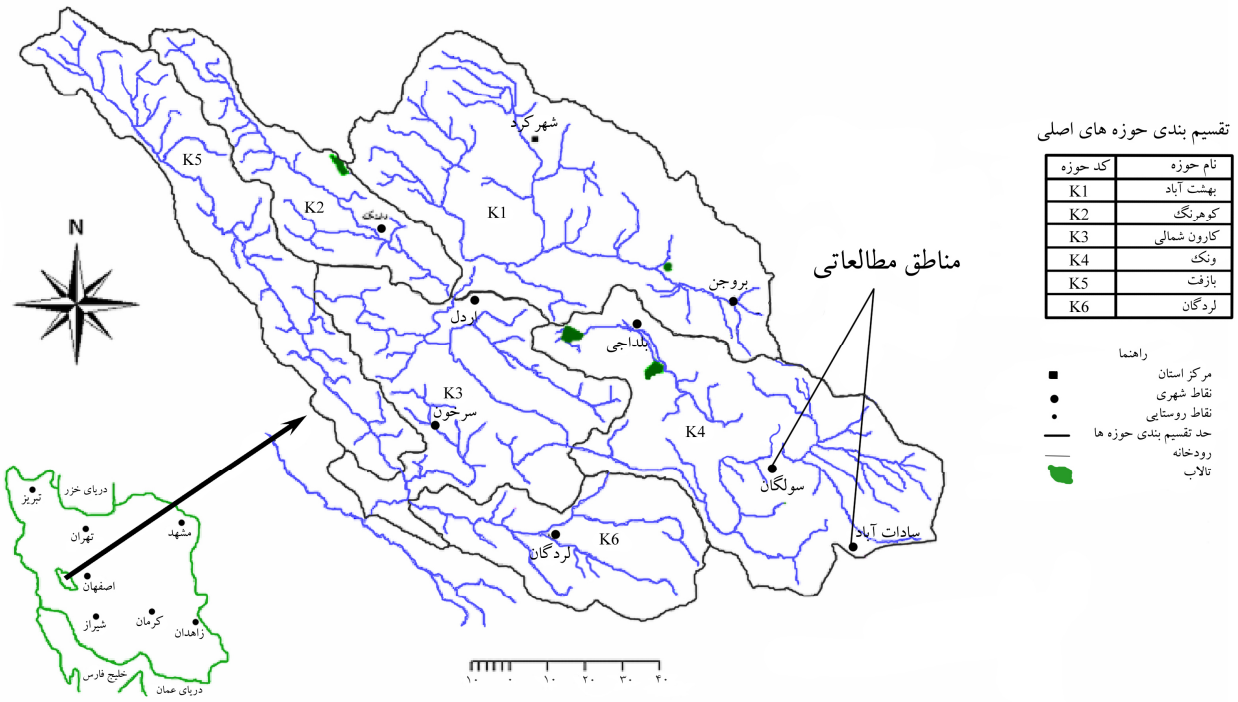
عملیات صحرایی

مناطق مورد مطالعه (شکل ۱) در زیرحوزه آبخیز ونک در حوزه آبخیز کارون شمالی قرار دارند و عبارتند از:

۱. زیر حوزه سولگان که در مجاورت روستای سولیجان در جنوب شهرستان بروجن و در ۱۰° ۱۶′ ۵۱″ طول شرقی و ۳۹° ۳۷′ ۳۱″ عرض شمالی قرار دارد و ارتفاع آن ۲۱۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. طبقه‌بندی خاک طبق کلید تاکسونومی ۲۰۰۳، Calcic Haploxeralfs است. پوشش گیاهی غالب منطقه شامل گون (*Astragalus* sp.) , آویشن (*Anthemis* sp.) و ارنجیم (*Erangium* sp.) می‌باشد. اقلیم این منطقه معتدل سرد با تابستان‌های خنک و خشک و متوسط بارش سالانه ۴۱۰ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. سه کاربری متفاوت اراضی در این حوزه مورد مطالعه قرار گرفت که عبارت‌اند از ۱- مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب (پوشش گیاهی ۲۵-۲۰ درصد)، ۲- مرتع با پوشش گیاهی ضعیف (پوشش گیاهی ۱۰- ۵ درصد) و ۳- دیمزار حاصل از شخم مراتع. دیمزار مورد مطالعه به‌مدت ۸ سال زیر کشت گندم و در دو سال اخیر زیر کشت عدس قرار گرفته بود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]



