





دانشگاه گنبد کاووس
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
گروه تولیدات گیاهی

پایان نامه جهت دریافت مدرک کارشناسی ارشد در رشته کشاورزی اکولوژیک

تأثیر نیتروژن مصرفی و الگوی کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare*) و نخود
فرنگی (*Pisum sativum*) بر کمیت و کیفیت علوفه

امید دهقان پور اینچه برون

استاد راهنما

دکتر علی نخزری مقدم

استاد مشاور

دکتر علی راحمی کاریزکی

بهمن ماه ۱۳۹۲

قدردانی

الهی، نه شناخت تو را توان، نه ثنای تو را زبان و نه
دریای جلال و کبریای تو را کران، پس تو را مدح و ثنا
چون توان.

(خواجه عبدا.. انصاری)

اکنون که با استعانت از درگاه پروردگار منان گامی دیگر از زندگیم را پشت سر نهادم با خضوع و افتادگی تمام بر خود لازم می‌دانم مراتب سپاس، قدردانی صمیمانه خویش را تقدیم همه کسانی کنم که در طی این مدت مرا یاری دادند. از خانواده عزیزم که در همه مراحل زندگی حامی و پشتیبان من بوده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر علی نخزری مقدم که افتخار شاگردی ایشان را دارم به خاطر تمام راهنمایی‌های بی‌دریغ و ارزشمندشان در طی مراحل انجام و تدوین پایان‌نامه نهایت تشکر را دارم. از استاد مشاورم جناب آقای دکتر علی راحمی کاریزکی که از راهنمایی‌های علمی‌شان برخوردار بوده‌ام کمال تشکر را دارم. از آقایان دکتر عباس بیابانی و دکتر عبدالطیف قلی‌زاده که زحمت داوری پایان‌نامه را بر عهده گرفتند کمال سپاس را دارم. از نماینده تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر علی حشمت‌پور که موجبات بهبودی پایان‌نامه را فراهم آوردند تشکر و قدردانی می‌کنم. از دوستان عزیزم آقایان محمدرضا جعفرزاده، عبدالخلیل حسن‌زاده، امین قرنجیک، میلاد دهقان‌پور و ارازقلی خوجملی که مرا در اجرای طرح یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم. در پایان برای تمام کسانی که به نوعی مرا در انجام این کار یاری دادند، آرزوی موفقیت و بهروزی دارم.

امید دهقان‌پور اینچه برون

بهمن ماه ۱۳۹۲

تقدیم به پدر و مادر مهربانم
که در دامن پر مهرشان الفبای
زندگی را آموختم.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و الگوی کشت مخلوط بر کمیت و کیفیت علوفه جو و نخود فرنگی، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه دانشگاه گنبد کاووس به اجرا در آمد. عامل‌های مورد بررسی مشتمل بر الگوی کاشت در ۵ سطح و شامل کشت خالص جو، کشت مخلوط جایگزین ۷۵ درصد جو و ۲۵ درصد نخود فرنگی، کشت مخلوط جایگزین ۵۰ درصد جو و ۵۰ درصد نخود فرنگی، کشت مخلوط جایگزین ۲۵ درصد جو و ۷۵ درصد نخود فرنگی و کشت خالص نخود فرنگی و عامل نیتروژن در چهار سطح و شامل عدم مصرف و مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با منبع اوره ۴۶ درصد بود. نتایج نشان داد که کشت خالص جو بیش‌ترین عملکرد علوفه را با ۱۷/۱۶ تن در هکتار داشت. با کاهش نسبت جو در کشت مخلوط، عملکرد علوفه هم کاهش یافت به طوری که حداقل عملکرد در کشت مخلوط با ۹/۶۲ تن در هکتار از تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد جو و ۷۵ درصد نخود فرنگی به دست آمد. تیمار کشت خالص نخود فرنگی با ۶/۷۱ تن در هکتار حداقل عملکرد را در بین تیمارها تولید کرد. کشت خالص جو بیش‌ترین فیبر را داشت ولی سایر صفات در جو حداقل بود. حداقل فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی مربوط به کشت خالص نخود فرنگی و حداکثر سایر صفات مربوط به این تیمار بود. نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط کمتر از یک بود که نشان‌دهنده نامطلوب بودن کشت مخلوط جو و نخود فرنگی از این نظر می‌باشد. افزایش نیتروژن باعث افزایش عملکرد علوفه شد اما نسبت برابری زمین تغییر محسوسی نداشت. ضریب نسبی تراکم در جو و نسبت رقابتی و شاخص غالبیت جو در هر سه تیمار کشت مخلوط بیش‌تر بود. کشت مخلوط سود اقتصادی نداشت.

