ارزیابی بازده سیستم آبیاری نواری در برخی مزارع استان کهگیلویه و بویراحمد

سید فرهاد موسوی، بهروز مصطفی زاده و شکراله آبسالان*

چکیده

این تحقیق برای دستیابی به عملکرد مدیریت فعلی آبیاری نواری در استان کهگیلویه و بویر احمد در مزارع گندم، یونجه و چغندرقند، در دو شهر بویراحمد و گچساران انجام گرفته است. مزارع آزمایشی شامل ۵ مزرعه گندم، ۸ مزرعه یونجه و ۵ مزرعه چغندرقند بود که در مراحل مختلف رشد مورد آزمایش واقع شدند. این بررسی بر روی نوارهای مرسوم از نظر ابعاد، شیب و برای مدیریتهای رایج بین زارعین در اراضی مذکور انجام شد.

روابط عوامل کمبود رطوبت مجاز، میزان کمبود رطوبت خاک قبل از آبیاری و عمق آب نفوذ یافته نشان داد که در اکثر موارد کم آبیاری و یا آبیاری تنشی انجام گرفته است. این نحوه آبیاری بر روی تأمین کمبود رطوبت مورد نیاز گیاهان تأثیر مثبت داشت. در آبیاریهای اول تا سوم مزارع، طیف بازده کاربرد آبیاری به ترتیب ۴۰/۸ تا ۱۰۰، ۵۲/۲ تا ۱۰۰ و ۶۱/۶ تا ۱۰۰ درصد اندازه‌گیری شد. نمودارهای پیشروی، پسروی و پسروی ایده‌آل تأثیر شیب و طول نوار بر زمان قطع جریان ورودی و یکنواختی توزیع آب در نوار را نشان داد. رسم نیمرخ نفوذ آب به نوار میزان کم آبیاری را معین کرد. بررسی نتایج نشان داد که ضعف مدیریت آبیاری عمدتاً ناشی از سه عامل عدم آگاهی زارعین از وضعیت رطوبتی خاک و تشخیص زمان مناسب آبیاری، عدم تناسب میزان آب موجود یا استحصال شده با آب مورد نیاز برای سطوح زیرکشت و ضعف برنامه‌ریزی آبیاری می‌باشد که منجر به اتلاف آب و کاهش عملکرد آبیاری می‌گردد.

واژه‌های کلیدی – *آبیاری نواری، بازده کاربرد، کم‌آبیاری، پیشروی و پسروی آب در نوار*

مقدمه

به طور کلی، تحلیل هر سیستم آبیاری را که بر پایه اندازه‌گیریهایی در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار طبیعی سیستم استوار باشد ارزیابی می‌نامند. ضرورت ارزیابی برای مدیریت از آن جهت است که روشن می‌سازد آیا اجرای سیستم را ادامه دهد یا آن را اصلاح نماید. بهبود مدیریت کاربرد آب در مزرعه باعث صرفه‌جویی در آب، نیروی کار و حفاظت از خاک شده، در نتیجه موجبات افزایش محصول را فراهم می‌سازد.

در میان عوامل متعددی که برای قضاوت در مورد یک عمل آبیاری یا یک سیستم آبیاری به کار می‌رود معمول‌ترین آنها موثربودن کاربرد آب است. شاخصهای متعددی برای کاربرد آبیاری پیشنهاد شده است. ویلاردسون (۲۲) اظهار می‌دارد که حداقل ۲۰ تعریف در مورد انواع بازده آبیاری وجود دارد. یکنواختی آبیاری نیز به طرق مختلف تعریف شده، اما بیشتر تعاریف (۹، ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱) ابتدا در مورد

* – به ترتیب دانشیاران دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی کهگیلویه و بویر احمد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

آبیاری بارانی و سپس در مورد آبیاری سطحی به‌کار برده شده است.

در زمینه بازده آبیاری در ایران و جهان مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است. ماحصل کل مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که بازده کاربرد، انتقال و توزیع آب در ایران پایین‌تر از ارقام متوسط جهانی می‌باشد (۲).

در مطالعه طرح جامع بازده آبیاری کشور که توسط مهندسین مشاور اکشاب انجام گرفته است، با توزیع پرسشنامه‌هایی بین زارعین در سطحی برابر ۲۵۸۲۶۰ هکتار و با تقسیم کشور به مناطق دهگانه، بازده آبیاری در مزرعه، بازده در قطعات آبیاری و بازده در محدوده‌های بزرگ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتیجه‌گیری شده که مقادیر بازده آبیاری در مزرعه با توجه به روشهای مختلف از ۲۱ تا ۶۰ درصد متغیر است (۸). فاطمی و شکرالهی (۷) بازده کل آبیاری در اراضی غیریکپارچه به وسعت حدود ۵۰۰۰ هکتار، در شبکه آبیاری در خوزستان را ۲۶ درصد اعلام کرده‌اند که متوسط ۹ ساله آن، از ۱۳۶۱ تا ۱۳۶۹، ۲۱ درصد بوده است. آنها همچنین بازده آبیاری در قسمتی از اراضی شبکه دز را که محل استقرار شرکتهای کشت و صنعت می‌باشد و مجموعاً ۸۹۳۲ هکتار وسعت دارد حداکثر ۳۷ درصد و به طور متوسط ۳۲ درصد برآورد کرده‌اند. شماعی و همکاران (۵) نیز بازده آبیاری شیاری در اراضی یکپارچه و پراکنده استان چهارمحال و بختیاری را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها بازده کاربرد آب آبیاری در ابتدای فصل رشد را ۲۵/۸ درصد، بازده کاربرد آب را در زمینهایی که به طور کامل آبیاری شده‌اند ۴۳/۳ درصد و بازده کاربرد آب آبیاری را در زمینهایی که کم آبیاری شده‌اند ۶۳/۵ درصد برآورد نموده‌اند. آنها اظهار داشته‌اند که بازده کاربرد آب در اراضی پراکنده بیشتر از اراضی یکپارچه می‌باشد.

با توجه به تحقیقات فوق و مطالعات دیگران (۴،۶،۱۰ و۱۹) در این زمینه مشاهده می‌گردد که به دلیل پایین بودن بازده آبیاری ضرورت دارد مزارع تحت آبیاری سطحی مورد ارزیابی قرار گیرند، زیرا با ارزیابی و تعیین عملکرد سیستم آبیاری نقاط ضعف سیستم مشخص شده، در نتیجه می‌توان پیشنهادهایی به منظور بهبود سیستم ارائه نمود.

