بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تعیین راهکارهای افزایش بهره‌وری در زراعت جو

تالیف:
دکتر مهرداد محلوجی
بخش تحقیقات علوم زراعی باغی،
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی
استان اصفهان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۱۴۰۳

سرشناسه	:	محلوجی، مهرداد، ۱۳۴۸-Mahlooji, Mehrdad
عنوان و نام پدیدآور	:	تعیین راهکارهای افزایش بهره‌وری در زراعت جو/تالیف مهرداد محلوجی ؛ ویراستاران علمی اشکبوس امینی، حمیدرضا نیکخواه ؛ [برای] وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
مشخصات نشر	:	تهران : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	:	ی، ۹۰ ص.: جدول، نمودار (رنگی).
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۳۶۳-۰۴۳-۹ وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. [۷۳]- ۷۸.
موضوع	:	جو -- ایران -- اصلاح‌نژاد Barley -- Breeding -- Iran جو -- کاشت Barley -- Planting
شناسه افزوده	:	امینی، اشکبوس، ۱۳۵۲-، ویراستار
شناسه افزوده	:	نیکخواه، حمیدرضا، ۱۳۵۲-، ویراستار
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	:	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
رده بندی کنگره	:	SB۱۹۱ رده بندی دیویی:۱۶۰۹۵۵/۶۳۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۹۵۵۹۸۱۸ اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

ISBN: 978-622-363-043-9

شابک:۹۷۸-۶۲۲-۳۶۳-۰۴۳-۹

تعیین راهکارهای افزایش بهره‌وری در زراعت جو

تألیف مهرداد محلوجی

ویراستاران علمی: اشکبوس امینی و حمیدرضا نیکخواه

ناشر: نشر آموزش کشاورزی- معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

شمارگان: محدود

چاپ اول: ۱۴۰۳

قیمت:

مسئولیت درستی مطالب کتاب با مؤلف است

این کتاب تحت شماره ۳۱۴۰۳۷ مورخ ۱۴۰۳/۰۲/۰۳در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نشانی: کرج، بلوار شهید فهمیده، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،

تلفن: ۳-۳۲۷۰۰۰۴۲-۰۲۶

چکیده

مهم ترین چالش‌های اقتصادی و اجتماعی که در دهه آینده با آن روبرو هستیم شامل غذا، آب موردنیاز برای تولید غذا و تغییرات اقلیم جهانی است. دانه غلات، منبع اصلی انرژی غذایی و نیازهای پروتئینی است؛ تولید آن تقریباً معادل یک کیلوگرم دانه در یک روز برای هر فرد برای جمعیت جهانی است. به‌طور گسترده، گندم و جو در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان کشت می‌شوند و با توجه به اینکه بیش از نیمی از اراضی قابل کشت ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، محصول این دو گیاه در کشور از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. جو نسبت به گندم و ذرت به میزان آب کمتری نیاز دارد و همچنین به شرایط آب و هوایی مختلف سازگاری بالایی (دوره رشد کوتاه و کشت پاییزه، مصرف آب کم و امکان استفاده از روش‌های آبیاری نوین و بهره ور، سهولت تأمین بذر با ارقام مناسب و قیمت ارزان بذر، عدم بارگذاری جدید بر منابع آب غیر سبز، عدم تداخل زمانی با تولید علوفه از سایر محصولات کشاورزی، امکان تولید سیلاژ با قابلیت نگهداری طولانی مدت، سهولت حمل ونقل علوفه تولیدی از مناطق تولیدی به سایر مناطق مصرف، امکان استفاده از آب‌های نامتعارف، تولید علوفه در اکوسیستم های کویری و فراموش شده) دارد.

محصولات راهبردی ایران شامل: گندم، برنج، جو، یونجه، شبدر، ذرت علوفه‌ای، اسپرس، پیاز، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، ذرت دانه‌ای، عدس، لوبیا، نخود، چغندرقند، آفتابگردان و پنبه است. سطح زیرکشت آبی این محصولات راهبردی حدود ۵/۲ میلیون هکتار و ۸۵ درصد کشت آبی اراضی با تولید ۵۴/۹ میلیون تن (۷۴ درصد) را به خود اختصاص داده‌اند. با فرض راندمان کاربرد ۴۴/۷ درصد اراضی آبی و نیاز خالص این محصولات، برآورد نیاز ناخالص آب محصولات راهبردی حدود۷۸/۶ میلیارد مترمکعب است. در بین محصولات راهبردی، جو کمترین نیاز خالص آبیاری (۲۹۳۵ مترمکعب در هکتار) را دارد. در سند ملی آب، میزان آب مصرفی جو ۳۵۰۰-۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار اعلام شده است. میزان بهره‌وری آب در جو در ایران از ۰/۵۶ (در کرمان) تا ۳/۰۴ (در همدان) و به طور متوسط یک کیلوگرم در مترمکعب اعلام شده است. میزان بهره‌وری آب در کشت جو در هند (۱/۸-۰/۸۳)، مصر (۳/۴۹-۰/۳۶)، تونس(۳/۵۴-۰/۵۱)، سوریه (۲/۳-۰/۷۳)، چین (۲/۱۱-۱/۵۷) و اسپانیا (۲/۳-۷/۳) کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است.

جو در حال حاضر تقریباً در تمام کشورهای جهان کشت و تولید می‌شود. آمار سطح زیر کشت جو در جهان حدود ۵۶ میلیون هکتار و در ایران (رتبه هشتم جهانی) حدود ۱/۵ میلیون هکتار است. تولید جهانی دانه جو در سال ۲۰۱۹، حدود ۱۵۹/۹ میلیون تن و در ایران ۳/۶ میلیون تن (رتبه ۱۴ تولید محصولات زراعی) بود. این تولید در اقلیم سرد و معتدل (حدود ۷۰٪)، گرم و خشک (۲۵٪) و خزری (حدود ۵٪) انجام می‌گیرد. براساس برنامه توسعه کشاورزی تا سال ۱۴۰۴، برای تولید حدود ۱۶ میلیون تن شیر و ۱/۵ میلیون تن گوشت قرمز، به ۲۰ میلیون تن علوفه سیلویی نیاز است و کشور در شرایط بدون خشک‌سالی حدود ۸ میلیون تن کمبود علوفه دارد. درصورتی‌که بخواهیم این کمبود علوفه کشور را فقط از خصیل جو تأمین نماییم، تنها از طریق تخصیص ۲۰۰ هزار هکتار از اراضی آبی کشور به ارقام مناسب جوی قصیل با میانگین تولید ۴۰ تن در هکتار امکان‌پذیر است.

مدیریت تکنولوژیکی (به‌زراعی و به‌نژادی) جو در افزایش بهره‌وری زراعت جو مهم است. مدیریت به‌زراعی، از عوامل محیطی است که کاملاً در کنترل زارع بوده و بسته به اهداف تولید (تولید دانه، خصیل و مالت)، نوع کشت (آبی، دیم) و زمان کشت (پاییزه، بهاره) متفاوت است. رعایت تناوب، تهیه بستر مناسب، میزان بذر مصرفی، تاریخ کاشت بهینه، روش مناسب آبیاری، تغذیه گیاهی و مبارزه با آفات- بیماری‌ها ـ علف های هرز، ازجمله عوامل مهم به‌زراعی هستند. انتخاب رقم پر محصول و مقاوم به تنش با بیشترین بهره‌وری آب، از مهم‌ترین ابزارهای مدیریتی آب در مزرعه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است.

از تجارب موفق بین‌المللی در افزایش بهره‌وری جو در جهان، توجه به عوامل: عملکرد دانه، مقاومت به ورس و شکستگی سنبله، دوام کاه، ارتفاع بوته (مناطق پربارش ارقام پاکوتاه، مناطق کم‌بارش ارقام پابلند)، پیش تیمار با ازتوباکتر و افزایش تعداد سنبله (نسبت به تعداد سنبله و وزن هزار دانه) است. مدیریت مصرف آب به ارتقا بهره‌وری آب در مزرعه (انتخاب رقم، روش کاشت، کاهش تبخیر با کم خاک‌ورزی، تغذیه مناسب، روش‌های نوین آبیاری و مدیریت تنش‌های زنده) و ارتقا بهره‌وری آب در سطح گیاه (اصلاح ژرم پلاسم، انطباق دوره رشد با حداقل کمبود فشار بخار آب، مقاومت به پژمردگی، گلدهی زود هنگام، کوتیکول مومی، کرک‌های متراکم، دوام سبزینگی، تنظیم اسمزی، پایداری غشا سلولی و شاخص برداشت بیشتر) متکی است. دستیابی به عملکردهای مناسب و قابل قبول در مطالعه تلفیقی سه عامل تاریخ کاشت، میزان بذر و استفاده از ژنوتیپ‌های برتر و دارای ویژگی‌های مثبت در راستای بالا بردن راندمان تولید در واحد سطح با اهمیت و ضروری به نظر می‌رسد.

چالش‌های موجود در افزایش بهره‌وری (در تولید و میزان آب مصرفی) شامل: کاهش منابع آبی؛ افزایش آب مصرفی؛ افت کیفیت آب؛ اثربخشی کمتر از حد انتظار روش‌های نوین آبیاری؛ افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی، صحت و سقم آمار و اطلاعات منابع و مصارف آب کشاورزی؛ عملیاتی نشدن سند ملی الگوی مصرف بهینه آب و خاک

کشاورزی؛ عدم تعادل در سرمایه‌گذاری و هم‌زمانی در اجرای طرح‌های بالا و پائین دست؛ عدم رعایت اصول توسعه پایدار و آمایش سرزمین؛ مسایل مربوط به سامانه های آبیاری؛ مسایل مربوط به حوضه آبریز و شبکه‌های آبیاری و مشکلات اقتصادی و اجتماعی است. راهکارها به منظور رفع چالش‌ها در چهار جنبه کلی است: الف) جنبه سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری؛ ب) جنبه آموزشی؛ ج) جنبه فنی و مهندسی؛ د) جنبه به‌زراعی و به‌نژادی است.

کلمات کلیدی: آب، چالش، تغییر اقلیم، به‌زراعی، به‌نژادی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه، تعاریف و اهمیت

۱-۱- مقدمه و معرفی جو ۱
۱-۲- تعاریف لازم ۲
۱-۳- اهمیت اقتصادی ۸

فصل دوم: آمار سطح، میزان تولید، مقایسه عملکرد و آب مصرفی

۲-۱- سطح برداشت دانه جو ۱۱
۲-۲- میزان تولید دانه جو در ایران و جهان ۱۲
۲-۳-استان‌های مهم تولیدکننده جو در کشور ۱۴
۲-۴- مقایسه عملکرد و میزان آب مصرفی جو در ایران و جهان ۱۵
۲-۵- نیاز علوفه کشور ۱۹

فصل سوم: روش‌های مدیریت و فناوری‌های نوین در بهره‌وری

۳-۱- روش‌های مرسوم مدیریت کشت و تولید محصول در جهان ۲۳
۳-۲- ارائه تجارب موفق بین‌المللی ۴۵
۳-۳- معرفی فناوری‌های نوین با توجه به عوامل مؤثر در بهره‌وری ۵۲

فصل چهارم: چالش‌ها و راهکارها

۴-۱- چالش‌های موجود در افزایش بهره‌وری در تولید و میزان آب مصرفی ۶۱
۴-۲- ارائه راهکارها به‌منظور رفع چالش‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها ۶۵
جمع‌بندی ۷۰
منابع ۷۳

فهرست جدول‌ها

جدول۱- میزان بهره‌وری آب و آب مصرفی جو در مناطق مختلف ایران ۱۷
جدول۲- میزان بهره‌وری آب و آب مصرفی جو در مناطق مختلف جهان ۱۸
جدول ۳- الگوی جذب نیتروژن در طی فصل رشدی جو ۴۰
جدول ۴- ژنوتیپ‌های پیشنهادی جو جهت کشت در مناطق مختلف ۴۴
جدول ۵- نتایج آزمایش مالتینگ رقم بهرخ در مقایسه با شاهد نصرت ۶۰

فهرست نمودارها

نمودار ۱- سطح کاشت جو آبی در طی دوره ۱۰ سال زراعی (۱۳۹۹-۱۳۸۹)..... ۱۲
نمودار۲- روند ۱۰ ساله عملکرد جو آبی (۱۳۹۹-۱۳۸۹) ۷۰

فصل اول

۱-۱- مقدمه و معرفی جو

دستیابی به آرمان‌ها و اهداف برنامه‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، به‌ویژه در زمینه توسعه پایدار و بهره‌وری، از اهداف سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است. از مؤلفه‌های اصلی جهت ارتقای سطح زندگی کشورها، توجه به بهبود بهره‌وری است. بهره‌وری، کلیدی‌ترین شاخص برای رفع تنگناهای خشک‌سالی، کم‌آبی، فقر و گرسنگی است؛ بنابراین باید راندمان (تابش، مصرف آب، مصرف نیتروژن، فسفر، ...) را مدنظر قرار دهیم. افزایش سطح آگاهی و دسترسی به منابع علمی مفید از الزامات ارتقای بهره‌وری است؛ به همین منظور استفاده از روش‌های علمی و فنی مناسب جهت افزایش تولید به ازای مصرف یک واحد آب از ضروریات بخش کشاورزی است. افزایش بهره‌وری، ضامن امنیت آبی است. با افزایش بهره‌وری آب، ضمن حفظ تولید پایدار و کاهش مصرف آب، احداث منابع ذخیره آب و سرمایه‌گذاری در این زمینه که مسایل زیست‌محیطی در بر خواهد داشت، ضرورت پیدا نخواهد کرد.

مهم ترین چالش‌های اقتصادی و اجتماعی که در دهه آینده با آن روبرو هستیم شامل غذا، آب موردنیاز برای تولید غذا و تغییرات اقلیم جهانی است. بیش از یک میلیارد نفر

غذای کافی برای زنده ماندن ندارند (حدود ۶۰ درصد آن‌ها در آسیا هستند) و برای تأمین غذا در سال ۲۰۵۰ نیاز است که تولید دو برابر شود. در ۵۰ سال آینده، نیاز است که غذا به‌اندازه کل آنچه در طی تاریخ مصرف نموده، تولید نماییم. دانه غلات، منبع اصلی انرژی غذایی و نیازهای پروتئینی است؛ تولید آن تقریباً معادل یک کیلوگرم دانه در یک روز برای هر فرد برای جمعیت جهانی است. به‌طور گسترده، گندم و جو در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان کشت می‌شوند و با توجه به اینکه بیش از نیمی از اراضی قابل کشت ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، محصول این دو گیاه در کشور از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. در بین غلات، جو یکی از سازگارترین آن‌ها در جهان بوده و در طیف وسیعی از شرایط محیطی رشد می‌کند. طول دوره رشدی کوتاه جو، اجازه رشد در ارتفاع و عرض جغرافیایی زیاد را داده است. در آینده، به دلیل اهمیت جو از نظر سلامتی انسان و تأمین غذا، توجه به افزایش بهره‌وری این گیاه از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود (محلوجی، ۱۳۹۵).

۱-۲- تعاریف

با محدود شدن منابع آبی و اثرات تغییرات اقلیمی در چند دهه اخیر و همچنین افزایش نیاز بخش‌های صنعت، شرب و محیط‌زیست، مصرف آب در بخش کشاورزی به‌عنوان مصرف‌کننده اصلی منابع آب، باید به نفع سایر بخش‌ها کنترل شود. بدیهی است پایش این فرایند نیازمند مؤلفه‌های خاص خود است. در این راستا، شاخص بهره‌وری آب به‌عنوان یکی از این مؤلفه‌ها در چند سال اخیر در برنامه‌ریزی‌های ملی موردتوجه قرارگرفته است. بهره‌وری آب در کشاورزی، عملکرد، درآمد اقتصادی، شرایط اجتماعی، تولید کالری، پروتئین و ... را به ازای واحد آب به کار رفته بیان می‌کند و در جایی که تنها شاخص عملکرد به ازای تبخیر و تعرق گیاه مدنظر است، کارایی مصرف آب مطرح می‌شود. بهره‌وری را در سطوح مختلف گیاه، دام، جنگل، آبزی‌پروری و واحدهای تولیدی، مزرعه، سیستم آبیاری، شبکه آبیاری و حوضه آبریز یا عرضه‌های طبیعی (مرتع و فضای سبز) می‌توان محاسبه کرد. افزایش بهره‌وری، به‌ویژه از دیدگاه ارزش تولید به ازای واحد

مصرف آب به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند راهکار مهمی برای بهبود معیشت جوامع محلی باشد. در حال حاضر بهره‌وری آب کشاورزی در کشور در حدود ۰/۸۸ کیلوگرم به ازای یک مترمکعب مصرف آب است که بر اساس برنامه‌ریزی‌های بلندمدت تا سال ۱۴۰۴ باید به حداقل ۲ کیلوگرم به ازای یک مترمکعب افزایش یابد. اختلاف در بهره‌وری آب محصولات مختلف در استان‌های مختلف کشور و همچنین در مقایسه با کشورهای مختلف ولی با شرایط اقلیمی مشابه نشان‌دهنده وجود پتانسیل برای افزایش بهره‌وری آب کشاورزی است (کشاورز و دهقانی سنیچ، ۱۳۹۱).

✓ چگونه می‌توان مؤثر بودن (کارایی یا راندمان) سیستم گیاهی یا آب را ارزیابی نمود؟

در سیستم گیاهی، ورودی آب و خروجی محصول است. نسبت مقدار ماده ساخته‌شده درگیاه به آب مصرفی، بهره‌وری فتوسنتز است نه راندمان. زمانی که ورودی و خروجی از یک جنس باشد، راندمان یا بازده قابل ارزیابی خواهد بود. از واژه بهره‌وری، در سیستمی که آب و تولید از یک جنس نیستند؛ بایستی استفاده نمود. بهره‌وری آب، نسبت عملکرد به مقدار آب به‌کار برده شده برای گیاه است. به همین منظور در ابتدا نیاز است بعضی تعاریف توضیح داده شود:

الف) شاخص برداشت (راندمان=کارایی=شاخص)

نسبت مقدار محصول به کل را زیست توده یا بیوماس گویند (هم‌جنس بوده صورت و مخرج). در گیاهان زراعی این شاخص بین ۰/۳ تا ۰/۵ می‌باشد(محلوجی، ۱۳۹۵).

ب) راندمان فتوسنتز

نسبت زیست توده به مقدار ماده تثبیت شده در گیاه که ۰/۵ تا ۰/۷ است. یعنی حدود نیمی از مواد تثبیت شده (سوخت و ساز شده) به بیوماس اختصاص می‌یابد (محلوجی، ۱۳۹۵).

ج) بهره‌وری[1]

دیدگاه‌های مختلفی برای بهره‌وری مطرح است.

دیدگاه سیستم اجتماعی، فرهنگی و صنعتی: نسبت بین مجموعه خروجی‌های یک سیستم به ورودی‌های آن.

دیدگاه اقتصادی، فنی و فرهنگی: بهترین نتیجه را با کمترین هزینه و در مدت زمان کمتر به دست آوردن.

دیدگاه ژاپنی: بدون توجه به بهبود کیفیت و کاهش ضایعات، بهره‌وری نمی‌تواند افزایش یابد.لذا از دیدگاه ژاپنی‌ها برای افزایش بهره‌وری باید به کیفیت نیروی کار، مدیریت و ساختار عوامل دیگر تولید که تشکیل‌دهنده قیمت تمام شده هستند توجه گردد.

بهره‌وری به‌صورت نسبت خروجی[2] یا ستانده (کالاها و خدمات ارائه شده) به مقدار ورودی[3] منابع و یا نهاده مورداستفاده جهت تولید (نیروی کار، مواد اولیه، ماشین‌آلات و انرژی) تعریف می‌شود. بهره‌وری اساساً به دنبال بررسی کارایی، بازدهی تولید کالاها و خدمات و همچنین ارزش ایجاد شده در طول فرایند تولید می‌باشد. به عبارت دیگر، اگر محصولی با حداقل هزینه ممکن و کیفیت بالا تولید گردد و بتواند به صورت رقابتی در بازار، با قیمتی مناسب به فروش برسد، در این صورت سطح بهره‌وری به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای بالا می‌باشد. همچنین بهره‌وری می‌تواند به‌عنوان مجموع کارایی[4] و اثربخشی[5] تعریف گردد:

کارایی (انجام درست کار) + **اثربخشی** (کار درست انجام دادن) = **بهره‌وری** (کار درست را درست انجام دادن)

د) محصول راهبردی

---

1. Productivity
2. Output
3. Input
4. Efficiency
5. Effectiveness

ازنظر تعریف پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، محصولی که در امنیت غذایی به‌طور مستقیم نقش داشته باشد و در داخل کشور بایستی تولید شود. این محصولات شامل: گندم، جو، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، آفتابگردان، پیاز، چغندرقند، یونجه، شبدر، اسپرس، سیب‌زمینی، نخود، عدس، لوبیا، پنبه، برنج، گوجه‌فرنگی است.

ه) شاخص ردپای آب

به‌منظور محاسبه میزان حجم آب مصرف شده محصولات کشاورزی در طی قرآیند تولید، از شاخص ردپای آب و آب مجازی استفاده می‌شود. ردپای آب، شاخص چندبعدی استفاده از آب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم (Hoekstra *et al*., 2011) که در تدوین استراتژی‌های تخصیص منابع آب یک منطقه یا حوضه (Hoekstra, 2013) استفاده می‌شود، اطلاق می‌شود. ردپای کل آب شامل چهار جزء است:

۱. آب سبز [1] (سهم آب حاصل از بارندگی مؤثر)
۲. آب آبی [2] (آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی رودخانه، پشت سد، داخل لوله)
۳. آب خاکستری [3] (شور و زهکش، پساب)
۴. آب سفید [4] (حجم تلفات آب آبیاری)

ایران صادرات آب آبی و واردات آب سبز دارد. این بدان معنی است که ایران منابع آب ارزشمند خود را صادر می‌کند و منابع کم‌ارزش‌تر آب سبز را از سایر کشورها وارد می‌کند. در ایران نیز بخش کشاورزی ۷۰ درصد مصرف منابع آب را به خود اختصاص داده و کمبود منابع آب چاره‌ای جز افزایش راندمان را باقی نگذاشته است (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). ایران تا دهه ۱۹۶۰ ازلحاظ غذایی خودکفا بوده است؛ لکن با شروع واردات محصولات غذایی در خلال دهه ۷۰ میلادی روند وابستگی به واردات آغازشده

1.Green water
2. Blue water
3. Gray water
4. White water

است. در سال ۱۹۷۹ دولت با اتخاذ سیاست خودکفایی سیاست‌های اقتصادی مشوّق کشاورزی شامل: اعطای یارانه، معافیت‌های مالیاتی و اعطای وام‌های کم‌بهره را در پی گرفت؛ با این وجود تنها در سال ۲۰۰۴ خودکفایی گندم به وقوع پیوست. این سیاست موجب رونق کشاورزی شده و افزایش فشار بر منابع سطحی و زیرزمینی آب را به دنبال داشته است. این روند با تغییر اقلیم (Hatfield and Dold, 2019)، الگوی بارش و افزایش جمعیت بیش ازپیش پایداری منابع آب را تهدید می کند. سیاست‌گذاری پایدار منابع آب عموماً باسیاست خودکفایی غذایی در تعارض است. کشورهای زیادی به دلیل نگرانی از مواجهه با کمبود آب در بخش‌های دیگر از سیاست‌های خودکفایی غذایی دست کشیده‌اند. بنابراین هماهنگی سیاست‌های امنیت غذایی و پایداری منابع آب و سیاست‌گذاری براساس چارچوبی که بتواند جوانب فوق را در نظر بگیرد، ضرورت دارد.

در مطالعه‌ای خان و همکاران (Khan *et al.*, 2021) در پاکستان بین گیاهان گندم، جو، برنج، ذرت، تنباکو، چغندرقند و نیشکر در سال ۲۰۲۱ در مورد آب سبز و آب آبی مشخص شد که جو کمترین میزان مصرف آب آبی و آب سبز کمی را مصرف می‌کند (۱۱ میلیون مترمکعب). همچنین گندم، نیشکر و ذرت آب سبز و آب آبی بیش‌تری نسبت به سایر گیاهان در این مطالعه مصرف نمودند.

