

بہ نام خداوندیکتا



دانشگاه تبریز

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

در رشته زراعت

عنوان:

ارزیابی عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) و سویا (*Glycine max* L.)

در کشت مخلوط ردیفی

تحقیق و پژوهش:

لیلا خدائی

اساتید راهنما:

دکتر مجید پوریوسف

دکتر خلیل جمشیدی

استاد مشاور:

دکتر رضا فتوت

زمستان ۱۳۹۰

## چکیده:

به منظور ارزیابی عملکرد دانه ذرت رقم ماکسیما و سویا رقم ویلیامز در سیستم زراعت تک‌کشتی و مخلوط، با استفاده از روش جایگزینی و افزایشی، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در طی فصل زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی، دانشگاه زنجان به اجرا درآمد. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه سویا به میزان ۲۲۶۱ کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط جایگزینی با نسبت ۱:۲ (۶۷٪ سویا + ۳۳٪ ذرت) و بیشترین عملکرد دانه ذرت به میزان ۱۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار و بیشترین مجموع عملکرد دو محصول به میزان ۱۲۲۳۰/۱ کیلوگرم در هکتار و از روش کشت مخلوط افزایشی (۴۰٪ سویا + ۱۰۰٪ ذرت) به دست آمد. نسبت اختلاط بر عملکرد دانه ذرت، متوسط تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه ذرت ( $P \leq 0/05$ ) و متوسط تعداد بلال در گیاه اثر معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) داشت. همچنین بر عملکرد دانه، متوسط تعداد غلاف در گیاه، متوسط تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه سویا نیز اثر معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) داشت. بالاترین میزان نسبت برابری زمین ( $LER=1/66$ ) از روش جایگزینی با نسبت ۱:۱ (۵۰٪ سویا + ۵۰٪ ذرت) به دست آمد، که نشان داد؛ سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم تک‌کشتی سودمند است.

**واژه‌های کلیدی:** ذرت، سویا، سیستم تک‌کشتی، کشت مخلوط افزایشی، کشت مخلوط جایگزینی، نسبت برابری زمین، رقابت.

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- کشت مخلوط.....	۴
۱-۲-۱- مفاهیم و تعاریف.....	۴
۲-۲-۱- اهمیت کشت مخلوط.....	۶
۱-۲-۲-۱- حداکثر استفاده از منابع.....	۷
۲-۲-۲-۱- حفاظت خاک.....	۱۰
۳-۲-۲-۱- کنترل علف‌های هرز.....	۱۱
۳-۲-۱- معایب کشت مخلوط.....	۱۳
۱-۳-۲-۱- رقابت بین گونه‌ای.....	۱۳
۲-۳-۲-۱- محدودیت استفاده از ماشین‌های کشاورزی.....	۱۳
۳-۳-۲-۱- اثرات سوء ترشحات ریشه‌ای (آلویپاتی).....	۱۴
۴-۳-۲-۱- متفاوت بودن نیازهای غذایی و سموم شیمیایی.....	۱۴
۵-۳-۲-۱- مدیریت مزرعه.....	۱۵
۴-۲-۱- رقابت گیاهان در کشت مخلوط.....	۱۵
۱-۴-۲-۱- اصل تولید رقابتی.....	۲۰
۲-۴-۲-۱- نظریه آشیان اکولوژیک.....	۲۱
۳-۴-۲-۱- مساعدت یا حمایت.....	۲۲
۵-۲-۱- عوامل ایجاد کننده رقابت.....	۲۳
۱-۵-۲-۱- رقابت نوری.....	۲۴

