



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات برنج کشور



دستنامه فنی

زراعت باقلا (*Vicia faba*) در تناوب با برنج در شالیزار

نگارندگان:

دکتر محمد ربیعی و دکتر مینا ابراهیمی

محقق و کارشناس موسسه تحقیقات برنج کشور

زمستان ۱۴۰۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات برنج کشور

زراعت باقلا (*Vicia faba* L.) در تناوب با برنج در شالیزار

نگارندگان:

دکتر محمد ربیعی و دکتر مینا ابراهیمی
محقق و کارشناس موسسه تحقیقات برنج کشور

زمستان ۱۴۰۲

نشریه‌ی شماره‌ی ۸۹

حق چاپ برای موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور محفوظ است.

انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

عنوان نشریه: زراعت باقلا (*Vicia faba* L.) در تناوب با برنج در شالیزار

نوع اثر: دستنامه فنی

نگارندگان: محمد ربیعی، مینا ابراهیمی

ناشر: انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

ویراستاران علمی: حمیدرضا قربانی، رمضان سرپرست، الهیار فلاح

ویراستار ادبی: مهدی جلائیان

صفحه آرای: شهربانو حمیدزاده و فاطمه فرح‌دهر

طراحی جلد: مهدی جلائیان

چاپ اول: ۱۴۰۲

تیراژ: ۱۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان

شماره‌ی ثبت: ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی به شماره‌ی ۶۴۸۱۹ و تاریخ ۱۴۰۲/۱۱/۱۱ می‌باشد.

نشانی: رشت، کیلومتر ۵ جاده تهران، موسسه تحقیقات برنج کشور، صندوق پستی: ۱۶۵۸، کد پستی: ۴۱۹۹۶-۱۳۴۷۵

تلفن: ۰۱۳۳۳۶۹۰۰۵۲، دورنگار: ۰۱۳۳۳۶۹۰۰۵۱، وبسایت: <http://berenj.areeo.ac.ir>

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۴	۱- مقدمه
۵	۱-۱- اهمیت کشت باقلا به عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار
۶	۲- باقلا
۶	۱-۲- تاریخچه و مبدا باقلا
۷	۲-۲- سطح زیر کشت و تولید باقلا در ایران و جهان
۸	۳-۲- اهمیت اقتصادی باقلا
۸	۴-۲- ارزش غذایی و کیفیت باقلا
۹	۵-۲- گیاهشناسی باقلا
۱۱	۳- ارقام
۱۴	۱-۳- استاندارد گواهی بذر باقلا
۱۴	۳-۱-۱- استانداردهای ملی گواهی بذر باقلا
۱۵	۴- نیازهای اقلیمی باقلا
۱۶	۵- مدیریت زراعی
۱۷	۵-۱- شرایط ایده آل خاک
۱۷	۵-۱-۱- نوع خاک
۱۷	۵-۱-۲- دمای خاک
۱۷	۵-۲- تاریخ کاشت
۱۹	۵-۳- اندازه بذر
۲۰	۵-۴- میزان بذر
۲۱	۵-۵- تلقیح بذر
۲۲	۶- کاشت باقلا
۲۳	۶-۱- خاکورزی
۲۳	۶-۱-۱- کم خاکورزی
۲۴	۶-۱-۲- بدون خاکورزی
۲۵	۷- داشت باقلا
۲۵	۷-۱- آبیاری
۲۵	۷-۱-۱- لزوم زهکشی برای کشت دوم در اراضی شالیزاری
۲۶	۸- مدیریت تغذیه باقلا
۲۷	۸-۱- نیتروژن (N)
۲۹	۸-۲- فسفر (P)
۳۰	۸-۳- پتاسیم (K)

۳۲	 ۸-۴- روی (Zn)
۳۳	 ۸-۵- منیزیم (Mg)
۳۳	 ۸-۶- گوگرد (S)
۳۴	 ۸-۷- مولیبدن (Mo)
۳۴	 ۸-۸- تثبیت بیولوژیک نیتروژن
۳۵	 ۹- آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز باقلا
۳۵	 ۹-۱- بیماری‌ها
۳۵	 ۹-۱-۱- لکه شکلاتی (<i>Botrytis fabae</i>)
۳۷	 ۹-۱-۲- بلایت آسکوچیتایی یا برق‌زدگی باقلا
۳۸	 ۹-۱-۳- لکه قهوه‌ای باکتریایی (<i>Pseudomonas syringae</i>)
۳۸	 ۹-۱-۴- کپک پودری (<i>Erysiphe cichoracearum</i>)
۳۹	 ۹-۱-۵- پوسیدگی فوزاریومی ریشه (<i>Fusarium solani</i>)
۳۹	 ۹-۱-۶- کنترل بیماری
۴۰	 ۹-۲- آفات
۴۰	 ۹-۲-۱- شته سیاه باقلا (<i>Aphis fabae</i>)
۴۱	 ۹-۲-۲- حلزون‌ها و راب‌ها
۴۱	 ۹-۳- علف‌های هرز
۴۲	 ۹-۳-۱- کنترل علف‌های هرز
۴۳	 ۱۰- برداشت
۴۵	 ۱۱- ذخیره و نگهداری بذر
۴۵	 ۱۲- باقلا در سیستم‌های کشت
۴۸	 ۱۳- نتیجه‌گیری
۴۹	 ۱۴- تحقیقات آینده
۵۰	 ۱۵- خلاصه دستورالعمل
۵۳	 منابع

پیش گفتار

با توجه به روند روبه رشد جمعیت کشور و عملکرد بالای گیاه باقلا، کشت آن در اراضی شالیزاری می تواند به عنوان یکی از منابع مهم غذایی جهت تأمین امنیت غذایی مناسب باشد. باقلا سومین محصول مهم از حبوبات فصل سرد است که در بیش از ۵۰ کشور تحت شرایط کشت دیم و آبی رشد می کند. این گیاه تحت سیستم های مختلف زراعی به عنوان دانه خشک، غلاف های سبز، خوراک دام و کود سبز در سرتاسر جهان تولید می شود. بذرهای رسیده و خشک آن، دارای ارزش غذایی و قابلیت نگهداری خوبی هستند و یکی از مهم ترین منابع غذایی سرشار از پروتئین (۳۰-۴۲ درصد)، هیدروکربن (۵۱-۵۴ درصد)، مواد سلولزی (۷-۵ درصد)، چربی (۱/۴-۰/۷ درصد) و اسیدهای آمینه اصلی شامل لیسین، آرژنین و متیونین می باشد.

اراضی شالیزاری در استان های شمالی کشور، از جمله مناطق مستعد برای کشت دوم بعد از برنج در پاییز به شمار می روند. کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزارها، علاوه بر ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان، سبب تولید محصول زراعی زمستانه مهم در شش ماه دوم سال می شود. باقلا یکی از محدود گیاهانی است که می توان آن را در مناطق معتدل، ارتفاعات و تحت شرایط نسبتاً خنک تحت عنوان محصول دوم کشت کرد. بی تردید تغییر نظام کشت بدون در نظر گرفتن جنبه های مختلف زراعی ورود محصولات جدید امکان پذیر نمی باشد. از این رو در این دستنامه سعی شده است، جنبه های مختلف کشت باقلا در اراضی شالیزاری پس از برداشت برنج مورد بررسی قرار گیرد.

۱- مقدمه

با افزایش جمعیت و بالا رفتن نیاز به مواد غذایی، افزایش تولید محصولات کشاورزی غیرقابل اجتناب می باشد. یکی از روش های افزایش تولید محصولات کشاورزی، افزایش بهره برداری از زمین طی مدت معین از طریق جایگزین نمودن سیستم های چندکشتی در سال به جای سیستم تک کشتی می باشد. طول فصل رشد، میزان دسترسی به آب، ویژگی های خاک و اقلیم، تعیین کننده تعداد و نوع گیاهانی است که می توانند پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری در قالب نظام های چندکشتی مورد استفاده قرار گیرند (تبریزی، ۱۳۹۴). استان گیلان از جمله مناطق مستعد برای کشت دوم بعد از برنج در پاییز به شمار می رود. یکی از مهم ترین نیازها در استفاده از سیستم های دو یا چند کشتی، حفظ منابع آب و خاک از آلودگی ناشی از مصرف بی رویه نهاده های شیمیایی و همچنین حفظ و ارتقای حاصلخیزی خاک در درازمدت است (شهدی کومله و همکاران، ۱۳۹۶).

حبوبات دانه ای منبع مهم و ارزان قیمتی برای پروتئین هستند که با دارا بودن توانایی تثبیت

نیتروژن به طور همزیست، نقش حیاتی در اکوسیستم های کشاورزی بازی می کنند. نتایج یک بررسی نشان داد که تأمین نیتروژن خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (BNF^۱) یکی از منابع اصلی نیتروژن در تولید برنج است. مزایای حاصل از قرار گرفتن حبوبات در تناوب با سایر محصولات، معادل مقادیر مختلف نیتروژن به کار رفته می باشد. گیاه باقلا از جمله حبوبات مهم زراعی است که می تواند در تناوب با گیاه برنج که کشت اصلی در استان های شمالی کشور می باشد، کشت شود (ربیعی و جیلانی، ۱۳۹۴). توان زیاد باقلا برای تثبیت بیولوژیک نیتروژن، سرمادوست بودن و در نتیجه امکان کاشت به صورت پاییزه و به تبع آن نیاز کم یا حتی نداشتن نیاز به آبیاری در مناطق شمالی کشور و برداشت زودهنگام در بهار از ویژگی هایی است که می تواند حائز اهمیت باشد و لذا با گسترش کاشت آن، می توان پایداری سیستم های زراعی مبتنی بر برنج را بهبود بخشید.

۱-۱- اهمیت کشت باقلا به عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار

مناطق شمالی کشور با دارا بودن آب و هوایی معتدل، زمین های مستعد کشاورزی، خاک های غنی برای کشت محصولات زراعی و باغی از ویژگی های منحصر به فردی در بخش کشاورزی برخوردار می باشند (کشاورز و همکاران، ۱۳۸۹). این استان ها شامل استان های گیلان، مازندران و گلستان با توجه به شرایط مساعد اقلیمی، تولیدکننده اصلی برنج در کشور با مساحت حدود ۴۹۶ هزار هکتار می باشند که از این مقدار می توان به حدود ۲۳۸۰۰۰ هکتار اراضی شالیزاری در استان گیلان اشاره کرد که به عنوان یک ظرفیت بالقوه در کشت دوم به شمار می آید. با وجود این، علی رغم پتانسیل بالای این اراضی جهت کشت محصولات دوم، متأسفانه در بیشتر این اراضی فقط پنج ماه از سال برنج کشت می شود و بعد از آن بدون استفاده رها می شوند (ربیعی و مدرسی، ۱۴۰۰). از این رو به منظور بهره گیری از منابع و توانمندی های طبیعی و اقتصادی و جهت خروج از کشت تک محصولی برنج، رعایت تناوب زراعی، پایداری تولید زراعت برنج، ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان، کشت محصولات زراعی پس از برداشت برنج، گامی موثر در جهت افزایش بهره وری از این اراضی و دستیابی به الگوی کشت مناسب در اراضی شالیزاری محسوب می شود. محصولات مختلفی را می توان به عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری مورد استفاده قرار داد که از جمله آن ها می توان به گیاه باقلا اشاره نمود. باقلا گیاه بسیار مناسبی در تناوب با غلات است که علاوه بر افزودن نیتروژن به خاک و اصلاح ساختمان خاک، با کاهش جمعیت نماتدها، شکستن چرخه بسیاری از بیماری های متداول غلات و تثبیت بیولوژیک نیتروژن موجب کاهش مصرف کود نیتروژنه و کاهش مصرف سموم کشاورزی در تناوب با کشت غلات می شود (جلنیک و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به آشنایی کشاورزان شمالی با

فرهنگ کشت و کار و مصرف باقلا و همچنین عملکرد بالا و سودآوری اقتصادی آن، گیاه باقلا به عنوان گیاهی مهم و متداول در مناطق شمال کشور، می تواند پس از برداشت برنج به عنوان کشت دوم مورد توجه کشاورزان قرار گیرد. در راستای رسیدن به این هدف، در برنامه ابلاغی از سوی وزارت جهاد کشاورزی (۹۴ هزار هکتار) برای اجرای برنامه کشت دوم در استان گیلان در سال ۱۴۰۱، این برنامه در سطحی معادل ۸۰ هزار هکتار از اراضی شالیزاری کشت دوم اجرا شد که در این میان باقلا با ۳۴۰۰ هکتار پس از راتون، سبزیجات برگی و غده ای و لوبیا، بیشترین سطح زیر کشت را داشت (آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، ۱۴۰۱). همچنین با توجه به افزایش قیمت پروتئین حیوانی و در نتیجه کاهش مصرف آن در سبد تغذیه ای خانواده های ایرانی، پیش بینی می شود مصرف حبوبات به عنوان یک کالای جایگزین در سال های آینده به مقدار زیادی افزایش یابد و این موضوع می تواند بر اهمیت کشت باقلا در کشور و از جمله در اراضی شالیزاری تأثیرگذار باشد.

۲- باقلا

۲-۱- تاریخچه و مبدا باقلا

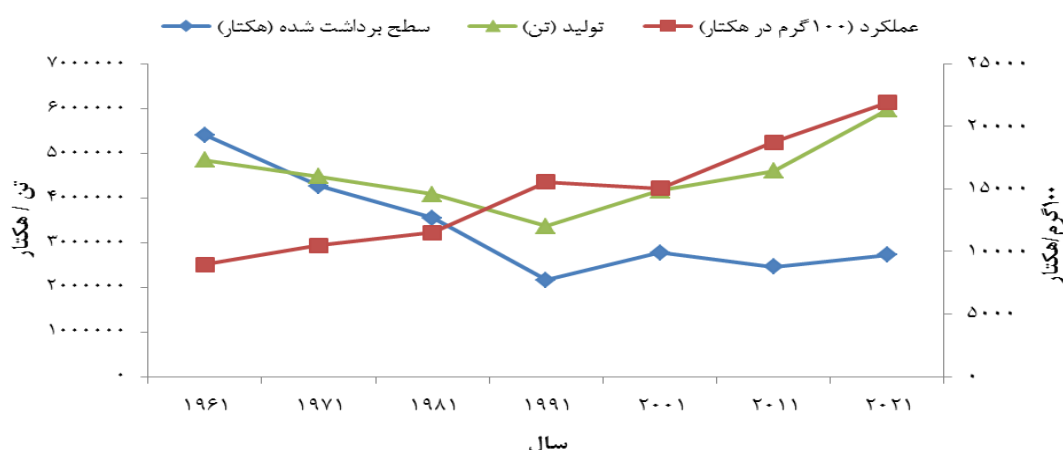
باقلا با نام علمی (*Vicia faba* L.) از خانواده لگومینوز (*Leguminosae*) است. خاستگاه اصلی آن جنوب غربی آسیا می باشد و به عنوان یک محصول زمستانه در سطح وسیع در مناطق گرمسیری با زمستان ملایم کشت می شود و یکی از معدود گیاهانی است که می توان آن را در مناطق معتدل، ارتفاعات و تحت شرایط نسبتاً خنک، به عنوان محصول دوم کشت کرد. باقلا یکی از قدیمی ترین گیاهان دنیای قدیم است که کشت آن در کشورهای آفریقایی و آسیایی به منظور تغذیه انسان معمول بوده و در قسمت های مختلف اروپا و جزیره بریتانیا کشت آن هم زمان با عصر برنز دیده شده است. بذره های این گونه، از محل های مربوط به عصر نوسنگی در اسپانیا و اروپای شرقی و همچنین مکان های عصر مفرغ در سوئد و ایتالیا کشف شده است (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). باقلا توسط یونانیان و رومی های قدیم و همچنین مصریان کشت شده و در سال ۲۸۰۰ قبل از میلاد مسیح به چین برده شده است و در سال ۱۴۲۸ میلادی در دنیای جدید پراکنده شد. نمونه های ماقبل تاریخ آن دارای بذره های خیلی ریزی است و برای خوراک دام نیز کشت می شود. منشا باقلا اروپا و آسیای غربی است، در حالی که دی کاندول^۱ آفریقای شمالی و نیز جنوب دریاچه خزر را موطن اصلی این گیاه می داند. گزارشات دیگر مناطق ساحلی مدیترانه و خاور نزدیک و میانه را مرکز اولیه باقلا سبز معرفی می کنند (پیوست، ۱۳۸۵). به عبارتی منشا باقلا به دوران ماقبل تاریخ در خاورمیانه مرتبط بوده که به طور

سنتی به عنوان منبع اصلی پروتئین در تغذیه انسان و حیوانات مورد استفاده قرار می‌گرفت (مولتاری و همکاران، ۲۰۱۵). در زبان انگلیسی اسامی زیادی از جمله باقلای دانه درشت، باقلای دانه متوسط و باقلای دانه‌ریز به آن اطلاق می‌شود. از این خانواده تعداد گونه‌های زیادی در سراسر جهان پراکنده است. برآوردهای کنونی از ۱۶۰۰۰ تا ۱۹۰۰۰ گونه در ۷۵۰ جنس در این خانواده است (چاکراورتی و همکاران، ۲۰۱۳).

۲-۲- سطح زیر کشت و تولید باقلا در ایران و جهان

باقلا جزو قدیمی‌ترین بقولات اهلی شده در جهان است که تولید سالانه آن در دنیا بیش از ۵ میلیون تن است. این گیاه در میان حبوبات جایگاه مهمی دارد و در بیش از ۵۰ کشور جهان کشت می‌شود. کشورهای چین، ایتالیایی، انگلیس، فرانسه، استرالیا و مصر از بزرگترین تولیدکنندگان این محصول به‌شمار می‌روند. در سال ۲۰۲۱ بیش از ۲/۷ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی جهان به کشت باقلا اختصاص یافته که تولید جهانی آن ۵/۹۶ میلیون تن برآورد شده است (شکل ۱). به‌طور کلی، از سال ۱۹۶۱ تاکنون سطح زیر کشت این محصول ۵۰ درصد کاهش یافته، ولی به‌علت افزایش تقریباً دو برابری عملکرد در واحد سطح، تولید آن افزایش یافته است. کشور چین با ۲۸/۳۵ درصد سهم کل تولید جهانی در مقام اول و ایتالیایی و انگلستان به‌ترتیب با ۱۸/۲۷ و ۱۱/۶۴ درصد در مقام‌های دوم و سوم قرار دارند. البته مبدا باقلا دانه درشت شمال آفریقا و باقلا دانه‌ریز ناحیه مدیترانه‌ای جنوب غربی آسیا ذکر شده است (فائو، ۲۰۲۳).

در ایران از دیرباز حبوبات پس از غلات به‌عنوان دومین منبع غذایی جامعه مورد توجه بوده‌است. کشور ایران از لحاظ کشت و تولید باقلا مقام دوازدهم را در جهان دارا می‌باشد. سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۲۶ هزار هکتار است که بیش از ۳۳۸ هزار تن باقلا با عملکرد دانه ۲۲۳۵ کیلوگرم باقلا در هر هکتار تولید می‌شود. باقلا عمدتاً در استان‌های گلستان، خوزستان، لرستان، اصفهان، کاشان، مازندران و گیلان کشت می‌شود (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۰).



شکل ۱- روند سطح زیر کشت، عملکرد و میزان تولید باقلا طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۲۱ (فائو، ۲۰۲۳)

۲-۳- اهمیت اقتصادی باقلا

تقریباً دو سوم ساکنین زمین با فقر غذایی و سوء تغذیه روبرو هستند که مهم‌ترین نقص غذایی مربوط به کمبود پروتئین می‌باشد. در کشورهای عقب مانده و درحال توسعه به‌دلیل کمبود منابع پروتئین حیوانی و فقر اقتصادی، عمده نیاز پروتئین از منابع گیاهی به‌ویژه حبوبات تامین می‌شود که عمده‌ترین منابع پروتئین گیاهی محسوب می‌شوند (باقری و همکاران، ۱۳۸۰).

این گیاه علاوه بر نقش بسزایی که در تأمین نیازهای پروتئینی و تثبیت نیتروژن اتمسفری دارد، به‌عنوان منبع درآمد کشاورزان، سودآوری و کارکردهای مثبت اقتصادی- اجتماعی از ارزش بالایی در کشاورزی و تغذیه برخوردار است. به‌طوری‌که از نظر اهمیت اقتصادی در خانواده حبوبات در رتبه چهارم بعد از لوبیا و نخود فرنگی و نخود قرار دارد. (اسدی و همکاران، ۱۴۰۱). از نظر میزان سودآوری گیاه باقلا در هر هکتار، برآورد انجام شده در سال ۱۴۰۱ بیانگر آن است که با هزینه تولید باقلا ۲۷۷/۸ میلیون ریال در هکتار (هزینه‌های کاشت، داشت و هزینه اجاره زمین) و میانگین عملکرد ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار و قیمت فروش ۳۵۰ هزار ریال هر کیلوگرم، می‌توان به درآمد ناخالصی در حدود ۶۳۰ میلیون ریال و سود خالص ۴۰۲ میلیون ریال دست یافت (شیخ و همکاران، ۱۴۰۲).

۲-۴- ارزش غذایی و کیفیت باقلا

پروتئین حبوبات نزدیک به دو برابر میزان پروتئین موجود در غلاتی مانند گندم است. افزون بر این پروتئین حبوبات و غلات مکمل هم بوده و در مجموع می‌توانند مقادیر کافی از همه‌ی اسیدهای آمینه‌ی ضروری را فراهم کنند (مک‌درموت و وایات، ۲۰۱۷). به‌طوری‌که حبوبات در کشورهای درحال توسعه برای بیشتر مردم به‌عنوان منبع اصلی پروتئین شناخته می‌شود.

