بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم خاک

پایان‌نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی علوم خاک

گرایش فیزیک و حفاظت خاک

عنوان

تعیین تبخیر- تعرق و ضرایب گیاهی منفرد و دوتایی برای کشت مخلوط ذرت و لوبیا

استاد راهنما

دکتر داوود زارع‌حقی

دکترمحمدرضا نیشابوری

استاد مشاور

دکتر ابوالفضل مجنونی‌هریس

پژوهشگر

زینب جلیلیان

شهریور۹۳

تقدیم به

مادر عزیزم

و

برادران بزرگوارم

تشکر و سپاس بی پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفرید و به او قدرت اندیشیدن داد و او را امر به تلاش و کوشش نمود و راهنمایانی برای بشر فرستاد است.

پس از ارادت خاضعانه به درگاه خداوند بی همتا لازم است از زحمات اساتید گرامیم جناب آقای دکتر نیشابوری، دکتر زارع حقی و دکتر مجنونی هریس به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان، به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخششان صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

نام‌خانوادگی: جلیلیان	نام: زینب
عنوان پایان‌نامه: تعیین تبخیر- تعرق و ضرایب گیاهی منفرد و دوتایی برای کشت مخلوط ذرت و لوبیا	
استاد راهنما: دکتر داوود زارع‌حقی دکتر محمدرضا نیشابوری	
استاد مشاور: دکترابوالفضل مجنونی‌هریس	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ‌التحصیلی: شهریور ۱۳۹۳	رشته: علوم خاک دانشگاه: تبریز
گرایش: فیزیک و حفاظت خاک تعداد صفحه: ۱۳۷	
کلید واژه: تبخیر- تعرق، لایسیمتر زهکش‌دار، ضرایب گیاهی منفرد و دوگانه، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای و لوبیا چیتی	

چکیده:

هنگامی که آب به عنوان یک عامل محدود کننده مطرح باشد کشت مخلوط از نظر مصرف آب مزیت دارد. تعیین تبخیر- تعرق گیاهان از جمله مهمترین عوامل مؤثر در ارتقاء سطح بهره‌برداری از منابع آب در کشاورزی است. این عامل بیانگر میزان تلفات بالقوه از سطح خاک مرطوب و پوشش گیاهی بوده و از این‌رو مطالعه آن حائز اهمیت می‌باشد. این پژوهش در سال ۱۳۹۲در منطقه کرکج تبریز با عرض و طول جغرافیایی به ترتیب برابر ′۳°۳۸ شمالی و ′۳۷°۴۶ شرقی و ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۵۶۷/۳ متر به منظور اندازه‌گیری، برآورد تبخیر- تعرق و ضرایب گیاهی منفرد و پایه در کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس۷۰۴ (*Zea mays* L.) و لوبیا چیتی رقم تلاش (*Vicia faba* L.) با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تبریز انجام شد. در این مطالعه از سیستم جویچه‌ای در داخل لایسیمتر استفاده گردید و فاصله پشته‌ها از هم برابر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها برای ذرت علوفه‌ای (رقم سینگل کراس ۷۰۴) و لوبیا چیتی (رقم تلاش) به ترتیب برابر۲۰ و۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. تبخیر از خاک به وسیله میکرولایسیمتر در بین ردیف‌های کشت گیاهان اندازه‌گیری گردید. مقدار تبخیر- تعرق بالقوه گیاهان مورد بحث ۹۶۹/۳۷ میلی‌متر در طول فصل رشد بدست آمد. طول دروه‌های رشد کشت مخلوط شامل دوره‌های اولیه، توسعه ، میانی و پایانی رشد به ترتیب برابر ۱۸، ۳۷، ۴۱ و ۱۷ روز تعیین شد. ضریب گیاهی منفرد، برای مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهای رشد به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۹۱، ۱/۱۷ و ۱/۰۹ بدست آمد. مقدار ضریب گیاهی پایه نیز برای دوره‌های مختلف رشد به ترتیب برابر ۰/۲۰، ۰/۷۱، ۰/۹۶ و ۰/۹۱حاصل گردید. همچنین تبخیر-تعرق مرجع با روش‌های دمایی، تشعشعی و ترکیبی محاسبه شد.

