بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان**

**دانشکده کشاورزی**

**گروه علوم خاک**

**پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی**
**رشته‌ی علوم خاک**

# تغییرات مکانی برخی خصوصیات درختان پسته در باغ‌های منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان

**استاد راهنما:**

**دکتر وحید مظفری**

**استادان مشاور:**

**دکتر حسین شیرانی**

**دکتر عیسی اسفندیارپور**

**دانشجو:**

**طیبه ضیغمی‌نژاد**

**تیرماه ۱۳۹۰**

**کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان است.**

**چکیده:**

با توجه به اهمیت اقتصادی پسته در ایران و استقرار بسیاری از باغ‌های پسته در اراضی خشک و شور، داشتن اطلاعات کافی از خصوصیات درخت‌های پسته‌ی کاشته‌شده در این‌گونه خاک‌ها و بررسی ارتباط یا عدم ارتباط آن‌ها با برخی خصوصیات خاک، می‌تواند به مدیریت صحیح کشاورزی در این مناطق کمک نماید. لذا این پژوهش، با هدف ارزیابی و تحلیل تغییرات مکانی برخی خصوصیات درخت‌های پسته در منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان انجام شد. اندازه‌گیری خصوصیات ظاهری و نمونه‌برداری از برگ (اوایل مردادماه) به‌صورت شبکه‌ای منظم با فواصل ۵۰۰ متری و در ۹۶ نقطه انجام گردید. داده‌های آزمایش پس از بررسی نرمال بودن، مورد تجزیه و تحلیل زمین‌آماری قرار گرفتند. مدل واریوگرام‌ها توسط نرم‌افزار $GS^+$ رسم و به‌منظور پهنه‌بندی از تخمین‌گر کریجینگ معمولی استفاده گردید. نتایج نشان داد که مقادیر خصوصیات ظاهری درخت‌ها شامل ارتفاع گیاه، محیط تنه، قطر سایه‌انداز، طول شاخه‌های جدید، تعداد جوانه‌های سال آینده، سطح برگ و عملکرد از قسمت‌های جنوبی به سمت مرکز و شمال منطقه، افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج پژوهش‌های قبلی روی خاک‌های همین منطقه و استفاده از آزمون پیرسون و اسپیرمن، هم‌بستگی معنی‌دار منفی بین این خصوصیات ظاهری با درصد وزنی سنگریزه، شن و شوری خاک به‌دست آمد. هم‌چنین غلظت عناصر نیتروژن، منیزیم، مس و روی در برگ درخت‌های منطقه‌ی مورد مطالعه، کمتر از حد بهینه بود درحالی‌که در قسمت‌های شرقی و شمال شرقی این منطقه، سمیت بور مشاهده شد. بر اساس آزمون اسپیرمن و پیرسون مشخص شد بین غلظت فسفر و روی در برگ و بین غلظت بور برگ و عملکرد هم‌بستگی معنی‌دار منفی وجود داشت. در نهایت نتایج نشان داد که از بین فاکتورهای خاکی بررسی‌شده در پژوهش‌های قبلی و این پژوهش و تجزیه برگ احتمالاً مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده‌ی عملکرد پسته در این منطقه به‌ترتیب درصد وزنی سنگریزه خاک و شوری می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** پسته، تغییرات مکانی، کریجینگ

**فهرست مطالب**

**عنوان** **صفحه**

**چکیده**

**فصل اول: مقدمه..... ۱**

**فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های انجام شده..... ۵**

۲-۱- زمین‌آمار..... ۶

۲-۱-۱- کنترل اعتبار واریوگرام..... ۷

۲-۲- برخی از پژوهش‌های انجام شده در رابطه با تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک..... ۸

۲-۳- برخی از پژوهش‌های انجام شده در رابطه با تغییرات مکانی ویژگی‌های گیاه..... ۱۳

