بسم الله الرحمن الرحيم

١٣٨٦٢٢٦

دانشگاه ارومیه

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی علوم خاک

# اثر زراعت مستمر بر روی مشخصات جذب فسفر و ارتباط آنها با خصوصیات خاک در خاکهای آهکی استان آذربایجان غربی

گلاله میرکی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

استادراهنما:

دکتر عباس صمدی

۱۳۸۹/۴/۸

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ارومیه

اسفند ماه ۱۳۸۸

حق طبع و نشر پایان نامه برای دانشگاه ارومیه محفوظ است.

۱۳۸۶۲۶

پایان نامه خانم گلاله میرکی به تاریخ ۸۸/۱۲/۲۲ به شماره ۱۳۵-۲ک مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی ونمره ۱۹/ قرار گرفت.

۱-استاد راهنما و رئیس هیئت داوران دکتر عباس مهری

۲-استاد مشاور : —

۳-داور خارجی : دکتر [illegible]

٤-داور داخلی : دکتر ابراهیم [illegible]

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی : دکتر فرهاد غضنفری اردسی

حق طبع و نشر این رساله متعلق به دانشگاه ارومیه است.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

و برادران مهربانم

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش

وجودشان که در سردترین روزگاران بهترین

پشتیبان است

تقدیم به همسرم

به پاس محبت های بی دریغش که هرگز فروکش

نمی کند

# تقدیر و تشکر

الهی ای دور نظر و ای نیکو منظر و ای نیکوکار نیک منظر، الهی ادای شکر تو را هیچ زبانی نیست و دریای فضل تو را هیچ کرانی نیست و سر حقیقت تو بر هیچکس عیان نیست، هدایت کن بر ما راهی که بهتر از آن نیست.

این گفتار فرصتی است تا از کسانی که در به انجام رساندن این پایانامه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی کنم.

ابتدا از خانواده مهربان و عزیزم که همواره مشوق من بوده‌اند و سختی‌های دوران تحصیل مرا به جان دل خریده‌اند، نهایت تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

تشکر و قدردانی فراوان از خانم بهناز دره قایدی که محبت های بی دریغش همواره گرمی بخش زندگی ام بوده است.

از استاد محترم جناب آقای دکتر عباس صمدی که در سمت استاد راهنما در هدایت و به ثمر رساندن این پایان‌نامه نقش بسزایی داشته‌اند و همواره از پشتیبانی ایشان بهره‌مند بوده‌ام، کمال تشکر را دارم. ایشان با کمال فروتنی سوالات متعددم را پاسخ گفته و کمکهای بی‌شائبه‌شان در تسهیل امکانات لازم برای انجام پایان‌نامه بسیار موثر بوده است.

از استاد ارجمندجناب آقای دکتر رضا سکوتی (داور خارجی) به پاس قبول زحمت داوری و مطالعه متن پایان نامه و ارائه پیشنهادات ارزشمندشان کمال تقدیر و تشکر را دارم، همچنین از جناب آقای دکتر ابراهیم سپهر (داور داخلی) که زحمت تصحیح و داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند، تشکر می کنم و از مساعدت و لطف نماینده تحصیلات تکمیلی، جناب آقای دکتر فرهاد فرخی اردبیلی سپاسگزاری می نمایم.

از کلیه اعضای هیئت علمی گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه، آقایان دکتر صدقیانی، دکتر خداوردی لو، دانشجویان دکترا آقایان محسن برین، بهنام دولتی و رضایی که از محضرشان در طی دوران تحصیل بهره‌مند شده‌ام کمال تشکر را دارم.

از آقای دکتر ایرج برنوسی و تکنیسین گروه آقای حصیرچی قدردانی می‌شود.