ه) آب مجازی [1]

یکی از راهکارها برای مدیریت استفاده از منابع در تولیدات محصولات کشاورزی، تعیین مقدار حجم آبی است که در فرایند تولید محصول مصرف شده است. مقدار آبی که در کل مراحل رشد و تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد را آب مجازی می‌گویند. این آب، آب جاسازی شده در محصولات است و به آب موردنیاز برای تولید آن محصول مربوط می‌شود. با تأمین آب مجازی می‌توان تقاضا برای آب را در مناطق خشک و نیمه‌خشک پایین نگه داشت. در مجموع ۲۰ درصد آب مصرف شده برای

1.Virtual Water

تولید محصولات کشاورزی و دامی در جریان مجازی آب، بین کشورها مشارکت داشته است. اگر حجم آب مجازی محاسبه شده برای هر محصول بیش‌تر از یک متر مکعب بر کیلوگرم باشد، آن محصول در رده محصولات پرمصرف قرار می‌گیرد و اگر کمتر از یک مترمکعب بر کیلوگرم باشد، جزء محصولات کم‌مصرف می‌باشد (آبابایی و رمضانی اعتدالی، ۱۳۹۴).

رابطه بهره‌وری و آب مجازی

آب مجازی و بهره‌وری آب نسبت به یکدیگر، رابطه معکوس دارند. طبق تعریف، بهره‌وری آب عبارت است از مقدار محصول تولید شده از واحد حجم آب و واحد آن معمولاً به‌صورت کیلوگرم‌برمترمکعب تعریف می‌شود، در حالی‌که آب مجازی مقدار آب مصرف شده برای تولید مقدار معینی محصول را مورد توجه قرار می‌دهد و واحد آن لیتر بر کیلوگرم (مترمکعب برکیلوگرم) است. به عبارت دیگر در بهره‌وری تأکید بر مقدار تولید از آب ولی در آب مجازی، تأکید بر مقدار آب (مصرف شده) در تولید محصول است.

بنابراین با افزایش بهره‌وری آب، مقدار آب مجازی در محصول یا کالای مورد نظر کاهش خواهد یافت و به عبارت دیگر در جریان تجارت محصولات کشاورزی، جریانی از آب مجازی به وجود خواهد آمد. این جریان، یک جریان درون‌منطقه‌ای و بین‌المللی است. با توجه به ارتباط آب مجازی و بهره‌وری آب، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی می‌تواند ابزاری کارآمد در صرفه‌جویی آب مجازی باشد.

علاوه بر شاخص‌های بهره‌وری آب، توجه به آب مجازی نقشی مهمی در برقراری موازنه عرضه و تقاضای آب که منجر به صرفه‌جویی و مصرف بهینه آب می‌شود، دارد. به‌عنوان مثال، برای تولید یک کیلوگرم غلات در شرایط آب و هوایی مناسب و پربارش بین ۲-۱ و در شرایط خشک بین ۵-۳ مترمکعب آب مورد نیاز است. دهمرده قلعه‌نو و حکمت‌نیا (۱۳۹۹) میزان آب مجازی چند محصول را در شهرستان خاش برحسب مترمکعب آب در یک تن محصول را گزارش نمودند. بیش‌ترین آب مجازی مربوط به

محصولات خرما، برنج، گندم و جو بوده و کمترین میزان آب مجازی به سورگوم، بادمجان و ذرت علوفه‌ای تعلق داشته است .

۱-۳- اهمیت اقتصادی

اهمیت جو در تغذیه دام، کم توقع بودن در مقابل عناصر غذایی، استفاده در صنایع غذایی، محصولات مالتی، مقاومت به خشکی و شوری، سهولت کشت و کار موجب شده است که کشت آن امروزه، بیش‌ازپیش مورد توجه قرار گیرد. اهمیت جو به دلیل استفاده دومنظوره آن از یک‌طرف و سازگاری گسترده آن با شرایط مختلف آب و هوایی موجب شده است که سالانه در سطح وسیعی از اراضی کشت شود.

کامل بودن دانه جو و مزیت‌های مهم در سلامتی انسان (کاهنده کلسترول خون ، رفع یبوست و مفید در سلامت قلب) دلایل علاقه‌مندی به این گیاه است. جو همچنین به نظر می‌رسد سطح گلوکز[1] (این شاخص از ۱ تا ۱۰۰ درجه‌بندی گردیده و شاخص جو ۲۸ است. شاخص گلوکز بالا برای یک کربوهیدرات به این معنی است که آن کربوهیدرات پس از مصرف، قند خون را در اندک زمان به مقدار زیادی بالا می‌برد یا به‌عبارت‌دیگر قند خون را فوری در بدن آزاد می‌کند و این باعث می‌شود مقدار زیادی انسولین در بدن آزاد گردد) خون را پایین می‌آورد که مفید برای مبتلایان به دیابت هست. از جو در طب سنتی، صنعت داروسازی و تهیه آلکالوییدهوردیین (خاصیت ضدعفونی‌کننده روده)، استفاده می‌شود.

دانه جو به‌عنوان خوراک انسان (به‌صورت خام، در نان و سوپ)، صنایع‌غذایی (مالت، آبجو، بیسکوئیت و کیک)، خوراک دام و طیور استفاده می‌شود. دانه جو، ۶۰-۵۵ درصد برای خوراک‌دام، ۴۰-۳۰ درصد برای مالت، ۳-۲ درصد برای غذا و حدود ۵ درصد برای دانه استفاده می‌گردد. در کیفیت خوراک، ارقام جو متفاوت است و جو اغلب با ذرت و گندم ازنظر تغذیه مقایسه می‌شود. به دلیل پوشش فیبری دانه جو برای استفاده تغذیه غیر

1. Glycemic index of foods

نشخوارکنندگان مخصوصاً مرغ نامناسب است. جو بدون پوشینه به دلیل نداشتن پوشش نسبت به جو پوشینه‌دار، ذرت و گندم، برتری دارد. با توجه به سازگاری جو در مقابل ذرت، در مناطقی که در آنجا ذرت تولید نمی‌شود، به‌ویژه جایی که آب‌وهوای سرد و یا خشک است (یعنی در غرب و شمال امریکا، شمال اروپا، خاورمیانه، شمال آفریقا، و منطقه آند ازآمریکای جنوبی) جو دارای اهمیت است.

جو بدون پوشینه معمولاً در خوراک طیور، انسان و تولید مالت استفاده می‌شود. میزان واردات مالت کشور در سال ۱۳۹۷ بر طبق آمار، ۴/۱ میلیون کیلوگرم با قیمت هر کیلو ۰/۶۱ دلار بوده است. که از این مقدار، ۶۰ درصد در صنایع ماءالشعیر و حدود ۴۰ درصد در نان‌های صنعتی، شیرینی سازی و بیسکویت سازی استفاده می‌شود. برای تولید این میزان مالت، با احتساب افت ۲۰ درصدی تولید مالتاز دانه جو، نیاز جو جهت تولید مالت کشور ۴/۸ میلیون کیلوگرم است. از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۷ قیمت مالت وارداتی متغیر و حداقل ۰/۴۱ و حداکثر ۰/۹۳ دلار بوده است (بی‌نام، ۱۴۰۲). مالت به‌طور گسترده در خوراک غله (صبحانه و نوشیدنی)، نان و محصولات نانوایی، شیرینی‌جات، نوشابه‌ها، قرص‌ها، غذای پرندگان، بستنی، داروی گیاهی، سس، سرکه، مکمل تغذیه کودکان و سالخوردگان کاربرد دارد. تخمین ۲٪ در استفاده از جو به‌عنوان مالت در خوراک انسانی است (Newton *et al*., 2011).

خصیل‌جو یا قصیل‌جو، علوفه سبز و سیلویی کم‌آب‌بر است. براساس برنامه توسعه کشاورزی تا سال ۱۴۰۴، برای تولید حدود ۱۶ میلیون تن شیر و ۱/۵ میلیون تن گوشت قرمز، به ۲۰ میلیون تن علوفه سیلویی نیاز است و کشور ۸ میلیون تن کمبود علوفه دارد. درصورتی‌که بخواهیم این کمبود علوفه کشور را فقط از خصیل جو تأمین نماییم، تنها از طریق تخصیص ۲۰۰ هزار هکتار از اراضی آبی کشور (در حدود ۱۰ درصد کشت موجود جو در کشور) به ارقام مناسب جوی قصیل با میانگین تولید ۴۰ تن در هکتار امکان‌پذیر است (محلوجی و رمضانی، ۱۴۰۰).

در گزارشی نتایج پتانسیل اقتصادی و اثر بخشی خصیل جو (محلوجی و همکاران، ۱۴۰۰) به‌صورت ذیل بیان گردید:

۱. بهره‌برداری بهینه از منابع آب سبز درکشت پاییزه خصیل جو (استفاده از بارش‌های پاییزه و زمستانه)
۲. استفاده از منابع نامتعارف آب خاکستری درکشت خصیل جو در مناطق خشک و شور
۳. نیاز آبی جو خصیل ۴-۳ هزار مترمکعب در هکتار حدود یک‌سوم ذرت‌علوفه‌ای است (نیاز آبی ذرت علوفه‌ای حدود ۱۲-۱۰ هزار مترمکعب در هکتار)
۴. تأمین کمبود علوفه موردنیاز کشور با ۲۰۰ هزار هکتار کشت پاییزه خصیل جو و یا ۱۵۰ هزار هکتار کشت بهاره ذرت علوفه‌ای
۵. میزان صرفه‌جویی آب به منظور تامین کمبود علوفه کشور در کشت خصیل جو ۱ میلیون مترمکعب نسبت به ذرت علوفه‌ای
۶. کارایی تولید پروتئین جو و ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۰/۳ و ۰/۱۲ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب است (افزایش کارایی تولید پروتئین قصیل جو ۳-۲ برابر ذرت علوفه‌ای)
۷. کارایی تولید ماده خشک جو و ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۲/۵ و ۱/۵کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب است (افزایش کارایی تولید ماده خشک قصیل جو ۲-۱/۵ برابر ذرت علوفه‌ای)

فصل دوم

آمار سطح، میزان تولید، مقایسه عملکرد و آب مصرفی و نیاز علوفه کشور

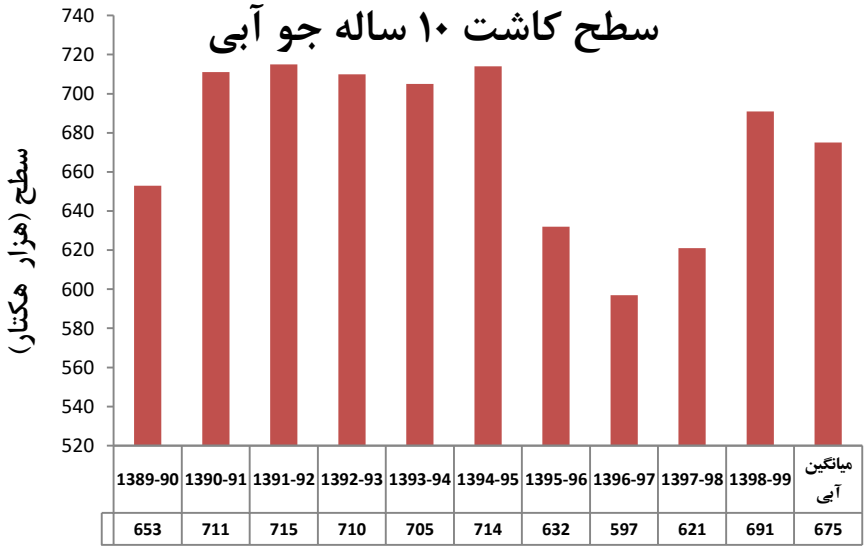
۲-۱- سطح برداشت دانه جو

جو در حال حاضر تقریباً در تمام کشورهای جهان کشت و تولید می‌شود. آمار سطح زیر کشت جو در جهان حدود ۵۶ میلیون هکتار در دهه قبل است. کشورهای در حال توسعه حدود ۱۸٪ (۲۶ میلیون تن) از کل تولید و ۲۵٪ (۱۸/۵ میلیون تن) از سطح برداشت در جهان را به خود اختصاص داده‌اند. ازنظر ترتیب سطح برداشت جو در جهان، به ترتیب می‌توان به روسیه، استرالیا، قزاقستان، ترکیه، کانادا، اسپانیا، اکراین و ایران (رتبه هشتم سطح) اشاره نمود. این ۱۰ کشور حدود دوسوم تولید جهانی را دارند.

سطح برداشت جهانی جو طی سال ۲۰۲۰ میلادی حدود ۵۱/۶ میلیون هکتار و به میزان ۱۵۷ میلیون تن بوده و ۱۰ کشور عمده تولید کننده جو به ترتیب روسیه، اسپانیا، آلمان، کانادا، فرانسه، استرالیا، ترکیه، انگلیس، اکراین و آرژانتین بودند. در بین ۱۸ کشور غرب آسیا از نظر سطح برداشت، ایران در جایگاه دوم و پس از ترکیه قرار دارد. ایران پس از کشورهای چین و عربستان سعودی در رتبه سوم واردکنندگان جو در سال ۲۰۱۹ بود (فائو، ۲۰۲۲). میزان واردات ایران در طی دوره ۲۰ ساله (۲۰۱۹-۲۰۰۰) حدود سه برابر

(یک میلیون تن به سه میلیون تن) شده که ارزش دلاری آن از ۱۰۰ هزار دلار به بیش از ۷۰۰ هزار دلار می‌رسد (فائو، ۲۰۲۱).

سطح برداشت محصولات زراعی در کشور در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ حدود ۱۲ میلیون هکتار که سهم اراضی آبی ۵۲ درصد و اراضی دیم ۴۸ درصد بود. از این میزان، حدود ۸/۵ میلیون هکتار که معادل ۷۱/۲ درصد سطح برداشت غلات بوده است. سطح برداشت جو در ایران حدود ۱/۵ میلیون هکتار (۶۰۰ هزار هکتار آبی و ۹۰۰ هزار هکتار دیم) است. سطح کشت جو آبی در طی ۱۰ سال در نمودار ۱ آمده است که به‌طور متوسط ۶۷۵ هزار هکتار بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۹-۱۳۸۹).



نمودار ۱- سطح کاشت جو آبی درطی دوره ۱۰ سال زراعی (۱۳۹۹-۱۳۸۹)

۲-۲- میزان تولید دانه جو در ایران و جهان

به دلیل رشد جمعیت، تقاضای جهانی تولید محصولات اصلی زراعی بایستی به میزان ۶۰٪ از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ رشد کند. حداقل قابل قبول میزان افزایش عملکرد باید ۳ /۱-۱/۱ درصد در سال باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۹۸). سطح زمین‌های زراعی دنیا

هم اکنون ۱۴۰۰ میلیون هکتار می‌باشد. سطح زیر کشت جو در دنیا کاهش (۲/۳٪ در سال) ولی عملکرد افزایش (۰/۹٪ در سال) داشته است. صادرات تجاری این محصول توسط فرانسه (۵ میلیون تن)، استرالیا (۵ میلیون تن) و کانادا (۲ میلیون تن) بود (Tony *et al.*, 2014).

در کشورهای با درآمد سرانه بالا، مصرف غلات با افزایش درآمد سالانه کاهش و تقاضای تولید پروتئین افزایش می‌یابد. میزان افزایش عملکرد غلات در ۴۰ سال قبل، حدود ۵۳ کیلوگرم/ هکتار/ سال بوده است (تونی و همکاران، ۲۰۱۴). در سال ۱۹۶۱، ۲۲۰۰ کیلوکالری/نفر/روز و ۶۱ گرم پروتئین/ نفر/ روز و در سال ۲۰۰۷، ۲۸۰۰ کیلوکالری/ نفر/ روز و ۷۷ گرم پروتئین/نفر/روز بود (فائو، ۲۰۱۳). ذرت در تأمین انرژی (کالری) و سویا در تأمین پروتئین، مقام نخست را دارد. در دنیا مقام هفتم در تأمین کالری و پروتئین را گیاه جو دارد.

روسیه با ۱۳٪ تولید جهانی (حدود ۹ میلیون هکتار) بزرگ‌ترین تولیدکننده جو وگروهی از کشورها (آلمان، کانادا، فرانسه، اسپانیا و اکراین) حدود ۸-۷ درصد و سایر تولید کننده‌ها (ترکیه، اتریش، انگلستان و آمریکا) بین ۳ تا ۵ درصد از تولید را دارند. روسیه، اوکراین و اتریش سطح کشت زیادی را داشته ولی عملکرد متوسطی حدود ۲ تن در هکتار دارند. در اروپای شمالی (فرانسه، آلمان و انگلیس)، متوسط عملکرد جو حدود ۶ تن در هکتار است. در هر حال در طی ۵۰ سال اخیر، سطح زیرکشت جو کاهش یافته ولی بهبود عملکرد در هکتار سبب افزایش تولید شده است (فائو، ۲۰۲۰).

تولید جهانی دانه جو در سال ۲۰۱۹، حدود ۱۵۹/۹ میلیون تن و در ایران ۳/۶ میلیون تن بود. کشورها ازنظر ترتیب تولید جو در جهان، به روسیه، فرانسه، آلمان، کانادا، اوکراین، استرالیا، انگلیس، اسپانیا، ترکیه، آرژانتین، قزاقستان، آمریکا، دانمارک و ایران (رتبه چهاردهم تولید) اشاره نمود.

به‌طور میانگین ازنظر تولید جو در بین ۱۸ کشور غرب آسیا، ایران با ۳/۶ میلیون تن پس از ترکیه (با تولید ۷/۶ میلیون تن) در جایگاه دوم است. لازم به ذکر است کل تولید

در کشورهای غرب آسیا حدود ۱۷/۶۹ میلیون تن و ایران حدود ۲۱ درصد از این تولید را به خود اختصاص داده است.

میزان کل تولید محصولات زراعی در کشور در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ حدود ۸۲/۷ میلیون تن (کشت آبی ۹۰/۶ درصد و کشت دیم ۹/۴ درصد) و سهم غلات ۲۷/۵ درصد (۲۲/۸ میلیون تن) و سهم جو ۳/۵۱ میلیون تن (حدود ۱۶ درصد از غلات) بود (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۹۸).

۲-۳- استان‌های مهم تولیدکننده جو در کشور

براساس آمارنامه کشاورزی منتشر شده معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهادکشاورزی مربوط به سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷:

پنج استان دارای بیش‌ترین سطح کشت آبی جو به‌ترتیب: خراسان‌رضوی، فارس، مرکزی، اصفهان و همدان

پنج استان دارای بیش‌ترین سطح کشت دیم جو به‌ترتیب: کرمانشاه، لرستان، همدان، خوزستان و اردبیل

پنج استان دارای بیش‌ترین سطح کشت به‌ترتیب (جو آبی و دیم): کرمانشاه، خراسان‌رضوی، فارس، لرستان و همدان

پنج استان دارای بیش‌ترین تولید آبی جو به‌ترتیب: خراسان‌رضوی، فارس، اصفهان، همدان و مرکزی

پنج استان دارای بیش‌ترین تولید دیم جو به‌ترتیب: کرمانشاه، لرستان، همدان، گلستان و اردبیل

پنج استان دارای بیش‌ترین تولید به‌ترتیب (جو آبی و دیم): خراسان‌رضوی، فارس، کرمانشاه، همدان و اصفهان

پنج استان دارای بیش‌ترین میانگین عملکرد دانه آبی جو به‌ترتیب: قم، تهران، کرمانشاه، همدان و اصفهان

پنج استان دارای بیش‌ترین میانگین عملکرد دانه دیم جو به‌ترتیب: گلستان، خراسان شمالی، البرز، مازندران و گیلان

سطح زیر کشت و تولید جو در ۱۵ استان منتخب کشور توسط رمضانی اعتدالی و آبابایی (۱۳۹۵) گزارش شد. در این استان‌ها ۸۷/۴ درصد جو آبی و ۷۹/۲ درصد جو دیم کشور تولید می‌شود. استان خراسان با ۱۵/۳ درصد اراضی زیرکشت و ۱۷/۸ درصد از کل تولید کشور، بیش‌ترین سطح زیر کشت و تولید جو کشور را به خود اختصاص داده است. استان کرمانشاه، با ۱۶/۲ درصد تولید و ۱۳/۹ درصد سطح زیر کشت دیم، مهم‌ترین استان است. متوسط کود ازته در اراضی دیم و آبی در کشور ۱۷۶ کیلو برای آبی و ۵۹ کیلو برای دیم در هر هکتار است. متوسط تبخیر و تعرق جو از ۳۵۰ میلی‌متر در استان خوزستان تا ۵۳۰ میلی‌متر در استان خراسان رضوی است. بیش‌ترین و کمترین نیاز آبی خالص به ترتیب ۳۴۲ و ۱۹۵ میلی‌متر در استان‌های خراسان رضوی و کرمانشاه و بیش‌ترین و کمترین بارندگی مؤثر در استان‌های کرمانشاه و اصفهان با ۲۹۰ و ۱۲۱ میلی‌متر مشاهده‌شده است. مجموع ردپای آب در تولید جو در سطح کشور حدود ۹۱۷۲ میلیون مترمکعب در سال و از این میزان ۳۷، ۱۹، ۱۷ و ۲۷ درصد سهم آب سبز، آبی، خاکستری و سفید درصد برآورد شد. ۴۴ درصد مجموع ردپای آب خاکستری و سفید در تولید جو است که این میزان آب به چرخه آبی کشور باز می‌گردد (در گندم ۴۱ درصد).

۲-٤- مقایسه عملکرد و میزان آب مصرفی جو در ایران و جهان

مقایسه‌عملکرد: آمار فائو (۲۰۱۹) میانگین عملکرد دانه جو در جهان را ۳۲۵۲ کیلوگرم در هکتار بیان نمود. بیش‌ترین میانگین عملکرد جو در بلژیک با ۸۵۷۷ کیلوگرم در هکتار، کمترین میزان در لسوتو با ۲۷۸ کیلوگرم در هکتار و در ایران با میانگین عملکرد دانه ۱۶۶۵/۷ (رتبه ۷۷ میانگین عملکرد) اشاره نمود.

میانگین عملکرد دانه در ۱۸ کشور غرب آسیا (در طی سال ۲۰۱۹) حدود ۲۴۳۲ کیلوگرم در هکتار و در ایران ۱۶۶۶ کیلوگرم در هکتار (جایگاه سیزدهم) با ۷۶۶ کیلوگرم در هکتار کمتر از میانگین در بین این منطقه است. دلیل کمتر بودن میانگین

عملکرد در ایران، منظور شدن آمار کشت آبی و دیم در مقایسه با سایر مناطق با کشت آبی آن‌هاست.

میزان آب مصرفی، ردپا و کارایی آب: بخش کشاورزی با چالش تولید غذای بیش‌تر به ازای مصرف آب کمتر و به‌عبارت‌دیگر افزایش بهره‌وری آب زراعی مواجه است. هدف از کاربرد بهره‌وری مصرف آب، توانایی مقایسه‌های سریعی بین سیستم‌های مصرف کننده آب در زمان و مکان است. دلایل متفاوت بودن کارایی مصرف آب جو در اقلیم‌ها و مناطق مختلف، به شرایط اقلیمی، کیفیت آب و خاک، نوع منبع آب و سیستم آبیاری، مدیریت بهزراعی و بهنژادی، ارقام گیاهی، نوع عملیات و نهاده‌های کشاورزی بستگی دارد (فرزام‌نیا و همکاران، ۱۳۹۹).

