

گکوم هاتحت شرابط شش هامى محمطى

عملكرد، بهود و سازكارى

Legumes under Environmental Stress
Yield, Improvement and Adaptations

Edited by:
Mohamed Mahgoub Azooz & Parvaiz Ahmad

ترجمه:

دکتر رضا امیرنیا

دانشیار گروه زراعت دانشگاه ارومیه

مهندس علی نامور

مهندس جلال آرژه

مهندس سوبل محمدزاده

دانشجویان دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه ارومیه

آزوز، مهگوب محمد.

لگوم تحت شرایط محیطی (عملکرد بهبود سازی) /تالیف محمد مهگوب آزوز و پروایز احمد ، ترجمه دکتر رضا امیر نیا و...، ارومیه: دانشگاه ارومیه، ۱۳۹۶.

۱۱۰ص: مصور. - (انتشارات دانشگاه ارومیه: ۲۲۰)

۹۷۸-۶۰۰-۸۶۸۱-۰۸-۳

عنوان اصلی: Legumes under environmental stress.

۱- حبوبات— اثر تنش محیطزیستی. الف. امیر نیا، رضا، مترجم. ب. عنوان. ج- فروست.

شماره ملی: ۴۷۶۲۷۴۳ - رده کنگره ۱۳۹۶، ۲ح/آ۴، ۱۷۷، SB



عنوان کتاب:	لگوم‌ها تحت شرایط تنش‌های محیطی (عملکرد، بهبود و سازگاری)
تألیف:	محمد مهگوب آزوز و پروایز احمد
ترجمه:	دکتر رضا امیر نیا
ناشر:	دانشگاه ارومیه
نوبت چاپ:	اول، ۱۳۹۶
تعداد صفحات:	صفحه
تیراژ:	۱۰۰۰ جلد
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۸۶۸۱-۰۸-۳ - سری ۲۲۰
قیمت:	ریال

شماره تماس انتشارات دانشگاه: ۰۴۴۳۲۷۷۹۹۳۰ - ۰۹۱۴۱۸۶۹۴۲۷ - پاشازاده

فهرست مطالب

فصل اول

لگوم‌ها و اصلاح آن‌ها در شرایط تنش‌های غیرزیستی.....

فصل دوم

تنش شوری و لگوم‌های زراعی: شرایط فعلی و دورنماها.....

فصل سوم

کمبود عناصر غذایی تحت شرایط تنش در لگوم‌ها.....

فصل چهارم

نخود: نقش و عکس‌العمل‌ها در تنش‌های زیستی و غیرزیستی.....

فصل پنجم

نخود و تنش‌های دمایی: بررسی اجمالی.....

فصل ششم

تأثیر آفت‌کش‌ها بر روی گیاهان لگومینوز: بررسی اجمالی.....

فصل هفتم

تنش اکسیداتیو و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی در پاسخ به تنش آفت‌کش.....

فصل هشتم

کارایی همزیستی ریزوبیوم-لگوم در تنش‌های غیرزیستی: عوامل مؤثر بر رفتارهای مقاومتی.....