شکل ۱. موقعیت مناطق مورد مطالعه روی نقشه حوزه آبخیز کارون شمالی

۲. زیر حوزه سادات‌آباد با مساحت ۲۱۷۰ هکتار که در جنوب شرقی زیر حوزه ونک، در استان اصفهان, شهرستان سمیرم و در مجاور روستای سادات‌آباد قرار گرفته است. این منطقه در ۵۷° ۲۳′ ۵۱″ طول شرقی و ۳۴° ۰۹′ ۳۱″ عرض شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۲۳۰۰ متر می‌باشد. طبقه‌بندی خاک طبق کلید تاکسونومی ۲۰۰۳، Petrocalcic Calcixerepts می‌باشد. پوشش گیاهی غالب آن گون و دافنه (*Daphne* sp.) است. با توجه به نبود ایستگاه هواشناسی در این منطقه، اطلاعات اقلیمی آن از ایستگاه هواشناسی شهرستان سمیرم که نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه است به‌دست آمد. بر این اساس، اقلیم این منطقه معتدل سرد با تابستان‌های خشک و خنک بوده و متوسط بارندگی سالانه آن ۳۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه آن ۱۰/۷°C است. دو کاربری متفاوت اراضی در این منطقه مورد مطالعه قرار گرفت که عبارتند از ۱- مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب (پوشش گیاهی ۳۰-۲۵ درصد) و ۲- مرتع با پوشش گیاهی ضعیف (پوشش گیاهی ۱۰- ۵ درصد).

با توجه به کوهستانی بودن منطقه و تفاوت زیاد ویژگی‌های خاک در نقاط مختلف، در سولگان و سادات‌آباد به ترتیب دو زیرحوزه با مساحت‌های ۱۳/۶ و ۱۷/۵ هکتار و شیب متوسط ۳۰ درصد با جهت شمالی و روی سازند سنگ آهک کرتاسه انتخاب شد. نمونه‌های خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر و به‌صورت تصادفی از نقاط مختلف در هر کاربری برداشته و پس از مخلوط کردن، یک نمونه مرکب از هر کاربری تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد.

تجزیه‌های شیمیایی

پس از هواخشک کردن نمونه‌ها و عبور از الک ۲ میلی‌متر اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی روی آنها در ۴ تکرار انجام شد. برای اندازه‌گیری فسفر آلی و معدنی کل در نمونه‌های خاک، روش ساندرز و ویلیامز (۲۰) اصلاح شده به‌وسیله واکر و آدامز (۶) استفاده شد. مشخصات کلی خاک‌ها در جدول ۱

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]

جدول ۱. مشخصات کلی خاک‌های مطالعه شده

کاربری / سولگان	pH	نیتروژن	کربن آلی	آهک	شن	سیلت	رس
				$g.kg^{-1}$			
مرتع با پوشش نسبتاً خوب	۷/۶۱	۱/۵۲	۱۴/۳	۱۸۷	۱۴۷	۴۳۳	۴۲۰
مرتع با پوشش ضعیف	۷/۴۲	۱/۱۱	۸/۹	۱۴۳	۱۴۹	۴۶۵	۳۸۷
دیمزار سادات‌آباد	۷/۵۰	۰/۰۹	۶/۵	۸۹	۷۶	۴۳۷	۴۸۷
مرتع با پوشش نسبتاً خوب	۷/۳	۱/۱۸	۱۸/۷	۳۸۷	۲۶۱	۴۸۳	۲۵۶
مرتع با پوشش ضعیف	۷/۶	۱/۰۷	۱۱	۴۶۰	۲۴۹	۴۲۵	۳۲۳

مشاهده می‌شود.

برای تعیین فسفر لبایل در نمونه، عصاره‌گیری به روش اولسن (۱۵) انجام گرفت. عصاره حاصل به دو قسمت تقسیم شد. ابتدا غلظت فسفر در یک قسمت از عصاره به روش مورفی و رایلی (۱۴) تعیین شد که نشان دهنده فسفر معدنی لبایل بود (۹). سپس بخش دیگر عصاره برای تبدیل فسفر آلی محلول به فسفر معدنی به‌وسیله پرسولفات پتاسیم ($K_2S_2O_8$) هضم شد (۸). بدین منظور ۵ میلی‌لیتر از عصاره به داخل یک بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و ۰/۵ گرم پرسولفات پتاسیم و ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۲/۵ مولار به آن اضافه و بالن به‌مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد روی صفحه داغ هضم شد. غلظت فسفر در این عصاره نشان دهنده فسفر لبایل کل بود. از تفاضل فسفر لبایل کل و معدنی لبایل, فسفر آلی لبایل به‌دست آمد (۹).

