بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

عنوان

بررسی اثرات نیتروژن تثبیتی و معدنی بر روند رشد و عملکرد نخود

استاد راهنما

دکتر رئوف سیدشریفی

اساتید مشاور

دکتر محمد صدقی **دکتر رسول اصغری ذکریا**

توسط

علی نامور

خرداد ۸۸

تقدیر و تشکر

سپاس خداوند متعال را که به بندگان خویش قـدرت تفکـر آموخـت و در راه کـسب علـم و دانش همواره یاری‌گر آنها بوده است.

سپاسگزارم از:

- استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر رئوف سیدشـریفی کـه در اجـرای مراحـل مختلف این پایان‌نامه نهایت همکاری را مبذول داشته و صمیمانه از انجـام هیچگونـه تلاشی دریغ نفرمودند.
- استاتید مشاور محترم جناب آقای دکتر محمد صدقی و جنـاب آقـای دکتـر رسـول اصغری ذکریا که در اجرای این پایان‌نامـه از هـر گونـه مـساعدت و مـشاورت دریـغ ننموده‌اند.
- داوران محترم پایان نامه جناب آقای دکتر جعفر اصغری و جناب آقای دکتر مرتـضی برمکی که بعد از مطالعه پایان نامه با ارائه پیشنهادات ارزنده باعث ارتقاء کیفیت ایـن تحقیق شده‌اند.
- تمامی دوستان عزیزم که که در طول تحصیل وجودشان دلگرمی می‌داد.

نام‌خانوادگی دانشجو: نامور **نام:** علی

عنوان پایان نامه: بررسی اثرات نیتروژن تثبیتی و معدنی بر روند رشد و عملکرد نخود

استاد (اساتید) راهنما : دکتر رئوف سیدشریفی

استاد (اساتید) مشاور : دکتر محمد صدقی و دکتر رسول اصغری ذکریا

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی کشاورزی **گرایش:** زراعت **دانشگاه:** محقق اردبیلی

دانشکده: کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۸۸/۳/۱۲ **تعداد صفحه:** ۹۷

کلید واژه‌ها: نخود، تلقیح، کود نیتروژن، شاخص‌های رشد، عملکرد.

چکیده:

به منظور بررسی اثرات نیتروژن تثبیتی و معدنی بر روند رشد و عملکرد نخود رقم ILC 482، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) در کرت‌های اصلی و دو سطح تلقیح و عدم تلقیح با باکتری رایزوبیوم در کرت‌های فرعی بودند. بررسی روند تغییر شاخص‌های رشد نخود نشان داد که حداکثر مقادیر بیوماس کل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص از ترکیب تیماری سطوح بالای کود نیتروژن و تلقیح با باکتری رایزوبیوم و پایین‌ترین میزان این شاخص‌ها در ترکیب تیماری صفر کیلوگرم اوره در هکتار و عدم تلقیح با باکتری رایزوبیوم بدست آمد. بالاترین میزان ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه، تعداد نیام در بوته، تعداد نیام پر و پوک در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد تک بوته، عملکرد در واحد سطح و عملکرد بیولوژیکی در بالاترین سطح کودی به‌کار گرفته شده (۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به همراه تلقیح با باکتری رایزوبیوم حاصل گردید. هر چند در هیچ‌کدام از صفات ذکر شده اختلاف آماری معنی‌داری بین سطوح کودی ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده نشد. تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی، تعداد روز از گل‌دهی تا تولید نیام، تعداد روز از تولید نیام تا رسیدگی و کل دوره‌ی رشد با افزایش میزان نیتروژن قابل دسترس برای گیاه افزایش یافت، در حالی‌که تلقیح با باکتری رایزوبیوم سبب تسریع در ظهور این مراحل فنولوژیکی شد. با افزایش مصرف نیتروژن تعداد و وزن خشک گره در هر بوته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که کمترین میزان این صفات در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار برآورد گردید. تلقیح با باکتری رایزوبیوم سبب افزایش در تعداد و وزن خشک گره در بوته‌ها شد. به‌علاوه، کمترین وزن صد دانه نخود در بالاترین سطح کودی مشاهده شد.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- کلیاتی در مورد نخود زراعی ۵
۱-۲-۱- منشا و پراکندگی ۵
۱-۲-۲- رده‌بندی ۶
۱-۲-۳- گیاه‌شناسی ۷
۱-۲-۴- عوامل اقلیمی وخاکی ۹
۱-۲-۵- کاشت نخود ۹
۱-۲-۶- عملیات داشت ۱۰
۱-۲-۷- برداشت نخود ۱۰
۱-۲-۸- عملکرد نخود ۱۱
۱-۳- تثبیت بیولوژیک نیتروژن ۱۲
۱-۳-۱- اهمیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن در کشاورزی ۱۲
۱-۳-۲- باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در لگوم‌ها ۱۳
۱-۳-۲-۱- طبقه‌بندی ۱۳
۱-۳-۲-۲- ویژگی‌ها ۱۴
۱-۳-۳- باکتری همزیست نخود زراعی ۱۵
۱-۳-۴- گره‌بندی در ریشه لگوم‌ها ۱۶
۱-۳-۴-۱- ریزوسفر و نقش آن در گره‌بندی ۱۶
۱-۳-۴-۲- مکانیسم تشکیل گره ۱۸
۱-۳-۴-۳- مراحل تشکیل گره ۱۹
۱-۳-۵- گره‌بندی موثر و غیر موثر ۲۲
۱-۳-۶- تاثیر تلقیح بر رشد و عملکرد لگوم‌ها ۲۵
۱-۴- نیتروژن (خاک و کود) ۲۷
۱-۴-۱- تاثیر نیتروژن بر رشد و عملکرد لگوم‌ها ۳۱
۱-۵- تجزیه و تحلیل رشد ۳۳