**فصل سوم: مواد و روش‌ها..... ۱۶**

۳-۱- معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه..... ۱۷

۳-۲- روش نمونه‌برداری..... ۱۹

۳-۳- تجزیه‌های آزمایشگاهی گیاه و خاک..... ۲۰

۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها..... ۲۱

۳-۴-۱- توصیف آماری داده‌ها..... ۲۱

۳-۴-۲- تجزیه و تحلیل زمین‌آماری..... ۲۱

**فصل چهارم: نتایج و بحث..... ۲۲**

۴-۱- توصیف متغیرها..... ۲۳

۴-۱-۱- ارتفاع درخت..... ۳۲

۴-۱-۲- محیط تنه درخت..... ۳۷

۴-۱-۳- قطر سایه‌انداز درخت..... ۴۰

۴-۱-۴- طول شاخه‌های جدید درخت..... ۴۳

۴-۱-۵- تعداد جوانه‌های سال آینده درخت..... ۴۵

۴-۱-۶- شاخص سطح برگ درخت..... ۴۷

۴-۱-۷- عملکرد درخت..... ۵۰

۴-۱-۸- غلظت نیتروژن در برگ..... ۵۴
۴-۱-۹- غلظت فسفر در برگ..... ۵۷
۴-۱-۱۰- غلظت پتاسیم در برگ..... ۶۰
۴-۱-۱۱- غلظت کلسیم در برگ..... ۶۳
۴-۱-۱۲- غلظت منیزیم در برگ..... ۶۶
۴-۱-۱۳- غلظت سدیم در برگ..... ۶۸
۴-۱-۱۴- غلظت کلر در برگ..... ۷۲
۴-۱-۱۵- غلظت مس در برگ..... ۷۵
۴-۱-۱۶- غلظت روی در برگ..... ۷۸
۴-۱-۱۷- غلظت منگنز در برگ..... ۸۰
۴-۱-۱۸- غلظت بور در برگ..... ۸۳
۴-۲- شوری خاک در عمق سطحی..... ۸۷

**فصل پنجم: نتیجه گیری کلی و پیشنهادها..... ۹۰**
۵-۱- نتیجه‌گیری کلی..... ۹۱
۵-۲- پیشنهادها..... ۹۲

**پیوست..... ۹۳**

**منابع..... ۱۰۳**

**چکیده انگلیسی**

## فهرست جدول‌ها

**عنوان** **صفحه**

جدول ۴-۱- خلاصه‌ی آماری برخی ویژگی‌های ۸۸ درخت پسته در منطقه‌ی کوثرریزرفسنجان.....۲۴

جدول ۴-۲- مدل‌های وایوگرامی و اجزای آن‌ها به‌همراه شاخص‌های اعتبارسنجی مدل برای ویژگی‌های مختلف درخت‌های پسته..... .....۲۷

جدول ۴-۳- ضرایب هم‌بستگی آزمون پیرسون بین خصوصیات اندازه‌گیری‌شده در درخت‌های پسته با فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده در خاک در منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان.....۲۹

جدول ۴-۴- ضرایب هم‌بستگی آزمون اسپیرمن بین خصوصیات اندازه‌گیری‌شده در درخت‌های پسته با فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده در خاک در منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان.....۳۰

جدول ۴-۵- ضرایب هم‌بستگی آزمون پیرسون بین شوری خاک در عمق سطحی با خصوصیات اندازه‌گیری‌شده در درخت‌های پسته در منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان.....۳۱

جدول ۴-۶- آزمون کولموگروف - اسمیرنف مربوط به ارتفاع (سانتی‌متر) درخت‌های پسته.....۳۳

جدول ۴-۷- آزمون کولموگروف- اسمیرنف مربوط به محیط تنه (سانتی‌متر).....۳۸

جدول ۴-۸- آزمون کولموگروف- اسمیرنف مربوط به قطر سایه‌انداز (سانتی‌متر).....۴۰

جدول ۴-۹- آزمون کولموگروف- اسمیرنف مربوط به طول شاخه‌های جدید (سانتی‌متر).....۴۳

جدول ۴-۱۰- آزمون کولموگروف- اسمیرنف مربوط به تعداد جوانه‌های سال آینده.....۴۵

جدول ۴-۱۱- آزمون کولموگروف- اسمیرنف مربوط شاخص سطح برگ (سانتی‌متر مربع).....۴۸

جدول ۴-۱۲- آزمون کولموگروف- اسمیرنف عملکرد درخت‌های پسته (کیلوگرم).....۵۱

جدول ۴-۱۳- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت نیتروژن برگ (درصد).....۵۴