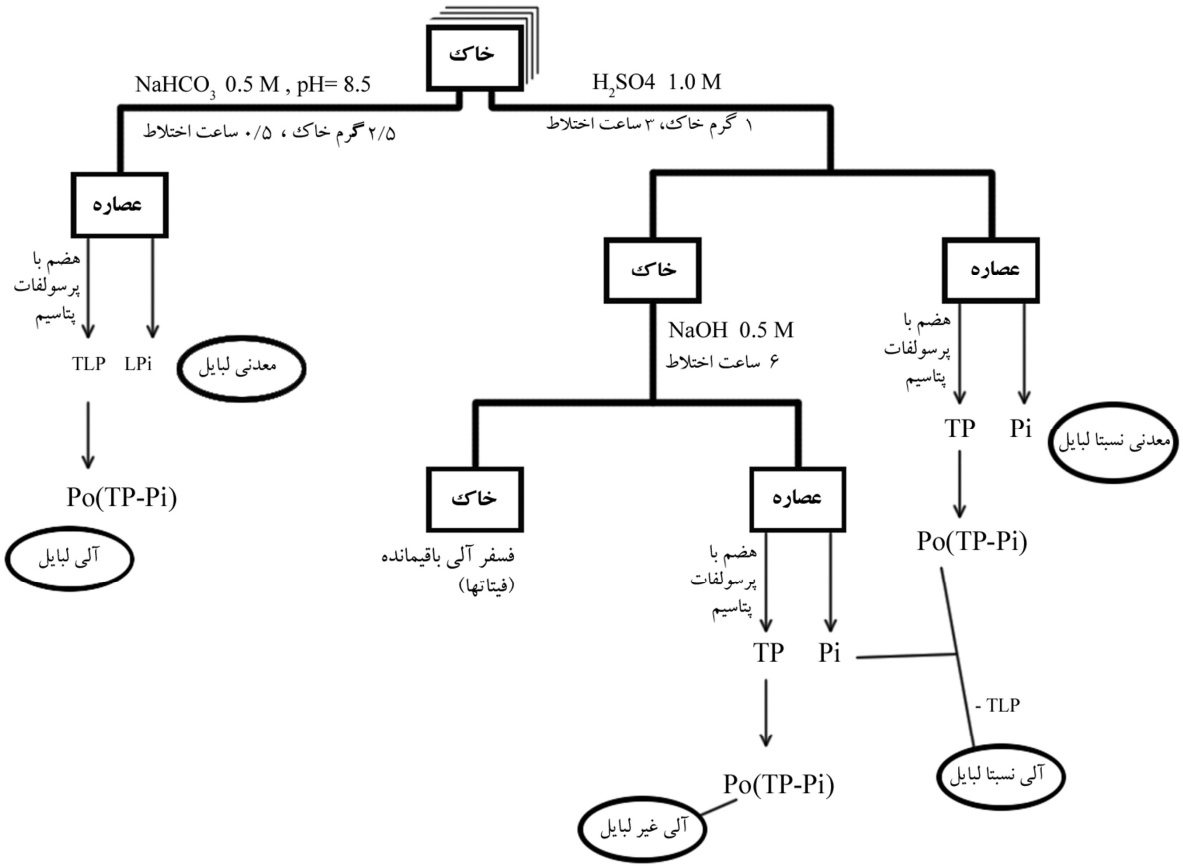
فسفر نسبتاً لبایل در دو مرحله عصاره‌گیری شد (۹):

ابتدا یک گرم از نمونه خاک به یک ظرف پلی اتیلنی ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل, سپس ۵۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک یک مولار به آن اضافه و به‌مدت سه ساعت روی شیکر مخلوط شد. سپس نمونه به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و از کاغذ صافی عبور داده شد. عصاره حاصل به دو قسمت تقسیم و غلظت فسفر مستقیما در یک بخش عصاره تعیین گردید که نشان دهنده فسفر معدنی نسبتاً لبایل بود. بخش دیگر عصاره مانند مرحله قبل به‌وسیله پرسولفات پتاسیم هضم و غلظت فسفر در این عصاره نیز تعیین شد که نشان دهنده فسفر نسبتاً لبایل کل بود. از تفاضل دو مقدار فوق, بخشی از فسفر آلی نسبتاً لبایل به‌دست آمد (شکل۲).

در مرحله بعد نمونه‌ای که توسط اسید سولفوریک عصاره‌گیری شده بود ابتدا با اتانول شستشو و به‌مدت ۵ دقیقه روی شیکر مخلوط و با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول صاف رویین دور ریخته و به خاک باقی‌مانده ۵۰ میلی‌لیتر سود ۰/۵ نرمال اضافه و به‌مدت ۶ ساعت روی شیکر تکان داده و سپس سانتریفیوژ گردید. محلول صاف رویین، هم شامل بخشی از فسفر آلی نسبتاً لبایل و هم فسفر آلی غیر لبایل (نسبتاً مقاوم و مقاوم) بود. برای جدا کردن این اجزا عصاره به دو قسمت تقسیم شد. غلظت فسفر مستقیما در یک قسمت عصاره تعیین شد که نشان دهنده بخش دوم فسفر آلی نسبتاً لبایل بود. بخش دیگر عصاره مانند مرحله قبل به‌وسیله پرسولفات پتاسیم هضم و غلظت فسفر آن تعیین گردید. از تفاضل غلظت فسفر در عصاره هضم شده و مقدار فسفر آلی نسبتاً لبایل، غلظت فسفر غیر لبایل به‌دست آمد. مقدار کل فسفر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]



شکل ۲. مراحل عصاره‌گیری فسفر(۹)

آلی نسبتاً لابایل از مجموع دو فسفر آلی نسبتاً لابایل تعیین شده در دو مرحله قبل به‌دست آمد (۹). کربن آلی خاک نیز به روش واکی و بلک (۲۴) اندازه‌گیری شد.

