

فصل اول

پیشینه طرح (مروری بر تحقیقات انجام شده)

در بین حبوبات، نخود مقام اول سطح زیر کشت را در کشور دارد (سام دلیری و همکاران، 1389)، ولی عملکرد آن نسبت به میانگین عملکرد جهانی و کشورهای مهم تولید کننده نخود بسیار پایین است. عوامل و فاکتورهای مختلفی در پایین بودن عملکرد نخود در ایران موثر هستند که مهمترین آن محدودیت آبی به خصوص در طول دوره رشد زایشی در مناطق خشک و نیمه خشک است. تنش ناشی از کمبود آب میتواند موجب کاهش جمعیت میکروبی در خاک یک منطقه گردد (الیکوت و ویلدینق، 1992). مصرف کودهای بیولوژیک در شرایط تنش های محیطی مانند خشکی نه تنها موجب افزایش مقاومت گیاهان می شود بلکه میکروارگانیسم های از دست رفته خاک را جبران میکند (گلیک و همکاران، 2001). وو و همکاران (2005) اظهار داشتند که افزایش جمعیت میکروارگانیسم های مفید می تواند مقاومت گیاه را به تنش های مختلف محیطی مانند کمبود آب و عناصر غذایی افزایش و اثر سوء ناشی از سمیت عناصر سنگین را کاهش دهد. به بیانی دیگر تامین و حفظ میکروارگانیسم های مختلف در خاک از جنبه های مختلف حایز اهمیت است. طوری که امروزه به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق باکتری های آزادی تثبیت کننده نیتروژن از جمله *Pseudomonas* و *Azospirillum Azotobacter* در بوم نظام های کشاورزی توجه ویژه ای شده است (تیلک و همکاران، 2005). این باکتری ها در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین ها، جیبرلین ها و ویتامین های B را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و موثری دارند (کادر، 2002). از طرف دیگر، قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی علیه بیماری های گیاهی بوده، با تقویت جوانه زنی و بنیه گیاهچه (چن، 2006)، ضمن تولید مواد محرک رشد، موجب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق در افزایش عملکرد تأثیرگذار می باشد (تیلک و همکاران، 2005). بهره گیری از نژادهای مختلف باکتری های محرک رشد، می تواند بسیار حائز اهمیت باشد چرا که با تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی منجر به افزایش عملکرد در گیاهان می شود. گرچه باکتری های محرک رشد به طور طبیعی در خاکها وجود دارند ولی تعداد و تراکم آنها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذر گیاهان با باکتری ها می تواند جمعیت

آن‌ها را به حد مطلوب رسانده و در نتیجه منجر به بروز اثرات مفید آن‌ها در خاک گردند (چاکماچی و همکاران، 2007a). روستی و همکاران (2006) اظهار داشتند که افزایش ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن، افزایش سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه، یا از طریق افزایش جذب مواد غذایی موجب رشد بهینه گیاه می‌شوند.

میکوریزها یکی دیگر از میکروارگانیسم‌های خاک هستند که رابطه‌ای مفید بین خاک و گیاه و جذب بیشتر آب و عناصر غذایی معدنی ایجاد می‌نمایند. افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط میکوریزا می‌تواند ناشی از رشد هیف‌های قارچ تا 20 میلی‌متری از سطح ریشه باشد؛ در حالی که ریشه‌های موئین، حداکثر تا 1/5 میلی‌متر از سطح مزبور دور شده و به علت قدرت نفوذ کمتر در مقایسه با قدرت نفوذ هیف‌ها، قادر به دخول در شکاف و یا خلل و فرج خاک نیستند. بنابراین هیف‌ها به مناطقی از خاک نفوذ می‌نمایند که ریشه قادر به حضور در آن مناطق نیست. نفوذ هیف‌ها در این مناطق، سطح تبادلات مواد غذایی معدنی و آب را با ترکیب‌های محلول خاک افزایش می‌دهد. سرعت حرکت فسفات معدنی در داخل هیف‌ها دو سانتی‌متر در ساعت است که چندین برابر بیش از سرعت انتشار آن در خاک می‌باشد (اگو، 2001؛ روبرت، 2001؛ تیستال، 1991). به بیانی دیگر قارچ-های میکوریزا قادر هستند که اثرات نامطلوب تنش خشکی را در گیاهان تعدیل نمایند (ویگ، 2001). نتایج تحقیقات بر روی گیاه میکوریزی و غیرمیکوریزی در شرایط تنش رطوبتی نشان داده است که هدایت هیدرولیکی سیستم ریشه‌های گیاهان میکوریزی بیشتر از گیاهان غیر میکوریزی است که این امر در اثر افزایش سطح ریشه و یا طول ریشه‌های میکوریزی می‌باشد. همچنین هدایت آبی در واحد طول ریشه 2 تا 3 برابر افزایش نشان می‌دهد. قارچ میکوریزا ارتباط آب با گیاه میزبان را بوسیله افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، افزایش نسبت تعرق، کاهش مقاومت روزنه‌ای بوسیله‌ی تغییر در تعادل هورمون‌های گیاهی بهبود می‌بخشد (ایلوان، 2001). از طرفی در شرایط محدودیت آبی، انتقال مواد غذایی در گیاه دچار اختلال می‌شود ولی میکوریزها با تشکیل کلونی در اطراف ریشه و افزایش سطح جذب آب و مواد غذایی، تولید در گیاهان زراعی را بواسطه جذب بهتر مواد غذایی تحت شرایط تنش بهبود می‌بخشند (الکراکی و همکاران، 2004). گیاهان تلقیح شده با میکوریز نسبت به گیاهان بدون

میکوریز، بعد از تنش خشکی سریعتر به حالت اولیه بر می‌گردند (الکراکی و همکاران، 2004) و از کارایی مصرف آب بالاتری نیز برخوردارند، زیرا میکوریز با تولید هیف ضمن افزایش فتوسنتز (جفریس و همکاران، 2003)، موجب بهبود مقاومت به تنش‌های خشکی و شوری شده و سطح جذب رطوبت را برای گیاه افزایش می‌دهد (میرزاخانی و همکاران، 2009). کیانو و همکاران (2011) در بررسی اثر قارچ میکوریز آربوسکولار بر مقاومت به خشکی گیاه نخود در شرایط کمبود رطوبت خاک، دریافتند که همزیستی میکوریزی به طور قابل ملاحظه‌ای باعث توسعه سیستم ریشه‌ای، ارتفاع گیاه، محتوای کلروفیل برگ‌ها، شدت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای گردید. در حالی که میزان پرولین و قندهای محلول پس از 30 روز تنش خشکی در گیاهان میکوریزی کمتر بود. نتایج یک بررسی در شرایط مزرعه در خصوص اثر مزوریزوبیوم، اسیدهیومیک و قارچ میکوریز بر گیاه نخود در شرایط آبیاری با مقادیر مختلف آب بیانگر آن بود که مزوریزوبیوم فقط بر کلروفیل معنی‌دار بود و قارچ میکوریز اثر معنی‌داری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نداشت. سهرابی و همکاران (2012) با بررسی اثر قارچ‌های میکوریز بر دو رقم نخود در سطوح مختلف آبیاری دریافتند که تلقیح قارچ‌های میکوریز فعالیت آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز را افزایش ولی کاتالاز را کاهش داد، به علاوه قارچ در هر دو سطح آبیاری کم و کافی محتوای کلروفیل برگ‌ها را به طور معنی‌دار افزایش داد.