فصل نهم

..... استراتژی‌های میکروبی برای بهبود تولید لگوم‌ها در شرایط محیطی نامساعد

فصل دهم

..... نقش آبسزیک اسید در لگوم‌ها تحت شرایط تنش‌های غیرزیستی

فصل یازدهم

..... کاربرد منابع خارجی محافظ‌های گیاهی در لگوم‌ها در برابر تنش‌های محیطی

فصل دوازدهم

..... عکس‌العمل‌های ژنتیکی و مولکولی لگوم‌ها در شرایط محیطی متغیر

فصل سیزدهم

..... رویکردهای اومیکس و تحمل تنش‌های غیرزیستی در لگوم‌ها

فصل چهاردهم

..... کارکردهای تنظیم‌کننده‌ی میکروRNAها تحت شرایط تنش‌های غیرزیستی در لگوم‌ها

فصل پانزدهم

..... رویکردهای بیوتکنولوژیکی در غلبه بر محدودیت‌های تنش‌های زیستی و غیرزیستی

فصل شانزدهم

..... رویکردهای هرمی کردن ژن و اومیکس برای تحمل تنش‌ها در لگوم‌ها

فصل هفدهم

خشک در لگوم‌ها

مقابله با کمبود فسفر در خاک‌های قلیایی آهکی با روش ایزوترم جذب تحت شرایط محیطی

پیش‌گفتار

لگوم‌ها گروه وسیعی از گیاهان هستند که از نظر تأمین غذا برای انسان، پس از غلات در رتبه‌ی دوم قرار می‌گیرند. این گیاهان منبع بسیار ارزشمندی برای مواد پروتئینی، ترکیبات دارویی و سوخت‌های زیستی به‌شمار می‌روند و به‌واسطه‌ی ایجاد رابطه‌ی همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن، به‌صورت عمده‌ای در سلامت محیط‌زیست و زمین‌های کشاورزی مشارکت می‌کنند. چنین خصوصیات منحصر به‌فردی، کشت لگوم‌ها را به‌منظور کشاورزی پایدار، بهبود تعادل زیست‌محیطی و ارتقای کیفیت زندگی اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. از آن‌جا که جمعیت انسان‌ها به‌طور پیوسته در حال افزایش است (از حدود ۶ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۰ تا ۱۰ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰)، نیاز به افزایش تولید غذا نیز روز به روز بیشتر احساس می‌گردد و لازمه‌ی تحقق این امر افزایش سطح زمین‌های زیر کشت در کنار افزایش تولید در واحد سطح و زمان می‌باشد. گیاهان به‌دلیل عدم تحرک، همواره در معرض نوسانات محیطی بسیاری قرار می‌گیرند که فرآیندهای فیزیولوژیکی و مسیره‌های بیوشیمیایی آن‌ها را تحت تأثیر قرار داده و در نهایت منجر به افت عملکرد می‌شوند. مهم‌ترین عوامل تنش‌زای زیستی شامل عوامل بیماری‌زا، علف‌های هرز و حشرات هستند، در حالی‌که بارزترین عوامل محدودکننده‌ی غیرزیستی در برگرفته‌ی خشکی، شوری، تغییرات دمایی و نور می‌باشند. از آن‌جا که لگوم‌ها گروه بزرگی از گیاهان هستند که به‌طور وسیعی در سراسر جهان پراکنده شده‌اند، دامنه‌ی وسیعی از تنش‌های محیطی را تجربه می‌کنند که رشد و عملکرد آن‌ها را متأثر می‌سازد. با در نظر گرفتن اهمیت لگوم‌ها، هر گونه تهدید در سلامت این گیاهان می‌تواند چالش‌هایی جدی برای متخصصان کشاورزی و فیزیولوژیست‌های گیاهی به‌وجود آورد. از این‌رو، شناخت عوامل مختلف محیطی تهدیدکننده‌ی لگوم‌ها بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد. در این مجموعه با اتکا به منابع علمی جدید و تحقیقات گوناگون انجام شده، سعی گردیده است تا به اثرات تنش‌های زیستی و غیرزیستی مختلف بر روی گیاهان لگومینوز و همچنین، تلاش‌های صورت گرفته در راستای بهبود توان تحملی این دسته از گیاهان پرداخته شود. از سوی دیگر، عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی و سازگاری لگوم‌ها در مقابل تنش‌های محیطی مختلف از جمله خشکی، شوری، سرما و دماهای بالا در کنار تنش‌های زیستی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بنابراین کتاب حاضر می‌تواند با پوشش دادن بخشی از سرفصل دروس مرتبط با تنش‌های محیطی، مورد استفاده دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌های مختلف کشاورزی قرار گرفته و مجموعه‌ای مفید برای محققان و پژوهشگران کشاورزی باشد. امید است اساتید، دانشجویان و محققان محترم با پیشنهادات ارزنده‌ی خویش مترجمین را در رفع نقایص و بهبود کار برای چاپ‌های بعدی یاری نمایند.

انتشارات دانشگاه ارومیه

تقدیر و تشکر

از همکاران ارجمند دانشگاه ارومیه و هم‌چنین سایر عزیزان به جهت مساعدت‌های خالصانه و خاضعانه، نهایت تشکر و امتنان را داریم. در پایان بر خود فرض می‌دانیم مراتب سپاس و قدردانی خود را حضور یکایک اعضای خانواده که بدون همراهی و همکاری آنان یقیناً امکان تهیه‌ی چنین مجموعه‌ای میسر نمی‌شد، اعلام داریم.

مترجمین

فصل ۱

لگوم‌ها و اصلاح آن‌ها در شرایط تنش‌های غیرزیستی

۱-۱- مقدمه

انتظار می‌رود جمعیت ۷/۲ میلیاردی حال حاضر جهان با توجه به نرخ رشد بالا به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، در اواسط قرن بیست و یکم به ۹/۶ میلیارد برسد. به‌منظور تأمین احتیاجات تغذیه‌ای چنین جمعیت فزاینده‌ای، نیاز به تولید ۷۰ درصد غذای بیشتر وجود دارد (وارشی و رورکیوال، ۲۰۱۳).

لگوم‌ها به تیره‌ی بقولات (لگومینوز) تعلق دارند (با حدود ۷۰۰ جنس و ۱۸۰۰۰ گونه). لگوم‌های زراعی را می‌توان با توجه به توانایی رشد در فصل‌های مختلف، به دو گروه لگوم‌های تغذیه‌ای سردسیری و لگوم‌های تغذیه‌ای گرمسیری تقسیم کرد (میلر و همکاران، ۲۰۰۲؛ تاکر و یادار، ۲۰۱۰). لگوم‌های سردسیری شامل باقلا (*Vicia faba*)، عدس (*Lens culinaris*)، لوبین (*Lupinus spp.*)، نخودفرنگی (*Pisum sativum*)، نخود (*Cicer arietinum*)، خلر (*Lathyrus sativus*) و ماشک معمولی (*Vicia asativa*) هستند (سازمان خوار و بار جهانی فائو، ۲۰۰۹؛ آندروس و هودگ، ۲۰۱۱). این گیاهان جزو قدیمی‌ترین گیاهان زراعی جهان به‌شمار می‌روند (ماترن و همکاران، ۲۰۱۱). نخودفرنگی، نخود، باقلا و عدس چهار محصول عمده‌ی لگوم دانه‌ای برای مصرف انسان محسوب می‌گردند که در همه‌ی قاره‌ها به‌جز قطب جنوب رشد می‌کنند. گونه‌های لوبین از جمله لوبین سفید (*Lupinus albus*) و لوبین زرد (*Lupinus luteus*) و ماشک‌ها به‌ویژه ماشک معمولی برای تغذیه دام مهم هستند (آندروس و هودگ، ۲۰۱۰). از سوی دیگر، لگوم‌های گرمسیری شامل نخودکبوتری (*Cajanus cajan*)، لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculate*)، سویا (*Glycine max L.*)، ماش سبز (*Vigna radiata var. radiata*) و ماش سیاه (*Vigna mungo*) هستند که به‌طور عمده در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب رشد می‌کنند. حبوبات گرمسیری در بخش‌های مختلفی از جهان کشت می‌گردند. برای مثال، نخودکبوتری محصول اصلی و عمده در هندوستان و کشورهای آفریقایی است. لوبیا چشم‌بلبلی و سویا جزو محصولات مهم ایالات متحده آمریکا به‌شمار می‌روند، در حالی که ماش سبز و سیاه از محصولات مهم کشورهای شرق آسیا و به‌ویژه شبه قاره‌ی هند می‌باشند (سیا و همکاران، ۲۰۱۱).