باقلا به‌صورت دومنظوره در تغذیه انسان و دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. حبوبات بعد از غلات به‌عنوان مهم‌ترین منبع غذایی بشر، به‌خصوص از نظر پروتئین به‌شمار می‌آیند. دانه بالغ این گیاه شامل حدود ۴۵ درصد نشاسته و حدود ۳۰ درصد پروتئین است که مورد مصرف انسان و دام قرار می‌گیرد (علی و همکاران، ۲۰۱۶). در تغذیه انسان حدود ۳۲ درصد پروتئین، ۳۳ درصد چربی و ۷ درصد از کربوهیدرات‌های موردنیاز از این منبع تأمین می‌شود. در تغذیه دام، ۳۸ درصد پروتئین گیاهی و ۵ درصد کربوهیدرات از این منبع تأمین می‌شود. پروتئین نقش مهمی در تامین مواد پروتئینی مورد نیاز بشر دارد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). دانه باقلا سرشار از فسفر، کلسیم و آهن است. باقلا حاوی ۳۰-۴۳ درصد پروتئین شامل اسیدهای آمینه لیزین، متیونین، آرژنین و غیره می‌باشد. همچنین باقلا منبع غذایی با ارزش برای تولید نشاسته، سلولز و سایر عناصر غذایی برای انسان و

بعضی از حیوانات می‌باشد (هسیسفرگالری و همکاران، ۲۰۰۳). نبود اسیدهای آمینه‌ی گوگرددار مانند متیونین، سیستئین و تریپتوفان، نقص پروتئین دانه باقلا محسوب می‌شود که چنانچه همراه با غلات مصرف شود، کمبود اسیدهای آمینه آن جبران خواهد شد (مجنون‌حسینی، ۱۳۸۷). مصارف دارویی باقلا فراوان است، به‌شکل دم‌کرده، گل و ریشه آن برای تسکین دردهای مفصلی و رماتیسم، درمان سنگ کلیه و مثانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. باقلا دارای ترکیباتی نظیر گلوکوزید، ویسین و کان‌ویسین است که بخشی از ترکیبات فاویسم هستند و بیماری کم‌خونی همولوتیک را در انسان ایجاد می‌کنند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

باقلا به‌دلیل دارا بودن سیستم ریشه‌ای گسترده و جلوگیری از فرسایش خاک، گیاه مفیدی محسوب می‌شود. این گیاه، علوفه قابل توجهی (حدود ۲۰ تا ۴۰ تن در هکتار ماده سبز با پروتئین بالا) تولید می‌کند که از آن می‌توان به‌عنوان گیاه پوششی استفاده کرد. در کنار فواید و مزایایی که دارد، دارای برخی فاکتورهای ضد تغذیه‌ای نظیر مهارکننده‌های پروتئاز مانند تریپسین، هم‌اگلوتینین، گلوکزیدها، ساپونین، لاتروچین و سیانوجنیک نیز می‌باشد. بااین‌حال، وجود این مواد در قسمت‌های مختلف باقلا (گل، برگ، دانه و پوسته‌ی دانه) سبب خاصیت ضدباکتریایی قوی این گیاه شده است (پیوست و خورسندی، ۲۰۰۷).

۲-۵- گیاهشناسی باقلا

باقلا با نام علمی (*Vicia faba* L.) از خانواده بقولات است که قابل کشت در پاییز و بهار می‌باشد. در زبان فارسی به این گیاه، باقلا و در زبان انگلیسی نام‌های مختلفی بر آن نهاده‌اند، که Broad bean، Faba bean، Horse bean و Field bean از آن جمله‌اند. باقلا گیاهی یک‌ساله از خانواده Fabacea با رشد درون‌خاکی^۱، ساقه چهارگوش و برگ‌ها مرکب که روی ساقه به‌طور متناوب قرار می‌گیرد و عاری از پیچک است. ارتفاع آن بیشتر از یک متر (۱۳۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر) است که با شروع رشد زایشی تمایل به ادامه رشد رویشی در آن دیده می‌شود (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸). انواع پاکوتاه آن معمولاً دارای قدرت پنجه‌زنی زیادی است، انواع پابلند حداکثر دارای دو ساقه است. ریشه قوی و پرانشعاب می‌تواند در زمین‌های نرم و رسی تا یک متر نیز نفوذ کند. ریشه‌های باقلا دارای برجستگی‌هایی است که حاوی باکتری به‌خصوصی به‌نام ریزوبیوم می‌باشد که در افزایش نیتروژن خاک مؤثر است. باقلا دارای ساقه‌های ایستاده، ماشوره‌ای، توخالی، بدون کرک و پربرگ است (بکری و همکاران، ۲۰۱۱). هر برگ شامل ۶-۲ برگچه بیضی شکل است. گل‌آذین کوتاه به‌صورت خوشه مرکب و به‌هم فشردگی و در محور برگ‌ها واقع شده است. هر خوشه شامل ۶-۱ گل است. گل‌ها در گره‌های بالایی به‌علت رقابت فتوسنتز انتهایی ساقه‌های در حال رشد و نیز در شرایط

تراکم شدید بوته‌ها کمتر تشکیل می‌شوند (پیوست، ۱۳۸۵). گل‌های باقلا درشت و به‌رنگ‌های صورتی (گونه‌های وحشی)، قرمز، بنفش و قهوه‌ای است که لکه‌های سیاه یا ارغوانی و بنفش با خال‌های سیاه روی آن مشاهده می‌شود. رنگ زمینه گلبرگ سفید است و در بسیاری از ژنوتیپ‌ها، رنگ دانه‌های آنتوسیانین در بال وجود دارد. دو ژن باعث ایجاد نقاط رنگی در بال می‌شوند و به‌طور ژنتیکی با وجود تانن در ارتباط است (شکل ۲). در برخی منابع اشاره شده است که میزان تانن با مقادیر ویسین و کویسین^۱ همبستگی مثبت، مستقیم و معنی‌داری دارد. مرکز ایکاردا در سال‌های اخیر تولید ارقامی با تانن کم را گسترش داده است و در اروپا اولین و مهم‌ترین هدف به‌نژادی تولید ارقام صفر و دو صفر باقلا از لحاظ میزان تانن است (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸).

گرده افشانی به‌صورت دگرگشتن با میزان ۲۰ تا ۸۰ درصد گزارش شده است. در هر گره معمولاً تعداد ۲ تا ۴ عدد میوه تولید می‌شود که در داخل آن تعداد ۳ تا ۶ عدد دانه وجود دارد. وزن صد دانه باقلا بین ۳۵ تا ۲۰۰ گرم متغیر می‌باشد. گرمای زیاد می‌تواند باعث اختلالات رشد جنین شود که نتیجه آن افتادن گل‌ها و یا کم شدن دانه در غلاف است. میوه، غلافی پوشیده از کرک به‌طول ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر است.

رنگ دانه‌های تازه، سبز است و از نظر شدت رنگ دانه به سه دسته روشن، متوسط و تیره تقسیم می‌شوند. با رسیدن دانه‌ها، پوست غلاف‌ها ضخیم شده و رنگ آن به‌علت اکسیداسیون تیروزین^۲ سیاه می‌شود (پیوست، ۱۳۸۵).

باقلا گیاهی دیپلوئید با ۱۲ کروموزوم ($2n=2X=12$) متعلق به تیره لگومینوز و زیرخانواده پروانه‌آسا می‌باشد. گونه‌های باقلا عبارتند از:

۱. زیرگونه پائو سی جیگا^۳ شامل چند رقم هندی می‌باشد.

۲. زیرگونه او فابا^۴ که در اروپا و آسیا یافت می‌شود و به سه واریته تقسیم می‌شود:

الف- واریته مینور^۵ با بذرهای کوچک، گرد، و بالشی شکل به‌نام‌های تیک‌پی (Tick pea) و پی‌جن بین (Pigeon bean)

ب- واریته ای اوینا^۶ با بذرهای متوسط، بالشی شکل، ۱/۵ سانتی‌متر به‌نام هورس بین (Horse bean)

ج- واریته ماژور^۷ با بذرهای بزرگ، پهن، مسطح و طول متوسط ۲/۵ سانتی‌متر و غلاف‌های بلند با نام‌های برد بین (Board bean) یا فابا بین (Faba bean) (مجنون حسینی، ۱۳۸۷).

۱- ویسین (Vicine) و کویسین (Covicine) دو ماده موجود در دانه و پوسته دانه و عامل ایجادکننده فاویسم در باقلا است.

2. Tyrosin
3. Pauciguga
4. eu-faba
5. minor
6. eu-uina
7. major



شکل ۲- گیاهشناسی باقلا (منبع: وب سایت Go Botany: Native Plant Trust)

۳- ارقام

همانند سایر محصولات، انتخاب واریته یا رقم مستلزم دستیابی به تعادل بین سازگاری با یک محیط خاص، تحمل بیماری، هدف از کشت و بازارپسندی است (زند و کیلی و همکاران، ۲۰۱۹). واریته‌های باقلا از نظر اندازه و رنگ دانه به میزان قابل توجهی متفاوت هستند. انواع دانه‌های کوچک (*Vicia faba* L. subsp. *minor*) که باقلا کنه یا تیک (tick bean) نامیده می‌شوند، معمولاً برای تغذیه حیوانات و کشت پوششی استفاده می‌شوند. انواع دانه‌ها با اندازه متوسط و بزرگ (*V. faba* subsp. *major*) باقلا پهن (broad bean) نامیده می‌شود و معمولاً به عنوان باقلا خشک و سبز استفاده می‌شود (کرپون و همکاران، ۲۰۱۰). اگرچه ارقام جدید در استرالیا، اروپا و کانادا غالب هستند، نژادهای بومی به طور گسترده در بسیاری از کشورها کشت شده و ترکیبی از گونه‌های بومی و جدید را ایجاد کرده‌اند. در سال ۲۰۱۴، سه رقم باقلا پرمحصول Hudeiba93، Basabeer و Ed-Damer در سودان معرفی شد که گرمای تا ۳۵ درجه سلسیوس را تحمل می‌کنند. این ارقام

عملکرد باقلا در سودان را تا ۴۰ درصد افزایش داده و در حال حاضر رقم غالب در مزارع کشاورزان این کشور هستند. همچنین در نیوانگلند، در حال حاضر رقم ویندزور (Windsor) رقم غالب مورد کشت توسط کشاورزان می باشد (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۷).

در ایران نیز دو نوع رقم باقلا کشت می شود: ارقام دانه درشت و ارقام دانه متوسط که بسته به بازار مصرف و سازگاری در مناطق مختلف کشت می شوند. رقم برکت به سبب عملکرد بالا و بازارپسندی و بهرغم حساسیت به بیماری ها، رقم غالب در استان های شمالی و استان اصفهان است. این رقم در سال ۱۹۸۷ تحت پوشش برنامه های به نژادی بین المللی ایکاردا در ایران تولید و معرفی شد (شکل ۳). در سال های اخیر ارقام جدیدی توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شدند که در این میان می توان به رقم فیض (مناسب تازه خوری)، رقم شادان (مناسب برداشت مکانیزه، لپه سبز و خوراک دام) و رقم مهتا (اولین رقم کم تانن باقلا کشور، مقاوم به بیماری، قابل برداشت مکانیزه، مناسب تغذیه انسان، جیره طیور و خوراک دام و آبزیان) اشاره کرد (شکل ۴). رقم های دانه ریز در مناطق سردسیری کشت می شوند و رقم های دانه متوسط تا درشت مخصوص مناطق مدیترانه ای، گرمسیری و نیمه گرمسیری هستند. رقم های اصلاح شده باقلا برای مناطق جنوبی کشور (خوزستان و فارس) شامل باقلای زهره، الجزایری، شامی، شاخ بزی و سرازیری هستند.



رقم برکت

- ✓ زودرس
- ✓ پربازده با عملکرد بالا
- ✓ دانه درشت
- ✓ طول غلاف بلند (۲۵ تا ۳۰ سانتی متر)
- ✓ تعداد بذر در غلاف ۷ عدد
- ✓ تیپ بوته ایستاده و قوی
- ✓ بازارپسندی مناسب

شکل ۳- رقم برکت (اصلی)



رقم شادان

- ✓ پتانسیل عملکرد دانه: ۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار
- ✓ مقاوم به بیماری‌های لکه برگ باقلا
- ✓ پایداری عملکرد، تعداد غلاف در بوته بالا،
- ✓ ایستا بودن، قابلیت برداشت مکانیزه علوفه و دانه
- ✓ یکنواختی غلاف‌ها، درصد پروتئین بالاتر، بالا بودن نسبت دانه به غلاف و مناسب جهت مصرف به صورت لپه



رقم مهتا

- ✓ مقاوم به بیماری
- ✓ درصد پروتئین بالا و تانن پایین
- ✓ عملکرد زیاد
- ✓ تعداد غلاف در بوته زیاد
- ✓ تیپ بوته ایستاده
- ✓ مقاومت به ریزش دانه
- دانه متوسط مناسب جهت مصرف به صورت لپه سبز



رقم فیض

- ✓ طول غلاف زیاد (تعداد دانه در غلاف ۶-۹ عدد)
- ✓ زودرسی
- ✓ بالا بودن نسبت دانه به غلاف
- ✓ شاخص برداشت بالا
- ✓ عملکرد بالا

شکل ۴- ارقام جدید باقلا (عکس از دکتر فاطمه شیخ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان)

بنابراین، ارزیابی ارقام برای صفاتی مانند عملکرد بالا و ویژگی‌های مورفولوژیکی مناسب، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در اختیار محققان و پرورش دهندگان باقلا قرار دهد. علاوه بر این، معرفی باقلا با اندازه بذر کوچکتر ممکن است منجر به پذیرش باقلا به عنوان یک گیاه پوششی کارآمد در تثبیت نیتروژن شود.

۳-۱- استاندارد گواهی بذر باقلا

تولید و توزیع بذر با کیفیت بالا یکی از ضروریات تولید پایدار کشاورزی است. کیفیت بذر دربرگیرنده ویژگی‌هایی مانند درصد جوانه‌زنی، بنیه بذر، خلوص ژنتیکی و اصالت رقم، خلوص فیزیکی و سلامت بذر می‌باشد. دستیابی به کیفیت بالای بذر و حفظ آن هدف هر تولیدکننده حرفه‌ای بذر است و تجربه نشان داده که سیستم کنترل و گواهی بذر راه مؤثری برای کنترل و حفظ کیفیت بذر می‌باشد.

باقلا در زمره مهم‌ترین بقولات دانه‌ای جهان رده‌بندی می‌شود که دانه خشک آن دارای ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین و مقادیر زیادی عناصر معدنی و ویتامین‌هاست. باقلا توانایی تثبیت ۱۳۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن را داراست و از این رو یکی از بهترین گیاهانی است که می‌تواند به عنوان کود سبز مصرف شود. افزایش میزان تولید و ارتقای کیفیت بذر گواهی‌شده باقلا از طریق انجام بازدیدهای مزرعه‌ای و آزمون‌های آزمایشگاهی می‌تواند نقش مهمی در بهبود جایگاه بذر گواهی‌شده این محصول داشته باشد (دیوسالار و درویشی، ۱۳۹۷).

۳-۱-۱- استانداردهای ملی گواهی بذر باقلا

جدول ۱- استانداردهای ملی مزرعه تولید بذر باقلا (دیوسالار و درویشی، ۱۳۹۷)

طبقه بذری			عوامل
پیش پایه (سوپرالیته)	پایه (الیه)	گواهی شده	
۳	۲	۲	تناوب (حداقل سال)
۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	فاصله مزرعه از سایر مزارع (حداقل متر)
۱:۱۰۰۰	۳:۱۰۰۰	۵:۱۰۰۰	سایر ارقام (حداکثر بوته)
۰	۰	۱:۱۰۰۰	علف‌های هرز غیرمجاز (گل جالیز) تعداد در مترمربع
۱:۱۰۰	۲:۱۰۰	۵:۱۰۰	سایر علف‌های هرز (حداکثر تعداد بوته در مترمربع)
۰	۰/۵	۱	ویروس بذرزاد نخودفرنگی (PSBMV)
۰	۰/۵	۲	برق زدگی
-	-	-	لکه شکلاتی

ادامه جدول ۱- استانداردهای ملی آزمایشگاهی تولید بذر باقلا (دیوسالار و درویشی، ۱۳۹۷)

طبقه بذر			عوامل
گواهی شده	پایه (الیت)	پیش پایه (سوپرالیت)	
۹۵	۹۸	۹۸	خلوص فیزیکی (حداقل درصد)
۵	۲	۲	مواد جامد (حداکثر درصد)
۰/۲	۰	۰	بذر سایر محصولات (درصد)
۰	۰	۰	حداکثر تعداد بذر علف‌های هرز غیر مجاز (گل جالیز) در یک کیلوگرم
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱	حداکثر بذر سایر علف‌های هرز (درصد)
۸۰	۸۰	۸۵	حداقل قوه نامیه (درصد)
۱۲	۱۲	۱۲	حداکثر رطوبت بذر (درصد)
۱	۰/۵	۰	ویروس بذرزاد نخودفرنگی (PSBMV)
۱	۰/۴	۰	برق زدگی

۴- نیازهای اقلیمی باقلا

دامنه کشت این گیاه بسیار وسیع بوده و از ۹ درجه تا بیش از ۴۰ درجه عرض شمالی و از نزدیک سطح دریا تا بیش از ۲۰۰۰ متر بالای سطح دریا گسترده شده است. بنابراین باقلا در شرایط رژیم‌های مختلف حرارتی و فتوپریودیک می‌تواند به‌خوبی رشد کند. کشت زمستانه آن در منطقه نیمه گرمسیری با زمستان ملایم، مناطقی با آب و هوای گرمسیری و همچنین تا ارتفاع بالاتر از ۱۲۰۰ متر از سطح دریا رایج است. در بین ارقام باقلا، طبقه‌بندی اکولوژی وسیعی وجود دارد. این گیاه محصول فصل خنک است و تا ۵- درجه سلسیوس را تحمل می‌کند. در بعضی منابع حداقل دمای جوانه زنی بذر باقلا ۲ تا ۳ درجه سلسیوس ذکر شده است. انواع مدیترانه‌ای آن سازگاری خوبی در کشت زمستانه دارند. این نوع باقلا برای رشد مطلوب به دمای متوسط ۱۸ تا ۲۸ درجه سلسیوس نیازمند بوده و عکس‌العمل مطلوبی به کشت زود زمستانه دارند. تأخیر در کشت باقلا به دلیل افزایش دما در مرحله‌ی باروری باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در بازدهی و تولید محصول آن‌ها خواهد شد. اکوتیپ اروپایی باقلا در کاشت بهاره و زمستانه در نواحی معتدله سازگاری دارد. شرایط دمایی مناسب برای نوع اروپایی کم‌وبیش مشابه نوع مدیترانه‌ای باقلا است و برای کشت زمستانه از مناطق معتدل که زمستان نسبتاً ملایم و دمایی حدود ۲ درجه سلسیوس بدون یخبندان شدید و طولانی که به‌دنبال آن بهار و تابستان گرم و خشکی دارند مناسب هستند. این نوع باقلای زمستانه به ارتفاعات کم و آب و هوای مدیترانه‌ای سازگار نبوده و محصول کمتری تولید می‌کند، حتی اگر در اوایل زمستان کشت شده باشد.

دمای کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس موجب افزایش تعداد روزهای جوانه‌زنی در باقلا خواهد شد. با افزایش درجه حرارت محیط تعداد برگ‌های بوته باقلا زیاد می‌شود و نسبت افزایش برگ‌ها در بوته در انواع بهاره باقلا طی مراحل اولیه رشد به حداکثر درجه حرارت روزانه بستگی زیادی دارد. عمل فتوسنتز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، وقتی که دما از ۱۵ درجه به ۳۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد، به حداکثر مقدار خود می‌رسد. ولی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس از کارایی فتوسنتز تا حدود ۲۰ درصد کاسته می‌شود. مقدار مناسب درجه حرارت شبانه طی مراحل مختلف رشد باقلا متغیر است. تا مرحله ۲ تا ۴ برگ، افزایش طول ساقه در بالاترین دمای شبانه یعنی ۲۰ درجه سلسیوس همراه با طول روز ۱۲ ساعت و دمای روزانه ۲۰ درجه سلسیوس سریع‌تر خواهد شد. کاهش دمای شبانه برای رشد باقلا مناسب بوده و بالاترین عملکرد دانه در دمای شبانه ۱۰ درجه سلسیوس به‌دست می‌آید.

ارتفاع و وزن خشک بوته در انواع بهاره باقلا با افزایش رژیم حرارتی (ترکیب دمای شبانه روز) به‌نحو نامطلوبی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. رژیم حرارتی ۲۰ درجه سلسیوس در روز و ۱۰ تا ۱۵ درجه سلسیوس در شب موجب تسريع گل‌دهی می‌شود. افزایش یا کاهش این رژیم حرارتی گل‌دهی باقلا را به تاخیر می‌اندازد. در دمای یکنواخت بالای ۳۲ درجه سلسیوس گل‌دهی در انواع بهاره و زمستانه باقلا متوقف می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). چنانچه باقلای دیرکشت در مرحله رشد زایشی در معرض افزایش دما قرار بگیرد، موجب کاهش محصول در ژنوتیپ‌های مختلف خواهد شد. دمای منفی ۴ تا ۵ درجه سلسیوس موجب ۵۰ درصد کاهش عملکرد در انواع زمستانه باقلا شده است. انواع بهاره به‌نظر از شدت رشد و نمو سریع‌تر و مقدار فتوسنتز بیشتری نسبت به انواع زمستانه برخوردارند. بنابراین به یخبندان حساسیت بیشتری نشان می‌دهند. بررسی‌های مختلف نشان داده که باقلا در سال‌های مرطوب محصول بیشتری نسبت به سال‌های خشک داشته است. باقلا در آب و هوای مرطوب خوب رشد می‌کند و در دوره رشد و نمو خود بسته به شرایط آب و هوایی به ۳ تا ۵ بار آبیاری نیاز دارد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). بنابراین وجود آب و هوای مرطوب در مناطق تحت کشت برنج در اراضی شالیزاری شمال کشور می‌تواند برای کشت باقلا به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج بسیار حائز اهمیت باشد.