بقاء گیاه در شرایط تنش مستلزم توانایی آن در برابر شرایط اسمزی شدید حاصل از خشکی می‌باشد. تنظیم اسمزی به عنوان جزئی مهم از مکانیسم تحمل به تنش خشکی در گیاهان در نظر گرفته می‌شود (ثمن و همکاران، 1390؛ چاوشی و همکاران، 1389). گیاهان در شرایط محیطی متفاوت، برای تنظیم پتانسیل اسمزی درون سلول، مواد محلول با وزن مولکولی کم و سازگار را تولید و تجمع می‌دهند. این مواد عموماً شامل اسیدهای آمینه، قندهای محلول و اسیدهای آلی می‌باشد که در بین آن‌ها پرولین گسترده‌ترین نوع اسمولیت است که به نظر می‌رسد تجمع آن در سازگاری به خشکی در بسیاری از گیاهان دخالت دارد. نقش و اهمیت تجمع قندها نیز به این دلیل می‌باشد که تجمع این مواد موجب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب سلول و نگهداری آماس می‌شود (چاوشی و همکاران، 1389).

کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها از مهم ترین اثار خشکی بر گیاهان است. تنش خشکی با تاثیر بر عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای بر شدت نور، میزان فتوسنتز و تبادلات گازی روزنه‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. به این صورت که در شرایط کمبود آب به دلیل بسته شدن روزنه‌ها، تبادلات گازی کاهش یافته و دی اکسیدکربن کمتری در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد که نتیجه‌ی آن کاهش شدت فتوسنتز است (ردی و همکاران 2004). یکی از راه کارهای افزایش غلظت دی اکسیدکربن در گیاهان استفاده از ترکیباتی مانند متانول، اتانول، پروپانول، بوتانول و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه گلیسین، گلوتامات و آسپارات می‌باشد (رمابرگ و همکاران، 2002). در اوایل دهه 1990 میلادی گزارش شد که کاربرد محلول های متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی موجب افزایش عملکرد، تسریع در رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آن‌ها بر روی بادام می‌شود (نمیک و همکاران 1995).

به طور کلی، الکل‌ها مهمترین گروه ترکیبات را در شیمی آلی تشکیل می‌دهند که فراوانی گسترده‌ای در طبیعت دارند و نیز در صنعت و آزمایشگاه به راحتی قابل تولید هستند (هاکان و همکاران، 2001). این مواد در جلوگیری از کاهش اثر تنش‌های القا شده به گیاهان زراعی در انجام تنفس نوری نقش مهم بازی می‌کنند (رامیرز و همکاران، 2006). در بین این ترکیبات متانول ماده‌ای کاملاً شناخته شده برای گیاهان می‌باشد، زیرا این ماده یکی از ساده‌ترین فراورده های گیاهی بوده که در گیاهان تولید می‌شود و این ترکیب آلی فرار از طریق روزنه‌ی برگ خارج شده و به محیط اطراف گیاهان انتشار می‌یابد و می‌توان گفت که بافت‌های گیاهان، متانول را متابولیزه می‌کنند. متانول به راحتی برای گیاهان قابل جذب می‌باشد (لی و همکاران، 2006). انتشار متانول در مراحل اولیه‌ی رشد و در برگ‌های در حال رشد نسبت به برگ‌های بالغ بیشتر می‌باشد (هوو و همکاران، 2007). لازم به ذکر است که متانول تولید شده در داخل گیاهان علاوه بر اثر مستقیم بر رشد آن‌ها، از طریق تحریک فعالیت باکتری‌های متیلوتروف نیز بر رشد گیاهان اثرات قابل توجهی دارد، زیرا این باکتری‌ها با مصرف مقداری از متانول

تولید شده در برگ‌ها، به تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین و سایتوکینین پرداخته و موجب افزایش رشد و نمو در گیاهان می‌شوند (درخف و همکاران، 2015).

امیری و همکاران (1393) گزارش کردند که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید و کلروفیل کل (به ترتیب: 2/37، 54/46، 69/42 و 54/41 درصدی) نسبت به شاهد (عدم کاربرد متانول) شد. چزکی (1393) بیشترین میزان پرولین را در تیمار مصرفی 30 درصد حجمی متانول گزارش کرد. سبک رو فومنی و همکاران (1389) بیان کردند که بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در برگ توتون با کاربرد متانول در سطح 40-50 درصد حجمی به دست آمد. طریقی و همکاران (1391) نشان دادند که کاربرد 20 درصد حجمی متانول موجب افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول در برگ و کاهش آنزیم پراکسیداز در زعفران شد. اکبری و همکاران (2014) نشان دادند که محلول‌پاشی متانول با غلظت 30 و 45 درصد حجمی در گیاه گل‌گاو زبان موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز شد. پاک‌نژاد و همکاران (1391) نشان دادند که بعد از محلول‌پاشی متانول، محتوای نسبی آب برگ گیاه سویا تحت تأثیر غلظت متانول قرار گرفت.

با توجه به محدودیتی که از لحاظ منابع آبی در کشور وجود دارد و از این پدیده طبیعی و غیر قابل تغییر گریزی نیست، از این رو بهتر است بیشتر فعالیت‌ها بر افزایش عملکرد در واحد سطح متمرکز شود. در این راستا به دلیل اهمیت نخود به عنوان یک منبع تأمین‌کننده پروتئین و از طرف دیگر صدمات جبران‌ناپذیر تنش خشکی انتهای فصل در کاهش عملکرد این گیاه، استفاده از روشهایی که موجب کاهش یا تعدیل اثرات ناشی از محدودیت آبی شود ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تاثیر کودهای زیستی و متانول بر عملکرد و برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی نخود در شرایط قطع آبیاری در مراحل زایشی خواهد بود.