- ۲۵..... رقابت برای آب ..... ۲-۵-۲-۱
- ۲۷..... رقابت برای عناصر غذایی..... ۳-۵-۲-۱
- ۲۸..... ارزیابی محصول در زراعت مخلوط..... ۶-۲-۱
- ۲۸..... اندازه‌گیری رقابت در کشت مخلوط..... ۱-۶-۲-۱
- ۲۸..... شاخص‌های اندازه‌گیری رقابت در کشت مخلوط..... ۲-۶-۲-۱
- ۲۹..... شاخص ضریب نسبی تراکم(ضریب ازدحام نسبی)..... ۳-۶-۲-۱
- ۳۱..... شاخص غالبیت..... ۴-۶-۲-۱
- ۳۲..... شاخص قابلیت رقابت نسبی(RCA)..... ۵-۶-۲-۱
- ۳۳..... شدت رقابت..... ۶-۶-۲-۱
- ۳۳..... شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط..... ۷-۲-۱
- ۳۴..... مجموع عملکرد نسبی..... ۱-۷-۲-۱
- ۳۵..... نسبت برابری زمین..... ۲-۷-۲-۱
- ۳۶..... افزایش یا کاهش عملکرد واقعی(AYL)..... ۳-۷-۲-۱
- ۳۷..... سودمندی کشت مخلوط(IA)..... ۴-۷-۲-۱
- ۳۷..... شاخص سودمندی پولی(سودمندی اقتصادی)..... ۵-۷-۲-۱
- ۳۸..... شاخص ارزش مورد انتظار..... ۶-۷-۲-۱
- ۳۹..... شاخص کل ارزش نسبی (RVT)..... ۷-۷-۲-۱
- ۳۹..... ارزش جانشینی کشت مخلوط(RVI)..... ۸-۷-۲-۱
- ۴۰..... شاخص رقابت(CI)..... ۹-۷-۲-۱
- ۴۱..... نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان(ATER)..... ۱۰-۷-۲-۱
- ۴۱..... میانگین نسبت برابری زمین و نسبت معادل زمان و سطح زیر کشت..... ۱۱-۷-۲-۱
- ۴۲..... نسبت معادل سطح برداشت(AHER)..... ۱۲-۷-۲-۱

- ۴۲.....(CR) شاخص نسبت رقابتی (۱۳-۷-۲-۱)
- ۴۳.....(SPI) شاخص تولید سیستم (۱۴-۷-۲-۱)
- ۴۳.....علل اضافه محصول در کشت مخلوط (۸-۲-۱)
- ۴۳.....افزایش عملکرد (۱-۸-۲-۱)
- ۴۳.....بهبود پایداری عملکرد (۲-۸-۲-۱)
- ۴۵.....افزایش کیفیت محصول (۳-۸-۲-۱)
- ۴۵.....عوامل زراعی و محیطی مؤثر بر کشت مخلوط (۹-۲-۱)
- ۴۵.....گونه‌های گیاهی (۱-۹-۲-۱)
- ۴۶.....تأثیر آب و مواد غذایی (۲-۹-۲-۱)
- ۴۷.....ذرت (۳-۱)
- ۴۷.....منشأ و اهمیت (۱-۳-۱)
- ۴۸.....مشخصات گیاهشناسی ذرت (مورفولوژی) (۲-۳-۱)
- ۴۹.....عوامل محیطی مؤثر بر رشد و نمو ذرت (بوم‌شناسی) (۳-۳-۱)
- ۴۹.....سویا (۴-۱)
- ۴۹.....منشأ و اهمیت (۱-۴-۱)
- ۵۱.....مشخصات گیاهشناسی سویا (مورفولوژی) (۲-۴-۱)
- ۵۲.....عوامل محیطی مؤثر بر رشد و نمو سویا (۳-۴-۱)