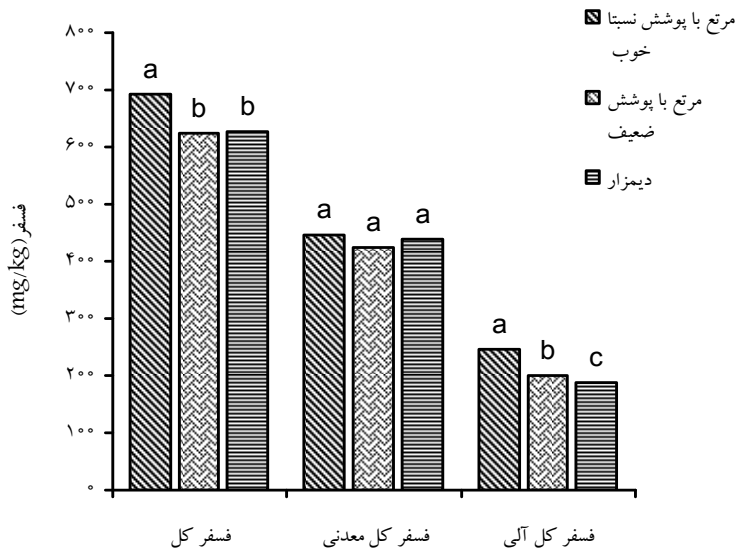
تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL رسم شد. به‌منظور اندازه‌گیری اثر تخریب پوشش گیاهی بر مقدار ذخایر فسفر خاک، در هر زیر حوزه کاربری مرتع با پوشش نسبتاً خوب به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و کاربری‌های دیگر با آن مقایسه شد.

نتایج و بحث

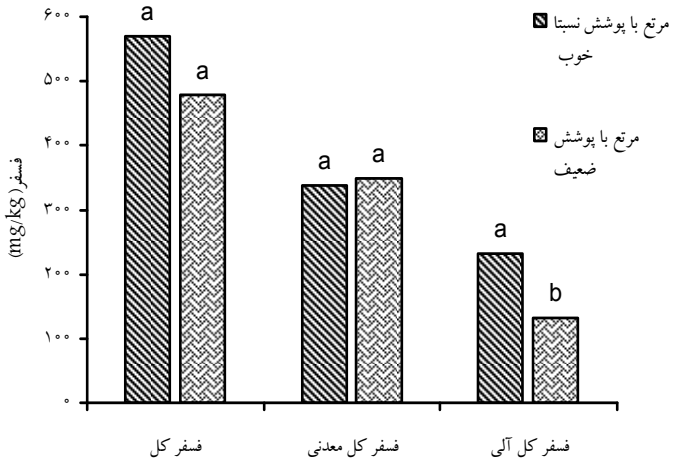
اثر نوع کاربری و کیفیت پوشش گیاهی بر فسفر کل، فسفر کل معدنی و فسفر کل آلی خاک در دو منطقه در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در هر منطقه فاکتورهای تشکیل دهنده خاک شامل ماده مادری، اقلیم، توپوگرافی و زمان یکسان بود بنابراین، تغییر در خصوصیات خاک می‌تواند عمدتاً به‌دلیل نوع کاربری و مدیریت اراضی باشد. بیشترین مقدار فسفر کل در هر دو منطقه در کاربری مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب مشاهده شد که مقدار آن در سولگان ۶۹۲ و در سادات‌آباد ۵۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و تفاوت معنی‌داری را با دیگر کاربری‌ها نشان داد. مقدار فسفر کل در سولگان در دو کاربری مرتع با پوشش ضعیف و دیمزار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]



شکل ۳. اثر نوع کاربری (کیفیت پوشش) بر مقادیر فسفر کل، فسفر آلی و معدنی کل خاک مراتع سولگان. حروف مشابه در هر سری نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت بین کاربری‌ها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

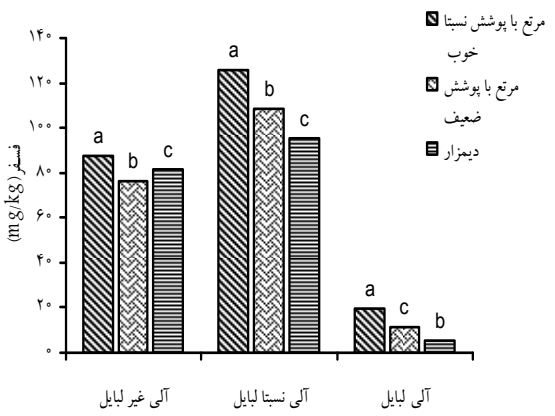


شکل ۴. اثر نوع کاربری (کیفیت پوشش) بر مقادیر فسفر کل، فسفر کل آلی و معدنی خاک در منطقه سادات‌آباد. حروف مشابه در هر سری نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت بین کاربری‌ها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