جدول ۴-۱۴- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت فسفر برگ (درصد).....۵۷

جدول ۴-۱۵- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت پتاسیم برگ (درصد).....۶۰

جدول ۴-۱۶- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت کلسیم در برگ (درصد).....۶۳

جدول ۴-۱۷- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت منیزیم در برگ (درصد).....۶۶

جدول ۴-۱۸- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت کلر در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....۷۲

جدول ۴-۱۹- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت مس در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)....۷۵

جدول ۴-۲۰- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت روی در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)...۷۸

جدول ۴-۲۱- آزمون کولموگروف- اسمیرنف غلظت بور در برگ پسته (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

...۸۳

جدول ۴-۲۲- آزمون کولموگروف- اسمیرنف مربوط به شوری خاک در عمق سطحی.....۸۷

## فهرست شکل‌ها

**عنوان** **صفحه**


شکل ۳-۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه..... ۱۸

شکل ۳-۲- شمایی از نحوه نمونه‌برداری منطقه‌ی مورد مطالعه..... ۲۰

شکل ۴-۱- هیستوگرام مربوط به ارتفاع درخت..... ۳۳

شکل ۴-۲- واریوگرام سطحی ارتفاع..... ۳۴

شکل ۴-۳- واریوگرام همه‌جهته‌ی ارتفاع..... ۳۴

شکل ۴-۴- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی ارتفاع..... ۳۵

شکل ۴-۵- هیستوگرام داده‌های اولیه‌ی محیط تنه..... ۳۸

شکل ۴-۶- هیستوگرام داده‌های محیط تنه پس از تبدیل لگاریتمی..... ۳۸

شکل ۴-۷- واریوگرام همه‌جهته‌ی محیط تنه..... ۳۹

شکل ۴-۸- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی محیط تنه..... ۳۹

شکل ۴-۹- هیستوگرام قطر سایه‌انداز..... ۴۱

شکل ۴-۱۰- واریوگرام همه‌جهته‌ی قطر سایه‌انداز..... ۴۱

شکل ۴-۱۱- نقشه‌ی کریجینگ دوبعدی قطر سایه‌انداز..... ۴۲

شکل ۴-۱۲- هیستوگرام طول شاخه‌های جدید..... ۴۳

شکل ۴-۱۳- واریوگرام همه‌جهته‌ی طول شاخه‌های جدید..... ۴۴

شکل ۴-۱۴- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی طول شاخه‌های جدید..... ۴۴