۱-۵-۱- تجمع ماده خشک ۳۴
۱-۵-۲- شاخص سطح برگ ۳۵
۱-۵-۳- سرعت رشد محصول ۳۵
۱-۵-۴- سرعت رشد نسبی ۳۶
۱-۵-۵- سرعت جذب خالص ۳۷

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- ویژگی‌های محل اجرای آزمایش ۳۹
۲-۲- طرح آزمایشی ۴۰
۲-۳- ویژگی مواد گیاهی ۴۰
۲-۴- عملیات زراعی و اجرای آزمایش ۴۰
۲-۵- اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه ۴۱
۲-۵-۱- آنالیز رشد ۴۱
۲-۵-۲- عملکرد و اجزای عملکرد ۴۲
۲-۵-۲-۱- ارتفاع بوته ۴۳
۲-۵-۲-۲- نیام در بوته ۴۳
۲-۵-۲-۳- عملکرد تک بوته ۴۳
۲-۵-۲-۴- وزن ۱۰۰ دانه ۴۳
۲-۵-۲-۵- وزن و تعداد گره‌ها ۴۳
۲-۶- محاسبات آماری ۴۴

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- آنالیز رشد ۴۶
۳-۱-۱- تجمع ماده خشک ۴۶
۳-۱-۲- شاخص سطح برگ ۴۹
۳-۱-۳- سرعت رشد محصول ۵۰
۳-۱-۴- سرعت رشد نسبی ۵۳
۳-۱-۵- سرعت جذب خالص ۵۴

۳-۲- عملکرد، اجزای عملکرد و سایر صفات ۵۸
۳-۲-۱- ارتفاع بوته ۶۱
۳-۲-۲- تعداد شاخه‌های فرعی اول و دوم در بوته ۶۲
۳-۲-۳- تعداد کل نیام در بوته ۶۴
۳-۲-۴- تعداد نیام پر و پوک در بوته ۶۵
۳-۲-۵- تعداد دانه در نیام و تعداد دانه در بوته ۶۷
۳-۲-۶- وزن صد دانه ۷۰
۳-۲-۷- تعداد و وزن خشک گره در بوته ۷۱
۳-۲-۸- تعداد روزها از کاشت تا گل‌دهی، گل‌دهی تا تولید نیام، تولید نیام تا رسیدگی و کل دوره رشد ۷۵
۳-۲-۹- عملکرد تک بوته و عملکرد در واحد سطح ۸۰
۳-۲-۱۰- عملکرد بیولوژیکی ۸۴
۳-۲-۱۰- نتیجه‌گیری کلی ۸۷
۳-۲-۱۰- پیشنهادات ۸۸
فهرست منابع ۸۹

فصل اول

مقدمه

و

مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

با افزایش روز افزون جمعیت، نیاز به مواد غذایی بیشتر می‌شود. در عین حال سطح خاک‌های قابل کشت محدود است و در بسیاری از موارد به دلیل فرسایش خاک و مدیریت‌های نامناسب، از مساحت آن‌ها کاسته می‌شود. با این‌حال، امکان به‌سازی و گسترش خاک‌ها وجود دارد، ولی متناسب با نیازهای آینده نیست. بنابراین، تنها راه حل اساسی برای تامین غذا در آینده، افزایش تولید در واحد سطح و زمان می‌باشد (علی‌اصغرزاده، ۱۳۷۶ و اگامبردیوا، ۲۰۰۸). مشکل کمبود مواد غذایی، به ویژه مواد پروتئینی هم اکنون در بسیاری از نقاط جهان در مرحله‌ای بحرانی است و افزایش سریع جمعیت دنیا روز به روز بر نگرانی‌های موجود می‌افزاید. در راستای حل این مشکل، تلاش‌های همه جانبه‌ای در سطح جهانی انجام می‌شود، به‌طوری‌که قسمتی از این فعالیت‌ها بر روی بهره‌گیری از پدیده‌های مفید طبیعی، در بالا بردن سطح تولید مواد غذایی متمرکز شده است (فیگوردو و همکاران، ۱۹۹۸؛ آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۶ و ورنر و نیوتن، ۲۰۰۵).

در بین گیاهان زراعی، حبوبات[1] یا بقولات خوراکی و دانه‌ای[2] جایگاه مهمی را از لحاظ تامین پروتئین مورد نیاز انسان و دام دارا هستند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲؛ کاپر، ۱۹۹۰؛ بابو و همکاران، ۱۹۹۳؛ رادرش و همکاران، ۲۰۰۵ و استانچوا و همکاران، ۲۰۰۶). حبوبات، دارای دانه‌های خشک و خوراکی هستند که به تیره فاباسه تعلق دارند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

به‌طور کلی، بقولات دانه‌ای از جمله نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) به‌دلایل زیر دارای اهمیت هستند:

۱- داشتن درصد زیادی پروتئین (۳۲-۱۸ درصد) با قابلیت هضم و ارزش بیولوژیکی بالاتر در مقایسه با غلات.

۲- توانایی تثبیت بیولوژیک[3] نیتروژن از طریق ایجاد همزیستی بین گیاه میزبان و باکتری‌های رایزوبیوم و در نتیجه افزوده شدن مقداری نیتروژن به خاک که موجب افزایش حاصلخیزی خاک و صرفه‌جویی در مصرف کودهای نیتروژنه می‌شود.

۳- غنی بودن از عناصر غذایی معدنی نظیر فسفر و کلسیم.

1- Pulse
2- Food and Grain Legumes
3- Biological Nitrogen Fixation (BNF)

۴- قابلیت نگهداری و انبارداری بالا.

۵- اهمیت آن‌ها در تناوب با غلات و افزایش تولید در واحد سطح.

۶- بهبود کیفیت غذایی در ترکیب با غلات و همچنین استفاده از کاه و کلش آنها در تغذیه دام‌های اهلی (صالح راستین، ۱۳۵۷؛ مجنون حسینی، ۱۳۷۲؛ باقری و همکاران، ۱۳۷۸؛ کاپر، ۱۹۹۰؛ گوروراج و کریشنا، ۱۹۹۸؛ عسگر و همکاران، ۲۰۰۰ و اگامبردیوا، ۲۰۰۸).