لگوم‌ها بعد از غلات و دانه‌های روغنی، از نظر تولید جهانی در رتبه‌ی سوم طبقه‌بندی می‌شوند که اثرات عمده‌ای بر روی محیط‌زیست، کشاورزی، تغذیه و سلامتی انسان و دام دارند (گراهام و وانس، ۲۰۰۳؛ دیتا و همکاران، ۲۰۰۶؛ مانتری و همکاران، ۲۰۱۳). لگوم‌ها، منبع اولیه و اصلی آمینو اسیدها و تأمین‌کننده‌ی حدود یک سوم (۲۰ تا ۴۰ درصد) از پروتئین‌های رژیم غذایی می‌باشند (زوو و همکاران، ۲۰۰۵؛ کوداپا و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین، لگوم‌ها قادر به تولید ترکیبات متابولیکی ثانویه هستند که از آن‌ها در برابر عوامل بیماری‌زا و آفات محافظت می‌کند (کودوپا و همکاران، ۲۰۱۳).

لگوم‌ها بعد از غلات، در رتبه‌ی دوم تأمین غذا برای انسان قرار می‌گیرند (کمال و همکاران، ۲۰۰۳؛ اشرف و همکاران، ۲۰۱۰؛ کودوپا و همکاران، ۲۰۱۳). در مقایسه با غلات دانه‌ای، لگوم‌های دانه‌ای غنی از پروتئین هستند، از این‌رو یک منبع غذایی بسیار مغذی به‌شمار می‌روند (آهلاوات و همکاران، ۲۰۰۷؛ اشرف و همکاران، ۲۰۱۰؛ کودوپا و همکاران، ۲۰۱۳). لگوم‌های دانه‌ای مثل نخود، نخودکبوتری، لوبیا چشم‌بلبلی، نخودفرنگی، عدس، ماش سبز، ماش سیاه، لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، باقلا و خلر منبع اصلی پروتئین در رژیم غذایی گیاهخواران می‌باشند که به اشکال مختلف بخش جدایی‌ناپذیر رژیم غذایی در سراسر جهان محسوب می‌گردند. علاوه بر این، برخی از لگوم‌های دانه‌ای مانند بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) و سویا، منابع عمده و اصلی روغن‌های گیاهی هستند که تأمین‌کننده‌ی بیش از ۳۵ درصد از روغن‌های گیاهی جهان می‌باشند (شارما و همکاران، ۲۰۱۰). لگوم‌ها نقش مهمی در رژیم غذایی انسان‌ها دارند و معمولاً از آن‌ها به‌عنوان "گوشت مردمان فقیر" یاد می‌شود. این گروه از گیاهان یک منبع غنی برای پروتئین‌ها، روغن، فیبر و ریزمغذی‌ها به‌شمار می‌روند و به‌خاطر توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفر، در چرخه‌ی محصولات نقش حیاتی دارند (العنانی و همکاران، ۲۰۱۳؛ مانتری و همکاران، ۲۰۱۳). در شرایط محیطی مساعد، لگوم‌ها همزیستی با قارچ‌های میکوریزایی آربوسکولار را توسعه می‌دهند که منجر به تشکیل نقاط غنی از فسفر قابل تبادل در خاک به‌نام آربوسکول-ها (arbuscules) می‌شود (پارنیسکه و همکاران، ۲۰۰۸؛ مانتری و همکاران، ۲۰۱۳).

تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بسیار بیشتر از تثبیت صنعتی نیتروژن به‌عنوان دوست‌دار محیط‌زیست در نظر گرفته می‌شود، زیرا آمونیوم تولید شده در فرآیند بیولوژیکی، به آسانی توسط گیاهان در ساختار مواد آلی به‌کار گرفته می‌شود (والنتین و همکاران، ۲۰۱۱). تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در گره‌های لگوم‌ها، با تمایز باکتری‌های ریزوبیوم به واحدهایی به نام باکتروئید صورت می‌گیرد که یک ساختار تخصصی به‌منظور همزیستی درون سلولی در گیاه میزبان می‌باشد (آرسه‌ایگور و همکاران، ۲۰۱۱). از این‌رو، این رابطه‌ی همزیستی زمینه‌ی تحقیق و همچنین کاربرد روش‌های بیوتکنولوژی در لگوم‌ها می‌باشد (دیتا و همکاران، ۲۰۰۶).

تخمین زده می‌شود که گیاهان زراعی کشت شده در ۹۰ درصد اراضی زراعی، یک یا چند تنش محیطی را تجربه می‌کنند. در سراسر جهان، تنش‌های غیرزیستی باعث کاهش بیش از ۵۰ درصد عملکرد محصولات می‌شوند (رسول و همکاران، ۲۰۱۳؛ رودزویسز و همکاران، ۲۰۱۴). تنش غیرزیستی (Abiotic stress) یک واژه‌ی گسترده است که شامل چندین تنش (خشکی، غرقاب، شوری، گرما، سرما و سمیت مواد غذایی) و اثرات منفی آن‌ها بر روی سازگاری و عملکرد لگوم‌ها است. استفاده از روش‌های بیوتکنولوژی می‌تواند در حل یا کاهش مشکلات ناشی از تنش‌های غیرزیستی به لگوم‌ها کمک شایانی نماید. این فصل به بررسی تنش‌های عمده‌ی غیرزیستی که تأثیر منفی بر عملکرد لگوم‌های تغذیه‌ای مهم دارند، می‌پردازد. به‌علاوه، به‌صورت خلاصه، معیارهای انتخاب و منابع ژنتیکی موجود برای مقاومت به تنش‌های غیرزیستی، ارائه شده است.