۵- مدیریت زراعی

مدیریت زراعی در باقلا شامل عملیاتی است که برای به‌دست آوردن بهترین محصول در سیستم‌های کشاورزی از طریق بهبود کیفیت خاک، بهبود مصرف آب، مدیریت بقایای محصول و بهبود محیط‌زیست و مدیریت بهتر کوددهی می‌باشد (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹). برخی از مهم‌ترین عوامل دخیل در بهبود مدیریت زراعی در کشت باقلا در زیر توضیح داده شده است.

۵-۱- شرایط ایده آل خاک

۵-۱-۱- نوع خاک

باقلا در خاک‌های ریزبافت بهترین رشد را دارد اما تقریباً هر نوع خاکی را تحمل می‌کند (جنسن و همکاران، ۲۰۱۰). در خاک‌های رسی آهکی با حاصلخیزی مناسب و مقدار کافی آهک که بتواند رطوبت را برای مدت زیادی در خود نگه دارند، مقدار محصول بیشتری تولید می‌کنند. نوع زمستانه باقلا در خاک‌هایی که بافت آن‌ها به نسبت سنگین بوده و به خوبی زهکشی شده باشد، رشد می‌کنند. خاک‌های سبک، فقیر، اسیدی و کم عمق جهت کشت باقلا مناسب نیست (مجنون‌حسینی، ۱۳۸۷). باقلا در خاک‌های سیلت‌لوم با زهکشی خوب بهترین عملکرد را دارد. لوم‌های شنی نیز مناسب هستند اما نیاز به آبیاری مکرر دارند. این محصول ممکن است در خاک‌هایی که به سرعت خشک می‌شوند دچار تنش رطوبتی شود زیرا باقلا ریشه‌های نسبتاً کم عمقی دارد.

در مناطقی با بارش نسبتاً زیاد خاک‌ها اسیدی هستند. بنابراین، آهک برای کشت باقلا در زمانی که سطح pH خاک زیر ۶ باشد، مورد نیاز است. باقلا نسبت به دوره کوتاه غرقابی مقاوم می‌باشد (تکلایین و همکاران، ۲۰۱۶). pH ایده آل خاک برای رشد باقلا بین ۶/۰ تا ۶/۵ است (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹).

۵-۱-۲- دمای خاک

باقلا یکی از معدود حبوبات فصل سرد است و می‌تواند دمای سرد خاک را بهتر از اکثر حبوبات دانه‌ای تحمل کند. تلاش‌های محققان برای انتخاب ارقامی با توانایی جوانه‌زنی بذر در دمای کمتر از ۱۵ درجه سلسیوس خاک موفقیت‌هایی را نشان داده است (سینگ و جوهر، ۲۰۰۵). سرعت جوانه‌زنی بهتر در ارقام دانه‌درشت نسبت به دانه‌ریزها در دمای ۱۲/۵ درجه سلسیوس گزارش شده است (کانگ و همکاران، ۲۰۰۸). دمای مطلوب برای رشد گیاه به‌ویژه در مراحل توسعه گل و غلاف، ۲۰-۱۵ درجه سلسیوس است. گل‌های باقلا به شرایط گرم و خشک حساس بوده و در صورتی که دما از ۳۲ درجه سلسیوس تجاوز کند، سقط می‌شوند. بنابراین، هوای خنک طولانی‌مدت در بهار برای رشد غلاف عملکرد بالا ایده آل است.

۵-۲- تاریخ کاشت

شرایط آب و هوایی در طول دوره رشد رویشی باقلا اهمیت زیادی دارد. تاریخ کشت نامناسب منجر به برخورد دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط نامناسبی از نظر طول روز و یا دما می‌شود. کاهش دوران رشدی یا برخورد دوره‌های حساس رشد گیاه با شرایط نامناسب دمایی، می‌تواند منجر به کاهش رشد رویشی، اجزای عملکرد و یا حتی مرگ گیاه شود (ربیعی و

جیلانی، ۱۳۹۳). در مناطق معتدل باقلا به‌عنوان محصول زمستانه یا بهاره کشت می‌شود که در آن دما و طول روز به‌طور قابل توجهی با شرایط زمستانی در محیط‌های مدیترانه‌ای متفاوت است (لونا-اورثا و همکاران، ۱۹۹۶). در فصل رشدهای طولانی، گیاهان اغلب تراکم کم را با تولید تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر جبران می‌کنند (میرشکاری و همکاران، ۲۰۱۲؛ اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین، چرخه رشد یعنی کشت پاییزه در مقابل کاشت بهاره، تا حد زیادی بر طول دوره رویشی و در نتیجه ماده خشک نهایی تأثیر می‌گذارد. هنگامی که فصل رشد طولانی‌تر باشد، گیاهانی که در تراکم کم رشد می‌کنند، می‌توانند به‌طور موثر جمعیت‌های گیاهی کمتر را با ایجاد تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر جبران کنند. به‌طور کلی، کاشت زودتر باقلا در بهار که رطوبت و دمای کمتری را تجربه می‌کند، اغلب منجر به عملکرد غلاف و کیفیت میوه بالاتر می‌شود. همچنین فرصت تولید دو منظوره، هم به‌عنوان محصول پرسود و هم به‌عنوان محصول پوششی فراهم می‌شود. کاشت زودهنگام همچنین کشاورزان را قادر می‌سازد تا دو محصول را در یک فصل رشد بکارند.

ربیعی و جیلانی (۱۳۹۳) گزارش کردند، کاشت باقلا در تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۵ مهرماه، به‌دلیل بیشتر بودن عملکرد دانه و پروتئین در اراضی شهرستان رشت قابل توصیه می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۵- پروژه تحقیقاتی تعیین بهترین تاریخ کاشت، میزان بذر و فاصله خطوط کشت باقلا به‌عنوان کشت دوم بعد از برداشت برنج در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور (اصلی)

در بررسی دو تاریخ کشت ۱۰ و ۲۵ آبان بر عملکرد غلاف سبز باقلای رقم برکت در شهرستان رشت، گزارش شد که بالاترین عملکرد، در تاریخ کشت ۱۰ آبان به دست آمد (هاشم آبادی و صداقت حور، ۱۳۸۵). تأخیر در تاریخ کاشت باقلا در شرایط اقلیمی گیلان منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد. در بررسی سه تاریخ کشت ۱۱ و ۲۴ دی و ۱۳ بهمن روی باقلا در اردن اثبات شد که تأخیر در تاریخ کشت منجر به کاهش عملکرد شد و بالاترین عملکرد غلاف در تاریخ کشت اول به دست آمد (تاواها و تورک، ۲۰۰۱). طی بررسی اثر سه تاریخ کشت اوایل آبان، اواخر آذر و اوایل بهمن بر گیاه باقلا در سوریه، گزارش شد که کشت زودهنگام، سبب افزایش معنی داری در عملکرد دانه باقلا شده و حداکثر عملکرد باقلا در تاریخ کشت اوایل آبان به دست آمد (اویس و همکاران، ۲۰۰۵). شاد و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر هشت تاریخ کشت (۲۹ شهریور تا ۶ دی با فاصله ۱۷ روز یک کشت) و چهار تراکم گیاه باقلا گزارش نمودند که این تیمارها بر صفاتی چون روز تا گلدهی، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته و عملکرد دانه اثر معنی داری داشتند. همچنین تاریخ کاشت زودتر بیشترین تعداد دانه در غلاف و بیشترین ارتفاع بوته را تولید نمود. بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۲ مهر و تراکم ۴۵ بوته در مترمربع به دست آمد. تأخیر در کاشت بهاره باقلا باعث همزمانی مرحله گلدهی با دمای بالا در تابستان می شود که نه تنها تعداد گل ها و غلاف های سقط شده را افزایش می دهد، بلکه باعث تشدید بیماری باکتریایی لکه شکلاتی می شود (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۵).

۵-۳- اندازه بذر

باقلا به عنوان محصولی با بذر درشت در نظر گرفته می شود، اما اندازه بذر آن در بین واریته ها و ارقام بسیار متفاوت می باشد (جدول ۱). همچنین در هر رقم، اندازه ی بذر بسته به محل غلاف متفاوت است. بذور باقلا براساس وزن هر دانه به صورت بزرگ ($< 1/0$ گرم در دانه)، متوسط ($1/0 - 0/5$ گرم در دانه) و کوچک ($> 0/5$ گرم در دانه) طبقه بندی می شوند (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۵). به طور سنتی در سطح مزرعه، تراکم جمعیت مطلوب با میزان بذر تعیین می شود که در درجه اول به تعداد بذر در واحد وزن (کیلوگرم) مربوط است (گراهگن و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین اصلاح گران به اهمیت بذور بزرگتر در تولید محصولات غذایی پی برده و سال هاست که به اصلاح این صفت می پردازند. تصور کلی براین است که بذور بزرگتر دارای ذخایر غذایی بیشتری بوده و بنابراین سریع تر جوانه می زنند. لذا قدرت و عملکرد بالاتری نسبت به بذور کوچکتر در همان رقم دارند (پاتل و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، استفاده از بذور کوچکتر می تواند با کاهش میزان بذر مورد نیاز در واحد سطح، هزینه های تولید را به میزان قابل توجهی کاهش دهد (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۷). این امر

به‌ویژه هنگامی که باقلا به‌عنوان گیاه پوششی یا به‌عنوان دومنظوره رشد می‌کند، اهمیت دارد. از این‌رو برای اهداف کشت پوششی، کاشت واریته‌هایی با بذور کوچک توصیه می‌شود. در مطالعه‌ای دو ساله توسط اعتمادی و همکاران (۲۰۱۹)، گزارش شد که در رقم Windsor تفاوت عملکرد معنی‌داری بین اندازه‌های بذر وجود داشت. بذور بزرگ (غلایف‌های پایین) تعداد غلاف بیشتری نسبت به بذور کوچک و متوسط تولید کردند. در واقع می‌توان نتیجه گرفت، واریته‌هایی با بذور بزرگتر نسبت به واریته‌هایی با بذور کوچکتر عملکرد بیشتری داشتند. باین‌حال، حتی در یک رقم، اندازه بذور ممکن است به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد (شکل ۶) این عمدتاً به‌این‌دلیل است که غلاف‌های پایینی که ابتدا روی غلاف‌ها ظاهر می‌شوند، بذور بزرگتری نسبت به آن‌هایی که در قسمت‌های میانی یا بالایی گیاه قرار دارند تولید می‌کنند.



شکل ۶- تفاوت در اندازه بذر در یک رقم (عکس از فاطمه اعتمادی، دانشگاه ماساچوست، آمریکا)

۵-۴- میزان بذر

در اکثر حبوبات، تعیین تراکم مطلوب یک فاکتور مهم زراعی است که نه‌تنها بر عملکرد نهایی، بلکه بر میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نیز تأثیر می‌گذارد. تراکم گیاه بر توسعه کانوپی، رهگیری تشعشع، تولید ماده خشک، تبخیر- تعرق، رقابت علف‌های هرز، توسعه بیماری‌ها، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و مسائل اقتصادی تولید محصول در یک سیستم کشاورزی تأثیرگذار است. هنگامی که از حبوبات به‌عنوان گیاه پوششی استفاده می‌شود، باید حداقل ۴۰۰۰ تا ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار زیست‌توده تولید کند تا نیتروژن کافی قابل دسترس برای تامین نیاز نیتروژن محصول بعدی فراهم شود (پار و همکاران، ۲۰۱۱).

تراکم باقلا در دامنه گسترده‌ای از ۲۵۰۰ تا ۴۰۰۰ بوته در هر هکتار، بسته به رقم (اندازه

بذر) و منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، در مدیریت محصول، تنها به اندازه بذر بدون توجه به نوع گیاه‌شناسی اشاره می‌شود. مانند سایر محصولات دانه‌ای، واکنش باقلا به افزایش تراکم جمعیت به صورت منحنی سهمی است. باین‌حال، به دلیل هزینه بالای بذر، تراکم اقتصادی جمعیت باید برای توصیه به کشاورزان در نظر گرفته شود. صرف‌نظر از اندازه بذر، عملکرد باقلا بسته به اندازه بذر در جمعیت‌های مختلف به حداکثر عملکرد خود می‌رسد. هرچه بذر کوچکتر باشد، برای رسیدن به حداکثر عملکرد به جمعیت گیاهی بیشتر و در حدود ۳۰۰۰۰ بوته در هکتار نیاز است. لازم به ذکر است که باقلا وقتی در تراکم‌های کمتر از حد مطلوب رشد می‌کند، تمایل به تولید شاخه‌های جانبی بیشتری دارد (شکل ۷). شاخه‌های جانبی اغلب به اندازه ساقه اصلی پربار نیستند، بنابراین، میزان بذر باید برای کاهش تعداد شاخه‌های جانبی تنظیم شود و آن‌ها را به ۲-۳ شاخه در هر بوته محدود کرد تا عملکرد به حداکثر برسد (لوپز-بلیدو و همکاران، ۲۰۰۵). بین میزان بالای بذر و رطوبت بالا در داخل کانوپی همبستگی وجود دارد. لذا با توجه به این واقعیت که باقلا در رطوبت بالا به بیماری‌ها حساس‌تر است، تراکم‌های بالا نه تنها از نظر عملکرد بالاتر بلکه حساسیت به بیماری‌ها نیز باید مورد ارزیابی قرار گیرند (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹). ربیعی و جیلانی (۱۳۹۳) گزارش کردند، کاشت باقلا در فواصل کشت ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر و مقدار بذر ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به دلیل بیشتر بودن عملکرد دانه در اراضی شالیزاری شهرستان رشت قابل توصیه می‌باشد.



شکل ۷- تشکیل شاخه‌های جانبی در تراکم‌های پایین در باقلا
(عکس از فاطمه اعتمادی، دانشگاه ماساچوست، آمریکا)

۵-۵- تلقیح بذر

باقلا به عنوان یک لگوم قادر است مقدار قابل توجهی نیتروژن را از طریق رابطه همزیستی با باکتری ریزوبیوم تثبیت کند. باکتری‌ها وارد تارهای کشنده ریشه گیاه میزبان شده و باعث ایجاد گره

در ریشه آن می‌شوند (شکل ۸). گیاه میزبان کربن و قندهای آلی را در اختیار باکتری‌های درون گره‌ها قرار می‌دهد و در مقابل باکتری‌ها نیتروژن اتمسفر را به اشکال نیتروژن قابل استفاده برای گیاهان تبدیل می‌کنند. حداکثر سود از این رابطه همزیستی زمانی اتفاق می‌افتد که نیتروژن موجود در خاک کم باشد و سطوح رطوبت و دمای خاک برای رشد طبیعی گیاهچه از زمان کاشت تا زمانی که گیاهچه‌ها به‌خوبی مستقر شوند، کافی باشد. سطح بالای نیتروژن در خاک از گره‌زایی مناسب جلوگیری می‌کند زیرا باقلا ترجیح می‌دهد از نیتروژن خاک استفاده می‌کنند (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹). ریزوبیوم‌ها می‌توانند چندین سال در خاک زندگی کنند. با این حال، کارآمدترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن ممکن است در بین باکتری‌هایی که زنده می‌مانند نباشند. اگرچه باکتری‌های ریزوبیوم به مدت ۳ تا ۵ سال در خاک زنده می‌مانند، توصیه می‌شود برای دستیابی به حداکثر تثبیت نیتروژن، بذرها هر سال تلقیح شود. بذرها باقلا باید با *R. leguminosarum* cv. *viciae* تلقیح شوند (عبدالله و همکاران، ۲۰۱۴). بذرها باید درست قبل از کاشت تلقیح شوند تا به محض ظهور ریشه‌ها، تعداد زیادی از ریزوبیوم‌ها آماده شروع فرآیند آلودگی باشند. این ریزوبیوم‌ها می‌توانند به سرعت ریشه‌ها را آلوده کرده و فرآیند گره‌سازی را آغاز کنند (ماکودی و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل ۸- گره‌های ریشه باقلا (عکس از فاطمه اعتمادی، دانشگاه ماساچوست، آمریکا)

۶- کاشت باقلا

باقلا به‌طور سنتی مستقیماً در خاک کاشته می‌شود. با این حال، برای اطمینان از کاشت زودهنگام در مناطقی با طول فصل کوتاه‌تر، به جای کاشت مستقیم می‌توان از نشاکاری بهره برد. در چنین مناطقی، نشاکاری فرصتی را برای چندکشتی فراهم کرده و از بروز برخی بیماری‌ها مانند

لکه شکلاتی (*Botrytis fabae*) جلوگیری می‌کند (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۸). نشاکاری گیاهچه‌ها مزایای دیگری از جمله عملکرد بالاتر، بقای بهتر، گلدهی زودرس و برداشت زودتر را فراهم می‌کند (لی و همکاران، ۲۰۱۸).

باقلا یک محصول فصل خنک است و می‌تواند تا ۹- درجه سلسیوس را تحمل کند. کشاورزان مناطق شمالی جهت کشت باقلا که اصطلاحاً آن را باقلای مازندرانی می‌گویند در اواسط مهر و آبان اقدام به شخم زمین با ادوات کشاورزی از قبیل گاوآهن و تیلر نموده و پس از افزودن کودهای پایه شامل فسفات آمونیوم، سولفات پتاسیم و اوره با استفاده از دیسک و روتیواتور عملیات تسطیح زمین را انجام می‌دهند. روش‌های کاشت باقلا به سه طریق شیاری، دست‌پاش و دست‌نشان صورت می‌پذیرد.

بذر باقلا باید در عمق حدود ۵-۷ سانتی‌متری کاشته شود. فاصله بین بوته‌ها در ردیف‌های کاشت زمانی که عرض ردیف ۷۶ سانتی‌متر باشد ۱۵ سانتی‌متر و در فاصله ردیف ۳۸ سانتی‌متری، ۲۳ سانتی‌متر است. این ترتیب کاشت حدود ۲۸۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ بوته در هکتار را فراهم می‌کند. تحقیقات نشان داد که ردیف‌های ۳۸ سانتی‌متری نسبت به ردیف‌های ۷۶ سانتی‌متر به‌طور متوسط ۱۵ درصد عملکرد بهتری داشتند (اعتمادی همکاران، ۲۰۱۵). به‌طور کلی فاصله ردیف‌ها با توجه به منطقه مورد کاشت بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

اگرچه حساسیت باقلا نسبت به لوبیا به شرایط ماندابی کمتر می‌باشد اما تجربه کشاورزان موفق نشان داده که احداث زهکش جهت جلوگیری از ماندابی شدن زمین و خروج زه‌آب می‌تواند در سبز شدن یکنواخت و رشد و نمو بوته‌ها نقش حائز اهمیتی ایفا کند.

لازم به ذکر است که یکی از پارامترهای اصلی موفقیت در کشت کلیه محصولات دوم در شالیزار انتخاب بافت مناسب خاک و عدم وجود شرایط ماندابی در مزرعه می‌باشد. از این رو احداث زهکش‌های سطحی جهت جلوگیری از غرقابی شدن اراضی تحت کشت محصولات دوم می‌تواند در توسعه و موفقیت تولید این محصولات بسیار مهم باشد.

۶-۱- خاک‌ورزی

۶-۱-۱- کم‌خاک‌ورزی^۱

کم‌خاک‌ورزی به هر سیستمی که با شدت و فعالیت کمتری نسبت به خاک‌ورزی مرسوم انجام شود، گفته می‌شود. در این سامانه‌ی خاک‌ورزی، به‌منظور کاهش انرژی مصرفی، حفظ ساختمان و

رطوبت خاک، تعداد و شدت عملیات خاک‌ورزی کاهش یافته و از ادوات خاک‌ورزی که نیروی کمتری به‌ازای واحد سطح نیاز دارند، به‌جای ادوات سیستم خاک‌ورزی مرسوم، استفاده می‌شود. در این روش پس از کاشت، ۱۵ تا ۳۰ درصد سطح خاک با بقایای گیاهی پوشیده می‌شود (زابلستانی، ۱۳۹۷).

تهیه بستر بذر با روتیواتور برای تهیه بستر نهایی بذر در یک مرحله کار (کم‌خاک‌ورزی)، طراحی شده است. اگر روتیواتور در شرایط مناسب به‌کار گرفته شود، می‌تواند جایگزین ارزشمندی برای گاوآهن و دیسک باشد. باتوجه به سنگین بودن بافت خاک و بارندگی‌های زیاد پس از برداشت برنج در پاییز، انجام شخم کامل در اراضی شالیزاری، علاوه بر مصرف انرژی و هزینه‌های مرتبط با آن می‌تواند باعث تأخیر یا گاهی از دست دادن فصل کشت و نیز فشردگی و تخریب ساختمان خاک شود. ازسویی، به‌علت بارندگی زیاد، رس بالا و رطوبت زیاد خاک، تردد تراکتور به‌راحتی امکان‌پذیر نیست. بنابراین، جهت کشت محصولات زراعی بعد از محصول برنج، که مستلزم نوعی کاهش خاک‌ورزی به‌دلیل محدودیت زمانی برای تهیه بستر محصول دوم است، می‌توان از عملیات کم‌خاک‌ورزی (یک یا دوبار روتیواتور در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری خاک) استفاده نمود (ربيعی و رجبیان، ۱۳۹۰). نتایج تحقیقات در خاک‌های شالیزاری بیانگر آن است که کم‌خاک‌ورزی به‌دلیل کاهش هزینه‌های تولید، نیروی کار، مصرف انرژی و استفاده بهینه از زمان، تردد کمتر ماشین و استفاده بهتر از منابع خاک دارای قابلیت جایگزینی با سیستم متداول خاک‌ورزی (شخم با گاوآهن برگردان‌دار + استفاده از روتیواتور) برای کشت گیاهان در تناوب با برنج را دارد (ربيعی و همکاران، ۲۰۲۱).