#### فصل دوم: مرور منابع

- ۵۴.....۱-۱-۲ مرور منابع
- ۵۴.....۱-۱-۲ کشت مخلوط
- ۵۶.....۲-۱-۲ کشت مخلوط ذرت

۶۰..... کشت مخلوط سویا ۳-۱-۲

۶۲..... کشت مخلوط ذرت و سویا ۴-۱-۲

#### فصل سوم: مواد و روش‌ها

۶۷..... مواد و روشها ۱-۳

۶۷..... ۱-۱-۳ مشخصات محل اجرای آزمایش

۶۷..... ۲-۱-۳ مشخصات طرح آزمایشی

۶۷..... ۳-۱-۲-۱-۳ نسبت اختلاط در نه سطح

۶۸..... ۳-۱-۳ مشخصات ارقام مورد استفاده

۶۸..... ۳-۱-۴-۱-۳ عملیات کاشت

۶۹..... ۳-۱-۴-۲-۳ عملیات داشت

۷۰..... ۳-۲-۳ صفات مورد ارزیابی

۷۰..... ۳-۱-۲-۳ صفات زراعی

۷۰..... ۳-۱-۱-۲-۳ ارتفاع

۷۰..... ۳-۱-۲-۲-۳ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و سویا

۷۱..... ۳-۱-۲-۳ شاخص برداشت

۷۱..... ۳-۱-۲-۴-۳ محاسبه شاخص‌های سودمندی و رقابت در مخلوط

۷۱..... ۳-۱-۲-۴-۱-۳ محاسبه شاخص‌های سودمندی در مخلوط

۷۳..... ۳-۱-۲-۴-۲-۳ محاسبه شاخص‌های رقابت در مخلوط

۷۴..... ۳-۱-۲-۵-۳ اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه

۷۴..... ۳-۳ تجزیه‌های آماری

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

۷۵..... نتایج ۴-۱-۱

- ۷۵..... ۱-۱-۴ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت
- ۷۶..... ۱-۱-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر تعداد بلال در گیاه
- ۷۷..... ۲-۱-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر تعداد دانه در بلال
- ۷۸..... ۳-۱-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر وزن هزار دانه ذرت
- ۷۹..... ۴-۱-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر عملکرد دانه ذرت
- ۸۱..... ۵-۱-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر عملکرد زیست توده ذرت
- ۸۲..... ۶-۱-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر شاخص برداشت ذرت
- ۸۳..... ۲-۱-۴ عملکرد و اجزاء عملکرد سویا
- ۸۴..... ۱-۲-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر عملکرد دانه سویا
- ۸۵..... ۲-۲-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر تعداد غلاف در بوته
- ۸۷..... ۳-۲-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر تعداد دانه در غلاف
- ۸۸..... ۴-۲-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر وزن هزار دانه سویا
- ۸۹..... ۵-۲-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر عملکرد زیست توده سویا
- ۹۰..... ۶-۲-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر شاخص برداشت سویا
- ۹۲..... ۳-۱-۴ ارتفاع گیاه
- ۹۳..... ۱-۳-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر ارتفاع ذرت و سویا
- ۹۴..... ۴-۱-۴ بررسی عملکرد دانه ذرت و سویا در متغیرهای پنج گانه کشت مخلوط
- ۹۶..... ۵-۱-۴ تأثیر سطوح نسبت اختلاط بر میزان پروتئین دانه ذرت و سویا
- ۹۸..... ۶-۱-۴ ارزیابی سودمندی کشت مخلوط
- ۹۹..... ۱-۶-۱-۴ شاخص نسبت برابری زمین (LER)
- ۱۰۲..... ۲-۶-۱-۴ افزایش یا کاهش عملکرد واقعی (AYL)
- ۱۰۲..... ۳-۶-۱-۴ شاخص سودمندی اقتصادی کشت مخلوط (IA)



۱۰۳..... (RVT) شاخص مجموع ارزش نسبی

۱۰۶..... شاخص‌های ارزیابی رقابت در کشت مخلوط

۱۰۶..... ضریب ازدحام نسبی (RCC)

۱۰۶..... شاخص غالبیت (چیرگی) (A)

۱۰۸..... نتیجه‌گیری

۱۱۰..... پیشنهادها

فهرست منابع

چکیده انگلیسی

عنوان انگلیسی

## فهرست جداول

- جدول ۴-۱- میانگین مربعات ( تجزیه واریانس) صفات مختلف ذرت در کشت مخلوط ردیفی ..... ۷۵
- جدول ۴-۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در بررسی اثر نسبت اختلاط به روش دانکن..... ۷۵
- جدول ۴-۳- میانگین مربعات ( تجزیه واریانس) صفات مختلف سویا در کشت مخلوط ردیفی ..... ۸۳
- جدول ۴-۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزا عملکرد سویا در بررسی اثر نسبت اختلاط به روش دانکن ..... ۸۴
- جدول ۴-۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه ، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت ذرت و سویا در بررسی اثر کشت مخلوط ردیفی در سطح احتمال ۰.۵٪ به روش دانکن ..... ۹۲
- جدول ۴-۶- میانگین مربعات ( تجزیه واریانس) ارتفاع دو گیاه ذرت و سویا در کشت مخلوط ردیفی..... ۹۳
- جدول ۴-۷- مقایسه میانگین ارتفاع ذرت و سویا در بررسی اثر نسبت اختلاط در سطح احتمال ۰.۵٪ به روش دانکن..... ۹۳
- جدول ۴-۸- مقادیر معیارهای ارزیابی سودمندی کشت مخلوط در تیمارهای مختلف کشت مخلوط ردیفی ..... ۱۰۵
- جدول ۴-۹- مقادیر شاخص های رقابت ( ضریب ازدحام نسبی و شاخص چیرگی) در تیمارهای کشت مخلوط ردیفی..... ۱۰۷

