زمان مناسب برداشت علوفه جو؛ راهکاری برای افزایش سودآوری و بهره‌وری اقتصادی آب

محمدعلی ترکی هرچگانی[1]، مهرداد محلوجی[2]، علیرضا آذربایجانی[2]*

۱- استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

۲- دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

* نویسنده مسئول: m.torki@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۱

چکیده

کم‌آبی و محدودیت منابع آب، ضرورت انتخاب روش‌های تولید با بهره‌وری بالاتر را در کشت محصولات علوفه‌ای افزایش داده است. جو به دلیل سازگاری مناسب با شرایط خشک، از گیاهان مهم علوفه‌ای در مناطق کم‌آب محسوب می‌شود؛ با این حال، زمان برداشت می‌تواند بر عملکرد، کیفیت علوفه، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب و سودآوری اثرگذار باشد. این پژوهش با هدف تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت جو برای افزایش بهره‌وری آب و بهبود بازده اقتصادی انجام شد. در این مطالعه، عملکرد و شاخص‌های اقتصادی جو علوفه‌ای رقم مهتاب در مراحل دانه خمیری، رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی کامل، در مقایسه با برداشت سیلویی و تولید دانه و کاه، در سطح ۵ هکتار از اراضی کشت و دام فوده‌ای بخش خصوصی در اصفهان طی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ بررسی شد. نتایج نشان داد برداشت جو در مرحله سیلویی با تولید ۴/۷۹ کیلوگرم ماده خشک به ازای هر مترمکعب آب مصرفی، بیشترین بهره‌وری فیزیکی آب از نظر تولید ماده خشک را داشت. با این حال، از نظر اقتصادی، برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک با سود خالص ۶۱۷۳۲۹ هزار ریال در هکتار، بیشترین سودآوری را ایجاد کرد. همچنین، در این مرحله، بالاترین بهره‌وری اقتصادی آب، معادل ۱۸۳/۷۳ هزار ریال به ازای هر مترمکعب آب، به دست آمد. بنابراین، برداشت علوفه جو در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، با ایجاد تعادل مناسب میان تولید، سودآوری و مصرف آب، می‌تواند ضمن بهبود بهره‌وری اقتصادی آب و افزایش درآمد بهره‌برداران، به‌عنوان راهکاری مناسب برای تولید پایدار علوفه و سازگاری با شرایط کم‌آبی در مناطق خشک مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جو علوفه‌ای، مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، ماده خشک، بهره‌وری فیزیکی آب، بهره‌وری اقتصادی آب

بیان مسئله

کمبود آب در سال‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولیدات کشاورزی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تبدیل شده است. در چنین شرایطی، تولید علوفه با مصرف آب کمتر و بازده اقتصادی بیشتر، به یک ضرورت راهبردی برای پایداری نظام‌های دام و کشاورزی بدل شده است. جو علوفه‌ای به دلیل دوره رشد کوتاه، سازگاری نسبی با تنش خشکی و قابلیت تولید علوفه قابل قبول، گزینه‌ای مناسب برای این مناطق محسوب می‌شود؛ اما کارایی آن به‌شدت تحت تأثیر مدیریت مزرعه، به‌خصوص زمان برداشت قرار دارد (۷ و ۸).

وجود این مزیت‌ها نشان می‌دهد که بهره‌وری تولید جو علوفه‌ای تنها به مقدار آب مصرفی وابسته نیست، بلکه زمان برداشت نیز نقشی تعیین‌کننده در کیفیت، عملکرد و سودآوری دارد. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که با افزایش سن گیاه و تأخیر در برداشت، عملکرد ماده خشک معمولاً افزایش می‌یابد، اما هم‌زمان کیفیت تغذیه‌ای علوفه کاهش پیدا می‌کند؛ به بیان دیگر، برداشت در مراحل زودتر رشد علوفه‌ای با کیفیت بالاتر فراهم می‌کند، ولی ممکن است از نظر مقدار محصول محدودکننده باشد (۵ و ٦). از این رو، در شرایط کم‌آبی، انتخاب زمان برداشت باید به‌گونه‌ای انجام شود که تعادل مناسبی میان کمیت، کیفیت و مصرف آب برقرار شود و بتوان از هر واحد آب، بیشترین بازده اقتصادی و فنی را به دست آورد (۵).