هدف از مطالعه حاضر ارزیابی سیستم آبیاری نواری برخی از مزارع استان کهگیلویه و بویراحمد برای نوارهای مرسوم از نظر ابعاد، شیب و مدیریتهای رایج بین زارعین می‌باشد. در این ارزیابی بازده آبیاری برای مزارع زیرکشت گندم، یونجه و چغندرقند تعیین و پیشنهادهای اصلاحی برای بهبود روشهای آبیاری ارائه خواهد شد.

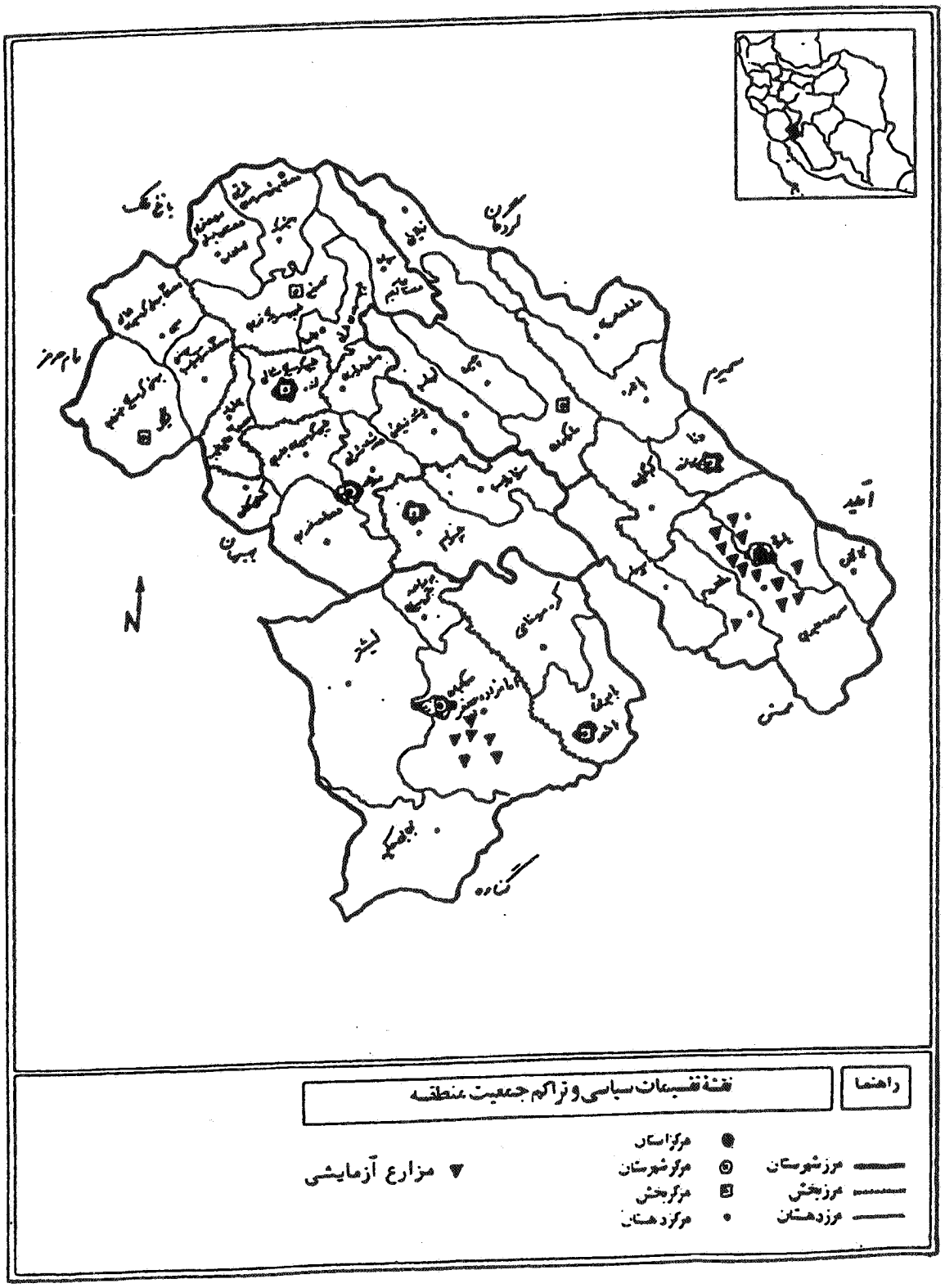
مواد و روشها

این تحقیق به منظور دستیابی به چگونگی مدیریت آبیاری در مزارع گندم، یونجه و چغندرقند در دو شهرستان بویراحمد و گچساران واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد، از اردیبهشت تا پایان شهریور ۱۳۷۵ انجام گردید. مزارع آزمایشی شامل ۵ مزرعه گندم، ۸ مزرعه یونجه و ۵ مزرعه چغندرقند بود که مزارع یونجه و چغندرقند در مراحل مختلف رشد مورد آزمایش واقع شد، لیکن مزارع گندم به دلیل وفور بارندگی در بیشتر اوقات تنها یک بار آبیاری گردیده و مورد آزمایش قرار گرفت. انتخاب مزارع براساس داشتن بیشترین سطح زیرکشت در محل، ابعاد متنوع نوار، شیبهای کم تا زیاد و همکاری زارعین بوده است.

محل مزارع آزمایشی در شکل ۱ و خصوصیات مهم مزارع مورد آزمایش همراه با کدبندی آنها در جدول ۱ ارائه شده است. همان طور که از این جدول ملاحظه می‌گردد در شهرستان بویراحمد خاکها بیشتر دارای بافت رس سیلتی و لوم رسی سیلتی است و در شهرستان گچساران خاکها بیشتر دارای بافت لوم سیلتی و لومی می‌باشند. شیب نوارهای انتخابی بین ۰/۲۷ تا ۶/۶ درصد، عرض نوارها بین ۲ تا ۱۴/۲ متر و طول آنها بین ۲۷ تا ۲۲۶ متر بود. وسایل انجام آزمایشهای صحرایی عبارت بود از فلومهای اندازه‌گیری دبی ورودی و خروجی آب به نوارها، استوانه‌های مضاعف برای اندازه‌گیری نفوذ در نوارهای مورد آزمایش، قوطیهای نمونه‌برداری خاک، نمونه‌بردار خاک دست نخورده، آگر نمونه‌بردار، کرونومتر و میخ چوبی. وسیله

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]



شکل ۱- نقشه استان کهگیلویه و بویر احمد و موقعیت مزارع آزمایشی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

جدول ۱ - موقعیت و مشخصات مزارع و نوارهای مورد آزمایش در استان کهگیلویه و بویراحمد