شکل ۴-۱۵- هیستوگرام داده‌های اولیه‌ی تعداد جوانه‌های سال آینده درخت..... ۴۶

شکل ۴-۱۶- هیستوگرام داده‌های تعداد جوانه‌های سال آینده پس از تبدیل لگاریتمی..... ۴۶
شکل ۴-۱۷- واریوگرام همه‌جهته‌ی تعداد جوانه‌های سال آینده درخت..... ۴۶
شکل ۴-۱۸- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی تعداد جوانه‌های سال آینده گیاه..... ۴۷
شکل ۴-۱۹- هیستوگرام شاخص سطح برگ..... ۴۸
شکل ۴-۲۰- واریوگرام همه‌جهته‌ی شاخص سطح برگ..... ۴۹
شکل ۴-۲۱- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی شاخص سطح برگ..... ۴۹
شکل ۴-۲۲- هیستوگرام داده‌های اولیه عملکرد تر درخت..... ۵۱
شکل ۴-۲۳- هیستوگرام داده‌های عملکرد تر درخت پس از تبدیل لگاریتمی..... ۵۱
شکل ۴-۲۴- واریوگرام همه‌جهته‌ی عملکرد تر درخت..... ۵۲
شکل ۴-۲۵- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی عملکرد درخت..... ۵۲
شکل ۴-۲۶- هیستوگرام غلظت نیتروژن برگ..... ۵۵
شکل ۴-۲۷- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت نیتروژن برگ..... ۵۵
شکل ۴-۲۸- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت نیتروژن در برگ..... ۵۶
شکل ۴-۲۹- هیستوگرام غلظت فسفر برگ..... ۵۷
شکل ۴-۳۰- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت فسفر برگ..... ۵۸
شکل ۴-۳۱- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت فسفر برگ..... ۵۸
شکل ۴-۳۲- هیستوگرام داده‌های اولیه‌ی غلظت پتاسیم برگ..... ۶۰
شکل ۴-۳۳- هیستوگرام داده‌های غلظت پتاسیم برگ (درصد) پس از تبدیل لگاریتمی..... ۶۱
شکل ۴-۳۴- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت پتاسیم برگ..... ۶۱

شکل ۴-۳۵- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت پتاسیم برگ..... ۶۲
شکل ۴-۳۶- هیستوگرام داده‌های غلظت کلسیم در برگ..... ۶۴
شکل ۴-۳۷- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت کلسیم در برگ..... ۶۴
شکل ۴-۳۸- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت کلسیم در برگ..... ۶۵
شکل ۴-۳۹- هیستوگرام داده‌های غلظت منیزیم در برگ..... ۶۶
شکل ۴-۴۰- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت منیزیم در برگ..... ۶۷
شکل ۴-۴۱- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت منیزیم در برگ..... ۶۷
شکل ۴-۴۲- هیستوگرام داده‌های غلظت سدیم در برگ..... ۶۹
شکل ۴-۴۳- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت سدیم در برگ..... ۶۹
شکل ۴-۴۴- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت سدیم در برگ..... ۷۰
شکل ۴-۴۵- هیستوگرام داده‌های غلظت کلر در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۲
شکل ۴-۴۶- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت کلر در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۳
شکل ۴-۴۷- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت کلر در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۳
شکل ۴-۴۸- هیستوگرام داده‌های غلظت مس در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۵
شکل ۴-۴۹- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت مس در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۶
شکل ۴-۵۰- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت مس در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۶
شکل ۴-۵۱- هیستوگرام داده‌های غلظت روی در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۸
شکل ۴-۵۲- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت روی در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۹
شکل ۴-۵۳- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت روی در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک)..... ۷۹

شکل ۴-۵۴- هیستوگرام داده‌های غلظت منگنز در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....۸۱

شکل ۴-۵۵- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت منگنز در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....۸۱

شکل ۴-۵۶- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت منگنز در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....۸۲

شکل ۴-۵۷- هیستوگرام داده‌های غلظت بور در برگ پس‌ته (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....۸۴

شکل ۴-۵۸- واریوگرام همه‌جهته‌ی غلظت بور در برگ پسته (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....۸۴

شکل ۴-۵۹- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی غلظت بور در برگ (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....۸۵

شکل ۴-۶۰- واریوگرام همه‌جهته‌ی شوری خاک در عمق.....۸۷

شکل ۴-۶۱- نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی شوری خاک در عمق سطحی.....۸۸

## فهرست پیوست‌ها

**عنوان** **صفحه**

پیوست ۱: جدول خلاصه‌ی آماری برخی ویژگی‌های خاک در منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان.....۹۴

پیوست ۲: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی ماده آلی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک.....۹۷

پیوست ۳: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک.....۹۷

پیوست ۴: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک.....۹۸

پیوست ۵: شکل نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد وزنی سنگریزه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک.....۹۸

پیوست ۶: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد وزنی سنگریزه در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک...۹۹

پیوست ۷: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد شن در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک.....۹۹

پیوست ۸: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد شن در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک.....۱۰۰