زمان برداشت علوفه جو می‌تواند علاوه بر تولید علوفه، بر بازده اقتصادی نهایی نیز اثر مستقیم داشته باشد. برداشت در مرحله خمیری شدن دانه به صورت علف خشک، از نظر اقتصادی برتر از برداشت به صورت علف سیلوشده و نیز دانه همراه با کاه است (قنبری و همکاران، ۱۳۸٦). برداشت جو به صورت قصیل، روشی کارآمد برای کاهش مصرف آب و هزینه‌های تولید است، هرچند سودآوری آن به قیمت محصولات جانبی مانند دانه و کاه نیز وابسته است (۳). هرچند برخی سامانه‌های تولید علوفه جو، مانند هیدروپونیک، می‌توانند بهره‌وری آب را افزایش دهند، اما ممکن است از نظر اقتصادی برای همه کشاورزان مقرون‌به‌صرفه نباشند (٤).

لذا در کشاورزی امروز، فقط تولید بیشتر اهمیت ندارد، بلکه بهره‌وری آب و سود اقتصادی نیز معیارهای اصلی موفقیت محسوب می‌شوند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مدیریت مناسب زمان کاشت، آبیاری و برداشت می‌تواند بهره‌وری آب را افزایش دهد و به کاهش فشار بر منابع محدود آبی کمک کند. با این حال، هنوز در بسیاری از مناطق، زمان برداشت جو علوفه‌ای بر پایه تجربه و بدون توجه کافی به شاخص‌های کمی و اقتصادی تعیین می‌شود (۲).

بر این اساس، مسئله اصلی این پژوهش آن است که در شرایط کم‌آبی، چه زمانی برای برداشت علوفه جو مناسب‌تر است تا ضمن حفظ کیفیت قابل قبول، بیشترین بهره‌وری آب و سودآوری اقتصادی به دست آید؟ پاسخ به این پرسش می‌تواند به تدوین توصیه‌های کاربردی برای کشاورزان کمک کند و زمینه استفاده بهینه‌تر از آب در تولید علوفه را فراهم سازد.

این پژوهش با هدف تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت علوفه جو از نظر عملکرد، کیفیت تغذیه‌ای، بهره‌وری آب و سودآوری اقتصادی، در سال سال زراعی ۱٤۰۱-۱٤۰۰ در مجتمع کشت و دام فوده‌ای استان اصفهان انجام شد. در این مطالعه، جو رقم مهتاب در سطح پنج هکتار کشت و پنج تیمار شامل برداشت علوفه در مرحله دانه خمیری، مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، مرحله رسیدگی کامل، تولید سیلاژ در مرحله دانه خمیری و برداشت نهایی دانه و کاه بررسی شد. عملیات زراعی مطابق روش متداول منطقه و با آبیاری بارانی انجام گرفت (۱).

عملکرد محصول از طریق نمونه‌برداری مزرعه‌ای اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی کیفیت تغذیه‌ای، شاخص‌هایی مانند ماده خشک، پروتئین خام، الیاف، قابلیت هضم، انرژی متابولیسمی و ارزش نسبی خوراک تعیین یا برآورد شدند. همچنین، کیفیت سیلاژ از نظر PH و رطوبت بررسی شد.