کلمات کلیدی: کشت مخلوط، نیتروژن، جو، نخود فرنگی، نسبت برابری زمین، عملکرد علوفه.

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- جو	۳
۱-۲-۱- گیاه‌شناسی جو	۴
۲-۲-۱- نیازهای اکولوژیکی جو	۵
۳-۲-۱- عملیات زراعی	۵
۴-۲-۱- برداشت	۶
۳-۱- نخود فرنگی	۷
۱-۳-۱- گیاه‌شناسی نخود فرنگی	۷
۲-۳-۱- خصوصیات اکولوژیکی نخود فرنگی	۸
۳-۳-۱- عملیات زراعی	۸
۴-۳-۱- برداشت	۹
۴-۱- کشت مخلوط	۹
۱-۴-۱- مزایای کشت مخلوط	۱۰
۲-۴-۱- معایب کشت مخلوط	۱۲
۳-۴-۱- استفاده آتی از کشت مخلوط	۱۳
۴-۴-۱- نیتروژن	۱۳

فصل دوم: مروری بر مطالعات پیشین

۱-۲- کشت مخلوط	۱۸
۱-۱-۲- تأثیر الگوی کشت مخلوط بر عملکرد علوفه	۲۱
۲-۱-۲- تأثیر الگوی کشت مخلوط بر ارتفاع گیاه	۲۴
۳-۱-۲- تأثیر الگوی کشت مخلوط بر کیفیت علوفه	۲۵

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
تأثیر نیتروژن بر خصوصیات کیفی گیاهان	۲-۲	۲۸
تأثیر نیتروژن بر درصد پروتئین خام علوفه	۱-۲-۲	۲۹
تأثیر نیتروژن بر عملکرد پروتئین	۲-۲-۲	۳۰
تأثیر نیتروژن بر عملکرد علوفه	۳-۲-۲	۳۰
تأثیر نیتروژن بر پروتئین علوفه	۴-۲-۲	۳۲
تأثیر نیتروژن بر درصد ماده خشک قابل هضم	۵-۲-۲	۳۴
تأثیر نیتروژن بر درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب	۶-۲-۲	۳۵
تأثیر نیتروژن بر درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی	۷-۲-۲	۳۵
تأثیر نیتروژن بر درصد خاکستر	۸-۲-۲	۳۶
شاخص‌های ارزیابی رقابت و سودمندی اقتصادی در کشت مخلوط	۳-۲	۳۷
نسبت برابری زمین	۱-۳-۲	۳۷
ضریب نسبی تراکم	۲-۳-۲	۳۹
شاخص غالبیت	۳-۳-۲	۴۰
نسبت رقابتی	۴-۳-۲	۴۱
کاهش یا سودمندی عملکرد واقعی	۵-۳-۲	۴۲
سودمندی کشت مخلوط	۶-۳-۲	۴۳
عملکرد معادل	۷-۳-۲	۴۴

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۳-۱- موقعیت جغرافیایی و خصوصیات اقلیمی محل آزمایش ۴۶
- ۳-۲- طرح آزمایشی بکار رفته و تیمارهای آزمایشی ۴۷
- ۳-۳- عملیات زراعی آزمایش ۴۸
- ۳-۴- نمونه برداری جهت تعیین صفات کمی و کیفی علوفه ۴۹
- ۳-۵- نرم افزارهای مورد استفاده ۵۱

فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۴-۱- بررسی صفات کمی علوفه ۵۲
- ۴-۱-۱- اثر الگوی کاشت و نیتروژن مصرفی بر عملکرد علوفه خشک ۵۲
- ۴-۲- شاخص‌های ارزیابی رقابت و سودمندی اقتصادی در کشت مخلوط ۵۵
- ۴-۲-۱- نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط جو و نخود فرنگی ۵۵
- ۴-۲-۲- ضریب نسبی تراکم در تیمارهای کشت مخلوط جو و نخود فرنگی ۵۶
- ۴-۲-۳- شاخص غالبیت ۵۷
- ۴-۲-۴- نسبت رقابتی ۵۷
- ۴-۲-۵- کاهش عملکرد واقعی ۵۸
- ۴-۲-۶- سودمندی کشت مخلوط ۵۹
- ۴-۲-۷- اثر الگوی کاشت بر عملکرد معادل ۵۹
- ۴-۲-۸- اثر نیتروژن بر عملکرد معادل ۶۰
- ۴-۳- بررسی صفات کیفی علوفه ۶۱
- ۴-۳-۱- اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر درصد ماده خشک قابل هضم ۶۲
- ۴-۳-۲- اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر درصد پروتئین خام ۶۴
- ۴-۳-۳- اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب ۶۵
- ۴-۳-۴- اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی ۶۵

- ۶۶..... اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر درصد خاکستر..... ۵-۳-۴
- ۶۷..... نتیجه گیری.....
- ۶۹..... پیشنهادات.....
- ۶۹..... منابع.....