ویژگی‌های گیاهی

نخود زراعی با نام علمی *Cicer arietinum* از خانواده‌ی بقولات *Leguminosae*، زیر تیره‌ی پروانه آسها *Papilionacea* و جنس *Cicer* با $2n=16$ است. نخود گیاهی است علفی، یک‌ساله و بسته به واریته‌دارای رشد محدود و یا نامحدود است. نخود یک گیاه سه کربنه است و سرعت فتوسنتز آن در محدوده‌ی 150 تا 400 میکرو گرم CO_2 بر سانتی‌متر مربع در ساعت، گزارش شده است. تمام سطح خارجی گیاه به‌جز جام گل پوشیده از کرک‌های غده‌دار یا بدون غده است. کرک‌های موجود بر روی سطح گیاه از نظر شکل و ابعاد با یکدیگر متفاوت هستند. در این رابطه سه نوع کرک را می‌توان بررسی کرد:

- (1) کرک‌های پایه‌کوتاه.
- (2) کرک‌ها با پایه‌های چندسلولی (هر دو نوع غده‌دار هستند).
- (3) کرک‌های یک سلولی بدون غده.



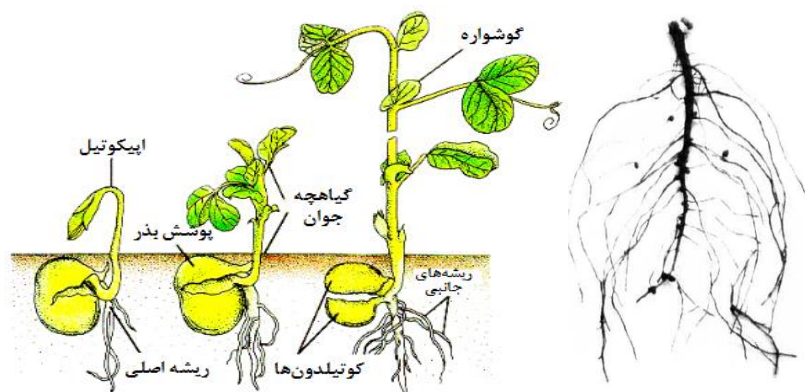
شکل 2-1- شمای کلی از نخود (*Cicer arietinum* L.)

ریشه

ریشه‌ی نخود عمودی، قوی و پرپشت و دارای ریشه‌های فرعی متعدد است. ریشه‌های اولیه طویل، قوی و به‌سرعت منشعب می‌شوند، لایه اگزودرمی وجود ندارد و لایه‌ی اپیدرم در سطح گیاه جوان بسیار نازک است (شکل 2-2). لایه آندودرمی نیز دارای دیواره‌ی نازکی است. بین لایه اپیدرم، لایه پارانشیمی ضخیمی (در حدود 10 لایه سلول به اندازه‌های

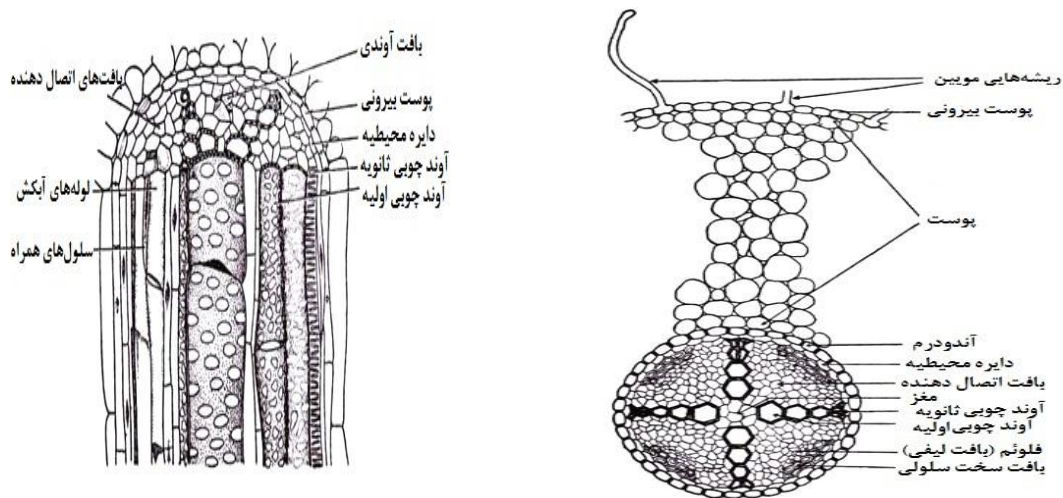
متفاوت) بدون ذخیره‌ی نشاسته وجود دارد. در ناحیه‌ی زیر پوست (پریدرم)، پروکامبیوم به‌وسیله‌ی یک لایه‌ی ساده سلولی تشکیل می‌شود. استوانه مرکزی ریشه، به‌وسیله یک لایه سلول پارانشیمی از پروکامبیوم جدا و به‌صورت چهار رشته استروم دیده می‌شود که توسط آوند آبکشی احاطه شده است. این چهار توده‌ی سلولی توسط چهار اشعه‌ی چوبی از یکدیگر جدا می‌شوند (*hadrome*). قسمت میانی استوانه‌ی مرکزی ریشه، به‌وسیله‌ی یک حفره‌ی مرکزی اشغال شده است، بنابراین ریشه‌ی اولیه گیاهچه دارای چهار قسمت یا ناحیه است. ریشه‌چه می‌تواند در سطح شالازی دانه یعنی مقابل میکروپیل یا در طرف دیگر آن رشد کند. عمق نفوذ ریشه‌ی اصلی از 15 تا 30 سانتی‌متر متغیر و دارای چهار ردیف ریشه‌های جانبی می‌باشد. منطقه‌ی ریشه‌ای مفید تا عمق 30 سانتی‌متری محدود می‌شود. سیستم ریشه‌ای در وارپته‌های دیررس و خوابیده¹ به مراتب از وارپته‌های زودرس و ایستاده پر پشت هستند. موقعی که ناحیه‌ی سطحی خاک خشک است، توسعه ریشه در آن ناحیه کم است. با وجود این، ریشه‌ها توسعه‌ی خود را به لایه‌های عمیق‌تر خاک تا 120 سانتی‌متر ادامه می‌دهند. توسعه‌ی ریشه تا موقع برداشت ادامه دارد و در انتهای مرحله‌ی رویشی بیش از 50 درصد ریشه‌ها تا عمق 45 تا 60 سانتی‌متری خاک نفوذ می‌کنند. عموماً گره‌ها بر روی ریشه‌ی اصلی تشکیل می‌شوند. گره‌هایی که بعداً تشکیل می‌شوند، روی ریشه‌های جانبی قرار می‌گیرند. تحت شرایط مشخص، وزن یک گره تنها ممکن است از 1 تا 3 گرم و اندازه‌ی آن از 2 تا 5 سانتی‌متر متغیر باشد. معمولاً 10 الی 12 روز پس از کاشت، گره‌ها شکل می‌گیرند. تثبیت نیتروژن 15 الی 20 روز پس از کاشت شروع می‌شود. برخی معتقدند نخود سالیانه 41 تا 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تثبیت می‌کند. ریشه‌های قوی و عمیق این گیاه به‌عنوان اندام‌های ذخیره‌ای برای گیاه محسوب می‌شود، اگرچه گیاهی است یک-ساله، اما از این ذخیره برای رشد خود در فصل خشک استفاده می‌کند. یک ریشه‌ی بالغ بافت محیطی خود را از اپیدرم تا آندودرم از دست می‌دهد و لایه‌ی نازک چوب پنبه‌ای و پوست ثانویه جانشین آن می‌شود (هر دو به‌وسیله‌ی پروکامبیوم تولید می‌شوند).