مقدمه.....۱

فصل اول-بررسی منابع

۱-۱. ذرت.....۵

۱-۱-۱.اهمیت و گیاه‌شناسی ذرت.....۵

۱-۲. لوبیا.....۵

۱-۲-۱. اهمیت و گیاه‌شناسی لوبیا.....۵

۱-۳. کلیات کشت مخلوط.....۷

۱-۳-۱. انواع چند کشتی.....۸

۱-۳-۲. مزایای کشت مخلوط.....۱۰

۱-۳-۳. معایب کشت مخلوط.....۱۰

۱-۳-۴. کشت مخلوط لگوم- غله.....۱۱

۱-۴. مفاهیم و کلیات تبخیر- تعرق.....۱۲

۱-۵. روش‌های اندازه گیری تبخیر- تعرق.....۱۸

۱-۵-۱. روش های اندازه گیری مستقیم تبخیر-تعرق.....۱۸

۱-۵-۲. روشهای محاسبه تبخیر- تعرق (غیرمستقیم).....۲۲

۱-۵-۲-۱.مدل‌های دمایی.....۲۳

۱-۵-۲-۲.مدل‌های تشعشعی.....۲۷

۱-۵-۲-۳.مدل‌های ترکیبی..... ۳۰

۱-۶. ضرایب گیاهی (K_{cb},K_c)..... ۳۵

۱-۶-۱. عوامل مؤثر بر ضرایب گیاهی..... ۳۷

۱-۶-۲. تحقیقات انجام یافته در رابطه با ضرایب گیاهی ۳۸

۱-۷. درجه روز رشد (GDD)..... ۴۲

فصل دوم- مواد و روش‌ها

۲-۱. موقعیت جغرافیایی..... ۴۴

۲-۲. عملیات کاشت..... ۴۴

۲-۳. آبیاری لایسیمتر..... ۴۵

۲-۴. اندازه‌گیری تبخیر-تعرق کشت مخلوط به روش بیلان آبی..... ۴۶

۲-۵. جمع‌آوری داده‌های هواشناسی..... ۴۸

۲-۶. اندازه گیری تبخیرسطح خاک..... ۴۸

۲-۷. عملیات داشت..... ۴۹

۲-۸. عملیات برداشت..... ۴۹

۲-۹. محاسبه تبخیر- تعرق مرجع از مدل‌های تجربی..... ۵۰

۲-۱۰. تعیین ضریب گیاهی منفرد (K_c)..... ۵۰

۲-۱۱. تعیین ضریب گیاهی پایه(K_{cb})..... ۵۱

۲-۱۲. تعیین درصد پوشش زمین (GC%).....۵۲

۲-۱۳. تحلیل آماری.....۵۲

۲-۱۴.تبخیر-تعرق واقعی کشت مخلوط.....۵۳

۲- ۱۵. کارایی مصرف آب.....۵۴

فصل سوم- نتایج و بحث

۳-۱. تبخیر-تعرق ۵۵

۳-۲.بررسی تغییرات تبخیر- تعرق از لایسیمتر و پارامترهای جوی.....۶۰

۳-۳. بررسی تغییرات تبخیر از میکرولایسیمتر.....۶۲

۳-۴. مقایسه روش‌های برآورد تبخیر- تعرق مرجع (ET_0).....۶۵

۳-۴-۱. مدل‌های دمائی.....۶۵

۳-۴-۲. مدل‌های تشعشعی.....۷۱

۳-۴-۳. مدل‌های ترکیبی.....۷۶

۳-۵. مقایسه درصد خطای حاصله از روش‌های مختلف.....۸۲

۳-۶. بررسی همبستگی بین تبخیر-تعرق برآورد شده از روشهای مختلف و پارامترهای هواشناسی.....۸۳