عنوان	فهرست جداول	صفحه
جدول ۳-۱- مشخصات خاک منطقه مورد آزمایش	۴۶	۴۶
جدول ۳-۲- میزان بارندگی، رطوبت نسبی و دمای هوا در طول دوره رشد در منطقه مورد آزمایش	۴۷	۴۷
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوی کاشت و نیتروژن مصرفی بر عملکرد علوفه جو و نخود فرنگی	۵۲	۵۲
جدول ۴-۲- تأثیر الگوی کاشت بر عملکرد علوفه در کشت خالص و مخلوط و عملکرد مورد انتظار	۵۳	۵۳
جدول ۴-۳- تأثیر نیتروژن مصرفی بر عملکرد علوفه خشک	۵۵	۵۵
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین نسبت برابری زمین جو و نخود فرنگی در تیمارهای الگوی کاشت	۵۶	۵۶
جدول ۴-۵- ضریب نسبی تراکم و شاخص غالبیت جو و نخود فرنگی در تیمارهای الگوی کاشت	۵۷	۵۷
جدول ۴-۶- نسبت رقابتی، کاهش عملکرد واقعی و سودمندی کشت مخلوط جو و نخود فرنگی در الگوی کاشت	۵۸	۵۸
جدول ۴-۷- تأثیر الگوی کاشت بر عملکرد معادل جو	۶۰	۶۰
جدول ۴-۸- تأثیر نیتروژن مصرفی بر عملکرد معادل جو	۶۱	۶۱
جدول ۴-۹- تجزیه واریانس اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر ماده خشک قابل هضم، پروتئین خام، کربوهیدرات‌های محلول در آب، فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی و خاکستر علوفه	۶۱	۶۱
جدول ۴-۱۰- تأثیر الگوی کاشت بر خصوصیات کیفی علوفه جو و نخود فرنگی	۶۳	۶۳
جدول ۴-۱۱- تأثیر نیتروژن مصرفی بر خصوصیات کیفی علوفه جو و نخود فرنگی	۶۳	۶۳

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

در سال‌های اخیر کشاورزی پایدار بر مبنای استفاده از انرژی خورشید و تبدیل آن به محصولات کشاورزی و جلوگیری از تخریب خاک، آب و محیط زیست اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است به طوری که از ایجاد فشار بر روی منابع طبیعی جلوگیری کرده و باعث حفظ پایداری سیستم‌های کشاورزی شده است (مظاهری، ۱۳۷۷). از طرف دیگر، فشار جمعیت و بهره‌برداری از منابع طبیعی باعث آلودگی محیط زیست، فرسایش خاک، افزایش گاز کربنیک و گازهای گلخانه‌ای در محیط، از بین رفتن لایه ازن، کاهش منابع آب و کاهش تنوع زیستی در سطح جهان شده است که در زمینه فعالیت‌های انسان نوعی هشدار محسوب می‌شود (کوچکی، ۱۳۷۶).