۷- افزایش دسترسی به حبوبات از طریق تولید دانه‌ها و افزودن بیشتر آن‌ها به غذا، روشی کم هزینه‌تر از اتکا به روش‌های پرهزینه تقویت غذاهای سنتی با ویتامین‌ها و عناصر غذایی معدنی است (گوروراج و کریشنا، ۱۹۹۸).

در ایران، نخود در بین حبوبات بیشترین اهمیت و سطح زیر کشت را دارا می‌باشد و سومین لگوم دانه‌ای است که به‌طور گسترده‌ای در جهان کشت می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲ و باقری و همکاران، ۱۳۷۸).

در طول تاریخ، حبوبات نقش مهمی در تولید زراعی داشته‌اند. این موضوع به‌طور مشخص مربوط به ظرفیت تثبیت نیتروژن آن‌ها است که در همزیستی با رایزوبیوم از طریق استفاده از انرژی خورشیدی طی جریان فتوسنتزی به‌دست می‌آید. هزینه زیاد تولید کودهای نیتروژنه و خطر آلودگی محیط زیست در نتیجه مصرف آن-ها، به افزایش آگاهی در مورد همزیستی لگوم‌ها با رایزوبیوم کمک کرده است. با این وجود، تحقیقات زیادی روی تثبیت بیولوژیک نیتروژن در حبوبات و از جمله نخود زراعی انجام نشده است (علی‌اصغرزاده، ۱۳۷۶؛ باقری و همکاران، ۱۳۷۸؛ بگوم و همکاران، ۲۰۰۱ و ورنر و نیوتن، ۲۰۰۵). سازمان فائو و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی[1] با همکاری یکدیگر، برنامه‌های بین‌المللی را در زمینه تثبیت بیولوژیک نیتروژن در کشورهای در حال توسعه به مدت بیش از دو دهه پیاده و هماهنگ کرده‌اند. اهداف اصلی این برنامه‌ها، افزایش تثبیت نیتروژن در نظام‌های کشت مختلف و تعیین روش مطلوب به‌منظور تعیین مقدار نیتروژن مولکولی (N_2) تثبیت شده در لگوم‌های زراعی می‌باشد (گاندی، ۱۹۹۴). نیتروژن مولکولی (N_2) در حدود ۷۸ درصد اتمسفر زمین را تشکیل می‌دهد (سلیمان و ربانی، ۲۰۰۵ و احمد و همکاران، ۲۰۰۷). نیتروژن مولکولی، برای گیاهان قابل جذب نیست و به وسیله یکی از فرآیندهای زیر برای گیاهان زراعی قابل جذب می‌شود:

۱- تثبیت بیولوژیک نیتروژن به وسیله رایزوبیوم‌ها و سایر میکروارگانیسم‌هایی که با ریشه لگوم‌ها و برخی گیاهان غیر لگوم زندگی همزیستی دارند.

1- The International Atomic Energy Agency (IAEA)

۲- تثبیت نیتروژن به وسیله میکروارگانیسم‌های آزاد زی خاک.

۳- تثبیت نیتروژن به صورت یکی از اکسیدهای نیتروژن به وسیله تخلیه الکتریکی اتمسفر.

۴- تثبیت به صورت آمونیاک، به‌وسیله یکی از فرآیندهای گوناگون صنعتی که برای سنتز کودهای نیتروژن‌دار به‌کار می‌روند (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳؛ سوقوط، ۲۰۰۶ و مالیک و همکاران، ۲۰۰۶).

به‌طور متوسط، روش همزیستی دارای بیشترین توانایی در تثبیت نیتروژن می‌باشد، زیرا به‌طور مستقیم این میکروارگانیسم‌ها، کربوهیدرات‌های مورد نیاز خود را از گیاه میزبان دریافت می‌کنند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲؛ ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳ و مالیک و همکاران، ۲۰۰۶). تثبیت بیولوژیک نیتروژن به‌وسیله لگوم‌ها، به‌عنوان یک صفت مهم، در اصلاح کمی و کیفی این گیاهان زراعی حایز اهمیت می‌باشد (مالیک و همکاران، ۲۰۰۶).

برآورد شده است که در آینده، ۶۵ درصد از نیتروژن مورد استفاده در کشاورزی از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن تامین شود و انتظار می‌رود که نقشی افزایش دهنده در عملکرد گیاه زراعی بعدی، به‌ویژه در نظام‌های پایدار داشته باشد (بک، ۱۹۹۲؛ گوروراج و کریشنا، ۱۹۹۸ و عسگر و همکاران، ۲۰۰۰).

احیای آنزیمی گاز نیتروژن به آمونیاک تنها به وسیله میکروارگانیسم‌های پروکاریوت ویژه‌ای با استفاده از آنزیم نیتروژناز، کاتالیز می‌شود. مهم‌ترین نوع این میکروارگانیسم‌ها از لحاظ مقدار نیتروژن تثبیت شده، میکروارگانیسم‌هایی هستند که روی ریشه گیاهان یافت می‌شوند. مهم‌ترین باکتری‌های موثر بر گره‌بندی لگوم‌های زراعی، گونه‌های متعلق به دو جنس رایزوبیوم[1] و برادی رایزوبیوم[2] می‌باشند (عسگر و همکاران، ۲۰۰۰).