¹ - Prostrate



شکل 2-2- شمای کلی از ریشه‌ی گیاهچه و گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.)

فعالیت کامبیوم تغییرات اساسی را به وجود می‌آورد. چهار اشعه‌ی آوندی اولیه از اشعه‌های آوندهای چوبی منشأ گرفته که قابل مشاهده هستند، همچنین اشعه‌های ثانویه آوندی کوتاه‌تر و باریک‌تر از اشعه‌های آوندهای اولیه‌اند و از چوب ثانویه منشأ می‌گیرند. استوانه مرکزی در این مرحله از رشد گیاهچه‌ای، دارای اهمیت بیشتری است. اکنون این عضو فاکتور اصلی مؤثری در ضخامت ریشه و محتویات استروئیدی مراکز ثانویه است که در سراسر بخش‌های ریشه، حتی در میان آوندهای ثانویه وجود دارند و گاهی اوقات آوندها نیز به وسیله‌ی این اندام احاطه شده است. وجود مقدار زیادی اسکلرانسیم عامل تولید ریشه‌های قوی است. در مقایسه با مرحله‌ی گیاهچه‌ای، بخش مرکزی استوانه مرکزی ریشه تقریباً بدون تغییر است، وجود چهار اشعه آوند چوبی و حفره مرکزی (مغز) تنها تفاوت موجود در جذب به وسیله‌ی آوندهای آبکشی است. ریشه‌ها گره‌های ریزوبیومی را به وجود می‌آورند که دارای شاخه‌ها یا انشعابات از نوع *Crotalorioid* و انشعابات پهن جانبی و گاهی مواقع به شکل یک لوب فن مانند و بادبزی است.



شکل 2-3- شمای کلی از قسمت عرضی و طولی ریشه‌ی نخود (*Cicer arietinum L.*)

ساقه

ارتفاع ساقه در واریته‌ها متفاوت است و از 20-60 سانتی‌متر تغییر می‌کند. ساقه‌ها معمولاً کرک‌دار و در انتهای گیاه خمیده یا راست، قوی و کم و بیش دارای شیار هستند که به وسیله‌ی رشته‌های پیچ‌خورده زیرپوست که دارای سلول‌های کلانشیمی با دیواره سلولی ضخیم هستند تولید می‌شوند. این قسمت‌ها در گیاهچه وجود ندارد. شاخه‌های اولیه که از مهم‌ترین خصوصیات گیاه در تعیین هویت آن محسوب می‌شوند، با زاویه‌ی باز و محور عمودی، تیپ خوابیده و با زاویه‌ی بسته و محور عمودی تیپ ایستاده را به وجود می‌آورند. ژنوتیپ‌های بومی ایران، معمولاً بسیار خوابیده بر زمین بوده، در صورتی که برخی از ژنوتیپ‌های روسی از نوع راست یا ایستاده هستند. اخیراً انواع زراعی را که مناسب برداشت ماشینی باشد اصلاح و انتخاب کرده‌اند. با این حال مرسوم‌ترین انواع، تیپ‌های بومی هستند که ساقه‌هایی کم و بیش ایستاده دارند، ولی در قسمت انتهایی گیاه شاخه‌های اُریب ایجاد کرده و شاخه‌های انتهایی یک کانوپی گسترده را تشکیل می‌دهند، در نتیجه یک پوشش افقی تپیک از گیاهان نخود را به وجود می‌آورند. ارتفاع و نوع گسترش شاخه‌ها در تمایز نژادها و زیرگونه‌های نخود اهمیت به‌سزایی دارند. تعداد شاخه‌های اولیه از 1 تا 8 عدد متغیر است. با اینکه برای تعیین عادت یک گیاه تعداد شاخه‌های فرعی بسیار مهم هستند ولی برای توصیف یک رقم مناسب نیستند، زیرا در یک لاین خالص، تعداد شاخه‌های اولیه به علت اینکه به مقدار زیادی تحت تأثیر عملیات زراعی قرار می‌گیرند می‌تواند بسیار متغیر باشد. این تنوع درون

لاینی عموماً موجب اختلاف اساسی برای این صفت، بین سال‌ها یا مناطق مختلف می‌شود. آنچه بایستی مورد توجه قرار گیرد، گرایش یک گیاه برای تولید تعداد زیاد یا کم شاخه‌های فرعی است، بنابراین ژنوتیپی که به‌طور متوسط تعداد 4/5 شاخه در گیاه در سال مشخصی تولید می‌کند، مسلماً در سال بعد به 1/5 ساقه در سال تنزل نخواهد کرد. به‌طور کلی در پایین‌ترین گره اولیه یک ساقه ثانویه دیده می‌شود که تعداد آن بین 5 تا 7 متغیر است و در مواردی که این تعداد زیاد باشد به 15 الی 16 عدد می‌رسد و حداکثر آن تا 20 عدد نیز گزارش شده‌است. تعداد گره‌های اولیه که دارای شاخه‌های ثانویه هستند؛ بین 2 الی 12 عدد است. ساقه‌های ثانویه از لحاظ پر برگگی یا کم برگگی گیاه حایز اهمیت هستند. در حقیقت تعداد شاخه‌های ثانویه مهم‌ترین فاکتور تعیین‌کننده در تعداد کل برگ‌ها و در نتیجه مجموع سطح فتوسنتز کننده در گیاه هستند و همچنین بیشتر گل‌های گیاه روی این شاخه‌ها تشکیل می‌شوند. شاخه‌های ثالثیه همیشه وجود ندارند وقتی از شاخه‌ثالثیه صحبت می‌شود بهتر است به جای اینکه از توانایی یا عدم توانایی گیاه در تولید شاخه‌های ثالثیه بحثی به میان آید از تمایل گیاه به تولید این شاخه‌ها صحبت شود.