کد مزرعه	موقعیت شهر یا روستا	شهرستان	محصول	شیب نوار (٪)	طول نوار (m)	عرض نوار (m)	بافت خاک
۱	مادوان	بویراحمد	گندم	۰/۸۷	۵۹/۵	۶/۷	لوم‌رسی‌سیلتی
۲	علی‌آباد	بویراحمد	گندم	۱/۲۹	۲۰۴	۱۴/۲	رس سیلتی
۳	موردراز	بویراحمد	گندم	۲/۷	۱۵۴	۳/۲	لوم‌رسی
۴	مهریان	بویراحمد	گندم	۰/۶۳	۷۵	۴	رسی
۵	پل زردک	بویراحمد	چغندر	۶/۶	۳۰	۵/۴	لوم‌سیلتی
۶	چنارستان	بویراحمد	یونجه	۲/۳۴	۷۸/۵	۵	لوم‌سیلتی‌رسی
۷	سرآب تاوه	بویراحمد	چغندر	۲/۴۱	۳۲	۲	رس سیلتی
۸	علی‌آباد	بویراحمد	یونجه	۱/۱۶	۱۱۳	۴/۷	رس سیلتی
۹	سروک	بویراحمد	چغندر	۲/۴۴	۲۷	۳/۴	رس سیلتی
۱۰	سروک	بویراحمد	چغندر	۱/۶۶	۳۴	۲/۴	رس سیلتی
۱۱	دشتروم	بویراحمد	چغندر	۱/۳۱	۴۷	۵/۲	رس سیلتی
۱۲	کُردلاغری	بویراحمد	گندم	۳/۸۲	۱۵۶	۳/۲	لوم‌سیلتی
۱۳	امامزاده‌جعفر	گچساران	یونجه	۰/۹۵	۳۵	۴/۲	لوم‌سیلتی
۱۴	امامزاده‌جعفر	گچساران	یونجه	۰/۵۸	۱۲۹/۵	۳/۶	لوم‌سیلتی
۱۵	امامزاده‌جعفر	گچساران	یونجه	۰/۲۷	۵۷/۵	۳	لومی
۱۶	امامزاده‌جعفر	گچساران	یونجه	۰/۸۱	۶۹	۳/۶	لومی
۱۷	امامزاده‌جعفر	گچساران	یونجه	۰/۹۵	۲۲۶	۳/۴	لوم سیلتی
۱۸	تلخاب‌شیرین	گچساران	یونجه	۰/۸۵	۳۴	۲/۳	لوم سیلتی

اندازه‌گیری دبی، فلوم WSC از نوع شماره ۳ بود که به روش اندازه‌گیری حجمی واسنجی شد و معادله واسنجی مربوطه به دست آمد.

برای تعیین رطوبت و بافت خاک، از اعماق ۲۰ - ۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰ - ۴۰ سانتیمتری خاک با توجه به مراحل مختلف رشد گیاهان و به تناسب گسترش و عمق ریشه آنها نمونه‌برداری به‌عمل آمد. گسترش و عمق نفوذ ریشه‌ها نیز با نمونه‌برداری به دست آمد.

ایستگاه‌بندی نوارها به فواصل ۵ یا ۱۰ متری انجام گرفت تا بتوان ابعاد نوار، شیب نوار و زمانهای پیشروی و پسروی در نوار را تعیین نمود. سپس با داشتن زمانهای پیشروی و پسروی برای ایستگاههای مختلف، فرصت زمان نفوذ در هر ایستگاه تعیین گردید.

معمولاً جریان ورودی و خروجی آب به نوار، از آغاز تا پایان آبیاری دارای تغییراتی بود که در دوره‌های مختلف زمانی از شروع آزمایش اعداد مربوط به اشل فلوم ورودی ثبت می‌گردید و در پایان برای فلوم خروجی نیز همین عمل صورت می‌گرفت. سپس با میانگین‌گیری از دبی‌های مربوط به اشل‌های قرائت شده در زمانهای متوالی و ضرب آنها در زمان حد فاصل، حجم آب ورودی به نوار یا خروجی از آن به‌دست می‌آمد. پس از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

گذشت ۲۴ تا ۴۸ ساعت از زمان خاتمه آبیاری، جهت تعیین درصد وزنی رطوبت در شرایط ظرفیت زراعی و همچنین تعیین جرم مخصوص ظاهری، از اعماق مختلف خاک در نقاط متفاوت نوار نمونه‌برداری به‌عمل می‌آمد. سپس با داشتن اطلاعات فوق و استفاده از فرمول‌های ذیل، ارقام شاخصهای مختلف بازده آبیاری نظیر ضریب یکنواختی کریستیانسن[1] (Cu)، بازده یکنواختی توزیع[2] (DUa)، بازده کاربرد آب[3] (Ea)، بازده ذخیره[4] (Es)، بازده کمبود یا مازاد[5] (Ed/e)، نسبت نفوذ عمقی[6] (DPR) و نسبت پایاب[7](TWR) محاسبه گردید (۱و۱۱):

$$Cu = ۱ - \frac{\Delta davg}{davg} \quad [۱]$$

$$DUa = \frac{\text{حداقل عمق آب نفوذ کرده در نوار}}{\text{میانگین عمق آب نفوذ کرده}} \times ۱۰۰ \quad [۲]$$

$$Ea = \frac{V_۱}{V_۱+V_۲+V_۴} \quad [۳]$$

$$Es = \frac{V_۱}{V_۱+V_۳} \quad [۴]$$

$$Ed/e = \frac{V_۱}{V_۱+V_۲+V_۳+V_۴} \quad [۵]$$

$$DPR = \frac{V_۲}{V_۱+V_۲+V_۴} \quad [۶]$$

$$TWR = \frac{V_۴}{V_۱+V_۲+V_۴} \quad [۷]$$

که در روابط بالا:

$V_۱$ = حجم آب ذخیره‌شده در عمق مورد نیاز

$V_۲$ = حجم‌آبی که به صورت فرونشت عمقی از عمق مورد نظر خارج شده است

$V_۳$ = کمبود حجمی آب در ناحیه ریشه

$V_۴$ = حجم آبی که به صورت رواناب از دسترس خارج شده است

davg = میانگین عمق آب نفوذ یافته به خاک

$\Delta davg$ = میانگین انحراف اعماق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف، از میانگین اعماق نفوذ