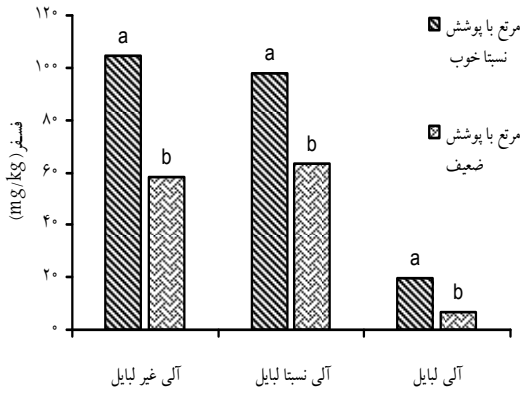
به ترتیب ۶۲۴ و ۶۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که تفاوت معنی‌داری بین این دو کاربری مشاهده نشد. مقادیر فسفر آلی کل در سه کاربری مذکور به ترتیب ۲۴۵/۴، ۲۰۰/۷ و ۱۸۶/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان داد (شکل ۳). از بین رفتن پوشش گیاهی در اثر چرای دام در مرتع با پوشش ضعیف و تغییر کاربری از مرتع به دیمزار در سولگان باعث کاهش مقدار فسفر آلی خاک به ترتیب به میزان ۱۸/۲ و ۲۳/۹ درصد شده است. افزایش معدنی شدن ناشی از به هم خوردگی خاک در اثر شخم در دیمزار و کاهش پوشش گیاهی به‌علت چرای دام در مرتع با پوشش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]



شکل ۵. اثر نوع کاربری (کیفیت پوشش) بر مقدار شکل‌های مختلف فسفر آلی خاک در منطقه سولگان. حروف غیر مشابه در هر سری نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت‌ها بین کاربری‌ها در سطح ۵٪ می‌باشد.



شکل ۶. اثر نوع کاربری (کیفیت پوشش) بر مقدار شکل‌های مختلف فسفر آلی خاک در منطقه سادات‌آباد. حروف غیر مشابه در هر سری نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت‌ها بین کاربری‌ها در سطح ۵٪ می‌باشد.

گیاهی ضعیف و نیز عدم بازگشت بقایای گیاهی به خاک و انتقال ذرات غنی از ماده آلی در اثر فرسایش از مهم‌ترین عوامل کاهش فسفر آلی خاک در این دو کاربری هستند.

به‌علت جذب محکم فسفر روی ذرات خاک و تثبیت آن در خاک، تحرک فسفر در خاک بسیار کم بوده و احتمال آبشویی آن به استثنای خاک‌های شنی و آلی اسیدی که ظرفیت پایینی برای تثبیت فسفر دارند کم است (۱۱ و ۱۷). خروج فسفر به‌وسیله گیاهان برداشت شده یا مصرف شده توسط دام از دیگر دلایل کاهش فسفر خاک است. مقدار بیشتر فسفر آلی در مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب به‌علت وجود پوشش گیاهان چند ساله و اضافه شدن بقایای گیاهی به خاک و در نتیجه چرخه زیستی فعال فسفر در این کاربری است (۱۹). فرایندهای فرسایش نیز به‌دلیل برداشت ترجیحی ذرات ریز از عوامل مهم در کاهش فسفر آلی خاک‌های مورد مطالعه هستند. مطالعات نشان داده که با کاهش اندازه ذرات، مقدار و پایداری فسفر آلی خاک افزایش می‌یابد. علت این امر وجود مقدار زیاد مواد آلی و اکسیدهای پدوژنیک همراه ذرات ریز است. مواد آلی و اکسیدهای آهن و آلومینیوم که عمدتاً در بخش رس خاک وجود دارند قابلیت بالایی در تثبیت فسفر دارند. با کاهش اندازه ذرات، مقدار نسبی فسفر معدنی نیز افزایش می‌یابد که علت آن سطح ویژه بیشتر در ذرات ریزتر است (۱۸ و ۱۹). در سادات‌آباد نیز روند فوق مشاهده شد. مقدار فسفر کل خاک در دو کاربری مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب و مرتع با پوشش گیاهی ضعیف به ترتیب ۵۷۰ و ۴۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که علی‌رغم معنی‌دار نبودن تفاوت بین آنها، ۱۵/۹ درصد کاهش نشان داد (شکل ۴). مقدار فسفر آلی در دو کاربری مذکور نیز به ترتیب ۲۳۱/۷ و ۱۳۱/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که در اثر تخریب پوشش گیاهی ۴۳/۳٪ کاهش یافته است. فرسایش خاک، تخریب شدید پوشش گیاهی در اثر چرای مفرط و عدم بازگشت بقایای گیاهی به خاک در مرتع با پوشش ضعیف از مهم‌ترین علل کاهش فسفر آلی در این کاربری هستند. بخش عمده‌ای از فسفر آلی خاک در لایه سطحی است و فرسایش لایه سطحی تأثیر قابل توجهی بر مقدار فسفر آلی دارد. هم‌چنین، مطالعات نشان می‌دهد که درصد بالایی از فسفر در مراتع و علفزارها به‌صورت آلی است (۹).