ساقه‌ی نخود گرد و دارای شاخه‌های چهار گوش و راست است و کلیه‌ی اندام‌های آن از کرک پوشیده و مایه‌ی چسبناکی از آن‌ها تراوش می‌شود که اسید مالیک و اسید اگزالیک زیادی دارد. نخود دارای دو تیپ ایستاده¹ و نیمه‌گسترده² است که شاخه‌دهی آن بسته به وارسته و شرایط محیطی فرق می‌کند. بیشتر تیپ‌های نخود نیمه‌گسترده و شاخه‌های فرعی زیادی را تولید می‌کنند که تقریباً از سطح خاک ظاهر می‌شوند. تعدادی از نخودها که ایستاده هستند، شاخه‌های فرعی کمی دارند. الگوی شاخه‌دهی بسته به تیپ در بیشتر موارد به گونه‌ای است که وقتی دو شاخه‌ی اولیه از سطح خاک توسعه می‌یابند، در امتداد اندام هوایی اصلی به نوبت شاخه‌های فرعی اضافی ایجاد می‌کنند. پس از مدتی تشخیص بین شاخه‌های اصلی و اولیه مشکل است. شاخه‌دهی ممکن است از پایه یا وسط ساقه شروع شود، ارقامی که از پایه شاخه می‌دهند پر محصول‌تر هستند. شاخه‌های اولیه و ثانویه که جزو مهم‌ترین خصوصیات گیاه در تعیین هویت آن محسوب می‌شوند، زاویه باز با محور عمودی در تیپ خوابیده و

¹ . Erect

² . Semierect

زاویه‌ی بسته با محور عمودی در تیپ ایستاده تشکیل می‌دهند. شاخه‌های اولیه از سطح خاک شروع به انشعاب می‌کنند همانند ساقه اصلی قوی است و از پایین‌ترین گره تولید می‌شوند. در نخود معمولاً از هر گره یک گل تولید شده و تبدیل به نیام می‌شود. نیام‌ها غالباً بر روی شاخه‌های اولیه و ثانویه قرار دارند. شاخه‌های نوع سوم از جوانه‌های موجود بر روی شاخه‌های ثانویه به وجود می‌آیند که نسبتاً پر برگ است و در تعیین عملکرد اهمیتی ندارند. سه نوع ساقه را می‌توان تعریف کرد:

(1) شاخه‌های اولیه: از سطح خاک شروع می‌شود و از جوانه‌های اولیه اندام هوایی و شاخه‌های جانبی گیاهچه منشأ می‌گیرند و همچنین ساقه‌های قوی توسط پایین‌ترین گره‌ها تولید می‌شوند. شاخه‌های اولیه ضخیم، قوی و چوبی هستند و به‌طور کلی استقامت گیاه به میزان قابل توجهی به وجود این شاخه‌ها بستگی دارد.

(2) شاخه‌های ثانویه: به وسیله‌ی جوانه‌هایی که بر روی شاخه‌ی اولیه قرار گرفته‌اند تولید می‌شوند و نسبت به شاخه‌های اولیه ضعیف‌تر هستند.

(3) شاخه‌های ثالثیه: مسلماً از جوانه‌های واقع بر روی شاخه‌های ثانویه تولید می‌شوند و نسبتاً برگی شکل و از نقطه نظر عملکرد خیلی مهم نیستند. گاهی مواقع و حداکثر به علت بارندگی در طول فصل رشد شاخه‌های فرعی چهارم را نیز می‌توان مشاهده کرد ولی این نوع شاخه‌ها به دلیل ظهور نامنظم و بی‌اهمیت بودن آن‌ها در طول دوره‌ی زندگی گیاه قابل توجه نیستند.



شکل 2-4- شمای کلی از ساقه و شاخه‌های فرعی در نخود (*Cicer arietinum* L.)

برگ

برگ‌ها در نخود مرکب است و به طور متناوب بر روی شاخه‌ها قرار می‌گیرند (شکل 2-5). هر برگ دارای محور دراز به طول 7-3 سانتی‌متر و شامل 10 تا 15 برگچه است. برگچه‌ها معمولاً به طور متقابل بر روی محور برگ قرار گرفته و انتهای برگ به یک برگچه‌ی منفرد ختم می‌شود. برگچه‌ها بیضی یا تخم‌مرغی شکل و حاشیه‌ی آن‌ها مژرس است که همانند سایر اندام‌ها پوشیده از کرک هستند. تعداد برگچه‌ها فرد یا زوج است. طول و عرض برگچه‌ها 6-4 میلی‌متر است. مورفولوژی دو جزء اصلی برگ یعنی محور برگ و برگچه نسبت به شرایط محیطی بسیار حساس بوده و تحت تاثیر عوامل محیطی تغییر می‌کند.

متوسط طول محور برگ بین 7-3 سانتی‌متر و در سطح فوقانی خود دارای شیار است. در کلکسیون نخود، پراکنش طول محور برگ معمولاً یک وجهی¹، تقریباً نرمال و از سالی به سال دیگر دارای تغییراتی به میزان یک سانتی‌متر یا حتی بیشتر است.

به‌طور متوسط محور برگ دارای 10 الی 15 برگچه است که این برگچه‌ها به‌وسیله‌ی دم‌برگ‌های کوچکی به محور اصلی متصل می‌شوند. چرخش دو ردیف برگچه‌ها بر حول محور برگ به تغییرات محیطی مانند مکانیزم سازگاری در برابر شرایط خشکی بستگی دارد. پراکنش تعداد برگچه‌ها در هر برگ به دو یا سه نوع دیده می‌شود و در بین سال‌های مختلف به میزان کمی اختلاف دارد. در کلکسیون نخود، تراکم برگچه‌ها (تعداد برگچه در هر سانتی‌متر برگ) توزیع نرمال را نشان می‌دهد.



شکل 2-5- شمای کلی از برگ در نخود (*Cicer arietinum L.*)

¹ . Unimodal

برگ از نوع پری کاذب بوده به طوری که در برگچه انتهایی، وضعیت انتهایی واقعی وجود ندارد. به عبارتی رگبرگ مرکزی برگچه، ادامه‌ی محور برگ است. ولی در منطقه قبل از انتهای برگ گبرگ مرکزی برگچه به صورت آریب یا زاویه‌دار نسبت به محور اصلی برگ قرار می‌گیرد. این موضوع نشانگر این است که دو جوانه برگچه انتهایی وجود داشته که یکی از آن‌ها از بین رفته و یا به صورت صفحه‌ای نوک تیز و یا کرک مانند تغییر شکل پیدا کرده‌است، به طوری که بعضی اوقات به طور کامل بزرگ شده است.