۶-۱-۲- بدون خاک‌ورزی^۱

سامانه‌ی زراعی بدون خاک‌ورزی یا بی‌خاک‌ورزی روشی است که در آن بذر در زمینی کاشته می‌شود که خاک‌ورزی (اولیه یا ثانویه) روی آن اجرا نشده باشد. این عمل با استفاده از دستگاه‌های مخصوص به نام ماشین‌های کاشت مستقیم یا کارنده‌ی بی‌خاک‌ورزی یا کاشت بدون خاک‌ورزی صورت می‌گیرد (یوسفی و حسینی، ۱۳۹۹). از مهم‌ترین مشکلات کشت بدون خاک‌ورزی، رشد علف‌های هرز و غرقابی شدن مزارع در خاک‌هایی است که مشکل زهکشی دارند، از این‌رو توصیه می‌شود که علف‌های هرز در این روش به‌طور ویژه مدیریت شوند و در مناطقی کشت شوند که دارای زهکشی مناسب و مرتفع‌تر هستند (نصیری و ربيعی، ۱۳۸۲).

۷- داشت باقلا

کشاورزان شالیکار، عموماً در مرحله داشت باقلا، عملیات وجین دستی برای مبارزه با علف هرز و پخش کود سرک را انجام می‌دهند. مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز و عملیات سله‌شکنی به‌ندرت در مزارع کشت دوم صورت می‌گیرد. در هنگام گلدهی و ابتدای تشکیل غلاف در باقلا، تأمین رطوبت کافی جهت افزایش عملکرد باقلا ضروری می‌باشد. اگرچه وجود بارندگی‌های مناسب در مناطق شمالی باعث عدم نیاز به انجام آبیاری می‌شود، اما عدم تأمین آب کافی به‌دلیل خشکسالی در برخی از سال‌ها، می‌تواند باعث کاهش رشد بوته‌ها، تعداد غلاف، وزن دانه و نهایتاً عملکرد گیاه شود.

۷-۱- آبیاری

معمولاً در استان‌های شمالی کشور بارش‌های پاییزه مقدار رطوبت مورد نیاز در زمان کاشت و طول فصل رشد را تأمین می‌کند. بنابراین کشت باقلا بعد از برداشت برنج در اراضی شالیزاری به‌صورت دیم انجام می‌شود و معمولاً نیازی به انجام آبیاری نیست، بااین‌حال در سال‌هایی که بارندگی مناسب صورت نمی‌گیرد، انجام عملیات آبیاری به‌ویژه در ابتدای مراحل سبز شدن و زمان گل‌دهی و شروع غلاف‌دهی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.

باقلا دوره رشد طولانی دارد و در برابر کم‌آبی مقاوم نیست. این گیاه در طول دوره رشد خود به‌طور میانگین به حدود ۴۰۰ میلی‌متر بارندگی نیاز دارد. درغیراین‌صورت برای تکمیل مراحل رشدی خود نیاز به آبیاری دارد. بافت خاک بر مقدار کل آب مورد نیاز تأثیر نمی‌گذارد، اما دفعات مصرف آب را تعیین می‌کند. خاک‌های سبک‌تر به آبیاری مکرر نیاز دارند، اما در هر مرحله آب کمتری مصرف می‌شود. مهم‌ترین مراحل آبیاری برای این گیاه در طول دوره گلدهی و شروع غلاف‌دهی است که هر دو به شرایط تنش خشکی بسیار حساس هستند.

۷-۱-۱- لزوم زهکشی برای کشت دوم در اراضی شالیزاری

زهکشی یک زیرساخت اصلی برای حل آب‌گرفتگی اراضی شالیزاری به‌منظور ایجاد شرایط مناسب برای کشت دوم محسوب می‌شود. زهکشی، فرآیند خارج کردن آب سطحی اضافی و مدیریت سفره آب زیرزمینی کم‌عمق ازطریق نگه‌داشت، دفع و مدیریت کیفیت آب برای رسیدن به منافع دلخواه اقتصادی و اجتماعی درعین حفظ محیط زیست است (معماری و همکاران، ۱۳۹۷).

پس از برداشت برنج در شالیزار، در مناطقی که دارای خاک‌هایی با بافت سنگین و میزان بارندگی زیاد می‌باشند، در اثر بارندگی زیاد، شرایط غرقابی در شالیزار ایجاد می‌شود که برای رشد بذور محصولات کشت شده مضر می‌باشد. شرایط غرقابی همچنین، موجب سله بستن خاک و درنتیجه عدم سبز شدن بذور می‌شود. به‌هرحال خاک می‌تواند از آب اشباع شود و آن زمانی است که

زهکشی ضعیف بوده و یا این که بارندگی خیلی زیاد باشد، آب منافذ خاک را پر کرده و از انتشار اکسیژن در قسمت گازی جلوگیری می‌کند. زمانی که درجه حرارت پایین و گیاهان در حالت رکود می‌باشند، تخلیه اکسیژن بسیار کند و نسبتاً بی‌ضرر می‌باشد. زمانی که دما بالا می‌رود (بیشتر از ۲۰ درجه سلسیوس) مصرف اکسیژن توسط ریشه گیاهان، جانوران موجود در خاک و میکروارگانیسم‌های خاک، می‌تواند اکسیژن را در مدت کمتر از ۲۴ ساعت، به‌طور کامل از آب و خاک تخلیه کند. در چنین شرایطی رشد و نمو محصولات به شدت کاهش می‌یابد و در صورت تداوم این وضعیت می‌تواند به نابودی مزرعه نیز منجر شود. در اراضی شالیزاری شمال کشور به‌دلیل سنگین بودن بافت خاک، بارندگی‌های زیاد و غرقاب بودن زمین در نیمه دوم سال، توجه به امر زهکشی برای توسعه کشت محصولات در تناوب با برنج، سبز شدن یکنواخت بذور، رشد خوب گیاهچه‌ها و عملکرد بالا غیرقابل اجتناب است. بدین‌منظور، زهکشی با دو هدف توانایی خروج و هدایت آب از سطح مزرعه و توانایی انتقال آب خارج شده از مزرعه به‌سمت زهکش‌های اصلی منطقه باید مورد توجه قرار گیرد. به‌بیان‌دیگر، مکان‌های کشت باید به‌نحوی انتخاب شوند که در صورت حل مشکل خروج آب از داخل مزرعه، توانایی انتقال آن به خارج از منطقه نیز وجود داشته باشد. براین‌اساس، اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده به‌دلیل دارا بودن زهکش‌های طراحی شده برای خروج آب از انتهای کرت‌های مزرعه و توانایی استفاده از ماشین‌آلات، بهترین مکان برای توسعه کشت محصولات در تناوب با برنج هستند (ربيعی و مدرسی، ۱۴۰۰).

۸- مدیریت تغذیه باقلا

یکی از چالش‌های زراعت گیاهان دانه‌ای در مناطق شالیزاری، بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم گزارش شده است. قرار دادن گیاهان تیره‌ی بقولات در نظام‌های مختلف کشت به‌دلیل افزایش ماده آلی، نیتروژن، فسفر قابل جذب و افزایش فعالیت‌های میکروبیولوژی خاک سودمند می‌باشد (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹۶).

در خصوص سیستم کشت باقلا- برنج نتایج یک مطالعه نشان داد که نیتروژن و فسفر موجود در بقایای این گیاه، موجب افزایش میزان این دو عنصر در خاک شده و افزایش عملکرد برنج در زراعت بعدی را به‌همراه دارد (تبریزی و همکاران، ۱۳۹۴). براساس یافته‌های محققان، مقادیر کارایی زراعی نیتروژن (NAE^1) و کارایی بازیافت نیتروژن (NRE^2) و شاخص برداشت برنج در تناوب با لگوم‌ها، یک پاسخ مثبت را برای تولید برنج بدون کاهش حاصلخیزی خاک نشان داد (رحمان و همکاران، ۲۰۱۴).

1. Nitrogen agronomic efficiency

2. Nitrogen recovery efficiency

نتایج یک بررسی سه ساله نشان داد که استفاده از لگوم‌ها به‌عنوان یک محصول زمستانه در ترکیب‌های برنج- باقلا و برنج- ماش موجب افزایش بیش از ۵ درصدی عملکرد دانه برنج، افزایش ۹/۷ تا ۲۰/۵ درصدی محتوی نیتروژن بقایای برنج و کاهش ۳۰ تا ۶۰ درصدی هدررفت نیتروژن شد. نیتروژن معدنی خاک و محتوی نیتروژن زیست‌توده میکروبی به‌وسیله‌ی بقایای حبوبات بهبود یافت (یو و همکاران، ۲۰۱۴). می‌توان انتظار داشت که در صورت کشت بقولات قبل از برنج و مصرف کود شیمیایی به‌میزان کمتر از مقدار توصیه شده، ضمن بالا نگه داشتن عملکرد برنج، پایداری سیستم‌های کشاورزی را افزایش داد (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹۶).

۸-۱- نیتروژن (N)

نیتروژن، مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌آید و کمبود آن تقریباً در همه جا وجود دارد، مگر آنکه نیتروژن به‌صورت کود مصرف شود. در غلات نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته و تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد و در حبوبات تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که واکنش حبوبات ازجمله باقلا به سطوح مختلف کود نیتروژن متفاوت است و در اغلب تحقیقات افزایش کاربرد کود نیتروژن تا مقادیر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد باقلا می‌شود (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹۶). البته استفاده از کود نیتروژن اغلب توصیه نمی‌شود، زیرا بسیاری از نیاز نیتروژن باقلا را می‌توان از طریق تثبیت نیتروژن تامین کرد. به‌طور کلی، حبوبات به‌عنوان محصولات خودپایدار از نظر نیتروژن شناخته می‌شوند. با این حال، کارایی و مقدار نیتروژن تثبیت‌شده زیستی در بین حبوبات بسیار متفاوت است. حبوباتی که ۵۰ تا ۹۰ درصد نیاز کل نیتروژن خود را از همزیستی تثبیت‌کننده‌های نیتروژن برآورده می‌کنند، به‌عنوان تثبیت‌کننده مؤثر نیتروژن در نظر گرفته می‌شوند (ان دایگامیه و همکاران، ۲۰۱۵). باقلا و سویا به‌ترتیب با ۷۵٪ و ۶۸٪ تثبیت نیتروژن به‌عنوان حبوبات با ظرفیت بالا برای تثبیت نیتروژن رتبه‌بندی می‌شوند (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۸).

در واقع می‌توان گفت مهم‌ترین نقش باقلا در اکوسیستم‌های کشاورزی، تثبیت مقدار قابل‌توجهی از نیتروژن اتمسفر است که می‌تواند توسط لگوم میزبان و ریزوبیوم‌های مرتبط با آن صورت گیرد. بسته به شرایط رشد، باقلا می‌تواند تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را تثبیت کند. با این حال، میزان تثبیت نیتروژن زیستی توسط حبوبات تحت تأثیر عوامل بسیاری قرار دارد. تغییر pH خاک، در دسترس بودن آب و مواد مغذی و دمای خاک، ازجمله عواملی هستند که تا حد زیادی بر رشد، بقا و فعالیت متابولیکی تثبیت نیتروژن زیستی تأثیر می‌گذارند (محمدی و همکاران، ۲۰۱۲). لگوم‌ها عموماً به نیتروژن موجود در خاک پاسخ می‌دهند و اغلب وقتی نیتروژن کافی در خاک وجود

داشته باشد، همزیستی با ریزوبیومها را قبول نمی‌کنند (سینکلر و نوگیرا، ۲۰۱۸). این اثر نیتروژن قابل دسترس خاک در طول رشد رویشی اولیه گیاه، زمانی که تثبیت نیتروژن توسط باقلا کم است، بیشتر است (کینکما و همکاران، ۲۰۰۶).

در مورد نیاز به کاشت حبوبات دانه‌ای با سطوح پایین «نیتروژن استارتر» برای غلبه بر محدودیت‌های نیتروژن در مراحل اولیه رشد، اختلاف نظر وجود دارد، اما استفاده از کود نیتروژن به مقدار کم به عنوان شروع کننده می‌تواند بر محدودیت‌های نیتروژن در مراحل اولیه رشد غلبه کند. جالب توجه است که باقلا با بسیاری از حبوبات دیگر متفاوت است و قابلیت تثبیت نیتروژن خود را حفظ می‌کند، حتی اگر خاک نسبتاً غنی از نیتروژن باشد (کوپکه و نمچک، ۲۰۱۰). از آنجایی که گیاه میزبان، کربوهیدرات مورد نیاز ریزوبیومها را فراهم می‌کند، فتوسنتز بهینه برای تثبیت حداکثری نیتروژن اتمسفری در تامین نیاز نیتروژن گیاه میزبان ضروری می‌باشد. کاشت زود هنگام به عنوان یکی از عوامل اصلی موثر بر عملکرد زیست توده و به تبع آن فتوسنتز بهینه در حبوبات در نظر گرفته می‌شود (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۸)، به ویژه زمانی که باقلا برای اهداف کشت پوششی استفاده می‌شود (شکل ۹).



شکل ۹- کمبود نیتروژن در باقلا. بوته‌های با کمبود نیتروژن علایمی از قبیل زرد شدن و رشد ضعیف را نشان می‌دهد (عکس از وین هائورن، وب سایت Pulse Australia).

۸-۲- فسفر (P)

فسفر از عناصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان بوده که پس از نیتروژن دومین عنصر محدودکننده در تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود. با وجود فراوانی فسفر در طبیعت، به دلیل تثبیت این عنصر در خاک، کمبود آن در بسیاری از خاک‌ها مشاهده می‌شود. مصرف فسفر غیر از تأثیر در مراحل توسعه ریشه و شاخه‌زایی، در مراحل زایشی و پر شدن دانه نیز بسیار مؤثر است (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۷). به طور کلی، کمبود فسفر نه تنها به شدت در میزان رشد گیاه تأثیر دارد، بلکه روی تشکیل میوه، دانه و کیفیت آن نیز بسیار مؤثر است (سینگ و همکاران، ۲۰۰۳). حبوبات بیشتر از گیاهان دیگر توانایی آن را دارند که از فسفر غیرقابل دسترس خاک استفاده کنند. نتایج یک بررسی نشان داد که کود فسفر می‌تواند موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (ارتفاع گیاه در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و بلوغ، تعداد شاخه فرعی در هر گیاه، تعداد غلاف در هر بوته و تعداد دانه در غلاف) شود (ولدوا و همکاران، ۲۰۱۲).

فسفر (P) نقش مهمی در گره‌زایی و تثبیت نیتروژن زیستی، فتوسنتز و ارزش غذایی حبوبات از جمله باقلا دارد (مکودی و همکاران، ۲۰۱۸). کاربرد فسفر اغلب منجر به افزایش عملکرد و زیست‌توده باقلا در خاک‌هایی با محدودیت فسفر می‌شود. نتایج محققان نشان داد که کود فسفر برای تولید دانه در باقلا ضروری است (نبی یو و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین نشان داده شده است که القای ژن هیستیدین اسید فیتاز (HAP¹) گیاهی به کافی بودن فسفر در باقلا بستگی دارد و القای قابل توجهی از فعالیت فیتاز در گره‌ها تحت شرایط کمبود فسفر گزارش شده است (مکودی و همکاران، ۲۰۱۸). باقلا مصرف‌کننده نسبتاً بالایی از فسفر است (جدول ۲). کود فسفر باید در هنگام کاشت برای رشد سریع گیاهچه‌ها به صورت نواری قرار داده شود. نوارها باید ۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر در کنار و زیر بذر قرار گیرند. توصیه می‌شود کود استارتر را که فسفر بالایی دارد، به صورت نواری قرار داده شود. اگر فسفر خاک خیلی کم باشد، پخش آن توصیه می‌شود تا به طور مساوی در مزرعه برای کاشت‌های بعدی توزیع شود. مکودی و همکاران (۲۰۱۸) اثبات کردند که در شرایط کمبود فسفر، فسفر بیشتری به گره‌های باقلا برای حفظ تثبیت نیتروژن نسبت به اندام هوایی اختصاص می‌یابد. حبوبات در شرایط کمبود فسفر، تثبیت نیتروژن خود را در ازای جذب نیتروژن موجود در خاک توسط ریشه کاهش می‌دهند (والنتاین و همکاران، ۲۰۱۷). اگرچه عملکرد باقلا ممکن است به دلیل کم بودن فسفر خاک به خطر بیفتد (شکل ۱۰). گزارش شده است که باقلا با ترشح اسید از ریزوسفر خاک باعث تحرک فسفر می‌شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۶). شهدی‌کومله و همکاران (۱۳۹۶) در

بررسی اثر کود مصرفی در زراعت باقلا بر عملکرد برنج در سیستم کشت برنج- باقلا گزارش کردند که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه ۵۰ کیلوگرم فسفر جهت دستیابی به حداکثر عملکرد باقلا قابل توصیه است. کاربرد تیمارهای کودی فوق موجب افزایش معنی دار نیتروژن و فسفر خاک و در نتیجه حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد برنج شد (جدول ۲).



شکل ۱۰- علائم کمبود فسفر در برگچه‌های باقلا (عکس از آلن رابسون، کتابچه راهنمای حبوبات، ۲۰۰۸)

۸-۳- پتاسیم (K)

پتاسیم (K) یک ماده غذایی ضروری است و با فعال کردن بسیاری از آنزیم‌ها در متابولیسم گیاهی و مدیریت آب در گیاهان نقش دارد (زورب و همکاران، ۲۰۱۴). باقلا اغلب به کاربرد پتاسیم به ویژه در فصول خشک رشد پاسخ مثبت می‌دهد (بارلوگ و همکاران، ۲۰۱۸). در دسترس بودن میزان مناسب پتاسیم در باقلا تأثیر مثبتی بر تثبیت نیتروژن دارد (گوچی و همکاران، ۲۰۱۹). افزایش تولید زیست توده و عملکرد دانه زمانی که کود پتاسیم در باقلا استفاده شد گزارش شده است (گرزبیس و همکاران، ۲۰۱۳). سیستم همزیستی در باقلا نسبت به خود گیاه در مقابل کمبود پتاسیم تحمل کمتری دارد، اما زمانی که گره‌زایی اتفاق می‌افتد، جذب نیتروژن از منبع همزیست تحت تأثیر پتاسیم بر خلاف جذب نیتروژن از کود قرار نمی‌گیرد (سنگاکارا و همکاران، ۱۹۹۶). علاوه بر این، استفاده از کودهای آلی مانند کود مرغی (عبدالحمید و همکاران، ۲۰۰۴) و/یا ترکیبی از کودهای شیمیایی و آلی منجر به بهره‌وری و تولیدی مشابه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی شد (گوچی و همکاران، ۲۰۱۹). ربیع و جیلانی (۱۳۹۲) در بررسی اثر مصرف کودهای مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد دانه در باقلا گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه باقلا به عنوان کشت دوم پس

از برداشت برنج به ترتیب با کاربرد ۹۲، ۹۶ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دست آمد. لذا مصرف این مقادیر از کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم جهت کشت باقلا در منطقه رشت قابل توصیه می باشد (شکل ۱۱).

پتاسیم باید قبل از کاشت یا در زمان کاشت و در مقادیر بالای ۵۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گیرد. جدول ۲ مقادیر توصیه شده کودهای پایه را در سطوح مختلف خاک نشان می دهد.

جدول ۲- توصیه کودی در باقلا (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۷)

پتاسیم K ₂ O (کیلوگرم در هکتار)	فسفر P ₂ O ₅ (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن/ (کیلوگرم در هکتار)	آزمون خاک
خیلی	خیلی		
پایین	پایین		
مطلوب	مطلوب		
مطلوب	پایین		
۰ ۵۰- ۷۵ ۱۰۰	۰ ۵۰- ۷۵ ۱۰۰	۵۰	مقدار توصیه شده



شکل ۱۱- کمبود پتاسیم در برگچه ها (عکس از کتابچه راهنمای حبوبات، ۲۰۰۸) (سمت راست) - کمبود پتاسیم در بوته های سمت چپ و میانی باقلا (عکس از وین هائورن، وب سایت Pulse Australia) (سمت چپ)

۸-۴- روی (Zn)

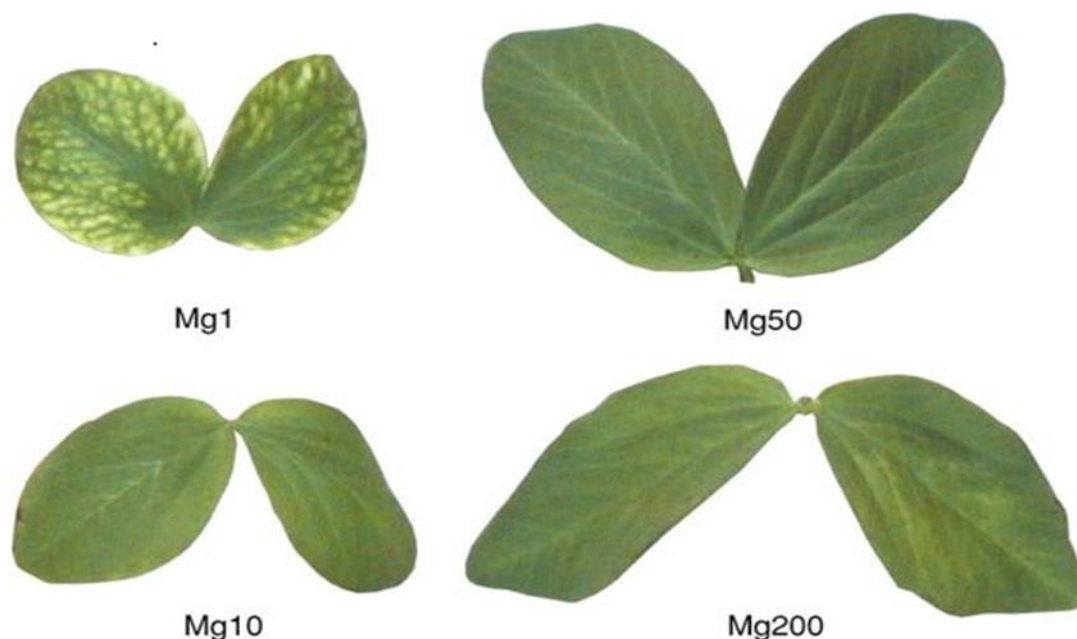
روی یکی از ریزمغذی‌های ضروری مورد نیاز برای رشد مطلوب گیاه است. این عنصر نقش مهمی را در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی درون گیاه به عهده دارد (نخزری مقدم، ۱۳۹۳). روی عمدتاً به فرم یون دو ظرفیتی (Zn^{+2}) از محلول خاک جذب گیاه می‌شود. روی عنصر کم‌مصرف بسیار مهمی است که وجود آن برای فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان ضروری است. این عنصر در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه، نقش کاتالیزوری، فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در ساخته شدن و تجزیه پروتئین‌ها در گیاه نیز دخیل است. پویایی روی در داخل گیاه نسبتاً محدود بوده و بنابراین اغلب نشانه‌های کمبود آن در بافت‌های جوان به چشم می‌خورد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۸۴). ال‌گیزاوی و محاسن (۲۰۰۹) با مصرف روی به صورت محلول‌پاشی در باقلا، افزایش تعداد غلاف در گیاه، وزن صد دانه، عملکرد دانه در بوته، عملکرد دانه در هکتار و درصد پروتئین را گزارش کردند. اعتمادی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند، هنگامی که نتایج تجزیه خاک کمتر از ۱ ppm روی را نشان می‌دهد، انتظار می‌رود که خاک به افزودن روی پاسخ مثبت دهد. لذا، کاربرد ۷ کیلوگرم سولفات روی در هر هکتار می‌تواند رشد و عملکرد باقلا را بهبود بخشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- کمبود روی در باقلا (عکس از کتابچه راهنمای حبوبات، ۲۰۰۸)

۸-۵- منیزیم (Mg)

کمبود منیزیم (Mg) می‌تواند عملکرد باقلا را کاهش دهد (حریادی و شابالا، ۲۰۰۴). قابلیت دسترسی منیزیم در گیاهان تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله کمبود رطوبت خاک یا سطح بالای سایر کاتیون‌ها در خاک قرار می‌گیرد (چاکماک و مارشور، ۱۹۹۲). اگرچه تأثیر منیزیم بر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اتمسفر در باقلا به‌خوبی بررسی نشده است، پنگ و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که کاربرد منیزیم باعث بهبود رشد گره‌ها و تشکیل گره‌های بزرگ در سویا شد. گزارش‌ها بیانگر آن است که که ارتباط بین عرضه منیزیم و کارایی استفاده از نیتروژن به‌دلیل وابستگی تثبیت RNA به منیزیم با عملکرد اصلی آن در فعال‌سازی گلوتامین سنتتاز وجود دارد (گرزیس و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد منیزیم اغلب منجر به غلظت بالاتر کلروفیل و متعاقباً سرعت فتوسنتز بالاتر می‌شود که عملکرد غلاف را بهبود می‌بخشد (شکل ۱۳) (نوهاوس و همکاران، ۲۰۱۴).