تأثیر نوع کاربری بر مقدار فرم‌های آلی فسفر در شکل‌های (۵) و (۶) مشاهده می‌شود. نسبت شکل‌های آلی لبایل، نسبتاً لبایل و غیر لبایل به فسفر کل آلی در زیر حوزه سولگان به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]

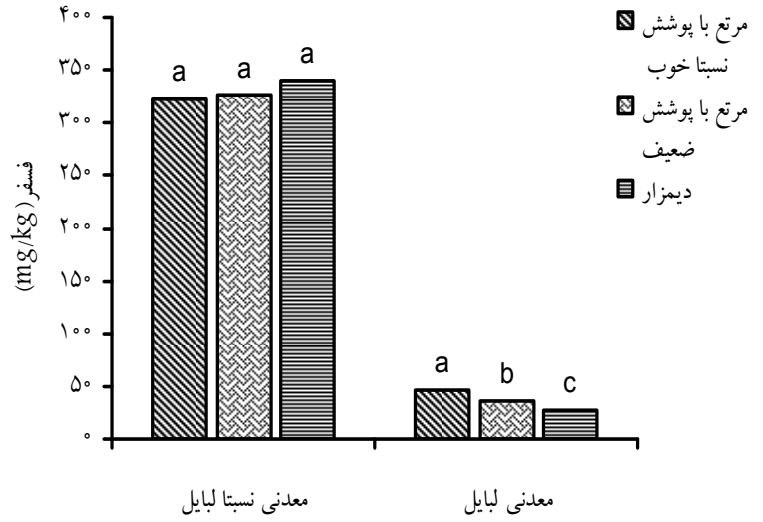
ترتیب ۲/۹، ۵۰/۹ و ۴۳/۶ درصد در کاربری دیمزار، ۵/۶، ۵۳/۹ و ۳۸/۱ درصد در مرتع با پوشش ضعیف و ۷/۹، ۵۱/۲ و ۳۵/۷ درصد درمرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب است. در سادات‌آباد نیز این نسبت‌ها به ترتیب ۵/۲، ۴۸/۱ و ۴۴/۲ درصد در مرتع با پوشش ضعیف و ۸/۴، ۴۲/۳ و ۴۵ درصد در مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب است. با مقایسه این نسبت‌ها با هم می‌توان دریافت که شخم زدن خاک باعث تغییر قابل توجهی در این نسبت‌ها شده است. این تغییر ممکن است عمدتاً به‌دلیل افزایش معدنی شدن باشد به‌ویژه در بخش آلی لبایل که به‌دلیل حساسیت بیشتر به تجزیه، بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته و نسبت آن از ۷/۹ درصد در مرتع با پوشش نسبتاً خوب به ۲/۹ درصد در دیمزار رسیده است. به هرحال حذف یا کاهش پوشش گیاهی در اثر شخم یا چرا تأثیر معنی‌داری بر مقدار این شکل‌ها داشته است. شارپلی و اسمیت در مطالعه مشابهی نشان دادند که کشت و کار باعث تغییرات فاحشی در مقدار فسفر نسبتاً لبایل و نسبتاً مقاوم می‌شود. این محققان تغییر قابل توجهی در مقدار نسبی فرم‌های مختلف فسفر آلی در اثر تغییر کاربری مشاهده نکردند. نسبتی که آنها در خاک‌های بکر به‌دست آوردند شامل ۷ درصد فسفر آلی لبایل، ۴۸ درصد نسبتاً لبایل، ۳۳ درصد نسبتاً مقاوم و۱۲٪ مقاوم بود که این نسبت‌ها در اثر شخم خاک، تغییر چندانی نداشت. بخش آلی لبایل در اثر تغییر کاربری تغییر قابل توجهی ندارد زیرا در اثر تبدیل قسمتی از فرم‌های نسبتاً لبایل و نسبتاً مقاوم به آلی لبایل، مقدار آن تقریباً ثابت می‌ماند اما در شرایطی که معدنی شدن شدید باشد مقدار فسفر آلی لبایل ممکن است کاهش یابد (۱۶).

مقایسه مقدار شکل‌های معدنی فسفر، تفاوت معنی‌داری را بین کاربری‌های مختلف در غلظت فرم معدنی لبایل نشان داد. مقدار فسفر معدنی لبایل در سه کاربری مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف و دیمزار در سولگان به ترتیب ۴۵/۶، ۳۶/۱ و ۲۸/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان داد (شکل ۷). علت کمتر بودن فسفر معدنی لبایل در دیمزار را می‌توان به جذب فسفر توسط گیاهان و برداشت محصول طی سال‌های متمادی نسبت داد که باعث تخلیه خاک از این فرم از فسفر شده است. علاوه بر این، همان‌طور که ذکر شد فسفر معدنی لبایل غالبا روی سطوح ذرات ریز جذب شده است بنابراین، فرسایش خاک که عمدتاً باعث خروج این ذرات از خاک می‌شود عامل مهمی در کاهش فسفر معدنی لبایل در دو کاربری دیمزار و مرتع با پوشش گیاهی ضعیف است. در پژوهش‌های انجام شده توسط دیگر محققین نیز مقادیر مشابهی گزارش شده است. سعیدی در زیر حوزه سولگان مقدار فسفر معدنی لبایل (قابل دسترس) را در کاربری‌های دیمزار (خاک لومی سیلتی)، دیمزار (خاک لومی سیلتی رسی) و دیم رها شده (لومی سیلتی) به ترتیب ۲۵، ۳۱/۱ و ۱۴/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نمود(۴). یوسفی فرد در منطقه چشمه علی مقدار فسفر لبایل را در سه کاربری دیم، مرتع تخریب شده و مرتع خوب به ترتیب ۲۳، ۴۳ و ۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کرد (۵). ایزدی نیز در کوهرنگ مقدار فسفر قابل دسترس را در کاربری دیمزار (که ۶ سال عملیات کشت‌وکار در آن انجام شده بود) ۵۳/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نمود(۲).