از راهنمایی‌ها و همفکریهای دوستان عزیزم خانم‌ها بهناز دره قایدی، معصومه مختار پور، سمیه سید شربتی، فاطمه حاجی حیدری، لیلا عزیزواللهی، شهلا حاجی زاده و سمیرا رهرویی صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

در نهایت از کلیه کسانی که به نوعی مرا در این راه یاری نموده‌اند سپاسگزاری و تشکر می نمایم.

# فهرست مطالب


فصل اول: مقدمه..... ۱

فصل دوم: کلیات..... ٤

۲-۱- مقدار فسفر در خاک..... ٤

۲-۲- شکل های فسفر در خاک..... ٥

۲-۲-۱- فسفر معدنی..... ۷

۲-۲-۱-۱- ترکیبات فسفاتی همراه با کلسیم..... ۷

۲-۲-۱-۲- ترکیبات فسفاتی همراه با آلومینیوم..... ۸

۲-۲-۱-۳- ترکیبات فسفات همراه آهن..... ۸

۲-۲-۱-٤- فسفر محبوس در اکسیدهای آهن و آلومینیوم..... ۹

۲-۲-۲- فسفر آلی..... ۹

۲-۳- نگهداری فسفر بوسیله خاک..... ۱۱

۲-٤- همدمای جذب سطحی..... ۱۲

۲-٤-۱- معادلات جذب فسفر..... ۱۳
۲-٤-۲- معادله فروندلیچ..... ۱۳
۲-٤-۳- معادله لانگمویر..... ۱٤
۲-٥- ظرفیت جذب فسفر..... ۱٦
۲-٦- اثر خصوصیات خاک بر جذب و نگهداری فسفر..... ۱۷
۲-٦-۱- کربنات های خاک..... ۱۷
۲-٦-۲- اکسی هیدروکسی های Fe..... ۲۲
۲-٦-۳- اکسیدهای Al و Fe..... ۲۲
۲-٦-٤- کانی های رس..... ۲٦
۲-٦-٥- مواد آلی..... ۲۸
۲-٦-٦- pH ..... ۳۰
۲-٦-۷- اثرات کاتیونی..... ۳۱
۲-٦-۸- اثرات آنیونی..... ۳۲
۲-٦-۹- اشباع کمپلکس های جذبی..... ۳۲

۲-٦-۱۰- دما..... ۳۲

۲-٦-۱۱- زمان واکنش..... ۳۳

فصل سوم: مواد و روشها..... ۳٤

۳-۱ خاکهای منطقه ..... ۳٤

۳-۲- تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ها..... ۳٥

۳-۲-۱- بافت خاک ..... ۳٥

۳-۲-۲- pH خاک..... ۳٦

۳-۲-۳- کربن آلی..... ۳٦

۳-۲-٤- کربنات کلسیم معادل (CCE) ..... ۳٦

۳-۲-٥- کربنات کلسیم فعال (ACCE)..... ۳٦

۳-۲-٦- ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)..... ۳۷

۳-۲-۷- هیدروکسیدهای بی شکل آهن ($Fe_0$) ..... ۳۸

۳-۲-۸- تعیین هم دماهای جذب فسفر..... ۳۸

۳-۲-۹- کانی‌شناسی خاک ها ..... ۳۹

۳-۳- روشهای مورد استفاده..... ۳۹

فصل چهارم: نتایج و بحث..... ٤٠

٤-١- ویژگی های عمومی خاک..... ٤٠

٤-١-١- بافت خاک..... ٤٠

٤-١-٢- pH خاک..... ٤٣

٤-١-٣- مواد آلی (OM) ..... ٤٣

٤-١-٥- ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) ..... ٤٥

٤-١-٦- کربنات کلسیم معادل (CCE) ..... ٤٥

٤-١-٧- کربنات کلسیم فعال (ACCE) ..... ٤٥

٤-١-٨- کانی شناسی خاک ها..... ٤٩

٤-٢- منحنی های جذب (همدماها) و پارامترهای معادلات جذب فسفر..... ٥١

٤-٣- ارتباط پارامترهای جذب فسفر با خصوصیا خاک..... ٦١

نتیجه گیری و پیشنهادات..... ٦٥

فصل ششم: منابع..... ٦٦

## فهرست جدول ها


جدول ۳-۱- سری های مورد نمونه برداری در استان آذربایجان غربی..... ۳٤

جدول٤-۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های زراعی و غیرزراعی..... ٤۱