در سلول‌های همراه کرک و روزنه وجود ندارد، ولی در هر دو سطح پشت و روی برگچه توزیع شده‌اند. ولی ساختمان برگچه در هر دو سطح مشابه نیستند، مزوفیل برگچه دارای بافت پارانشیم اسفنجی و نردبانی است که هر دو آن‌ها توزیع مشخصی دارند. اپیدرم تحتانی (پشتی) ناصاف است، در صورتی که اپیدرم فوقانی (شکمی) تقریباً صاف است. سطح شکمی از سطح پشتی آن تیره‌تر است. بافت کلانشیمی در آن وجود ندارد و رگبرگ‌ها به طور کامل در بافت کلرانسیم متراکمی فرو رفته‌اند.

سطح برگ‌ها از پارانشیمی پوشیده است که سلول‌های آن محتوی اگزالات کلسیم بوده و اطراف رگبرگ اصلی (رگبرگ میانی) و رگبرگ‌های فرعی برگ را احاطه نموده است. رگبرگ میانی شامل لایه بافت هادی و آبکشی، بافت کامبیوم آوندی و همچنین تنها بافت مکانیکی، برگچه‌ها می‌باشد. برگچه در شرایط خاصی می‌تواند در طول رگبرگ میانی به طرف بالا تاخورد یا اینکه دولا شود. برگچه‌ها به طور مشخصی دندان‌دار هستند به طوری که حدود $\frac{2}{3}$ پهنک برگچه دارای دندان است و تنها قسمت انتهایی آن صاف است. اندازه متوسط طول برگچه‌ها 17-

8 میلی‌متر و عرض آن‌ها 5-14 میلی‌متر است. ولی ممکن است برگچه‌هایی با ابعاد بزرگتر نیز در گیاه وجود داشته باشد. توزیع ابعاد برگچه نامنظم و حداقل یک‌وجهی است. شکل برگچه‌ها از تخم‌مرغی تا بیضی شکل قابل تغییر است. قسمت تحتانی برگچه می‌تواند مثلثی تیز یا گرد باشد و قسمت فوقانی آن نیز نوک تیز یا گرد است. شاخص شکل برگچه (ماکزیمم عرض به طول) صفتی نسبتاً با ثبات است. اندازه‌ی میانگین این صفت از 0/5 تا 0/85 متغیر است که نشان دهنده توزیع تک فرمی در کلکسیون، بدون تغییر قابل توجهی در سال‌های مختلف است.

شکل گوشواره‌ها در طبقه‌بندی جنس *Cicer* مفید است. گوشواره‌ها معمولاً 3-5 میلی‌متر طول و 2-4 میلی‌متر عرض دارند، ولی در گیاهچه‌ها بالغ بر 24 میلی‌متر طول دارند. گوشواره‌ها بیضی شکل تا مثلثی و مژرس (6-2 دندانه) هستند (شکل 2-3). آن‌ها با گوشواره‌ها به شدت پیوستگی نشان می‌دهند، ولی با ساقه‌ها این پیوستگی وجود ندارد و هرگز بر روی آن‌ها نوش جای دیده نمی‌شود. حاشیه طویل آن مژرس و حاشیه دیگر آن صاف است. گوشواره‌ها دندانه‌دار (حتی خاردار)، بدون نوش‌جای، این گوشواره‌ها با ساقه گیاه در ارتباط ولی با برگ‌ها مرتبط نیستند. در گونه‌ی *C. arietinum* یکی از آن‌ها نیمه بیضوی، طویل با حاشیه‌ای دندانه‌دار و دیگری کوتاه و بدون دندانه است.

گل

گل‌های نخود یکی از نمونه‌های تیپیک زیر رده پروانه آسها است. گل‌ها به طور منفرد بر روی محورهای جانبی قرار گرفته‌اند و به وسیله‌ی دمگلی که 13-17 میلی‌متر است به زائده‌ای سیخک مانند که طول آن بیش از 4 میلی‌متر است ختم می‌شود. دمگل‌های اصلی، پایک خوشه‌ای و پایک گل‌ها، در زمان گل‌دهی به شکل خط مستقیم هستند، به طوری که نخستین اثر آن‌ها بر روی ارقام خوشه گل به صورت خمیده در می‌آید. گل‌ها 4-30 میلی‌متر طول دارند که از ویژگی گیاهان تیره پروانه‌سا¹ است.



شکل 2-6- شمای کلی از گل در نخود (*Cicer arietinum* L.)

کاسه‌ی گل در قاعده تقریباً منظم و در قسمت پشتی محدب است. دارای 5 دندانه‌ی عمیق که ممکن است مساوی یا نامساوی باشند و معمولاً از لوله، کاسه‌ی گل طویل‌تر هستند. دمگل‌ها و کاسه‌ی گل غالباً دارای

¹ . Papilionaceus

کرک‌های زیادی هستند. جام گل سفید همراه با رگه‌های بنفش، آبی یا صورتی می‌باشد. تنها یک گونه دارای گل‌های زرد رنگ است. موتاسیون‌هایی با گل‌های سفید یا متمایل به سفید عمدتاً در گونه زراعی شناخته شده است. گل‌های نخود به صورت منفرد بر روی دمگل نسبتاً بلندی قرار دارند و به رنگ‌های سفید، آبی، ارغوانی و بنفش دیده می‌شوند. هر گل دارای کاسه‌ی گلی بلند و باریکی است که از 5 کاسبرگ به هم پیوسته تشکیل شده است. جام گل دارای اجزایی به نام بال، ناو و درفش است. درفش¹ به شکل تخم مرغی است، طول آن به 8-11 میلی‌متر و عرض آن 7-10 میلی‌متر می‌رسد، بدون کرک و به ندرت همراه با کرک‌های بدون غده در سطح خارجی می‌باشد. بال‌ها نیز تخم‌مرغی، شامل پایه‌ای کوتاه به نام ناخنک است²، طول آن به 6-9 و عرض آن حدود 4 میلی‌متر می‌رسد. در قسمت قاعده، گوشک‌دار همراه با زائده‌ای در قسمت بالای دمگل و همچنین دارای یک پاکت ماندنی در قسمت فوقانی می‌باشد که به وسیله درفش پوشیده شده است. ناو، لوزی شکل دارای 6-8 میلی‌متر طول و پایه گل آن به طول 2-3 میلی‌متر می‌رسد، در طرف شکمی خود دارای 2 الی 3 برآمدگی به هم چسبیده می‌باشند. بال‌ها نیز به‌طور جدا از ناو رشد می‌کند.