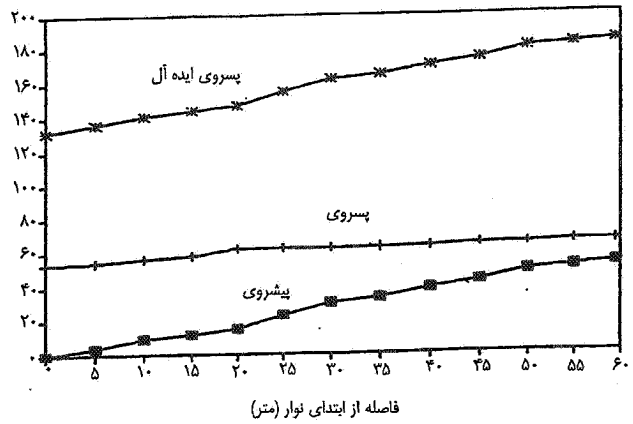
نتایج و بحث

با توجه به طیف وسیع تغییرات پارامترهای آبیاری در مزارع آزمایشی که توسط زارعین اعمال می‌گردد، حصول نتیجه‌ای مشترک در خصوص تأثیر هر کدام از این پارامترها امکان‌پذیر نیست و نتایج به طور کلی قابل بررسی است. به طور مثال، در شکلهای ۲ تا ۴ سه نمونه منحنی پیشروی، پسروی و پسروی ایده‌آل، که مربوط به مزارع با کدهای ۱، ۵ و ۱۴ و به ترتیب تحت کشت گندم، چغندرقند و یونجه بودند، ارائه شده است. منحنی پسروی ایده‌آل با استفاده از معادله نفوذ و عمق آب مورد نیاز آبیاری به دست آمده است. از مقایسه نمودارهای پسروی و پسروی ایده‌آل در این شکلها میزان «کم آبیاری» به خوبی نمایان است. برای نشان دادن کم آبیاری، پروفیل نفوذ آب برای یکی از این نوارها در شکل ۵ آمده است. ملاحظه می‌گردد که ابتدای نوار حدود ۳ سانتیمتر و انتهای نوار حدود ۶ سانتیمتر کمتر از مقدار نیاز آبیاری شده است. میزان SMD[8] (کمبود رطوبت خاک) حدود ۱۰/۴ سانتیمتر است. این کمبود رطوبت، با توجه به کمبود رطوبت مجاز[9] (MAD) که حدود ۶/۲ سانتیمتر است، نشان می‌دهد که گیاه به شدت تحت تنش کم‌آبی بوده است. بدیهی است کمبود رطوبت خاک، منحنی پسروی آب در نوار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر زمان آبیاری زیاد گردد نمی‌توان انتظار داشت که منحنی پسروی از همین روند موجود تبعیت کند (شکل ۲)، اما اگر فرض گردد که منحنی پسروی با افزایش زمان قطع جریان همین روند را دارد، برای جبران کمبود رطوبت خاک

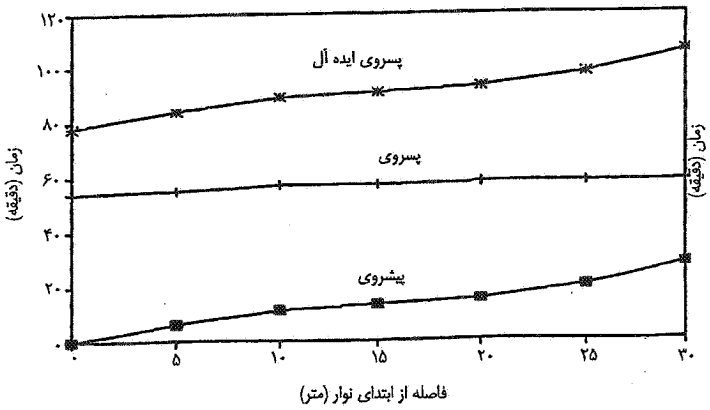
1- Christiansen coefficient of uniformity 2- Uniformity of distribution 3- Application efficiency
4- Storage efficiency 5- Deficit/Excess efficiency 6- Deep percolation ratio
7- Tail water ratio 8- Soil moisture deficit 9- Management allowable deficit

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

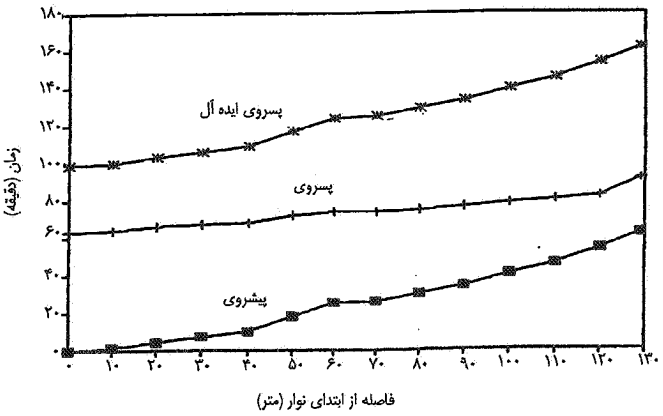
[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]



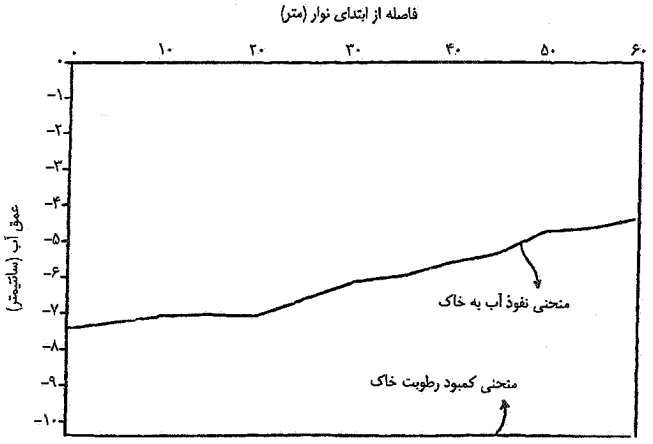
شکل ۲- منحنیهای پیشروی، پسروی و پسروی ایده‌آل برای یکی از مزارع گندم در شهرستان بویر احمد



شکل ۳- منحنیهای پیشروی، پسروی و پسروی ایده‌آل برای یکی از مزارع چغندر قند در شهرستان بویراحمد



شکل ۴- منحنیهای پیشروی، پسروی و پسروی ایده‌آل برای یکی از مزارع یونجه در شهرستان گچساران



شکل ۵- نیمرخ نفوذ آب در یکی از نوارهای مورد آزمایش

مقدار زیادی آب به صورت هرز آب سطحی و فرونشت عمقی از دست خواهد رفت. با توجه به این که شیب منحنی پیشروی‌آب در نوار زیاد است، با افزایش دبی این شیب کمتر خواهد شد و زمان فرصت نفوذ در نقاط مختلف به هم نزدیک‌تر می‌گردد و در نتیجه یکنواختی توزیع آب بیشتر خواهد شد. در همین حالت اگر قبل از آن که رطوبت خاک تا به این حد کاهش یابد آبیاری انجام گیرد، منحنی پسروی و پسروی ایده‌آل به هم نزدیک تر شده و آبیاری با مدیریت بهتری انجام خواهد گرفت. این حالت در مورد شکل ۴ نیز صادق است، با این تفاوت که انتهای نوار در این حالت بسته است و رواناب سطحی وجود ندارد. شکل ۳ مربوط به نواری است که دارای شیب طولی ۶/۶ درصد است. اصولاً این شیب برای آبیاری سطحی مناسب نیست زیرا پدیده شسته شدن خاک و رواناب زیاد را درپی خواهد داشت. در این حالت کاهش دبی جریان نیز سبب بهبود عملکرد آبیاری نمی‌گردد زیرا پخش یکنواخت رطوبت کاهش می‌یابد، به خصوص در این مزارع که دارای شیب عرضی غیریکنواخت می‌باشند.