فرآیند تثبیت نیتروژن به اثر متقابل باکتری-گیاه میزبان بستگی دارد. این اثر متقابل می‌تواند تحت تاثیر شرایط محیطی قرار بگیرد (عسگر و همکاران، ۲۰۰۰؛ اولیورا و همکاران، ۲۰۰۴؛ آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۶ و اقوتجو و همکاران، ۲۰۰۸). مقادیر نیتروژن تثبیت شده به وسیله لگوم‌های دانه‌ای به‌طور محسوسی در بین و درون گونه‌ها تغییر می‌کند که تحت تاثیر محیط نیز قرار می‌گیرد. این میزان در حدود ۴۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و در هر سال برآورد شده است (باقری و همکاران، ۱۳۷۸؛ بک، ۱۹۹۲؛ عسگر و همکاران، ۲۰۰۰ و مالیک و همکاران، ۲۰۰۶). به‌جز تعداد کمی از لگوم‌ها، بیشتر آن‌ها قادر به تثبیت مقدار کافی از نیتروژن اتمسفری نیستند و این امر موجب عدم تولید عملکرد مطلوب می‌شود (آگو و شولز، ۲۰۰۲). قابلیت همزیستی نخود زراعی

1- Rhizobium
2- Bradyrhizobium

با باکتری‌ها جهت تثبیت نیتروژن اتمسفری، وابستگی نخود زراعی را به نیتروژن خاک کم می‌کند. برآوردهای انجام شده از تثبیت نیتروژن در نخود ایرانی (*Cicer arietinum* L.) بسته به روش اندازه‌گیری، رقم، وجود رایزوبیوم‌های مناسب و عوامل محیطی مختلف مانند رطوبت، کود نیتروژنه (به میزان صفر تا ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار در هر فصل) و درصد نیتروژن برگرفته از اتمسفر (در محدوده ۸۲-۰ درصد) متغیر هستند (بک، ۱۹۹۲).

قابلیت نخود برای تامین ۷۰ درصد نیاز نیتروژنی خود از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن و رشد رضایت بخش آن در خاک‌های نامساعد و محیط خشک، استفاده از آن را در کشاورزی پایدار افزایش داده است (گوروراج و کریشنا، ۱۹۹۸). البته باید توجه داشت که تثبیت نیتروژن همیشه و به میزان کافی با عملکرد بالا همبستگی ندارد (گاندی، ۱۹۹۴؛ عسگر و همکاران، ۲۰۰۰ و آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۶).

۱-۲- کلیاتی در مورد نخود زراعی

۱-۲-۱- منشا و پراکندگی

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) یکی از حبوبات اهلی شده در دنیای قدیم است که تاریخچه زارعی هفت هزار ساله دارد. نخود، یک گیاه زراعی نواحی معتدل می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲)، که نام گونه خود (*arietinum*) را از واژه یونانی Karios به معنی "کله قوچ"[1] گرفته است، زیرا شکل دانه‌های نخود شبیه آن می‌باشد (بک، ۱۹۹۲). نخود زراعی در طبیعت یافت نمی‌شود (گوروراج و کریشنا، ۱۹۹۸؛ آگو و شولز، ۲۰۰۲ و استانچوا و همکاران، ۲۰۰۶). اگرچه خاستگاه‌های مختلفی برای نخود در منابع ذکر شده است، اما به احتمال قوی و به عقیده بسیاری از محققان، نخود در ناحیه‌ای از جنوب شرقی ترکیه و مناطق مجاور آن در سوریه به‌وجود آمده است (باقری و همکاران، ۱۳۷۸؛ گوروراج و کریشنا، ۱۹۹۸؛ آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۶ و اگامبردیوا، ۲۰۰۸). سه گونه وحشی یک‌ساله از جنس *Cicer* به نام‌های *C. bijugum*، *C. echinospermum* و *C. reticulatum* در این مناطق یافت می‌شوند که خویشاوندی نزدیک و عادت‌های رشد یکسانی با نخود زراعی (*C. arietinum* L.) دارند. *C. reticulatum* را می‌توان به‌عنوان جد نخود زراعی یا گونه‌ای که با نخود دارای جد مشترک بوده است، در نظر گرفت (باقری و همکاران، ۱۳۷۸ و گوروراج و کریشنا، ۱۹۹۸).

1- Ram's head

مناطق عمده جغرافیایی کشت نخود زراعی در دنیا شامل شبه قاره هند، غرب آسیا، شمال آفریقا، اروپا، اتیوپی و ارتفاعات شرق آفریقا، آمریکا و استرالیا می‌باشد. با این‌وجود، تصور می‌رود که نخود بیشترین اهمیت را در شبه قاره هند داشته باشد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲ و آپادهیایا، ۲۰۰۰). گونه‌های جنس *Cicer* از سطح دریا (مانند *C. arietinum* و *C. montbertii*) تا ارتفاع بیش از ۵ هزار متر (مانند *C. microphyllum*) نزدیک یخچال‌ها در هیمالیا یافت می‌شوند. گونه‌های وحشی مانند *C. reticulatum* و *C. bijugum* در زیستگاه‌های علف‌های هرز، گونه‌های *C. pungens* و *C. yamashitae* در سراشیبی کوه‌ها بین سنگ‌ها و گونه‌های *C. montbertii* و *C. floribundum* در مناطق جنگلی مانند جنگل‌های پهن برگان و سوزنی برگان یافت می‌شوند (بی‌نام، ۲۰۰۱).

نخود زراعی دارای دو تیپ مختلف به نام‌های کابلی و دسی است. تیپ کابلی دارای بذور بزرگ (وزن صد دانه بیشتر از ۲۶ گرم) و شکل کمی تا به‌طور کامل مدور می‌باشد و ۱۵ درصد از تولید نخود زراعی دنیا را به خود اختصاص داده است. تیپ دسی دارای بذور ریز (وزن صد دانه بین ۲۶-۱۷ گرم) با اشکال نامنظم و رنگ‌های مختلف می‌باشد که ۸۵ درصد تولید نخود زراعی را در بر می‌گیرد (باقری و همکاران، ۱۳۷۸ و بی‌نام، ۲۰۰۱).