جدول٤-۲- میانگین ± انحراف معیار برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پارامترهای معادلات در خاکها..... ٤٤

جدول ٤-۳- مقادیر میانگین ± انحراف معیار خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پارامترهای جذب فسفر و معادلات و درصد تغییرات آنها در اثر زراعت مستمر در زیرگروه های خاک های مورد مطالعه..... ٤۷

جدول ٤-٤- درصد توزیع کانی ها در بخش رس خاک های مورد مطالعه..... ٤۹

جدول ٤-٥- مقادیر پارامترهای جذب فسفر مربوط به معادله لانگمویر و فروندلیچ در زیرگروه های مورد مطالعه..... ٥۹

جدول ٤-٦- مقادیر پارامترهای جذب فسفر مربوط به معادلات لانگمویر و فروندلیچ در خاک های مورد مطالعه..... ٦۰

جدول ٤-۷- همبستگی بین پارامترهای معادلات لانگمویر و فروندلیچ و خصوصیات خاک های زراعی..... ٦۳

جدول ٤-۸- همبستگی بین پارامترهای معادلات لانگمویر و فروندلیچ و خصوصیات خاک های غیرزراعی..... ٦٤

# فهرست شکل ها

شکل ٤-١- رابطه بین کربنات کلسیم فعال و کربنات کلسیم معادل در خاک های زراعی و غیرزراعی..... ٤٦

شکل ٤-٢- پراش نگارهای پرتو ایکس در زیرگروه های خاک های مورد مطالعه..... ٥٠

شکل ٤-٣- منحنی های جذب فسفر و برازش داده شده به معادلات لانگمویر و فروندلیچ در خاک های زراعی و غیرزراعی..... ٥٢

چکیده

جذب فسفر در خاکها فرایند کلیدی است که قابلیت استفاده فسفر برای گیاهان زراعی را کنترل می کند. مشخصات جذب فسفر و ارتباط آنها با خصوصیات خاک در ۲۱ جفت نمونه خاک متعلق به پنج زیرگروه Vertic Calcixerepts، Typic Haploxerepts،Typic Endoaquepts، Typic Calcixerepts و Vertic Endoaquepts تعیین شد. کانی ایلایت رس غالب زیرگروه های Typic Typic Endoaquepts,Haploxerepts و Typic Calcixerepts بود در حالیکه در زیرگروه های Vertic Endoaquepts و Vertic Calcixerepts کانی غالب اسمکتایت می باشد. مقادیر کربنات کلسیم کل در خاک های زراعی و غیر زراعی به ترتیب در محدوده ۲۹-۸/۲ و ۲۹-۸/۵ درصد متغیر بود. مقادیر کربنات کلسیم فعال در خاک های زراعی و غیرزراعی به ترتیب از ۲/۵ تا ۱۱ و از ۲/۷ تا ۱٤ درصد متغیر بود. روابط معنی داری بین درصد کربنات کلسیم کل و کربنات کلسیم فعال در خاک های زراعی(۰/۰۰۱ $P\leq$ ،$R^2$=۰/۷۷) و غیرزراعی ( ۰/۰۰۱ $P\leq$ ،$R^2$=۰/٦۳) بدست آمد. همدماهای جذب فسفر تعیین و جهت برآورد پارامترهای جذب فسفر داده های جذب فسفر به دو مدل لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شدند. حداکثر جذب فسفر (b) خاک های زراعی و غیرزراعی به ترتیب در دامنه ۲۳۰-۱۵۲ و ۲۲۰-۱۷۱ میلی گرم در کیلوگرم بود. نتایج نشان داد که مقدار غلظت تعادلی فسفر (EPC) در همه خاک های زراعی مورد مطالعه به جز Typic Haploxerepts کمتر از ۰/٤ میلی گرم بر لیتر بود. مقدار فسفر جذب شده در غلظت تعادلی فسفر ۰/٤ میلی گرم بر لیتر در خاک های زراعی و غیرزراعی به ترتیب از ۳٦ تا ۷۵ و ۲۱ تا ۵۲ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود. نتایج نشان داد هر دو معادله خصوصیات جذب را به خوبی توصیف کردند ولی معادله فروندلیچ ($R^2$=۰/۹۷) در همه خاک ها بهتر از لانگمویر ($R^2$=۰/۸۸) توانست خصوصیات جذب را توصیف کند. آزمون مقایسه جفتی (**t-test**) داده ها نشان داد که زراعت مستمر چغندر قند، جذب فسفر را در همه زیرگروه ها به جز خاک های زراعی زیرگروه Typic Endoaquepts افزایش داد. می توان نتیجه