## فهرست شکل ها

- شکل ۴-۱- مقایسه میانگین تعداد بلال در بوته ذرت تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۷۶
- شکل ۴-۲- مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال ذرت تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۷۷
- شکل ۴-۳- مقایسه میانگین وزن هزار دانه ذرت تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۷۸
- شکل ۴-۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۸۰
- شکل ۴-۵- مقایسه میانگین عملکرد زیست توده ذرت تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۸۲
- شکل ۴-۶- مقایسه میانگین شاخص برداشت ذرت تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۸۳
- شکل ۴-۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه سویا تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۸۵
- شکل ۴-۸- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته سویا تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۸۶
- شکل ۴-۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف سویا تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۸۸
- شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین وزن هزار دانه سویا تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۸۹
- شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین عملکرد زیست توده سویا تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۹۰
- شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین شاخص برداشت سویا تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۹۱
- شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین ارتفاع بوته سویا تحت تأثیر سطوح نسبت اختلاط..... ۹۴
- شکل ۴-۱۴- میزان عملکرد دانه ذرت در متغیرهای پنج گانه کشت مخلوط..... ۹۵
- شکل ۴-۱۵- میزان عملکرد دانه سویا در متغیرهای پنج گانه کشت مخلوط..... ۹۶
- شکل ۴-۱۶- مقایسات میانگین پروتئین دانه ذرت در کشت مخلوط ردیفی..... ۹۷
- شکل ۴-۱۷- مقایسات میانگین پروتئین دانه سویا در کشت مخلوط ردیفی..... ۹۸
- شکل ۴-۱۸- نسبت برابری زمین (LER) با نسبت ۱:۱ (۵۰٪ سویا + ۵۰٪ ذرت)..... ۱۰۰
- شکل ۴-۱۹- نسبت برابری زمین (LER) با نسبت ۱:۲ (۶۷٪ سویا + ۳۳٪ ذرت)..... ۱۰۰
- شکل ۴-۲۰- نسبت برابری زمین (LER) با نسبت ۱:۲ (۶۷٪ سویا + ۳۳٪ ذرت)..... ۱۰۱
- شکل ۴-۲۱- نسبت برابری زمین (LER) با نسبت ۲:۲ (۵۰٪ سویا + ۵۰٪ ذرت)..... ۱۰۱

## فهرست روابط ریاضی

- رابطه ۱-۱- ضریب نسبی تراکم (RCC) ..... ۲۹
- رابطه ۲-۱- ضریب نسبی تراکم (RCC) ..... ۲۹
- رابطه ۳-۱- ضریب نسبی تراکم (RCC) ..... ۳۰
- رابطه ۴-۱- RCC ..... ۳۰
- رابطه ۵-۱- شاخص غالبیت (A) ..... ۳۱
- رابطه ۶-۱- شاخص غالبیت (A) در روش جایگزینی ..... ۳۱
- رابطه ۷-۱- شاخص غالبیت (A) در روش افزایشی ..... ۳۲
- رابطه ۸-۱- شاخص قابلیت رقابت نسبی (RCA) ..... ۳۲
- رابطه ۹-۱- شدت مطلق رقابت (ASC) ..... ۳۳
- رابطه ۱۰-۱- شدت نسبی رقابت (RSC) ..... ۳۳
- رابطه ۱۱-۱- مجموع عملکرد نسبی (RYT) ..... ۳۴
- رابطه ۱۲-۱- نسبت برابری زمین (LER) ..... ۳۵
- رابطه ۱۳-۱- افزایش یا کاهش عملکرد واقعی (AYL) ..... ۳۶
- رابطه ۱-۱۴- سودمندی کشت مخلوط (IA) ..... ۳۷
- رابطه ۱۵-۱- شاخص سودمندی پولی (سودمندی اقتصادی) ..... ۳۷
- رابطه ۱-۱۶- شاخص ارزش مورد انتظار (I) ..... ۳۸
- رابطه ۱-۱۷- شاخص وزنی برای تکمیل ارزش مورد انتظار (I) ..... ۳۸
- رابطه ۱-۱۸- شاخص کل ارزش نسبی (RVT) ..... ۳۹
- رابطه ۱-۱۹- ارزش جانشینی کشت مخلوط (RVI) ..... ۳۹
- رابطه ۱-۲۰- شاخص رقابت (CI) ..... ۴۰
- رابطه ۱-۲۱- نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان (ATER) ..... ۴۱
- رابطه ۱-۲۲- میانگین نسبت برابری زمین و نسبت معادل زمان و سطح زیر کشت ..... ۴۱
- رابطه ۱-۲۳- نسبت معادل سطح برداشت (AHER) ..... ۴۲
- رابطه ۱-۲۴- شاخص نسبت رقابتی (CR) گونه A ..... ۴۲
- رابطه ۱-۲۵- شاخص نسبت رقابتی (CR) گونه B ..... ۴۲
- رابطه ۱-۲۶- شاخص تولید سیستم (SPI) ..... ۴۳