۱-۲- لگوم‌ها تحت شرایط تنش‌های غیرزیستی

۱-۲-۱- لگوم‌ها و تنش خشکی

خشکی نوعی از تنش آبی است که به‌دلیل کمبود بارش یا آبیاری ناکافی حادث می‌شود. حدود ۶۰ درصد از کل تولید محصولات زراعی از شرایط خشکی خسارت می‌بینند (گران، ۲۰۱۲؛ نعیم و همکاران، ۲۰۱۳). در لگوم‌ها تنش خشکی، اثرات سوئی بر بیوماس (زیست توده) کل، تعداد نیام، تعداد دانه، وزن دانه، کیفیت دانه و عملکرد دانه در بوته دارد (توکر و همکاران، ۲۰۰۷ b؛ چارلسون و همکاران، ۲۰۱۳؛ هاسانوزانان و همکاران، ۲۰۱۳؛ پاگانو، ۲۰۱۴). خشکی به‌تنهایی منجر به کاهش ۴۰ درصدی عملکرد سویا شده است (والنتین و همکاران، ۲۰۱۱). باقلا و نخودفرنگی به‌عنوان دو جنس حساس به خشکی محسوب می‌گردند، در حالی که عدس و نخود به‌عنوان دو جنس مقاوم به خشکی شناخته می‌شوند (توکر و یادار، ۲۰۱۰). سینگ و همکاران (۱۹۹۹)، لگوم‌های گرمسیری را بر اساس افزایش تحمل خشکی به‌صورت زیر معرفی کرده‌اند:

سویا > ماش سیاه > ماش سبز > بادام‌زمینی > (نوعی بادام‌زمینی) > lablab > لوبیا چشم‌بلبلی

سینکلایر و سراج (۱۹۹۵)، گزارش نموده‌اند که به‌طور کلی، لگوم‌هایی نظیر باقلا، نخودفرنگی و نخود که آمیدها (عمدتاً آسپارژین و گلوتامین) را از آوندهای چوبی گره‌ها صادر می‌کنند، نسبت به خشکی متحمل‌تر از لوبیا چشم‌بلبلی، سویا و نخودکبوتری هستند که اوربیده‌ها (آلانتویین و آلانتوییک اسید) را صادر می‌کنند. میزان تثبیت نیتروژن همزیستی در لگوم‌ها، به‌سرعت در اثر تنش خشکی (متناسب با شدت) کاهش می‌یابد. از دلایل این امر می‌توان به این موارد اشاره نمود:

- تجمع اوربیده‌ها در گره‌ها و اندام‌های هوایی (وادز و همکاران، ۲۰۰۰؛ چارلسون و همکاران، ۲۰۰۹)؛
- کاهش تقاضای نیتروژن در اندام‌های هوایی؛
- کاهش سرعت نقل و انتقالات در آوند چوبی به‌دلیل کاهش سرعت تعرق و
- کاهش فعالیت متابولیکی آنزیم‌ها (والنتین و همکاران، ۲۰۱۱).

گزارش‌های متعددی نشان داده‌اند که تنش خشکی منجر به مهار گره‌زایی، رشد و توسعه‌ی گره و همچنین مختل شدن کارکرد گره‌ها می‌شود (وادز و همکاران، ۲۰۰۰؛ ستریتز، ۲۰۰۳؛ والنتین و همکاران، ۲۰۱۱). در لگوم‌ها کاهش تثبیت نیتروژن همزیستی در شرایط خشکی، متناسب با کاهش شدت فتوسنتز می‌باشد (لادرا و همکاران، ۲۰۰۷؛ والنتین و همکاران، ۲۰۰۱).

در گره‌های بسیاری از لگوم‌ها، تنش آبی منجر به تحریک سنتز ساکارز و افزایش قند کل می‌شود (گونزالز و همکاران، ۱۹۹۵، ۱۹۹۸؛ راموس و همکاران، ۱۹۹۹؛ استریتر و همکاران، ۲۰۰۳؛ گالز و همکاران، ۲۰۰۵؛ والنتین و همکاران، ۲۰۱۱) که با نتایج مطالعه بر روی جهش‌یافته‌های نخودفرنگی که نشان داد، ساکارز سینتاز (SS) برای توسعه و کارکرد طبیعی گره‌ها ضروری است، مطابقت دارد (کراگ و همکاران، ۱۹۹۹؛ گوردون و همکاران، ۱۹۹۹).

تنش خشکی باعث آسیب اکسیداتیو در لگوم‌ها می‌شود که اثرات زیان‌باری بر کارآیی گره و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن دارد (آرسه-ایگور و همکاران، ۲۰۱۱). در برخی از گزارش‌ها پیشنهاد شده است که گره‌ها سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی را ارتقاء می‌دهند که می‌تواند تحمل به تنش خشکی و شوری را در لوبیای معمولی (ساسی و همکاران، ۲۰۰۸) و نخود (کاور و همکاران، ۲۰۰۹) بالا ببرد. علاوه بر این، وردی و همکاران (۲۰۰۶)، گزارش نمودند که مقاومت به تنش خشکی در یونجه به‌واسطه‌ی بیان ژن دلتا-پپرولین-۵-کربوکسیلات سنتتاز و در نتیجه تجمع سطح بالای از پپرولین، بهبود می‌یابد.