شیوه‌های رایج تولید در کشاورزی، تولید آینده را به قیمت افزایش تولید فعلی به خطر انداخته است. بنابراین، علایم زوال و نابودی شرایط مورد نیاز برای تولید پایدار در گذر زمان بیش از پیش آشکار شده است. تنوع سیستم‌های زراعی به عنوان راه حلی مناسب جهت رفع برخی از مشکلات کشاورزی مدرن پیشنهاد شده است. بر این اساس، مدیریت نظام‌های کشاورزی باید مورد بازنگری جدی قرار گیرد و نظام‌های نوینی طراحی شوند که اولویت آنها پایداری دراز مدت در عین حفظ تولید در کوتاه مدت باشد (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰). معمولاً میزان تولیدات کشاورزی را می‌توان به دو طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در واحد سطح افزایش داد که از روش‌های متداول در تولید غذا می‌باشند. علاوه بر دو روش یاد شده، برای افزایش تولید محصولات کشاورزی می‌توان از عامل مکان و زمان یعنی کشت مخلوط یا سیستم چند کشتی نیز استفاده کرد. در این حالت، کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در یک سال زراعی باعث افزایش تولید در واحد سطح می‌شود (قشم، ۱۳۷۹). کشت مخلوط عموماً به دو صورت افزایشی و جایگزینی انجام می‌شود. در روش افزایشی، تعدادی گیاه به زراعت اصلی اضافه می‌شود و در روش جایگزینی نسبت معینی از گیاهان یک گونه حذف و معادل گیاهی آن از گونه دوم جایگزین می‌شود. در کشت مخلوط عموماً از گرامینه و لگوم استفاده می‌شود (مظاهری، ۱۳۷۷). اگرچه تاریخ مدوئی برای این نوع سیستم‌های کشت وجود ندارد ولی رویش گیاهان به صورت توأم سابقه طولانی داشته و احتمالاً تاریخ آن به نخستین دوره‌هایی که بشر با کشاورزی آشنا گردیده بر می‌گردد. 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 بهره‌برداری 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. کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها برای توسعه سیستم‌های پایدار تولید غذا به خصوص در سیستم‌های کاشت با نهاده خارجی کم، مهم است. اهمیت این نظام‌ها بیش‌تر به دلیل نیتروژنی است که توسط بقولات تثبیت می‌شود (دپاچ و همکاران، ۲۰۰۳). کشت گیاهان زراعی به صورت توأم از مناطق استوایی شروع شده است. کشت غلات پابلند مانند ذرت خوشه‌ای و ذرت با حبوبات یکی از معمولی‌ترین نوع کشت مخلوط است. این نوع زراعت سالیانی دراز در بسیاری از مناطق گرمسیری مرسوم بوده و زارعین به دلیل تقلیل آفات و بیماری‌ها و افزایش محصول رغبت بیش‌تری به انجام این نوع کشت نشان می‌دهند (مظاهری، ۱۳۷۷). کشت مخلوط به دلیل استفاده بیش‌تر از عوامل محیطی مانند مواد غذایی، نور و آب و اثرات آن در مقابله با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و بهبود کیفیت و کمیت گیاهان و کنترل کیفیت آب از طریق حداقل استفاده از کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن و تثبیت نیتروژن، عملکرد بیش‌تری نسبت به تک کشتی دارد (صالحی، ۱۳۸۴). استفاده از کشت مخلوط می‌تواند یک استراتژی موفق در جهت افزایش عملکرد محصولات زراعی و کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد (قنبری و همکاران، ۱۳۸۵). در این نوع کشت، لگوم‌ها از طریق تثبیت نیتروژن و انتقال آن به گراس‌ها و حاصلخیز نمودن خاک و گراس‌ها با تغذیه سطحی با استفاده از سیستم افشان ریشه و حفظ لگوم‌ها در مقابل خسارت سرما در مخلوط سازگاری مناسبی را ایجاد می‌کنند (زه‌دی‌اقدام و همکاران، ۱۳۸۵).

۱-۲-۱- جو^۱

جو گیاهی تک لپه از خانواده گرامینه است که به طبقه هوردیا و جنس *Hordeum* تعلق دارد. دو گونه زراعی آن در ایران *H. vulgare* (جو شش ردیفه) و *H. distichum* (جو دو ردیفه) می‌باشد. جو گیاهی است که به مقدار زیاد و در مساحت نسبتاً وسیعی از زمین‌های دنیا کشت شده و از نظر سطح زیر کشت و تولید سالیانه نسبت به سایر غلات در درجه دوم اهمیت می‌باشد (تاج‌بخش و