شکل ۱۳- کمبود منیزیم در باقلا (عکس از یودا هریادی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه تاسمانی، استرالیا)

۸-۶- گوگرد (S)

شواهد زیادی نشان می‌دهد کاربرد گوگرد (S) در محصولات مختلف به بهبود عملکرد آن‌ها به‌دلیل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای صنعتی و کاهش رسوب گوگرد در خاک، منجر می‌شود (پوتزش و همکاران، ۲۰۱۸). از دیگر دلایل کمبود گوگرد در خاک می‌توان به کشت ارقام پرمحصول و استفاده از کودهای بدون گوگرد اشاره کرد. گوگرد برای سیستم همزیستی حبوبات و ریزوبیوم

ضروری است، بنابراین استفاده از کود گوگرد در خاک‌های دارای کمبود ممکن است منجر به افزایش تعداد و وزن گره‌ها، ماده خشک کل، عملکرد دانه و مقدار کل نیتروژن تثبیت شده توسط باقلا به‌ویژه در خاک‌هایی با مواد آلی کم شود (کازاتو و همکاران، ۲۰۱۲). به‌طور کلی، حبوبات به‌دلیل وجود پروتئین و اسیدهای آمینه حاوی گوگرد از جمله متیونین و سیستئین در دانه‌های خود در مقایسه با غلات به‌مقدار بیشتری گوگرد نیاز دارند (بارلوگ و همکاران، ۲۰۱۸). پوتزش و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که غلظت گوگرد در اندام هوایی باقلا مشابه نخود اما کمتر از سویا بود و گوگرد جذب شده عمدتاً در بذر باقلا تجمع یافته بود. اگرچه مزیت کاربرد گوگرد در بهبود عملکرد باقلا ممکن است به‌دلایل مختلف باشد، به‌طور کلی واکنش‌های مثبت عملکرد به کاربرد گوگرد در باقلا گزارش شده است (کازاتو و همکاران، ۲۰۱۲؛ بارلوگ و همکاران، ۲۰۱۸) (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- علائم کمبود گوگرد در باقلا. در ابتدا به‌صورت زرد شدن لبه‌های برگ (سمت چپ) ظاهر شده که می‌تواند به بافت مرده یا نکروز تبدیل شود (عکس از آلن رابسون، کتابچه راهنمای حبوبات، ۲۰۰۸).

۸-۷- مولیبدن (Mo)

تثبیت نیتروژن در باقلا به‌شدت با وضعیت مولیبدن (Mo) اندام‌های هوایی مرتبط است (وان زوئیتن و همکاران، ۲۰۱۵). قابل دسترس بودن مولیبدن در خاک‌های اسیدی عمدتاً به‌دلیل جذب آهن و اکسیدهای آلومینیم محدود شده است (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۷). بنابراین، کاربرد آهک در خاک‌های اسیدی می‌تواند به‌طور قابل توجهی باعث افزایش مولیبدن قابل دسترس در خاک و مقدار بالاتر آن در دانه‌های باقلا شود (ون زوئیتن و همکاران، ۲۰۱۵).

۸-۸- تثبیت بیولوژیک نیتروژن

تقاضای فزاینده غذا برای پاسخگویی به جمعیت رو به رشد انسانی، اهمیت توجه به پایداری در شیوه‌های کشاورزی را نشان داده که از جمله آن‌ها می‌توان به کشت حبوبات به‌دلیل توانایی در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اشاره نمود. تنش‌های غیرزیستی مانند گرما، خشکی، شوری و pH پایین خاک، از

عوامل اصلی محدودکننده توانایی تثبیت نیتروژن در باقلا هستند (کوچوک و کیوانچ، ۲۰۰۸). شوری خاک مشکل مهمی است که تولیدات کشاورزی در بسیاری از نقاط جهان با آن روبروست و عدم حاصلخیزی خاک در این مناطق اغلب به دلیل وجود غلظت زیاد نمک است.

بیشتر حبوبات برای رشد به خاک خنثی یا کمی اسیدی نیاز دارند، به ویژه زمانی که به تثبیت نیتروژن وابسته باشند و ریزوبیوم‌های همزیست با آن‌ها نسبت به ریزوبیوم‌های آزاد به شوری حساس‌تر هستند. باکتری اختصاصی همزیست با باقلا *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* می‌باشد. سویه‌های برتر این باکتری در گره‌های فعال موجود در ریشه به شکل باکترئید بوده و می‌توانند مقادیر قابل توجهی نیتروژن ملکولی هوا را تثبیت کنند. همزیستی ریزوبیوم با گیاه باقلا علاوه بر تثبیت نیتروژن و در نتیجه کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی، سبب افزایش عملکرد نیز می‌شود (خسروی و همکاران، ۱۳۹۴). مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی سبب کاهش توان تثبیت نیتروژن در سیستم همزیستی ریزوبیوم باقلا می‌شود. زاپاتا و همکاران (۱۹۸۷) گزارش دادند که باقلا ۷۹ درصد نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق تثبیت بیولوژیک، ۲۰ درصد از طریق خاک و فقط یک درصد آن را از طریق کود به دست می‌آورد. خسروی و همکاران (۱۳۹۴) نیز نشان دادند که استفاده از مایه تلقیح در مزارع کشاورزان موجب افزایش ۳۰ درصدی در عملکرد دانه و ۶۵ درصدی در جذب نیتروژن اندام هوایی شد.

۹- آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز باقلا

۹-۱- بیماری‌ها

مهم‌ترین بیماری‌های باقلا عبارتند از برق‌زدگی (*Ascochyta fabae*)، لکه‌شکلاتی (*Botrytis fabae*)، زنگ (*Uromyces viciae-fabae*)، سوختگی استمفیلیومی (*Stemphylium vesicarium*)، لکه‌برگی سرکوسپورایی (*Cercospora zonata*)، لکه‌برگی آلترناریایی (*Alternaria alternate*)، پوسیدگی اسکروتینیایی (*Sclerotinia sclerotiorum*) و پژمردگی آوندی (*Fusarium oxysporum*). این بیماری‌ها با خسارت به برگ و محدود کردن فتوسنتز، باعث کاهش تولید باقلا در واحد سطح می‌شوند. در این بین، بیماری‌های لکه‌شکلاتی، لکه‌برگی آلترناریایی و سوختگی استمفیلیومی از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی باقلا به شمار می‌روند (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸).

۹-۱-۱- لکه شکلاتی (*Botrytis fabae*)

لکه شکلاتی یکی از مهم‌ترین بیماری‌هایی است که به شاخ و برگ آسیب رسانده، فعالیت

فتوسنتزی و تولید باقلا را محدود می‌کند (تورس و همکاران، ۲۰۰۴). دوره‌های طولانی مدت رطوبت و دمای بالا باعث تغییر از حالت غیرتهاجمی به حالت تهاجمی بیماری می‌شود (ترفه و همکاران، ۲۰۱۵). حالت تهاجمی بیماری در سطوح پایین پتاسیم و فسفر در خاک و تراکم بالای جمعیت گیاهی که منجر به ایجاد شرایط مرطوب‌تر در تاج پوشش گیاهی می‌شود، افزایش می‌یابد. علائم لکه‌شکلاتی غیر تهاجمی شامل ضایعات کوچک قرمز قهوه‌ای روی برگ‌های گیاه و گاهی روی ساقه‌ها و غلاف‌ها است (هایل و همکاران، ۲۰۱۶). در دما و رطوبت بالا، بیماری به حالت تهاجمی تبدیل شده، ضایعات به هم می‌پیوندند و توسط میسلیم کرکی پوشیده می‌شوند که می‌توانند نکروزه شده و بمیرند (شکل ۱۵). پیشگیری، موثرترین راهبرد مدیریتی است. برای جلوگیری از رطوبت و دمای بالا در اواخر بهار و اوایل تابستان، کاشت زودرس توصیه می‌شود (کورا و همکاران، ۲۰۱۷). فاصله مناسب گیاهان برای گردش هوا در داخل کانوپی نیز یک ابزار مدیریت موثر است. کاربرد قارچ‌کش برگ‌ی در طول فصل می‌تواند موثر باشد (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۱۵- بیماری لکه شکلاتی (عکس بالا از ج داویدسون - عکس پایین از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان)

۹-۱-۲- بلایت آسکوچیتایی یا برق‌زدگی باقلا

بیماری بلایت آسکوچیتای یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های باقلا است که می‌تواند توسط بذرها، آلوده و زمستان‌گذرانی عامل بیماری در بقایای گیاهی ایجاد شود (بلت و باستاس، ۲۰۱۷). شرایط آب و هوایی مرطوب و محدوده دمای ۲۰ الی ۲۵ درجه سلسیوس تاثیر زیادی در رشد عامل بیماری دارد. این بیماری توانایی رشد و تکثیر روی ساقه، غلاف، برگ و حتی بذور باقلا را دارا می‌باشد. علائم ابتدایی این بیماری روی برگ به شکل نقاط کوچک، مدور و قهوه‌ای رنگ است. در ادامه روند آلودگی، این لکه‌ها توسعه یافته و به رنگ برنزی تا خاکستری در می‌آیند. در اطراف این زخم‌ها، حاشیه‌ای تیره رنگ و در مرکز آن نقاط سیاه و بسیار کوچکی تشکیل می‌شود. لکه‌های به‌وجود آمده در طول ساقه تیره‌تر از زخم‌های به‌وجود آمده روی برگ می‌باشد. علائم تشکیل شده روی غلاف‌ها به شکل زخم‌هایی آب‌سوخته و تیره می‌باشند. این زخم‌ها در مرکز دچار رنگ پریدگی شده و حاشیه‌ای سیاه و ضخیم در اطراف آن‌ها تشکیل می‌شود. با افزایش آلودگی روی غلاف، بذور نیز کاهش یافته و تغییر رنگ می‌دهند (شکل ۱۶). با تیرگی بذور، کیفیت و بازارپسندی محصول نیز کاهش پیدا می‌کند. استفاده از بذرهای تمیز (گیلارد و همکاران، ۲۰۰۹)، واریته‌های مقاوم، تیمار بذر با آنتی بیوتیک مناسب قبل از کاشت و سم‌پاشی گیاهان با قارچ‌کش مناسب بر پایه مس قبل از ظهور علائم، به‌عنوان روش‌های موثر درمان قابل استفاده می‌باشد (بوروچارا و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۱۶- بیماری برق‌زدگی باقلا (عکس سمت چپ از ج داویدسون- عکس سمت راست از پیل سووالی)

۹-۱-۳- لکه قهوه‌ای باکتریایی (*Pseudomonas syringae*)

باکتری‌ها در بقایای گیاهی زمستان‌گذرانی می‌کنند و زمانی که شاخ و برگ گیاه برای مدت طولانی مرطوب باشد، خسارت بیماری شدیدتر می‌شوند. لکه‌های نکروزه قهوه‌ای تیره روی برگ‌ها ممکن است توسط ناحیه‌ای از بافت‌های زرد رنگ احاطه شوند. لکه‌های آغشته به آب روی غلاف‌ها قهوه‌ای و نکروز می‌شوند و غلاف‌ها ممکن است در ناحیه عفونت پیچ خورده و منحرف شوند (شکل ۱۷). استفاده از بذور تمیز، تناوب زراعی مناسب و حذف بقایای محصول از مزرعه پس از برداشت به عنوان اقدامات پیشگیرانه در نظر گرفته می‌شوند (هاروسون و شوارتز، ۲۰۰۷).



شکل ۱۷- بیماری لکه‌قهوه‌ای باکتریایی (عکس از فاطمه اعتمادی، دانشگاه ماساچوست، آمریکا)

۹-۱-۴- کپک پودری (*Erysiphe cichoracearum*)

این قارچ روی بقایای گیاهی یا میزبان‌های جایگزین زمستان‌گذرانی می‌کند. ظهور بیماری در هوای گرم و خشک با شب‌های خنک که منجر به تشکیل شبنم می‌شود، بیشتر است. لکه‌های زرد روی سطح بالایی برگ‌ها و نواحی خاکستری- سفید پودری به هم می‌پیوندند و کل گیاه را می‌پوشانند. اگر گیاه به شدت آلوده باشد، ممکن است به رنگ آبی روشن یا خاکستری به نظر رسد (ترابانکو و همکاران، ۲۰۱۲). استفاده از ارقام مقاوم و در صورت امکان استفاده از آبیاری تحت فشار که قارچ را از برگ‌ها پاک کرده و زنده ماندن آن را کاهش می‌دهد، از اقدامات پیشگیرانه می‌باشند. همچنین کاشت زودرس برای جلوگیری از دما و رطوبت زیاد هوا توصیه می‌شود. ممکن است استفاده از آفت‌کش‌های گوگردی برای کنترل آلودگی‌های شدید مورد نیاز باشد (ون امدن و همکاران، ۱۹۸۸).

۹-۱-۵- پوسیدگی فوزاریومی ریشه (*Fusarium solani*)

عامل بیماری گیاهی پوسیدگی ریشه باقلا، قارچ *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* می‌باشد. خسارات ناشی از ظهور بیماری قارچی در خاک‌های گرم و فشرده، خاک‌هایی با رطوبت محدود و حاصلخیزی ضعیف تشدید می‌شود. این بیماری با توقف رشد گیاه و زرد شدن، برگ‌های نکروزه، رگه‌های قهوه‌ای، قرمز یا سیاه روی ریشه‌ها مشخص می‌شود که با بالغ شدن به هم می‌پیوندند (شکل ۱۸). ضایعات ممکن است در بالای خاک نیز گسترش یابد (عبدالکادر و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۱۸- بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه
(عکس از نایجل کتلین، سایت Nature in Stock)

۹-۱-۶- کنترل بیماری

کنترل مؤثر بیماری به استراتژی استفاده از قارچ‌کش‌ها بستگی دارد. مطمئن‌ترین، ارزان‌ترین و ایمن‌ترین روش کنترل بیماری‌ها استفاده از ارقام مقاوم است.

- استفاده از قارچ‌کش‌هایی نظیر مانکوزب، داکونیل و رورال‌تی‌اس به نسبت ۲ در هزار در هنگام شروع بیماری در بوته‌های جوان.
- عملیات زراعی کنترل‌کننده بیماری شامل تناوب، استفاده از بذر سالم و عاری از بیماری‌های بذرزاد، ضدعفونی بذر، حذف گیاهان داوطلب، شخم، تنظیم تراکم، تاریخ کاشت مناسب و نوع و تغذیه خاک.

۹-۲- آفات

۹-۲-۱- شته سیاه باقلا (*Aphis fabae*)

مهم‌ترین آفت باقلا «شته سیاه باقلا» است که عامل انتقال بسیاری از بیماری‌های ویروسی است. این شته می‌تواند آسیب شدیدی به باقلا وارد کند (وبستر و همکاران، ۲۰۱۰). ظهور این آفت از اواخر زمستان شروع می‌شود و در مرحله گل‌دهی به اوج خود می‌رسد و باعث تغییر شکل در رنگ برگ و ساقه می‌شود و رشد بوته را نیز متوقف می‌کند (شکل ۱۹). خسارت آفت همراه با ترشح عسلک است (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸). مالچ‌های انعکاسی مانند پلاستیک‌های نقره‌ای می‌توانند با محدود کردن فرود آفت، شته‌ها را از تغذیه گیاهان بازدارند. در گیاهانی که از استحکام کافی برخوردارند را می‌توان با فشار آب شدید اسپری کرد تا شته‌ها از برگ‌ها جدا شوند (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹). برای مبارزه با این آفت از ارقام مقاوم، کنترل علف‌های هرز مزرعه و استفاده از دشمنان طبیعی نظیر کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای استفاده می‌شود. از حشره‌کش‌ها فقط در صورتی که آلودگی بسیار زیاد است استفاده شود زیرا گیاهان معمولاً آلودگی برگی کم یا متوسط را تحمل می‌کنند.



شکل ۱۹- شته سیاه باقلا (عکس از فاطمه اعتمادی، دانشگاه ماساچوست، آمریکا)

برای کنترل شیمیایی استفاده از سموم فسفره از قبیل مالاتیون ۵۷ درصد، گوزاتیون (آزینفوس متیل) ۳۵ درصد به میزان ۲ لیتر در هکتار و پریمور به مقدار ۰/۵ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸).

۹-۲-۲- حلزونها و رابها

یکی از آفات مهم به‌ویژه در مرحله رویشی باقلا، حلزونها و رابها می‌باشند. این آفات اغلب در حاشیه مزارع، مرزها و نواحی سایه که دارای رطوبت بالایی می‌باشد به‌صورت متراکم یافت می‌شوند. این آفت با تغذیه از برگ‌های اولیه و برگ‌های لپه‌ای باعث ایجاد خسارت چشمگیری در سطح مزرعه می‌شود. بنابراین بازدیدهای منظم اوایل فصل کشت به‌دلیل ارزیابی وضعیت مزرعه و تصمیم‌گیری مناسب در انتخاب نوع مبارزه با این آفت از اهمیت بسزایی برخوردار است. در صورت مشاهده اولین علائم خسارت، می‌توان از طعمه مسموم متالدهاید به میزان ۳ تا ۴ کیلوگرم و یا طعمه مسموم فریکول به میزان ۵ گرم در مترمربع در حاشیه مزارع و به‌هنگام غروب استفاده کرد.

۹-۳- علف‌های هرز

علف‌های هرز نه تنها عملکرد و کیفیت محصول را کاهش می‌دهند، بلکه کنترل آن‌ها هزینه زیادی را به کشاورزان تحمیل می‌کند. باقلا به‌دلیل رشد نسبتاً کند در اوایل دوره رشد، قدرت رقابت با علف‌های هرز را ندارد. بنابراین کنترل علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد اهمیت زیادی دارد. مؤثرترین مسئله در کنترل علف‌های هرز مزارع باقلا انتخاب مزرعه براساس کشت قبلی است. علف‌کش‌های محدودی برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ ثبت شده‌اند. بنابراین انتخاب یک بستر با تراکم پایین علف هرز، رعایت زمان کاشت، آبیاری قبل از کاشت و رعایت تراکم مناسب می‌تواند به کنترل علف‌های هرز مزارع باقلا کمک کند (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸). نوع و تعداد علف‌های هرز در مناطق مختلف متفاوت است اما مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: تاج خروس (*Amaranthus viridis*)، چغندرقد و وحشی (*Betta vulgaris subsp. maritima*)، کیسه‌کشیش (*Capsella burspastoris*)، سلمک (*Chenopodium murale*)، کاسنی (*Cicorium intybus*)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*)، اویارسلام (*Cyperus rotundus*)، شاه تره (*Fumaria officinalis*)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)، پنیرک (*Malva sylvestris*)، بارهنگ کاردی (*Plantago lanceolata*) (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- علف‌های هرز مهم باقلا (الف- تاج خروس (*Amaranthus viridis*), ب- کیسه‌کشیش (*Capsella bursapastoris*), پ- سلمک (*Chenopodium murale*), ت- پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*), ث- اویارسلام (*Cyperus rotundus*), ج- خردل وحشی (*Sinapis arvensis*), ح- بارهنگ کاردی (*Plantago lanceolata*), خ- چغندرقد وحشی (*Beta vulgaris subsp. maritima*), د- پنیرک (*Malva sylvestris*))

۹-۳-۱- کنترل علف‌های هرز

برای کنترل علف‌های هرز از روش‌های مکانیکی، زراعی و شیمیایی استفاده می‌شود. علف‌کش‌های قابل استفاده در باقلا محدود هستند و باید با احتیاط (دز و زمان مصرف) استفاده شوند. روش‌های غیرشیمیایی عبارتند از شخم عمیق، استفاده از دیسک و هرس در زمان تهیه زمین، استفاده از بذور سالم و بوجاری شده عاری از بذر علف‌های هرز، استفاده از کولتیواتور بعد از کاشت و قبل از سبز شدن باقلا، وجین دستی، استفاده از کودهای دامی پوسیده، جلوگیری از به‌گل‌رفتن علف‌های هرز، جلوگیری از ورود علف‌های هرز از طریق کانال‌های آبیاری و ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی به داخل مزرعه، رعایت تناوب زراعی مناسب و آیش (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸).