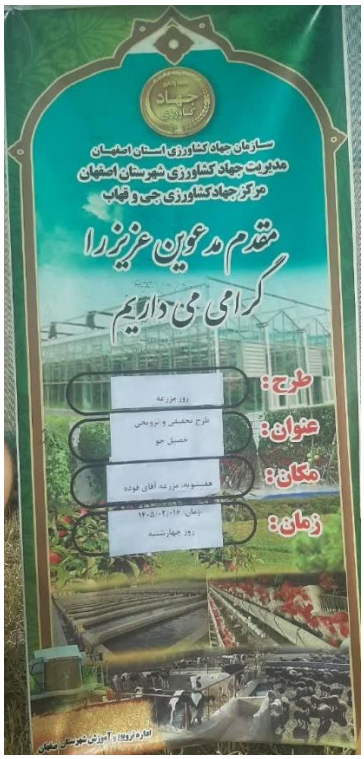
در بخش اقتصادی، هزینه‌های تولید، آبیاری، نیروی کار، ماشین‌آلات، برداشت، حمل‌ونقل و نگهداری محصول ثبت شد. سپس شاخص‌هایی شامل هزینه تمام‌شده، درآمد ناخالص، سود خالص محاسبه گردید. بهره‌وری فیزیکی آب بر اساس میزان تولید ماده خشک، پروتئین خام و انرژی متابولیسمی به ازای آب مصرفی ارزیابی شد. همچنین بهره‌وری اقتصادی آب برمبنای سود خالص به ازای هر مترمکعب آب مصرفی محاسبه گردید. در نهایت، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Excel تجزیه‌وتحلیل شدند تا مناسب‌ترین زمان برداشت جو برای افزایش سودآوری و بهره‌وری آب در شرایط کم‌آبی تعیین شود.

شکل ۱- مرحله برداشت قصیل جو

شکل ۲- دستگاه برداشت و چاپر علوفه جو

شکل ۳- زمان مناسب برداشت قصیل جو

شکل ٤- اندازه خرد شدن قصیل جو



شکل ۵- برگزاری روز مزرعه قصیل جو

معرفی دستاورد

عملکرد و بهره‌وری فیزیکی آب

نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که زمان برداشت و روش بهره‌برداری از محصول جو، تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد و بهره‌وری فیزیکی آب دارد. بیشترین عملکرد ماده خشک با ۱۵۷۱۳ کیلوگرم در هکتار و بیشترین بهره‌وری آب در تولید ماده خشک با ٤/٦٧ کیلوگرم بر مترمکعب، در مرحله رسیدگی کامل به دست آمد. همچنین، بیشترین عملکرد انرژی متابولیسمی با ۱۵۸۸۵۸/٤ مگاژول در هکتار و بیشترین بهره‌وری انرژی با ٤٧/٢٨ مگاژول بر مترمکعب، مربوط به همین مرحله بود. در مقابل، بیشترین عملکرد پروتئین خام با ۱۷۰۵/۹ کیلوگرم در هکتار و بیشترین عملکرد ماده آلی قابل هضم با ۹۸٦۱/۳ کیلوگرم در هکتار، در مرحله رسیدگی

فیزیولوژیک مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که تأخیر در برداشت تا مرحله رسیدگی کامل، تولید ماده خشک و انرژی را افزایش می‌دهد، اما لزوماً به افزایش تولید پروتئین خام منجر نمی‌شود.

از نظر بهره‌وری فیزیکی آب، مرحله رسیدگی فیزیولوژیک با تولید ۰/۵۰۸ کیلوگرم پروتئین خام و ۴۵/۱۸ مگاژول انرژی متابولیسمی به ازای هر مترمکعب آب، عملکرد مطلوبی داشت. همچنین، سیلاژگیری در مرحله دانه خمیری با بهره‌وری ۰/۵۵۴ کیلوگرم پروتئین خام بر مترمکعب آب، بیشترین بهره‌وری آب را در تولید پروتئین خام به خود اختصاص داد؛ بنابراین، این روش می‌تواند برای تأمین پروتئین موردنیاز دام مورد توجه قرار گیرد. در مقابل، برداشت دانه و کاه با بهره‌وری فیزیکی ۲/۷۰ کیلوگرم ماده خشک، ۰/۲۹۲ کیلوگرم پروتئین خام و ۲۹/۱۸ مگاژول انرژی به ازای هر مترمکعب آب، کمترین مقادیر را در میان تیمارها داشت. در مجموع، انتخاب زمان برداشت باید بر اساس هدف تولید انجام شود؛ به‌طوری‌که مرحله رسیدگی کامل برای حداکثر تولید ماده خشک و انرژی، مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برای ایجاد تعادل بین عملکرد و کیفیت تغذیه‌ای و سیلاژگیری در مرحله دانه خمیری برای افزایش بهره‌وری آب در تولید پروتئین خام، گزینه‌های قابل‌توجهی هستند. این رویکرد می‌تواند به مدیریت بهتر منابع آب و افزایش کارایی تولید علوفه جو در شرایط کم‌آبی کمک کند.