پیوست ۹: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد سیلت در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک.....۱۰۰

پیوست ۱۰: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد سیلت در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک.....۱۰۱

پیوست ۱۱: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد رس در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک.....۱۰۱

پیوست ۱۲: نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی درصد رس در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک.....۱۰۲

# فصل اول

# مقدمه

# فصل اول

**مقدمه**

پسته، گیاهی نیمه‌گرمسیری، دوپایه و خزان‌کننده، از خانواده‌ی آناکاردیاسه[1] و جنس پستاسیا[2] است (علی‌پور و حسینی‌فرد، ۱۳۸۲). گونه‌های این جنس، به‌طور معمول درختی و به‌ندرت درختچه‌ای با برگ‌های مرکب شانه‌ای می‌باشند (پناهی و همکاران، ۱۳۸۱). در حال حاضر بیش از ۴۲۰ هزار هکتار باغ پسته‌ی بارور و غیر بارور در ایران وجود دارد که در حدود ۷۰ درصد از این باغ‌ها در استان کرمان و بقیه در استان‌های یزد، خراسان، قزوین، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، مرکزی و اصفهان قرار دارند (مظفری، ۱۳۸۴). پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور و از عمده‌ترین محصولات صادراتی غیر نفتی محسوب می‌گردد (دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، ۱۳۸۶). حاکم بودن ساختار خرده مالکی بر کشاورزی ایران، سنتی بودن عملیات کاشت، داشت و برداشت پسته، پایین بودن بهره‌وری آب در واحد سطح باغ‌های پسته و عدم استفاده از نهال‌های مرغوب از جمله عواملی هستند که باعث شده‌اند میزان برداشت محصول در واحد سطح از باغ‌های پسته ایران حدود یک چهارم میزان برداشت در کشورهای رقیب از جمله آمریکا باشد. بنابراین افزایش تولید پسته از طریق بهبود عملکرد

1. Anacardiaceae
2. *Pistacia vera* L.

در هکتار و بالا بردن سطح زیرکشت این محصول امکان‌پذیر می‌باشد. کمبود نسبی آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و در برخی موارد اقلیم نامناسب، از عواملی هستند که در بسیاری از مناطق کشور، افزایش سطح زیرکشت این گیاه را با مشکل مواجه کرده‌اند (مظفری، ۱۳۸۴). شهرستان رفسنجان در جنوب شرقی ایران با ارتفاع ۱۵۱۰ متر از سطح دریا و آب و هوای گرم و خشک، به‌عنوان مهم‌ترین منطقه‌ی پسته‌کاری جهان شناخته شده است. سطح زیرکشت باغ‌های پسته در این منطقه به بیش از یکصد و ده هزار هکتار می‌رسد (محمدخانی، ۱۳۷۶؛ پناهی، ۱۳۸۱). علی‌رغم شرایط مساعد برای پرورش درختان پسته، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر شوری، عدم تعادل عناصر غذایی در خاک و کم آبی، مشکلات عدیده‌ای را برای باغ‌های منطقه ایجاد کرده‌اند. علاوه بر این، نامطلوب بودن کیفیت آب‌های آبیاری و کاهش مستمر آن در اثر استمرار خشک‌سالی و هم‌چنین مدیریت نامطلوب در باغ‌ها، سبب پایین آمدن عملکرد و به‌وجود آمدن عوارض زیادی در درختان پسته می‌گردد که متأسفانه به‌صورت گسترده در باغ‌های رفسنجان شیوع پیدا نموده است (مظفری، ۱۳۸۴). امروزه بزرگ‌ترین خطری که بازارهای داخلی و خارجی پسته‌ی ایران را تهدید می‌کند، بالا رفتن هزینه‌های تولید و پایین بودن راندمان محصول است که آثار سوء سرمازدگی، پدیده‌های ناگوار جوی و مدیریت غیر اصولی خاک و آب مناطق حاشیه‌ی کویری ایران، مزید بر این علت می‌باشند. مطالعات انجام‌شده در خصوص نیازهای تغذیه‌ای درختان پسته، ارتباط آن‌ها با عملکرد و تأثیر خصوصیات خاک بر غلظت عناصر موجود در برگ در باغ‌های پسته محدود است. بنابراین، شناخت خاک و عوامل مؤثر بر راندمان و کیفیت محصول، به‌منظور کیفیت پایدار و بهینه‌ی آن ضروری است. با وجود این، تا به حال مطالعات پایه‌ای خاک‌شناسی در مناطق پسته‌کاری کمتر انجام شده است. کسب اطلاعات در مورد جذب عناصر غذایی در درختانی که دارای سال‌آوری می‌باشند این امکان را فراهم می‌سازد که با اعمال مدیریت مناسب، جذب عناصر موجود در خاک توسط درخت افزایش یابد و به این ترتیب، حداکثر عملکرد به‌دست آید (زندی‌نیا، ۱۳۷۶).