بازدیدهای مکرر از مزارع باقلا در اراضی شالیزاری بیانگر آن است که باتوجه به ارتفاع بالا و توسعه سریع کنوپی گیاهی در گیاه باقلا، معمولاً اگر علف‌های هرز در مراحل ابتدایی رشد به‌خوبی کنترل شوند، مشکل چندانی برای این زراعت محسوب نمی‌شوند. درخصوص مبارزه شیمیایی نیز استفاده از علف‌کش بازگران (بنتازون) به‌مقدار ۲ لیتر در هکتار پس از سه برگی شدن باقلا در کنترل علف‌های هرز پهن برگ (در مرحله ۲ تا ۴ برگی علف‌هرز) مؤثر است.

۱۰- برداشت

باقلا منبع مهمی از پروتئین گیاهی برای مصرف انسان و حیوان است که به‌صورت غلاف تازه با دانه‌های سبز یا خشک برداشت می‌شود (سینگ و همکاران، ۲۰۱۳). دانه‌های سبز را می‌توان به‌صورت تازه یا منجمد مصرف کرد. در بسیاری از مناطق تولیدکننده باقلا، غلاف‌های اولیه به‌صورت تازه و بقیه به‌صورت خشک برداشت می‌شوند. تصور کلی این است که بذرها، بزرگتر ممکن است ذخایر غذایی بیشتری داشته باشند و بنابراین سریع‌تر جوانه می‌زنند. در باقلا، القای گلدهی، حفظ گل‌ها و رشد بذرها، از فرآیندهای مهمی هستند که عملکرد نهایی را تعیین می‌کنند (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹). پیشنهاد شده است که تجمع زیست‌توده بالاتر برای به‌دست آوردن عملکرد دانه بالاتر مورد نیاز است (مورتیمر و همکاران، ۲۰۱۲). همبستگی مثبت بالایی بین عملکرد دانه و تولید زیست‌توده برای باقلا گزارش شده است (کوبور و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، باقلا به‌عنوان یکی از حبوبات فصل سرد به دمای بالا و رطوبت کم در دوران گل‌دهی حساس است. بنابراین رسیدگی زودتر ممکن است برای عملکرد بهینه مفید باشد. اعتمادی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که در شرایط فصلی کوتاه‌تر، ارقامی با نیاز GDD کمتر (زودرس) نسبت به ارقام دیررس باقلا عملکرد بهتری داشتند.

رویکرد فاکتور عملکرد به‌طور گسترده برای مطالعه فیزیولوژی عملکرد دانه حبوبات و سایر محصولات مورد استفاده قرار گرفته است. رابطه بین اجزای عملکرد به‌صورت جبران‌کننده یا متقابل توصیف شده است. درنتیجه، تغییر قابل‌توجهی در یک جزء عملکرد ممکن است لزوماً بر عملکرد نهایی دانه تأثیر نگذارد. با این وجود، بیشترین بازده دانه اغلب زمانی به‌دست می‌آید که تمام اجزای عملکرد به حداکثر برسند (میرشکاری و همکاران، ۲۰۱۳). به‌دلیل تغییرات قابل توجه در اندازه بذر باقلا (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۷)، عدم وجود تراکم بوته توصیه شده و اینکه آیا بذر به‌منظور تازه‌خوری یا خشک برداشت می‌شود، نتایج عملکرد دانه به‌طور قابل توجهی متفاوت است. به‌عنوان مثال عملکرد غلاف تازه هشت رقم باقلا گزارش شده توسط اعتمادی و همکاران (۲۰۱۵) از ۲۰۵۲ تا

۱۷۰۳۸ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. ربیعی و جیلانی (۱۳۹۴) نیز میانگین عملکرد ۳۰ تن غلاف سبز را در اراضی شالیزاری استان گیلان گزارش نمودند.

باقلا گیاهی نامحدود است و به‌طور مداوم گل و غلاف تولید می‌کند. گل‌ها و غلاف‌ها ابتدا در گره‌های پایین‌تر ظاهر می‌شوند که معمولاً در حدود ۲۲-۱۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین هستند. هنگامی که باقلا به‌عنوان محصول تازه کشت می‌شود، کشاورزان اغلب باقلا را ۲ تا ۳ بار برداشت می‌کنند. غلاف‌های تازه معمولاً زمانی برداشت می‌شوند که بذرها به اندازه کامل رسیده‌اند اما هنوز سبز، ضخیم و ظاهری درخشان و براق دارند.

برداشت باقلا در استان‌های گیلان و مازندران بسته به تاریخ کشت از اوایل اردیبهشت شروع شده و تا اوایل خرداد ادامه پیدا می‌کند. کشاورزان استان به‌دلیل جلوگیری از عدم تداخل برداشت باقلا با نشای برنج ترجیح می‌دهند که اکثر محصول باقلا را به‌صورت سبز برداشت نمایند. برداشت باقلا عموماً در ۲ مرحله صورت می‌پذیرد. بدین شکل که در ابتدا قسمت‌های پایینی بوته که دارای غلاف‌های رسیده‌تری می‌باشند برداشت و پس از حدود یک هفته تا ده روز مجدداً قسمت‌های بالاتر برداشت می‌شوند. برداشت باقلا در اراضی شالیزاری توسط کارگر و به‌صورت دستی انجام می‌پذیرد (شکل ۲۱).

همان‌طور که گفته شد یکی از عوامل محدودکننده در گسترش کشت این گیاه، دیررسی و هم‌زمانی رسیدن آن با نشای برنج می‌باشد. در تحقیق صورت گرفته توسط جیلانی و همکاران (۱۳۹۲)، مصرف خشکاننده‌ی پاراکوات به‌میزان ۰٫۴ لیتر در هکتار اثر منفی بر عملکرد دانه نداشت و برای زودرسی و برداشت سریع‌تر باقلا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۲۱- برداشت باقلا (اصلی)

۱۱- ذخیره و نگهداری بذر

غلاف تازه باقلا باید در دمای ۴ تا ۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵ درصد نگهداری شود. غلاف‌ها یا دانه‌ها اگر به‌درستی و در بسته‌بندی مناسب قرار داده نشوند، به‌سرعت رطوبت خود را از دست می‌دهند. از سویی اگر رطوبت نسبی در حد اشباع باشد، باید از دمای بالای ۷ درجه سلسیوس به‌دلیل احتمال پوسیدگی اجتناب کرد. برای مصرف‌کنندگان خانگی، باقلا بدون پوست را می‌توان تا ۱ هفته در یخچال نگهداری کرد. باقلا را می‌توان به مدت ۱۰ تا ۱۲ ماه منجمد، کنسرو یا در یک مکان خشک و خنک استفاده کرد.

در زمان نگهداری بذر در انبار تهویه، رطوبت و دمای مناسب نقش مهمی در حفظ قوه نامیه و سلامت بذر دارند، افزایش دما و رطوبت تأثیر منفی بر قوه نامیه بذر می‌گذارند. رطوبت بذر در زمان انبارداری باید ۱۲ درصد باشد. با افزایش رطوبت و دمای انبار رنگ بذرهای تغییر می‌کند و تیره می‌شود (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- نگهداری و بسته‌بندی بذر باقلا (عکس از فاطمه اعتمادی، دانشگاه ماساچوست، آمریکا)

۱۲- باقلا در سیستم‌های کشت

تناوب زراعی به‌عنوان تنوع اکوسیستم کشاورزی «در زمان» نشان داده می‌شود، درحالی‌که سیستم‌های کشت مخلوط به‌صورت تنوع «در فضا» تعریف می‌شود (توستی و گویدوچی، ۲۰۱۰). فواید متنوعی از ادغام باقلا در سیستم‌های کشت انتظار می‌رود. به‌طور سنتی، لگوم‌ها در سیستم‌های کشت به‌دلیل مشارکت آن‌ها در تأمین نیتروژن محصولات کشاورزی استفاده می‌شوند (نتتسی و همکاران، ۲۰۱۸). این امر حتی در کشاورزی ارگانیک که به‌شدت به نیتروژن غیرفسیلی متکی هستند، بیشتر انجام می‌شود.

در سال‌های اخیر، برخی اقدامات اقتصادی از جمله سلامت خاک و همچنین نگرانی‌های زیست‌محیطی به دلیل استفاده از کود نیتروژن منجر به ارزیابی مجدد در استفاده از حبوبات در سیستم‌های مختلف کشت شده است. ظرفیت باقلا در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن به‌طور قطعی مشخص نشده است. با این حال، باقلا به عنوان یک منبع بسیار کارآمد از نیتروژن گروه‌بندی می‌شود. بنابراین، چه به عنوان محصول پرسود، یا به عنوان محصول پوششی، یا محصول دومنظوره پرسود/پوششی، باقلا می‌تواند در سیستم‌های تناوبی با سایر محصولات غیرلگوم استفاده شود. سایر مزایای استفاده از باقلا در سیستم‌های زراعی شامل (۱) تنفس محصول در برنامه‌های تناوبی (آبرا و همکاران، ۲۰۱۵)، (۲) منبع تغذیه برای گرده افشان‌ها و حشرات مفید (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۵)، (۳) افزایش فعالیت میکروبی خاک (وهبی و همکاران، ۲۰۱۶) (۴) کنترل بیماری‌های قابل انتقال از خاک (جنسن و همکاران، ۲۰۱۰) و (۵) منبع غنی L-DOPA (L-۳، ۴- دی هیدروکسی فنیل آلانین) (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹) می‌باشد.

به‌طور معمول، باقلا در تناوب با غلات استفاده می‌شود. مزایای باقلا برای غلات شامل مشارکت در تأمین نیتروژن (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹)، بهبود ویژگی‌های بیولوژیکی خاک (آسچی و همکاران، ۲۰۱۷) و تنفس محصول برای کنترل بیماری‌های گیاهی است. هنگامی که باقلا برای نیتروژن آن کشت می‌شود، حداکثر سود زمانی حاصل می‌شود که محصول بعدی دوره رشد نسبتاً طولانی داشته باشد تا بیشترین استفاده مؤثر از معدنی‌شدن نیتروژن که در طول فصل رشد اتفاق می‌افتد را ببرد (جنسن و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای در کانادا، مقایسه تناوب باقلا-جو-گندم و جو-جو-گندم نشان داد که باقلا متوسط عملکرد را در جو و گندم به ترتیب ۲۱ و ۱۲ درصد افزایش داد که معادل کشت غلات با حدود ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (ژیان‌یو و وان، ۲۰۰۵). بقایای ساقه و ریشه باقلا عموماً نسبت C/N پایینی دارند، بنابراین معدنی‌شدن نیتروژن اغلب بسیار سریع انجام می‌شود. البته این آزادسازی سریع نیتروژن ممکن است به‌خوبی با جذب نیتروژن در محصول بعدی هماهنگ نباشد و ممکن است منجر به افزایش خطر از دست دادن نیتروژن برای محیط شود (جنسن و همکاران، ۲۰۱۰)، که بیشتر در سیستم‌های خاک‌ورزی متداول اتفاق می‌افتد (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹). بهبود هم‌زمانی آزادسازی نیتروژن از بقایای باقلا می‌تواند کارایی جذب/استفاده از نیتروژن را در محصول بعدی افزایش دهد، در نتیجه احتمال خطرات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد. اعتمادی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که در سیستم بدون خاک‌ورزی، آزادسازی ۵۰ درصد نیتروژن از بقایای باقلا در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی معمولی تقریباً با تاخیری یک ماهه اتفاق می‌افتد.

کشت برنج بعد از برداشت باقلا یکی از تناوب‌های رایج است. نتایج تحقیقات شهدی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد که کشت باقلا در تناوب با برنج منجر به افزایش درصد کربن آلی خاک (۲/۸۱ درصد)، نیتروژن (۰/۲۰۹ درصد)، فسفر (۴۰/۵۹ پی‌پی‌ام) و پتاسیم خاک (۲۳۷/۶۹ پی‌پی‌ام) شد. این گیاه علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن خاک، به کمک ریشه‌های عمیق خود ساختمان خاک را نیز اصلاح می‌کند. علاوه‌براین، تناوب باقلا با برنج در اراضی شالیزاری سبب افزایش بهره‌وری زمین و ایجاد شرایط پایدار برای تولید برنج می‌شود (شکل‌های ۲۳ و ۲۴).



شکل ۲۳- کشت باقلا برکت بعد از برداشت برنج در پهمدان پایین رودبنه لاهیجان (اصلی)



شکل ۲۴- بازدید از مزارع کشت باقلا پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری (اصلی)

۱۳- نتیجه‌گیری

حبوبات از نظر اهمیت اقتصادی پس از غلات در رتبه دوم قرار دارند. امروزه گونه‌های مختلف حبوبات در مناطق معتدل، مناطق گرمسیری مرطوب، مناطق خشک، ارتفاعات، ساواناها و مناطق پست رشد می‌کنند و حتی تعداد کمی از حبوبات آبی نیز وجود دارند (ریگلی و همکاران، ۲۰۱۵). باقلا یک محصول چندمنظوره ارزشمند است که به دلیل ارزش غذایی و دارویی قابل کشت می‌باشد. دانه‌ها، غلاف‌ها و برگ‌های باقلا سرشار از پروتئین و تقریباً تمام عناصر مورد نیاز برای رژیم غذایی انسان هستند. باقلا از تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بالایی در بین لگوم‌های دانه‌ای برخوردار است. قرار دادن باقلا در سیستم‌های مختلف کشت مانند تناوب زراعی و کشت مخلوط، حاصلخیزی طبیعی خاک را بهبود می‌بخشد و مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن را کاهش می‌دهد.

باقلا به دلیل ارزش غذایی خیلی زیاد در پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی (کریون و همکاران، ۲۰۱۰)، به عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات در جهان محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر، کشت باقلا در ایالات متحده آمریکا، کانادا و اروپا مورد توجه زیادی قرار گرفته است (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹). باقلا به عنوان یک حبوبات فصل سرد را می‌توان در سیستم‌های مختلف کشت و در مناطق با فصل رشد کوتاه‌تر و سردتر گنجانده شود. باقلا نه تنها به عنوان غذای اصلی استفاده می‌شود، بلکه در سیستم‌های تناوبی مختلف می‌تواند وقوع نماتد کیست غلات (*Heterodera avenae*) و پاتوژن‌های خاک را به حداقل برساند (لاندري و همکاران، ۲۰۱۶). باقلا تا حدی یک گیاه خودگرده افشان است، اما گل‌های آن گرده افشان‌های مختلف، به ویژه زنبورهای عسل را جذب می‌کنند. گزارش‌های مختلف نشان داده که زنبورهای عسل و سایر گرده افشان‌های طبیعی می‌توانند گرده افشانی و در نتیجه عملکرد دانه در باقلا را افزایش دهند (مارزینزیک و همکاران، ۲۰۱۸).

باقلا به خاطر ظرفیت‌های تثبیت نیتروژن مؤثر و بالا در بین حبوبات فصل سرد شناخته می‌شود (مکی، ۲۰۱۴). گزارش‌ها نشان می‌دهد که باقلا می‌تواند ۳۳۰-۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (اعتمادی و همکاران، ۲۰۱۹) را بسته به مدیریت کشت و شرایط محیطی (هو و اشمیده‌التر، ۲۰۰۵) تثبیت کند. حبوبات نقش مهمی در حفظ حاصلخیزی خاک، نه تنها از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، بلکه با حل کردن فسفر نامحلول (P) در خاک، بهبود شرایط فیزیکی خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک دارند (رشید و همکاران، ۲۰۱۶). در حبوبات، توسعه گره‌های ریشه مؤثر با ظرفیت بالا برای تثبیت نیتروژن شامل مجموعه‌ای از فعل و انفعالات پیچیده بین گیاه میزبان و باکتری همزیست است (گوینل، ۲۰۰۹). عوامل دیگری مانند کارایی گره و زودرس بودن و مدت زمان گره‌زایی نیز ممکن است نقش مهمی داشته باشند (مارتینز-رومرو، ۲۰۰۳).

به خوبی شناخته شده است که حبوبات به طور کلی به غلظت نیتروژن موجود در خاک پاسخ می دهند (گراهام، ۲۰۰۸). در خاک هایی با نیتروژن نسبتاً زیاد، حبوبات استفاده از نیتروژن خاک را به جای همزیستی با ریزوبیا ترجیح می دهند (دیویتو و سادرس، ۲۰۱۴). با این حال، استفاده حداقلی از نیتروژن ممکن است با بهبود رشد اولیه گیاه، تثبیت نیتروژن را تحریک کند تا زمانی که تثبیت نیتروژن کافی برای رشد و نمو گیاه فراهم شود (عبدالرحمن و همکاران، ۲۰۱۸). از سوی دیگر، میزان مصرف کود بیش از حداقل «نیتروژن استارتر» عموماً گره زایی و تثبیت نیتروژن را سرکوب می کند (کینکما و همکاران، ۲۰۰۶).

بنابراین باتوجه به خصوصیات ارزشمند گیاه باقلا در بهبود خصوصیات شیمیایی خاک و سایر موارد ذکر شده، می توان انتظار داشت که در صورت استفاده از گیاه باقلا در تناوب با برنج و رعایت شیوه های مدیریتی مناسب از جمله آبیاری، تغذیه، حاصلخیزی خاک، تراکم و تاریخ کاشت، ضمن افزایش عملکرد برنج، پایداری نظام های کاشت و درآمد کشاورزان را افزایش داد.

۱۴- تحقیقات آینده

برای به حداکثر رساندن مزایای اکولوژیکی باقلا، گره بندی کارآمد و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن ضروری است. بنابراین، یکی از حوزه های مهم تحقیق باید بر معرفی سویه های منتخب از باکتری های تثبیت کننده نیتروژن، به ویژه در مناطقی که سابقه کشت باقلا وجود ندارد، متمرکز شود. در مناطقی با طول فصل کوتاه تر، می توان از باقلا استفاده کرد، بنابراین قرار دادن باقلا در سیستم های مختلف کشت از جمله اشکال مختلف کشت مخلوط و تناوب زراعی باید مورد بررسی قرار گیرد (شکل ۲۵). همچنین معرفی ژنوتیپ های زمستانه برای مناطق با شرایط سخت زمستانی مفید است. از آنجایی که باکتری لکه شکلاتی یک عامل محدود کننده در کشت باقلا است، باید با معرفی ارقام مقاوم تحقیقات بیشتری انجام شود.



شکل ۲۵- بازدید کشاورزان پیشرو از مزارع باقلا پس از برداشت برنج در
موسسه تحقیقات برنج کشور (اصلی)

۱۵- خلاصه دستورالعمل

گیاه باقلا از گیاهان مهم پروتئینی و متداول کشت در مناطق شمال کشور است که پس از برداشت برنج به عنوان کشت دوم مورد توجه کشاورزان می باشد و شرایط آب و هوایی آن با استان های شمالی کشور بسیار سازگار می باشد. لذا به کارگیری دستورالعمل های زراعی مناسب در زراعت باقلا می تواند نقش به سزایی در افزایش عملکرد و توسعه کشت آن در اراضی شالیزاری ایفا کند که موارد مهم آن در جدول زیر خلاصه شده است.

جدول ۳- خلاصه دستورالعمل فنی کشت باقلا در تناوب با برنج در شالیزار

عملیات زراعی	دستورالعمل
گیاهشناسی	باقلا گیاهی است یکساله که ریشه ای نسبتاً کم عمق دارد. حداکثر عمق ریشه زایی بین ۵۰ تا ۹۰ سانتی متر است. ارتفاع گیاه از ۱۸۰-۵۰ سانتی متر متغیر بوده و نیاز به قیم ندارد. در روی ساقه برگ های آن به صورت متناوب قرار می گیرند و دارای پیچک نمی باشند. غلاف آن دارای ۲۰-۱۰ سانتی متر طول بوده و در داخل هر غلاف ۸-۲ بذر دیده می شود.
عمق کاشت	عمق کشت بذور باقلا ۵ تا ۷ سانتی متر در نظر گرفته می شود.
تاریخ کاشت	بهترین زمان کاشت باقلا اواسط مهر تا اواسط آبان است.
آماده سازی زمین شالیزاری	کشاورزان جهت کشت باقلا در اواسط مهر تا اوایل آبان اقدام به شخم زمین با ادوات کشاورزی از قبیل گاوآهن و تیلر نموده، و پس از افزودن کودهای پایه شامل فسفات آمونیوم، سولفات پتاسیم و اوره با استفاده از دیسک و روتیواتور عملیات تسطیح زمین را انجام می دهند.
روش کاشت	روش های کاشت شامل: ۱- روش کاشت شیاری ۲- روش دستپاش ۳- روش دست نشان روش کاشت شیاری:
	در این روش شیاری توسط تیلر در زمین ایجاد می گردد و توسط کارگر باقلا با دست داخل شیار قرار می گیرد.
	روش دستپاش:
	در این روش پس از آماده سازی زمین، باقلا توسط کارگر به صورت دستی در خاک پخش می شود و سپس به کمک روتاری با تیلر، بذر با خاک مخلوط می گردد.
روش کاشت بذر	روش دست نشان:
	بعد از آماده سازی زمین، بذور باقلا در فواصل مشخص و در حفره های کوچکی در عمق ۷-۵ سانتی متری در خاک قرار می گیرد.
	به طور کلی فاصله ردیف ها با توجه به منطقه مورد کاشت بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته ها روی ردیف در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود.