^۱*Hodeum vulgare L.*

پورمیرزا، ۱۳۸۲). در سال زراعی ۸۸-۸۹ سطح زیر کشت جو در کشور ۱۵۸۴۲۱۳ هکتار و در استان گلستان ۷۸۲۲۵ هکتار بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۰). جو یکی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای کشور بوده و به عنوان ماده اولیه در تأمین مواد پروتئینی و لبنی، در حفظ سلامتی و امنیت غذایی کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در برنامه چهارم توسعه، بیش از ۵۰ درصد افزایش تولید در محصولات زراعی به گیاهان علوفه‌ای اختصاص یافته است. نقش تعیین کننده و جایگاه خاص گیاهان علوفه‌ای در حفظ و حاصلخیزی خاک و جلوگیری از فشار بیش از حد دام بر مراتع کشور که سبب از بین رفتن پوشش گیاهی، فرسایش خاک و جاری شدن سیلاب‌ها می‌شود اهمیت آن را دو چندان کرده است (خادمی و همکاران، ۱۳۷۹). کشت جو عمدتاً برای تولید دانه است که در تغذیه انسان (جو دانه لخت) و دام‌ها (جو پوست‌دار) مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانه جو دارای نشاسته و پروتئین بوده که در صنایع تولید مالت و در قنادی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. جوهایی که از لحاظ پروتئین غنی هستند دانه ریز و آنهایی که از نشاسته سرشار هستند دانه درشت می‌باشند (ایران نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۲). در ترکیبات دانه جو مقادیر بسیاری فسفر و پتاسیم وجود دارد. آهن، سدیم و کلسیم نیز به مقدار کمی در دانه جو یافت می‌شود. همچنین ویتامین‌هایی نظیر تیامین (B1)، ریبوفلاوین (B12) و نیاسین (C) دارد. مواد پروتئینی دانه جو شامل ۲۰-۳۰ درصد آلبومین و گلوبولین و ۷۰-۸۰ درصد هوردین (Hordein) می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۵).

۱-۲-۱- گیاه‌شناسی جو

جو گیاهی با ریشه‌های افشان است. تعداد ریشه‌چه بعد از جوانه زدن به ۵ تا ۸ عدد می‌رسد. از بین آنها ممکن است یک یا چند عدد آن تا عمق دو متری خاک نفوذ کند و بقیه تا فاصله ۴۰ سانتی‌متری در اطراف پراکنده شوند به هنگام پنجه‌زنی، از محل گره‌های واقع در سطح خاک، ریشه‌های جانبی تولید می‌گردد (بهینا، ۱۳۷۳). ساقه‌های جو معمولاً توخالی، بندبند و از میانگره‌های استوانه‌ای توخالی تشکیل شده‌اند. طول میانگره‌ها از قاعده به طرف انتهای ساقه به تدریج زیاد می‌شود. طول ساقه‌ها در اکثر واریته‌ها حدود ۱۵۰-۱۲۰ سانتی‌متر است. گره‌های ساقه در جو ممکن است توسط غلاف‌های برگ پوشیده نشوند. غلاف‌های برگ معمولاً براق و در اندک ارقامی پوشیده از کرک هستند. در روی هر ساقه جو معمولاً ۵ تا ۱۰ برگ از محل گره‌های ساقه خارج می‌شود (مجنون

حسینی، ۱۳۸۵). برگ جو به طور متناوب و یک در میان در طول ساقه قرار می‌گیرد و شامل دو قسمت اصلی، یکی غلاف و دیگری پهنک است. برگ جو دارای زبانک و یک جفت گوشوارک بزرگ است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۸۰). برگ‌های جو نسبت به برگ‌های گندم عریض‌تر بوده و رنگ سبز روشن دارد. رأس برگ جو کمی گرد می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). گل‌آذین جو سنبله و به شکل زیگ‌زاگ بوده و معمولاً ۱۰ تا ۳۰ گره روی آن وجود دارد که در هر طرف محور آن سه گل منفرد قرار دارد. گل‌ها دارای سه پرچم و یک مادگی دو برچه‌ای می‌باشد. گل‌دهی در جو هم‌زمان با سنبله رفتن و از قسمت تحتانی سنبله شروع می‌شود و متعاقباً سنبلچه‌های میانی و بالایی به گل خواهند رفت (راشد محصل و همکاران، ۱۳۸۰). مدت گل‌دهی در جو حدود ۵ تا ۸ روز است و گرده افشانی به صورت مستقیم می‌باشد. در جو پوشینه‌دار گلوم و گلومل سخت به دانه چسبیده ولی در جو دانه لخت، پوشینه‌ها از دانه جدا می‌شوند. وزن ۱۰۰۰ دانه جو بین ۳۵ تا ۵۷ گرم است (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). جو خودگشن بوده و بسته به شرایط اقلیمی یک تا چهار درصد دگرگشتی در آن اتفاق می‌افتد. دانه یا میوه جو، فندقه است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۸۰).