فصل اول

# مقدمه و کلیات

با نگرشی عمیق به تحولات ۵۰ ساله اخیر چنین نتیجه گرفته می‌شود که به مسأله اکولوژی یعنی رابطه موجودات زنده با محیط توجه نشده و بشر با دخل و تصرف‌های بی‌رویه و بیش از حد در محیط طبیعی، آنرا از حد اعتدال خارج کرده و بصورت مخاطره‌انگیزی در آورده است. روند تخریب و بهم خوردن تعادل اکولوژی در حالی ادامه دارد که جمعیت جهان رو به افزایش است و اگر چاره‌ای برای افزایش تولیدات کشاورزی و حفظ محیط زیست نشود، بروز قحطی دور از واقعیت نیست. بشر تا کنون تدابیر گوناگونی اتخاذ کرده و به وسیله به کار بردن تکنولوژی، استفاده از ژنتیک، دادن کودهای شیمیایی فراوان، مصرف سموم گیاهی مختلف و غیره توانسته است بخشی از نیاز به مواد غذایی را بصورت منطقه‌ای برآورده کند. بنابراین باید به فکر تأمین مواد غذایی، بدون آلوده کردن محیط زیست طبیعی بود. برای نیل به این هدف، با الهام گرفتن از طبیعت که خود بهترین راهنما و الگوست و همچنین به کار بردن تجربیات پیشینیان و با حداکثر استفاده از عوامل محیطی از قبیل نور، آب و مواد غذایی روشی اتخاذ کرد که بتوان میزان تولیدات کشاورزی را افزایش داد. یکی از راههایی که ما را به این هدف نزدیک می‌سازد کشت گیاهان به صورت مخلوط است. زراعت مخلوط از سالیان دراز در بسیاری از کشورها متداول بوده که با انجام آن ضمن کاهش خطرات احتمالی و افزایش حاصلخیزی خاک، از منابع طبیعی نیز حداکثر بهره برداری می‌شود. در این روش کشت، میزان مصرف سموم گیاهی و کودهای شیمیایی کاهش یافته و به همان نسبت میزان آلودگی محیط زیست نیز کمتر می‌شود (مظاهری، ۱۳۷۳). زراعت فن کشت و کار و بهره برداری از عوامل محیطی برای تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. با توجه به وجود محدودیت‌های زیاد در این زمینه شاید بتوان بهترین راه و تنها راه رسیدن به این مقصود را در انجام چند کشتی و زراعت مخلوط دانست. کشت مخلوط که بخشی از برنامه تناوب زراعی در طراحی کشت بوم‌های پایدار است، ضمن افزایش تنوع بوم‌شناختی و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، استفاده کارآمدتر از منابع، کاهش مشکلات

آفات، افزایش ثبات نظام و تغذیه مطلوب‌تر انسان و دام می‌شود(مهدوی دامغانی و همکاران، ۱۳۸۵). کشت مخلوط یا کاشت دو یا چند گیاه زراعی با یکدیگر در مناطق گرمسیری جهان به طور گسترده‌ای متداول می‌باشد و در حال حاضر استفاده از این سیستم در مناطق معتدل نیز به سرعت در حال گسترش است(جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹). یکی از مهم‌ترین مزایای کشت مخلوط در برابر تک کشتی این است که در کشت مخلوط گیاهانی که در کنار هم سازگاری بیشتری نشان می‌دهند، تقریباً همیشه عملکرد کل را در هکتار افزایش می‌دهند، که این امر ناشی از کاهش رقابت بین آنها به علت سازگاری بیشتر آنها باهم است(Power and Mensorley, 2000). شرط موفقیت کشت مخلوط این است که گونه‌های موجود در مخلوط به شکل متفاوتی از منابع استفاده نمایند، به عبارت دیگر آشیان‌های بوم‌شناختی متفاوتی را اشغال کنند. این رشد واگرا موجب می‌شود گونه‌ها به شکل مکمل عمل کنند. بنابراین در طراحی کشت مخلوط در نظام‌های پایدار باید به این نکته توجه داشت که گیاهانی که بیشترین تفاوت‌ها را در استفاده از منابع دارند، سازگارترین گیاهان در کشت مخلوط هستند(Vandermeer, 1989). بطور کلی اجرای کشت مخلوط به مراتب پیچیده‌تر از تولید در تک‌کشتی بوده و مانع توسعه اصول نظری می‌گردد که ممکن است راهنمای کار عملی باشد(جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹). نظر به اینکه هنوز مهم‌ترین چالش جهان امروز، امنیت غذایی و تأمین این نیاز اولیه انسان است(Essiet, 2001)، بحران امنیت غذایی موجب تشدید مشکلات زیست‌محیطی و بوم‌شناختی شده است(Giampietro, 1997). تجدید نظر در نظام‌های رایج کشاورزی و روش‌های تولید مواد غذایی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. بر این اساس مدیریت نظام‌های کشاورزی باید مورد بازنگری جدی قرار بگیرد و نظام‌های نوینی طراحی شوند که اولویت آنها پایداری در درازمدت در عین حفظ تولید در کوتاه مدت باشد(Senanayake, 1991).