۳-۷. تعیین مراحل رشد کشت مخلوط ذرت و لوبیا در منطقه.....۸۴

۳-۸. بررسی تغییرات ضریب گیاهی منفرد (K_c) و پایه (K_{cb}) ذرت ولوبیا در شرایط کشت مخلوط.....۸۸

۳-۹. تبخیر-تعرق واقعی کشت مخلوط.....۱۰۳

۳-۱۰. میزان عملکرد محصول و راندمان آب مصرفی..... ۱۰۵

جمع‌بندی نتایج..... ۱۱۰

پیشنهادات..... ۱۱۳

منابع مورد استفاده..... ۱۱۴

جداول ضمیمه..... ۱۲۵

مقدمه

فعالیت‌های زراعی باید در جهت ثبات و پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی تحقق یابد. کشت مخلوط[1] نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی است که اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع محیطی، افزایش تولید و کاهش خسارت آفات را دنبال می‌کند (وایلی، ۱۹۸۵). کشت مخلوط عبارت است از پرورش هم‌زمان دو یا چند گیاه در یک زمین، افزایش عملکرد مهمترین مزیت کشت مخلوط نسبت به تک کشتی است (مظاهری، ۱۳۶۴). هنگامی که آب به عنوان یک عامل محدود کننده مطرح باشد کشت مخلوط از نظر مصرف آب مزیت دارد (ابدالی شهری، ۱۳۷۵). در کشت مخلوط، ذرت معمولاً به عنوان محصول اصلی و بقولات به عنوان محصول ثانویه کشت می‌شوند. بقولات، به دلیل داشتن ویژگی تثبیت نیتروژن، از جمله گیاهان مناسب برای کشت با سایر گیاهان به منظور تأمین نیازهای غذایی آنها می‌باشند. شواهد زراعی زیادی نیز در مورد افزایش عملکرد در سیستم‌های کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش شده است (والکر و همکاران، ۲۰۰۳).

کشور ما، از لحاظ اقلیمی و شرایط آب و هوایی جزء کشورهای خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (فرشی، ۱۳۷۸). درحال حاضر ۹۴ درصد آب استیصالی از منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و این در حالی است که سهم آب شرب و صنعت به ترتیب برابر ۵ و۱ درصد می‌باشد (غفاری شیروان، ۱۳۷۷). یکی از پیش نیازهای مدیریت بهینه آب در حوضه آبخیز تخمین دقیق مؤلفه‌های بیلان آب می‌باشد و تبخیر- تعرق[2] (ET_c) یکی از عوامل تأثیرگذار بیلان آب محسوب می‌گردد (لیو و همکاران، ۲۰۱۰). در بیشتر روش‌هایی که برای تعیین میزان تبخیر- تعرق ارائه شده است، ابتدا مقدار تبخیر- تعرق گیاه مرجع[3] (ET_0) تخمین زده شده و سپس از روی آن تبخیر- تعرق گیاه مورد نظر محاسبه می‌شود (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۳). به