جداول ۲ تا ۴ مقادیر شاخصهای مختلف مدیریت آبیاری در مزارع، در آبیاریهای اول تا سوم را نشان می‌دهند. ملاحظه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

جدول ۲ - ارقام شاخصهای مختلف بازده آبیاری در مزارع آزمایشی برای آبیاری اول

کد مزرعه	TWR (٪)	DPR (٪)	$E_{d/e}$ (٪)	E_s (٪)	E_a (٪)	DU_a (٪)	Cu (٪)
۱	۱/۵	۰	۵۸/۲	۵۸/۸	۹۸/۵	۷۲/۲	۸۷/۸
۲	۲/۳	۰	۷۴/۳	۷۵/۷	۹۷/۷	۶۲/۴	۶۷/۳
۳	۲۱/۵	۵/۳	۷۲/۱	۹۷/۹	۷۳/۳	۸۰/۴	۶۹/۲
۴	۱۷/۷	۰/۲	۸۱/۲	۹۸/۸	۸۲/۰	۹۵/۴	۹۲/۷
۵	۲۷/۳	۱۲/۸	۵۹/۹	۱۰۰	۵۹/۹	۹۲/۳	۷۵/۷
۶	۲/۲	۰	۸۰	۸۱/۴	۹۷/۸	۵۶/۸	۷۸/۶
۷	۱۰/۴	۰	۶۹/۷	۷۵/۸	۸۹/۶	۸۵/۷	۶۵/۱
۸	۱/۳	۰	۷۵/۵	۷۶/۲	۹۸/۷	۵۹/۷	۷۹/۴
۹	۱۹/۷	۲۰/۹	۵۹/۴	۱۰۰	۵۹/۴	۹۸/۳	۸۵/۲
۱۰	۰/۸	۱۶/۵	۸۲/۱	۹۹/۱	۸۲/۷	۷۰/۹	۸۱/۰
۱۱	۰	۰/۶	۹۳/۷	۹۴/۲	۹۹/۴	۹۰/۸	۸۲/۹
۱۲	–	–	–	–	۴۰/۸	–	۵۵/۹
۱۳	۰	۰	۸۹/۲	۸۹/۲	۱۰۰	۹۳/۱	۹۱/۴
۱۴	۵/۷	۰	۶۲/۹	۶۵/۴	۹۴/۳	۹۳/۹	۹۳/۳
۱۵	۰	۴/۳	۹۵/۷	۱۰۰	۹۵/۷	۹۵/۷	۸۹/۵
۱۶	۰	۰	۸۲/۹	۸۲/۹	۱۰۰	۸۶/۰	۷۶/۲
۱۷	۳/۵	۰	۵۵/۴	۵۶/۶	۹۶/۵	۶۰/۱	۷۸/۴
۱۸	۰	۰	۹۴/۳	۹۴/۳	۱۰۰	۹۷/۷	۹۸/۰

می‌گردد که رواناب این نوار (کد۵) در آبیاری اول ۲۷/۳ درصد و در آبیاری دوم ۴۲/۹ درصد است و این در حالی است که بازده ذخیره آن در آبیاری دوم ۷۵/۸ درصد می‌باشد. یعنی با وجود آن که رواناب زیادی موجود بوده، آبیاری کافی انجام نگرفته است. بنابراین بهترین راه حل جهت استفاده مفید از آب ضمن حذف این‌گونه معایب، قراردادن نوارها بر روی خطوط تراز و تراس‌بندی آنهاست. تسطیح این گونه اراضی به دلیل کم عمق بودن خاک، که ناشی از کوهستانی بودن منطقه است، انجام پذیر نیست. از آن‌جا که در اکثر موارد زارعین دارای قطعات کوچک زراعی هستند، استفاده از روش آبیاری بارانی به دلیل هزینه اولیه بالا توصیه نمی‌گردد. بدیهی است در مورد قطعات زراعی بزرگ و در صورتی که عملیات یکپارچه‌سازی اراضی در منطقه انجام گیرد، استفاده از روش آبیاری بارانی ممکن است مفید و قابل توصیه باشد. البته تعویض روش آبیاری تنها راه حل ممکن نیست و می‌توان ابعاد و شیب مزارع را نیز بهینه نمود.

همان‌گونه که جداول ۲ تا ۴ نشان می‌دهند مزارع مورد مطالعه دارای بازده کاربرد بالایی است که نشان‌دهنده ذخیره‌بخش قابل توجهی از آب آبیاری در ناحیه ریشه است. با این حال ممکن است آبیاری نوار کامل نباشد. به همین دلیل مقایسه‌ای بین عمق آب نفوذ یافته در نوار و کمبود رطوبت خاک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

جدول ۳ - ارقام شاخصهای مختلف بازده آبیاری در مزارع آزمایشی برای آبیاری دوم

کد مزرعه	TWR (٪)	DPR (٪)	$E_{d/e}$ (٪)	E_s (٪)	E_a (٪)	DU_a (٪)	Cu (٪)
۱	۲	۰	۶۱/۶	۶۲/۳	۹۸/۰	۷۱/۰	۸۱/۸
۵	۴۲/۹	۰	۴۸/۳	۷۵/۸	۵۷/۱	۸۴/۸	۸۲/۲
۶	۳/۳	۰	۷۲/۲	۷۴/۰	۹۶/۷	۷۸/۴	۸۰/۱
۷	۲۵/۳	۰	۶۳/۹	۸۱/۵	۷۴/۷	۸۷/۴	۹۰/۳
۸	۲/۹	۵/۴	۸۵/۰	۹۲/۱	۹۱/۷	۶۳/۱	۷۲/۵
۹	۴۷/۸	۰	۵۱/۲	۹۶/۵	۵۲/۲	۹۷/۴	۸۷/۷
۱۰	۳۳/۵	۰	۵۷/۹	۸۱/۷	۶۶/۵	۷۳/۶	۸۲/۱
۱۱	۰	۱۴/۱	۸۵/۹	۱۰۰	۸۵/۹	۸۷/۴	۸۵/۱
۱۳	۰	۰	۷۷/۷	۷۷/۷	۱۰۰	۹۰/۶	۹۳/۶
۱۴	۰	۰	۵۷/۱	۵۷/۱	۱۰۰	۸۱/۰	۷۵/۳
۱۵	۰	۰/۷	۸۹/۹	۹۰/۵	۹۹/۳	۷۹/۶	۸۲/۳
۱۶	۰	۵/۴	۹۱/۰	۹۶/۰	۹۴/۶	۸۱/۸	۸۹/۱
۱۷	۱/۴	۰	۶۵/۹	۶۶/۶	۹۸/۶	۶۱/۷	۷۳/۲
۱۸	۰	۰	۹۲/۱	۹۲/۱	۱۰۰	۹۹	۹۸/۲