به‌طور کلی مکانیسم‌های تحمل تنش خشکی شامل:

• فرار،

• اجتناب و یا

• مقاومت

می‌باشند (ایشیتانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ توکر و موتلو، ۲۰۱۱؛ ایمپا و همکاران، ۲۰۱۲؛ راپارینی و پنولاس، ۲۰۱۴). چندین تکنیک مختلف غربال‌گری و انتخاب برای مقاومت به خشکی در لگوم‌ها وجود دارد. با این حال، تکنیک‌های محدودی در شرایط مزرعه‌ای موفق بوده‌اند (توکر و موتلو، ۲۰۱۱):

• سیستم‌های آبیاری بارانی خطی (ساکسنا و همکاران، ۱۹۹۳)

• خصوصیات ریشه (طول ریشه، تراکم ریشه، بیوماس ریشه، تراکم طولی ریشه (سراج و همکاران، ۲۰۰۴) و روش جعبه ریشه (سیا و ماتسویی، ۲۰۰۲)

• استراتژی کاشت تأخیری (سیا و همکاران، ۱۹۹۷)

• مقایسه‌ی لاین‌های تحت تنش و بدون تنش به‌وسیله‌ی فرمول تعریف شده (سیلیم و ساکسنا، ۱۹۹۳؛ توکر و کاجیران، ۱۹۹۸)

• تونل‌های محافظت شده از باران (عبدالموللا و همکاران، ۱۹۹۹؛ امید و همکاران، ۱۹۹۹؛ لینک و همکاران، ۱۹۹۹). روش‌های یک تا پنج برای غربال‌گری در مقیاس‌های بزرگ مناسب هستند، اما سخت و وقت‌گیر می‌باشند (توکر و موتلو، ۲۰۰۱).

• به تأخیر انداختن پژمردگی سایه‌انداز گیاهی (تاج پوششی) در سویا (چالسون و همکاران، ۲۰۰۹)

• به تأخیر انداختن پیری برگ در لوبیا چشم‌بلبلی (هال و همکاران، ۲۰۰۲)

- تراکم کرک‌های روی برگ در سویا برای محیط‌های خشک (دوو و همکاران، ۲۰۰۹)
- توانایی بازیابی بعد از پژمردگی در نخود (توکر و همکاران، ۲۰۰۷ b)
- استفاده از تبعیض ایزوتوپ‌های مختلف کربن ($\Delta^{13}C$) در غربال‌گری، این روش برای برخی از لگوم‌ها شرح داده شده است (استودارد و همکاران، ۲۰۰۶؛ خان و همکاران، ۲۰۱۰)، اما برای هر نمونه هزینه‌ی بالایی به‌همراه دارد (توکر و موتلو، ۲۰۱۱).

۱-۲-۲- لگوم‌ها و تنش شوری

شوری یک تنش غیرزیستی عمده‌ی محدودکننده‌ی جوانه‌زنی، ویگور و عملکرد محصولات کشاورزی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (مانس و تستر، ۲۰۰۸؛ عبدالطیف و چاوکینگ، ۲۰۱۱؛ آگاروال و همکاران، ۲۰۱۲؛ احمد و پراساد، ۲۰۱۲ a، b، ۲۰۱۲؛ پورسل و همکاران، ۲۰۱۲؛ کاپور و همکاران، ۲۰۱۳؛ عبدالطیف و چاوکینگ، ۲۰۱۴). در حال حاضر تقریباً ۲۰ درصد زمین‌های آبی در سراسر جهان تحت تنش شوری قرار دارند، به‌خصوص در مناطق خشک بیابانی، که شامل ۲۵ درصد از مساحت کل کره‌ی زمین است (ینو، ۱۹۹۹؛ رسول و همکاران، ۲۰۱۳). شوری بالا گیاهان را به چندین روش تحت تأثیر قرار می‌دهد که در برگیرنده‌ی تنش آبی، سمیت یونی، اختلالات تغذیه‌ای، تنش اکسیداتیو، تغییر فرآیندهای متابولیکی، به‌هم‌ریختگی غشاها، کاهش تقسیم و توسعه‌ی سلولی و اختلالات ژنی می‌باشد (هاسگوا و همکاران، ۲۰۰۲؛ مانس، ۲۰۰۲؛ زو، ۲۰۰۷؛ شانکر و ونکاتسوارلو، ۲۰۱۱؛ گارسوی و همکاران، ۲۰۱۲؛ جاناگورامان و همکاران، ۲۰۱۳). این اثرات به‌همراه یکدیگر رشد، توسعه و بقای گیاه را کاهش می‌دهند (رسول و همکاران، ۲۰۱۳؛ حمید و همکاران، ۲۰۱۴).

حبوبات در مقایسه با غلات در برابر شوری نسبتاً حساس‌ترند، بنابراین کشاورزان نمی‌توانند کشت لگوم‌ها را در خاک‌های شور مورد توجه قرار دهند (ساکسنا و همکاران، ۱۹۹۳؛ توکر و موتلو، ۲۰۱۱؛ اگامبردیوا و لاگتنبگ، ۲۰۱۴). حساسیت لگوم‌ها شاید به‌خاطر تأثیرگذاری نمک روی فعالیت باکتری‌ها و تثبیت نیتروژن باشد (ماترن و همکاران، ۲۰۰۷؛ توکر و همکاران، ۲۰۰۷a؛ توکر و موتلو، ۲۰۰۱؛ اگامبردیوا و لاگتنبگ، ۲۰۱۴). تنش شوری منجر به کاهش رشد اندام‌های هوایی سویا، نخود، نخودفرنگی، باقلا و ماش سبز شده است (الشیخ و وود، ۱۹۹۵، ۱۹۹۰؛ دلگادو و همکاران، ۱۹۹۴؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۱؛ ساها و همکاران، ۲۰۱۰؛ رسول و همکاران، ۲۰۱۳).