1- Intercroped
2- Evapotranspiration
3- Reference evapotranspiration

خارج شدن آب از سطح خاک مرطوب تبخیر و از سطح روزنه‌های برگ گیاه تعرق گفته می‌شود. روش‌های مختلفی که برای تعیین ET_c به کار برده شده در دو گروه اصلی قرار می‌گیرند که عبارتند از: روش‌های مستقیم و روش‌های محاسباتی. اندازه‌گیری مستقیم تبخیر- تعرق کارآسانی نیست اغلب این روش‌ها پرهزینه می‌باشند. اگر چه این روش‌ها برای اندازه‌گیری‌های معمول ET_0 وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشند، اما آنها برای ارزیابی‌های تبخیر- تعرق برآورد شده از روش‌های محاسبه‌ای (غیرمستقیم) با ارزش می‌باشند (آلن و همکاران ۱۹۹۸). در روش‌های محاسباتی که می‌توان آنها را روش‌های غیر مستقیم دانست از عوامل مختلف اقلیمی و گیاهی استفاده می‌شود (عابدی کوپایی، ۱۳۷۸). لایسیمتر تنها روش مستقیم برآورد تبخیر- تعرق و معتبرترین روش در واسنجی مدل‌های تبخیر- تعرق است (گریسمر و همکاران، ۲۰۰۲) تبخیر- تعرق تابعی از ویژگی-های خاک، شرایط آب و هوایی، کاربری اراضی، مقاومت آئرودینامیک سطوح کشت، وضعیت گیاهی و توپوگرافی منطقه است. به دلیل اینکه عوامل بسیار زیادی در تبخیر- تعرق دخالت دارند، برآورد دقیق آن اگر نتوان گفت که غیرممکن است، کاری بسیار مشکل می‌باشد (کو و همکاران، ۲۰۰۹). در بیشتر روش‌هایی که برای تخمین ET_c ارائه شده‌اند، ابتدا تبخیر تعرق مرجع (ET_0) تخمین زده می شود و بعد با اعمال ضریبی ET_c بدست می‌آید (آلن وهمکاران، ۱۹۹۸). تا کنون بیش از ۵۰ روش تخمین ET_0 در قالب روش های ترکیبی، آئرودینامیک و تجربی ارائه شده است، که اغلب با توجه به داده های هواشناسی نتایج متفاوتی دارند (گریسمر و همکاران، ۲۰۰۲). کمیته بین المللی آبیاری و زه‌کشی و سازمان خوار و بار جهانی روش فائو- پنمن- مانتیث را به عنوان تنها روش استاندارد برای محاسبه ET_0 از روی داده‌های اقلیمی و همچنین برای ارزیابی سایر روش‌ها پیشنهاد کرده است (هارگریوز، ۱۹۹۴). دهقانی سانیچ و همکاران (۲۰۰۴) مدل پنمن مانتیث و پنمن را به ترتیب برای یک نمونه اقلیمی نیمه خشک در ایران و اقلیم مرطوب در ژاپن بر مبنای مقادیر لایسیمتری معرفی کردند. به‌منظور تعیین و یا تخمین ET_c، ابتدا مقدار

ET_0محاسبه و سپس با تعیین ضریب گیاهی (K_c) در مراحل مختلف رشد مقدار ET_c مورد نظر محاسبه می‌گردد (ساوانا و همکاران، ۲۰۰۲).

تبخیر- تعرق از یک گیاه شامل دو جزء تبخیر از سطح خاک (E_S) و تعرق گیاه مورد نظر (T_c) می‌باشد ($ET_c=T_c+E_S$). در مواردی مانند طراحی سیستم‌های آبیاری، دانستن یا اندازه‌گیری ET_c کفایت می‌کند. اندازه‌گیری یا تخمین هر دو جزء یعنی T_c, E_S از نظر محاسبه دقیق آب مصرفی گیاه اهمیت دارد (شاو، ۱۹۵۹). استفاده از میکرولایسیمترها امکان اندازه‌گیری تبخیر روزانه از خاک را مستقیماً و بدون ایجاد تغییرات شدید در محیط خاک و مزرعه فراهم آورده است (شاوکروف وگاردنر، ۱۹۸۳).