قبل از آبیاری به عمل آمد. نمونه‌ای از این نتایج در شکل ۶ ارائه گردیده، که نشان می‌دهد در بیش از نیمی از موارد عمق آب نفوذ یافته (di) کمتر از کمبود رطوبت خاک قبل از آبیاری (SMD) است. چنین حالتی این مفهوم را می‌رساند که آبیاری کمتر از نیاز انجام گرفته است که این عمل «کم‌آبیاری» به عنوان یکی از تمهیدات شناخته شده در خصوص استفاده بهینه از آب مطرح است (۳و ۱۲). بازده آبیاری به تبع اعمال چنین روشی بالا خواهد بود.

در شکل ۷ مقادیر SMD و کمبود رطوبت مجاز(MAD) مورد مقایسه قرارگرفته است و نشان می‌دهد که اختلاف بین دو مقدار SMD و MAD قابل توجه می‌باشد که بیانگر آبیاری تنشی است. این روش به تنهایی می‌تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش اتلاف آب و افزایش بازده کاربرد آبیاری داشته باشد.

نحوه مصرف آب در آن دسته از نوارهای تحت کشت گندم که دارای ابعاد بزرگی بودند و اغلب در شب آبیاری می‌شدند، نتایجی کاملاً متفاوت به دست می‌دهد. آبیاری این مزارع به این نحو بود که هنگام غروب آب را روانه یک نوار کرده و در صبح روز بعد قطع می‌نمودند. از آن‌جا که انجام آزمایش در این گونه مزارع به طور کامل میسر نبود، تنها یک مزرعه (کد۱۲) به عنوان نمونه برای برآورد یکنواختی پخش و بازده کاربرد مورد آزمایش قرارگرفت. آب ورودی به نوار اندازه‌گیری شد و به علت فرارسیدن شب امکان اندازه‌گیری آب خروجی از نوار نبود. همان طور که در جدول ۲ آمده است بازده کاربرد آب در این نوار ۴۰/۸ درصد می‌باشد و این در حالی است که ضریب یکنواختی به دست آمده ۵۵/۹ درصد است که مقدار بسیار پایینی می‌باشد. علاوه بر این اگر نوار به موقع آبیاری می‌شد، یعنی در شرایطی که SMD به جای مقدار کنونی (۹/۵ سانتیمتر) به اندازه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

جدول ۴ - ارقام شاخصهای مختلف بازده آبیاری در مزارع آزمایشی برای آبیاری سوم

کد مزرعه	TWR (٪)	DPR (٪)	$E_{d/e}$ (٪)	E_s (٪)	E_a (٪)	DU_a (٪)	Cu (٪)
۵	۲۲/۹	۰	۴۹/۱	۵۷/۴	۷۷/۱	۷۵/۴	۶۷/۵
۶	۳/۳	۰	۶۰/۱	۶۱/۴	۹۶/۷	۷۰/۶	۷۱/۰
۷	۷/۲	۳۱/۶	۶۱/۱	۱۰۰	۶۱/۱	۸۵/۳	۸۸/۲
۸	۱/۸	۳۱/۷	۶۶/۵	۱۰۰	۶۶/۵	۷۲/۹	۸۶/۹
۹	۳۸/۰	۰	۴۳/۰	۵۸/۳	۶۲/۰	۹۶	۷۵/۱
۱۱	۰	۰	۸۰/۸	۸۰/۸	۱۰۰	۷۴/۵	۶۳/۵
۱۳	۰	۲۱/۵	۷۸/۵	۱۰۰	۷۸/۵	۸۸/۷	۸۲/۳
۱۴	۰	۰	۶۸/۰	۶۸/۰	۱۰۰	۸۶/۲	۷۱/۹
۱۵	۰	۲۶/۷	۷۳/۳	۱۰۰	۷۳/۳	۸۳/۸	۸۵/۷

MAD (۶/۱۸ سانتیمتر) بود، آنگاه از بروز تنش آبی جلوگیری می‌شد، ولی بازده کاربرد به ۲۶/۵ درصد تنزل پیدا می‌کرد. همچنین اگر در محاسبه MAD به جای ضریب تخلیه (f) حداکثر(۰/۶۵) ضریب رایج‌تر ۰/۵ فرض گردد، MAD به ۴/۸ سانتیمتر تنزل یافته و بازده کاربرد در شرایط بدون تنش به ۲۰/۴ درصد کاهش می‌یافت. بنابراین ضروری است که ضمن مدنظر قراردادن بازده کاربرد بالای به دست آمده، به چنین حالاتی که بازده کاربرد بسیار پایین بوده است توجه شود.

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، تغییرات ضریب یکنواختی کریستیانسن (Cu) متنوع و در اغلب مزارع شهرستان بویراحمد مقدار آن کم است، که عمدتاً به دلیل عدم تسطیح عرضی نوارها می‌باشد. به طور کلی مسطح نبودن نوارها در جهت عرض دو پیامد دارد: یا آن که کشاورز به طور مرتب جهت پخش یکنواخت آب در نوار وارد عمل شود، که این کار ضمن این که باعث صرف انرژی و وقت بیشتری از کشاورز می‌شود لطمات زیادی به گیاهان خصوصاً در ابتدای فصل رشد وارد می‌آورد، و یا آن که آب به تبع شیب و ناهمواریهای نوار در مسیری جاری شود، که این امر اغلب باعث کاهش شدید یکنواختی آب در تمام نوار، شستن خاک در مسیر جریان و گاهی غیریکنواخت سبزشدن گیاه در مزرعه می‌شود.