در کشت مخلوط ردیفی علاوه بر استفاده کارآمدتر از منابع قابل دسترس، چرخش عناصر غذایی مؤثرتر است و در مقایسه با سیستم‌های تک کشتی، این عناصر کمتر از دسترس خارج می‌شوند. مخلوط‌های

مختلف گیاهان زراعی که از جهت زمان جذب عناصر غذایی متفاوت باشند، می‌توانند پتانسیل تلفات عناصر غذایی را از طریق آیشویی به حداقل برسانند. در سیستم‌های کشت مخلوط علاوه بر افزایش عملکرد گیاهان زراعی، کل بیوماس تولید شده بیشتر است. استفاده از بقولات جنبه مهمی در بسیاری از سیستم‌های کشت مخلوط و خصوصاً جهت توسعه سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌باشد. ازت تثبیت شده بوسیله بقولات می‌تواند بوسیله دیگر گیاهان زراعی در سیستم‌های کشت مخلوط استفاده شود. در سیستم‌های فشرده بعلت کشت خالص گیاهان زراعی یکساله، تلفات عناصر غذایی زیاد و محصولات به آفات حساس‌ترند. اگر چه پدیده‌های اکولوژیکی در تمام اکوسیستم‌های زراعی وجود دارند، ولی مصرف زیاد نهاده‌ها مانعی برای فرایندهای اکولوژیکی است. سیستم‌های پایدار باید بر اساس اصول اکولوژیکی و نه نهاده‌های شیمیایی و انرژی استوار باشد. اکوسیستم‌های زراعی پایدار که متکی بر نهاده کم هستند پیچیده‌تر از سیستم‌هایی هستند که با نهاده زیاد اداره می‌شوند و بدین ترتیب نیاز به اصول منطقی و مدیریت صحیح‌تری دارند. علاوه بر کاربردهای بسیار زیاد ذرت و سویا، یکی از دلایل مهم دیگر انتخاب این دو گیاه در واقع اختلاف زمانی در رسیدگی آنهاست، به طوری که بین زمان برداشت این دو گیاه حدود ۲ هفته اختلاف وجود دارد (مظاهری، ۱۳۷۳). بر اساس آمار فائو<sup>۱</sup>، سطح زیر کشت ذرت در جهان در سال ۲۰۱۰ میلادی معادل ۱۴۷ میلیون هکتار، عملکرد آن ۴۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و میزان تولید ۶۹۴ میلیون تن گزارش شده است. ایران با داشتن تنوع آب و هوایی مناسب، از جمله مناطق مستعد تولید ذرت است. طبق آمار فائو<sup>۲</sup> در سال ۲۰۱۰ متوسط عملکرد جهانی سویا برابر ۲۳۸۴ کیلوگرم در هکتار بوده است. در سال زراعی ۱۳۸۷ میزان تولید سویا در ایران حدود ۱۹۷ هزار تن بوده است. متوسط عملکرد سویا در ایران براساس آخرین آمار (۱۳۸۷) حدود ۱۸۱۷ کیلوگرم در هکتار بوده است (FAO, 2010).

---

<sup>۱</sup> - FAO

<sup>۲</sup> - Food and Agriculture Organization



با توجه به موارد مذکور و بررسی‌های انجام گرفته، اهداف تحقیق را به شرح زیر بیان می‌دارد:

۱- اجرای روش بوم شناختی پایدار با بهره‌گیری بیشتر از توانمندی‌های بالقوه زیستی، ژنتیکی و

فیزیولوژیک گیاهان زراعی مورد آزمایش .