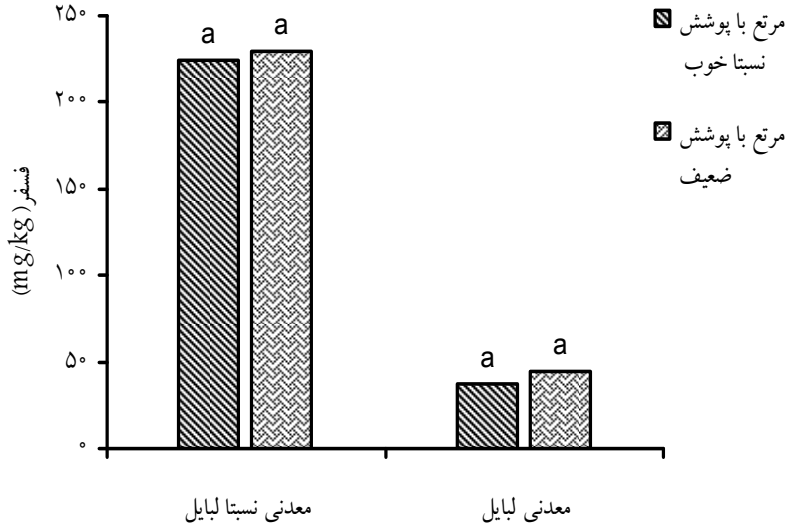
در سادات‌آباد مقدار فسفر معدنی لبایل در دو کاربری مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب و مرتع با پوشش گیاهی ضعیف به ترتیب ۳۷/۳ و ۴۴/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۸). می‌توان علت بیشتر بودن فسفر معدنی لبایل در مرتع با پوشش گیاهی ضعیف در این منطقه را به موقعیت آن روی شیب نسبت داد که در ارتفاع پایین‌تری نسبت به مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب قرار گرفته است. اسمک و رونگ عنوان کردند که هدررفت فسفر از شیب‌های بالایی ردیفی از اراضی می‌تواند به‌وسیله خاک واقع در شیب‌های پایینی دریافت گردد [نقل از ۳]. هم‌چنین مقدار بیشتر رس در این کاربری (۳۲/۳ درصد در مقابل ۲۵/۶ درصد در مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب) و جذب کمتر فسفر قابل دسترس به‌علت وجود پوشش گیاهی کمتر (۵ درصد در مقابل ۲۵ درصد در مرتع با پوشش گیاهی نسبتاً خوب) از دیگر دلایل احتمالی افزایش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]



شکل ۷. اثر نوع کاربری (کیفیت پوشش) بر مقدار شکل‌های مختلف فسفر معدنی خاک در منطقه سولگان.
حروف مشابه در هر سری نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت بین کاربری‌ها در سطح ۵٪ می‌باشد.



شکل ۸. اثر نوع کاربری (کیفیت پوشش) بر مقدار شکل‌های مختلف فسفر معدنی خاک در منطقه سادات‌آباد. حروف مشابه در هر سری نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت بین کاربری‌ها در سطح ۵٪ می‌باشد.

فسفر معدنی لبایل در مرتع با پوشش گیاهی ضعیف در سادات‌آباد است. با توجه به شکل‌های ۷ و ۸ مشاهده می‌شود که تأثیر نوع کاربری بر مقدار فسفر معدنی نسبتاً لبایل معنی‌دار نیست. این امر می‌تواند به‌دلیل معدنی شدن فسفر آلی در اثر کاهش یا حذف پوشش گیاهی در اثر چرا یا شخم خاک باشد. تغییر کاربری به‌علت تغییر در نوع و مقدار پوشش گیاهی، تغییر در ظرفیت رطوبتی و دمایی خاک، تأثیر بر فعالیت میکروبی، افزایش فرسایش و حمل ذرات ریز غنی از مواد آلی، عمدتاً روی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]