در داخل جام گل 10 پرچم و یک تخمدان وجود دارد که از 10 پرچم، 9 تای آن‌ها به هم متصل شده و یکی آزاد است. این وضعیت ساختمانی پرچم‌ها را دیادلفوس³ می‌گویند. ستون پرچمی گاهی مواقع پایا است. قسمت به هم چسبیده پرچم‌ها 4-5 میلی‌متر طول دارد و قسمت آزاد آن 2-3 میلی‌متر است که به‌طرف بالا خم و در انتها حجیم شده است. انتهای غلاف زایشی آریب است. پرچم‌هایی که به سمت گلبرگ قرار گرفته‌اند نسبت به دیگر پرچم‌ها طویل‌تر هستند. مطابق اظهارات پوپاو (1928-29) بساک پرچم‌ها تقریباً گرد و در قاعده وصل شده‌اند. بقیه‌ی بساک‌ها از پشت به هم متصل شده و بیضی شکل هستند و نسبت به بساک‌های که در قاعده به هم متصل شده‌اند، در زمان گل‌دهی بزرگ‌تر هستند. با گذشت زمان اندازه‌ی آن‌ها یکی می‌شود.

گل آذین جانبی دارای 1-5 گل (گونه‌ی *C. arietium* شال یک یا ندرتاً 2 گل) است که طول هر یک از آن‌ها 5 الی 50 میلی‌متر بوده و نسبت به برگ‌هایی که آن‌ها را احاطه کرده‌اند کوتاه‌تر هستند. در پشت منطقه‌ی گلچه‌ها،

¹ . Vexillum

² . Nail

³ . Diadelphus

دمگل‌های خوشه می‌توانند به شکل ساختمان‌های خاردار تغییر شکل یابند. خامه رشته مانند، بدون کرک (به جز در قاعده) و به سمت بالا برگشته است. طول کلاله به اندازه‌ی طول خامه و گاهی کمی بیش از آن دیده می‌شود، تخمدان چسبیده به قاعده گل (بدون پایه)، متورم و کرک‌دار است.

پرچه‌ها همزمان با باز شدن جداری غشای بساک به‌طور دسته جمعی و قبل از باز شدن گل در بالای کلاله قرار می‌گیرند و امکان دگرگونی را کاهش می‌دهند. با توجه به اینکه جدار غشای بساک قبل از باز شدن غنچه از هم جدا و دانه‌ی گرده بر روی کلاله پخش می‌شود، نر عقیم کردن مکانیکی آن مشکل است. البته برخی مواقع سه نیام در هر دمگل گزارش شده است. دمگل‌ها زانویی بوده و طول آن‌ها بین 2 تا 4 سانتی‌متر تغییر می‌کند. کاسه‌ی گل، لوله‌ای و سبز رنگ است و تا انتهای فصل رشد بر روی نیام باقی می‌ماند. تخمدان در نخود یک برچه‌ای است و متوسط تعداد تخمک در هر گل نخود تیپ دسی 2/3 و در تیپ کابلی 2/2 است. تخمدان بیضی شکل و قسمت‌های زیادی از سطح آن کرک‌دار بوده (کرک‌های غده‌ای برجسته)، 3-2 میلی‌متر طول دارد. دارای 3-1 تخمک و به ندرت تعداد آن‌ها به 4 نیز می‌رسد. خامه به طول 4-3 میلی‌متر است، به جز در ناحیه قاعده بقیه قسمت‌های آن فاقد کرک است، البته در قبیله *Vicieae* این مورد متفاوت بوده و خامه راست و به سمت بالا خمیده شده است. کلاله کروی، از نظر اندازه کمی از خامه پهن‌تر بوده یا هم اندازه‌ی آن است. هر گره گل دهنده معمولاً دارای یک غلاف است و این گره‌ها روی شاخه‌های اولیه یا ثانویه هستند که سهم زیادی از عملکرد را به خود اختصاص می‌دهند.

نیام و بذر

غلاف نخود متورم بوده و به یک نوک باریک منتهی می‌شود، به‌طوری که گاهی اوقات تقریباً به‌صورت خار (تیغ) دیده می‌شود. به عقیده‌ی عموم گیاه‌شناسان این وضعیت موجب نزدیک شدن جنس *Cicer* به *Ononis* (*Ononidieae*) و فاصله گرفتن از جنس *Viceae* می‌شود. ولی این موضوع به‌طور کامل صحیح نیست، به‌طوری که حالت فوق در غلاف‌های متورم، نظیر جنس *Cicer* یا *Ononis* نیست بلکه حالت تیپیک جنس *Lens* و همچنین *Vicia lunatus* را دارند. وضعیت غلاف یکی از بارزترین خصیصه‌ها در جنس *Cicer*

و گونه *Cicer arietinum* است. شایان توجه است که اختلاف واریته‌ای در ناحیه‌ی فیبری این لایه است که موجب باز شدن غلاف و یا ریزش آن‌ها در برخی از ارقام می‌شود. اپیدرم درونی دارای سلول‌هایی با نوارهای پهن درشت و کلروپلاست‌ها است. این ناحیه بدون روزنه و دارای کوتیکول ظریف و آبدوست است. اندازه غلاف یکی از محدود صفاتی است که کمتر تحت تأثیر تغییرات محیط قرار می‌گیرد، طول محاسبه شده از قسمت اتصال به دمگل تا انتهای نوک تیز آن، چیزی بین 30-15 میلی‌متر است.

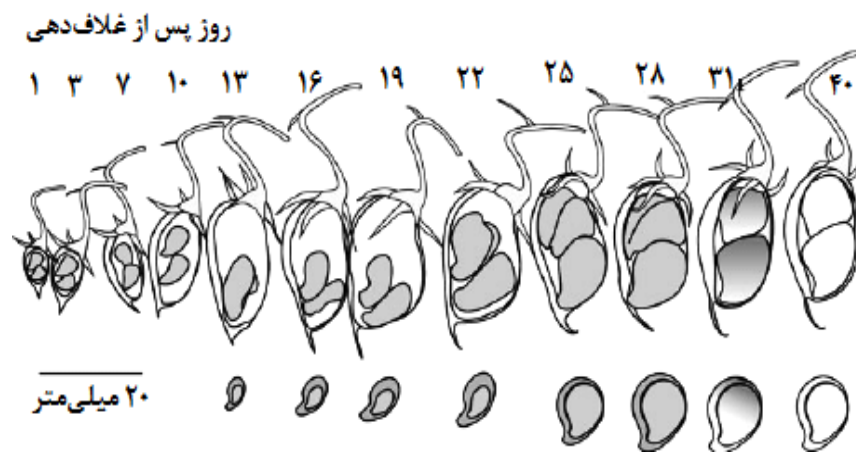
تعداد غلاف در گیاه از 30 تا 150 عدد متغیر است، ولی از آنجایی که این تعداد به مقدار زیادی به محیط وابسته است، از این رو میانگین تعداد غلاف در شرایط متفاوت معنی‌دار نیست. تعداد غلاف در گیاه به مقدار زیادی بستگی به سال، مکان، تاریخ کاشت و سایر فاکتورها دارد. بسته به این عوامل ممکن است تا 4 برابر یا بیشتر تغییر نماید. نیام در وسط پهن و در طرفین باریک و سطح آن از کرک‌های ریز همانند سایر اندام‌ها پوشیده است. غلاف‌ها نوک تیز، پوشیده از کرک و به‌طور خاصی متورم است و بیش از 3 سانتی‌متر طول دارد و شامل 10-1 بذر است. البته *C. arietinum* دارای 1 تا 3 بذر است. نیام لوزی و یا تخم‌مرغی شکل بوده و اندازه‌ی آن بسته به ژنوتیپ متفاوت است. نیام‌ها تا مدت زیادی سبز می‌مانند و در پر شدن دانه و فتوسنتز کل گیاه شرکت می‌کند و در مناطق خشک دارای اهمیت می‌باشند. تعداد نیام در هر بوته بسته به شرایط واریته تغییر می‌کند و از 30 تا 150 عدد متغیر است. طول نیام‌ها 1/5 تا 2/5 و عرض آن‌ها 1 سانتی‌متر بوده و حاوی 1 تا 2 دانه هستند. طول نیام با بزرگی دانه ارتباط مستقیمی ندارد، ولی عرض آن می‌تواند در این مورد موثر باشد در صورتی که اندازه‌ی نیام‌ها بزرگ باشد معمولاً تعداد گل در بوته و تشکیل نیام در بوته کاهش می‌یابد.