ضریب گیاهی(K_c)، نسبت تبخیر-تعرق واقعی گیاه (ET_c) به تبخیر تعرق گیاه مرجع (ET_0) است (آلن وهمکاران، ۱۹۹۸). مقدار K_c به عواملی مانند مرحله رشد، نوع گیاه، وضعیت رطوبتی خاک و شرایط آب و هوایی محل بستگی دارد و در طول دوره رشد تغییر می‌کند (آلن وهمکاران، ۱۹۹۸). طول دوره رشد گیاه به چهار مرحله متمایز اولیه، توسعه، میانی و پایانی تقسیم‌بندی شده است (اسنایدر و همکاران، ۱۹۸۹). K_c درقالب ضریبی منفرد منعکس کننده اثرات توأم میزان پوشش خاک بوسیله گیاه، نوع گیاه و وضعیت رطوبتی خاک روی ET_c است. K_c شامل ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) برای تعرق و ضریب تبخیر ازسطح خاک (K_e) درنظرگرفته می‌شود و بنابراین $K_c=K_{cb}+K_e$ است (ریزالی و همکاران، ۲۰۰۲). با افزایش درصد پوشش گیاهی در فصل رشد، K_c روندی افزایشی دارد و بعد از استقرار کامل در صورت کفایت آب، تا زمان شروع کاهش سطح برگ K_c تقریباً ثابت می‌ماند (آلن وهمکاران، ۱۹۹۸).

اهداف تحقیق

۱- تعیین تبخیر- تعرق گیاهی (ET_c) کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای و لوبیا چیتی در طول فصل رشد با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار.

۲- جداساری تبخیر- تعرق از هم با استفاده از داده‌های لایسیمتر کشت مخلوط و میکرولایسیمتر و تعیین اینکه تبخیر چه سهمی از کل تبخیر- تعرق را تشکیل می‌دهد.

۳- تعیین ضریب گیاهی منفرد (K_c) و پایه (K_{cb}) کشت مخلوط به منظور استفاده از آنها در برآورد تبخیر-تعرق گیاهی

۴- تعیین ET_c کشت مخلوط با ET_0 برآورد شده از مدل‌های مختلف تبخیر- تعرق مرجع و K_c بدست آمده از روش فائو-پنمن مانتیث.

بررسی منابع

۱-۱. ذرت

۱-۱-۱. اهمیت و گیاه‌شناسی ذرت

ذرت به تیره *Poaceae* قبیله *Maydeae* جنس *Zea* و گونه *mays* تعلق دارد که یک پایه و تک جنسی است. زیر گونه‌های ذرت را ذرت‌های بو داده، سخت یا چخماقی، دندان اسبی، نرم یا آردی، شیرین، غلاف دار و مومی تشکیل می‌دهند. ذرت از پر محصول‌ترین غلات به شمار می‌آید و از لحاظ کل تولید بعد از گندم و برنج سومین محصول غله‌ای جهان محسوب می‌شود (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۷). اهمیت این محصول و بالا بودن سطح زیرکشت این گیاه به علت قدرت تطابق آن با شرایط گوناگون اقلیمی می‌باشد، بدین جهت جزء عمده‌ترین محصولات مناطق معتدله، معتدله گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب به شمار می‌رود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). ذرت یکی از گیاهانی است که به دلیل قدرت سازگاری بالا می‌تواند با اکثر گیاهان به صورت مخلوط کشت شود به‌طوری که در حدود ۶۰ درصد از ذرت در مناطق گرمسیری آمریکای لاتین، به صورت زراعت مخلوط و اغلب با گیاهان خانوادهٔ لگومینوزه از جمله لوبیا و سویا کشت می‌شود (فرانسیس و دکوتیو، ۱۹۹۳). ذرت یک گیاه یک‌ساله و گرما دوست است. این گیاه بهترین سازگاری را با نواحی دارد که برای ۳ تا ۴ ماه متوالی میانگین دمای هوا ۲۱ تا ۳۲ درجه سانتیگراد باشد (آلسی و پاور، ۱۹۷۱). ذرت برای تولید یک گرم ماده خشک در شرایط آب و هوایی و خاکی مختلف به ۲۳۳ تا ۴۴۵ گرم آب نیاز دارد (پورمحمدی وهمکاران، ۱۳۷۷).