بررسی‌های لازم در مورد دو تیپ کابلی و دسی روشن کرده است که تیپ کابلی بر اثر گزینش مصنوعی توسط انسان از تیپ دسی حاصل و گسترش یافته است (باقری و همکاران، ۱۳۷۸).

۱-۲-۲- رده‌بندی

C. arietinum تنها گونه اهلی شده جنس سیسر (*Cicer*) است که پیش‌تر در قبیله باقلا (Vicieae) از تیره نیام داران (Leguminosae) و زیر تیره پروانه سانان (Papilionideae) رده‌بندی می‌شد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲؛ باقری و همکاران، ۱۳۷۸ و بی‌نام، ۲۰۰۱). بر مبنای مورفولوژی دانه گرده و تشریح آوندی، جنس سیسر امروزه متمایز از اعضای Vicieae و در قبیله تک جنسی اختصاصی خود تحت عنوان Cicereae رده‌بندی می‌شود. با این رده‌بندی، قبیله Cicereae به قبیله Trifolieae نزدیک‌تر می‌شود که از لحاظ داشتن جوانه‌زنی درون خاکی، پیچک‌ها، گوشواره‌های بدون دمبرگ و تارهای تک سلولی بدون کرک با قبیله قبلی یعنی Vicieae اختلاف دارند. جنس *Cicer* شامل ۴۳ گونه است و به دو زیر جنس تقسیم می‌شود. زیر جنس اول، Pseudononis، با گل‌های کوچک، کاسه گل نامنظم، قاعده برآمده، با دوام و با دندانه‌های تا حدودی یکسان غیر خطی مشخص می‌شود. این زیر جنس به نوبه خود، شامل دو بخش است. بخش اول، Monocicer (گونه‌های یک‌ساله با ساقه‌های افقی یا

عمودی بادوام و منشعب از قاعده یا وسط) و بخش دوم، Chamaecicer (گونه‌های یک‌ساله یا چندساله با ساقه منشعب خزنده و گل‌های کوچک) می‌باشد. Monocicer شامل تمام گونه‌های یک‌ساله مهم است. زیر جنس دوم، Viciastrum (گونه‌های چندساله دارای گل‌های بزرگ با کاسه گل خیلی برآمده در قاعده و دندانه‌های نابرابر) شامل دو بخش Polycicer و Acanthocicer می‌باشد. در بخش Polycicer، محور اصلی برگ به یک پیچک یا یک برگچه و بدون برآمدگی تیز منتهی می‌شود. بخش Acanthocicer شامل گونه‌های چندساله با ساقه‌های منشعب دارای قاعده چوبی، محور برگ مرکب خاردار و بادوام، گل‌های بزرگ و کاسه گل با دندانه‌های خاردار می‌باشد (باقری و همکاران، ۱۳۷۸ و بی‌نام، ۲۰۰۱).

۱-۲-۳- گیاه‌شناسی

نخود زراعی گیاهی روز بلند، یک‌ساله و با توجه به ژنوتیپ و محیط دارای ارتفاعی در محدوده ۱۰۰-۲۰ سانتی‌متر و در برخی مواقع در شرایط مطلوب تا ۱۵۰ سانتی‌متر، خودگشنی تا حدودی کامل (متوسط دگرگشنی در آن از یک درصد تجاوز نمی‌کند)، برگ‌های مرکب تک شانه‌ای متشکل از تعدادی برگچه (۱۸ـ۳ عدد)، گل‌های دو جنسه جانبی و منفرد به رنگ‌های سفید یا صورتی مایل به ارغوانی یا آبی می‌باشد. میوه نخود به شکل نیام است که تعداد آن در بوته بین ۲۵-۱۰ عدد تغییر می‌کند.

نخود دارای سیستم ریشه‌ای عمیق است و به‌عنوان یک گیاه زراعی بادوام در نظر گرفته می‌شود. همانند سایر لگوم‌ها بر روی ریشه، گره‌هایی تولید می‌شود که در تثبیت نیتروژن اتمسفری و تبدیل آن به فرم قابل استفاده گیاه از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن موثر می‌باشد. رنگ دانه نخود سفید، زرد، قهوه‌ای، سبز یا سیاه و شکل دانه کروی یا نیم کروی است. در هر نیام ۲-۱ دانه وجود دارد. هر دانه دارای ۲ لپه است که به‌وسیله یک شیار از یکدیگر جدا می‌شوند. وجود دانه‌های دوتایی در یک نیام، صفت مطلوبی محسوب می‌شود. وزن صد دانه نخود بین ۴۰-۹ گرم متغیر است. لازم به ذکر است که هرچه رنگ بذر روشن‌تر باشد، وزن آن بیشتر خواهد بود.

همچنین، سطح کلیه اندام‌های نخود را کرک‌هایی ظریف پوشانیده است که مایع چسبناکی از آن‌ها ترشح می‌شود و اسید اگزالیک و اسید مالیک زیادی دارد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲ و باقری و همکاران، ۱۳۷۸).

در نخود زراعی سه نوع ساقه را می‌توان مشاهده کرد:

۱- شاخه‌های اصلی: که از سطح زمین شروع می‌شوند. شاخه‌های اصلی ضخیم، قوی و چوبی هستند و به‌طور کلی استقامت گیاه به میزان قابل توجهی به‌وجود این شاخه‌ها بستگی دارد.

۲- شاخه‌های فرعی اول: به‌وسیله جوانه‌های موجود در روی شاخه‌های اصلی تولید می‌شوند و در مقایسه با شاخه‌های اصلی ضعیف‌تر هستند.

۳- شاخه‌های فرعی دوم: این شاخه‌ها از جوانه‌های واقع بر شاخه‌های فرعی اول منشا می‌گیرند. تا حدودی برگی شکل هستند و از نقطه نظر عملکرد اهمیت چندانی ندارند.

شاخه‌های اصلی از مهم‌ترین ویژگی‌های گیاه در تعیین هویت آن محسوب می‌شوند و دارای دو تیپ خوابیده و ایستاده هستند. تعداد شاخه‌های اصلی بین ۸-۱ عدد تغییر می‌کند.

