



بررسی عوامل موثر در برنامه‌ریزی آبیاری گندم در استان البرز

حسین جعفری^{۱*}، نیازعلی ابراهیمی‌پاک^۲ و آرش تافته^۳

^{۱*} - استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. (نویسنده

مستول). Jafari52_h@yahoo.com

^۲ - دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

^۳ - استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

چکیده:

برنامه‌ریزی آبیاری گندم با بیش از دو میلیون هکتار سطح زیرکشت در کشور بیشترین نقش در مدیریت مصرف آب دارد. با عنایت به تاثیر خاک و مدیریت آبیاری در برنامه‌ریزی آبیاری، تاثیر این دو عامل در برنامه‌ریزی آبیاری گیاه گندم در استان البرز مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور برنامه‌ریزی آبیاری گندم در سه خاک لوم، لوم‌شنی و لوم‌رسی و با سه راندمان کاربرد آب آبیاری متناظر در سامانه ثقلی برآورد شد. نتایج نشان داد که تفاوت در بافت خاک مزرعه حجم آب آبیاری را تغییر نمی‌دهد اما تعداد آبیاری در خاک‌های لوم شنی بیشتر از خاک لوم و لوم رسی بود. بر این اساس حجم آب مورد نیاز در سه خاک لوم‌شنی، لوم و لوم‌رسی به ترتیب ۷۹۸۷، ۷۵۳۷ و ۷۹۸۸ مترمکعب در هکتار اما تعداد آبیاری در این سه خاک به ترتیب ۱۰، ۸ و ۷ نوبت بود. بر خلاف خاک مزرعه، راندمان کاربرد آب آبیاری هم حجم آب آبیاری و هم تعداد و مدار آبیاری را تغییر داد به طوری که در سه خاک لوم‌شنی، لوم و لوم‌رسی با راندمان به ترتیب ۳۰، ۴۶ و ۴۵ درصد، حجم آب مورد نیاز به ترتیب ۱۲۲۴۷، ۷۵۳۷ و ۸۱۸۸ مترمکعب در هکتار و تعداد آبیاری در این سه خاک به ترتیب ۱۰، ۸ و ۷ نوبت بود.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی آبیاری، حجم آب آبیاری، دور آبیاری، خاک و راندمان آبیاری

مقدمه

برنامه‌ی صحیح و دقیق آبیاری به طوری گیاهان دچار تنش رطوبتی نشوند و مانع هدررفت آب شود، از اولویت بالا برخوردار است. هدف برنامه‌ریزی آبیاری به حداکثر رساندن کارایی آبیاری با بکار بردن مقدار دقیق آب مورد نیاز محصول و رساندن رطوبت خاک به حد مطلوب است (Hillel, 1990).

اقحوانی شجری و همکاران (۲۰۲۰) اثر مدیریت آبیاری و بافت خاک در بهبود گل و عملکرد بانه زعفران را مورد بررسی قرار دادند و انتخاب یک بافت خاک متوسط و دور آبیاری کم را عاملی مؤثر برای ارتقای کارایی مصرف آب قلمداد کردند (Aghhavan Shajari et al., 2020). به منظور بررسی تأثیر دور آبیاری بر خصوصیات ظاهری، اجزای عملکرد، عملکرد و درصد روغن گیاه گل مغربی آزمایشی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در سال ۱۳۹۸ در سه تیمار با دور آبیاری ۷، ۱۰ و ۱۴ روز انجام شد. نتایج نشان داد، بیشترین مقدار اجزای عملکرد، عملکرد دانه (۱۹۲۱ کیلوگرم در هکتار)، درصد روغن (۰.۷۳) و عملکرد روغن در هکتار (۲۷۵ کیلوگرم در هکتار) از اعمال تیمار آبیاری ۱۰ روز حاصل شد. در تغییر دور آبیاری از ۷ روز به ۱۰ روز و افزایش دور آبیاری از ۱۰ روز به ۱۴ روز کاهش تمامی صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شده را به همراه داشت. در بسترهای کشت حاوی خاک بافت ریز به دلیل افزایش سطح جانبی ذرات تشکیل دهنده خاک به واحد وزن آن‌ها سبب بهبود شرایط رشدی مساعدتری در آبیاری ۱۰ روز نسبت به آبیاری ۷ روز شد. بنابراین در شرایط آب و هوایی مشهد استفاده از دور آبیاری ۱۰ روز بهره‌وری آب در گیاه گل مغربی را افزایش می‌دهد (کاخکی و همکاران، ۱۳۹۹).