الف) در ایران:

محصولات راهبردی ایران شامل: گندم، برنج، جو، یونجه، شبدر، ذرت علوفه‌ای، اسپرس، پیاز، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، ذرت دانه‌ای، عدس، لوبیا، نخود، چغندرقند، آفتابگردان و پنبه است. سطح زیرکشت آبی این محصولات راهبردی حدود ۵/۲ میلیون هکتار و ۸۵ درصد کشت آبی اراضی با تولید ۵۴/۹ میلیون تن (۷۴ درصد) را به خود اختصاص داده‌اند. با فرض راندمان کاربرد ۴۴/۷ درصد اراضی آبی و نیاز خالص این محصولات، برآورد نیاز ناخالص آب محصولات راهبردی حدود۷۸/۶ میلیارد مترمکعب است. در بین این محصولات راهبردی، جو کمترین نیاز خالص آبیاری (۲۹۳۵ مترمکعب در هکتار) را داشته و گندم، بیش‌ترین سطح زیرکشت و میزان تولید را داراست (عظیمی، ۱۳۹۸). نیاز ناخالص آبیاری جو (۴/۷ میلیارد مترمکعب)، گندم (۱۶/۹میلیارد مترمکعب) و به ترتیب یونجه و برنج با ۱۴/۲ و ۱۱ میلیارد مترمکعب را دارند (عظیمی، ۱۳۹۶). در سند ملی آب، میزان آب مصرفی جو ۳۵۰۰-۱۵۰۰ مترمکعب اعلام شده است (ذبیحی‌افروز و همکاران، ۱۳۹۶). به‌طور خلاصه در جدول ۱ میزان بهره‌وری آب و آب مصرفی در مناطق مختلف ایران آمده است.

جدول۱- میزان بهره‌وری آب و آب مصرفی جو در مناطق مختلف ایران

محل	رفرنس	میزان بهره‌وری جو	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
ایران	عظیمی، ۱۳۹۸	-	۲۹۳۵
	ذبیحی‌افروز و همکاران، ۱۳۹۶	-	در سند ملی ۱۵۰۰-۳۵۰۰
زاهدان	-	۱/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب	-
همدان	-	۳/۰۴ کیلوگرم بر مترمکعب	-
اردبیل	نوری‌خواجه‌بلاغ و همکاران، ۱۳۹۹	۱/۱۵ کیلوگرم برمترمکعب	۲۷۹۴ مترمکعب در هکتار
کرمانشاه	براتی و همکاران (۱۳۹۷)	-	۳۱۸۳
کردستان	باغبانیان و همکاران (۱۳۹۹)	۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب	۳۸۶۵ مترمکعب
ساوه	احمدالی و همکاران (۱۳۹۷)	-	نیاز آبی خالص در ارتفاع ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ متر از سطح دریا به ترتیب ۴۲۷۳، ۳۵۲۵، ۲۷۷۷، ۲۰۹۸
گرمسار		-	در ارتفاع ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر به ترتیب ۳۶۴۰ و ۲۸۱۸
کرج	نیکخواه، ۱۳۹۵	۱/۰۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب	-
استان اصفهان	رضایی راد و همکاران، ۱۳۹۳	۱/۲۴ کیلوگرم برمتر مکعب	-
خوربیابانک-اصفهان		۰/۵۶ کیلوگرم برمتر مکعب	-
چادگان-اصفهان		۱/۶ کیلوگرم بر متر مکعب	-
اصفهان-اردستان	محلوجی، ۱۳۹۶	۱/۳۴ کیلوگرم بر متر مکعب- در ارقام مناطق معتدل	-
	محلوجی، ۱۳۹۷	۰/۸۳ کیلوگرم برمترمکعب- در ارقام متحمل به شوری	-
خوزستان	مهتدی و همکاران، ۱۳۹۲	۰/۸۵کیلوگرم بر متر مکعب	-

محل	رفرنس	میزان بهره‌وری جو	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
کرمان	حیدری، ۱۳۹۰	۰/۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب	-
سیستان	نادریان و دهقان، ۱۳۹۹	۱/۰۸ کیلوگرم برمترمکعب	-
زابل		۰/۶۴ کیلوگرم برمترمکعب	-

ب) در جهان:

به‌طور خلاصه در جدول ۲ میزان آب مصرفی و بهره‌وری آب در کشت جو در کشورهای مختلف به شرح ذیل است:

جدول۲- میزان بهره‌وری آب و آب مصرفی جو در مناطق مختلف جهان

محل	رفرنس	میزان بهره‌وری جو	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
جهان	Cai and Rosegrant, 2003	۰/۲-۲/۴ کیلوگرم برمترمکعب (در سال ۱۹۹۵)	
هند	Singh and Katiyar, 2021	۰/۹۸ – ۳/۵ کیلوگرم بر مترمکعب	۲۷۰۰-۳۱۰۰
	Kumar *et al*., 2013	۰/۱ – ۱/۳ کیلوگرم در هکتار بر مترمکعب	۲۵۲۸-۵۱۰۰
	Sanjay Singh *et al*., 2015	۱/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب	
مصر	El-Wahed *et al*., 2015	۰/۳۶-۰/۷۵ کیلوگرم برمترمکعب	
	El-Shawadfy *et al*., 2020	۲/۰۷ و ۲/۰ کیلوگرم در مترمکعب	
	Hellal *et al*., 2019	۳/۴۹ (تنش) و ۲/۳۷ (بدون تنش) کیلوگرم بر مترمکعب – در ارقام مصری	
		۲/۸۶ (تنش) و ۱/۹۶(بدون تنش)کیلوگرم بر مترمکعب- در ارقام تونسی	
		۲/۶۹ (تنش)و ۱/۸۹(بدون تنش)کیلوگرم بر مترمکعب – در ارقام الجزایری	
تونس	El Mokh & Nagaz, 2014	۳/۵۴ (دانه) و ۱/۸۱ (کل) کیلوگرم بر مترمکعب	

محل	رفرنس	میزان بهره‌وری جو	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
	Hammami *et al*., 2020	۱/۷۳(تنش شوری)- ۱/۰ (بدون تنش) و ۱/۷۳ (شرایط دیم) کیلوگرم بر مترمکعب در ژنوتیپ‌های متحمل	
		۰/۵۱(تنش شوری)- ۱/۱۲ (بدون تنش) و ۱/۵۶ (شرایط دیم) کیلوگرم بر مترمکعب در ژنوتیپ‌های حساس	
اتیوپی	Pardo *et al*., 2019	۳/۶۳ کیلوگرم بر مترمکعب؛ در تیمارهای ۷۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی کامل	۲۵۰۰
اسپانیا	Cossani *et al*., 2012	۰/۷۳تا ۲/۳ کیلوگرم دانه بر مترمکعب	
ایکاردا سوریه	Istanbuli *et al*., 2020	۶/۱ (بدون تنش خشکی)-۸/۰ (تنش متوسط خشکی) و ۸/۶ (تنش شدیدخشکی) کیلوگرم بر مترمکعب	
لبنان	Nimah *et al*., 2016	۲/۲۳۵ کیلوگرم در متر مکعب	
چین	Xiao *et al*., 2019	۲/۵۹ یوان بر متر مکعب (ناخالص) و ۱/۳۷ یوان بر مترمکعب (خالص)	
	Gao *et al*., 2014	۱/۵۷ تا ۲/۱۱ کیلوگرم برمترمکعب	
چک	Pohankova *et al*., 2018	میانگین حداقل ۱/۲، میانگین حداکثر بهره‌وری آب ۱/۶ و متوسط بهره‌وری آب ۲/۳ کیلوگرم در مترمکعب	

۲-۵- نیاز علوفه کشور

حدود ۸۲ درصد از تولید علوفه؛ مختص دو محصول یونجه و ذرت علوفه‌ای است که عمده آب مصرفی آن‌ها در فصل بهار و تابستان می‌باشد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی ۹۸-۱۳۹۷). شبدر و اسپرس به‌صورت سنتی و با سطح محدود هر ساله کشت می‌شوند. سورگوم، ارزن، شلغم علوفه‌ای، کدو علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای به دلیل عدم توفیق در گسترش، عدم شناخت دامداران، مشکلات در برداشت و مصرف آن‌ها، افزایش سطح چشمگیری حاصل نگردید.

طبق آمارنامه سال ۹۸-۱۳۹۷وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت محصولات علوفه‌ای شامل (یونجه، ذرت علوفه‌ای، شبدر و سایر نباتات علوفه‌ای) ۱۰۴۷هزار هکتار که ۹۶۰ هزار هکتار آن آبی و حدود ۸۷ هزار هکتار دیم بود. تولید حاصل از این سطوح کشت ۲۱ میلیون تن است. بنا به گزارشات معاونت امور تولیدات دام وزارت جهاد کشاورزی انواع علوفه و خوراک مورد نیاز بخش دام بیش از ۷۰ میلیون تن اعلام شده است. البته این آمار شامل کاه و کلش و بقایای محصولات زراعی و باغی و پسماندهای کارخانجات، مراتع، نیزارها و... می‌باشد. کاهش بارندگی و بروز خشک‌سالی در هرسال، سبب کاهش حدود چهار و نیم میلیون تن علوفه می‌شود (معاون توسعه بازرگانی وزارت جهاد کشاورزی ، ۱۴۰۰).

خوراک مورد نیاز دام و طیور کشور حدود ۸۰ میلیون تن در سال است. از این میزان، حدود ۲۰ میلیون تن علوفه سیلویی بوده و کمبود کشور درشرایط معمول و بدون تنش حدود ۲ میلیون تن و در شرایط بحران و تنش، معمولاً ۶ میلیون تن به کمبود اضافه شده و نیاز علوفه سیلویی به ۸ تا ۱۰ میلیون تن می‌رسد. از طرفی براساس برنامه توسعه کشاورزی تا سال ۱۴۰۴، نیاز علوفه سیلویی کشور برای تولید گوشت و شیر، ۲۰ میلیون تن و کمبود کشور ۸ میلیون تن اعلام‌شده است (فضائلی، ۱۳۹۷). دولت سالانه برای رفع کمبود علوفه، حجم بالایی ذرت، سویا و کنجاله سویا از محل ارز دولتی واردات انجام می‌دهد که موجب وابستگی شدید تولید گوشت و لبنیات کشور به منابع خوراک دام خارجی شده است. تأمین ۸ میلیون تن کمبود علوفه سیلویی تنها از طریق تخصیص ۲۰۰ هزار هکتار از اراضی آبی کشور (در حدود ۱۰ درصد کشت موجود جو در کشور) به ارقام مناسب جوی قصیل با میانگین تولید ۴۰ تن در هکتار امکان‌پذیر است.

چه گیاهی تأمین کننده بهتر علوفه است؟

۱. گیاهان دارای دوره رشد کوتاه‌تر و حتی‌الامکان کشت پاییزه
۲. مصرف آب کم و امکان استفاده از روش‌های آبیاری نوین و بهره‌ور
۳. سهولت تأمین بذر، ارقام مناسب و قیمت ارزان بذر

۴. عدم‌بارگذاری جدید بر منابع آب غیر سبز (افزایش تولید علوفه)
۵. عدم تداخل زمانی با تولید علوفه از سایر محصولات کشاورزی
۶. امکان تولید سیلاژ (قابلیت نگهداری طولانی‌مدت)
۷. سهولت حمل‌ونقل علوفه تولیدی از مناطق تولیدی به سایر مناطق مصرف
۸. امکان استفاده از آب‌های نامتعارف
۹. تولید علوفه در اکوسیستم‌های کویری و فراموش‌شده
۱۰. توسعه کشت گیاهانی که متحمل به تنش‌های خشکی، شوری و کم‌آبی باشد.

این خصوصیات در گیاه جو نهفته است

فصل سوم

روش‌های مدیریت و فناوری‌های نوین در بهره‌وری

۳-۱- روش‌های مرسوم مدیریت کشت و تولید محصول در جهان

ظرفیت جذب آب توسط گیاه در مقیاس وسیع می‌تواند با استفاده از بهبود مدیریت گیاهی و خاک حاصل شود. عملیات مربوط به مدیریت خاک (شامل خاک ورزی، تناوب، خاک‌پوش مواد آلی و معدنی،...) و عملیات مربوط به مدیریت گیاهی (شامل انتخاب نوع گیاه، تناوب، تاریخ کاشت، اصلاح ژنتیکی گیاه و مدیریت آفات، ...) را شامل می‌شود که در ادامه بحث خواهد شد. در نهایت هدف از این راهبرد (افزایش ظرفیت جذب آب توسط گیاه)، افزایش عمق و توسعه ریشه گیاه و عملکرد است.

روش‌های مرسوم مدیریت کشت در جهان، به اهداف تولید (تولید دانه، تولید خصیل و تولید مالت)، نوع کشت (آبی، دیم) و زمان کشت (پاییزه، بهار) بستگی دارند. مدیریت کشت (تولید) به عملکرد (نمود، فنوتیپ[1]) منتهی می‌شود؛ که تحت تأثیر عوامل محیطی[2]، عوامل ژنتیکی[3] و اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط[1] قرار می‌گیرد (رابطه زیر) (رابطه ۱).

---

1. Production, Phenotype (P)
2. Environment (E)
3. Genetic, Genotype (G)

P (تولید، فنوتیپ یا ظهور) = محیط (E) + ژنوتیپ (G) + اثر متقابل محیط و ژنوتیپ (GE)

۱) عوامل محیطی (Environment) مؤثر در تکنولوژی تولید

عوامل محیطی را به سه گروه می‌توان دسته‌بندی نمود:

۱-۱- عواملی محیطی که غیرقابل کنترل زارع می‌باشند: شرایط و نیازهای آب و هوایی

۱-۲- عواملی محیطی که تا حدودی قابل‌کنترل زارع می‌باشند: محدودیت‌های آبی‌خاکی

۱-۳- عوامل محیطی که کاملاً در کنترل زارع می‌باشند: مدیریت به زراعی

نیازهای آب و هوایی:

ازنظر نیاز گرمایی و تیپ رشد، جو گیاهی سرمادوست و روزبلند و ارقام موجود در ایران نسبت به طول روز بی‌تفاوت هستند. سرعت رشد جو در دمای پایین بیشتر از گندم بوده، به‌علاوه دمای بالا سبب تسریع در رسیدگی جو می‌شود به همین علت جو زودرس‌تر از گندم است. جو، گیاه مناسبی برای شرایط پر باران، خاک‌های اسیدی، فراوانی حاصلخیزی و بخصوص زیادی نیتروژن خاک نیست. در شرایط آب و هوای مرطوب، دچار بیماری و در فراوانی ازت، دچار خوابیدگی ساقه می‌گردد.

دمای پایه جو (صفر فیزیولوژیک) صفر درجه سانتی‌گراد، دمای مناسب رشد ۱۵ تا ۲۵ درجه و بهترین رشد را در میانگین دمای شبانه روز ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارد. وقوع حرارت‌های بیش از ۳۲ درجه به همراه تنش رطوبتی، برای رشد بسیار نامطلوب بوده و محصول را به‌سرعت به‌طرف رسیدگی می‌برد. جو، سازگاری اکولوژیکی وسیعی دارد. جو در عرض جغرافیایی ۵۷ درجه شمالی فنلاند، ۶۴ درجه شمالی آلاسکا، ۷۰ درجه شمالی نروژ نیز رشد می‌کند. جو، تنها غله‌ای است که در این عرض‌ها بلند می‌تواند به بلوغ برسد (محلوجی، ۱۳۹۵).

---

1 - Genotype * Environment (GE)

تحمل جو نسبت به سرما کمتر از گندم یا چاوداراست. زودرسی جو و عدم مقاومت آن به سرما سبب شده است که در نواحی با زمستان خیلی سرد (مثل شهرکرد) به صورت بهاره آبی کشت گردد. جو، گرما را می‌تواند در آب و هوای خشک تحمل کند (گرم و خشک). رطوبت را در آب و هوای سرد تحمل می‌کند ولی در آب و هوای گرم و مرطوب، به علت افزایش هجوم بیماری‌ها، عملکرد آن کاهش می‌یابد. جو، بیشتر یک گیاه مقاوم به خشکی به حساب می‌آید. مقاومت به خشکی، بخصوص در انواع تیپ‌های دو ردیفه، بیش از گندم است. برای کاشت دیم معمولاً از جو دو ردیفه استفاده می‌گردد. نیاز آبی جو برای تولید یک واحد وزن دانه و همچنین سرعت تعرق آن، کمتر از دیگر غلات است. مرحله حساس نموی جو ۳۰ روز پس از کاشت (سبز شدن تا پنجه‌زنی) و قبل از گلدهی است (محلوجی، ۱۳۹۵). بهره‌وری مصرف آب در گیاه جو در مناطق مختلف ۱۴۸-۱۲۴ کیلوگرم در هکتار در هر سانتی‌متر (معادل ۱/۴۸-۱/۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب) گزارش شد (Panigrahi *et al.*, 2020).

محدودیت‌های آبی خاکی:

از بین محدودیت‌های آبی خاکی، شوری مهم‌ترین عامل است. جو از سایر غلات به شوری مقاوم‌تر است. استفاده از آب‌هایی با غلظت‌های زیاد املاح، موجب کاهش جذب آب توسط گیاه شده و درنتیجه از کیفیت و کمیت محصول کاسته می‌شود ولی تا زمانی که مقدار شوری از حد معینی (آستانه شوری) تجاوز نکند، گیاه عملاً تحت تأثیر واقع نمی‌شود و میزان محصول کاهش نخواهد یافت. پس از گذشت از این آستانه با افزایش شوری، مقدار محصول نیز به مراتب کاهش پیدا می‌کند و سرانجام اگر شوری از حد معینی تجاوز کند، تولید محصول به صفر می‌رسد. آستانه شوری آب و خاک در جو به ترتیب ۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر است. شوری خاک حدود ۱۸ دسی زیمنس بر متر (عصاره اشباع خاک) و شوری آب آبیاری حدود ۱۲ دسی زیمنس برمتر موجب کاهش ۵۰ درصد عملکرد می گردد. مقاومت جو به سدیم خاک زیاد است (محلوجی، ۱۳۹۵).

مدیریت به زراعی:

مدیریت به‌زراعی، از عوامل محیطی است که کاملاً در کنترل زارع می‌باشند. بسته به اهداف تولید (تولید دانه، تولید خصیل و تولید مالت)، نوع کشت (آبی، دیم) و زمان کشت (پاییزه، بهار) توضیحات لازم ذکر می‌شود:

نکات مهم در تناوب

- ❖تخصیص بهینه منابع آبی و حفظ رطوبت خاک
- ❖ارزش گیاه (محصول زراعی یا علوفه)
- ❖اصلاح و حفظ حاصلخیزی خاک
- ❖نوع خاک و اقلیم منطقه
- ❖افزایش عمق و تراکم ریشه و تأثیر گیاهان موجود در تناوب (مؤثر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک)
- ❖ حفاظت از عناصر غذایی و جلوگیری از تخلیه آن، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها
- ❖جو در غرب آسیا و شمال آفریقا دارای چندین تناوب کشت (بیش‌تر بسته به الگوی بارش) است. درگذشته، تناوب غالب جو- آیش بوده که بهترین تناوب در مناطق خشک است.
- ❖بعضی مناطق در شمال آفریقا تناوب جو- آیش با جو- جو جایگزین شده است که عمدتاً به دو دلیل است: افزایش جمعیت انسانی (متعاقب آن افزایش تقاضا برای تولیدات دامی) و فقدان تحقیقات در زمینه علوفه و مرتع برای تغذیه دام در طول فصل سرد رشد
- ❖علاوه بر تداوم کشت جو (بدون تناوب)، شایع‌ترین تناوب‌ها در شمال آفریقا و غرب آسیا جو با عدس و زیره است
- ❖تناوب در دیمزار: معمولاً سیستم نخود (علوفه یا گلرنگ) – غله یا آیش- غله است. استفاده از گاوآهن قلمی در تابستان (شخم به عمق ۲۰-۲۵ سانتیمتر و نفوذ

رطوبت)، پنجه غازی در بهار (کنترل علف هرز، حفظ رطوبت خاک) و پنجه‌زنی و ماله در اواسط تابستان(کنترل علف هرز)

نکات مهم تهیه بستر بذر (خاک‌ورزی)

- ❖ کشاورزی حفاظتی به مجموعه‌ای از روش‌ها که با هدف حفظ بقایای گیاهی در مزرعه، رعایت تناوب زراعی مناسب، افزایش مواد آلی خاک، جلوگیری از تردد بیش از حد ادوات کشاورزی، کاهش به هم خوردن خاک، کاهش دما، تبخیر و پایداری رطوبت خاک نامیده می‌شود (Phogat *et al.*, 2020).
- ❖ کشاورزی حفاظتی دارای سه رکن اساسی: مدیریت بقایای گیاهی، رعایت تناوب زراعی و انجام خاک‌ورزی حفاظتی است. همچنین خاک‌ورزی حفاظتی یعنی کاهش به هم زدن خاک با استفاده از ادواتی که زمین را به‌صورت کم خاک‌ورزی و یا بی خاک‌ورزی کشت کنند. در خاک‌ورزی حفاظتی تلاش می‌شود که برای حفظ رطوبت خاک و حفاظت از خاک در مقابل فرسایش، شخم و عملیات مکانیکی را به حداقل رسانده و بقایای گیاهی به‌عنوان پوشش سطح زمین مورد استفاده قرار گیرد. این عوامل باعث ذخیره مقدار بیشتری آب در خاک و افزایش کارایی مصرف کود می‌گردد. با استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی مقدار هدر رفت رطوبت خاک در اثر به هم خوردگی کاهش و بهره‌وری آب در مزرعه افزایش پیدا می‌کند.
- ❖ منظور از مدیریت بقایای گیاهی، حفظ بقایای گیاهی به‌اندازه ۳۰ درصد کل بقایا در مزرعه و پوشش سطح خاک است.
- ❖ آمار سازمان فائو (۲۰۱۵) نشان از افزایش عملکرد غلات با روش خاک‌ورزی حفاظتی، کاهش ۱۰ درصدی هزینه‌های تولید و صرفه‌جویی ۳۵-۲۰ درصدی مصرف آب است.
- ❖ استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، عملکرد را افزایش داده و هزینه‌های تولید را به میزان ۱۰ درصد کاهش خواهد داد.

❖انتخاب سیستم کشت و خاک‌ورزی بستگی به نوع خاک و اقلیم، دسترسی به ماشین‌آلات، سوخت، زمان و کارگر، علف‌هرز، دسترسی به علف‌کش‌های مؤثر، مواد غذایی و رطوبت در دسترس، میزان رطوبت خاک در زمان کشت و توانایی ریشه دارد.

❖به دلیل اهمیت جو به‌عنوان خوراک دام، در اکثر سال‌ها و در اکثر مناطق، کاه‌جو در طی ماه‌های تابستان تعلیف می‌گردد. بنابراین، در مناطق با کشت مداوم جو، خاک‌ورزی فقط استفاده از دیسک شخم است که اغلب تا پاییز به تأخیر می‌افتد.

❖خاک‌ورزی اغلب بعد از اولین بارندگی و پس از ظهور علف‌های هرز انجام می‌گردد تا اطمینان از تمیزی بستر بذر حاصل شود.

❖در اکثر کشورهای شمال آفریقا و غرب آسیا، و در بیش‌تر مناطقی که جو رشد می‌یابد، کاشت در پاییز با استفاده از ارقام بهاره یا پاییزه-بهاره و معمولاً در خاک خشک و پس از یک تابستان بدون بارش و دمای زیاد انجام می‌شود. دیم‌کاری در این مناطق با سایر مناطق دنیا متفاوت است زیرا کشاورزان نمی‌توانند بر روی مقدار ذخیره‌شده آب حساب کنند.

❖شخم دستی، شامل شخم دیسک و پوشش بذر با همان دیسک است. درنتیجه گیاهان در مزرعه غیرمنظم همانند عمق کشت هستند.