۱-۲-۲- نیازهای اکولوژیکی جو

جو گیاهی سرمادوست و روز بلند است. حداقل درجه حرارت برای جوانه‌زنی جو دو تا چهار درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت مناسب رشد ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت رشد حدود ۳۱ درجه سانتی‌گراد است. بهترین شرایط برای رشد جو هنگامی اتفاق می‌افتد که میانگین دمای شبانه‌روزی بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). شرایط اکولوژیکی مطلوب این گیاه برای دوره رشد رویشی آب و هوای مرطوب و خنک، هنگام تشکیل دانه آب و هوای معتدل و در زمان برداشت آب و هوای گرم و خشک است. دمای بالا سبب تسریع در رسیدگی محصول جو می‌گردد. جو به شرایط معتدله و مناطق نیمه‌گرمسیر دنیا به‌خوبی سازگار است (تاج‌بخش و پورمیرزا، ۱۳۸۲). مقدار حرارت لازم از کاشت تا برداشت برای جوهای پاییزه حدود ۲۰۰۰ کالری و برای جوهای بهاره ۱۷۰۰ کالری می‌باشد. مقاومت جو به سرمای زمستان کمتر از گندم است. به‌همین جهت، در نواحی خیلی سرد کشت بهاره جو رایج‌تر است (خدابنده، ۱۳۸۴). نیاز آبی جو کمتر از گندم بوده و به طور کلی نیاز آبی یک هکتار جو بین ۳ تا ۵ هزار متر مکعب است. در مناطقی که

میزان بارندگی آنها کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر سالیانه باشد نیاز به آبیاری تکمیلی می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۵).

۱-۲-۳- عملیات زراعی

مناسب‌ترین اراضی برای کشت جو خاک‌های لومی، رسی‌شنی و شنی‌رسی عمیق با زهکشی مناسب است. بهترین pH برای جو محیطی خنثی تا نسبتاً قلیایی است (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). با در نظر گرفتن بافت خاک، معمولاً شخمی به عمق ۱۲ تا ۱۵ و حداکثر ۱۸ سانتی‌متر برای این گیاه کافی می‌باشد. در خاک‌های غیر قابل نفوذ لازم است عمق شخم به ۲۰-۲۲ سانتی‌متر برسد (خدابنده، ۱۳۸۴). در حال حاضر جو را به سه روش، کشت مکانیزه، نیمه مکانیزه و سنتی می‌کارند. عمق مناسب کاشت برای جو چهار تا پنج سانتی‌متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۱۸ تا ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. جو پاییزه را معمولاً ۱۰ تا ۱۴ روز زودتر از گندم پاییزه می‌کارند (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). اگر کشت به صورت مکانیزه و ردیفی باشد میزان بذر مصرف شده حدود ۱۳۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و اگر به صورت دست‌پاش باشد حدود ۱۶۰-۱۳۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (خدابنده، ۱۳۸۴).

میانگین مصرف کودهای شیمیایی در جو حدود ۱۲۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل و ۸۰ کیلوگرم کود اوره ۴۶ درصد در کشور گزارش شده است. مصرف کود نیتروژن سرک در سه نوبت در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و خوشه‌رفتن به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۵ درصد مفید می‌باشد. در زراعت‌های دیم نیمه از کود قبل از کاشت مصرف می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). از مهم‌ترین بیماری‌های جو می‌توان به بیماری سیاهک سخت یا پوشیده^۱، سیاهک لخت یا آشکار^۲، بیماری پاخته غلات^۳، زنگ زرد^۴، بیماری منخط برگ^۵ و غیره اشاره نمود. از علف‌های هرز مزارع جو می‌توان به پیچک صحرائی^۶، یولاف وحشی^۱ و غیره اشاره کرد (مجنون حسینی، ۱۳۸۵).

1- Covered

2- Loose smut

3- *Gaeumanomyces graminis*

4- *Puccinia striiformis*

5- Stripe disease

6- *Convolvulus arvensis* L.

7- *Avena fatua* L.

۱-۲-۴- برداشت

محصول جو معمولاً زودتر از محصول گندم می‌رسد و موقع برداشت آن زمانی است که برگ‌ها، ساقه‌ها و سنبله‌ها زرد شده باشند. برداشت زودتر از موقع، عملکرد و میزان پروتئین دانه را کاهش می‌دهد و برداشت دیرتر نیز موجب ریزش بیش‌تر دانه‌ها و افتادن سنبله‌ها و کاهش محصول می‌شود (بهینا، ۱۳۷۳). بهترین زمان برداشت جو ۷-۱۰ روز بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی دانه است یا زمانی که رطوبت دانه به حدود ۱۵ درصد رسیده باشد. برداشت جو با کمباین یا با دست انجام می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). در روش‌های سنتی، میزان برداشت محصول کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است اما در زراعت‌های مکانیزه به طور متوسط میزان برداشت محصول دو تا پنج تن در هکتار می‌باشد (خدابنده، ۱۳۸۴).