شاخه‌های فرعی اول از لحاظ پر برگی یا کم برگی گیاه حایز اهمیت هستند. در حقیقت، تعداد شاخه‌های فرعی اول مهم‌ترین عامل تعیین کننده در تعداد کل برگ و در نتیجه مجموع سطح فتوسنتزی گیاه می‌باشد و همچنین، بیشتر گل‌ها روی این شاخه‌ها تشکیل می‌شوند (باقری و همکاران، ۱۳۷۸).

جدول ۱-۱- میانگین و دامنه تغییر برخی از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در نخود زراعی (آپادهیایا، ۲۰۰۰).

صفت	تعداد نمونه‌های مورد مطالعه	حداقل	حداکثر	میانگین
تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	۱۶۹۲۸	۳۱/۰	۱۰۷/۰	۶۲/۴
تعداد روز تا رسیدگی	۱۶۹۲۸	۸۴/۰	۱۶۹/۰	۱۱۵/۹
طول دوره گل‌دهی	۱۱۲۰۸	۱۳/۰	۷۵/۰	۳۳/۶
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۱۶۸۴۰	۱۴/۰	۹۶/۳	۳۷/۵
عرض گیاه (سانتی‌متر)	۱۶۷۷۵	۱۳/۳	۱۲۴/۰	۴۰/۵
تعداد شاخه‌های اصلی انتهایی	۱۶۹۲۸	۰/۰	۱۲/۰	۱/۴
تعداد شاخه‌های اصلی قاعده‌ای	۱۶۹۲۸	۰/۳	۱۵/۷	۲/۷
تعداد شاخه‌های فرعی اول در قاعده بوته	۱۶۹۲۸	۰/۰	۱۳/۷	۳/۱
تعداد شاخه‌های فرعی دوم	۱۶۹۲۸	۰/۰	۲۸/۲	۴/۶
تعداد نیام در بوته	۱۶۸۷۹	۳/۰	۲۵۱/۰	۴۰/۵
تعداد دانه در نیام	۱۶۸۸۲	۱/۰	۳/۲	۱/۲
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۱۶۹۲۸	۳/۸	۶۵/۴	۱۶/۸
درصد پروتئین	۱۲۹۷۳	۸/۰	۲۹/۶	۱۹/۵
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۱۶۳۵۶	۷۰/۰	۵۱۳۰/۰	۱۲۱۶/۳

جدول ۱ـ۱ میانگین و دامنه تغییر برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در نخود زراعی را به نقل از آپادهیایا (۲۰۰۰)، نشان می‌دهد.

۱-۲-۴- عوامل اقلیمی و خاکی

نخود زراعی سازگاری مطلوبی به انواع متفاوتی از آب و هوا نشان می‌دهد، به‌طوری‌که ارقام مختلف آن در دامنه وسیعی از شرایط محیطی قادر به رشد هستند. نخود نسبت به سایر لگوم‌ها، وقوع دماهای بالا را در هنگام گل‌دهی بهتر تحمل می‌کند، ولی هوای گرم و خشک موجب کاهش محصول اقتصادی آن می‌شود. دمای بهینه برای رشد و تولید عملکرد مطلوب در نخود زراعی، حدود ۲۹-۲۱ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد در شب ذکر شده است. دوره گل‌دهی آن ممکن است بیش از یک ماه به طول انجامد و به دلیل رشد نامحدود، نیام‌های آن به‌طور هم‌زمان به مرحله بلوغ نمی‌رسند.

بهترین نوع خاک برای رشد نخود، خاک‌های سبک شنی یا سیلتی‌لومی است که زهکشی مناسبی داشته باشد، زیرا نخود به غرقاب بودن خاک حساسیت شدیدی دارد. ساختمان فیزیکی ضعیف و خاک‌های قلیایی از عوامل مهمی هستند که اثر نامطلوبی بر استقرار و عملکرد نخود دارد.

۱-۲-۵- کاشت نخود

نخود در کشور ما در فاصله بین ماه‌های اسفند و اردیبهشت کشت می‌شود. در این مواقع طول روز رو به افزایش است و به این ترتیب وزن خشک گیاه و سرعت رشد محصول افزایش خواهد یافت. بنابراین، هراکشت کردن آن به‌دلیل افزایش طول دوره رشد، تولید ماده خشک را بیشتر می‌کند، ولی کشت کرپه آن با توجه به کوتاه‌تر شدن طول دوره‌ی دوام سطح برگ، تجمع ماده خشک را کاهش می‌دهد. برای کشت نخود نیاز به بستری حاصلخیز و عاری از علف‌هرز می‌باشد. نخود زراعی به دلیل درشت بودن بذور حساسیت کمی به عمق کاشت نشان می‌دهد، ولی بهتر است بذر در عمق ۶-۲/۵ سانتی‌متر کشت شود. میزان بذر کاشته شده در واحد سطح متغیر و بستگی به عواملی نظیر تراکم مطلوب، وزن دانه، درصد جوانه‌زنی، خلوص بذر و تاریخ کاشت دارد. به‌طور کلی میزان بذر مورد نیاز برای کشت در هر منطقه در تاریخ کاشت مناسب از رابطه زیر قابل محاسبه است:

میزان بذر مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار) = (تراکم مطلوب منطقه × وزن دانه) / درصد جوانه‌زنی

زمان کاشت نخود با توجه به دمای خاک (دمای پایه نخود در حدود ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد) تعیین می‌شود. بذر نخود برای جوانه‌زنی نیاز به میزان زیادی آب دارد. این امر، ضرورت تهیه بستری مناسب برای کشت نخود، به منظور برقراری حداکثر تماس بذر با خاک را آشکار می‌سازد.