❖فقدان کنترل عمق کشت مزایایی نیز دارد (به‌خصوص در شرایط نامنظم و غیرقابل‌پیش‌بینی شروع فصل باران). در بارش زود پاییز و به دنبال آن یک دوره طولانی خشکی، اگر دانه ها در عمق‌های مختلف باشند، فقط یک کسری از آنها رطوبت را می‌بینند. این بذور در نهایت جوانه زده و سپس از بی‌آبی خشک می‌شوند. با این حال، بیش‌تر بذور در خاک آماده برای جوانه زدن در شروع واقعی فصل بارانی باقی می‌ماند. در این موقعیت، تنها کسری از بذر کاشته در واقع محصول را تشکیل خواهد شد و این ممکن است دلیل آن باشد که در تعدادی از مناطق خشک، به ویژه درغرب آسیا، کشاورزان بذر زیادی (به اندازه ۲۵۰ کیلوگرم

در هکتار) برای کاشت استفاده می‌کنند. با این حال، در دیگر مناطق خشک، مانند اردن، کشاورزان هرگز بیش‌تر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار دانه استفاده نمی‌کنند.

❖بستر کشت درکشت بهاره بایستی خوب و زهکشی مناسب داشته باشد.

❖زود کشت و یا بستر نامناسب ممکن است سبب استقرار کم شود ولی پنجه‌های زودکشت جبران‌کننده است.

❖بهترین روش کاشت استفاده از خطی‌کار مجهز به فاروئر (جوی پشته ای-خطی کار همدانی) است.

❖در صورت شور بودن خاک و آب، روش فاروئر توصیه نمی‌شود (انتقال شوری به سطح پشته و کاهش عملکرد)، در این مناطق؛ کشت خطی بدون فاروئر است.

❖بذر بایستی با قارچ‌کش مناسب ضدعفونی شود.

❖در مناطق دیم: کاشت غلات توسط خطی کار خلاف جهت شیب است. در مناطق با شیب زیاد که نمی‌توان از عمیق‌کار استفاده نمود از دستگاه کودپاش سانتریفوژی استفاده می‌شود. در این مناطق پس از زیرخاک کردن از دیسک، ماله و یا پنجه غازی بر خلاف شیب زمین استفاده شود. استفاده از گاوآهن قلمی در تابستان (شخم به عمق ۲۰-۲۵ سانتیمتر و نفوذ رطوبت)، پنجه غازی در بهار (کنترل علف هرز، حفظ رطوبت خاک) و پنجه‌زنی و ماله در اواسط تابستان (کنترل علف هرز)

❖نخستین مرحله برای زراعت محصولات دیم؛ آماده‌سازی زمین تحت عنوان عملیات خاک‌ورزی (شامل دو بخش خاک‌ورزی اولیه و ثانویه) صورت می‌گیرد.

❖خاک‌ورزی اولیه: عموماً در عمق بیش از ۱۵ سانتی‌متر خاک انجام می‌شود، و هدف‌های اصلی و مورد انتظار از آن، باز نمودن ذرات خاک جهت نفوذ آب، هوا و ایجاد محیطی مناسب برای رشد و توسعه ریشه می‌باشد. در صورت استفاده از خطی‌کار با فاصله خطوط حدود ۲۰ سانتی‌متر، عمق کاشت حدود ۵ سانتی‌متر و درصورت استفاده از دستگاه کشت مستقیم، نوع شیاربازکن تیغه‌ای و عمق جایگذاری ۴ سانتی‌متر باشد. شیار بازکن بشقابی؛ توانایی جایگذاری تا ۲ سانتی‌متر را دارد.

❖ خاک‌ورزی ثانویه: کاربرد گاوآهن قلمی در پاییز + استفاده از پنجه غازی در بهار، نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی، از میزان رطوبت وزنی بیشتری برخوردار بوده است.

نکات مهم در تراکم بذر (میزان بذر مصرفی)

- ✓ میزان بذر مصرفی بسته به شرایط آب و هوایی، نوع خاک، سابقه علف‌های‌هرز زمین، وجود بقایای زراعت قبلی در زمین، نحوه آماده کردن بستر بذر و نوع ماشین‌آلات موجود دارد (آذربایجانی و همکاران، ۱۳۹۹).
- ✓ در انگلستان، تعداد ۸۰۰ ساقه بارور در مترمربع توصیه می‌شود (Newton *et al.*, 2011).
- ✓ معمولاً بذر مصرفی درکشت جو کمتر از گندم است.
- ✓ بعضی از کشورها همچون اتیوپی و اریتره، درکشت پخشی، ۱۰۰ تا ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار و کشت ماشینی ۸۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای جو مالت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر استفاده می‌گردد.
- ✓ در بعضی مناطق خشک، به‌ویژه در غرب آسیا، کشاورزان بذر زیادی (به‌اندازه ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) برای کاشت استفاده می‌کنند. با این حال، در اردن، کشاورزان هرگز بیش‌تر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار دانه استفاده نمی‌کنند.
- ✓ در خاور نزدیک، مصرف بذر بین کشاورزان، ۶۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است.
- ✓ پژوهش در ایکاردا نشان داده شده است که میزان بذر بالای ۷۰ کیلوگرم در هکتار تأثیری بر عملکرد ندارد. با این اوصاف، آن کشاورزان که عادت به استفاده از میزان بذر زیادی دارند، علاقه‌مند به تغییر نیستند. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، عدم کنترل عمق کاشت بذر و کیفیت بذر ضعیف باعث افزایش میزان بذر بیش‌تر می‌شود.

توصیه کلی در ایران:

- ✓ با استفاده از خطی‌کار غلات، به‌طور متوسط به ۱۵۰ کیلوگرم بذر نیاز می‌باشد.
- ✓ در روش کشت دست‌پاش یا کودپاش سانتریفوژ، مقدار ۱۸۰ کیلوگرم بذر نیاز می‌باشد.
- ✓ در شرایط ایده‌آل، مقدار بذر ۱۲۰-۸۰ کیلوگرم در هکتار تأثیری برعملکرد دانه در شرایط کشت آبی ندارد.
- ✓ در شرایط کشت دیم، مصرف ۱۲۰-۶۰ کیلوگرم بذر و یا تراکم بذر ۳۰۰-۲۰۰ دانه در متر مربع توصیه می‌شود.
- ✓ تراکم مناسب در کشت بهاره جو، حدود ۳۰۰ دانه در متر مربع است.
- ✓ در شرایط مطلوب بستر و کشت پاییزه، تراکم مناسب ۳۵۰-۳۰۰ دانه در متر مربع توصیه می‌شود.
- ✓ در شرایط نامطلوب بستر و تأخیر در کاشت پاییزه، میزان بذر ۴۰۰ دانه در مترمربع بهتر است اعمال شود.
- ✓ به ازای هر عامل محدود کننده رشد (تهیه بستر، شوری، ادوات نامناسب، ....)، بذر مصرفی به میزان ۲۵ درصد اضافه گردد.
- ✓ درشرایط چرای دام، ۲۵ درصد بر میزان بذر مصرفی بایستی اضافه نمود.

نکات مهم در تاریخ کاشت

- ➢ تاریخ‌کاشت جو در بسیاری از کشورهای شمال آفریقا و خاور نزدیک، بین اواخر ماه اکتبر و اواسط دسامبر (نیمه اول آبان تا نیمه دوم آذر) و تا حد زیادی به تاریخ اولین بارش باران بستگی دارد.
- ➢ تاریخ کاشت از دیگر عوامل مدیریتی مؤثر در تولید تمامی محصولات است. زمان کاشت به دلیل تغییر در طول روز، دما و رطوبت نسبی، تأثیر به‌سزایی در رشد و نمو و تولید طی فصل رشد دارد. توجه به انطباق فنولوژی گیاه با شرایط مناسب از

طریق انتخاب تاریخ‌های کاشت مناسب به‌منظور جلوگیری از تنش و داشتن حداکثر عملکرد، بسیار ضروری است.

- تاریخ کاشت بیش ترین تأثیر بر نمو زودهنگام گیاه را دارد. تأخیر در کشت گیاهان، عبور از مراحل نموی را تندتر و کامل شدن هر مرحله سریع‌تر از گیاهان زودتر کشت شده را منجر می‌گردد. معمولاً گیاهان کشت شده با فاصله چند هفته، بافاصله چند روز از هم خواهند رسید.
- تاریخ کشت مناسب و منطبق با نیازهای رشدی گیاه جهت به حداقل رساندن تنش‌های محیطی و دست‌یابی به بالاترین عملکرد بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تاریخ کشت مناسب تابع اقلیم، نیازهای تناوبی و انتخاب رقم است. رسیدگی‌دانه به شرایط مناسب از جمله گرما، خشکی و بارش زیاد در طی رسیدگی دانه بستگی دارد. تأخیر زیاد در کشت سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود.
- درجه حرارت مسبب سبزشدن است. درجه حرارت، میزان جوانه‌زنی و سبزشدن را تحت تأثیر قرار داده و اندازه آن به هماهنگی زمان و دما (متوسط درجه حرارت روزانه از کاشت) که به واحد گرمایی (درجه-روز) اطلاق می‌شود؛ بستگی دارد. برای رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن، به ۱۵۰ درجه روز نیاز است. در پاییز، به دلیل افت درجه حرارت، گیاهان سبز شدنشان طول می‌کشد اما در بهار سبز شدن به دلیل افزایش درجه حرارت تسریع می‌یابد. در مناطق گرم، این آستانه ۱۵۰ درجه روز زودتر فراهم می‌گردد (Mahlooji, 2021).

واحد گرمایی تا ۵۰ درصد سبز شدن = ۱۵۰ درجه روز

- به‌طورکلی اولین تاریخ کاشت هنگامی است که میانگین شبانه‌روزی درجه حرارت به ۱۵ سانتی‌گراد برسد (اواسط آبان).
- زودکاشت، سبب افزایش رشد رویشی جو، حساسیت به خوابیدگی و گیاه مستعد سرمازدگی می‌شود.

- دیرکاشت، سبب کاهش تعداد بوته در واحد سطح، مصادف شدن ظهور جوانه‌ها با یخبندان، خسارت کلاغ، لاغر شدن دانه، طغیان آفت، کوتاه شدن طول فصل رشد، کاهش راندمان استفاده از نور، دوره پرشدن دانه و در نهایت کاهش تولید ماده خشک وکیفیت علوفه می‌شود.
- جو از گندم زودرس‌تر است، به همین علت جو را کمی زودتر از گندم می‌کارند تا ازنظر مصرف آب، عملیات کاشت و برداشت با گندم تلاقی نداشته باشد.
- تاریخ‌کشت پاییزه جو نسبت به گندم محدودتر است. در بهار، جو مراحل زایشی را زودتر از گندم شروع نموده و حساسیت زیادی نسبت به تنش یخ‌زدگی دارد.
- ارقام بهاره نسبت به زمستانه در محدوده زمانی کمتری قابل‌کشت هستند.
- تاریخ کاشت جو بهاره، معمولاً از دی‌ماه تا اواخر فروردین بسته به اقلیم منطقه کشت می‌شود. گیاه جو به‌طور نسبی به یخ‌زدگی حساس است. بنابراین کشت زودهنگام آن در مناطق سرد رایج نیست.

نکات مهم در آبیاری

- ✓ به‌طور متوسط هر انسان روزانه ۴- ۲ لیتر آب می‌نوشد، ولی ۵۰۰۰ - ۲۰۰۰ لیتر آب مجازیِ لحاظ شده در تولید غذا را به‌عنوان خوراک مصرف می‌کند. این واقعیت حکایت از سهم تولید غذا از منابع آب جهانی دارد. معمولاً درگزارشات راندمان آبیاری غرقابی ۴۱ درصد، راندمان بارانی ۵۲ درصد و راندمان قطره‌ای ۷۳ درصد مدنظر قرارگرفته؛ این در حالی است که حدود ۸۲ درصد اراضی از آبیاری سنتی، ۱۰ درصد از آبیاری بارانی و ۸ درصد از آبیاری قطره‌ای استفاده می‌کنند (عظیمی، ۱۳۹۶ الف). این آمار نشان از اهمیت آب و آبیاری و مسایل مرتبط با آن در کشور را دارد.
- ✓ ایران پنجمین کشور دنیا ازنظر اراضی فاریاب است. با این وجود قسمت عمده تولیدات کشاورزی از اراضی فوق به دست می‌آید. زیرا به‌جز گندم و جو که نیاز

آبی آن‌ها تا اندازه‌ای منطبق بر الگوی توزیع بارندگی در کشور است، امکان کشت دیم برای سایر محصولات زراعی وجود ندارد.

- ✓ بر اساس برنامه تدوین شده در سند چشم‌انداز در افق ۱۴۰۴، ایران باید در حدود ۱۹۰ میلیون تن مواد غذایی تولید کند. برای رسیدن به این هدف باید، دو برابر آب استحصالی کنونی و یا ۱/۵ برابر پتانسیل آبی کشور، آب تولید شود. در کشور اگرچه زمین کشاورزی برای افزایش تولید وجود دارد ولی منابع آبی برای این افزایش تولید کفایت نمی‌کند. بنابراین در شرایط حاضر مهم‌ترین چالش بخش کشاورزی برای رفع فقر و گرسنگی، راهبرد استفاده کاراتر از آب‌های موجود است.کاهش مصرف آب با حفظ تولید قبلی و افزایش تولید دو برابر در واحد آب مصرفی و بهره‌وری از راه‌حل‌های مهم است (Roberts and Mattoo, 2018).
- ✓ بذر در مرحله سبز شدن و رشد رویشی (قبل از انتقال) حساسیت زیادی به کم‌آبی ندارد.
- ✓ با تشکیل سنبله مریستمی و شروع رشد ساقه تا حدود ۲ هفته بعد از گرده افشانی حساسیت به خشکی زیاد است.
- ✓ توصیه روش آبیاری در مزارع کوچک، معمولاً کرتی یا نوارهای کوتاه است.
- ✓ توصیه روش آبیاری در مزارع بزرگ، معمولاً نواری – آبیاری بارانی است.
- ✓ سامانه آبیاری قطره‌ای به دلیل مدیریت بهتر آبیاری به‌عنوان گزینه مناسبی جهت بهبود آبیاری در غلات است. نتایج دوساله آزمایش استفاده از تیپ با فواصل ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر با شاهد آبیاری کرتی در گندم نشان داد، میانگین عملکرد دانه به ترتیب ۵۳۱۴، ۵۲۳۴، ۴۹۰۶ و ۶۸۲۹ کیلوگرم درهکتار؛ بهره‌وری آب به ترتیب ۰/۷۲، ۰/۷۱، ۰/۶۶ و ۰/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود. بیش‌ترین عملکرد دانه (۶۸۲۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین بهره‌وری آب (۰/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب) در تیمار شاهد کرتی به دست آمد. میانگین عملکرد در تیمارهای آبیاری تیپ نسبت به تیمار کرتی تقریباً ۲۵ درصد کاهش داشته است. میانگین دوساله حجم

آب مصرفی در تیمارهای روش آبیاری تیپ و سطحی، به ترتیب ۷۳۹۶ و ۱۰۷۰۳ مترمکعب در هکتار بود (حدود ۳۳۰۰ مترمکعب در هکتار مصرف آب درروش تیپ کمتر و حدود ۳۱ درصد مصرف آب کمتر). با توجه به اینکه مصرف نوار تیپ در تیمار فاصله نوار ۷۵ سانتیمتر نسبت به تیمارهای فاصله نوار ۴۵ سانتیمتر و فاصله نوار ۶۰ سانتیمتر به ترتیب ۸۹۰۰ و ۳۳۰۰ متر کمتر است و ازنظر میزان حجم عملیات اجرایی داخل مزرعه و همچنین میزان بقایای به‌جامانده در مزرعه حائز اهمیت است، لذا فاصله نوار ۷۵ سانتیمتر برای بافت خاک لومی قابل توصیه است (فرزام‌نیا و همکاران، ۱۳۹۹).

نکات مهم در تغذیه گیاهی

- تجزیه گیاهی نیز یکی از راه‌های شناخت کمبود و توصیه کودی در طی مراحل رشد و نموی است. بر اساس غلظت مناسب عناصر غذایی برگ تا ظهور برگ پرچم ازت (۵- ۴ درصد)، فسفر (۰/۵- ۰/۴ درصد)، پتاسیم (۵-۲ درصد)، آهن (۱۵۰-۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، روی (۵۰-۲۰ میلی‌گرم درکیلوگرم) می‌توان مدیریت تولید را نیز انجام داد (Singh and Katiyar, 2021).
- در انگلستان، توصیه مصرف کود ازته قبل از ساقه‌دهی برای افزایش پنجه‌زنی، کود فسفره و پتاسه در ابتدای فصل به همراه گوگرد توصیه می‌شود. ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن درکشت پاییزه نسبت به کشت بهاره، همچنین کاربرد بیش‌تر فسفات و پتاس درکشت پاییزه توصیه گردیده است. درکشت پاییزه و تولید مالت، ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کشت بهاره و تولید مالت، ۲۰ کیلوگرم در هکتار ازت کمتر مصرف می‌شود (محتوای نیتروژن دانه کمتر از ۱/۸۵٪ باشد) (Newton et al., 2011).
- راندمان جذب بسته به رشد و توسعه سیستم ریشه، معماری سیستم ریشه و توزیع نسبی ریشه در لایه‌های مختلف خاک دارد. تفاوت‌های ژنتیکی در خصوصیات ریشه مؤثر است (Newton *et al*., 2011). به دلیل تحرک کم فسفر در لایه بالایی

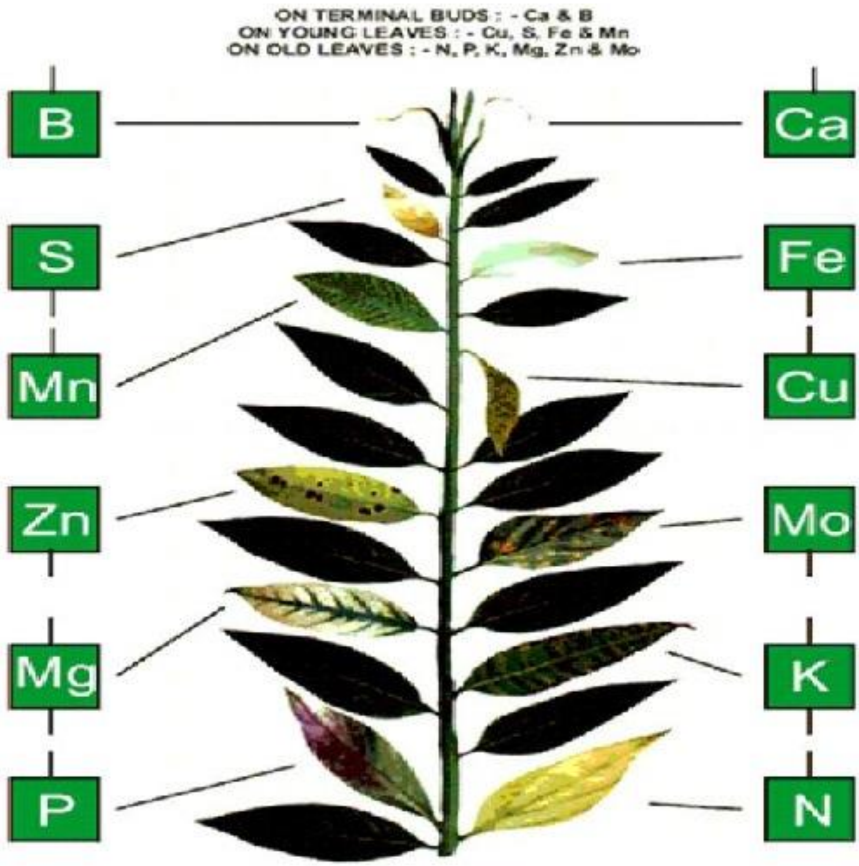
خاک نسبت به نیتروژن، خصوصاً در کارایی جذب فسفر، متفاوت‌تر نسبت به نیتروژن است. ژنوتیپ‌های جو با تارکشنده ریشه بلند (حدود یک میلی‌متر) نسبت به ژنوتیپ‌های دارای تارکشنده کوتاه، عملکرد بیش‌تری داشتند.

- هر تن دانه جو در هکتار:۴۵ -۱۹/۳-۱۲/۹ کیلوگرم نیتروژن-فسفر-پتاسیم از خاک برداشت می‌کند.
- هر تن کاه جو درهکتار: ۱۶/۸-۵/۶-۳۳/۶ کیلوگرم نیتروژن-فسفر-پتاسیم از خاک برداشت می‌کند (رحمانی، ۱۳۹۵).
- به ازای هر کیلوگرم ماده مؤثر در کود ازته، فسفاته و پتاسه؛ افزایش ۵/۸-۲/۱ کیلوگرم دانه جو گزارش شد. حداکثر عملکرد (۵/۸ کیلوگرم جو در کیلوگرم کود) در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن + ۳۰ کیلوگرم پتاسیم + ۳۰ کیلوگرم فسفر به دست آمد (Sanina, 2020).

علائم کمبود:

- کمبود نیتروژن شایع‌ترین کمبود در غلات ریز دانه است. علائم کمبود: رنگ زرد در برگ‌های **مسن** ابتدا ظاهر در ادامه ساقه نازک و رشد کلی گیاه کاهش می‌یابد.
- علائم کمبود فسفر: کاهش تعداد پنجه، رنگ سبز تیره گیاه، ارغوانی شدن نوک و قاعده برگ **مسن** و پیچیدگی برگ‌های جوان است.
- علائم کمبود پتاسیم: زرد و نکروزه شدن برگ‌های **مسن** و این علائم در صورت تشدید به برگ‌های جوان‌تر نیز منتقل می‌شود.
- علائم کمبود روی: در وسط برگ‌های **میانی** لکه‌هایی به‌صورت نقطه سوختگی شروع و به حاشیه برگ کشیده می‌شود. کوتاهی گیاه، زرد شدن برگ‌ها به دلیل سوختگی و چین‌خورده شدن از نشانه‌های این کمبود است.
- علائم کمبود آهن: زرد شدن برگ‌های **جوان**، کلروز نواری زرد و سبز در امتداد رگبرگ‌های اصلی برگ‌های جوان و در نهایت برگ‌های جوان زرد کم‌رنگ و سفید می‌شوند.

- علائم کمبود گوگرد: زرد شدن برگ‌های جوان (بر خلاف ازت که در برگ‌های مسن ایجاد می‌شود) و عدم تشکیل کلروفیل گیاه و در نهایت عدم تشکیل سنبله.
- علائم کمبود کلسیم: کلسیم در رشدی مریستمی و تشکیل دیواره سلولی نقش دارد و کمبود آن باعث پیچ خوردن برگ و ترک خوردن بخش میانی برگ‌های جوان می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱- علائم کمبود در گیاه جو (به نقل از رحمانی، ۱۳۹۵)

مدیریت نیتروژن:

معمولاً کشت جو در اراضی با کمبود ازت انجام می‌گردد بنابراین عملکرد، با زمان و میزان کاربرد کود بستگی اساسی دارد. بندرت میزان ازت موجود در خاک، همه نیاز به ازت را فراهم می‌کند. کاربرد ازت در مدیریت اندازه کانوپی می‌تواند استفاده شود.

نکات مهم در تغذیه نیتروژنه گیاهی

- ❖دانه دارای نیتروژن زیاد ناشی از: جذب زیاد، انتقال مجدد نیتروژن در اواخر فصل و یا رسوب ناچیز نشاسته است.
- ❖ توصیه مصرف کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک، میزان شوری خاک، مقدار کربن آلی، عملکرد مورد انتظار گیاه و اقلیم است. هر چه درصد کربن آلی خاک کمتر باشد توصیه مقدار مصرف بیش‌تر است. هرچه عملکرد مورد انتظار بیشر باشد میزان مصرف نیز بیش‌تر است.
- ❖نیتروژن در دسترس خاک با بافت متوسط ۸۰-۶۰ کیلوگرم در هکتار و در خاک شنی ۶۰ کیلوگرم در هکتار است. نیتروژن خاک بندرت برای نیاز گیاهی کافی است.
- ❖در صورت عدم کفایت نیتروژن قابل دسترس، تعداد اندام هوایی و عملکرد محدودیت خواهد داشت.
- ❖جذب نیتروژن به ازای یک واحد شاخص سطح سبز (GAI) ۲۸ کیلوگرم در هر هکتار است.
- ❖پس از ظهور سنبله (اوایل اردیبهشت ماه)، میزان نیتروژن ناچیزی جذب شده و ازت در گیاه انتقال مجدد می‌شود.
- ❖**زمان کاربرد ازت**، از اسفند ماه تا ظهور کامل سنبله‌هاست. کاربرد ازت در ابتدای بهار، پنجه‌زنی را تحریک و تعداد کافی سنبله در واحد سطح تولید می‌نماید. کاربرد دیر هنگام ازت در بهار، سبب توسعه سریع کانوپی شده و بربقای پنجه‌ها مؤثر است و تضمین کننده کفایت تعداد دانه در سنبله است. از کاربرد زیاد ازت

در انتهای فصل باید جلوگیری کرد و سبب خسارت به کیفیت، به دلیل ازت زیاد در دانه می‌شود.