گیری کرد که زراعت مستمر باعث تغییرات قابل توجه ای در برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بویژه پارامترهای جذب فسفر شده است.

کلمات کلیدی: همدمای جذب فسفر، زراعت مستمر، لانگمویر، فروندلیچ

فصل اول

## ۱- مقدمه

جذب فسفر در خاکها فرایند کلیدی است که قابلیت استفاده فسفر برای گیاهان زراعی را کنترل می کند. آگاهی از خصوصیات جذب فسفر در خاکهایی که به طور مستمر تحت زراعت قرار گرفته اند برای حفظ آب و خاک و مدیریت حاصلخیزی خاک مهم است. در خاکهای زراعی که کود دامی یا شیمیایی استفاده نشده ظرفیت جذب فسفر افزایش پیدا می کند اما وقتی که فسفر موجود در خاک از میزان نیاز گیاه کمتر باشد فسفر خاک در طول زمان تخلیه می شود (Sharma، ۲۰۰٦). در حالی که در خاکهای زراعی با کوددهی فسفره، ظرفیت جذب کاهش پیدا می کند و در طول دوره رشد، قابلیت دسترسی فسفر برای گیاه آسانتر می شود.

کشت و کار چون اغلب همراه با کوددهی می باشد منجر به تغییراتی در خصوصیات شیمیایی خاک می شود و همزمان ظرفیت جذب فسفر خاک را تحت تاثیر قرار می دهد. Sharpley و Smith (۱۹۸۵) مشاهده کردند که غلظت فسفر قابل دسترس در خاکهای آهکی بعد از کوددهی همبستگی منفی با محتوای $CaCO_3$ دارد. البته بیشتر مطالعات در خاکهای کشاورزی با مقدار $CaCO_3$ کمتر از ۳۰۰ گرم بر کیلوگرم انجام شده است (Holford و Mattingly، ۱۹۷٤، ۱۹۷۵a).

قابلیت استفاده فسفر به کار برده شده در خاکها بوسیله خصوصیات جذب و واجذب فسفر خاک کنترل می شود. توانایی خاک برای رهاسازی فسفر جذب شده در محیط بستگی به ظرفیت جذب فسفر و مقادیر جذب شده فسفر دارد. اگر مقادیر زیادی از فسفر در خاک تجمع پیدا کند ظرفیت خاک برای جذب فسفر افزایش می یابد که ممکن است اشباع شود و منجر به افزایش تحرک فسفر در لایه های زیرین می شود. راه معمول تخمین ظرفیت جذب، اندازه گیری مقدار فسفر جذب شده بوسیله خاک هنگام افزایش فسفر به خاک و ایجاد همدماهای جذب فسفر است . مطالعات نشان داده است که بعد از به کار بردن

کودهای فسفاته، واجذب فسفر افزایش می یابد و این عمل حالت تناوبی دارد که باعث افزایش هدررفت فسفر از طریق رواناب و آبشویی می شود (Zhou و Li، ۲۰۰۱).