دهقان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب در مزارع تحت آبیاری گندم در دشت نیشابور با نتیجه گرفتند که در صورت اصلاح برنامه‌ریزی آبیاری، عملکرد محصول به میزان ۱۴ درصد افزایش می‌یابد. همچنین آنها بیان داشتند که در صورت برنامه‌ریزی صحیح آبیاری، ضمن کاهش آب مصرفی، شاخص کارایی مصرف آب آبیاری ۲۱



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



درصد افزایش می‌یابد. عزیزی زهان و همکاران (۱۳۹۸) در برنامه‌ریزی آبیاری گل‌رز برای کلاس‌های مختلف بافت خاک در سه منطقه محلات، اراک و ورامین دریافتند که در شرایط مشابه، تعداد آبیاری در خاک‌های با بافت سبک زیاد و بیش از سه برابر خاک‌های سنگین و در اقلیم‌های گرم‌تر، تعداد آبیاری بیشتر از اقلیم‌های معتدل سرد بود. مقدار حداکثر و متوسط هیدرومُدول آبیاری برای شرایط آبیاری کامل در ورامین، اراک و محلات به ترتیب ۱/۲، ۱/۴، ۱/۱ و ۰/۶۷، ۰/۸۵ و ۰/۶۴ لیتر در ثانیه در هکتار بود. آنها دور و عمق آب آبیاری گل‌رز را در قالب اپلیکیشن تهیه و در اختیار عموم کشاورزان قرار دادند. همچنین ۳۸ آبیاری در ورامین و ۲۶ آبیاری در اراک در بافت لوم ارائه دادند. در این تحقیق بیشترین فاصله آبیاری در خاک رسی (۳۰ بار) و کمترین دور آبیاری در خاک لومی (۹۴ بار) برای طول دوره رشد ۲۴۵ روز در محلات به دست آمد. جعفری و غالبی (۱۳۹۷) در قالب یک اپلیکیشن کاربردی برنامه‌ریزی آبیاری گیاه گندم را در سراسر کشور محاسبه کردند. این برنامه بر اساس داده‌های کتاب نیاز آبی گیاهان عمده زراعی و باغی کشور و به صورت غیربرخط (Off line) تهیه شد که پیشنهاد کردند برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان زراعی و باغی به صورت برخط انجام شود. این اپلیکیشن تاریخ آبیاری، عمق آب آبیاری و مدت زمان آبیاری را ارائه می‌داد و در صورت داشتن حقبانه، توصیه‌های لازم را به بهره‌بردار انجام می‌داد. با عنایت به تحقیقات صورت گرفته برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان زراعی و باغی باعث کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب می‌شود. بر این اساس به دلیل کمبود آب، تعیین برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان زراعی و باغی در سراسر کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. تحلیل و بررسی هر یک از عوامل موثر بر برنامه‌ریزی آبیاری گندم، نظیر خاک مزرعه و راندمان کاربرد آب آبیاری که از اهمیت بیشتری برخوردار است سبب شد که از داده‌های کمکی که بهره‌بردار وارد سامانه نیازآب می‌کند استفاده شود. بنابراین در مجموع نتایج برنامه‌ریزی آبیاری و تحلیل هر یک از عوامل موثر بر برنامه‌ریزی آبیاری گندم در استان البرز در سه خاک لوم (دریافت شده از بانک داده سامانه) لوم‌رسی و لوم شنی و سه راندمان کاربرد آب آبیاری از اهداف این گزارش می‌باشد.

روش تحقیق:

در پروژه حاضر برنامه‌ریزی آبیاری برای شرایط بهینه بر اساس شرایط حاکم بر مزرعه از قبیل خاک مزرعه و مدیریت آبیاری تعیین گردید. برای برنامه‌ریزی آبیاری نیاز به مشخص شدن نوع گیاه، زمان کاشت تا برداشت، نوع سامانه آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، ویژگی خاک و عمق توسعه ریشه در طول فصل رشد در راندمان‌های مختلف بود. این داده‌ها بر اساس میانگین داده‌های درازمدت (مثلاً ۱۰ ساله) از بانک داده سامانه نیاز آبی فراخوان و با محاسبه دور و عمق آب آبیاری در طول فصل رشد گندم در سامانه آبیاری ثقلی، در سه خاک مختلف با راندمان‌های مختلف، تاثیر خاک مزرعه و راندمان کاربرد آب آبیاری بر برنامه‌ریزی آبیاری تحلیل و بررسی شد. آب مصرفی در اولین آبیاری گیاه گندم که برای سبز کردن و استقرار گیاه انجام می‌شود (خاکاب)، به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد آن در محاسبات وارد نشد.