- ❖**در کشت بهاره جو،** حداکثر میزان جذب ازت ۳۰-۲۵ درصد کمتر از کشت پاییزه است و حدود ۱۳۰ کیلوگرم ازت در هر هکتار است.
- ❖کاربرد همه کود نیتروژنه در جو بهاره، قبل از ظهور اولین گره و سه برگی شدن می‌باشد مگر این‌که دانه‌هایی با نیتروژن زیاد نیاز داشته باشیم
- ❖**جو علوفه‌ای** تا ۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از خاک پس از گلدهی برداشت می‌کند.
- ❖در صورتی که **هدف تولید مالت** باشد: غلظت نیتروژن دانه ارقام مالتینگی کمتر است. کاربرد همه کود نیتروژنه در جو مالتینگ زمستانه، قبل از ظهور اولین گره می‌باشد. دانه‌های خوب پرشده و بزرگ دارای پتانسیل مالت استخراجی بیش تر هستند (محلوجی، ۱۴۰۰).
- ❖**توصیه مصرف در اقلیم** سرد کمتر از اقلیم معتدل و گرم می‌باشد. معمولاً میزان کود توصیه شده نیتروژنه در چند مرحله تقسیط می‌شود تا از آب‌شویی اجتناب، خوابیدگی کمتر و راندمان مصرف کود بالاتر رود.
- ❖کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص است (نیاز کود اوره = ۲ برابر نیاز نیتروژن خالص)
- ❖کود سولفات آمونیم حاوی ۲۰ درصد نیتروژن و ۲۴ درصد سولفات است (نیاز کود سولفات آمونیم = ۲/۲ برابر کود اوره)
- ❖کود نیترات آمونیم حاوی ۳۴ درصد نیتروژن است (مقدار کود نیترات آمونیم = ۱/۵ برابر کود اوره)
- ❖**الگوی جذب نیتروژن:** اندازه کانوپی تحت تأثیر میزان جذب نیتروژن در سرتاسر دوره زندگی گیاه قرار گرفته و الگوی جذب متفاوتی دارد. مدیریت مصرف نیتروژن در جدول ۳ آمده است:

جدول ۳- الگوی جذب نیتروژن در طی فصل رشدی جو (Collen, 2006)

مرحله نموی	الگوی جذب نیتروژن (کیلوگرم در هکتار در روز)	کل جذب نیتروژن (کیلوگرم در هکتار تا این مرحله)	حداکثر شاخص سطح سبز
در طی زمستان	جذب بستگی به میزان ازت قابل دسترس در خاک دارد (حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار)		۱/۴ (توسعه اولیه کانوپی)
اسفند ماه تا GS31	۱/۲	۶۵	۲/۵ (توسعه سریع کانوپی و پنجه‌زنی)
GS31-39	۳/۱	۱۲۸	۵/۰ (توسعه سریع کانوپی با بیش‌ترین میزان- شاخص سطح سبز یک واحد در هر هفته)
GS39-59	۱/۸	۱۶۳	۵/۸ (توسعه کانوپی از سه برگی تا ظهور سنبله هر ۱۲ روز یک واحد شاخص سطح سبز)

GS31: اولین گره قابل تشخیص، تا سه برگ ظاهرشده،

GS31-39: اولین گره تا پهنک برگ پرچم قابل رویت،

GS39-59: رویت پهنک برگ پرچم تا ظهور کامل سنبله.

محلول‌پاشی:

آلودگی‌های زیست‌محیطی و به‌خصوص آلودگی‌های ناشی از مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی در کشاورزی یکی از مشکلات بسیار مهم دنیای امروز می‌باشد. در حال حاضر حدود ۴ میلیون تن انواع کودهای شیمیایی و حداقل ۵/۲ میلیون تن انواع کودهای آلی در هر سال به مصرف بخش کشاورزی ایران می‌رسد. بر اساس نتایج و تحقیقات کاربردی مشخص شده است که کودهای شیمیایی ضمن آن‌که در سال‌های

اولیه مصرف، افزایش محصول را در بردارند، ولی مصرف بی‌رویه و طولانی مدت آن‌ها، عوارض سوء و عمده‌ای را در کشاورزی، محیط‌زیست، تنوع زیستی، چرخه طبیعت و بهداشت عمومی در پی داشته‌اند.

مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی به‌خصوص کودهای فسفری باعث شده، توازن عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌مصرف در خاک به‌هم‌خورده و منجر به کاهش جذب عناصر آهن، روی، مس و منگنز توسط گیاه گردد. به علاوه شرایط آهکی و قلیایی خاک‌های زراعی از دیگر عوامل محدودکننده جذب عناصر کم مصرف می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های مصرف خاکی عناصر کم مصرف (از قبیل تثبیت شدن و اثرات باقیمانده) محلول‌پاشی یا تغذیه برگی از راه‌های مؤثر در برطرف کردن نیاز غذایی گیاهان به این عناصر است (محلوجی، ۱۳۹۵ و Jat *et al.*, 2013). در همین راستا گزارش شده است که در کلیه محصولات زراعی محلول‌پاشی روش مؤثرتری برای جبران کمبود بوده و قابل‌قبول‌تر از مصرف خاکی آن می‌باشد.

با توجه به این موضوع که خاک اغلب اراضی کشور، شور و یا آهکی است و کمبود روی از شایع‌ترین ناهنجاری‌های تغذیه‌ای گیاهان به‌ویژه در این نوع خاک‌ها است. ارائه راه‌حل برای تأمین روی موردنیاز گیاه اهمیت قابل‌توجهی دارد. از طرفی، در خاک‌های شور که اغلب دارای اسیدیته قلیایی هستند در شرایط شوری آب آبیاری، بالا بودن اسیدیته خاک مانع جذب روی شده و گیاهان کشت شده در شرایط فوق با کمبود روی بیشتری نسبت به سایر خاک‌ها مواجه می‌باشند. لذا به نظر می‌رسد که مصرف خاکی این عنصر در شرایط آب و خاک شور، کارایی چندانی نداشته و احتمالاً مصرف برگی آن کارایی بهتری داشته باشد. از طرفی، استفاده از نانو ذرات اکسید روی به لحاظ قابلیت رهاسازی تدریجی و مصرف کم در مقایسه با دیگر منابع کود روی، از جذب و تأثیرگذاری بیشتر و سازگاری بالایی با محیط‌زیست برخوردار باشد. محلوجی (۱۳۹۵) گزارش نمود با افزایش سطح شوری تا سطح متوسط (۱۰ دسی زیمنس بر متر) آب

آبیاری مزیت کاربرد مخلوط نانو ذرات اکسید روی و کلات روی (در سال اول) و کلات روی (در سال دوم) در گیاه جو مشهود بود.

فتحی (۱۳۹۱) گزارش نمود محلول‌پاشی اکسید آهن و روی به فرم نانو ذرات در مقایسه با فرم معمول آن‌ها دارای تأثیر مثبتی بر برخی از خصوصیات رشدی گندم و ذرت بود، بااین‌حال به نظر می‌رسد که در شرایط این آزمایش کاربرد فرم نانو ذرات این عناصر مزیتی ازنظر تعدیل اثرات شوری نسبت به فرم معمول آن‌ها نداشت.

نکات مهم در تغییر و اصلاح الگوی کشت

نظام کشتی که با توجه به فرصت‌ها و محدودیت‌های عوامل تولید، مسایل اقتصادی، مسایل زیست محیطی، مسایل فرهنگی و اجتماعی، تحقق سیاست‌های کلان کشور تدوین می‌شود، را الگوی بهینه کشت از نظر تعریف گویند. سه شاخص مهم الگوی کشت شامل: اقتصادی بودن با در نظر گرفتن مزیت نسبی (افزایش تولید با استفاده از حداقل منابع)؛ حفظ سیاست‌های کلان کشور با کشت محصولات استراتژیک، برای تأمین امنیت غذایی و قطع وابستگی؛ پایداری تولید با حفظ محیط‌زیست و منابع پایه است. تأکید الگوی کشت، چه محصولی، در چه سطحی، در چه مکانی و در کدام دوره زمانی کاشته شود.

اهداف الگوی مناسب کشت:

۱. فزایش بهره‌وری عوامل تولید (مخصوصاً آب). در مناطق کم آب ایران مبنای انتخاب الگوی مناسب کشت باید باهدف افزایش بهره‌وری آب تعریف شود. چینش گیاهان زراعی در منطقه، مساحت هر گیاه طوری برنامه‌ریزی می‌شود که از منابع محدود آب، بالاترین بهره‌وری اقتصادی آب حاصل شود وگیاهان پرآب کشت نشود.

۲. کشت گیاهان سازگار با اقلیم منطقه با مزیت نسبی اقتصادی بالاتر

۳. تأمین امنیت غذایی، سلامت جامعه و غذای سالم

۴. افزایش توان مالی کشاورزان و کاهش فقر
۵. حفظ محیط‌زیست

نکات مهم در مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز

برای کنترل علف‌های هرز در مزارع جو می‌توان از روش‌های کنترل فیزیکی (بوجاری بذر)، زراعی (رعایت تاریخ کاشت، برداشت، تنظیم آبیاری، رعایت عمق و تراکم بذر و تناوب مناسب)، بیولوژیک (استفاده از موجودات زنده)، تلفیقی و شیمیایی (کنترل علف‌هرز باریک برگ یولاف با پوماسوپر یا اکسیال، کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ با علف‌کش گرانستار یا توفوردی و سایر علف کش‌های توصیه شده) استفاده کرد. در مناطق مرطوب، یولاف وحشی یکی از رایج‌ترین علف‌های هرز است. اغلب کنترل شیمیایی علف‌های هرز هنگامی‌که آلودگی علف‌های هرز زیاد باشد استفاده می‌شود.

آفات مهم در جو: سوسک سیاه گندم، سوسک قهوه‌ای گندم، برگ‌خوار غلات، ساقه‌خوار گندم، سن گندم، شته گندم، تریپس گندم، پروانه ساقه‌خوار گندم است. مهم‌ترین آفت در اوایل بهار، سن گندم است. سن مادر با تغذیه از شیره موجب خشک شدن ساقه مرکزی و سنبله جو شده و پس از جفت‌گیری و تخم‌گذاری؛ پوره‌های آن با تغذیه از سنبله موجب تغییر رنگ و کاهش عملکرد می‌شوند. در مزارع آبی، با بیش از ۳ تن در هکتار عملکرد دانه، زمان مبارزه با سن مادر ۶ عدد در مترمربع و ۱۴ عدد پوره مترمربع، و در مزارع دیم، ۳ عدد در مترمربع سن مادر و ۸ عدد پوره در مترمربع است.

مهم‌ترین بیماری‌های قارچی جو: سیاهک آشکار جو، لکه قهوه‌ای، سفیدک سطحی و زنگ زرد است. کنترل بیماری، جذب و انتقال مجدد نیتروژن را افزایش می‌دهد. با کنترل زنگ‌ها و سفیدک توسط قارچ‌کش‌ها عملکرد و غلظت پروتئین می‌تواند افزایش یابد. کنترل آفات و بیماری در کیفیت دانه مهم است. آلودگی به فوزاریوم می‌تواند دلیل چروکیدگی دانه، تغییر ترکیب پروتئین و کاهش بنیه بذر و منبعی از سموم باشد که باعث بیماری در پستانداران شود.

بیماری ویروسی کوتولگی زرد جو، شایع‌ترین و مهم‌ترین ویروس جو و سایر غلات در سراسر جهان است. کاهش عملکرد تا ۱۰۰ درصد در صورت آلودگی در ابتدای فصل می‌تواند باشد. این بیماری سبب کاهش وزن دانه، چروکیدگی و کاهش مالت می‌شود. ویروس‌ها با تغذیه از گیاهان آلوده به‌وسیله شته انتقال می‌یابند.

عوامل ژنوتیپی مؤثر در تکنولوژی تولید

جو دارای ارقام بهاره، زمستانه و بینابین است. در عرض‌های جغرافیایی بالا (کشورهای غربی) به دلیل ریسک سرمایی زیاد، جو بهاره بیش‌تر از جوی زمستانه که دارای عملکرد بالاتری است، کشت می‌شود. زودرسی جوهای بهاره در عرض‌های بالاتر جغرافیایی و ارتفاعات بالاتر و در مناطق خشک، موجب موفقیت این گیاه شده است. بنابراین در مناطق خشک و عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر (استرالیا و مراکش) جوی بهاره در پاییز کشت می‌شود. آزمایشات عملکرد ارقام جو از سال ۱۹۸۲ تا سال ۲۰۰۷، افزایش به میزان ۷۱ کیلوگرم/هکتار/سال در جوهای زمستانه و ۶۰ کیلوگرم/هکتار/سال در جوهای بهاره را نشان داد (MaCkay *et al.*, 2010).

آمار سازمان خواربار کشاورزی نشان (۲۰۲۰) می‌دهد که ۲۱ درصد از افزایش عملکرد در قرن اخیر مربوط به اقدامات اصلاح ارقام گیاهان (عوامل ژنوتیپی) بوده است. انتخاب رقم پرمحصول و مقاوم به تنش با بیشترین بهره‌وری آب، از مهم‌ترین ابزارهای مدیریتی آب در مزرعه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. عامل ژنوتیپی یا ژنتیکی تکنولوژی تولید، رقم یا ژنوتیپ است. ارقام جو بسته به اهداف تولید، نوع کشت، زمان کشت و اقلیم به‌منظور توصیه به تولیدکنندگان بخش کشاورزان قابل طبقه‌بندی می‌باشند (جدول ۴).

جدول ٤- ژنوتیپ‌های پیشنهادی جو جهت کشت در اقلیم‌های مختلف و سال معرفی

اقلیم گرم و مرطوب(شمال)	اقلیم گرم و خشک(جنوب)	اقلیم سرد	اقلیم معتدل	
			بدون تنش	شوری
دشت (۱۳۷۲)	نیمروز (۱۳۸۶)	ماکویی (۱۳۶۹)	ریحان ۰۳ (۱۳۸۵)	خاتم (۱۳۹۴)
صحرا (۱۳۸۲)	زهک (۱۳۹۱)	بهمن (۱۳۸۷)	نصرت (۱۳۸۶)	مهر (۱۳۹۵)
اکسین (۱۳۹۵)	اکسین (۱۳۹۵)	جلگه (۱۳۹۴)	فجر ۳۰ (۱۳۸۷)	گلشن (۱۳۹۷)
نوبهار (۱۳۹۸)	نیمروز (۱۳۹۵)	مهتاب (۱۳۹۶)	یوسف (۱۳۸۸)	
گلچین (۱۳۹۹)	نوروز (۱۳۹۶)	آذران (۱۳۹۸)	نیک (۱۳۹۰)	
	گلچین (۱۳۹۹)		به رخ (۱۳۹۲)	
			گوهران (۱۳۹۴)	
			ارمغان (۱۳۹۵)	

۳-۲-ارائه تجارب موفق بین‌المللی

الف) صفات زراعی مورد توجه در افزایش بهره‌وری جو در جهان

صفات زراعی اصلی موردتوجه: عملکرد دانه، مقاومت به ورس، دوام کاه، ارتفاع، فنولوژی (دیررس: کم کاه برای فصل‌های طولانی؛ زودرس: ارتفاع بلندتر برای فصل‌های خشک‌تر)، از دست ندادن سنبله و شکستگی ساقه است. اهداف فنولوژی محصولات در برنامه‌های مختلف، متفاوت است و با مقدار رطوبت موجود و مدت زمان شرایط رشد مطلوب بستگی دارد. دو مرحله کلی مهم در عملکرد جو است. اول، سبز شدن تا گرده‌افشانی (اثر بر منابع جذب، سوخت و ساز، همچون کانوپی و سیستم ریشه)؛ دوم، گرده‌افشانی تا رسیدگی (اثر بر نمو و پرشدن دانه).

صفات به‌زراعی از جمله تاریخ کاشت، میزان بذر و مدیریت نیتروژن؛ در مدیریت رشد، حداکثر سطح و دوام کانوپی می‌تواند مؤثر باشد. شرایط آب و هوایی و واکنش ارقام، تعیین‌کننده مدیریت به‌زراعی است.

اولویت بسیار مهم، مقاومت در برابر خوابیدگی که به‌عنوان محدودیت در کولتیوارهای جو و استقرار در مزرعه است می‌باشد. در مناطق متوسط و پربارش استرالیا، کولتیوارهای کوتاه و در مناطق کم بارش، کولتیوارهای بلندتر مطلوب بودند. در مناطق با

فصل رشد طولانی و بارندگی متوسط تا زیاد، ارتفاع بوته کمتر گیاه و ارقام مناسب برای تاریخ کشت زود هنگام مناسب بوده‌اند. در حالی که در مناطق کم بارش، ارقام زودرس مناسب‌ترند.

کنترل از دست دادن سنبله که ناشی از شکستگی ساقه است یکی دیگر از ویژگی‌های زراعی قابل‌توجه بوده است. عملکرد دانه بهبود یافته هدف اصلی فعالیت‌های اصلاح جو از قرن ۱۹ است. با این حال، ارتقا عملکرد دانه به همراه کیفیت دانه در جهت حمایت از بازار جهانی جو مهم است.

پیش تیمار بذر جو با ازتوباکتر، بهره‌وری نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به ترتیب ۷/۱۱-۱/۲۲ درصد، ۱۰/۳-۵/۱ درصد و ۱۹/۴-۱۰/۲ درصد افزایش داد (Chebot *et al.*, 2016). کاهش تراکم روزنه‌ها در بهبود بهره‌وری آب در غلات (جو، برنج، گندم و ذرت) مؤثر است. تنظیم روزنه‌ای شرایط سازگاری و تحمل خشکی غلات و داشتن حداکثر عملکرد را فراهم می‌کند (Robertson *et al.*, 2021). افزایش تعداد بوته جو نسبت به وزن و تعداد دانه در سنبله و محلول‌پاشی در مرحله سنبله‌دهی در افزایش عملکرد مؤثر است (Ryabtseva *et al.*, 2021).

ب) مدیریت مصرف آب

جو در بسیاری از نواحی اقلیمی در جهان، کشت و خشکی شایع‌ترین تنش است. در شرایط خشکی، انتخاب بر اساس راندمان مصرف آب بالا در همه موارد خوب نیست و فقدان دسترسی به آب در فاز زایشی گیاه (مخصوصاً در پرشدن دانه) بر عملکرد جو تأثیر شدیدی دارد.

استراتژی‌های مرفولوژیکی تحمل خشکی در جو شامل توانایی گیاهان در حفظ تعرق، سیستم ریشه‌ای عمیق، واکسی بودن برگ، وجود ریشک، تداوم جذب آب از خاک، کاهش طول دوره رشدی گیاه (در جهت خنثی نمودن کاهش آب طی پرشدن دانه) و افزایش ریشه می‌باشد.

استراتژی‌های فیزیولوژیک در تحمل به خشکی جو شامل بنیه بذر، راندمان مصرف آب، پتانسیل آب برگ، محتوای نسبی آب، تنظیم اسمزی، تجمع اسمولیت‌ها و تولید ABA می‌باشد (Blum, 2009).

جهان تشنه: حدود ۲۵۰ میلیون هکتار از اراضی جهان آبیاری می‌شوند که حدود ۵ برابر ابتدای قرن بیستم است. در سال ۱۹۹۵، ۳۹۰۶ کیلومترمکعب برداشت جهانی آب بوده که در سال ۲۰۲۵، ۲۲ درصد افزایش می‌یابد (۴۷۴۷ کیلومترمکعب). این افزایش، ۲۷ درصد در کشورهای درحال توسعه و ۱۱ درصد در کشورهای توسعه یافته برداشت آب است. آینده آب و غذا نامشخص است و علت آن فاکتورهای غیرقابل کنترل همچون آب و هواست. سرعت رشد تولید جهانی برای غلات بین سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۸۲ از ۱/۵ درصد به ۱/۰ درصد بین سال‌های ۲۰۲۵-۱۹۹۵ کاهش می‌یابد. با کاهش میزان مصرف آب برای تولید گیاهان زراعی به همراه مهندسی ژنتیک، اصلاح نباتات و راهبردهای به‌زراعی و مدیریت منابع؛ بهره‌وری آب درمزرعه قابل افزایش است که این استراتژی برای پیشبرد امنیت غذایی و پایداری آب در جهان که با افزایش تقاضا مواجه است قابل انجام است.

بهره‌وری آب به کمیت آب مصرفی، الگوی کشت، تکنولوژی آبیاری، مدیریت آب در مزرعه، قواره و نمای زمین و زیر ساخت منابع آب، الگوی اقلیمی، آب مجازی و اقتصاد و سیاست بستگی دارد. فاکتورهای مؤثر در بهره‌وری آب به ارتقاء بهره‌وری آب در مزرعه و در سطح گیاه بستگی دارد (Nandeha and Trivedi, 2021).

- **ارتقاء بهره‌وری آب در مزرعه:**

۱.انتخاب گیاه و رقم بسته به منابع در دسترس.

۲.روش کاشت (پشته‌های عریض)

۳.کم خاک‌ورزی در جهت کاهش تبخیر و ذخیره آب و اجتناب از سوزاندن بقایا.

۴.آبیاری در مراحل حساس رشدی در جهت افزایش تولید و افزایش بهره‌وری.

۵.مدیریت تغذیه. مدیریت تغذیه یکی از کلیدهای اصلی این استراتژی در افزایش تعرق و افزایش بهره‌وری آب در شرایط محدودیت منابع است. کاهش نیتروژن، عملکرد را به‌وسیله کاهش بیوماس در واحد تعرق را کاسته است.

۶.میکرو آبیاری قطره‌ای و بارانی، راندمان انتقال ۱۰۰ درصدی بوده و راندمان کاربرد آبیاری قطره‌ای ۹۰-۷۰ و آبیاری بارانی ۷۰-۴۰ نسبت به آبیاری سطحی بیش‌تر است.

۷.حفاظت از گیاه: مدیریت علف هرز، آفات و بیماری‌ها در بهره‌وری آب مؤثر است (Nandeha and Trivedi, 2021).

▪ارتقا بهره‌وری آب در سطح گیاه:

۱. اصلاح ژرم پلاسم به‌وسیله اصلاح‌گر که شامل بهبود: بنیه گیاهچه، توسعه عمق ریشه، افزایش شاخص برداشت و راندمان فتوسنتزی است.

۲. حداکثر دوره رشدی گیاه منطبق بر زمانی که کمبود فشار بخار آب اشباع حداقل است باشد. واریته‌ایی با دوره رشدی کوتاه و سیستم ریشه‌ای عمیق‌تر برای مناطق خشک نیاز است.

۳. صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متعددی تعیین‌کننده تحمل گیاه نسبت به خشکی است ازجمله: مقاومت به پژمردگی، گلدهی زود هنگام، کوتیکول مومی، کرک‌های متراکم، دوام سبزینگی، تنظیم اسمزی، پایداری غشا سلولی و شاخص برداشت بیش‌تر (Nandeha and Trivedi, 2021).

۴. افزایش راندمان مصرف آب در گیاهان از طریق افزایش بیوماس، شاخص برداشت و عملکرد دانه تحقق‌پذیر است. کولتیوارهای جدید نسبت به قدیم، با افزایش عملکرد دانه و نهایتاً شاخص برداشت، سبب افزایش راندمان مصرف آب شدند (Rengel, 2013).