عکس‌العمل تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در لاین‌های متحمل به شوری یونجه، روند روشنی را در رابطه با متابولیسم کربوهیدرات‌ها در گره‌ها نشان نمی‌دهد (بن و سالا و همکاران، ۲۰۰۹). به‌دلیل ارتقای سیستم دفاعی آنزیمی آنتی‌اکسیدان‌ها، گره‌های لوبیا (سالی و همکاران، ۲۰۰۸) و نخود (کاور و همکاران، ۲۰۰۹) تحمل بالاتری به تنش اسمزی و حضور نمک‌ها نشان دادند (آرس-ایگور و همکاران، ۲۰۱۱).

تنش شوری به‌طور قابل توجهی فعالیت نیتروژناز و آنزیم‌های فسفات (اسید و قلیایی) را در باقلا کاهش می‌دهد (رابیت و همکاران، ۲۰۰۵؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۱). اثر تنش شوری روی رشد و برخی از فعالیت‌های متابولیکی ماش سبز توسط ساها و همکاران (۲۰۱۰)، مورد بررسی قرار گرفت. این محققین نتیجه گرفتند که تنش شوری از رشد اولیه‌ی گیاهچه‌های ماش سبز جلوگیری می‌کند. همچنین، شوری از طریق کاهش محتوای کلروفیلی و نیز تجمع پرولین، مالون‌دی‌آلدید (MDA) و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) در ریشه و برگ‌های ماش سبز، به سیستم فتوسنتزی گیاه خسارت وارد می‌کند. علاوه بر این، تنش شوری باعث افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتکول پراکسیداز (CPX) و کاتالاز (CAT) در ریشه و برگ‌های ماش سبز شد. به‌تازگی رسول و همکاران (۲۰۱۳)، اظهار نمودند که به‌نظر می‌رسد تحمل ژنوتیپ‌های نخود (SKUA-۰۰۶ و SKUA-۰۰۷) به شوری با کارایی آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز (APX) و گلوکاتایون ردوکتاز (GR) در برابر تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مرتبط باشد، که در نهایت منجر به هومئوستازی ردوکس و حفظ یکپارچگی اجزای سلولی می‌شود. معیارهای مختلفی در غربال‌گری برای تحمل شوری استفاده شده‌اند که در برگیرنده‌ی جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن

خشک تولیدی، طول ساقه‌چه، بقای سلول، بیوماس گیاه، گره‌زایی، تعداد نیام، عملکرد دانه و نسبت پتاسیم به سدیم می‌باشند (توکر و همکاران، ۲۰۰۷ a؛ توکر و موتلو، ۲۰۱۱).

۱-۲-۳- لگوم‌ها و تنش غرقاب

غرقاب زمانی رخ می‌دهد که آب سریع‌تر از تخلیه‌ی آن توسط نیروی ثقل، وارد خاک شود. غرقاب یک عامل عمده و اصلی غیرزیستی است که باعث ایجاد خسارت در لگوم‌های تغذیه‌ای شده (توکر و موتلو، ۲۰۱۱؛ اشرف، ۲۰۱۲؛ ال‌النانی و همکاران، ۲۰۱۳) و اثرات منفی بر روی جوانه‌زنی، ظهور گیاهچه، رشد ریشه و ساقه و تراکم گیاهی تا بالای ۸۰ درصد دارد. به‌علاوه، باعث ایجاد بیماری در گیاهچه‌ها نیز می‌شود (توکر و موتلو، ۲۰۱۱).

وقتی بوته‌های ماش سبز تحت تأثیر غرقاب قرار گرفتند، فعالیت آن‌تی‌اکسیدان‌های آنزیمی مختلف مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوکاتایون ردوکتاز به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (احمد و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین، این محققین بیان نمودند که خسارات اکسیداتیو به‌طور مستقیم، در آسیب رساندن به دستگاه فتوسنتزی گیاهان تحت شرایط غرقاب شرکت ندارند. از سوی دیگر، افزایش در فعالیت آن‌تی‌اکسیدان‌های آنزیمی مختلف (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز) در ژنوتیپ‌های نخودکبوتری، هنگامی که تحت شدت‌های مختلف تنش غرقابی قرار گرفتند، ثبت شد (کوموتا و همکاران، ۲۰۰۹).

ال‌انانی و همکاران (۲۰۱۳)، یک آزمایش گلدانی با سه تکرار شامل ۷۵ و ۵۰ درصد کمبود آب و تنش غرقاب به میزان یک برابر ظرفیت زراعی، روی گیاه لوبیا چشم‌بلبلی انجام دادند. داده‌ها نشان داد که هر دو تنش به‌طور معنی‌داری وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی، تعداد گره در گیاه و فعالیت نیتروژناز را کاهش می‌دهد. متابولیت‌های آن‌تی‌اکسیدانی مانند ترکیبات فنلی، آسکوربیک اسید، پرولین و همچنین مالون‌دی‌آلدیید و پراکسید هیدروژن تحت خشکی و غرقاب به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. فعالیت آنزیم‌های آن‌تی‌اکسیدانی خاص نظیر سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز نیز تحت هر دو شرایط تنش مقدار معین و مشخصی داشت (ال‌انانی و همکاران، ۲۰۱۳).

غرقاب، سطح درونی مواد غذایی در قسمت‌های مختلف گیاه را کاهش می‌دهد (اشرف و همکاران، ۲۰۱۰، ۲۰۱۲). کمبود اکسیژن در ناحیه‌ی ریشه باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در نسبت جذب پتاسیم به سدیم شده و مانع از انتقال یون‌های پتاسیم به اندام‌های هوایی می‌گردد (اشرف و همکاران، ۲۰۱۲). هنگامی که یونجه تحت تنش غرقاب قرار گرفت، کاهش قابل توجهی در ترکیبات غذایی برگ و ریشه (فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، بور، مس و روی) ثبت شد (اسموتورست و همکاران، ۲۰۰۵). در بین لگوم‌های تغذیه‌ای نواحی سردسیری، باقلا در برابر غرقاب از عدس، نخودفرنگی و نخود بسیار مقاوم‌تر است (صدیق، ۲۰۰۰).