۱-۲. لوبیا

۱-۲-۱. اهمیت و گیاه‌شناسی لوبیا

لوبیا با نام علمی *Phazeolus vulgaris L.* از تیره *Paplionaceace* و یکی از مهم‌ترین حبوبات در جهان است. اکثر گونه‌های زراعی آن به چهار گونه *P. vulgaris, P. coccinus, P.*

actifolius, و *P.limensis* مربوط است (مجنون حسینی، ۱۳۸۳). منشأ این گیاه از آمریکای جنوبی و مرکزی است و امروزه در کلیه مناطق گرمسیری و معتدل دنیا کشت می‌شود. از نظر سطح زیر کشت، لوبیا در بین حبوبات مقام اول را داراست و حدود ۳۰ تا ۴۰درصد سطح زیر کشت آن به ترتیب در آمریکا و آسیا قرار دارد (کوچکی و بنایان‌اول، ۱۳۸۳). سطح زیر کشت لوبیا در حدود ۲۶/۴ میلیون هکتار با تولیدی معادل ۱۸/۸ میلیون تن است. در ایران، سطح زیر کشت آن ۲۳۵ هزار هکتار است که تولید آن ۱۲۸ هزار تن می‌رسد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). لوبیا با برخوداری از ۲۲ درصد پروتئین، از نظر ارزش غذایی جایگزین مناسبی برای گوشت محسوب می-شود (باقری و همکاران، ۱۳۸۰). رایج‌ترین نظام کشت لوبیا، کشت مخلوط آن با ذرت است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در آفریقا ۹۸ درصد از کشت لوبیا چشم بلبلی و در کلمبیا ۹۰ درصد از انواع لوبیا به صورت مخلوط انجام می‌گیرد. در مناطق گرمسیر مقدار بیشتری از اراضی زراعی به کشت مخلوط اختصاص داده می‌شود. به عنوان مثال این مقدار در هندوستان ۱۷ و در مالاوی بیشتر از ۹۴ درصد است (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹).

باکتری‌های جنس ریزوبیوم که با ریشه حبوبات همزیستی می‌کنند، بیشترین نقش را در تثبیت نیتروژن دارند. مقدار نیتروژن تثبیت شده از این طریق، بیشتر از نیتروژن تثبیت شده به وسیله سایر سیستم‌های بیولوژیک تثبیت کننده نیتروژن است. باکتری‌های که قادر به تلقیح ریشه حبوبات و تولید گره بر روی آنها هستند، به چند نژاد از ریزوبیوم تعلق دارند. هر نژادی از باکتری قادر به تلقیح ریشه‌های گروه‌های خاصی از حبوبات هستند. ریشه‌های لوبیا توسط باکتری *Rhizobium phaseoli* تلقیح می‌شوند. بر اثر تلقیح باکتری قادر به تثبیت نیتروژن می‌شوند و مقدار زیادی از این نیتروژن در اختیار گیاه میزبان قرار می‌گیرد. گره‌ها پس از پیر شدن تجزیه می‌شوند و بر اثر آن نیتروژن به خاک منتقل می‌شود (آلن و ادل، ۱۹۸۱).

لوبیا چیتی *Pinto been* و یا *Spotted been* نامیده می‌شود. لوبیا چیتی یک از زیر گونه‌های لوبیا سبز است و خصوصیاتی بسیار شبیه به لوبیا سبز دارد. از مهمترین ارقام داخلی آن می‌توان تلاش، دانشجو و شاد را نام برد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۸۳).

۱-۳. کلیات کشت مخلوط

کشت مخلوط به عنوان نظام متنوع، یک نظام کشت جدید در تولید گیاهان نیست، بلکه یک نظام زراعی قدیمی در بسیاری از مناطق جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه و در مناطق گرمسیری است (وایلی، ۱۹۹۰). زراعت مخلوط یعنی کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین در یک سال زراعی به ترتیبی که یک گیاه در اکثر دوره رویشی خود در مجاورت گیاه دیگر باشد. البته الزامی ندارد این گیاهان همزمان کشت و برداشت شوند. بلکه می‌توان آن گیاه را همزمان و یا مدتی پس از گیاه اول کشت و همزمان یا بعد از آن برداشت نمود (مظاهری، ۱۳۷۷). در این روش هر دو بعد زمان و مکان مطرح است و رقابت در تمام و یا بخشی از مراحل رشد در بین گیاهان برقرار می‌شود (جوانشیر، ۱۳۸۰).