۵. مدیریت کم آبیاری جو (آبیاری در ۱۰، ۳۵ و ۷۰ درصد رطوبت قابل‌دسترس به ترتیب تنش شدید، متوسط و بدون تنش خشکی) در ایکاردا نشان داد که خشکی بر صفات مورفوفیزیولوژیکی و درنتیجه عملکرد دانه جو بسیار مؤثر است.

بهره‌وری آب در ایکاردای سوریه در جو ۰/۶۱ (بدون تنش خشکی)- ۰/۸ (تنش متوسط خشکی) و ۰/۸۶ (تنش شدید خشکی) کیلوگرم بر مترمکعب بود. تنش متوسط خشکی مناسب‌ترین سطح مصرف آب را نشان داد. بهره‌وری مصرف آب ۲۹ و ۲۳/۸ درصد در تنش متوسط و شدید بیش از بدون تنش خشکی بود. ژنوتیپ‌های دارای بیش‌ترین پنجه و سنبله، هزار دانه و عملکرد بیوماس بالاتر، عملکرد دانه بیش‌تری در همه سطوح تنش داشته است و این صفات در برنامه‌های اصلاح نباتات ابزاری مناسبی هستند (Istanbuli *et al.*, 2020).

ج) مدیریت نیتروژن

عنصر نیتروژن تأثیر بسیار زیادی بر فتوسنتز و کارکرد آنزیم‌های دخیل در آن ازجمله آنزیم رابیسکو دارد. عدم وجود نیتروژن کافی در دسترس گیاه سبب کاهش فعالیت آنزیم رابیسکو شده و تولید گونه‌های فعال اکسیژن در گیاه افزایش می‌یابد. گیاه در مواجه با این شرایط فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی خود را افزایش می‌دهد.

کاربرد کود نیتروژنه موجب افزایش غلظت کلروفیل a و b و همچنین کارتنوئید در برگ می‌شود. کاربرد زیاد کود نیتروژن سبب کاهش کیفیت دانه گیاه جو می‌شود(Mutlu and Tas, 2021). کاربرد نیتروژن در انتهای مرحله چکمه‌زنی باعث افزایش عملکرد دانه جو شد (Skudra and Ruza, 2017).

در اثر تنش خشکی عملکرد دانه جو به میزان ۵۸ و ۴۰ درصد به‌ترتیب در شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت کاربرد. نیتروژن در شرایط تنش خشکی راهکار مناسبی جهت کاهش خسارت تنش و افت عملکرد ناشی از آن در ارقام جو موردمطالعه نمی‌باشد (برده‌جی و همکاران، ۱۳۹۹).

در تولید مالت، میزان نیتروژن دانه جو بایستی بین ۱/۷ تا ۱/۹ درصد باشد و منبع تأمین نیتروژن (اوره، سولفات آمونیوم، نیترات سولفات آمونیوم، نیترات آمونیوم سنگ‌آهک) اثر معنی‌داری در عملکرد دانه نداشته است. میزان نیتروژن همبستگی مثبتی با چگالی دانه و

وزن مخصوص داشته ولی افزایش وزن مخصوص می‌تواند در مالتینگ نامناسب بوده، پس‌نیاز به نیتروژن کم دردانه است (Hoyle *et al*., 2019).

نیتروژن در سنتز پروتئین‌ها ، اسیدهای نوکلئیک و برخی دیگر از ترکیبات مهم آلی نقش دارد و درنتیجه دسترسی گیاه به نیتروژن کافی جهت تولید محصول بسیار حائز اهمیت است(Ali *et al*., 2019). استفاده از نیتروژن سبب افزایش کربوهیدرات محلول (ساکارز، فروکتوز و گلوکز) در گیاه شد (Ning *et al*., 2018). استفاده از کود شیمیایی به همراه ازتوباکتر (Chebotar *et al*., 2016) و ورمی کمپوست در کشت دیم در گیاه جو، باعث افزایش راندمان مصرف آب از ۸/۳۵ به ۹/۳۲ کیلوگرم در هکتار در هر میلی‌متر شد (Singh and Katiyar, 2021).

کشت مخلوط جو با نخود، میزان نیتروژن دانه، محتوای پروتئین دانه، درصد نیتروژن استحصالی از کود، اتمسفر و خاک را در مقایسه با کشت خالص نخود را در دانمارک افزایش داد (Cowden *et al*., 2020). کاربرد دو ساله کود نیتروژنه به‌صورت یک‌سوم در زمان کاشت و دوسوم در اواسط پنجه‌زنی نسب به یک‌دوم در کاشت و یک‌دوم در اواسط پنجه‌زنی در گیاه جو در اتیوپی، ۹/۹۶ درصد عملکرد بیش‌تر داشته و این روش بیش‌ترین راندمان استفاده از نیتروژن و راندمان اقتصادی را داشته است (Hunduma and Admassu, 2021). میزان جذب نیتروژن در طی فصل رشد در اسپانیا، در گیاه جو ۲۹۰- ۴۶ کیلوگرم ازت در هکتار گزارش شد که نسبت به گندم نان و دوروم بیش‌تر بود. بهره‌وری مصرف نیتروژن در جو ۲۴/۴ کیلوگرم دانه به ازای یک کیلوگرم نیتروژن در دسترس در خاک به دست آمد (Cossani et al., 2012).

د) روش‌آبیاری

در هند میزان عملکرد، بهره‌وری آب گندم و صرفه‌جویی آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای (فاصله لاترال‌ها ۸۰ سانتی‌متر) و بارانی کلاسیک ثابت با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد در سامانه آبیاری قطره‌ای نسبت به سامانه بارانی کلاسیک ثابت، حدود

۹/۷درصد آب کمتری مصرف شد و بهره‌وری آب حدود ۷۶ / ۲۱ درصد، بیش‌تر بود (Sanjay Singh *et al.*, 2014).

در هند، تأثیر آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و میزان بهره‌وری آب گندم بررسی شد. نتایج نشان داد درروش آبیاری قطره‌ای میزان صرفه‌جویی در مصرف آب و میزان بهره‌وری آب به ترتیب حدود ۴۲ / ۲۸ و ۲۴ / ۲۴ درصد بیش‌تر از روش آبیاری کرتی بود، هرچند روش آبیاری قطره‌ای باعث کاهش۸ / ۱۰ درصدی عملکرد دانه شده بود (Sanjay Singh *et al.*, 2015). این محققین فاصله لاترال ۶۰ سانتیمتر با فاصله قطره‌چکان ۵۰ سانتی‌متر با عملکرد ۶۴ / ۴ تن در هکتار و بهره‌وری آب ۱/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب، را توصیه نمودند.

در پاکستان، سه رقم گندم در دو روش آبیاری قطره‌ای و آبیاری سطحی جویچه‌ای مقایسه شدند. مصرف آب در آبیاری قطره‌ای ۵۶ / ۱۶ درصدکمتر و عملکرد دانه و بهره‌وری آب گندم به ترتیب ۵۶ / ۱۱ و ۳۶ / ۳۳ درصد بیش‌تر از آبیاری سطحی جویچه-ای بود (Saleem *et al.*, 2010).

در چین، برای بررسی عمق مناسب آبیاری و فاصله مناسب نوار تیپ درکشت بهاره گندم انجام و سه فاصله نوار، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ سانتیمتر و سه عمق آبیاری، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ سانتی‌مترمورد بررسی قرارگرفت. میزان تغییرات بهره‌وری آب از ۵۷ / ۱ تا ۱۱ / ۲ کیلوگرم برمترمکعب بود. فاصله نوار تیپ ۹۰ سانتی‌متر و عمق ۴۵ سانتیمتر توصیه شد (Gao et al., 2014).

ه) نیروی کارگری

تولیدات کشاورزی به ۱۰۰ درصد نهاده از جمله آب بستگی دارد. بهره‌وری نیروی کارگری از عواملی است که بر سایر نهاده‌ها و بهره‌وری آب اثرگذار است. بین کمبود آب، بهره‌وری آب، انتخاب نوع گیاه مورد کشت و نیروی کارگری ارتباط وجود دارد. مهم‌ترین شاخص، انتخاب نوع گیاه مورد کشت در آمریکاست که در تغییرات بهره‌وری

آب، نیاز نیروی کارگری (مکزیکی) و کمبود آب اثرگذار است (Booker and Scott Trees, 2020). در ایران نیز بهره‌وری آب، تحت تأثیر نیروی کارگری افغانی است.

۳-۳- معرفی فناوری‌های نوین با توجه به عوامل مؤثر در بهره‌وری

الف) تهیه آرد و عصاره مالت جو برای استفاده در خوراک انسان

جو در حالت طبیعی حاوی آنزیم‌های بتاآمیلاز، آمیلوگلوکوزیداز، بتاگلوکوناز، پروتئاز و سلولازها به میزان کم می‌باشد. برای تبدیل نشاسته به قند باید این آنزیم‌ها فعال شوند. مصرف جو به دلیل وجود ویتامین B به افراد توصیه می‌شود. به‌خصوص به افرادی که به فشارخون یا دیابت مبتلا هستند، خوردن غذاها و خوراکی‌هایی مثل نان جو که حاوی این ماده مغذی هستند، پیشنهاد می‌شود.

مالت، دانه‌های جو خیس‌شده و تا حد معینی جوانه‌زده، گفته می‌شود. مالت دارای ۶۰ درصد مالتوز و ۱۰ درصد ساکاروز و همچنین دارای مقدار زیادی فیبر محلول هست. انواع مالت از انواع غله به دست می‌آید. در کشور ما بیش‌ترین استفاده‌ی مالت جو در صنایع تولید ماءالشعیر و نوشیدنی گازدار مالت می‌باشد. در مرحله جوانه‌زنی، آنزیم‌های مختلف موجود در جو، تشکیل یا افزایش می‌یابند که به هضم بهتر مواد غذایی در دستگاه گوارش کمک می‌کند و ازنظر ویتامین‌ها غنی می‌گردد. مالت جو به دلیل داشتن طعمی مطلوب می‌تواند سبب تغییر طعم شیر در دوران شیردهی، تمایل شیرخوار را به شیر مادر افزایش دهد و بدین ترتیب سبب افزایش دفعات شیردهی و به دنبال آن افزایش میزان شیردهی در روز است. این محصول سرشار از ویتامین B و املاح موردنیاز بدن مانند منیزیم، سلنیوم، آهن و کلسیم است.

پودر یا آرد مالت جو: اگر دانه جو جوانه‌زده را تحت شرایط خاصی خشک و بعد از خشک‌کردن آسیاب کنند، پودر یا آرد مالت به دست می‌آید که رنگ، عطر، طعم و فعالیت‌های آنزیمی بیش‌تر و بهتر پودر مالت نسبت به دانه جوانه‌زده بسیار مهم است. تسریع در تخمیر، یک مزیت برای پودر مالت در صنایع آرد و بازارپسندی نان محسوب

می‌شود. تولیدکنندگان نان‌هایی که از پودر مالت در ترکیب آردشان استفاده می‌کنند، مدعی هستند که این پودر باعث بالا رفتن ارزش تغذیه‌ای نان‌هایشان هم می‌شود. استفاده از بهبوددهنده‌ها و پودر مالت، بیش‌تر در نانوایی‌های صنعتی، تولیدی‌های نان فانتزی و در کارخانه‌های تولید نان صورت می‌گیرد. میزان تیرگی این نوع نان‌ها بستگی به مقدار پودر مالتی دارد که به آن‌ها اضافه می‌شود.

عصاره‌ی مالت جو: عصاره‌ی مالت فرآورده‌ای است که درنتیجه فرآیند دانه‌های جو جوانه‌زده و سپس تبخیر عصاره آبی و تغلیظ آن به دست می‌آید (جوشاندن مالت و افزودن مواد خوراکی مجاز و رازک، سپس مایع حاصل، صاف و بسته‌بندی می‌شود). عصاره مالت جو باعث افزایش حجم مدفوع، تنظیم عملکرد روده، حرکت روده، بهبود یبوست‌های مزمن، سندرم روده تحریک پذیر، التهاب روده، فتق معده، کاهش ۱۰ تا ۱۵ درصد کلسترول در افرادی دارای کلسترول بالا، می‌تواند مؤثر باشد. عصاره‌ی مالت جو را می‌توان در رژیم غذایی افراد مبتلا به چاقی (مصرف عصاره قبل از غذا) و هم در رژیم افراد لاغر (بعد از غذا) استفاده نمود. عصاره مالت کمتر از عسل شیرینی دارد و می‌توان در تهیه و پخت نان‌ها و انواع کیک‌ها از آن استفاده کرد. این ترکیب تقریباً عاری از قندهای ساکارز و فروکتوز و جایگزین مناسبی برای شربت ذرت و شکر است ولی در افراد دیابتی باید با احتیاط مصرف شود. عصاره مالت بدون چربی ترانس است و از غلات کامل تهیه می‌شود و یک ترکیب سالم و طبیعی است. بهترین انتخاب برای پیشگیری از مصرف شکر، استفاده از یک ماده شیرین کننده طبیعی مانند عصاره مالت است. عصاره مالت ترکیبی از قندهای مختلف است که نسبت به شکر سفید به کندی وارد خون می‌شود.

ب) بکارگیری تکنیک‌های مطالعه تلفیقی

بکارگیری تکنیک‌های مناسب و بهینه به زراعی از جمله عواملی مهمی هستند که بر عملکرد محصولات زراعی از جمله جو تأثیر غیرقابل انکاری دارند. بنابراین با توجه به خصوصیات ویژه گیاه جو و نقش ارزنده آن به طور غیرمستقیم در تغذیه انسان، دستیابی به عملکردهای مناسب و قابل قبول در مطالعه تلفیقی سه عامل تاریخ کاشت ، میزان بذر و

استفاده از ژنوتیپ‌های برتر و دارای ویژگی‌های مثبت در راستای بالا بردن راندمان تولید در واحد سطح با اهمیت و ضروری به نظر می‌رسد. لذا توصیه کاشت ژنوتیپ‌ها و ارقام برتر به همراه حد متناسبی از عوامل فوق جهت افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد. پیشبرد کیفی نیازمند انتخاب ارقام مناسب برای غالب شدن بر شرایط محیطی در سیستم‌های زراعی است. در ارقام خوب سازگار شده عملکرد و کیفیت می‌تواند بشدت به‌وسیله آب و هوا و مداخله زراعی تحت تأثیر قرار گیرد. خشکی و گرما در طی پرشدن دانه، دسترسی به نیتروژن و گوگرد، کنترل بیماری‌های برگی و سنبله، و کنترل خوابیدگی از مهم‌ترین مداخلات زراعی هستند.

ژنوتیپ‌های جدید جو: در ۸ میلیون هکتار و در ۱۶ کشور مختلف در شرق نزدیک کشت می‌شود. به هر حال، ۹۸ درصد این سطح در ۶ کشور با نام‌های ترکیه، ایران، سوریه، عراق، افغانستان و پاکستان است. تفاوت‌های زیادی در نوع جو رشد کرده در این مناطق است.

نوع دو ردیفه در سوریه، ترکیه، شمال عراق و مناطق دیم ایران کشت‌شده در حالی که **نوع شش ردیفه** در پاکستان، افغانستان، مناطق عراق و ایران تحت آبیاری کشت می‌شوند. در بیش‌تر مناطق خشک سوریه و عراق و بعضی قسمت‌های دیم شمال ایران، کشاورزان نوع بذر سیاه را ترجیح می‌دهند. بیش‌تر جو کشت‌شده در این مناطق زمستانه و یا فاکولتیو (بهاره پاییزه) با حساسیت به طول روز هستند. در دنیا برای افزایش بهره‌وری، توجه به عملکرد دانه که وابسته به خصوصیات کمی و کیفی از اهمیت خاصی برخوردار است. در اروپا جنبه کیفی مالت و مقاومت به بیمارهای ویروسی در اولویت است، که در ادامه به آن پرداخته می‌شود:

۱. کیفیت بالای مالت با ارقام بهاره جو جدید: منشا ارقام جو جدید بهاره اروپایی به توده‌های جو از باواریا (جنوب غربی آلمان)، موراویا (جمهوری چک)، سوئد و انگلستان ناشی می‌شوند. سیکل تلاقی در ابتدا متکی برهیبریداسیون بین توده بومی است. سپس، براساس منابع ژنتیکی مقاوم به بیماری و درنهایت جوهای بهاره است. سیکل سوم تلاقی،

به کیفیت بهتر مالت و کمک به فعالیت آنزیم پروتئولیتیک بالا مد نظر در اروپا قرار گرفت. رقم تریامف (Triumph)، بر این اساس نام‌گذاری و در اروپا توزیع وسیعی را به دست آورد.

تعداد زیادی از تلاقی‌ها بین رقم تریامف و سایر ارقام، ارقام مطلوبی را ایجاد نمود. ارقام "کارمن"، "ناتاشا"، "چری"، "الکسیس" در اروپا معرفی شدند. یک رقم مقاوم به قارچ سفیدک، با بلوک یا گروه ژنی mlo به نام "هلنا" و جوهای دارای مالت زیاد به‌نام‌های "اسکارلت" ،"بارک" معرفی شدند. رقم "مارنی"، جز ارقام جو بهاره، عملکرد دانه بالا، کیفیت مالت بهبود یافته و مقاوم در برابر سفیدک پودری، زنگ برگی (قهوه ای)، اسکالد و نت بلاچ بود. در معرفی این رقم منابع مقاومت شدید به بیماری را از پایه پدری رقم (*H. spontaneum*) اسرائیلی استفاده شده است.

اهداف اصلاح نباتات در ارقام جدید، توسعه کولتیوارهای با سازگاری وسیع و الاستیسیته است، به‌طوری که آن‌ها ممکن است با موفقیت در محیط‌های کاملاً متفاوتی رشد یابند. بنابراین، ارقام تحت شرایط آب و هوایی قاره‌ای بایستی قابل توسعه باشند. چنین ارقام مدرن موفقی، نشان‌دهنده ترکیب ژنتیکی بهینه، فراهم‌کننده ترکیبی از صفات ضروری (مقاوم به تنش‌های زنده و غیرزنده و کیفیت بالای مالت) با ثبات پایداری و عملکرد بالاست.

۲. توسعه مقاومت به ویروس با ارقام زمستانه جو جدید: ارقام اروپایی جو زمستانه به‌طور عمده از دو منبع توده بومی شش ردیفه هلندی و کانادایی ردیابی شده‌اند. پیشرفت قابل‌توجهی در اصلاح نباتات با توجه به مقاومت به ویروس صورت گرفته است. علاوه بر ویروس کوتولگی زرد جو (BYDV)، به‌ویژه موزاییک زرد و ویروس‌های منتقل شده به خاک، پلاسمودیوپورید (*Polymyxa graminis*) اخیراً گسترش یافته است و به علت گسترش کشت غلات و زمین‌های آلوده آن‌ها سبب آسیب به جو می‌شوند. آنان سبب خسارت به محصول جو در بسیاری از مناطق کشت اروپا شده‌اند. بیماری BYDV درکشت جو شایع است. جای شکی نیست که اصلاح ارقام مقاوم در برابر ویروس

بهترین، مقرون به‌صرفه و رویکردی سازگار با محیط‌زیست، برای جلوگیری از عفونت ویروسی است. منابع متعدد مقاومت یا تحمل به ویروس‌های عمده جو در این چند دهه گذشته شناسایی شدند و در اصلاح نباتات کلاسیک و روش‌های اصلاح مولکولی مورداستفاده قرارگرفته‌اند. از آنجا که این ویروس‌ها در اواخر دهه ۱۹۷۰ شناسایی‌شده‌اند، هدف اصلی اصلاح نباتات، رسیدن سریع به ارقام مقاوم به ویروس پرخطر، شروع شناسایی منابع مقاوم در ارقام غیرمعمول یا ژرم پلاسم غیرسازگار و به دنبال تلاقی‌های بین والدین – دو قطبی(biparental) با ترکیب مقاومت به سایر صفات کیفی و زراعی است.

۳. **مقاومت ارقام به بیماری‌ها:** اولویت‌های اولیه استرالیا برای اصلاح مقاومت در برابر بیماری‌های اسکالد، سیاهک و سفیدک پودری است. بعضی از ژن‌هایی که در مقاومت دخالت دارند در بعضی از ارقام شناسایی‌شده‌اند. در دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰، مقاومت در برابر بیماری کمتر از عملکرد دانه و کیفیت مالت در نظر گرفته می‌شد.

٤. از سال ۱۹۸۵، بیماری‌ها به‌عنوان محدودیت تولید جو در سراسر استرالیا شناخته شدند و خسارت بیماری در جنوب استرالیا بین سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۸۳ به بیش از ۱۶ درصد از ارزش محصول کلی، با هزینه ۲۰ تا ۲۵ میلیون دلار برآورد گردید. این بیماری‌ها شامل: زنگ ساقه (*Puccinia graminis*) ، زنگ برگ (*Puccinia hordei*)، اسکالد، نت بلاچ (*Pyrenophora teres f. sp.teres*)، نت‌بلاچ نقطه‌ای (*P. teres f. sp. maculata*)، پوسیدگی طوقه(*Fusarium pseudograminearum*) و پوسیدگی ریشه (*Cochliobolus sativus*) بود. بیماری‌ها در حال افزایش است و اعتقاد بر این بود که علت تغییرات شرایط فصلی، تنوع ژنتیکی پاتوژن، ارقام و شیوه‌های کشاورزی است. ترکیبی از ارقام حساس و شرایط آب و هوایی مناسب برای عوامل پاتوژنی، منجر به اپیدمی بسیار مخرب بیماری‌های برگ شده است. در چنین شرایطی، برای ارزیابی بیماری‌ها و شناسایی منابع مفید مقاومت ژنتیکی بایستی پروژه‌های تحقیقی انجام گردد.

۵. مهم‌ترین آفت نماتدی جو در استرالیا CNN (*Heterodera avenae*) است. چندین سال تحقیق برای یافتن مقاومت به CNN انجام گردید. کولتیوار جو "گالئون" با ژن مقاومت Ha4 از توده محلی افریقای شمالی پیدا شد. جو معمولاً نسبت به این نماتد متحمل است، اما واریته‌های مقاوم تعداد نماتد در خاک را کاهش داده که اثر مثبت و معنی‌داری بر گندم‌های حساس و غیرمتحمل دارد. بعضی آفات همچون شته روسی، تهدید قرنطینه‌ای است و برنامه‌های پیش اصلاحی برای غلبه بر این تهاجم بالقوه وجود دارد.

ج) توجه به کیفیت خوراک

جو همانند سایر غلات منبعی از کالری نشاسته‌ای در تغذیه دام است. افزایش نسبت نشاسته به پروتئین، جو را ارزش تجاری ویژه‌ای داده است. جو، گندم و ذرت نیتروژن دانه را به شکل پروتئین ذخیره می‌کنند. این پروتئین‌های ذخیره‌ای، کمبود در اسیدآمینه‌های ضروری (بیش‌تر در لایسین، ترئونین، تریپتوفان و اسیدهای آمینه‌های گوگردی سیستئین و متیونین) دارند. استراتژی ارقام ترانسژنیک؛ ساخت اسیدآمینه‌های لایسین، متیونین و تریپتوفان در آندوسپرم است. کیفیت پروتئین در غیرنشخوار کنندگان از جمله انسان نیز مهم است. جیره غذایی غیر نشخوارکنندگان حاوی اسید فیتیک زیاد با منبع غیر آلی فسفر بوده و بیش‌تر اسید فیتیک دانه دست نخورده دفع می‌شوند

۱. **افزایش قابلیت دسترسی فسفر دانه:** گیاهانی که فسفر زیادی در بذور ذخیره می‌کنند به‌طور معمول به‌عنوان اسید فیتکی (میو اینوزیتول هگزاکیس فسفات) گویند. حدود ۳۵ میلیون تن اسید فیتیک در بذور گیاهان و میوه‌ها هر ساله ذخیره می‌گردد. فسفردر اسید فیتیک در نشخوارکنندگان قابل دسترس است، حیوانات تک معده‌ای فاقد فیتاز نیاز به فسفات آزاد از منبع اسید فیتیک هستند. اسید فیتیک یک کلات کاتیونی دو ظرفیتی است که قابلیت دسترسی آهن، کلسیم، منگنز و روی را کاهش می‌دهد. موتاسیون در حداقل شش ژن، اسید فیتیک بذر را کاهش و فسفات غیرآلی و قابلیت دسترسی کاتیون دو ظرفیتی را افزایش می‌دهد.