ادامه جدول ۳- خلاصه دستورالعمل فنی کشت باقلا در تناوب با برنج در شالیزار

عملیات زراعی	دستورالعمل
آبیاری	نیاز آبی باقلا بسته به روش آبیاری مورد استفاده و میزان و پراکنش نزولات جوی متغیر است. در روش مرسوم آبیاری، نیاز آبی باقلا با یک تا حداکثر سه بار آبیاری مرتفع می‌شود و بخش عمده‌ای از احتیاجات آبی توسط باران تأمین می‌شود. البته در کشت دوم پس از برداشت برنج به دلیل وقوع بارندگی‌های مناسب معمولاً آبیاری صورت نمی‌گیرد و کشت به صورت دیم است.
زهکشی	بارندگی زیاد در مرحله ابتدایی سبز شدن باقلا می‌تواند باعث غرقاب شدن مزرعه و خفگی بوته‌ها در اثر کاهش اکسیژن شود، همچنین رطوبت زیاد در مراحل گل‌دهی و رسیدگی بوته‌ها نیز باعث بوته میری گیاه می‌گردد، بنابراین احداث زهکش‌های سطحی برای خروج آب اضافی، به جهت جلوگیری از ماندابی شدن مزرعه در اثر بارندگی‌های سنگین احتمالی ضروری می‌باشد.
میزان بذر مصرفی	میزان بذر مورد نیاز در هکتار بسته به اندازه بذر و شیوه کاشت محصول متفاوت است. این میزان بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.
تراکم مناسب بوته	تراکم بوته مطلوب برای ژنوتیپ‌هایی با وزن صد دانه ۵۰ تا ۷۰ گرم، بین ۲۵ تا ۳۰ بوته در مترمربع است. تراکم بوته مطلوب برای ارقامی با وزن صد دانه متوسط (۸۰ تا ۱۱۰ گرم) بین ۱۵ تا ۲۵ بوته در مترمربع و برای ژنوتیپ‌های با وزن صد دانه بالاتر (۱۱۰ تا ۱۶۰ گرم) بین ۸ تا ۱۲ بوته در مترمربع است.
تغذیه گیاه در شرایط کشت شالیزاری	کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و کود اوره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار که نیمی از آن در زمان کاشت و بقیه به عنوان سرک استفاده می‌شود. سولفات پتاسیم نیز به میزان ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قابل توصیه است.
علف‌های هرز باقلا	مهم‌ترین علف‌های هرز باقلا عبارت‌اند از تاج‌خروس، چغندر قند وحشی، کیسه کشیش، سلمک، کاسنی، پیچک صحرایی، اویارسلام، شاه‌تره، خردل وحشی، پنیرک، بارهنگ کاردی. علف‌کش‌های پیش کاشت و مخلوط با خاک: ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار جهت کنترل علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ علف‌کش‌های پیش رویشی: استامپ (۳ لیتر در هکتار)، پرسوئیت (۶۰۰ سی‌سی در هکتار) و کلرتال دیمتیل (۷/۵ یا ۹ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار) جهت کنترل اکثر علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ علف‌کش‌های پس‌رویشی: سلکت سوپر + پرسوئیت (۱ لیتر + ۶۰۰ سی‌سی در هکتار)، بازاگران (۱/۵ لیتر در هکتار)، آژیل (۱ لیتر در هکتار)، سلکت سوپر (۱ لیتر در هکتار)، گالانت (۳ لیتر در هکتار) و بنتازون + هالوکسی فوپ‌اتوکسی (۰/۲۵-۰/۷۵ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار) اشاره کرد.

ادامه جدول ۳- خلاصه دستورالعمل فنی کشت باقلا در تناوب با برنج در شالیزار

عملیات زراعی	دستورالعمل
	شته سیاه باقلا (<i>Aphis fabae</i>): برای مبارزه با آن از سموم مختلف فسفره مثل از قبیل مالاتیون ۵۷ درصد، دیازینون ۶۰ درصد به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار، گوزاتیون ۳۵ درصد به میزان ۲ لیتر در هکتار، و پریمور به مقدار ۰/۵ کیلوگرم در هکتار استفاده می‌شود. آفت حلزون نیز یکی از آفات باقلا به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد آن در نواحی ساحلی خزر می‌باشد. برای مبارزه با آن از سموم متالدهاید به میزان ۳ تا ۴ کیلوگرم در هکتار می‌توان استفاده نمود. از آفات دیگر این محصول می‌توان از آگروتیس یا شب‌پره زمستانی، کارادرنیا (<i>Spodoptera exigua</i>) و پرودنیا که لارو آنها به ترتیب از ساقه و برگ‌های باقلا تغذیه می‌کنند نام برد. بیماری‌های برق‌زدگی، لکه شکلاتی، لکه برگ‌ی آلترناریایی، سوختگی استمفیلیومی و بیماری‌های ویروس موزاییک یونجه، ویروس موزاییک زرد لوبیا، ویروس پیچیدگی برگ باقلا از مهمترین بیماری‌های قارچی و ویروسی باقلا به شمار می‌روند. مطمئن‌ترین، ارزان‌ترین و ایمن‌ترین روش کنترل بیماری‌ها استفاده از ارقام مقاوم است. استفاده از قارچ‌کش‌هایی نظیر مانکوزب، داکونیل و رورال تی اس به نسبت ۲ در هزار در هنگام شروع بیماری در بوته‌های جوان از دیگر روش‌های مبارزه شیمیایی می‌باشد.
برداشت باقلا	برداشت باقلا در اراضی شالیزاری بسته به اقلیم منطقه و تاریخ کشت از اوایل اردیبهشت شروع شده و تا اوایل خرداد ادامه پیدا می‌کند. شالیکاران به دلیل عدم تداخل برداشت باقلا با نشای برنج ترجیح می‌دهند که اکثر محصول باقلا را به صورت سبز برداشت نمایند.
عملکرد باقلا	مقدار محصول باقلا با توجه به منطقه، مدیریت زراعی و عوامل مختلف متغیر است ولی به طور میانگین عملکرد آن بین ۱۵ تا ۳۰ تن در هکتار غلاف تر و بین ۳ تا ۶ تن خشک در هکتار دانه می‌باشد.

منابع

- اسدی هرمز، ویدا قطبی، محمدتقی فیض‌بخش و فاطمه شیخ. ۱۴۰۱. مقایسه اقتصادی کاشت ارقام مختلف لگوم‌های علوفه‌ای (باقلا، خلر، ماشک، نخود) در استان گلستان. پژوهش‌های حبوبات ایران، سال ۱۳، شماره ۲، ص ۲۲۰-۲۰۷.
- آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان. ۱۴۰۱. سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، معاونت بهبود تولیدات گیاهی. ۹ صفحه.
- آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸. جلد اول: محصولات زراعی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۹۷ صفحه (سال چاپ: ۱۴۰۰).
- باقری عبدالرضا، علی‌اکبر محمودی و فرخ‌دین قزلی. ۱۳۸۰. زراعت و اصلاح لوبیا (ترجمه). جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۵۶ صفحه.
- پارسا مهدی و عبدالرضا باقری. ۱۳۸۷. حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۲۸ صفحه.
- پیوست غلامعلی. ۱۳۸۵. سبزیکاری. رشت: انتشارات دانش پذیر. ۴۸۷ صفحه.
- تبریزی علی‌اکبر، قربان نورمحمدی و حمیدرضا مبصر. ۱۳۹۴. تأثیر نظام‌های مختلف کشت بر حاصلخیزی خاک شالیزار. نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۹، شماره ۲(۳۴)، ص ۲۰۲-۱۹۱.
- جیلانی مهرداد، جهانفر دانشیان و محمد ربیعی. ۱۳۹۲. بررسی اثر مقدار و زمان خشکاننده پاراکوات در تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.) در استان گیلان. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، جلد ۴، شماره ۱، ص ۱۱۰-۹۹.
- خسروی هوشنگ، کامران میرزاشاهی، محمودرضا رمضانپور. ۱۳۹۴. بررسی اثربخشی برخی از جدایه‌های ریزوبیوم بومی بر عملکرد باقلا در ایران. نشریه زیست‌شناسی خاک، جلد ۳، شماره ۱، ص ۹۱-۸۳.
- دیوسالار مریم و بابک درویشی. ۱۳۹۷. دستورالعمل فنی کنترل و گواهی بذر باقلا. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال. ۲۱ صفحه.
- ربیعی محمد و مریم رجبیان. ۱۳۹۰. تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر صفات مورفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه به‌عنوان کشت دوم پس از برنج در رشت. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۱، شماره ۴، ص ۱۲۱-۱۰۵.
- ربیعی محمد و مصطفی مدرسی. ۱۴۰۰. زراعت کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزار. انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور، ۱۱۴ صفحه.
- ربیعی محمد و مهرداد جیلانی. ۱۳۹۲. اثر مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد دانه و شاخص‌های برداشت گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) در رشت. پنجمین همایش ملی حبوبات ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ص ۶۶۲-۶۵۹.
- ربیعی محمد و مهرداد جیلانی. ۱۳۹۳. اثر تاریخ، فاصله ردیف و مقادیر بذر بر عملکرد دانه و پروتئین گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) در شهرستان رشت. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، جلد ۵، شماره ۱، ص ۲۲-۹.
- ربیعی محمد و مهرداد جیلانی. ۱۳۹۴. بررسی اثر تاریخ کاشت، میزان مصرف بذر و فاصله کشت بر عملکرد و صفات زراعی گیاه باقلا در رشت، مجله فناوری و تولیدات گیاهی همدان، جلد ۱۵، شماره ۲، ص ۹۳-۸۱.

- زابلستانی مسعود. ۱۳۹۷. کشاورزی حفاظتی و لزوم کاربرد آن (ویژه احیای دریاچه ارومیه). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۴۰ صفحه.
- شهیدی کومله عباس، سیدرضا سیدی، محمد ربیعی و مریم فروغی. ۱۳۹۷. اثر باقیمانده کودهای نیتروژن و فسفر بر خصوصیات شیمیایی خاک در سیستم کاشت باقلا- برنج. نشریه علمی پژوهشی حفاظت منابع آب و خاک، سال ۷، شماره ۴، ص ۱۱۵-۱۰۳.
- شهیدی کومله عباس، لیلا صادق کسمائی، محمد ربیعی و مریم فروغی. ۱۳۹۶. اثر باقیمانده کودهای نیتروژن و فسفر در مزرعه باقلا بر عملکرد در سیستم کشت باقلا- برنج در گیلان، نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۱۱، شماره ۲(۴۲)، ص ۳۸۳-۳۹۸.
- شیخ فاطمه و محمدتقی فیض‌بخش. ۱۳۹۸. باقلا، کاشت داشت برداشت. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۹۰ صفحه.
- شیخ فاطمه. ۱۴۰۲. امکان سنجی تعیین نواحی کشت باقلا در مناطق مختلف کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۵۴ صفحه.
- کشاورز فتح‌اله، محمدصادق الهیاری، ذکریا آذر می سه ساری و مهدی خیاطی. ۱۳۸۹. عوامل موثر بر عدم پذیرش کشت ارقام برنج پرمحصول در میان کشاورزان استان گیلان. پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، دوره ۳، شماره ۴، ص ۹۹-۱۱۲.
- مجنون حسینی ناصر. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات (حبوبات در ایران). انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۲۸۴ صفحه.
- معماری ناستیا، مریم نوابیان، نادر پیرمردیان و مسعود اصفهانی. ۱۳۹۷. ارزیابی عملکرد زهکش زیرزمینی بر رشد گیاه لوبیا محلی در اراضی شالیزاری با استفاده از مدل فیزیکی. تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۹، شماره ۶، ص ۱۲۴۳-۱۲۵۵.
- ملکوتی محمدجعفر و محمد مهدی طهرانی. ۱۳۸۴. نقش ریز مغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تاثیر کلان». چاپ سوم. تهران: دانشگاه تربیت مدرس با همکاری موسسه تحقیقات خاک و آب. ۳۹۸ صفحه.
- نخزری مقدم علی. ۱۳۹۳. ارزیابی زمان و میزان مصرف کود روی بر کمیت و کیفیت باقلا. نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ۷، شماره ۱، ص ۹۵-۱۰۷.
- نصیری مرتضی و محمد ربیعی. ۱۳۸۲. زراعت کلزا در شالیزار. نشریه فنی. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ۳۳ صفحه.
- هاشم‌آبادی داود و شهرام صداقت‌حور. ۱۳۸۵. بررسی اثر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلای زمستانه مازندرانی (*Vicia faba* L.). مجله علوم کشاورزی (دانشگاه آزاد اسلامی)، سال ۱۲، شماره ۱، ص ۱۳۵ - ۱۴۱.
- یوسفی روح اله و مریم حسینی. ۱۳۹۹. دستورالعمل فنی تولید تریپتیکاله به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری (اقلیم گرم و مرطوب). ۲۵ صفحه.
- Abd-Alla M.H., El-Enany A.W.E., Nafady N.A., Khalaf D.M., Morsy F.M. 2014. Synergistic interaction of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* and arbuscular mycorrhizal fungi as a plant growth promoting biofertilizers for faba bean (*Vicia faba* L.) in alkaline soil. Microbiological Research, 169: 49-58.

- Abdelhamid M.T., Horiuchi T., Oba S. 2004. Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on faba bean (*Vicia faba* L.) growth and soil properties. *Bioresource Technology*, 93: 183–189.
- Abdel-Kader M., El-Mougy N., Lashin S. 2011. Essential oils and Tri- choderma harzianum as an integrated control measure against faba bean root rot pathogens. *Journal of Plant Protection Research*, 51: 306–313.
- Abdul Rahman N., Larbi A., Kotu B., Marthy Tetteh F., Hoeschle-Zele-don I. 2018. Does nitrogen matter for legumes? Starter nitrogen effects on biological and economic benefits of cowpea (*Vigna un-guiculata* L.) in Guinea and Sudan Savanna of West Africa. *Agronomy*, 8: 120.
- Abera T., Semu E., Debele T., Wegary D., Kim H. 2015. Effects of faba bean break crop and N rates on subsequent grain yield and nitrogen use efficiency of highland maize varieties in Toke Kutaye, western Ethiopia. *American Journal of Research Communication*, 3: 32–72.
- Ali M., Gupta Sanjeev, Singh B.B. 2016. Quality seeds to trigger high pulse production. *Indian Farming*, 65(10): 2-6.
- Aschi A., Aubert M., Riah-Anglet W., Nelieu S., Dubois C., Ak-pa-Vinceslas M., Trinsoutrot-Gattin I. 2017. Introduction of faba bean in crop rotation: impacts on soil chemical and biological characteristics. *Applied Soil Ecology*, 120: 219–228.
- Bakry B.A., Elewa T.A., El-Karamany M.F., Zeidan M.S., Tawfik, M.M. 2011. .Effect of row spacing on yield and its components of some faba bean varieties under newly reclaimed sand soil condition. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7(1): 68-72.
- Barłóg P., Grzebisz W., Łukowiak R. 2018. Faba bean yield and growth dynamics in response to soil potassium availability and sulfur application. *Field Crops Research*, 219: 87–97.
- Belete, T., Bastas K.K. 2017. Common Bacterial Blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) of beans with special focus on ethiopian condition. *Journal Plant Pathology Microbiology*, 8: 2.
- Cakmak I., Marschner H. 1992. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiology*, 98: 1222–1227.
- Cazzato E., Tufarelli V., Ceci E., Stellacci A.M., Laudadio V. 2012. Quality yield and nitrogen fixation of faba bean seeds as affected by sulphur fertilization. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science*, 62: 732–738.
- Chakraverty A., Ramaswamy H.S., Mujumdar A.S. 2013. Structure and composition of cereal grains and legumes, *Handbook of Postharvest Technology*. CRC Press, NY: 21–36.
- Crépon K., Marget P., Peyronnet C., Carrouee B., Arese P., Duc G. 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*, 115: 329–339.
- Divito G.A., Sadras V.O. 2014. How do phosphorus, potassium and sulphur affect plant growth and biological nitrogen fixation in crop and pasture legumes? A meta-analysis. *Field Crops Research*, 156: 161–171.
- El-Gizawy N.Kh.B., Mehasen, S.A.S. 2009. Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. *World Applied Sciences Journal*, 6: 1359-1365.
- Etemadi F., Hashemi M., Barker A.V., Zandvakili O.R., Liu X. 2019. Agronomy, Nutritional Value, and Medicinal Application of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Horticultural Plant Journal*, 5(4): 170-182.
- Etemadi F., Hashemi M., Mangan F., Weis S. 2015. Faba beans; Growers guide in New England. [http://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/research-reports/faba _ bean _ guide _ 2.pdf](http://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/research-reports/faba_beans_guide_2.pdf)
- Etemadi F., Hashemi M., Mangan F., Xing B. 2014. Distribution of L -Dopa in different parts of faba Beans, in: Northeast Section of the American Society of Plant Biologists (NEASPB) Conference. The University of Rhode Island, RI 2.
- Etemadi F., Hashemi M., Shureshjani R.A., Autio W.R. 2017. Application of data envelopment analysis to assess performance efficiency of eight faba bean varieties. *Agronomy Journal*, 109: 1225–1231.

- Etemadi F., Hashemi M., Zandvakili O., Dolatabadian A., Sadeghpour A. 2018. Nitrogen contribution from winter-killed faba bean cover crop to spring-sown sweet corn in conventional and no-till systems. *Agronomy Journal*, 110: 455–462.
- Fernandez L.A., Zalba P., Gomez M.A., Sagardoy M.A. 2007. Phosphatesolubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 43(6): 805-809.
- Gezahegn A.M., Tesfaye K., Sharma J.J., Bebel M.D. 2016. Determination of optimum plant density for faba bean (*Vicia faba* L.) on vertisols at Haramaya, Eastern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 2: 1.
- Gillard C.L., Conner R.L., Howard R.J., Pauls K.P., Shaw L., Taran B. 2009. The performance of dry bean cultivars with and without common bacterial blight resistance in field studies across Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 89: 405–416.
- Graham P.H. 2008. Nitrogen-fixing leguminous symbioses. nitrogen fixation: origins, applications, and research progress. *Ecology of the Root-Nodule Bacteria Legumes*, 7: 23–58.
- Grzebisz W., Gransee A., Szczepaniak W., Diatta J. 2013. The effects of potassium fertilization on water-use efficiency in crop plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176: 355–374.
- Gucci G., Lacolla G., Summo C., Pasqualone A. 2019. Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). *Scientia Horticulture*, 243: 338–343.
- Guinel F.C. 2009. Getting around the legume nodule: the structure of the peripheral zone in four nodule types. *Botany*, 87: 1117–1138.
- Haciseferogullari H., Gezer I., Bahtiyarca Y. 2003. Determination of some chemical and physical properties of Sakız faba bean (*Vicia faba* L. Var. major). *Journal of Food Engineering*, 60(4): 475-479.
- Haile M., Adugna G., Lemessa F. 2016. Reactions of improved faba bean varieties to chocolate spot (*Botrytis fabae* Sard.) epidemics across contrasting altitudes in southwest Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 11: 837–848.
- Hariadi Y., Shabala S. 2004. Screening broad beans (*Vicia faba*) for magnesium deficiency. II. Photosynthetic performance and leaf bioelectrical responses. *Functional Plant Biology*, 31: 539–549.
- Harveson R.M., Schwartz H.F. 2007. Bacterial diseases of dry edible beans in the central high plains. *Plant Health Progress*.
- Hu Y., Schmidhalter U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168: 541–549.
- Jelenic S., Mitrikeski P.T., Papes D., Jelaska S. 2000. Agrobacterium-mediated transformation of broad bean (*Vicia faba* L). *Food Technology and Biotechnology*. 38(3): 167-172.
- Jelenic, S., P. T. Mitrikeski, D. Papes, and S. Jelaska. 2000. Agrobacterium-mediated transformation of broad bean (*Vicia faba* L). *Food Technology and Biotechnology*. 38(3): 167-172.
- Jensen E.S., Peoples M.B., Hauggaard-Nielsen H. 2010. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*, 115: 203–216.
- Kang S., McKenzie B.A., Hill G.D. 2008. Effect of irrigation on growth and yield of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) and narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Agronomy New Zealand*, 38: 11–32.
- Kinkema M., Scott P.T., Gresshoff P.M. 2006. Legume nodulation: successful symbiosis through short- and long-distance signalling. *Functional Plant Biology*, 33: 707–721.
- Köpke U., Nemecek T. 2010. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*, 115: 217–233.
- Kora D., Hussein T., Ahmed S. 2017. Management of chocolate spot (*Botrytis fabae* L.) on faba bean in Bale Highland's, Ethiopia. *Journal of Plant Sciences*, 5: 120–129.