۱-۲-۶- عملیات داشت

آبیاری به‌موقع و منظم به‌ویژه در مناطقی که میزان بارندگی آن برای رشد نخود کافی نیست، از جمله عملیات لازم در مرحله داشت نخود است. باید توجه داشت که گیاه هم از کم آبی صدمه می‌بیند و هم زیادی آب اثر منفی بر عملکرد آن دارد. بنابراین، فواصل بین آبیاری گیاه در هر منطقه باید با در نظر گرفتن عوامل اقلیمی و خاکی تعیین شود.

به‌طور کلی، نیاز آبی نخود ۲۴۰-۱۱۰ میلی‌متر می‌باشد. این گیاه می‌تواند آب را از اعماق خاک جذب کند، ولی بیشترین جذب آن از عمق ۴۰ سانتی‌متر خاک که بیشتر ریشه‌ها در آنجا متمرکز شده‌اند، انجام می‌شود. در موقع کاشت نخود، ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌عنوان استارتر استفاده می‌شود. واکنش نخود به فسفر متغیر است، ولی به‌طور کلی در حدود ۹۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدون تماس با بذر و در عمق پایین‌تر از آن مصرف می‌شود.

نخود به دلیل قدرت رقابتی کمی که با علف‌های هرز دارد، نیازمند کنترل کامل علف‌های هرز در طول فصل رشد می‌باشد. بنابراین، استفاده از علف‌کش‌ها و یا وجین دستی در طول فصل رشد امری اجتناب‌ناپذیر است.

۱-۲-۷- برداشت نخود

برداشت نخود هنگامی صورت می‌گیرد که عملکرد و کیفیت بذور به تعادل مناسبی رسیده باشد. نخود به دلیل رشد نامحدود، تا زمانی که شرایط محیطی از جمله دما و رطوبت اجازه دهد به رشد خود ادامه می‌دهد. بنابراین، تعیین زمان مناسب برداشت در نخود از اهمیت بالایی برخوردار است. رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه هنگامی است که برگ‌ها شروع به ریزش کرده و بیشتر نیام‌ها زرد شده باشند.

به‌طورکلی برداشت زمانی انجام می‌گیرد که رطوبت دانه بین ۱۰ تا ۱۵ درصد باشد. تحت این شرایط، برداشت مکانیکی و به دنبال آن نگهداری دانه بدون خشک کردن امکان‌پذیر است (الیس و همکاران، ۱۹۸۸). باید توجه داشت که برداشت زود هنگام موجب صدمه دیدن دانه و کاهش عملکرد و برداشت دیرهنگام به‌دلیل شکستن و ریزش نیام‌ها، سبب از دست دادن مقدار زیادی دانه تولید شده می‌شود. رنگ و اندازه دانه از دیگر ویژگی‌هایی هستند که به هنگام برداشت مورد توجه قرار می‌گیرند.

۱-۲-۸- عملکرد نخود

تعداد بوته در واحد سطح، تعداد نیام در بوته (یا در واحد سطح)، تعداد دانه در نیام و وزن هر دانه، اجزای عملکرد نخود هستند که در تعیین عملکرد نخود نقش کلیدی دارند (مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۸۲).

به‌طور کلی، عملکرد نخود از فرمول زیر تبعیت می‌کند:

عملکرد دانه (گرم در متر مربع) = تعداد بوته در متر مربع × متوسط تعداد نیام در بوته × تعداد دانه در نیام × وزن هر دانه

تعداد بوته در واحد سطح یا تراکم تحت تاثیر عوامل زیر قرار می‌گیرد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳):

۱- ارزش بیولوژیک بذر و تیمارهای قبل از کاشت روی بذر (ضدعفونی و غیره).

۲- کیفیت کاشت مثل تاریخ کاشت، مقدار بذر و عمق کاشت.

۳- شرایط جوانه‌زنی و سبز شدن (رطوبت، دما، شخم قبل از کاشت، کیفیت کاشت و حمله آفات).

۴- رقابت بین و درون گونه‌ای در تراکم موجود (تاثیر علف‌های هرز و تراکم مناسب بوته‌ها)

۵- صدمات وارده به گیاهان در طول رشد رویشی (آفات و بیماری‌ها، شرایط نامطلوب، صدمات فیزیکی توسط عملیات زراعی، صدمات شیمیایی علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها).

۱-۳- تثبیت بیولوژیک نیتروژن

۱-۳-۱- اهمیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن در کشاورزی

تثبیت بیولوژیک نیتروژن پدیده‌ای است که در همه بوم نظام‌ها[1] اتفاق می‌افتد و بدون شک مهم‌ترین پدیده کشاورزی است (دشتی و همکاران، ۱۹۹۸؛ عسگر و همکاران، ۲۰۰۰؛ آگو و شولز، ۲۰۰۲؛ مالیک و همکاران،