۲- افزایش تولید یا سودمندی عملکرد دانه ذرت و سویا از طریق کشت مخلوط.

۳- استفاده بهتر از منابع موجود در دسترس.

۴- به دست آوردن نسبت اختلاط مناسب ذرت و سویا در شرایط کشت مخلوط.

۵- افزایش کیفیت دانه (درصد پروتئین) ذرت و سویا از طریق کشت مخلوط.

## ۲-۱- کشت مخلوط<sup>۳</sup>

### ۱-۲-۱- مفاهیم و تعاریف

کشت مخلوط از خصوصیات کشاورزی معیشتی سنتی است و دارای سابقه بسیار طولانی می‌باشد.

کشت مخلوط در مناطقی که زمین، آب و سرمایه جزء منابع محدود کننده تولید کشاورزی هستند و در

مناطق که کارگر فراوان است، اقتصادی می‌باشد (Palti, 1981). در این روش کوشش می‌شود از حداکثر

پتانسیل‌های محیط از طریق کاشت توأم یا متوالی دو یا چند گیاه زراعی که از لحاظ زمان کاشت و

برداشت و نحوه رشد متفاوت هستند، استفاده شود (Amon، ترجمه: کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷). برای

افزایش تولیدات کشاورزی علاوه بر روش‌های رایج در کشاورزی سنتی راه مهمتر دیگری وجود دارد که

بدون متحمل شدن هزینه‌های اضافی و با استفاده از آب و کود موجود بتوان تولید بیشتری نمود و آن

استفاده از زمان است که شامل افزایش تولید کشاورزی در واحد سطح یا کشت بیش از یک گیاه در یک

سال زراعی می‌باشد (مظاهری، ۱۳۷۳). زراعت مخلوط یعنی کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در

---

<sup>۳</sup> - Intercropping

یک سال زراعی، به ترتیبی که یک گیاه در اکثر دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر باشد. البته لزومی ندارد که این گیاهان همزمان کشت و برداشت شوند. بلکه می‌توان یک گیاه را همزمان و یا مدتی پس از گیاه اول کشت نمود و همزمان یا قبل و یا بعد از آن برداشت کرد. باید در نظر داشت که با این تعریف نمی‌توان هر نوع گیاهی را با گیاه دیگر کاشت، چون فقط گیاهان بخصوصی قابل کاشت با یکدیگر هستند. کشت غلات پابلند مانند ذرت خوشه‌ای و ذرت با حبوبات یکی از معمول‌ترین نوع زراعت مخلوط است (مظاهری، ۱۳۷۳). ترکیبات مناسب برای کشت مخلوط عبارتند از (مهدوی دامغانی و همکاران، ۱۳۸۵):

۱- گیاهان سه کربنه و چهار کربنه که از لحاظ مسیر فتوسنتزی خود تفاوت دارند. در یک کشت مخلوط کارآمد، گیاهان چهارکربنه در معرض نور کامل خورشید و در بالای کانوپی و گیاهان سه کربنه در زیر کانوپی قرار می‌گیرند. در این حالت هر دو گیاه حداکثر سرعت فتوسنتز را خواهند داشت و بخش اعظم کل نور خورشیدی که به کانوپی برخورد می‌کند، جذب می‌شود.

۲- گیاهان دارای الگوی ریشه‌ای مکمل، حجم بیشتری از خاک را پوشش می‌دهند و ضمن جذب آب و مواد غذایی از تمام لایه‌های خاک به طور یکسان، دسترسی به عناصر غذایی نظیر فسفر را که عنصری غیرمتحرک است افزایش می‌دهند.

۳- بقولاتی که از نیتروژن مولکولی به عنوان منبع نیتروژن استفاده می‌کنند، می‌توانند با غیر بقولات که از یون نیترات استفاده می‌کنند در کشت مخلوط قرار گیرند. کشت مخلوط گندمیان و بقولات مثال مناسبی از دو حالت اخیر است که شواهد آزمایشی متعددی نیز مبنی بر موفقیت آن در نظام‌های کشاورزی ایران وجود دارد (کنشلو و مظاهری، ۱۳۷۶ و مؤمن شاهرودی، ۱۳۷۷).

یکی از نکات مهم در مدیریت کشت مخلوط این است که منابع، مقدار، مکان و زمان کوددهی برای کدام یک از گونه‌ها بهینه باشد. هدف نظام کشت مخلوط است که تعیین می‌کند کدام یک از گونه‌ها مهم‌تر است و برنامه‌ریزی باید بر اساس آن صورت بگیرد (Sengul, 2003).