۱-۳-۱- نخود فرنگی

نخود فرنگی (*Pisum sativa*) یکی از گیاهان خانواده بقولات است. در سال زراعی ۸۸-۸۹ سطح زیر کشت نخود فرنگی در کشور ۲۹۳۹۲ هکتار و در استان گلستان ۲۹۶۳ هکتار بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۰). تمامی گونه‌های جنس نخود فرنگی دارای ۱۴ کروموزوم و یک‌ساله با ساقه‌ای ضعیف می‌باشند. یکی از مصارف عمده آنها در کنسروسازی می‌باشد. متوسط عملکرد این گیاه در هندوستان ۶۲۰ کیلوگرم در هکتار است (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۸۶).

۱-۳-۱- گیاه‌شناسی نخود فرنگی

نخود فرنگی گیاهی علفی، یک‌ساله، رونده به ارتفاع ۳۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و روز بلند است. ریشه آن به‌خوبی منشعب می‌شود و تا عمق یک متری خاک نفوذ می‌کند. دارای ساقه‌های فرعی منشعب می‌باشد. برگ‌های نخود فرنگی مرکب و متناوب به طول حدود پنج سانتی‌متر با یک تا سه جفت برگچه است که در انتها منتهی به پیچک می‌گردد. در قاعده برگ مرکب، یک جفت برگچه به نام گوشوارک قرار دارد. گل‌های نخود فرنگی از پنج کاسبرگ به‌هم پیوسته در انتها تشکیل شده است.

دارای یک تخمدان و ۱۰ پرچم است. گل‌ها معمولاً سفید، صورتی و گاهی ارغوانی‌اند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). نخود فرنگی گیاهی با خودگشنی کامل است. متوسط میزان دگرگشنی آن کمتر از یک درصد است. میوه نخود فرنگی نیام می‌باشد که حاوی ۴ تا ۱۰ دانه می‌باشد. غلاف‌ها فشرده و از نظر طول متفاوت هستند. دانه‌ها صاف یا چروکیده و به رنگ سبز، خاکستری یا متمایل به قهوه‌ای هستند. وزن ۱۰۰ دانه بین ۱۵ تا ۲۵ گرم متغیر است (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). نخود فرنگی با زندگی همزیستی با باکتری مخصوص قادر به تثبیت نیتروژن اتمسفر است. حدود ۳۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه را ریزوبیوم‌ها تأمین می‌کنند. معمولاً ۱۰ تا ۱۲ روز پس از کاشت، گره‌ها شکل می‌گیرند و ۱۵ تا ۲۰ روز پس از کاشت تثبیت نیتروژن شروع می‌شود (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۸۶).

۱-۳-۲- خصوصیات اکولوژیکی

نخود فرنگی نیاز به آب و هوای سرد و نسبتاً مرطوب دارد. حداقل دمای جوانه‌زنی نخود فرنگی چهار تا پنج درجه سانتی‌گراد است. دمای مناسب برای جوانه‌زنی بین ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بهترین درجه حرارت برای رشد نخود فرنگی ۲۴ درجه سانتی‌گراد است (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). با افزایش درجه حرارت، زمان مورد نیاز برای سبز شدن آن به سرعت کاهش می‌یابد. این گیاه در طی گل‌دهی نیاز به دمای معتدل دارد و هوای گرم و تنش خشکی باعث ریز شدن دانه‌ها، کاهش لطافت آنها و در نهایت کاهش محصول اقتصادی آن می‌شود. رطوبت بالا و هوای ابری اثر نامطلوبی بر روی گل‌دهی و غلاف‌دهی آن داشته و مقدار مواد ذخیره‌ای در بذر را کاهش می‌دهد. pH مناسب برای نخود فرنگی ۶/۵ - ۵/۵ است. در خاک‌های حاصلخیز با زهکشی مناسب به‌خوبی می‌روید. نخود فرنگی قادر به تحمل ماندابی در خاک نیست و نسبت به اسیدی بودن خاک حساس است (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۱-۳-۳- عملیات زراعی

نخود فرنگی در انواع زیادی از خاک‌ها، از لومی شنی سبک تا رسی سنگین کاشته می‌شود. برای وارپته‌های زودرس آن خاک‌های سبک و برای وارپته‌های دیررس، رسی لومی یا سیلتی لومی که به خوبی زهکشی شده باشند مناسب است. در مناطقی که می‌توان آبیاری کرد بافت خاک اهمیت کمتری دارد. در موقع کاشت نخود فرنگی، حدود ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار استفاده می‌شود (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). نخود فرنگی به آبیاری واکنش نشان می‌دهد و اگر در مراحل گل‌دهی و متورم شدن غلاف‌ها آبیاری شود عملکرد آن افزایش می‌یابد. معمولاً آن را پس از کاشت یک بار آبیاری کرده و سپس آبیاری آن را با مدار ۱۴ روز ادامه می‌دهند (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۸۶). زراعت نخود فرنگی به دو تا سه مرتبه وجین نیاز دارد. همراه با وجین عمل سله شکنی نیز انجام می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