شکل 2-7- شمای کلی از نیام در نخود (*Cicer arietinum* L.)

در صورتی که غلاف تیپیک باشد، بذره‌های آن ممکن است بیشتر نوک‌تیز و منقارمانند و به شدت چروک‌خورده و شیاردار باشند. بذرها ممکن است شبه کره یا شکل‌های بینابینی داشته باشند. پوشش بذر می‌تواند صاف یا دارای برآمدگی‌هایی در سطح خود باشد به جز بذره‌های کروی یا تقریباً کروی که هر دو لپه آن‌ها توسط یک شیار در بسیاری از بذره‌های چروک‌خورده، جدا می‌شود. نوک تیز (منقار) بالای میکروپیل توسط انتهای ریشه‌چه تولید می‌شود. گاهی اوقات رنگ منقار با رنگ پوشش آن متفاوت است. ناف کوچک، فرورفته، بیضوی یا نیمه‌کروی متمایل به سفید یا خاکستری با یک حاشیه رنگی یا زرد است.

تعداد دانه در گیاه ارتباط نزدیکی با تعداد غلاف در گیاه دارد. مقدار متوسط آن 20 الی 240 دانه در گیاه است، ولی در معدودی از گیاهان تعداد دانه می‌تواند بیش از این محدوده باشد. این موضوع بایستی مورد توجه قرار گیرد که محدوده‌ی تعداد دانه در گیاه وسیع‌تر از تعداد غلاف در گیاه است، علت آن است که در لاین‌هایی که تعداد غلاف در آن‌ها کم است مقدار بذر در هر غلاف یک عدد است، زیرا به علت سقط جنین، بذر کمتری تشکیل می‌شود، برعکس گیاهانی که تعداد غلاف در آن‌ها بالا است دارای بیش از یک بذر در هر غلاف هستند. به علت اثر جبرانی توزیع تعداد دانه در گیاه تقریباً دو وجهی است.



2-8- مراحل رشد و نمو نیام نخود که نشان دهنده‌ی اندازه‌ی غلاف، پوشش بذر، جنین و حجم داخل نیام است.

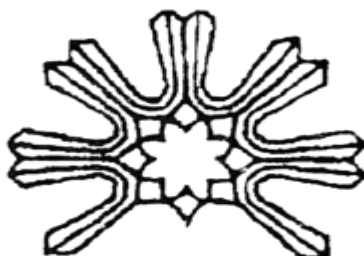
Title
**Effect of irrigation withholding in reproductive stages and methanol
and bio fertilizers application on yield and some
morphophysiological traits of Chickpea (*Cicer arietinum* L.)**

Author
Raouf Seyed Sharifi and Reza Seyed Sharifi

Abstract

In order to study of grain filling components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using segmented model under irrigation withholding condition, methanol application and seed inoculation with bio fertilizers, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in 2017. The experimental factors were included: application of methanol (foliar application with water as control, application 20 and 30 volume percent), bio fertilizers at four levels (no application as control, rhizobium leguminosarum application, both application mycorhyza and rhizobium leguminosarum, application of mycorhyza+ rhizobium leguminosarum +Psesomonas) and three irrigation levels (full irrigation as control, severe water limitation or irrigation withholding at flowering stage, moderate water limitation or irrigation withholding at podding). A two part linear model was used to quantifying the grain filling parameters. The results showed that the highest number and weight of nodules per plant (11.6 and 113.21 mg per plant, respectively), chlorophyll index (50.28), grain filling rate (0.0117 g/day), grain filling period (39.57 days) and effective grain filling period (32.2 days) were obtained in full irrigation and high levels of methanol and application of mycorhyza+ rhizobium leguminosarum +Psesomonas, which there was an increase of 2.37, 230, 148, 83.8, 26.43, 21.23 and 27.42 % in comparison with full irrigation and no application of methanol biofertilizers. Irrigation withholding at flowering stage increased proline content and antioxidant enzymes activity such as catalase, peroxidase and polyphenol oxidase, but decreased quantum yield. Methanol application decreased antioxidant enzymes activity but quantum yield and proline content increased. Also, bio fertilizers application increased quantum yield, proline content, antioxidant enzymes activity. Full irrigation with application of high rates of methanol, both application of mycorhyza with rhizobium leguminosarum and Psesomonas increased grain yield 111% compared to no application of methanol and bio fertilizers under irrigation withholding at flowering stage condition. Based on the results, it seems that can be recommended that be applied seed inoculation by bio fertilizers and foliar application of methanol in order to increasing of grain yield, rate and grain filling period under water limitation

Key words: Mycorhyza, Psesomonas, Rhizobium leguminosarum, Water limitation, Yield.



University of Mohagheh Ardabili

Final report of research project

Title

**Effect of irrigation withholding in reproductive stages
and metanol and bio fertilizers application on yield and
some morphophysiological traits of Chickpea
(*Cicer arietinum* L.)**

By

Raouf Seyed Sharifi

Department of Agronomy and Plant Breeding

Reza Seyed Sharifi

Department of Animal Science

**College of Agriculture and Natural Resources, University
of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran**

**This Research Project Has Been Financially Supported by the Office of
Vice Chancellor for Research**

Winter 2018