برخی خصوصیات خاک ها همبستگی نزدیکی با ظرفیت نگهداری فسفر خاک ها دارد. خصوصیاتی مانند اکسیدهای Fe و Al (Freese و همکاران، ۱۹۹۲؛ Khan، ۱۹۹۹)، مقدار رس (Johnston و همکاران، ۱۹۹۱؛ Khan، ۱۹۹۹)، کربن آلی (Khan، ۱۹۹۹)، pH (Barrow، ۱۹۸٤) و کربنات کلسیم (Khan، ۱۹۹۹) تاثیر مهمی در جذب فسفر خاک ها دارند. دلیل این همبستگی نزدیک به برآورد ظرفیت نگهداری فسفر از خصوصیات خاک بوسیله ی ترکیبات مختلف مربوط شد (Lookman و همکاران، ۱۹۹٦؛ Burt و همکاران، ۲۰۰۲؛ Ige و همکاران، ۲۰۰۵).

خصوصیات جذب و واجذب فسفر انعکاس تقسیم بندی فسفر بین فاز جامد خاک و فاز محلول است. ظرفیت نگهداری فسفر سنجش توانایی خاک برای نگهداری فسفر است که فاکتور مهمی در کنترل رها سازی فسفر از فاز جامد خاک به فاز محلول است. اغلب در آزمایشگاه بوسیله تعادل خاک با محدوده ای از غلظت های فسفر در زمان های مشخص تعیین می شود. مقدار فسفر جذب شده بوسیله ی اختلاف بین مقدار فسفر اضافه شده و فسفر باقی مانده در محلول در حال تعادل تخمین زده می شود. داده های جذب به مدل های مختلف جذب سطحی برازش داده می شود و ظرفیت های مختلف جذب سطحی تعیین می شود (Barrow، ۱۹۷۸؛ Chien و Clayton، ۱۹۸۰؛ Khan، ۱۹۹۹).

مطالعات نشان می دهد زراعت مستمر باعث تغییراتی در خصوصیات خاک از جمله $CaCO_3$، اکسیدهای آهن و آلومینیوم و مواد آلی می شود که این تغییرات ممکن است روی جذب فسفر تاثیر بگذارد (Hou و Zhu، ۲۰۰۷). لذا اهداف این مطالعه عبارتند از:

- تعیین همدماهای جذب فسفر در خاکهای زراعی و غیر زراعی
- تعیین پارامترهای جذب فسفر با استفاده از معادلات جذب

- ارتباط خصوصیات فیزیکی-شیمیایی و کانی شناسی رسها با برخی پارامترهای جذب فسفر در خاک های زراعی تحت کشت چغندر قند و خاک های غیرزراعی همجوار آنها در خاک های آهکی استان آذربایجانغربی.

فصل دوم

## ۲- کلیات

فسفر عنصر ضروری برای رشد گیاهان است که به مقدار ۰/۸-۰/۲ درصد برای رشد مناسب گیاهان لازم است (Mengel و Kirkby، ۱۹۸۷؛ Mills و Jones، ۱۹۹٦). مقدار آن در لیتوسفر در حدود ۱۲۰۰ میکروگرم بر گرم بوده و میزان آن در خاک ها بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ میکروگرم بر گرم می باشد (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳؛ Lindsay، ۱۹۷۸). Cassagne و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند مقدار فسفر کل در خاک ها و اعماق مختلف آنها متفاوت است.