جدول ۱- بهره‌وری فیزیکی تولید ماده خشک، پروتئین خام، ماده آلی قابل هضم و انرژی محصولات جو به‌ازای آب مصرفی

مراحل برداشت	عملکرد مقدار ماده خشک (DM[1]) (Kg/ha)	عملکرد پروتئین خام (CP[2]) (Kg/ha)	عملکرد انرژی متابولیسمی (ME[3]) (Mj/ha)	عملکرد ماده آلی قابل هضم (DOM[4]) (Kg/ha)	میزان مصرف آب (m3/ha)	بهره‌وری فیزیکی تولید DM (Kg/m3 w.)	بهره‌وری فیزیکی تولید CP (Kg/m3 w.)	بهره‌وری فیزیکی تولید DOM (Kg/m3 w.)	بهره‌وری فیزیکی تولید ME (Mj/m3 w.)
دانه خمیری	۱۳۲۰۷/۶	۱۵۲۰/۲	۱۲۱۱۱۳/۷	۷۸۵۰/۶	۲۹۴۰	۴/۴۹	۰/۵۱۷	۲/۶۷	۴۱/۱۹
رسیدگی فیزیولوژیک	۱۵۲۸۶/۵	۱۷۰۵/۹	۱۵۱۷۹۴/۹	۹۸۶۱/۳	۳۳۶۰	۴/۵۵	۰/۵۰۸	۲/۹۳	۴۵/۱۸
رسیدگی کامل	۱۵۷۱۳	۱۵۴۱/۴	۱۵۸۸۵۸/۴	۱۰۳۶۹	۳۳۶۰	۴/۶۷	۰/۴۵۸	۳/۰۸	۴۷/۲۸
علوفه سیلویی	۱۴۰۸۳/۷	۱۶۲۸	۱۱۷۱۷۶/۴	۷۶۱۰/۸	۲۹۴۰	۴/۷۹	۰/۵۵۴	۲/۵۹	۳۹/۸۵
دانه+کاه جو	۹۰۸۹	۹۸۰/۴	۹۸۰۵۴/۷	۶۳۳۴/۸	۳۳۶۰	۲/۷۰	۰/۲۹۲	۱/۸۸	۲۹/۱۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

[1] Digestible Organic Matter
[2] Crude Protein
[3] Metabolizable Energy
[4] Digestible Organic Matter

میزان و هزینه آب مصرفی

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که میزان مصرف آب و هزینه آبیاری به هدف کشت و مرحله برداشت جو بستگی دارد. در تیمارهای برداشت در مرحله دانه خمیری و تولید علوفه سیلویی، با انجام ۷ نوبت آبیاری و مصرف ۲۹٤۰ مترمکعب آب در هکتار، هزینه آب مصرفی ۸۸۲ هزار ریال در هکتار بود. در مقابل، برداشت در مراحل رسیدگی فیزیولوژیک، رسیدگی کامل و تولید دانه و کاه، به ۸ نوبت آبیاری و مصرف ۳۳٦۰ مترمکعب آب در هکتار نیاز داشت که هزینه آن به ۱۰۰۸ هزار ریال رسید. بنابراین، افزایش یک نوبت آبیاری، مصرف آب را ٤۲۰ مترمکعب در هکتار و هزینه آن را ۱۲٦ هزار ریال افزایش داد.

از دیدگاه مدیریت منابع آب، برداشت در مرحله دانه خمیری و تولید سیلاژ، به دلیل مصرف کمتر آب و هزینه پایین‌تر آبیاری، می‌توانند از نظر کاهش هزینه‌های تولید مزیت داشته باشند. با این حال، صرفه‌جویی در مصرف آب به‌تنهایی معیار کافی برای انتخاب روش مناسب نیست و باید در کنار عملکرد محصول، کیفیت تغذیه‌ای و سود خالص بررسی شود. در نتیجه، انتخاب زمان برداشت مناسب مستلزم ایجاد تعادل میان میزان آب مصرفی، هزینه آبیاری و ارزش اقتصادی محصول تولیدی است تا ضمن کاهش فشار بر منابع آب، سودآوری تولید علوفه جو نیز افزایش یابد.