۲. سطح مناسب بتاگلوکان: دیواره سلولی آندوسپرم جو دارای مشتقات بتاگلوکان است. این انشعابات متعدد پلیمری گلوکزی دارای کیفیت‌های جالب و متنوعی است. بتاگلوکان جو، پلیمرهای گلوکزی، لینکاج بتا ۱و ۳، بتا ۱و۴ است. انشعابات بتاگلوکان به‌وسیله آنزیم سلولاز سینتتاز بستگی دارد. بتاگلوکان جو در سلامتی انسان (کاهش چاقی و کلسترول، شیوع بیماری سرطان روده) اهمیت دارد (Newoton *et al*., 2011). سطوح بالای بتاگلوکان باعث کاهش سرعت رشد طیور می‌گردد. کاهش جذب و متابولیک از عوارض افزایش بتاگلوکان در طیور است. جو دارای آنزیم بتاگلوکاناز (تحمل pH و گرما، کاهش بتاگلوکان) است.

۳. کاهش میزان تخمیر شکمبه‌ای جو: دانه جو منبع اولیه کالری برای دام است و اغلب پروتئینی بیش از نیاز برای رشد معمول فراهم می‌کند. دانه جو به‌طور کلی از لحاظ ترکیب شیمیایی تفاوتی زیادی با سایر دانه‌ها ندارد. دانه جو حاوی پروتئین بیش‌تر و فیبر خام بالاتر اما نشاسته و چربی کمتر از ذرت و سورگوم است. تخمیر دانه جو در شکمبه سریع و درنتیجه اسیدوز می‌شود. این می‌تواند نفخ ایجاد و صدمه به کبد، تورم سم و مرگ می‌گردد. جدول نیاز غذایی طیور[1]، تخمین انرژی متابولیکی جو را ۲۴ درصد اعلام نمود. صفاتی مانند میزان کم فیبر دترجنت اسیدی[2]، درصد زیاد نشاسته در انتخاب ژرم پلاسم جو کاربرد دارد.

د) توجه به کیفیت مالتینگ جو

دانه دارای نیتروژن زیاد ناشی از جذب زیاد، انتقال مجدد نیتروژن در اواخر فصل و یا رسوب ناچیز نشاسته است. دانه دارای نیتروژن زیاد همچنین می‌تواند نتیجه خشکی، ورس و یا بیماری که همه آنان عملکرد دانه را کاهش و تأثیری بر انتقال مجدد نیتروژن ندارند، باشد. ارقام مناسب مالت نیتروژن کمتری جذب می‌کند. تنش گرمایی آخر فصل

1. NRC
2. ADF

خصوصیاتی همچون نشاسته، ساکارز، بتاگلوکان، استخراج مالت، وزن دانه وکیفیت نشاسته، مالت جو را کاهش داده (Kumar *et al*., 2020) ولی میزان پروتئین دانه را افزایش داد.

تجارت مالت نیازهای خاصی دارد. رقم، جوانه‌زنی، محتوای نیتروژن و اندازه دانه از خصوصیات مهم در تولید مالت است. در طی پرشدن دانه، نیتروژن انتقال مجدد از ساقه‌ها، برگ‌ها و سبوس به دانه می‌شود. سیستم ریشه در طی پرشدن دانه فعال است و بنابراین دسترسی زیاد نیتروژن خاک منجر به افزایش نیتروژن دانه می‌شود. جو علوفه‌ای تا ۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از خاک پس از گلدهی برداشت می‌کند (Collen., 2006).

دانه‌های کامل پرشده و بزرگ دارای پتانسیل مالت استخراجی بیش‌تر هستند. دانه‌های بخش بالایی و پائینی سنبله‌ها کوچک‌تر ازآن‌هایی که در قسمت مرکزی سنبله هستند. ارقام جو شش ردیفه نسبت به ارقام دو ردیفه، دارای تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در مترمربع بالایی بوده و متمایل به تولید دانه‌های کوچک‌تر با وزن مخصوص کم‌تر بوده و بیش‌تر انتخاب می‌شوند. غلظت نیتروژن دانه ارقام مناسب مالت کمتر و در مناطقی که کود نیتروژنه کم دارند، رشد می‌یابند. کاربرد همه کود نیتروژنه در جو مالتینگ زمستانه، قبل از ظهور اولین گره می‌باشد. کاربرد همه کود نیتروژنه در جو بهاره، قبل از ظهور اولین گره و سه برگی شدن می‌باشد مگر این‌که دانه‌هایی با نیتروژن زیاد نیاز داشته باشیم (Hoylea *et al*., 2019).

صفات مهم مرتبط با تولید مالت مانند: رنگ دانه، مقدار پروتئین دانه، مقدار بتاگلوکان، ویسکوزیته مالت، درصد جوانه‌زنی در ۳ روز اول، درصد جوهای بزرگ‌تر از ۲/۸ میلی‌متر، وزن هزار دانه (۵۰-۴۵ گرم)، زمان تبدیل نشاسته به قند، درصد استخراج مواد قندی، میزان نیتروژن حلال، قدرت دیاستازی و فعالیت آلفا آمیلاز می‌باشند (Bishaw and Molla, 2020).

جو رقم بهرخ مناسب برای استفاده در صنایع مالت سازی است. این رقم از استاندارد کافی برخوردار می‌باشد و از نظر صفات مهم وزن هزار دانه، درصد جوهای بزرگ تر از

۲/۸ میلی‌متر(باعث کاهش ضایعات می‌شود)، درصد آب در مالت تولید شده، زمان تبدیل نشاسته به قند و قدرت دیاستازهایی که مواد نشاسته ای را به قند تبدیل می کنند(مانند آلفا و بتا آمیلاز) نسبت به رقم نصرت(شاهد تجاری) برتری نشان داده است(جدول ۵).

جدول ۵- نتایج آزمایش مالتینگ رقم بهرخ در مقایسه با شاهد نصرت (نیکخواه، ۱۳۹۲)

نوع آنالیز	واحد	رقم بهرخ	رقم نصرت	میزان استاندارد
مقدار آب دانه	درصد	۸/۱	۷/۶	کمتر از ۱۴
مقدار پروتئین	درصد بدون آب	۱۰/۸	۱۰/۶	۹/۵-۱۲
مقدار جوانه زدن	درصد در ۳ روز اول	۹۸	۹۸	بیش از ۹۵
مقدار جوهای بزرگ‌تر از ۲/۸ میلی‌متر	درصد	۳۸/۴	۲۵/۴	۳۸-۴۰
وزن هزار دانه	گرم	۴۵-۵۰	۴۲	۴۵-۶۵
مقدار آب مالت تولید شده	درصد	۴/۹	۸/۷	کمتر از ۵
زمان تبدیل نشاسته به قند	دقیقه	۷-۱۲	۱۶	۱۰-۱۵
استخراج مواد قندی	درصد	۸۱	۸۰	بالاتر از ۸۱
رنگ دانه	روشن/کدر	روشن	روشن	روشن
ازت‌های حلال	میلی گرم در ۱۰۰گرم مالت	۶۰۸	۵۶۰	۵۵۰-۷۰۰
آلفا آمیلاز	ASBC	۴۶	۴۰	بالاتر از ۴۰
قدرت دیاستازی	WK	۴۲۶	۳۶۶	بالاتر از ۲۰۰
مقدار آنتی اکسیدان موجود در مالت	میکروگرم بر میلی‌لیتر	۴۲۰۳/۸	۱۴۱۵/۴	-

فصل چهارم

چالش‌ها و راهکارها

٤-١- چالش‌های موجود در افزایش بهره‌وری در تولید و میزان آب مصرفی

۱. کاهش منابع آبی

۸۴ درصد از مساحت کشور، خشک و نیمه‌خشک است. میزان مصرف از آب زیرزمینی طی ۴۰ سال، ۴ برابر و تعداد چاه‌ها ۱۶ برابر شده است. وضعیت منابع آب در ایران بر این اساس، در دهه ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ به ترتیب ۱۳۰، ۱۲۶، ۱۲۰ و ۱۱۵ میلیون مترمکعب و در سال ۱۳۹۵ این منابع ۱۰۴ میلیون مترمکعب و نشان از کاهش ۲۶ میلیون مترمکعبی درطی ۴۰ سال اخیر است.

در سند چشم انداز در افق ۱۴۰۴ ، ایران باید در حدود ۱۹۰ میلیون تن مواد غذایی تولید کند. اگرچه زمین کشاورزی در کشور وجود دارد، ولی منابع آبی برای این افزایش تولید کافی نیست. بر اساس گزارش موسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI)، کشور ایران برای حفظ وضع فعلی خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود اضافه نماید. با توجه به نیازهای روزافزون بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت این امر بسیار مشکل است.

۲. افزایش آب مصرفی

آمار مصرف آب در دنیا نشان می‌دهد که آسیا بیش‌ترین مصرف آب در کشاورزی را دارد. کشورهای پرجمعیت، به‌طور نسبی برداشت سرانه کمتری دارند. نسبت برداشت آب در کشاورزی، در کشورهای آسیایی بیش‌تر بوده که ناشی از کمبود آب سبز (بارش) است. پاکستان و ایران، به ترتیب با ۹۴ و ۹۳ درصد برداشت آب، فشار بیش‌ازحد بر منابع آب می‌آورند.

در ایران، میانگین پنجاه‌ساله بارش برابر ۵۳ ± ۲۴۹ میلی‌متر و میانگین هفت‌ساله بارش برابر ۳۳ ± ۲۰۶ میلی‌متر است؛ براین اساس میانگین حجم مصرف آب در کشاورزی برای دوره‌های ۵۰ و ۷ ساله به‌ترتیب ۱۸ ± ۶۷ و ۵ ± ۷۵ میلیاردمترمکعب گزارش شد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴). فائو، حجم آب برداشت شده برای بخش کشاورزی را ۸۶ میلیارد مترمکعب (۹۲ درصدکل برداشت) و وزارت جهاد کشاورزی، ۷۲ میلیارد مترمکعب را گزارش نمودند (عظیمی، ۱۳۹۶-الف). مصرف آب در سطح کشور، هم در بخش کشاورزی و هم در سایر بخش‌های مصرفی آب، به احتمال دارای روند افزایشی است.

۳. افت کیفیت منابع آب

افزایش مصرف آب و فشار بیش‌ازحد بر منابع آبی باعث شور شدن این منابع در چند سال اخیر شده است.

٤. اثربخشی کمتر از حد انتظار روش‌های نوین آبیاری

تا سال ۱۳۹۴، حدود ۱/۴۵ میلیون هکتار از اراضی کشور به انواع سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار مجهز شدند. بیش از ۸۵ درصد اراضی، به روش آبیاری سطحی و ۱۵ درصد اراضی، به روش آبیاری تحت‌فشار (شامل آبیاری بارانی و قطره‌ای) آبیاری می‌شدند. در روش آبیاری سطحی راندمان قابل حصول یا پتانسیل حدود ۶۵ درصد و در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار برای آبیاری بارانی حدود ۸۵ درصد و برای آبیاری قطره‌ای حدود ۹۰ درصد است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).

در اغلب نقاط دنیا و کشورهای پیشرو در زمینه آبیاری تحت فشار، نوع سیستم آبیاری و سازگاری آن در منطقه، بر اساس شاخص‌های متعدد (سرعت باد، دما، کیفیت و کمیت آب)، مشخصات هیدرودینامیکی و فیزیکی خاک، توپوگرافی خاک و مشخصات زراعی گیاه تعیین می‌شود. در ایران، علاوه بر مسایل فنی فوق، در طراحی سیستم‌های آبیاری (شبکه، کانال، لوله و ...)، مسایل اقتصادی و اجتماعی کمتر توجه شده است. این امر موجب کمتر شدن اثربخشی مورد انتظار از سیستم‌های نوین آبیاری در ایران شد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).

۵. افزایش قیمت تولیدات کشاورزی

به گفته رئیس نظام صنفی کشاورزی (محمد شفیع ملکزاده، ۱۳۹۹) عواملی ذیل برتولید اثر گذاشته و موجب افزایش قیمت تمام شده تولیدات کشاورزی شده است:

- ۲۰۰ تا ۳۰۰ درصد افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی
- نیاز خاک‌ها به کودهای اوره، پتاس و فسفات بیش‌تر از مقداری است که در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد و کشاورزان مجبور هستند که کود مورد نیاز خود را از بازار آزاد و دو تا سه برابر قیمت تهیه کنند.
- افزایش قیمت سموم کشاورزی، سموم بی‌کیفیت و کمبود سم
- افزایش قیمت ماشین‌آلات

٦. صحت و سقم آمار و اطلاعات منابع و مصارف آب کشاورزی

۷. عملیاتی نشدن سند ملی الگوی مصرف بهینه آب‌وخاک کشاورزی

۸. عدم تعادل در سرمایه‌گذاری و هم‌زمانی در اجرای طرح‌های بالا و پائین‌دست

۹. عدم رعایت اصول توسعه پایدار و آمایش سرزمین

۱۰. مسایل و مشکلات بهره‌وری از جنبه محصولی

(عدم توجه به تغییر الگوی کشت، عدم توجه به تغییر اقلیم، محدودیت‌های آب و خاک، کافی نبودن ارقام اصلاحی متحمل به خشکی، شوری و گرما، مدیریت ضعیف به‌زراعی در ارتباط با محصولات مختلف)

۱۱. مسایل و مشکلات بهره‌وری پایین آب در مزرعه

(کافی نبودن منابع مطمئن آب، پایین بودن کیفیت منابع آب و خاک، عدم رعایت مسایل فنی و اجرایی سامانه‌های آبیاری، پایین بودن بازده آب آبیاری و پایین بودن شاخص‌های مکانیزاسیون)

۱۲.مسایل مربوط به سامانه‌های آبیاری:

انتخاب نامناسب ابعاد قطعه‌های آبیاری، عدم مدیریت آبیاری توسط زارعین، آبیاری بیش از اندازه، آبیاری بی‌موقع و یا اتلاف آب به هنگام انتقال و توزیع آب، روند کند تجهیز، نوسازی و یکپارچگی اراضی، عدم برنامه‌ریزی مناسب برای افزایش میزان آگاهی و دانش بهره‌برداران نسبت به مسایل آب و خاک، عدم تسطیح اراضی و فقدان شبکه فرعی، توجه بیش‌تر به توسعه فیزیکی شبکه‌های آبیاری و توجه کم‌تر به بهره‌برداری از شبکه‌ها و مشارکت کشاورزان در امر مدیریت، نگهداری و بهره‌برداری از آن‌ها از جمله مسایل مربوط به سامانه‌های آبیاری است.

نمونه‌هایی از این موارد عبارتنداز: اعطای تسهیلات به افرادی که شغل اول آن‌ها کشاورزی نیست، در طراحی‌ها به‌سرعت باد و کیفیت آب توجهی نشده است. این دو پارامتر به‌ترتیب سامانه‌های بارانی و قطره‌ای را ناکارآمد می‌کند. ازنظر کمیت آب نیز به خاطر برخورداری از تسهیلات بلاعوض بیش‌تر، قریب به اتفاق طراحی‌ها عمدتاً براساس دبی پروانه چاه‌ها انجام شده، در حالی که دبی اخیر کم‌تر شده است. در قریب به اتفاق طرح‌های آبیاری تحت فشار، طراحان صرفاً دیدگاه هیدرولیکی داشته و مسایل مربوطه به حفاظت منابع آب و خاک و محیط‌زیست که اثرات آن‌ها در دراز مدت ظهور می‌کند، در نظر گرفته نشده است. کیفیت پایین و غیراستاندارد بودن وسایل و تجهیزات مورد استفاده در سامانه‌های آبیاری تحت فشار و عدم آموزش کشاورزان جهت نحوه بهره‌برداری و نگهداری مناسب از سامانه‌ها از مهم‌ترین مشکلات سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار می‌باشد.

۱۳. مسایل مربوط به حوضه آبریز و شبکه‌های آبیاری

(کافی نبودن برنامه‌های جامع مدیریت تخصیص منابع آب، ضعف در برنامه‌ریزی و مدیریت بحران آب، ضعف تشکیل و مدیریت بانک اطلاعات و پردازش داده)

۱٤. مسایل اقتصادی و اجتماعی

(مسایل بیمه بخش کشاورزی، عدم ایجاد انگیزه برای صرفه‌جویی در آب، عدم توجه کافی به کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، کافی نبودن برنامه‌های آموزشی برای بهبود بهره‌وری آب کشاورزی، عدم ایجاد انگیزه مناسب برای سرمایه‌گذاری در جهت توسعه، بهره‌برداری و نگهداری منابع و تأسیسات آبی)

٤-۲- ارائه راهکارها به‌منظور رفع چالش‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها

الف) جنبه سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری

۱. سرمایه‌گذاری بخش عمومی و خصوصی در افزایش بهره وری تولید محصولات کشاورزی

۲. اولویت‌بندی بخش کشاورزی و هدفمندکردن صحیح هزینه‌های عمومی و خصوصی، برای بهبود بهره‌وری کشاورزی

۳. سرمایه‌گذاری در بهبود عملکرد و بهبود مدیریت مزرعه

۴. سرمایه‌گذاری‌های افزایش دهنده بهره‌وری در زیرساخت‌های کشاورزی

۵. پرداخت یارانه به کشاورزان جهت اصلاح سامانه‌های آبیاری موجود در مزرعه

۶. پرداخت تسهیلات بانکی آسان به کشاورزان متقاضیان احداث سامانه‌های آبیاری

۷. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه

۸. سیاست‌گذاری دسترسی گسترده‌تر به نهاده‌های کشاورزی

۹. قیمت‌گذاری مناسب و خرید تضمینی و اعلان آن حداقل سه ماه قبل از کشت

۱۰. سیاست‌های تشویقی (ازجمله بیمه محصول، امکانات و سامانه آبیاری) و تنبیهی (مجوز، برداشت آب، ...) کشاورزان در راستای مصرف بهینه آب و افزایش ماده آلی خاک

۱۱. اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین

۱۲. سیاست یکپارچه‌سازی اراضی و رعایت الگوی کشت و الویت دادن به این بهره‌برداران در احداث، تعمیر و بازسازی سامانه‌های نوین آبیاری

۱۳. پایش و ارزیابی برنامه‌ها و سیاست‌گذاری‌های انجام شده و امکان تصحیح برنامه‌ها پس از بررسی در کمیته‌های تخصصی

ب) جنبه آموزشی

۱. آموزش حسابداری آب[1] (سازمان‌دهی اطلاعات مربوط به کمیت وکیفیت جریان آب از سرآب تا پایاب)

۲. آموزش حسابرسی آب [2](رویکردی فراتر از حسابداری آب، عرضه و تقاضای آب را در زمینهٔ وسیعتری از حکمروایی، نهادسازی، امور مالی، دسترسی و توجه به عدم قطعیت‌ها، مورد توجه قرار می‌گیرد)

۳. آموزش کشاورزی حفاظتی به بهره‌برداران

۴. آموزش روش‌های نوین کشاورزی پایدار

۵. آموزش میدانی (در قالب مزارع الگویی، سایت‌های مشارکتی، تحقیقی ترویجی) در زمینه بهره‌وری و مصرف بهینه آب

۶. آموزش بهره‌برداران سامانه‌های نوین آبیاری (احداث، تعمیر، نگهداری، ...)

۷. آموزش همه ذینفعان حوضه آب (از مرحله برداشت آب از منابع، انتقال آب، توزیع آب، کاربرد آب، آب در مزرعه، ...)

---

1. Water accounting
2. Water audits

۸. آموزش مهار همه‌گیری کووید- ۱۹، در غیر این‌صورت محدودیت‌ها دسترسی به نیروی کار موردنیاز در بخش کشاورزی را کمتر کرده و در نهایت منجر به افزایش هزینه‌های تولید می‌شود. اجرای پروتکل‌های سخت‌گیرانه بهداشتی شده که تأثیر منفی شدیدی بر کلیه فعالیت‌های کشاورزی دارد.

ج) جنبه فنی و مهندسی

۱. استفاده از تکنولوژی کشاورزی برای بهینه‌سازی مصرف آب، کود، مواد شیمیایی و سموم دفع آفات

۲. اجرا و طراحی صحیح سامانه‌های آبیاری و ارتقای کیفی اجرای سیستم‌های آبیاری در کنار توسعه کمی

۳. افزایش بازده آبیاری (کاهش تلفات: انتقال – توزیع- مزرعه)، حجمی کردن آب چاه و کانال، تجهیز و نوسازی اراضی، توسعه روش‌های مدرن آبیاری، اجرا و طراحی صحیح سامانه‌های آبیاری و ارتقای کیفی اجرای سیستم‌های آبیاری در کنار توسعه کمی

۴. افزایش ضریب مکانیزاسیون در مزرعه

۵. مدیریت یکپارچه عرضه و تقاضای آب کشاورزی

۶. تصفیه آب با کیفیت پایین‌تر برای ایجاد آب با کیفیت بالا

۷. تخصیص بهینه منابع آبی

۸. کاهش سهم تبخیر از منبع آب تا توزیع آب در مزرعه

۹. اجرای سامانه‌های کشاورزی حفاظتی

د) جنبه به‌زراعی و به‌نژادی

۱. مدیریت قبل از کاشت: افزایش حاصلخیزی و ماده آلی خاک که مهم‌ترین مسئله اساسی در افزایش بهره‌وری است.