از بیماری‌های مهم نخود فرنگی می‌توان به بیماری پوسیدگی قارچی^۱ و سفیدک دروغین^۲ اشاره کرد. از علف‌های هرز مزارع نخود فرنگی می‌توان به علف هفت بند^۳، سورگوم وحشی^۴ و گندمک^۵ اشاره کرد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۸۶).

۱-۳-۴- برداشت

نخود فرنگی را معمولاً با دست و در یک یا دو چین برداشت می‌کنند یا از دروگرهایی استفاده می‌شود که ضمن درو، نخود را مستقیم به واگن‌های حمل و نقل منتقل می‌کنند. زمان برداشت با مشخصات ظاهری غلاف‌ها تعیین می‌شود. غلاف‌ها بایستی با بذرها تاز و نرم پر شوند و رنگ غلاف‌ها از سبز تیره به سبز روشن گراییده باشد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۸۶).

کیفیت نخود فرنگی به وسیله عوامل مختلفی تعیین می‌شود. صافی پوست دانه، نرم بودن دانه‌ها پس از پخت و درصد قند بالا از خصوصیات بازارپسندی نخود فرنگی می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

¹⁻ *Fusarium oxysporum*

²⁻ *Peronospora pisisyd*

³⁻ *Polygonum aviculare*

⁴⁻ *Sorghum bicolor*

⁵⁻ *Stellaria media*

در طی رسیدن، قند کاهش می‌یابد و به سرعت بر مقدار نشاسته و دیگر پلی‌ساکاریدها، ترکیبات نامحلول، نیتروژن و پروتئین‌ها افزوده می‌شود. با تأخیر در برداشت، مقدار زیادی کلسیم به پوست بذر منتقل می‌شود و سختی بذر افزایش می‌یابد. محصول سبز دانه نخود فرنگی حدود سه تا پنج تن و محصول خشک آن حدود ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۱-۴- کشت مخلوط

کشت مخلوط عبارت از کشت دو یا چند گیاه با هم در یک قطعه زمین است. کشت مخلوط از روش‌های زراعی با قدمتی دیرینه است که کشاورزان در جهت بهبود شرایط زراعی و افزایش سازگاری با طبیعت در پیش گرفته‌اند کشت مخلوط یکی از راه‌های افزایش تولید بدون افزایش سطح زیر کشت و یکی از جنبه‌های کشاورزی پایدار می‌باشد. این روش کشت، به عنوان یک روش افزایش محصول در کشورهای پر جمعیت برای فراهم کردن غذای بیش‌تر رایج شده است سیستم تک کشتی، به کاشت یک گیاه به‌تنهایی در یک قطعه زمین گفته می‌شود، در این روش هر گیاه دیگری که در مزرعه رشد کند علف هرز تلقی می‌گردد (مظاهری، ۱۳۷۷).

۱-۴-۱- مزایای کشت مخلوط

از مهم‌ترین فواید کشت مخلوط، افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی به‌دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (بانیک و همکاران، ۲۰۰۶). کشت مخلوط با افزایش تعداد گونه‌ها در واحد سطح به عنوان یک راه حل برای افزایش تولید در کشاورزی پیشرفته پیشنهاد شده است (بارمر، ۱۹۹۸). گیاهان برای جذب منابع طبیعی رقابت می‌کنند اما می‌توانند با هم در شرایط نیازها و آشیان‌های اکولوژیک مختلف با موفقیت زندگی کنند. یکی از مثال‌های معمولی و ساده کشت مخلوط لگوم و غیرلگوم است که غیرلگوم‌ها بخشی از نیتروژن مورد نیاز خود را از منابع غیر آلی خاک و بخشی را نیز از نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم‌ها دریافت می‌کنند و لگوم‌ها نیز توانایی دریافت نیتروژن را از طریق همزیستی با باکتری مخصوص دارند (هاگارد نیلسون و همکاران، ۲۰۰۶). پاسلر و همکاران (۱۹۹۳) با بررسی کشت مخلوط بقولات و گندمیان گرمسیری اظهار داشتند که تقریباً همه مخلوط‌ها دارای عملکردی بیش از تک کشتی گندمیان بودند که