شکل‌های آلی فسفر مؤثر است (۱۹).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری اراضی مرتعی و تخریب پوشش گیاهی به‌علت چرای مفرط باعث ایجاد تغییرات فاحشی در مقدار شکل‌های آلی فسفر می‌شود. این تأثیر عمدتاً به دو شکل است. اول، افزایش فرسایش لایه سطحی خاک و انتقال ذرات غنی از شکل‌های مختلف فسفر آلی و دوم، با افزایش معدنی شدن ناشی از شخم و به هم خوردگی خاک. کاهش مقدار فسفر آلی کل از ۲۴۵ به ۱۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در اثر ده سال کشت‌وکار در اراضی دیم در سولگان حاکی از کاهش شدید ذخایر فسفر خاک است که نهایتاً منجر به کاهش حاصل‌خیزی و قدرت باروری خاک می‌شود. کاهش ذخایر فسفر آلی نسبتاً لابایل و غیر لابایل (مجموع فسفر آلی نسبتاً مقاوم و مقاوم) باعث کاهش قابلیت عرضه فسفر قابل استفاده برای گیاه در درازمدت شده و در نتیجه مقدار پوشش گیاهی در خاک‌های مرتعی به‌شدت کاهش می‌یابد. ادامه روند تخریب مراتع در آینده منجر به کاهش پتانسیل تولید مراتع می‌شود. با توجه به خسارات ناشی از تغییر کاربری و چرای بی‌رویه که نهایتاً باعث از بین رفتن مراتع بکر می‌شود و هم‌چنین زیان‌پهای فراوان ناشی از فرسایش خاک، لازم است که برای استفاده پایدار از این منابع دیر تجدید شونده برنامه‌ریزی جامع صورت گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. آذرآبین، م. ۱۳۸۲. تعیین درجه تخریب اراضی با استفاده از برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک‌ها در منطقه کوهرنگ (چلگرد) استان چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. ایزدی، ر. ۱۳۸۳. تعیین درجه تخریب اراضی با استفاده از برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک‌ها در منطقه کوهرنگ (چلگرد) استان چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. جعفری، ا. ۱۳۸۳. سینتیک رهاسازی و جذب فسفر خاک و ارتباط آن با رشد گیاه در چهار ردیف از اراضی مناطق اصفهان و چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. سعیدی، ط. ۱۳۸۵. تعیین درجه تخریب اراضی با استفاده از برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک‌ها در منطقه کوهرنگ (چلگرد) استان چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. یوسفی‌فرد، م. ۱۳۸۳. بررسی شاخص‌های کیفیت خاک و رسوب در کابری‌های متفاوت در منطقه چشمه‌علی حوزه آبخیز کارون شمالی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

6. Adams, J. A. and T. W. Walker. 1958. Phosphorus. PP. 403-430. *In*: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. 2nd ed. Agronomy series No.9, part 2, American Society of Agronomy, Madison, WI.
7. Agbenin, J. D. and H. Tiessen. 1995. Phosphorus forms in particle size fractions of a toposequence from northeast Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 1687-1693.
8. Bowman, R. A. 1989. A sequential extraction procedure with concentrated sulfuric acid and dilute base for soil organic phosphorus. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 362-366.
9. Bowman, R. A. and C. V. Cole. 1978. An exploratory method for fractionation of organic phosphorus from grassland soils. Soil Sci. 125: 95-101.
10. Haan, C. T., B. J. Barfield and J. C. Hayes.1994. Design, hydrology and sedimentology for small catchments. Academic Press, New York.
11. Hesketh, N. and P. C. Brookes. 2000. Development of an indicator for risk of phosphorus leaching. J. Environ. Qual. 29: 105-110.
12. Magid, J., H. Tiessen and L. M. Condron. 1996. Dynamics of organic phosphorus in soils under natural and agricultural soils. PP: 429-466. *In*: Piccolo, A. (Ed.), humic substances in terrestrial ecosystems. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]

13. Matson, P. A., W. J. Parton, A. G. Power and M. J. Swift. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. Science 277: 504-509.
14. Murphy, J. and L. P. Riley. 1962. Phosphorus. PP. 403-430. *In*: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. 2nd Ed., Agronomy series No.9, part 2, American Society of Agronomy, Madison, WI.
15. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available Phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. U.S. Government Printing Office, Washington DC.
16. Sharpley, A. N. and S. J. Smith. 1985. Fractionation of inorganic and organic phosphorus in virgin and cultivated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 127-130.
17. Simard, R. R., S. Beauchemin and P. M. Haygarth. 2000. Potential for preferential pathways of phosphorus transport. J. Environ. Qual. 29: 97-105.
18. Solomon, D. and J. Lehman. 2000. Loss of phosphorus from soil in semiarid northern Tanzania as a result of cropping: Evidence from Sequential extraction and ^{31}P NMR spectroscopy. Eur. J. Soil Sci.51: 699-708.
19. Solomon, D., J. Lehman, T. Momo, F. Fritzsche and W. Zech. 2002. Phosphorus forms and dynamics as influenced by land use changes in the sub- humid Ethiopian highlands. Geoderma 105: 21-48.
20. Sounders, W. M. H. and E. G. Williams. 1955. Phosphorus. PP. 403-430. *In*: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. 2nd ed., Agronomy series No.9, part 2, American Society of Agronomy, Madison, WI.
21. Stevenson, F. J. and M. A. Cole. 1999. Cycles of Soils. John Wiley & Sons Pub., UK.
22. Tiessen, H., J. W. Stewart and J. D. Moir. 1983. Changes in organic and inorganic phosphorus composition of two grassland soils and their particle size fractions during 60- 90 years of cultivation. J. Soil. Sci. 34:815-823.
23. Turrion, M. B., B. Glaser, D. Solomon, A. Ni and W. Zech. 2000. Effect of deforestation on phosphorus pools in mountain soils of the Allay Range, Khyrgyzia. Biol. Fertil. Soils 31: 134-142.
24. Walky, A. and I. A. Black. 1934. An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration methods. Soil Sci. 37: 29-38.
25. Whitehead, D. C. 2000. Nutrient Elements in Grasslands: Soil- Plant- Animal Relationships. CAB Pub, UK.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.15.9]