جدول ۲- میزان و هزینه آب مصرفی هر هکتار تولید علوفه جو بر اساس هدف کشت در سال ۱٤۰۱

مراحل برداشت علوفه/ هزینه‌ها	دفعات آبیاری	میزان آب مصرفی در هر دور (مترمکعب)	میزان کل آب مصرفی (مترمکعب)	قیمت هر مترمکعب آب (ریال)	کل هزینه آب مصرفی (هزارریال)
دانه خمیری	۷	٤۲۰	۲۹٤۰	۳۰۰	۸۸۲
رسیدگی فیزیولوژیک	۸	٤۲۰	۳۳٦۰	۳۰۰	۱۰۰۸
رسیدگی کامل	۸	٤۲۰	۳۳٦۰	۳۰۰	۱۰۰۸
علوفه سیلویی	۷	٤۲۰	۲۹٤۰	۳۰۰	۸۸۲
دانه+کاه جو	۸	٤۲۰	۳۳٦۰	۳۰۰	۱۰۰۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

سود و بهره‌وری اقتصادی آب

نتایج جدول (۳) نشان داد که هزینه تولید محصول جو بر اساس هدف برداشت و مرحله رشد گیاه متفاوت است. بیشترین هزینه کل تولید مربوط به برداشت علوفه خشک در مرحله رسیدگی کامل با ۸٤۵۵۹۲ هزار ریال در هکتار بود. پس از آن، برداشت علوفه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک با ۸۰۷۰۵۹ هزار ریال و مرحله دانه خمیری با ۷٤۲۵٦۹ هزار ریال قرار داشتند. افزایش هزینه در مراحل دیرتر برداشت عمدتاً به دلیل افزایش هزینه‌های کاشت، داشت و عملیات برداشت ناشی از طولانی‌تر شدن دوره ماندگاری محصول در مزرعه و نیاز بیشتر به عملیات مکانیزه بود. در بین اجزای هزینه، بخش کاشت بیشترین سهم از هزینه تولید را به خود اختصاص داد. هزینه کاشت در تیمار دانه و کاه جو (٤۷۳۹۹۳ هزار ریال) بیشترین مقدار و در تولید سیلاژ (٤۰۱۳۹۰ هزار ریال) کمترین مقدار را داشت. همچنین، هزینه برداشت علوفه خشک با افزایش سن گیاه افزایش یافت؛ به‌طوری‌که بیشترین هزینه برداشت مربوط به مرحله رسیدگی کامل (۳٦۹٦۸۹ هزار ریال) و کمترین مقدار مربوط به سیلاژ جو (۵۰٦۰۷ هزار ریال) بود.

تولید سیلاژ در مرحله دانه خمیری با ٤٧١١٧٩ هزار ریال در هکتار کمترین هزینه کل را در بین تیمارها داشت. دلیل اصلی این موضوع، کاهش هزینه عملیات برداشت و کوتاه‌تر بودن فرآیند تولید نسبت به برداشت علوفه خشک است. در مقابل، تولید علوفه خشک در مراحل دیرتر رشد به دلیل نیاز به عملیات برداشت، خشک‌کردن و بسته‌بندی، هزینه بیشتری به همراه داشت. به طور کلی، نتایج نشان داد که مرحله برداشت و هدف تولید، نقش مهمی در هزینه تمام‌شده جو دارد. اگرچه برداشت در مراحل رسیدگی فیزیولوژیک و کامل هزینه تولید بیشتری دارد، اما به دلیل افزایش عملکرد ماده خشک و مواد مغذی تولیدی، می‌تواند از نظر اقتصادی و بهره‌وری آب مزیت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها داشته باشد. بنابراین، انتخاب زمان برداشت باید بر اساس ترکیب هزینه تولید، عملکرد و ارزش تغذیه‌ای محصول انجام شود.