با توجه به اهمیت اقتصادی پسته در ایران و استقرار بسیاری از باغ‌های پسته در اراضی خشک و شور، داشتن اطلاعات کافی از مقادیر عناصر غذایی در خاک و روند تغییرپذیری آن‌ها و هم‌چنین بررسی ارتباط یا عدم ارتباط آن‌ها با برخی خصوصیات گیاه، می‌تواند به مدیریت صحیح کشاورزی در مناطق مختلف کمک نماید. شناسایی تغییرات مکانی خاک برای فهم بهتر

روابط پیچیده بین خصوصیات خاک و فاکتورهای محیطی، موضوعی ضروری است. تغییر متغیرهای محیطی از نقطه‌ای به نقطه دیگر به‌گونه‌ای است که مطالعه‌ی آن‌ها به‌وسیله‌ی شیوه‌های معمول تجزیه و تحلیل آماری به‌سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد. لیکن به لحاظ فهم بهتر ارتباط‌های پیچیده بین خصوصیات خاک و گیاه و نیز ارتباط این دو با پارامترهای محیطی، مشخص کردن تغییرپذیری مکانی صفات مورد ارزیابی، ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌دلیل عدم امکان نمونه‌برداری در تمام منطقه‌ی مورد نظر که خود ناشی از عدم وجود امکانات آزمایشگاهی و گران بودن هزینه‌ی انجام آن می‌باشد، مطالعه‌ی تغییرات مکانی صفات در موقعیت‌های نمونه‌برداری‌نشده ضروری است. با استفاده از علم زمین‌آمار می‌توان اطلاعات پایه‌ای برای اعمال مدیریت مناسب در منطقه‌ی مورد مطالعه را به‌دست آورد تا بدین‌وسیله بتوان به عملکرد بالاتر و بهتر دست یافت. در حقیقت، برای این‌که بتوان نسبت به رفع مشکلات باغداران این منطقه و ارایه‌ی روش‌های مدیریتی صحیح اقدام نمود، بایستی ابتدا مطالعه‌های پایه‌ای از قبیل این پژوهش انجام شود تا وضعیت منطقه از نظر ویژگی‌های مؤثر خاک و گیاه مشخص گردد و بر اساس آن بتوان راه‌کارهای آتی را پیشنهاد نمود.

از آن‌جا که زین‌الدینی (۱۳۸۹) تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های زیرکشت پسته در منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان را مورد مطالعه و بررسی قرار داده است، این پژوهش به بررسی تغییرات مکانی برخی ویژگی‌های درختان پسته (اندازه‌گیری غلظت برخی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در برگ، اندازه‌گیری سطح برگ، ارتفاع، محیط تنه، قطر سایه‌انداز، طول شاخه‌های جدید، تعداد جوانه، تعداد دانه، تعداد خوشه و عملکرد) و شوری خاک در همان منطقه و تهیه‌ی نقشه‌ی پارامترهای ذکرشده پرداخته است و هم‌بستگی بین پارامترهای مورد نظر در این دو پژوهش را مورد ارزیابی قرار داده است.