کشت مخلوط در سطح وسیعی از کشورهای پیشرفته و کشورهای کم توسعه یافته و نیز در حال توسعه مناطق حاره، رایج است (راماچاندراپارساد و همکاران، ۱۹۹۳). در چین حدود یک سوم مناطق زراعی به کشت مخلوط اختصاص دارد و در حدود نیمی از عملکرد گیاهان دانه‌ای از طریق کشت مخلوط به دست می‌آید (ژانگ و لی، ۲۰۰۳). در آفریقا نیز ۸۰ درصد سیب زمینی از طریق کشت مخلوط با نیشکر حاصل می‌شود که بر اثر آن، قند نیشکر تا حدود ۶ درصد افزایش یافته است (خورانا و پاندی، ۲۰۰۱). در اسپانیا نیز حدود ۴۰ درصد از زمین‌های زراعی به کشت مخلوط اختصاص دارد (سانتالا و همکاران، ۲۰۰۱). این سیستم کشت یکی از بهترین تکنیک‌ها جهت تولید بالا، بهبود مدیریت منابع، حفظ کیفیت منابع و برآورد کننده نیازهای مختلف کشاورزان و کاهش خسارت ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز است (حسین و همکاران، ۲۰۰۳). امروزه

به علت نگرش‌های زیست محیطی، کشت مخلوط در حال گسترش است (محمودی وهمکاران، ۱۳۸۷). در کشاورزی سنتی ایران نمونه‌های زیادی از کشت مخلوط مشاهده می‌شود که بر اساس تجربه و به منظور ثبات محصول و افزایش ضریب اطمینان تولید، انجام می‌گیرد. به عنوان مثال، کاشت هندوانه در داخل زراعت پنبه و کاشت مخلوط ذرت، لوبیا وخیار را می‌توان نام برد (مظاهری، ۱۳۷۷). از متداول‌ترین سیستم‌های چند کشتی‌ها در دنیا کشت مخلوط غله با لگوم می‌باشد (باتینو و همکاران، ۲۰۰۰).

۱-۳-۱. انواع چند کشتی

الف) چند کشتی متوالی[1]

در این روش، کشت گیاه دوم بعد از برداشت گیاه اول انجام می‌شود. بنابراین افزایش محصول فقط در بعد زمان انجام می‌گیرد و هیچ گونه رقابتی در بین گیاهان وجود ندارد (سالیوان، ۲۰۰۳).

کشت مخلوط متوالی شامل زراعت‌های دوگانه[2]، سه گانه[3] و چهار گانه[4] است که در آنها به ترتیب دو، سه و چهار گیاه به طور متوالی در یک سال کشت می‌شوند (مظاهری، ۱۳۷۳).

ب) **کشت مخلوط**

عبارتست از رشد دو یا چند محصول به طور همزمان در یک قطعه زمین و در طول فصل زراعی است. در این روش هر دو بعد مکان و زمان مطرح است و رقابت در تمام و یا بخشی از مراحل رشدی در بین گیاهان برقرار می‌شود (جوانشیر، ۱۳۸۰).

1- Sequential cropping
2- Dauble cropping
3- Triple cropping
4- Quadraple cropping

کشت مخلوط از نظر نحوه اختلاط به گروه‌های زیر تقسیم می‌گردد:

الف) کشت مخلوط درهم[1]

عبارتست از کشت دو یا چند گیاه به طور همزمان و به صورت نامنظم در یک قطعه زمین است که اغلب در کشاورزی سنتی به کار می‌رود (مظاهری، ۱۳۷۳).