- Kubure T.E., Raghavaiah C.V., Hamza I. 2016. Production potential of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes in relation to plant densities and phosphorus nutrition on vertisols of central highlands of West Showa Zone, Ethiopia, east Africa. *Advances in Crop Science and Technology*, 4: 214.
- Küçük C., Kıvanç M. 2008. Preliminary characterization of Rhizobium strains isolated from chickpea nodules. *African Journal of Biotechnology* 7: 772–775 .
- L'opez-Bellido F.J., L'opez-Bellido L., L'opez-Bellido R.J. 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy*, 23: 359–378.
- Landry E.J., Coyne C.J., McGee R.J., Hu J. 2016. Adaptation of autumn-sown faba bean germplasm to southeastern Washington. *Agronomy Journal*, 108: 301–308.
- Lee M.K., Kim D.G., Kim J.M., Ryu J., Eom S.H., Hong M.J., Kwon S.J. 2018. Selection of the elite lines with high adaptability to autumn sowing of south Korea in faba bean. *Plant Breeding and Biotechnology*, 6: 57–64.
- Luna-Orea P., Waggener M.G., Gumpertz M.L. 1996. Decomposition and nutrient release dynamics of two tropical legume cover crops. *Agronomy Journal*, 88: 758–764.
- Makoudi B., Kabbadj A., Mouradi M., Amenc L., Domergue O., Blair M., Ghoulam C. 2018. Phosphorus deficiency increases nodule phytase activity of faba bean–rhizobia symbiosis. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40: 63.
- Martinez-Romero E. 2003. Diversity of Rhizobium-phaseolus vulgaris symbiosis: overview and perspectives. *Plant and Soil*, 252: 11–23.
- Marzinzig B., Brünjes L., Biagioni S., Behling H., Link W., Westphal C. 2018. Bee pollinators of faba bean (*Vicia faba* L.) differ in their for-aging behaviour and pollination efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 264: 24–33.
- McDermott J., Wyatt A.J. 2017. The role of pulses in sustainable and healthy food systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1392: 30–42.
- Mekkei M.E. 2014. Effect of intra-row spacing and seed size on yield and seed quality of faba bean (*Vicia faba* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7: 665–670.
- Mirshekari M., Majnoonhoseini N., Amiri R., Moslehi A., Zandvakili O. 2013. Effects of sowing date and irrigation treatment on safflower seed quality. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15: 505–515.
- Mirshekari M., Majnounhosseini N., Amiri R., Moslehi A., Zandvakili O.R. 2012. Effects of sowing date and limited irrigation water stress on spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) quantitative traits. *Journal of Research in Agricultural Science*, 8: 100–112.
- Mohammadi K., Sohrabi Y., Heidari G., Khalesro S., Majidi M. 2012. Effective factors on biological nitrogen fixation. *Africa Journal of Agriculture Research*, 7: 1782–1788.
- Mortimer P.E., Perez-Fernandez M.A., Valentine A.J. 2012. Arbuscular mycorrhiza maintains nodule function during external NH₄⁺ supply in *Phaseolus vulgaris* (L.). *Mycorrhiza*, 22: 237–245.
- Multari S., Stewart D., Russell W.R. 2015. Potential of fava bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14: 511–522.
- N'Dayegamiye A., Whalen J.K., Tremblay G., Nyiraneza J., Grenier M., Drapeau A., Bipfubusa M. 2015. The benefits of legume crops on corn and wheat: yield, nitrogen nutrition, and soil properties improvement. *Agronomy Journal*, 107: 1653–1665.
- Nebiyu A., Diels J., Boeckx P. 2016. Phosphorus use efficiency of improved faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in low-input agroecosystems. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 179: 347–354.
- Neuhaus C., Geilfus C.M., Mühling K.H. 2014. Increasing root and leaf growth and yield in Mg-deficient faba beans (*Vicia faba*) by MgSO₄ foliar fertilization. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177: 741–747.
- Ntatsi G., Karkanis A., Yfantopoulos D., Olle M., Travlos I., Thanopoulos R., Savvas D. 2018. Impact of variety and farming practices on growth, yield, weed flora and symbiotic nitrogen

- fixation in faba bean cultivated for fresh seed production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 68: 619–630.
- Oweis T., Hachum A., Pala M. 2005. Faba bean productivity under rainfed and supplemental irrigation in northern Syria. *Journal of Agricultural Water Management*, 73: 57-72.
 - Parr M., Grossman J.M., Reberg-Horton S.C., Brinton C., Crozier C. 2011. Nitrogen delivery from legume cover crops in no-till organic corn production. *Agronomy Journal*, 103: 1578–1590.
 - Patel J.B., Bhatiya V.J., Babariya C.A., Sondarva J. 2016. Effect of seed size on seedling vigour, plant growth, seed yield and its parameters: a review. *Research in Environment and Life Sciences*, 9: 859–864.
 - Peng W.T., Zhang L.D., Zhou Z., Fu C., Chen Z.C., Liao H. 2018. Magnesium promotes root nodulation through facilitation of carbohydrate allocation in soybean. *Physiologia Plantarum*, 163: 372–385.
 - Peyvast Gh., Khorsandi Z. 2007. Antibacterial Activity of the Broad Bean Extracts on Resistant Bacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(3): 398-402.
 - Pöttsch F., Lux G., Schmidtke K. 2018. Sulphur demand, uptake and fertilization of *Vicia faba* L. under field conditions. *Field Crops Research*, 228: 76–83.
 - Rabiee M., Majidian M., Alizadeh M.R., Kavooosi M. 2021. Evaluation of energy use efficiency and greenhouse gas emission in rapeseed (*Brassica napus* L.) production in paddy fields of Guilan province of Iran. *Energy*, 217: 119411.
 - Rahman M., Islam M.A., Azirun M.S., Boyce A.N. 2014. Agronomic and nitrogen recovery efficiency of rice under tropical conditions as affected by nitrogen fertilizer and legume crop rotation. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(3): 891-896.
 - Rashid M.I., Mujawar L.H., Shahzad T., Almeelbi T., Ismail I.M., Oves M. 2016. Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability and aggregate formation in degraded soils. *Microbiological Research*, 183: 26–41.
 - Sangakkara U.R., Hartwig U.A., Nösberger J. 1996. Soil moisture and potassium affect the performance of symbiotic nitrogen fixation in faba bean and common bean. *Plant and Soil*, 184: 123–130.
 - Shad K.K., Wahab A., Rehman A., Fida M., Wahab S. 2010. Density and planting date influence phenological development assimilate partitioning and dry matter production of faba bean. *Pakistan Journal of Botanic*, 42(6): 3831-3838.
 - Sinclair T.R., Nogueira M.A. 2018. Selection of host-plant genotype: the next step to increase grain legume N₂ fixation activity. *Journal of Experimental Botany*, 69: 3523–3530.
 - Singh A.K., Bharati R.C., Manibhushan N.C., Pedapati A. 2013. An assessment of faba bean (*Vicia faba* L.) current status and future prospect. *African Journal of Agricultural Research*, 8: 6634–6641.
 - Singh D., Chand S., Anvar M., Patra D. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol (*Plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditions. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 25(2): 414-419.
 - Singh R.J., Jauhar P.P. 2005. Genetic resources, Chromosome engineering, and Crop Improvement Series, 1. CRC press.
 - Smith K.S., Balistreri L.S., Smith S.M., Severson R.C. 1997. Distribution and Mobility of Molybdenum in the Terrestrial Environment. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 23–46.
 - Tawaha M.A., Turk M.A. 2001. Effect of date and rate of sowing on yield and yield components of narbon vetch under semi-arid condition. *Journal of Acta Argonomica Hungarica*, 49(1): 103-105.
 - Tekalign A., Derera J., Sibiya J., Fikre A. 2016. Participatory assessment of production threats, farmers' desired traits and selection criteria of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties: opportunities for faba bean breeding in Ethiopia. *Indian Journal of Agricultural Research*, 50: 295–302.

- Terefe H., Fininsa C., Sahile S., Dejene M., Tesfaye K. 2015. Effect of integrated cultural practices on the epidemics of chocolate spot (*Botrytis fabae*) of faba bean (*Vicia faba* L.) in Hararghe Highlands, Ethiopia. *Global Journal of Pests, Diseases and Crop Protection*, 3: 113–123.
- Torres A.M., Roman B., Avila C.M., Satovic Z., Rubiales D., Sillero J.C., Cubero J.I., Moreno M.T. 2004. Faba bean breeding for resistance against biotic stresses: towards application of marker technology. *Euphytica*, 147: 67–80.
- Tosti G., Guiducci M. 2010. Durum wheat–faba bean temporary intercropping: effects on nitrogen supply and wheat quality. *European Journal of Agronomy*, 33: 157–165.
- Trabanco N.O.E.M.I., Pérez-Vega E.L.E.N.A., Campa A., Rubiales D., Ferreira J.J. 2012. Genetic resistance to powdery mildew in common bean. *Euphytica*, 186: 875–882.
- Valentine A.J., Kleinert A., Benedito V.A. 2017. Adaptive strategies for nitrogen metabolism in phosphate deficient legume nodules. *Plant Science*, 256: 46–52.
- Van Emden H.F., Ball S.L., Rao M.R. 1988. Pest, disease and weed problems in pea, lentil, faba bean and chickpea, *World crops: Cool season Food Legumes*. Springer, Dordrecht: 519–534.
- Van Zwieten, L., Rose T., Herridge D., Kimber S., Rust J., Cowie A., Morris S. 2015. Enhanced biological N₂ fixation and yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in an acid soil following biochar addition: dissection of causal mechanisms. *Plant and Soil*, 395: 7–20.
- Wahbi S., Prin Y., Thioulouse J., Sanguin H., Baudoin E., Maghraoui T., Oufdou K., Roux C.L., Galiana A., Hafidi M., Duponnois R. 2016. Impact of wheat/faba bean mixed cropping or rotation systems on soil microbial functionalities. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1364.
- Webster B., Bruce T., Pickett J., Hardie J. 2010. Volatiles functioning as host cues in a blend become nonhost cues when presented alone to the black bean aphid. *Animal Behaviour*, 79: 451–457.
- Weldua Y., Hailheb M., Habtegebrielb K. 2012. Effect of zinc and phosphorus fertilizers application on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) grown in calcareous cambisol of semi-arid northern Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 3(12): 320–326.
- Wrigley C.W., Corke H., Seetharaman K., Faubion J. 2015. *Encyclopedia of Food Grains*. Academic Press, Oxford.
- Xinyou Y., Van Laar H.H. 2005. Crop systems dynamics: An ecophysiological simulation model for genotype-by-environment interactions. Wageningen Academic Pub.
- Yu Y., Xue L., Yang L. 2014. Winter legumes in rice crop rotations reduces nitrogen loss, and improves rice yield and soil nitrogen supply. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(3): 633–640.
- Zahran H.H. 1999. Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in arid climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 63: 968–89.
- Zandvakili O.R., Barker A.V., Hashemi M., Etemadi F., Autio W.R. 2019. Comparisons of commercial organic and chemical fertilizer solutions on growth and composition of lettuce. *Journal of Plant Nutrition*, 42(9): 990–1000.
- Zapata F.S., Danso K.A., Hardarson G., Fried M. 1987. Nitrogen fixation and translocation in field grown fababean. *Agronomy Journal*, 79:505–509.
- Zhang D., Zhang C., Tang X., Li H., Zhang F., Rengel Z., William R.V., William J.D., Shen J. 2016. Increased soil phosphorus availability induced by faba bean root exudation stimulates root growth and phosphorus uptake in neighbouring maize. *New Phytologist*, 209: 823–831.
- Zörb C., Senbayram M., Peiter E. 2014. Potassium in agriculture–status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 171: 656–669.

لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال
۱	روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی دانه‌ی برنج	فاطمه حبیبی	۱۳۹۲
۲	کرم ساقه‌خوار نواری برنج (شناسایی، زیست‌شناسی، خسارت و کنترل)	فرزاد مجیدی	۱۳۹۲
۳	بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج	مریم خشکدامن	۱۳۹۲
۴	مراحل فنولوژی برنج	مجید نحوی و همکاران	۱۳۹۳
۵	خصوصیات برخی از ارقام محلی برنج در شرایط استان گیلان	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۳
۶	اصلاح روش اندازه‌گیری میزان آمیلوز در دانه‌ی برنج بر اساس روش ایزو ۶۶۴۷	فاطمه حبیبی و همکاران	۱۳۹۳
۷	بیماری سیاهک دروغی برنج	فریدون پاداشت و همکاران	۱۳۹۳
۸	معرفی‌نامه‌ی موسسه تحقیقات برنج کشور	فرامرز علی‌نیا و همکاران	۱۳۹۳
۹	پروانه‌ی تک‌نقطه‌ای برنج و روش‌های کنترل آن	فرزاد مجیدی	۱۳۹۳
۱۰	راهنمای استفاده از تراکتور دو چرخ و خاک همزن	علیرضا علامه	۱۳۹۳
۱۱	راهنمای ارزیابی مزارع برنج خسارت دیده	ناصر دوات‌گر و همکاران	۱۳۹۴
۱۲	زهرا به‌های قارچی در برنج	فریدون پاداشت و همکاران	۱۳۹۴
۱۳	اهمیت تغذیه برگی عناصر کم مصرف در کشت برنج	حسن شکری‌واحد	۱۳۹۴
۱۴	بومی‌سازی توسعه سریع نسل (RGA) در گیاه برنج	محسن قدسی و همکاران	۱۳۹۵
۱۵	تبدیل کاه و کلش برنج به کمپوست و موارد استفاده از آن	تیمور رضوی‌پور و همکاران	۱۳۹۵
۱۶	کلکسیون قارچ‌های برنج ایران	فریدون پاداشت و همکاران	۱۳۹۵
۱۷	پتاسیم در خاک و روش‌های عصاره‌گیری آن در خاک‌های شالیزاری	مسعود کاوسی	۱۳۹۵
۱۸	ضرورت مصرف کود سیلیکاته در اراضی شالیزاری	الهیار فلاح و همکاران	۱۳۹۵
۱۹	گیلانه، رقم جدید برنج	مهرزاد اله‌قلی‌پور	۱۳۹۵
۲۰	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، گیلانه	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۶
۲۱	توده‌های محلی و ارقام برنج لنجان	احمد رضانی	۱۳۹۶
۲۲	کمبود روی، علل، علائم و راه‌کارهای مقابله با آن	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۶
۲۳	کوتولگی برنج و مدیریت آن	بیژن یعقوبی	۱۳۹۶
۲۴	دستورالعمل ملی کدگذاری لاین‌های اصلاحی برنج	مجید ستاری و همکاران	۱۳۹۶
۲۵	معرفی شب‌پره برگ‌خوار قهوه‌ای برنج (اولین گزارش خسارت در شمال ایران)	مهرداد طبری و همکاران	۱۳۹۶
۲۶	سابقه کشت برنج در اصفهان	احمد رضانی	۱۳۹۶
۲۷	حلزون گیاهچه‌خوار برنج <i>Succinea putris</i> (زیست‌شناسی و کنترل)	مهرداد طبری و همکاران	۱۳۹۶
۲۸	اکولوژی برنج	الهیار فلاح و همکاران	۱۳۹۷
۲۹	استفاده از روش میلگارد در ارزیابی خواص حسی برنج	فاطمه حبیبی و همکاران	۱۳۹۷
۳۰	کرم سبز برگ‌خوار برنج و کنترل آن	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۳۹۷

لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور (ادامه)

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال
۳۱	تغذیه روی در سیستم‌های کشت برنج	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۷
۳۲	کاربرد جهش القایی در اصلاح برنج	علیرضا نبی‌پور و همکاران	۱۳۹۷
۳۳	کشت برنج در اراضی شالیزاری بدون انجام عملیات گل‌خرابی	رضا اسدی	۱۳۹۷
۳۴	تاثیر پاروویل بر خصوصیات تبدیل و کیفیت برنج	عاصفه لطیفی	۱۳۹۷
۳۵	تنش خشکی و تاثیر آن بر رشد و عملکرد برنج	علی‌اکبر عبادی و همکاران	۱۳۹۷
۳۶	دستورالعمل پخت برخی ارقام محلی و اصلاح شده برنج مازندران	ناهید فتحی و همکاران	۱۳۹۸
۳۷	مروری بر کشت مستقیم برنج با تأکید بر مدیریت علف‌های هرز	بیژن یعقوبی و همکاران	۱۳۹۸
۳۸	استفاده از تله نوری و درجه حرارت موثر روزانه برای تعیین زمان ...	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۳۹۸
۳۹	تاثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشدی گیاه برنج و راهکارهای مقابله با آن	الهیار فلاح	۱۳۹۸
۴۰	آنام، رقم جدید برنج	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۸
۴۱	مدیریت تولید برنج در روش خشکه‌کاری	عبدالعلی گیلانی	۱۳۹۸
۴۲	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، آنام	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۸
۴۳	زیست‌شناسی و مدیریت علف‌هرز مهاجم سل‌واش در شالیزار	بیژن یعقوبی و همکاران	۱۳۹۸
۴۴	دستورالعمل پخت سه رقم جدید برنج (گیلان، رش و آنام)	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۹
۴۵	پرورش نشای مناسب کشت مکانیزه برنج بدون نیاز به جعبه نشا در شرایط کرونا	بهمن امیری و همکاران	۱۳۹۹
۴۶	اصول و مبانی ایمنی کار در آزمایشگاه زیست فناوری	علی‌اکبر عبادی و همکاران	۱۳۹۹
۴۷	دستورالعمل تولید برنج به‌روش کشت مستقیم در بستر خشک (استان گلستان)	علیرضا کیانی و همکاران	۱۳۹۹
۴۸	راهکارهای مدیریت کنترل و ایجاد مقاومت به بیماری بلاست در برنج	مریم حسینی و همکاران	۱۳۹۹
۴۹	دستورالعمل فنی تولید تربیتکاله به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری	روح‌اله یوسفی و همکاران	۱۳۹۹
۵۰	روش‌های تشخیص خلوص و کیفیت ارقام برنج	ناهید فتحی و همکاران	۱۳۹۹
۵۱	طلوع، رقم جدید پرمحصول، مقاوم به بلاست و کیفی برنج	علی مومنی و همکاران	۱۳۹۹
۵۲	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، « تپسا »	رحمان عرفانی و همکاران	۱۳۹۹
۵۳	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، « طلوع »	علی مومنی و همکاران	۱۳۹۹
۵۴	خلأ عملکرد برنج و عوامل زراعی موثر بر آن	فاطمه فرح‌دهر و همکاران	۱۴۰۰
۵۵	گوگرد، عنصری تاثیرگذار بر گیاه برنج	شهرام محمودسلطانی	۱۴۰۰
۵۶	حذف بوتاکلر، پرمصرف‌ترین علف‌کش شالیزار و معرفی علف‌کش‌های جایگزین	بیژن یعقوبی	۱۴۰۰
۵۷	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج "رش"	علیرضا ترنگ	۱۴۰۰
۵۸	پیش‌تیمار بذر با عناصر کم‌مصرف (بهبود رشد محصولات و غنی‌سازی دانه)	شهرام سلطانی و همکاران	۱۴۰۰
۵۹	دستورالعمل فنی تولید برنج سالم و ارگانیک	عباس شهدی و همکاران	۱۴۰۰
۶۰	مدیریت فنی تولید محصول برنج	مرتضی نصیری و همکاران	۱۴۰۰

لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور (ادامه)

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال
۶۱	عوامل مؤثر بر بیماری سوختگی غلاف برگ برنج و راه‌های مبارزه با بیماری	مریم خشکدامن و همکاران	۱۴۰۰
۶۲	ویژگی‌های خاک خزانه و تغذیه گیاهچه برنج در خزانه	شهرام سلطانی و همکاران	۱۴۰۰
۶۳	گیلار رقم جدید برنج	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۴۰۰
۶۴	توصیه‌های فنی برداشت برنج	روح‌اله یوسفی	۱۴۰۰
۶۵	دستورالعمل زراعی کشت مجدد برنج در حوضه آبریز هراز استان مازندران	الهی‌ار فلاح	۱۴۰۰
۶۶	کیان رقم جدید برنج متحمل به تنش خشکی	علی‌اکبر عبادی و همکاران	۱۴۰۰
۶۷	دستنامه مدیریت زراعی شالیزار	گروه مولفان	۱۴۰۰
۶۸	شناسایی و مدیریت گونه مهاجم سوروف (<i>Echinochloa oryzoides</i>) در شالیزار	فرزین پورامیر و همکاران	۱۴۰۰
۶۹	دستنامه فنی-اجرایی ارتقاء بهره‌وری آب زراعت برنج	محمدرضا یزدانی و همکاران	۱۴۰۰
۷۰	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج «کیان»	علی‌اکبر عبادی و همکاران	۱۴۰۱
۷۱	مباحث کاربردی در زمینه مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شالیزار	حسن شکری واحد	۱۴۰۱
۷۲	توصیه‌های فنی عملیات پس از برداشت برنج	کبری تجدیدی‌طلب	۱۴۰۱
۷۳	مدیریت علف‌هرز روغن‌واش در شالیزار	بیژن یعقوبی و همکاران	۱۴۰۱
۷۴	آموزش گام به گام تولید بذر دورگ (F1) در گیاه برنج	مصطفی مدرسی و همکاران	۱۴۰۱
۷۵	دستورالعمل کشت مستقیم برنج در بستر مرطوب در شرایط آب و هوایی ایران	فرزین پورامیر و همکاران	۱۴۰۱
۷۶	آبدزدک و کنترل آن	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۴۰۱
۷۷	معرفی و پراکنش جغرافیایی کنه‌های مزارع برنج در استان گیلان	مهدی جلائیان	۱۴۰۱
۷۸	شناخت و کاربری ماشین‌های کاشت گیاهان علوفه‌ای در اراضی شالیزاری	روح‌اله یوسفی	۱۴۰۲
۷۹	هلال، رقم جدید زودرس، معطر و پاکوتاه برنج	علی مومنی	۱۴۰۲
۸۰	الگوی کشت محصولات زراعی در شالیزار	محمد ربیعی و همکاران	۱۴۰۲
۸۱	شناخت و کاربری ماشین‌های برداشت گیاهان علوفه‌ای در اراضی شالیزاری	روح‌اله یوسفی	۱۴۰۲
۸۲	زراعت مکانیزه کلزا در تناوب با برنج	روح‌اله یوسفی و همکاران	۱۴۰۲
۸۳	شناخت و کاربری ماشین‌های خاک‌ورزی گیاهان علوفه‌ای ... (جلد اول)	روح‌اله یوسفی	۱۴۰۲
۸۴	ارتقاء سلامت محصول برنج به روش مدیریت تلفیقی (ICM) در شمال کشور	مهرداد طبری و همکاران	۱۴۰۲
۸۵	شناخت و کاربری ماشین‌های خاک‌ورزی گیاهان علوفه‌ای ... (جلد دوم)	روح‌اله یوسفی	۱۴۰۲
۸۶	معرفی آفات نوظهور برنج در شمال کشور	مهدی جلائیان و همکاران	۱۴۰۲
۸۷	شناخت و کاربری ماشین‌های داشت گیاهان علوفه‌ای در اراضی شالیزاری	روح‌اله یوسفی	۱۴۰۲
۸۸	زراعت لوبیا (<i>Phseolus vulgaris</i> L.) به‌عنوان کشت دوم در شالیزار	محمد ربیعی و همکاران	۱۴۰۲
۸۹	زراعت باقلا (<i>Vicia faba</i> L.) در تناوب با برنج در شالیزار	محمد ربیعی و همکاران	۱۴۰۲