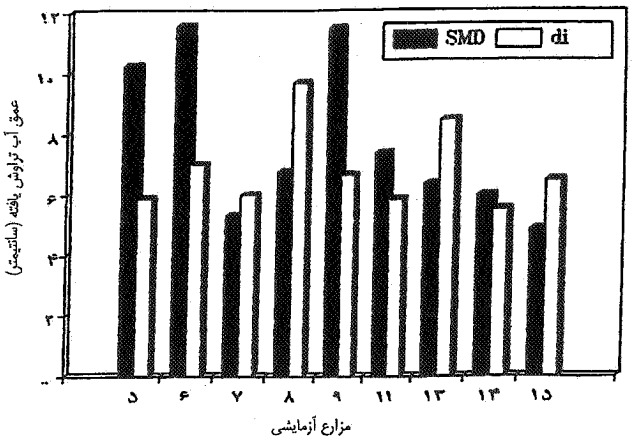
از بررسی ارقام جداول ۲ تا ۴ ملاحظه می‌شود که مقادیر DUa در اکثر مزارع مورد مطالعه بالا می‌باشد، که دلیل آن بالا بودن شیب مزارع و تقریباً موازی بودن نمودار پیشروی با نمودار پسروی است. در مورد مزارع گچساران، از آن جا که در اغلب موارد انتهای نوارها بسته بود، شیب منحنی پسروی در انتهای نوار افزایش یافت و تقریباً در توازی با منحنی پیشروی درآمد (برای مثال ، شکل ۴)، که خود موجب افزایش DUa گردید.

بایستی اذعان داشت که در بسیاری از موارد در شهرستان بویراحمد به سبب شیب زیاد اراضی، زمان قطع آبیاری کاهش یافته و عدم کفایت آبیاری را به همراه داشته است. برای رفع این مشکل، افزایش طول نوار تا حدودی می‌تواند موثر باشد و سبب افزایش عملکرد آبیاری گردد. اما آنچه مسلم است بالا رفتن کارایی سیستم آبیاری سطحی در این مناطق منوط به اعمال طرح و اجرای سیستم بر اساس اصول مهندسی است که با اتکا به پارامترهای مختلف مزرعه‌ای صورت می‌گیرد.

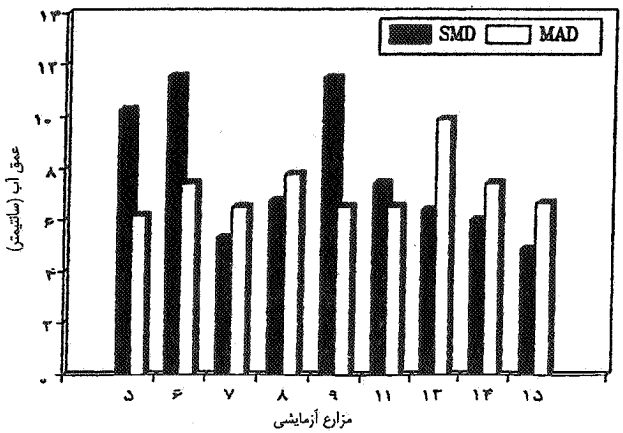
پراکنش ارقام شاخصهای به دست آمده از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر و از یک آبیاری به آبیاری دیگر، نشان داد که روند

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]



شکل ۶- تغییرات کمبود رطوبت خاک (SMD) و عمق آب نفوذ یافته (di) در مزارع آزمایشی برای آبیاری سوم



شکل ۷- تغییرات کمبود رطوبت خاک (SMD) و کمبود رطوبت مجاز (MAD) در مزارع آزمایشی برای آبیاری سوم

مدیریت زارعین بسیار متنوع است. این موضوع درجه اتکا به شاخصهای فوق را جهت دستیابی به نتیجه مشترک، در مقایسه با جاهایی که مزارع براساس طراحی و اعمال نظرهای کارشناسی از پیش تدوین شده بنیان نهاده شده‌اند، کمتر می‌نمایاند. در مورد این مزارع آنچه که توانایی قضاوت پیرامون مدیریت آبیاری را می‌دهد و بارزتر نیز هست، اختلاف زیاد بین SMD ، MAD و di می‌باشد. با توجه به روابط این سه عامل، قطعاً اعمال تنش آبی در مراحل مختلف رشد وجود داشته که تأثیر آن نهایتاً بر روی عملکرد محصول خواهد بود.

به طور خلاصه، نتایج مطالعه حاضر به شرح زیر است :

۱ - در شهرستان بویراحمد، در ۹۶ درصد موارد اندازه‌گیری شده، SMD به مقدار قابل توجهی بیشتر از MAD و در ۷۰ درصد موارد di کمتر از SMD بود. در شهرستان گچساران، در ۳۳ درصد آزمایشهای انجام شده SMD بیشتر از MAD و در ۷۴ درصد موارد di کمتراز SMD بود. به همین خاطر، عملیات آبیاری به خصوص در شهرستان بویراحمد در اغلب اوقات دیر هنگام بوده و کم آبیاری نیز صورت گرفته است. وجود این مشکلات ناشی از سه عامل زیر می‌باشد:

الف - عدم آگاهی زارعین از وضعیت رطوبتی خاک و تشخیص زمان مناسب آبیاری

ب - عدم تناسب میزان آب موجود یا استحصال شده با آب مورد نیاز برای سطوح زیرکشت

ج - ضعف برنامه‌ریزی آبیاری که منجر به اتلاف آب قبل از رسیدن به مزرعه می‌گردد

۲ - میانگین نسبتهای پایاب و فرونشت عمقی و همچنین بازده‌های کمبود - مازاد، ذخیره و کاربرد در نوارهای شهرستان بویراحمد به ترتیب برابر ۱۳/۴، ۵/۶ ، ۶۷/۷، ۸۳/۲ و ۸۱ درصد و در شهرستان گچساران ۰/۷، ۳/۹، ۷۴، ۸۲/۴ و ۹۵/۴ درصد است.

۳ - در شهرستان بویراحمد زیاد بودن شیب نوارها در بیشتر موارد باعث کاهش زمان قطع جریان ورودی و در نتیجه کم‌آبیاری گردیده است.

۴ - عدم تسطیح عرضی نوارهاباعث کاهش یکنواختی پخش آب در نوار، به خصوص در شهرستان بویراحمد گردیده، در حالی که به دلیل شیب طولی زیاد نوارهای منطقه، معمولاً نمودارهای پیشروی و پسروی تقریباً موازی هم بوده و تأثیر مثبت در یکنواختی پخش داشته است.