جدول ٣- هزینه‌های مراحل مختلف تولید هر هکتار محصول جو در سال ١٤٠١ (واحد: هزار ریال)

مراحل برداشت علوفه/هزینه‌ها	کاشت	داشت	برداشت	پس از برداشت (انبار و سیلو)	کل هزینه‌ها
دانه خمیری	٤٠٨٢٤٠	٥١٣٢	٣١٢٣٤٧	١٦٨٥٠	٧٤٢٥٦٩
رسیدگی فیزیولوژیک	٤٢٤٦٧٨	٥٦٠٨	٣٥٩٩٢٣	١٦٨٥٠	٨٠٧٠٥٩
رسیدگی کامل	٤٥٣٤٤٥	٥٦٠٨	٣٦٩٦٨٩	١٦٨٥٠	٨٤٥٥٩٢
علوفه سیلویی	٤٠١٣٩٠	٥١٣٢	٥٠٦٠٧	١٤٠٥٠	٤٧١١٧٩
دانه+کاه جو	٤٧٣٩٩٣	١٣٩٠٨	١٣٦٤٥٥	٦٧٥٠	٦٣١١٠٦

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (٤) نشان می‌دهد که مرحله برداشت و هدف کشت، تأثیر قابل‌توجهی بر درآمد حاصل از تولید جو دارد. بیشترین درآمد کل مربوط به برداشت در مرحله رسیدگی کامل، به میزان ١٤٣٩٨٢٥ هزار ریال در هکتار بود؛ پس از آن، مرحله رسیدگی فیزیولوژیک با درآمد ١٤٢٤٣٨٨ هزار ریال قرار گرفت. درآمد این دو تیمار عمدتاً از فروش محصول تأمین شد و درآمد حاصل از پس‌چر نیز ٢٠ میلیون ریال در هکتار بود. در مقابل، برداشت در مرحله دانه خمیری درآمدی معادل ١١٤٨٧٣٤ هزار ریال در هکتار ایجاد کرد. کمترین درآمد کل مربوط به تولید علوفه سیلویی با ٧٧٨٢١٠ هزار ریال بود؛ در حالی که درآمد حاصل از برداشت دانه و کاه به ٨٢١٥٢٥ هزار ریال در هکتار رسید.

مقایسه درآمدها نشان می‌دهد که برداشت در مراحل رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی کامل، از نظر درآمد ناخالص برتری دارد؛ به‌طوری‌که درآمد مرحله رسیدگی کامل حدود ٨٥ درصد بیشتر از درآمد تولید سیلاژ است. با این حال، بیشترین درآمد ناخالص الزاماً به معنای بیشترین سودآوری اقتصادی نیست؛ زیرا هزینه‌های تولید، به‌ویژه هزینه آب، برداشت، ماشین‌آلات و عملیات پس از برداشت، در تیمارهای مختلف متفاوت است. بنابراین، برای انتخاب مناسب‌ترین زمان برداشت جو در شرایط کم‌آبی، لازم است درآمد حاصل از فروش محصول همراه با هزینه‌های تولید، سود خالص و بهره‌وری اقتصادی آب نیز بررسی شود.

جدول ٤- درآمدهای تولید هر هکتار محصول جو در سال ١٤٠١ (واحد: هزار ریال)

تیمارها / درآمد	درآمد فروش	درآمد پس‌چر	کل درآمد
دانه خمیری	١١٣٨٧٣٤	١٠٠٠٠	١١٤٨٧٣٤
رسیدگی فیزیولوژیک	١٤٠٤٣٨٨	٢٠٠٠٠	١٤٢٤٣٨٨