ب) کشت مخلوط ردیفی[2]

در این روش دو یا چند گیاه به طور همزمان در یک قطعه زمین کشت می‌شوند و حداقل یکی از آنها در ردیف‌های مشخص کشت می‌گردد. این روش تا حدودی می‌تواند به صورت مکانیزه صورت گیرد (مظاهری، ۱۳۷۳).

ج) کشت مخلوط نواری [3]

در این روش دو یا چند گیاه با یکدیگر در نوارهایی به عرض مناسب کشت می‌شوند، به طوری که از طرفی کاشت مکانیزه محصول فراهم شود و از طرف دیگر، در بین گیاهان اثر متقابل نیز تحقق یابد (مظاهری، ۱۳۷۳).

د)کشت مخلوط تاخیری [4]

در این روش گیاه دوم پس از گلدهی گیاه اول و قبل از برداشت آن کشت می‌شود (مظاهری، ۱۳۷۳). در این حالت گیاه در قسمتی از دوران رشد خود با هم تداخل دارند (مظاهری و آقا علیخانی، ۱۳۷۷). کشت تأخیری در زمینه کاهش رقابت در بین گیاهان از امتیاز زیادی برخوردار است زیرا تقاضا برای منابع در زمان‌های مختلف انجام می‌گیرد (مظاهری، ۱۳۷۳).

1- Mixed intercroping
2- Row intercroping
3- Strip intercropping
4- Relay intercropping

۱-۳-۲. مزایای کشت مخلوط

نظام‌های کشت مخلوط حداقل ۸۰ درصد کشاورزی بعضی از مناطق را تشکیل می‌دهند. به طوری که در آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین، متداول‌ترین نظام کشاورزی محسوب می‌شوند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰). در کشت مخلوط، منابع کشاورزی، یعنی زمین، عناصر غذایی، آب و منابع انرژی به طور کار آمدتری در بعد زمان و مکان بکار گرفته می‌شود (ردریگو و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات زیادی بهره‌وری بیشتر از تابش خورشیدی (آول و همکاران، ۲۰۰۶)، کارآیی بیشتر مصرف عناصر غذایی (رو و همکاران، ۲۰۰۵)، کارآیی بیشتر مصرف آب (والکر و آکیندو، ۲۰۰۳) را در اثر بکارگیری کشت مخلوط نشان داده‌اند. در مقایسه با سیستم تک کشتی، عملکرد بالاتری در بسیاری از سیستم‌های کشت مخلوط شامل ذرت- لوبیا (تسوبو و والکر، ۲۰۰۲)، گندم- نخود (ماندل و همکاران، ۱۹۹۶)، ذرت- بادام زمینی (آول و همکاران، ۲۰۰۶) و گندم- پنبه (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۷) و غیره گزارش گردیده است. در کشت مخلوط آب به‌طور کارآمدتری مورد استفاده قرار می‌گیرد (ابدالی‌مشهدی، ۱۳۷۷). موریس و همکاران (۱۹۹۰) کارآیی مصرف آب (WUE) را در سیستم‌های تک کشتی لوبیا چشم بلبلی و سورگوم هر کدام به تنهایی ۴/۳ و ۱۲/۱۱ کیلوگرم گلوکز به ازاء هر میلی‌متر آب گزارش نمودند این در حالی بود که مقدار آن برای کشت مخلوط ۱۶/۵ بدست آمد.

۱-۳-۳. معایب کشت مخلوط

از معایب کشت مخلوط این است که اگر گیاهان موجود در این کشت مخلوط براساس اصول صحیح انتخاب نشوند. رقابت برون گونه‌ای افزایش می‌یابد و عملکرد کاهش می‌یابد. یکی از علل افزایش رقابت برون گونه‌ای، کشت مخلوط گیاهانی با نیازهای موفورولوژیک و فیزیولوژیک یکسان است (مظاهری، ۱۳۷۳). از دیگر معایب کشت مخلوط محدود شدن استفاده از ماشین‌های کشاورزی است. از آنجایی که اکثر ماشین‌های کشاورزی در حال حاضر جهت کاشت، داشت و