# فصل دوم

# مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده

# فصل دوم

## ۲- ۱- زمین‌آمار[1]

زمین‌آمار، شاخه‌ای از علم آمار کاربردی است و بیش از ۲۰ سال است که وارد خاک‌شناسی شده است (آبرناتی[2]، ۲۰۰۱). این علم با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه‌برداری‌شده، قادر به ارایه‌ی مجموعه‌ی وسیعی از تخمین‌گرهای آماری به‌منظور برآورد خصوصیت مورد نظر در نقاط نمونه‌برداری‌نشده می‌باشد (آدریانو[3]، ۱۹۸۶). هم‌چنین علم زمین‌آمار، یکی از دقیق‌ترین روش‌هایی است که علاوه بر توصیف تغییرات مکانی و زمانی داده‌ها، قادر به تهیه‌ی نقشه‌های کمّی پراکندگی عناصر با حداقل واریانس ممکن می‌باشد. روش‌های زمین‌آماری را می‌توان جزو بهترین تخمین‌گرهای ناااریب در نظر گرفت (پتارد[4]، ۲۰۰۱). در آمار کلاسیک، برای برآورد مقادیر متغیر تصادفی و بسط و گسترش آن، موقعیت مکانی داده‌ها و جهت آن، مد نظر نمی‌باشد، ولی در زمین‌آمار و تخمین‌های مربوط به آن، این دو فاکتور مورد توجه قرار می‌گیرند. یکی دیگر از ویژگی‌های زمین‌آمار این است که قادر است با برآورد مقدار خطای

1. Geostatistics
2. Abernathy
3. Adriano
4. Petard

نمونه‌برداری و آماده‌سازی داده‌ها شاخصی برای برآورد استحکام ساختار فضایی و ارتباط مکانی داده‌ها ارایه نماید (عالمی و همکاران، ۱۹۸۰). استفاده از این علم، شامل دو مرحله می‌باشد:

**۱**- واریوگرافی[1]: مرحله‌ی تهیه و تنظیم واریوگرام‌ها[2] و برازش مدل بر آن‌ها.

**۲**- تخمین: استفاده از یک تخمین‌گر به‌منظور برآورد نقاط نمونه‌برداری‌نشده.

### ۲-۱-۱- کنترل اعتبار واریوگرام

تغییرنما ابزار اساسی برای تخمین به‌وسیله‌ی انواع کریجینگ و تشریح پدیده‌های زمین‌شناختی است. بنابراین انتخاب مدل مناسب و تعیین پارامترهای دقیق آن از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است و بایستی صحت تمام فرضیات پایایی، مدل‌های واریوگرام و غیره به نحو بهینه‌ای کنترل گردد (ولت[3]، ۱۹۹۷). کنترل اعتبار واریوگرام، تخمین هر نقطه‌ی نمونه‌برداری‌شده در ناحیه، با استفاده از مقادیر نمونه‌های همسایه (بدون در نظرگرفتن مقدار خود آن نمونه) با روش کریجینگ می‌باشد. سپس به‌منظور درک این نکته که پارامترهای مدل فرضی در تخمین کریجینگ، به‌درستی تغییرات فاصله‌ای مقادیر اندازه‌گیری‌شده را لحاظ می‌کنند، مقادیر تخمینی با مقادیر واقعی مقایسه می‌شوند (جانگ[4]، ۱۹۹۸). خطای تخمین کریجینگ بایستی مقادیر صفر داشته باشد. معادلات زیر برخی پارامترهای اندازه‌گیری خطای تخمین را نشان می‌دهند (رابینسون و مترنیچ[5]، ۲۰۰۶).

$$ME = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[Z^*(x_i) - Z(x_i)] \cong 0$$ معادله (۱- ۱۲)

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[Z^*(x_i) - Z(x_i)]^2 \cong 0$$ معادله (۱- ۱۳)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z - Z^*)^2} \cong 0$$ معادله (۱- ۱۴)

1. Variography
2. Variogram
3. Volts
4. Juang
5. Robinson and Metternicht