رسیدگی کامل	۱٤۱۹۸۲۵	۲۰۰۰۰	۱٤۳۹۸۲۵
علوفه سیلویی	۷٦۸۲۱۰	۱۰۰۰۰	۷۷۸۲۱۰
دانه+کاه جو	۸۱۱۵۲۵	۱۰۰۰۰	۸۲۱۵۲۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که مرحله برداشت تأثیر قابل‌توجهی بر سود خالص و بهره‌وری اقتصادی آب در تولید جو دارد. بیشترین سود خالص مربوط به برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، معادل ٦۱۷۳۲۹ هزار ریال در هکتار بود. این تیمار با بهره‌وری اقتصادی آب به میزان ۱۸۳/۷۳ هزار ریال به ازای هر مترمکعب آب، رتبه نخست را به خود اختصاص داد. برداشت در مرحله رسیدگی کامل نیز با سود خالص ۵۹٤۲۳۳ هزار ریال در هکتار و بهره‌وری اقتصادی آب ۱۷٦/۸۵ هزار ریال بر مترمکعب، در رتبه دوم قرار گرفت. در مقابل، برداشت در مرحله دانه خمیری با سود خالص ٤۰٦۱٦٦ هزار ریال در هکتار و بهره‌وری اقتصادی آب ۱۳۸/۱۵ هزار ریال بر مترمکعب، رتبه سوم را کسب کرد. کمترین سود خالص و بهره‌وری اقتصادی آب نیز به‌ترتیب مربوط به برداشت دانه و کاه جو با مقادیر ۱۹۰٤۱۹ هزار ریال در هکتار و ٥٦/٦۷ هزار ریال بر مترمکعب بود.

این نتایج نشان می‌دهد که برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، با وجود مصرف آب بیشتر نسبت به مرحله دانه خمیری، به دلیل سود خالص بالاتر، بازده اقتصادی مطلوب‌تری ایجاد می‌کند. سود خالص این تیمار حدود ۳/۹ درصد بیشتر از مرحله رسیدگی کامل و حدود ۵۲ درصد بیشتر از مرحله دانه خمیری بود. همچنین، بهره‌وری اقتصادی آب آن نسبت به برداشت دانه و کاه بیش از سه برابر است. بنابراین، برداشت جو در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، با ایجاد تعادل مناسب میان سودآوری و مصرف آب، گزینه برتر اقتصادی در شرایط کم‌آبی محسوب می‌شود. این یافته بر ضرورت توجه هم‌زمان به سود خالص و بهره‌وری اقتصادی آب، به‌جای تمرکز صرف بر عملکرد محصول یا درآمد ناخالص، در تصمیم‌گیری کشاورزان تأکید دارد.

جدول ۵- سود خالص هر هکتار تولید محصول جو و بهره‌وری اقتصادی آب در سال ۱٤۰۱

تیمارها	سود خالص (هزار ریال)	ضریب ارزش نسبی	بهره‌وری اقتصادی آب برمبنای سود خالص (هزار ریال)	رتبه بهره‌وری
دانه خمیری	٤۰٦۱٦٦	۲/۱۲	۱۳۸/۱۵	۳
رسیدگی فیزیولوژیک	٦۱۷۳۲۹	۳/۲۳	۱۸۳/۷۳	۱
رسیدگی کامل	۵۹٤۲۳۳	۳/۱۱	۱۷٦/۸۵	۲
علوفه سیلویی	۳۰۷۰۳۱	۱/٦۱	۱۰٤/٤۳	٤
دانه+کاه جو	۱۹۰٤۱۹	۱/۰۰	٥٦/٦۷	٥

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به طور کلی نتایج پژوهش نشان داد که زمان برداشت جو تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد، بهره‌وری آب و سودآوری اقتصادی دارد. برداشت در مرحله رسیدگی کامل، بیشترین عملکرد ماده خشک (۱۵۷۱۳ کیلوگرم در هکتار) و درآمد ناخالص (۱٤۳۹۸۲۵ هزار ریال در هکتار) را به همراه داشت؛ در حالی که مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از نظر تولید پروتئین خام و ماده آلی قابل هضم

وضعیت مطلوب‌تری نشان داد. همچنین، برداشت در مراحل رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی کامل نسبت به تولید سیلاژ و برداشت دانه و کاه، درآمد بیشتری ایجاد کرد.

از نظر اقتصادی، برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک با سود خالص ٦١٧٣٢٩ هزار ریال در هکتار و بهره‌وری اقتصادی آب معادل ١٨٣/٧٣ هزار ریال بر مترمکعب، بهترین نتیجه را به دست آورد. بنابراین، برداشت جو در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به دلیل ایجاد تعادل مناسب بین کیفیت علوفه، بهره‌وری آب و سودآوری، گزینه برتر در شرایط کم‌آبی است؛ هرچند برای دستیابی به حداکثر تولید ماده خشک، برداشت در مرحله رسیدگی کامل مناسب‌تر خواهد بود.