در حدود ۵/۷ میلیون هکتار از اراضی جهان دچار کمبود فسفر برای رشد گیاهان هستند (Hinsinger، ۲۰۰۱). این مسئله بویژه در مناطقی با خاکهای اسیدی هوادیده و خاکهای آهکی با قدرت تثبیت بالای فسفر مشاهده شد. برای مثال در استرالیا کشاورزان برای برطرف کردن کمبود فسفر بیش از ۱۰۰ سال است که از کودهای فسفاته استفاده می کنند. کودهای فسفاته برای تولید بهتر محصول مفید هستند اگرچه به دلیل کارایی خاکی کمی که دارند محدود شده اند (Olsen و همکاران،۱۹۷۱ ؛ Hollway و همکاران، ۲۰۰۱). تامین فسفر برای گیاهان وابسته به غلظت یون فسفر در محلول خاک و ظرفیت نگهداری فسفر در خاک است. مقدار ۰/۲ میلی گرم بر لیتر در محلول خاک به صورت غلظت تعادلی مورد نیاز برای حداکثررشد گیاه پیشنهاد شده است (Beckwith و همکاران، ۱۹٦۵؛ Juo و Fox، ۱۹۷۷) که برای برآورد نیاز گیاه در خاک های مختلف کاربردی شده است ( صمدی، ۲۰۰٦). قابلیت استفاده فسفر بطور مستقیم تابع فسفر قابل دسترس و بطور معکوس تابع ظرفیت بافری خاک است (Holford و همکاران، ۱۹۹۷).

### ۲-۱- مقدار فسفر در خاک

در طبیعت حدود ۲۰۰ نوع کانی فسفردار شده شناسایی شده که گروه آپاتیت فراوانترین است. رسوبات معدنی فسفر عمدتاً به صورت فلور آپاتیت می باشند، گرچه کلرور آپاتیت نیز به طور معمول و هیدروکسی

آپاتیت در بسیاری از خاک های آهکی یافت می شود. پیش از آنکه خاک های آهکی به شدت هوادیده شوند، آپاتیت تنها منبع فسفر آنهاست. با افزایش سن خاک کاهش فسفر آپاتیت با افزایش ترکیبات فسفر حاوی آهن و آلومینیوم همراه است، انواع Fe-P بیش از انواع Al-P می باشد (Degens، ۱۹٦٤؛ Ellis، ۱۹۸۵؛ Juo و همکاران، ۱۹٦۸).

Williams و همکاران (۱۹٦۹) و Walker (۱۹٦٤) گزارش دادند که در اوایل تشکیل خاک و خاک های جوان، فسفات های کلسیم فراوانتر از سایر شکل های فسفات بوده و ماده آلی کمترین مقدار فسفر کل را تشکیل می دهد و با گذشت زمان از میزان فسفات های کلسیم کاسته شده، میزان فسفر آلی در خاک های جوان به تدریج افزایش می یابد.

بطور کلی فسفات های کلسیم و آلومینیم در خاک هایی که دچار هوادیدگی شیمیایی شدید نشده اند فراوانتر بوده و با افزایش هوادیدگی شیمیایی فسفات های کلسیم و آلومینیم و قسمتی از فسفات های آهن بوسیله پوششی از اکسید آهن بصورت محبوس در می آیند. در خاک هایی که زهکشی مناسب دارند این پوشش با ثبات ولی در خاک هایی که زهکشی نامساعدی دارند این پوشش بی ثبات بوده و در شرایط احیا فسفر محبوس شده آزاد می گردد (مستشاری، ۱۳۸۷).

## ۲-۲- شکل های فسفر در خاک

فسفر در خاک به دو شکل آلی و معدنی یافت می شود. بخش آلی آن در هوموس و مواد آلی و قسمت معدنی آن به صورت ترکیباتی با کلسیم (در خاک های آهکی)، آهن و آلومنیوم (در خاک های اسیدی) و سایر فلزات همراه است. فسفات ها با رس ها نیز ترکیب شده و به این ترتیب فسفر از حالت محلول خارج می گردد. به جز در خاک های آلی، مقدار فسفر معدنی در خاک ها همواره بیشتر از فسفر آلی است. با این وجود مقدار فسفر آلی در افق های سطحی خاک های معدنی معمولاً بیش از افق های زیرین است. علت این