۵ - طول نوارها دارای تغییرات زیادی است، به این نحو که یا خیلی زیاد و یا خیلی کم در نظر گرفته شده است. در خیلی از موارد، کوتاهی طول نوار باعث کاهش زمان قطع جریان ورودی و طولانی بودن طول نوار باعث کاهش بازده یکنواختی توزیع (DUa) گردیده است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

توصیه‌هایی که می‌توان در خصوص بهبود مدیریت آبیاری در این مناطق نمود عبارتنداز :

۱ - انجام مطالعاتی در مورد نیاز آبی و دور آبیاری مناسب محصولات مختلف در منطقه، به منظور تعیین میزان آب مورد نیاز آبیاری.

۲ - استفاده از سیستم نواری در آبیاری چغندرقند، ضمن آن که منجر به اتلاف آب و کاهش عملکرد آبیاری گردیده است، در تضاد با اصول زراعت این گیاه نیز هست. بنابراین توصیه می‌شود سیستم فعلی‌آبیاری این گیاه به سیتسم آبیاری شیاری تغییر یابد. ضمناً چون شیب مزارع تحت کشت چغندرقند زیاد می‌باشد لازم است شیارها در جهت شیب کمتر یا بر روی خطوط تراز احداث شوند.

۳ - در شهرستان بویراحمد به دلیل این‌که شیب مزارع معمولاً زیاد است چنانچه وسعت قطعات زراعی محدودیت نداشته باشد، ممکن است استفاده از سیستم بارانی روش مناسبی باشد.

۴ - برنامه‌ریزی آبیاری با کاهش دور آبیاری در مراحل حساس رشد گیاه، به نحوی که کمبود رطوبت خاک تأمین‌شود، می‌تواند موجب بهبود عملکرد آبیاری گردد.

۵ - از آن‌جا که شهرستان بویراحمد سردسیری و دارای تبخیر و تعرق کم می‌باشد و اراضی منطقه معمولاً شیب زیاد و عمق خاک کمی دارند، پیشنهاد می‌شود جهت استفاده از آب از حدود پایین دور و عمق آبیاری استفاده شود. در شهرستان گچساران که این مشخصات را نداشته و تبخیر و تعرق شدید است، پیشنهاد می‌شود حدود بالای دور و عمق آبیاری در مدیریت آبیاری اعمال گردد.

منابع مورد استفاده

۱ - آبسالان، ش. ۱۳۷۶. ارزیابی راندمان‌های سیستم آبیاری نواری در استان کهگیلویه و بویراحمد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۸ صفحه.

۲ - اسدی، ا.، ش. اشرفی، ج. باغانی، ح. ریاحی، ت. سهرابی، ح. طایفه رضایی، ف. عباسی، ع. کشاورز، ع.ر. مأمن‌پوش و ع. میان آبی. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد روشهای آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، ص ۴۰-۳۰.

۳ - خیرابی، ج.، س.ا. اسدالهی، م.ر. انتصاری، ع.ر. توکلی و ع.ر. سلامت. ۱۳۷۵. کم آبیاری تنظیم‌شده، اهمیت و ضرورت آن در شرایط ایران. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. وزارت نیرو، ص ۲۹۰-۲۷۱.

۴ - زهتابیان، غ.ر. ۱۳۷۳. علل پایین بودن راندمان آبیاری در منطقه ورامین. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، وزارت نیرو، مقاله شماره ۲۱، ص ۲۴-۱.

۵ - شماعی، غ.ر.، ف. موسوی و ب. مصطفی زاده. ۱۳۷۵. ارزیابی راندمان‌های سیستم آبیاری شیاری در اراضی یکپارچه و پراکنده استان چهار محال و بختیاری. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، وزارت نیرو، ص ۱۵۹-۱۴۹.

۶ - طاهری، ک. ۱۳۴۳. مطالعه میزان آب مصرفی و راندمان آبیاری مزرعه گندم در باجگاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۷۷ صفحه.

۷ - فاطمی، م. و ا. شکرالهی. ۱۳۷۲. ارزیابی بازدهی آبیاری در شبکه آبیاری دز. مجموعه مقالات ششمین سمینارکمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. وزارت نیرو، ص ۸۵-۷۲.

۸ - کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۵۵. نشریه سالانهٔ آبیاری و زهکشی، انتشارات وزارت نیرو، ۲۱۵ صفحه.

۹ - مصطفی زاده، ب. و ف. موسوی. ۱۳۷۵. آبیاری سطحی : تئوری و عمل (ترجمه). نوشته و. آر. واکر و اسکوگربو، گ.، انتشارات فرهنگ جامع، ۴۸۹صفحه.

10 - Alabaza, A.A. and D.D. Fangmeier. 1995. Hydrograph shape and border irrigation efficiency. ASCE, J. Irrig. and Drain. Eng. 121(6): 452 - 457.

11- Blair, A.W. and E.T. Smerdon. 1988. Unimodal surface irrigation efficiency. ASCE, J. Irrig. and Drain.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]

Div. 114(1): 156 - 168.

12- Cohen, Y., Z. Plaut, A. Meiri and A. Hadas. 1997. Deficit irrigation of cotton for increasing groundwater use in clay soils. Agron. J. 87(5): 808 - 814.

13- Elliott, R.L., D. Nelson , J.C. Loftic and W. E. Hart. 1980. Comparison of sprinkler uniformity models. ASCE, J. Irrig. and Drain. Div. 106(4): 321 - 330.

14- Hansen, V. E., O. W. Israelsen and G. E. Stringham. 1980. Irrigation Principles and Practices. John Wiley and Sons, Inc., New York.

15- Hart, W. E., G. Peri and G.V. Skogerboe. 1979. Irrigation performance: an evaluation. ASCE, J. Irrig. and Drain. Div. 105(3): 275 - 288.

16- Karmeli, D. 1978. Distribution patterns and losses for furrow irrigation. ASCE, J. Irrig. and Drain. Div. 104(1): 59 - 68.

17- Marinus, G. 1979. Standards for irrigation efficiencies of ICID. ASCE, J. Irrig. and Drain. Div. 105(1): 37 - 43.

18- Merriam J. L. and J. Keller. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management. Dept. of Agric. and Irrig. Eng., Utah State Univ., Logan, Utah.

19- Smerdon, E. T. and L. J. Glass. 1965. Surface irrigation water - distribution efficiency related to soil infiltration. Trans. ASAE, 8(1): 76 - 78 , 82.

20- Sohrabi, T. and A. Keshavarz. 1994. Surface irrigation system evaluation under farmers management. Proc. XII Congress on Agric. Eng., Milano, Italy.

21- Walker, W. R. 1979. Explicit sprinkler irrigation uniformity: efficiency model. ASCE, J. Irrig. and Drain. Div. 105(2): 129 - 136.

22- Willardson, L. S. 1972. Attainable irrigation efficiencies. ASCE, J. Irrig. and Drain. Div. 108(1): 57 - 74.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.2.2]