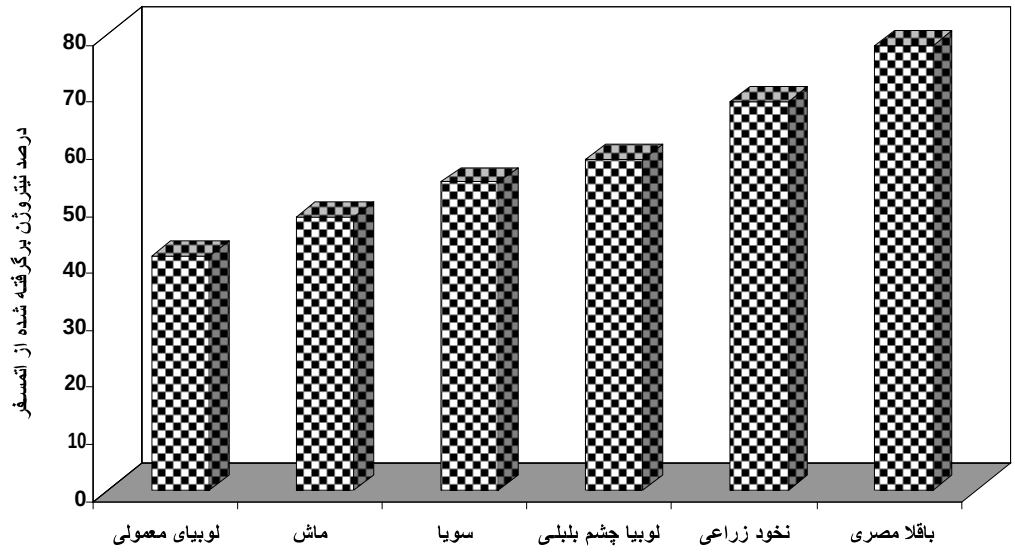
1- Ecosystems

۲۰۰۶ و آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۶). توماس و همکاران (به نقل از عسگر و همکاران، ۲۰۰۰) اظهـار کردنـد کـه حدود ۶۵ درصد از نیتروژن مورد استفاده در اراضی زیر کشت لگـومهـا، مربـوط بـه تثبیـت بیولوژیـک نیتـروژن می‌باشد و انتظار می‌رود که در افزایش عملکرد گیاه زراعی بعدی به‌ویژه در نظام‌های پایدار نقـش اساسـی داشـته باشد. تنوع زیستی، چرخه عناصر غذایی و جریان انرژی در طبیعت، پایه و اساس قابلیت پایداری هـر اکوسیـستم می‌باشند. تثبیت بیولوژیک نیتروژن نقش عمده‌ای بر روی چرخه نیتروژن ایفا مـی‌کنـد و بـه عنـوان شاخـصی از تعادل این سه فرآیند و اینکه یک بوم نظام چقدر از یک نظام پایدار فاصله دارد، به‌کار برده می‌شود (آگو و شـولز، ۲۰۰۲). علیرغم فراوانی نیتروژن اتمسفری، یکی از محدود کننده‌ترین عوامـل رشـد، دسترسـی گیـاه زراعـی بـه نیتروژن است. بدیهی است که کود نیتروژن یکی از هزینه‌های اصلی تولید محصول را تشکیل می‌دهد (ملکـوتی و نفیسی، ۱۳۷۳؛ علی‌اصغرزاده، ۱۳۷۶؛ گاندی، ۱۹۹۴؛ فرانکو، ۱۹۹۸ و امانی، ۲۰۰۷).

تثبیت بیولوژیک نیتروژن یک راه حل ممکن و مطمئن برای کشاورزان در کشورهای توسعه یافتـه و در حـال توسعه است. از مزایای اصلی این فرآیند می‌توان به کاهش هزینه تولید گیاه زراعی، آلودگی کمتر محیط زیـست، افزایش تولید پروتئین، ذخیره بخشی از نیتروژن برای گیاهان زراعی بعدی و بهبود حاصلخیزی خاک اشـاره کـرد (صالح راستین، ۱۳۵۷؛ علی‌اصغرزاده، ۱۳۷۶؛ بابو و همکـاران، ۱۹۹۳؛ گانـدی، ۱۹۹۴؛ فرانکـو، ۱۹۹۸ و عـسگر و همکاران، ۲۰۰۰) .

مقدار نیتروژن تثبیت شده به روش بیولوژیک با توجه به نوع گیاه زراعی لگـوم، نـژاد بـاکتری همزیـست، نـوع خاک و شرایط محیطی متفاوت می‌باشد و می‌توان آن را به طـور متوسـط در محـدوده ۲۰ تـا ۳۰۰ کیلـوگرم در هکتار در سال و در برخی موارد تا ۸۰۰ کیلوگرم برآورد نمود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲؛ الیـاس‌آذر، ۱۳۷۴؛ علـی-اصغرزاده، ۱۳۷۶؛ دارکورا و کیـا، ۱۹۹۷؛ فرانکـو، ۱۹۹۸؛ عـسگر و همکـاران، ۲۰۰۰؛ خورانـا و شـارما، ۲۰۰۰ و رادرش و همکاران، ۲۰۰۵). مارسلوس و همکاران (به نقل از عسگر و همکاران، ۲۰۰۰) گزارش کردنـد کـه وقتـی گندم بعد از نخود زراعی در استرالیا کاشته می‌شود، میزان افزایش عملکرد از ۰/۵ به ۱/۲ تن در هکتار در مقایسه با کشت متوالی گندم بالغ می‌شود. همچنین، تجزیه و تحلیل اقتصادی آشکار کرد کـه افـزایش درآمـد در تنـاوب گیاه زراعی نخود و گندم در بیشتر از ۴ سال، بدون استفاده از هر نوع کود نیتروژنه، در مقایسه بـا کـشت متـوالی گندم ۱۶۲ درصد بیشتر بود.

شکل ۱-۱، درصد نیتروژن دریافتی از اتمسفر[1] را در چند لگوم دانه‌ای در شرایط مزرعه‌ای نشان می‌دهد (ورنـر و نیوتن، ۲۰۰۵).



شکل ۱-۱- درصد نیتروژن جذب شده از اتمسفر در چند لگوم دانه‌ای

۱-۳-۲- باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در لگوم‌ها

۱-۳-۲-۱- طبقه‌بندی

در طبیعت، نظام‌های همزیستی متنوعی به‌منظور تثبیت بیولوژیک نیتروژن وجود دارند. این فرآیند را سه گروه از میکروارگانیسم‌ها از طریق ایجاد همزیستی انجام می‌دهند و مهم‌ترین آن‌ها: همزیستی لگوم‌ها - باکتری‌های رایزوبیوم، درخت - اکتینومایست‌ها (فرانکیا)[2] و همزیستی گیاه - سیانوباکترها (نوستوک)[3] می‌باشند و در این میان وسیع‌ترین همزیستی بین باکتری و لگوم‌ها انجام می‌گیرد. در این همزیستی باکتری را "ریز

1- Nitrogen derived from atmosphere (Ndfa)
1- Frankia
2- Nostoc