بسیاری از شیوه‌های مدیریتی مورد استفاده از جمله انتخاب چراگاه فرعی، زمان کاشت، مقدار بذر و زهکشی، اثرات غرقاب را کاهش می‌دهند (توکر و موتلو، ۲۰۱۱). همچنین، تنوع ژنتیکی در تحمل غرقاب در لگوم‌های تغذیه‌ای بسیار قابل توجه است (توکر و همکاران، ۲۰۰۷ a، توکر و موتلو، ۲۰۰۱).

۱-۲-۴- لگوم‌ها و تنش دمای بالا و پایین

دما یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار در عملکرد و کیفیت لگوم‌ها می‌باشد (کریستف و همکاران، ۲۰۱۱). تنش گرما اغلب به‌عنوان درجه حرارت‌های بالایی تعریف می‌شود که بعد از یک دوره‌ی معین قرار گرفتن در معرض آن، منجر به آسیب غیرقابل برگشت در عملکرد و توسعه‌ی گیاه می‌شود (باتاچاریا و ویجیالاکسمی، ۲۰۱۰؛ حسن‌الزمان و همکاران، ۲۰۱۳). گیاهان می‌توانند به‌وسیله‌ی دمای بالای روز و شب و دمای بالای هوا یا خاک آسیب ببینند. همچنین، گونه‌های زراعی و ارقام مختلف نسبت به دمای بالا حساسیت متفاوتی دارند. دمای بالا ممکن است اثر منفی روی فتوسنتز، تنفس، روابط آبی و پایداری غشاها و همچنین سطوح تعدیل‌کننده‌ی هورمون‌ها و متابولیت‌های اولیه و ثانویه داشته باشد. علاوه بر این، در تمام دوره‌ی حیات گیاه، افزایش ظهور انواع

پروتئین‌های شوک حرارتی، دیگر پروتئین‌های مرتبط با تنش و تولید گونه‌های فعال اکسیژن، پاسخ‌های اصلی و عمده‌ی گیاه به تنش گرما را تشکیل می‌دهند (باتاچاریا و ویجیالاکسمی، ۲۰۱۰؛ حسن‌الزمان و همکاران، ۲۰۱۳).

گونه‌های سردسیری یک‌ساله در برابر هوای گرم بسیار حساس‌تر از گونه‌های گرمسیری یک‌ساله هستند (هال، ۲۰۰۱). تنش گرما با کاهش سنتز اوربیدها و همچنين، کاهش سطح و فعالیت نیترات ردوکتاز و گلوتامات سینتاز، آسیمیلاسیون نیترات در لگوم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (هانگریا و وارگاس، ۲۰۰۰؛ کریستف و همکاران، ۲۰۱۱). در گره‌ها، تنش گرما شاید با اثر بر روی فعالیت نیتروژناز، منجر به کاهش کارآیی تثبیت نیتروژن یا تسریع پیری گره و در نتیجه کاهش طول عمر گره‌ها شود (بوردلیو و پرووست، ۱۹۹۴؛ هانگریا و وارگاس، ۲۰۰۰؛ کریستف و همکاران، ۲۰۱۱).

تنش سرما معمولاً برای گیاهان بومی یا کشت‌شده در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان، محدودکننده است. حساسیت گیاهان به تنش سرما بسیار متفاوت می‌باشد. گیاهان حساس به سرما به‌عنوان گیاهانی که در دماهای ۱۵ تا ۲۰ درجه‌ی سانتی-گراد بالاتر از دمای انجماد بافت‌ها، از بین می‌روند یا صدمه می‌بینند، تعریف می‌شوند (باتاچاریا و ویجیالاکسمی، ۲۰۱۰؛ حسن‌الزمان و همکاران، ۲۰۱۳). گیاهان مقاوم به سرما می‌توانند در دماهای نزدیک به صفر درجه‌ی سانتی‌گراد رشد کنند (باتاچاریا و ویجیالاکسمی، ۲۰۱۰؛ حسن‌الزمان و همکاران، ۲۰۱۳).

اوکتم و همکاران (۲۰۰۸)، اثرات تنش سرما و خشکی روی ویژگی‌های رشد و پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی اندام‌های هوایی و ریشه‌های گیاهچه‌های عدس بعد از قرار گرفتن در معرض خشکی و سرما (چهار درجه‌ی سانتی‌گراد) به‌مدت پنج روز را بررسی کردند. این محققین گزارش نمودند که طول و وزن تر اندام‌های هوایی، به‌طور معنی‌داری تحت شرایط هر دو تنش کاهش نشان می‌دهد، ولی در شرایط مشابه، شاخص‌های رشد ریشه افزایش می‌یابد. افزایش سطوح پرولین در اندام‌های هوایی و ریشه، تحت تنش سرما بسیار بارزتر بود. آسیب اکسیداتیو در نتیجه‌ی افزایش مالون‌دی‌آلدید و پراکسید هیدروژن در اندام‌های هوایی تحت تنش سرما به‌طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر بود. هر دو تنش منجر به افزایش معنی‌داری در سطوح مالون‌دی‌آلدید در بافت‌های ریشه شدند. فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در بافت اندام‌های هوایی و ریشه تحت تنش خشکی و سرما متفاوت بود. فعالیت کاتالاز در ریشه‌ها تحت تنش خشکی بالاتر بود، در حالی‌که فعالیت آسکوربات پراکسیداز در بافت‌های ریشه تحت تأثیر تنش سرما افزایش یافت (اوکتم و همکاران، ۲۰۰۸؛ باتاچاریا و ویجیالاکسمی، ۲۰۱۰).