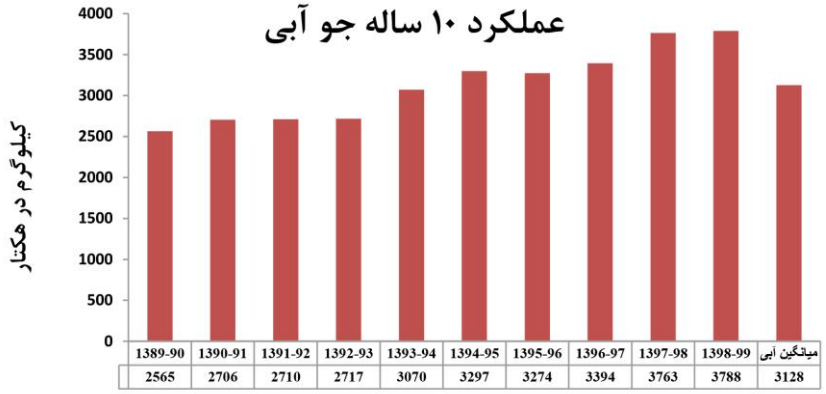
۲. رعایت تناوب زراعی و الگوی کشت مناسب منطقه

۳. رعایت اصول کشاورزی حفاظتی و پایدار (تهیه بستر، روش کاشت، ادوات مناسب)
۴. انتخاب ارقام مناسب کشت منطقه (تحمل به تنش‌های محیطی منطقه و انتخاب رقم سازگار و مناسب)
۵. مصرف بذر بهینه و تراکم مناسب منطقه (با توجه به محدودیت‌های کشت و منطقه، توصیه تراکم مناسب کشت انجام شود)
۶. توصیه تاریخ کشت مناسب با توجه به هدف تولید (دانه، خصیل، دومنظوره، مالت)
۷. جایگزین کردن آب با کیفیت بالا با کیفیت پایین (استفاده از آب نامتعارف شور یا آب خاکستری)
۸. مدیریت آب سبز: از مجموع آب کاربردی تنها حدود ۲۰ درصد آن در اثر تعرق گیاهی و ۴۰ درصد صرف تبخیر می‌شود و بقیه مصارف جزء، مصرف غیرمفید برای گیاه محسوب می‌شوند. در مناطق خشک تا ۹۰ درصد بارندگی تبخیر و در ایران به‌طور کلی ۷۰ درصد نزولات تبخیر گزارش‌شده است. بنابراین ملاحظه می‌شود که بخش قابل‌توجهی از آب از سطح خاک تبخیر شده که اصلاً در تولید نقشی ندارد و بخشی کمی از آن به‌وسیله گیاه از طریق تعرق مصرف‌شده که نقش اساسی در تولید گیاه بازی می‌کند. باید تلاش شود که از مجموع تبخیر و تعرق، سهم تعرق را افزایش و سهم تبخیر را کاهش داد (مثلاً کم خاک‌ورزی، حفظ بقایای گیاهی در زمان کاشت، مالچ پاشی و یا اصلاح نبات باهدف توسعه سریع برگ برای پوشش سطح خاک).
۹. اختلاط آب‌های شور – غیرشور
۱۰. مدیریت کم آبیاری در مناطق خشک (حذف آبیاری، افزایش فواصل آبیاری و کاهش مصرف آب در هر نوبت)

۱۱.مدیریت مصرف آب شور: کاربرد تناوبی آب شور-غیرشور و آبشویی متناوب خاک (مخلوط کردن با صرفه‌ترین و قابل قبول‌ترین روش زیست محیطی دفع زه‌آب است)
۱۲.استفاده از روش‌های نوین آبیاری مناسب در منطقه و توجه به عوامل بازدارنده (سرعت باد، جهت باد، شیب زمین، میزان آب، هدایت الکتریکی آب، ...)
۱۳.مدیریت مصرف کود و تغذیه متعادل (کودآبیاری، تقسیط کود، امکان‌پذیری مصرف به‌صورت محلول‌پاشی نسبت به مصرف خاکی کود)
۱۴.مدیریت تنش‌های زنده (علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها)
۱۵.افزایش شاخص برداشت ارقام: شاخص برداشت، قسمتی از تولیدات گیاهی را بیان می‌کند که به‌عنوان عملکرد مفید گیاه شناخته می‌شود. متخصصان علوم زراعی با اصلاح بذر، دنبال یافتن رقمی هستند که بیشتر تولیدات گیاهی آن از قسم نهایی که مصرف مفید دارند حاصل شود. افزایش شاخص برداشت باعث می‌شود که آب مورداستفاده بیشتر صرف تولید عملکرد مفید گیاه (افزایش سهم قسمت زایشی) شود و درنتیجه بهره‌وری آب افزایش پیدا کند.
۱۶.کاهش ضایعات (هنگام برداشت و پس از برداشت) و برداشت مکانیزه
۱۷.راهکار تولید خصیل، تحولی در مناطق خشک و شور (محلوجی و همکاران، ۱۳۹۹)
۱۸. راهکار استفاده از رقم مناسب خصیل ((مهتاب (در تولید خصیل جو مناطق سرد تا معتدل)، رقم گوهران (مناطق خشک)، رقم مهر (مناطق شور)، رقم نیک (مناطق معتدل دارای مشکل بادزدگی)
۱۹.راهکار شبیه‌سازی رشد جو در شرایط تغییراقلیمی آینده
۲۰.استفاده مناسب از اراضی دیم در تولید دانه و خصیل

جمع‌بندی

۱. با وجود نگرانی‌ها در مورد کارایی فنی استفاده از آب در کشاورزی، **بهره‌وری آب** بین سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۱، حداقل ۱۰۰ درصد افزایش یافته است. عامل این رشد، افزایش عملکرد بدون افزایش مصرف آب بوده است. همان‌طور که در نمودار ۲ مشخص است در طی دوره ۱۰ساله (۱۳۸۹-۹۹)، عملکرد جو آبی از ۲۵۶۵ به ۳۷۸۸ کیلوگرم در هکتار ارتقاء یافته، که نشان از **مدیریت بهینه جنبه‌های به زراعی و به نژادی** (به خصوص به‌نژادی) است.



۲. **سرمایه‌گذاری** در بخش کشاورزی و در آب کشاورزی بهترین راهکار برای چالش جهانی آب است.

۳. **خلاء عملکرد** در **مناطق شرقی** ایران: شوری منابع آب و خاک، مصرف فوق‌العاده کم کودهای پایه، فقر ماده آلی خاک و خرده مالکیت اراضی است. این خلاء در **مناطق مرکزی و عموماً معتدل** ایران: تداخل آبیاری انتهایی جو با سایر کشت‌ها، مصرف کم کود، اختصاص بدترین اراضی به کشت جو می‌باشد. **در مناطق غربی و سرد** ایران خلاء عملکرد: سرمازدگی، طولانی بودن طول دوره رشدی (تا ۱۰ ماه)، اشغال زمین در طی دوره رشدی طولانی است. در مناطق **شمالی و مرطوب**: به دلیل نامساعد بودن شرایط اکولوژیکی برای کشت جو، بیماری‌های زیادی برای جو حادث می‌شود.

٤. مشکل اصلی در عملکرد پایین جو نسبت به سایر کشورها، اختصاص بهترین اراضی به کشت سبزی و صیفی‌جات است. تداخل کشت این گیاهان با دوره انتهایی رشد جو و آخرین آب‌های جو است و عدم اختصاص آب به جو، کاهش عملکرد در بیش‌تر استان‌ها را در پی دارد.

۵. **تخصیص بهینه منابع آبی**: به‌طور طبیعی ارزش آب متناسب بازمان، مکان، نوع گیاه و کیفیت متفاوت است. به عبارت ساده‌تر یک مقدار مشخصی از آب ازنظر زمانی (زمستان، تابستان، شب، روز)، ازنظر مکانی (سردسیر، گرمسیر، خشک، مرطوب، قطبین، استوا) و ازنظر کیفیت (شور، لب‌شور، آلوده، پسماند کارخانجات صنعتی، کشاورزی) دارای ارزش یکسانی نیستند. به همین دلیل بسته به شرایط تعریف شده، اثربخشی متفاوتی در تولید و بخش کشاورزی به جای می‌گذارند. درواقع بهره‌وری آب بیان می‌کند که ارزش یک واحد آب در چه زمانی، در کدام مکان، برای چه نوع گیاهی و با چه کیفیتی بالاترین است. بنابراین افزایش بهره‌وری آب معرف تولید بیشتر، درآمد بالاتر، بهبود رفاه اجتماعی با حداقل مصرف آب است. مطالعات نشان داده است که هرگاه دو گیاه در دو شرایط مختلف ازنظر بارندگی و اقلیم، یکی در اقلیم مرطوب و دومی در اقلیم خشک و کم آب قرار داشته باشند، مصرف مقدار مشخصی از آب در دو منطقه، در تولید نقش یکسانی ندارد. در منطقه مرطوب با افزایش مقدار آب اگر یک واحد به عملکرد اضافه شود، در منطقه خشک همان مقدار آب ممکن است مثلاً سه واحد به عملکرد اضافه شود. برآیند این تحلیل به لحاظ کاربردی برای افزایش بهره‌وری آب این است که تخصیص و توزیع آب در هر منطقه باید با اولویت دشت‌های کم آب صورت پذیرد. با توجه به تفاوت مزیت نسبی آب در شرایط مختلف، ضروری است تا توزیع آب بر مبنای کسب بالاترین بهره‌وری آب صورت پذیرد. در حال حاضر در مناطق مرطوب‌تر از منابع آب زیرزمینی با آهنگ سریع برداشت شده است ولی بهره‌وری لازم را ندارد (کیانی و صداقت دوست، ۱۳۹۵).

٦.**استفاده از مزایای تولید علوفه خصیل**: با توجه به کمبود آب، تولید علوفه در فصل زمستان یکی از بهره‌ورترین روش‌های تولید علوفه می‌باشد. چرا که در فصل زمستان میزان

تبخیر و تعرق در حداقل ممکن بوده، بعلاوه برای تولید از نزولات جوی استفاده می‌شود. به همین دلیل میزان آب مصرفی در حداقل ممکن خواهد بود و بهره‌وری آب در حداکثر میزان ممکن محقق خواهد شد.

در این سیستم از تولید بیش‌تر از ۵۰ درصد آب مورد استفاده آب سبز می‌باشد. لذا توجه به این روش از تولید، در بیش‌تر کشورهای توسعه یافته مورد اهتمام می‌باشد.

مزیت ویژه: این سیستم از تولید علوفه می‌تواند بهترین جایگزین برای ذرت سیلویی و یونجه در مناطقی باشد که با کاهش شدید منابع آب روبرو هستند.

این سیستم از تولید علوفه در بیش‌تر مناطق اروپایی، قاره اقیانوسیه و کانادا موردتوجه ویژه بوده و سالیانه مقادیر متنابهی از علوفه مورد نیاز خود را در این سیستم از علوفه تولید می‌نمایند.

۷.**تغییر تاریخ کاشت** به دلیل تغییر اقلیم، گرم‌تر و خشک‌تر بودن زمان پرشدن دانه در بسیاری از نقاط رشدی غلات در جهان پیش‌بینی می‌شود. عملکرد بیش‌تر با راندمان بالای استفاده از منابع مخصوصاً نیتروژن و آب باید ترقی یابد (افزایش تولید دانه با کاهش کود نیتروژنه مصرفی و تولید با فشار کم روی غلظت پروتئین دانه). در مناطق با درجه حرارت زیاد در طی پر شدن دانه ممکن است نیاز باشد که زمان رشد برای فرار از تنش تغییر یابد و یا ارقام متحمل به تنش دارای عملکرد و کیفیت سازگار شوند.

٦. **توجه به تولید جو در شرایط دیم** (سطح کشت در شرایط دیم و آبی به‌طور متوسط یک و نیم میلیون هکتار)**.**

۷. **اقدامات اجرایی کوتاه مدت** برای دست‌یابی به بهره‌وری آب در کشت جو آبی: توسعه سطح کشت ارقام جدید معرفی شده، کشت ارقام متحمل به تنش در محیط‌های هدف، ارائه دستورالعمل‌های کاربردی، اجرای پروژه‌های به‌زراعی تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف، اجرای پروژه‌های کاربردی در زمینه مشکلات خاص هر منطقه با توجه به اقلیم

۸. **اقدامات اجرایی بلند مدت** برای دست‌یابی به بهره‌وری آب در کشت جو آبی: اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مرتبط با کشاورزی حفاظتی، تناوب‌های زراعی جو بنیان

منابع

آبابایی، ب. و رمضانی اعتدالی، ه. ۱۳۹۴. برآورد اجزاء ردپای آب در تولید محصول گندم در سطح کشور. آب و خاک. ۲۹(۶): ۱۴۶۸-۱۴۵۸.

آذربایجانی، ع. ر.، ترابی، م. و محلوجی، م. ۱۳۹۹. کاربرد گیاهان علوفه‌ای زمستانه در تغذیه دام. دستنامه فنی. مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی. شماره ثبت ۵۹۰۲۴. تاریخ ثبت ۱۳۹۹/۱۱/۲۵.

برده‌جی، س.، عشقی‌زاده، ح. ر. و زاهدی، م. ۱۳۹۹. بررسی اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک شش رقم جو. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۹(۲۹): ۱۴-۱.

بی‌نام، ۱۴۰۲. سایت آمار و اطلاعات آمارنین.

https://armanin.ir/fa/statistics/tariffs/tariff/1085.html

حیدری، ن. ۱۳۹۰. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان درکشور. مجله مدیریت آب و آبیاری. ۱(۲): ۵۷-۴۳.

حیدری شریف‌آبادی، ح. ۱۳۹۸. عملکرد گیاهان زراعی و امنیت غذایی جهانی. آیا افزایش عملکرد ادامه خواهد داشت تا جمعیت دنیا را تغذیه نماید؟ جلد اول، انتشارات اندیشمندان پارس. ۴۷۷ ص.

دهمرده قلعه‌نو، م.و حکمت‌نیا، م. ۱۳۹۹. کاربرد روش رتبه بندی منصفانه در تعیین رتبه کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت رویکرد آب مجازی (مطالعه موردی: شهرستان خاش). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴(۴): ۱۴۰۴-۱۳۹۱.

ذبیحی‌افروز، ر.ع.، امامی، ج.، حسینی‌ثابت، س. و جوافشان‌ویشکانی، س. ۱۳۹۶. تحلیل و تکمیل اطلاعات پارامترهای مرتبط با گیاه در محاسبه نیاز خالص آبی گیاه. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی. وزارت جهادکشاورزی.

رحمانی، آ. ۱۳۹۵. راهنمای کشت جو. معاونت امور زراعت. وزرات جهادکشاورزی.

رمضانی اعتدالی، ه. و آبابایی، ب. ۱۳۹۵. برآورد اجزا ردپای آب مجازی در تولید جو در مقیاس ملی و استانی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰(۳): ۴۴۳-۴۳۱.

عباسی، ف.، عباسی، ن. و توکلی، ع. ر. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورز؛ چالش‌ها و چشم‌اندازها. آب و توسعه پایدار. ۴(۱): ۱۴۴-۱۴۱.

عباسی، ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن.و اکبری، م. ۱۳۹۴. ارتقای بهره وری مصرف آب. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

عظیمی دزفولی، س. ع. ا. ۱۳۹۶ ، الف. بررسی الزامات دستیابی به خودکفایی محصولات راهبردی در مصرف آب. مؤسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی. تهران.

عظیمی دزفولی، س.ع.ا. ۱۳۹۸. برآورد مصرف آب در محصولات زراعی- درآمدی بر حسابداری آب کشاورزی. نشریه آب و توسعه پایدار. ۶(۳): ۴۰-۳۱.

فتحی، ع. ۱۳۹۱. بررسی تاثیرتغذیه برگی نانو ذرات آهن و روی بر پاسخ گندم و ذرت به تنش شوری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی اردبیل، ایران.

فرزام‌نیا، م.، میران‌زاده، م. و امین‌آزرم، د. ۱۳۹۹. فاصله بهینه نوار در آبیاری قطرهای نواری و بهرهوری آب گندم در بافت خاک لومی. تحقیقات خاک و آب. ۶(۵۱): ۲۱۷۵-۲۱۶۳.

فضائلی، ح. ۱۳۹۷. استفاده بهینه‌سازی پسماند های محصولات کشاورزی در تغذیه دام. کارگاه آموزشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

کشاورز، ع. و دهقانی سانیچ، ح. ۱۳۹۱. شاخص بهره وری آب و راهکار آتیه کشاورزی کشور. راهبرد اقتصادی. ۱(۱): ۲۳۳-۱۹۹.

کیانی، ع. ر. و صداقت دوست، ا. ۱۳۹۵. بهره‌وری آب و روش‌های بهبود آن. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

محلوجی، م. ۱۳۹۴. بررسی و مقایسه عملکرد لاین های جدید امید بخش جو جهت تولید خصیل. گزارش نهایی، بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان. شماره فروست ۴۸۰۹۹ مورخ ۱۳۹۴/۸/۱۰، ۳۲ صفحه.

محلوجی، م. ۱۳۹۵. تاثیر شوری‌آب‌آبیاری و محلول‌پاشی با نانواکسید روی برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی ژنوتیپ های جو، پایان‌نامه دکترا، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

محلوجی، م.، ترابی، م.، مسعودپور، ح.، براآنی، م. و آذربایجانی، ع. ر. ۱۳۹۹. بهبود تولید علوفه در مناطق خشک و شور با تولید قصیل جو. بازتاب تات. ۱۰: ۱۵-۱۴.

محلوجی، م.و رمضانی، ۱. ۱۴۰۰. ارزیابی پتانسیل تولید برخی از ارقام جو، بهمنظور تولید علوفه سیلویی. علوفه و خوراک دام.۲(۴): ۴۳-۳۷.

محلوجی، م. ۱۴۰۰. دستورالعمل کشت جو منطقه معتدل. موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر.

ناصری, ا.، عباسی، ف.و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی. ۱۸(۶۸): ۳۲-۱۷.

نیکخواه، ح. ر.۱۳۹۲. گزارش معرفی رقم بهرخ. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹-۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی جلد اول .محصولات زراعی.

Ali, S.A., Tedone, L., Verdini, L., Cazzato, E. and De Mastro, G., 2019. Wheat Response to No-Tillage and Nitrogen Fertilization in a Long-Term Faba Bean-Based Rotation. Agronomy, 9(2), p.50.

Bishaw, Z. and Molla, A. 2020. deployment of malt barley technologies in ethiopia achievements and lessons learned. ICARDDA

Blum, A. 2009. Effective Use of Water (EUW) and Not Water-Use Efficiency (WUE) Is the Target of Crop Yield Improvement under Drought Stress. Field Crop Research, 112, 119-123.

Booker, J. E. and Scott Trees, W. 2020. Implications of water scarcity for water productivity and farm labor. Water. 12(308):2-14.

Chebotar, V.K., Zaplatkin, A.N., Shcherbakov, A.V., Mal'fanova, N.V., Startseva, A.A. and. Kostin, Ya.V. 2016. Microbial preparations on the basis of endophytic and rhizobacteria to increase the productivity in vegetable crops and spring barley *(Hordeum vulgare* L.), and the mineral fertilizer use efficiency. Agricultural Biology. 51(3): 335-342.

Cossani, C. M., Slafer, G. A. and Savin, R. 2012. Nitrogen and water use efficiencies of wheat and barley under a Mediterranean environment in Catalonia. Field Crops Research, 128: 109–118

Collen, B. 2006. The barley growth guide. HGCA R&D Advisory Committee. Website: www.hgca.com , Scottish Executive Environment and Rural Affairs Department. P: 1-28.

Cowden, R. J., Shah, A. N., Lehmann, L. M., Kiaer , L. P., Henriksen, C. B. and Ghaley, B. B. 2020. Nitrogen fertilizer effects on pea–barley intercrop productivity compared to sole crops in Denmark. Sustainability. 12(9335): 1-17. doi:10.3390/su12229335.

FAO-AQUASTAT. 2022. ♣http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E♣

Gao, Y., Yang, L.L., Shen, X.J., Li, X.Q., Sun, J.S., and Duan, A.W. 2014. Winter wheat with subsurface drip irrigation (SDI): crop coefficients, water-use estimates, and effects of SDI on grain yield and water use efficiency. Agric. Water Manag. 146, 1–10.

Hatfield, J. L. and Dold, C. 2019. Water-Use Efficiency: Advances and Challenges in a Changing Climate. Frontiers in Plant Science. 10. doi: 10.3389/fpls.2019.00103.

Hoekstra, A.Y. (2013). The Water Footprint of Modern Consumer Society. Routledge, London, UK, 208p.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. 2011. The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard. Earthscan, London, UK, 203p.

Hoylea, A., Brennanc, M., Jackson, G. E. and Hoada, S. 2019. Increased grain density of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) is associated with an increase in grain nitrogen. Journal of Cereal Science 89: 1-7, doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102797.

Hunduma, S. and Admassu, L. 2021. Effect of timing of nitrogen split application on productivity,nitrogen use efficiency and economic benefits of food barley (hordium vulgare l.) in central highlands of Ethiopia. Journal of Natural Sciences Research. 12(9): 6-11.

Istanbuli, T., Baum, M., Touchan, H. and Hamwieh, A. 2020. Evaluation of morpho-physiological traits under drought stress conditions in barley (Hordeum vulgare L.). Photosynthetica, 58 (4): 1059-1067.

Jat, R. K., Yadav, L.R. and Kumawat, S. R. 2013. Fertilizer Management in Barley (Hordium Vulgare L.), pp. 453-455. In: National seminar on "Enhancing Water Productivity in Agriculture". March 8-9, 2013. Department of Agronomy, UGC SAP DRS-1. I.Ag.Sc., Banaras Hindu University, Varanasi

Khan, T., Nouri,H., Booij, M. J., Hoekstra, A. Y., Khan, H. and Ullah, I. 2021. Water footprint, blue water scarcity, and economic water productivity of irrigated crops in peshawar basin, Pakistan. Water, 2021: 13, 1249. doi.org/10.3390/w13091249.

Kumar, A., Singh Verma, R. P., Singh, A., Kumar Sharma, H. and Devi, G. 2020. Barley landraces: Ecological heritage for edaphic stress adaptations and sustainable production. Environmental and Sustainability Indicators. 6, doi.org/10.1016/j.indic.2020.100035.

Newton, A. C., Flavell, A. j., George, T. S., Leat, P., Mullholland, B., Ramsay, L., Revoredo-Giha, C., Russel, J., Steffenson, B. J., Swanton, J. S., Thomas, W. T. B., Waugh, R., White, P. J. and Bingham, I. J. 2011. Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop? Strengths and weaknesses in the context of food security. Food Sec. 3:141–178.

MaCkay, I., Horwell, A., Garner, J., White, J., McKee, J. and Philpott, H. 2010. Reanalysis of the historical series of UK variety trails to quantify the contributions of genetic and environmental factors to trends and variability in yields over time. Theoretical and Applied Genetics, 122: 225-238.

Mahlooji, M. 2021. Agrophysiological barley associated with flag leaf temperature and canopy light interception under salinity and zinc foliar application. Journal of Plant Process and Function. 10(4): 25-34.

Mutlu, A. and Tas, T. 2021. The impact of organic liquid nitrogen fertilizer application on growth and productivity of barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties. Black Sea Journal of Agriculture, 4(2): 71-78.

Nandeha, N. and Trivedi, A. 2021. Enhancing crop water productivity using smart technologies. Agriculture & Food, 3(01): 1-5.

Ning, P., Peng, Y. and Fritschi, F. B. 2018. Carbohydrate dynamics in maize leaves and developing ears in response to nitrogen application. J. Agron. 8: 302-314.

Panigrahi, B., Paramjita, D. and Sahu, A. P. 2020. Enhancing water productivity in rainfed areas. International Journal of Chemical Studies, 8(1): 1651-1655.

Phogat, M., Dahiya, R., Sangwan, P. S. and Goyal, V. 2020. Zero tillage and water productivity: A review. International Journal of Chemical Studies. 8(5): 2529-2533.

Rengel, Z. 2013. Improving water and nutrient-use efficiency in food production systems. In: Breeding approaches to increasing water-use efficiency, Lianne Merchuk and Yehoshua Saranga. First Edition. John Wiley & Sons, Inc.

Roberts, D. R. and Mattoo, A. K. 2018. Sustainable agriculture—enhancing environmental benefits, food nutritional quality and building crop resilience to abiotic and biotic stresses. Agriculture. 8(8): 1-24. doi:10.3390/agriculture8010008.

Robertson, B. C., Tianhua, H. and Chengdao, L. 2021. The genetic control of stomatal development in barley: new solutions for enhanced water-use efficiency in drought-prone environments. Agronomy. 11. doi.org/10.3390/agronomy11081670.

Ryabtseva, N., Avdeenko, A., Avdeenko, S. and Fetyukhin, I. 2021. Acceptance of increasing the productivity of spring barley. in International research conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education, Knowledge E Life Sciences, 664–670. DOI 10.18502/kls.v0i0.9002

Saleem, M., Wagas, A., and. Ahmad, R.N. 2010. Comparison of three wheat varieties with different irrigation systems for water productivity. Int. J. Agric. App. Sci. 2(1): 7-28.

Sanina, N. V. 2020. The productivity and spring barley grain quality depending on mineral fertilizer systems. BIO Web of Conferences 27, doi.org/10.1051/bioconf/20202700049.

Sanjay Singh, C., Awasthi, M.K., Nema, R.K., and Koshta, L.D. (2015). Effect of dripper spacing on yield and water productivity of wheat under drip irrigation. Indian Journal of Science and Technology, Vol 16(3), 456–464.

Singh, R. P., and Katiyar, S. C. 2021. Studies on nutrient management, varieties and moisture conservation practices on growth parameter, root development and wue in barley (*Hordeum vulgare* L.) under rainfed condition. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci 10(01): 1615-1622.

Skudra, I. and Ruza, A. 2017 Effect of nitrogen and sulphur fertilization on chlorophyll content in winter wheat. Rural Sustainability Research 37: 29-37.

Tony, F., Derek, B. and Greg, E. 2014. Crop yields and global food security: will yield increase continue to feed the worlds?Australian Center for International Agricultural Research. GRDC (Grain Research Development Corporation.

Ministry of Agriculture-Jahad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Seed and Plant Improvement Institute

Determining strategies to enhance productivity in barley cultivation

Mehrdad Mahlooji

Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

2024