توصیه ترویجی

– برداشت علوفه جو در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌عنوان گزینه مناسب برای شرایط کم‌آبی توصیه می‌شود؛ زیرا در این مرحله تعادل مطلوبی بین عملکرد، کیفیت تغذیه‌ای، بهره‌وری آب و سودآوری اقتصادی ایجاد می‌شود.

– در شرایطی که هدف اصلی تولید حداکثر ماده خشک باشد، برداشت در مرحله رسیدگی کامل می‌تواند مورد توجه قرار گیرد؛ هرچند کاهش نسبی کیفیت پروتئینی علوفه باید در تصمیم‌گیری لحاظ شود.

– کشاورزان از تأخیر غیرضروری در برداشت خودداری کنند؛ زیرا افزایش عملکرد ماده خشک در مراحل پایانی رسیدگی الزاماً به افزایش سودآوری و کیفیت خوراک منجر نمی‌شود.

– در مناطق دارای محدودیت آب، زمان‌بندی آبیاری بر اساس مرحله رشد و هدف تولید انجام شود و از آبیاری‌های غیرضروری در مراحل پایانی رشد اجتناب گردد.

– در صورت نیاز دامداری به خوراک با پروتئین مناسب، برداشت علوفه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و در صورت برنامه‌ریزی برای تولید سیلاژ، برداشت در مرحله دانه خمیری مورد توجه قرار گیرد.

– تصمیم‌گیری درباره زمان برداشت فقط بر اساس عملکرد محصول انجام نشود و شاخص‌هایی مانند سود خالص، بهره‌وری اقتصادی آب، کیفیت علوفه و هزینه آب نیز هم‌زمان مورد ارزیابی قرار گیرد.

فهرست منابع

١. آذربایجانی، ع. ر.، محلوجی، م.، ترابی، م.، آقاشاهی، ع. ر.، ترکی هرچگانی، م. ع. و ... ١٤٠٣. ارزیابی اقتصادی و خصوصیات کمی و کیفی تولید علوفه جو در مراحل مختلف برداشت، گزارش نهایی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، شماره فروست ٦٦٩٣٨ مورخ ١٤٠٣/٢/١٤، ٧٢ صفحه.

٢. اسدی، ه.، باغانی، ج.، رفعتی، م. ١٤٠١. بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی مصرف آب آبیاری و سودآوری تولید برخی محصولات زراعی در نظام های مختلف آبیاری در استان البرز، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ٣٠(٤): ٧٢-٥٣.

٣. گمرکچی، ا. ی. ١٤٠٢. قصیل جو روشی کارآمد در کاهش حجم آب مصرفی در شرایط کم آبی. مجله ترویجی حفظ و بهره‌وری آب، ١(٨): ٤٥-٣١.

4. Elmulthum, N.A., Zeineldin, F.I., Al-Khateeb, S.A., Al-Barrak, K.M., Mohammed, T.A., Sattar, M.N. and Mohmand, A.S. (2023). Water use efficiency and economic evaluation of the hydroponic versus conventional cultivation systems for green fodder production in Saudi Arabia. Sustainability, 15(1), 822.
5. Liebert, J., Cherney, J. H., Ketterings, Q. M., Mirsky, S. B., Pelzer, C. J., & Ryan, M. R. (2023). Winter cereal species, cultivar, and harvest timing affect trade-offs between forage quality and yield. Frontiers in Sustainable Food Systems, 7, 1067506.

6. Ohio State University Extension. (2022). Harvest timing affects winter annual forage yield and quality. The Ohio State Univers.
7. Piri, J., Mirshekari, S., Hashemi, S. A., & Khamari, I. (2025). Water-Efficient Forage Production in Arid Regions: Multi-Dimensional Sustainability Assessment Using Integrated Emergy and Monte Carlo Analysis. Journal of Agriculture and Food Research, 102306.
8. Yost, M., Baker, M., Creech, E., Clawson, J. W., Pace, M., Taylor, K., ... & Anderson, C. (2025). Small Grain Forage Production Guide.