۱-۲-۵- لگوم‌ها و اسیدپته‌ی خاک

تقریباً ۴۰ درصد زمین‌های قابل کشت دنیا به‌عنوان خاک‌های اسیدی در نظر گرفته می‌شوند (ولنتاین و همکاران، ۲۰۱۱). در اکوسیستم‌های طبیعی، اسیدپته‌ی خاک تعیین‌کننده‌ی میزان دسترسی مواد غذایی معدنی مانند فسفر است. همچنین، سطح و شدت سمیت عناصری مثل آلومینیوم، منگنز و آهن را تعیین می‌کند (ماتوکومار و همکاران، ۲۰۱۴). یون‌های آلومینیوم موجود در خاک‌های اسیدی،

- موجب القای تولید گونه‌های فعال اکسیژن و پراکسیداسیون لیپیدی می‌گردد، که در نهایت عملکرد محصول را در این خاک‌ها محدود می‌کند (یاماموتو و همکاران، ۲۰۰۲؛ ماتوکومار و همکاران، ۲۰۱۴) و
- منجر به سمیت غیرمستقیم از طریق کمبود کلسیم و منیزیم می‌شود (کینراید و همکاران، ۲۰۰۵؛ ماتوکومار و همکاران، ۲۰۱۴). به‌نظر می‌رسد گیاهان از طریق سه نوع مکانیسم متفاوت می‌توانند شرایط اسیدی را تحمل کنند، که شامل موارد زیر می‌باشند:
- خروج یون‌های سمی مثل آلومینیوم و منیزیم از آپکس (نوک) ریشه
- تحمل سطوح سمی آلومینیوم و منیزیم از طریق سمیت‌زدایی آن‌ها درسیم‌پلاسم گیاهی
- کارآیی بالا در جذب مواد غذایی از خاک‌های اسیدی (کوچیان و همکاران، ۲۰۰۴؛ بالر او و پرابو، ۲۰۱۳).

در بسیاری از سیستم‌های کشاورزی جهان، اسیدیته‌ی خاک یک عامل اصلی و عمده‌ی تأثیرگذار بر روی رشد و عملکرد لگوم‌ها است و شاید به‌خاطر اثر کمبود فسفر و سمیت آلومینیوم روی تثبیت همزیستی نیتروژن، به‌عنوان محدودیت اصلی مؤثر بر روی سهم لگوم‌ها در چرخه‌ی نیتروژن در نظر گرفته شود (ولنتاین و همکاران، ۲۰۱۱).

۱-۲-۶- لگوم‌ها و کمبود مواد غذایی

در خاک‌های کشاورزی، کمبود برخی از عناصر اثرات منفی روی تثبیت نیتروژن لگوم‌ها و در نتیجه بر روی عملکرد می‌گذارد. توکر و موتلو (۲۰۱۱)، گزارش نمودند که در سراسر جهان، کمبود نیتروژن و فسفر به‌ترتیب موجب کاهش عملکرد نخود به‌میزان ۷۹۰۰۰ و ۶۵۳۰۰۰ تن در سال شده است. در اغلب خاک‌های زیر کشت لگوم‌ها، نیتروژن و فسفر در سطح کم یا متوسط می‌باشد. در حالی که، پتاسیم برای رشد مناسب این گیاهان معمولاً به اندازه‌ی کافی در دسترس است اگر چه، در برخی از خاک‌ها می‌تواند کمبود داشته باشد (سرینواسارو و همکاران، ۲۰۰۳). خاک‌های اسیدی ($pH < 5/5$) عموماً از لحاظ عناصر کلسیم و منیزیم دچار کمبود هستند.

کمبود گوگرد در خاک‌هایی با بافت سبک در هندوستان گزارش شده است و کاربرد ۲۰ کیلوگرم گوگرد به‌ازای هر هکتار در این نوع خاک‌ها توصیه می‌شود (سرینواسارو و همکاران، ۲۰۰۳). کمبود گوگرد در خاک‌های آهکی با pH در حدود هشت و یا بالاتر دیده می‌شود (توکر و همکاران، ۲۰۱۱). کمبود آهن در بسیاری از لگوم‌ها مانند نخود، عدس، لوبین، نخودفرنگی، لوبیا و سویا ثبت شده است (ارسکین و همکاران، ۱۹۹۳؛ توکر و همکاران، ۲۰۱۰).

سمیت آلومینیوم موجب کاهش تثبیت همزیستی نیتروژن می‌گردد، از دلایل این پدیده می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مهار رشد ریزوبیوم‌ها در خاک،
 - تعویق گره‌زایی و
 - تغییر احتمالی در متابولیسم اسیدهای آلی (ولنتاین و همکاران، ۲۰۱۱).
- سمیت یا کمبود بور موجب جلوگیری از رشد طبیعی در نخود و باقلا شد (ویودی و همکاران، ۱۹۹۲؛ پولیان و المحمد، ۱۹۹۵). توکر و موتلو (۲۰۱۱)، گزارش نمودند که حساسیت نسبی گونه‌های لگوم به کمبود روی، در لوبیا نسبت به سویا بیشتر است (آلووی، ۲۰۰۹). عدس، نخود و نخودفرنگی نسبت به کمبود روی بسیار حساس‌تر از دانه‌های روغنی و غلات هستند (تایواری و ویودی، ۱۹۹۰). کارآیی متفاوت روی در بین ژنوتیپ‌های مختلف لوبیای چشم‌بلیبی سفید گزارش شده است (جولی و براون، ۱۹۹۱؛ مورگان و گرافتون، ۱۹۹۹). کمبود روی منجر به تأخیر رسیدگی نیام در لوبیا می‌شود (بلای لاک، ۱۹۹۵).

۱-۳- اصلاح حبوبات سردسیری