## ۱-۲-۲- اهمیت کشت مخلوط

مهمترین فایده کشت مخلوط این است که مقدار تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی افزایش خواهد یافت. دلیل آن استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک می‌باشد. سرانجام از نظر حفاظت محیط زیست، چون در این نوع زراعت میزان مصرف سموم گیاهی مبارزه با آفات و بیماریها و علفهای هرز و همچنین کود شیمیایی کمتر است، میزان آلودگی محیط زیست نیز به همان نسبت تقلیل خواهد یافت (مظاهری، ۱۳۷۳). کشت مخلوط در بسیاری از مناطق جهان بخصوص کشورهای آسیا، آفریقا و آمریکا رواج داشته و زارعین به دلایل زیر اشتیاق به انجام این نوع کشت داشته و آن را بر تک کشتی ترجیح می‌دهند.

## ۱-۲-۲-۱- حداکثر استفاده از منابع

در کشت مخلوط استفاده بهینه از منابع محیطی در دو بعد مکانی و زمانی مورد توجه می‌باشند. مروری که در مطالعات انجام شده صورت گرفته نشان می‌دهد که اگر اجزای تشکیل دهنده مخلوط از نظر مورفولوژیک متفاوت باشند میزان تولید آنها بیشتر از تک‌کشتی خواهد بود. کشت مخلوط در شکل‌های گوناگون خود در استفاده از منابع قابل دسترس کارآمدتر از تک‌کشتی می‌باشد (Willey, 1990). بین این دو روش اصلی که کشت مخلوط می‌تواند از طریق آنها استفاده از منابع را بهبود بخشد، تمایز قائل شده است:

(الف) - جذب و دریافت مقدار بیشتری از منابع

(ب) - راندمان بالاتر تبدیل منابع، یعنی استفاده کارآمدتر از هر واحد منابع.

استفاده مؤثر از منابع موجود میزان کمیت و کیفیت مخلوط را افزایش داده و باعث سودآوری بیشتر می‌گردد. منابع قابل دسترس گیاه شامل نور، آب، مواد غذایی و نیروی انسانی می‌باشد که به تشریح هر یک مبادرت ورزیده می‌شود (حسینی، ۱۳۸۳).

### الف) استفاده از نور

بهبود تولید در ازای هر واحد نور جذب شده با افزایش کارایی مصرف نور یا افزایش نور جذب شده حاصل می‌شود (Keating and Carberry, 1993). زمانی که نسبت نور پراکنده به نور مستقیم بیشتر شود راندمان مصرف نور نیز افزایش خواهد یافت (Sinclair and Horie, 1992). این امر برای گونه‌هایی که در لایه‌های پایین‌تر کانوپی در کشت مخلوط قرار می‌گیرند، می‌تواند معنی‌دار باشد (Keating and Carberry, 1993). دلیل اصلی تولید بهتر سیستم‌های کشت مخلوط به کارایی مصرف نور بهتر آنها با برخورد بیشتر تابش گزارش شده است (حسینی، ۱۳۸۳). با انتخاب گونه‌ها یا ارقام مناسب، زمان‌های کاشت و آرایش‌های فضایی مطلوب می‌توان گسترش کامل سطح برگ را با زمانی که تشعشع خورشیدی در حداکثر است تطبیق نمود، در نتیجه راندمان تبدیل نور را افزایش داد (Board et al., 1992; Shibles and Weber, 1995). استفاده مؤثرتر از نور یکی از عوامل مهم در موفقیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. تفاوت در فرم و ساختمان گیاهان همراه در کشت مخلوط امکان نفوذ نور بیشتر به داخل پوشش گیاهی و بهره‌برداری بهتر از آن را فراهم می‌آورد. چنین اختلافاتی باعث افزایش شاخص سطح برگ بحرانی در مخلوط می‌شود. لذا معمولاً حد تراکم مطلوب در کشت مخلوط بالاتر بوده زیرا قابلیت جذب و بهره‌وری نور قابل دسترس در چنین روشی بیشتر است (Fisher, 1972).

### ب) مصرف آب

چون مرفولوژی ریشه گیاهان مختلف با یکدیگر متفاوت است، ترکیب آنها در زراعت مخلوط (مثلاً ترکیب گیاهان با ریشه‌های سطحی و عمیق) باعث می‌شود که از آب موجود در طبقات مختلف خاک،