تحلیل و بررسی تاثیر خاک مزرعه و راندمان کاربرد آب آبیاری در برنامه‌ریزی آبیاری، بر اساس سه نوع بافت خاک مندرج در جدول ۱ با درصد حجمی رطوبت و راندمان‌های کاربرد آب آبیاری متناظر انجام شد.

جدول ۱- درصد حجمی رطوبت برای خاک موجود در بانک اطلاعات و وارد شده به سامانه نیازآب توسط کشاورز

بافت خاک	لوم شنی	لوم (ارائه شده توسط سامانه نیازآب)	لوم رسی
درصد حجمی رطوبت mm/m	۱۲۰	۱۵۳/۳	۱۹۰
راندمان کاربرد آب آبیاری	۳۰	۴۶	۴۵

عمق ریشه گندم متناسب با طول فصل رشد از بانک داده سامانه نیازآب فراخوان و بر اساس عمق ریشه و ویژگی‌های خاک، مقدار عمق آب آبیاری خالص یا d_n با استفاده از رابطه (۱) برآورد شد.

$$d_n = (FC - PWP) \times MAD \times Zr \quad (1)$$

Zr در این رابطه عمق توسعه ریشه (mm)، MAD ضریب تخلیه مجاز رطوبتی، PWP رطوبت در نقطه پژمردگی دائم (mm/m) و FC رطوبت در حد ظرفیت زراعی (mm/m) در این رابطه MAD برای محصول گندم ۰/۵ در نظر گرفته شود. سپس با استفاده از رابطه (۲) دور آبیاری ماکزیمم برآورد و اصلاحات لازم انجام شد:



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



$$f = \frac{d_n}{ET_a} \quad (2)$$

سامانه نیازآب از رابطه ۳ عمق ناخالص آب آبیاری بر حسب میلی-متر بر دور آبیاری بر اساس راندمان کاربرد آب آبیاری (E_a) برآورد گردید.

$$I_g = \frac{I_n}{E_a} \quad (3)$$

مقدار آب مصرفی در هر نوبت آبیاری مطابق مساحت هر مزرعه بر حسب متر مکعب در هکتار بیان شد با مشخص شدن برنامه ریزی آبیاری در طول فصل رشد، با جمع نمودن مقدار آب آبیاری در هر نوبت آبیاری، مقدار آبی که سالانه در اختیار گیاه گندم قرار می‌گیرد در هر خاک و با هر راندمان کاربرد از زمان کاشت (اول آبان) تا زمان برداشت (۱۰ تیر)، تعیین و تحلیل لازم صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج برنامه ریزی آبیاری گندم در سه خاک لوم‌شنی، لوم و لوم‌رسی با بارش و راندمان آبیاری یکسان (جدول ۲، ۳ و ۴) نشان داد که در استان البرز حجم آب آبیاری برای آبیاری یک هکتار گندم در طول فصل رشد، به ترتیب ۷۵۳۷، ۷۹۸۸ و ۷۹۸۷ مترمکعب بود و نشان داد که بافت خاک تأثیری بر مقدار حجم آب آبیاری ندارد اما تعداد دفعات آبیاری در طول فصل رشد را تغییر می‌دهد و هر چه خاک سبک‌تر گنجایش زراعی آن کمتر و تعداد دفعات آبیاری در یک فصل رشد بیشتر است و بالعکس. گنجایش زراعی خاک لوم‌شنی، لوم و لوم‌رسی به ترتیب ۱۲۰، ۱۵۳ و ۱۹۰ میلی‌متر بر متر است و با این گنجایش، تعداد آبیاری در یک فصل رشد برای گندم در استان البرز برای این سه خاک به ترتیب ۱۰، ۸ و ۷ بار حاصل شد. عزیزی‌زهان همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی دریافته‌اند که تعداد آبیاری در خاک سبک بیشتر از خاک سنگین است.

جدول ۲- برنامه ریزی آبیاری گیاه گندم در استان البرز در سامانه آبیاری ثقلی در خاک لوم

تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه	تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه
بارش کفایت آبیاری				۲۶ اردیبهشت	۱۰۷۷	۹	۳۷/۵
۱ فروردین	۶۱۳	۲۰*	۲۶	۵ خرداد	۱۱۳۴	۹	۴۰
۱۶ فروردین	۷۵۲	۱۵	۲۹	۱۵ خرداد	۱۲۳۹	۱۰	۴۲
۲۷ فروردین	۸۰۰	۱۱	۳۱	۲۰ روز قبل از برداشت آبیاری نمی‌شود			
۷ اردیبهشت	۹۱۲	۱۰	۳۳	تعداد آبیاری			
۱۷ اردیبهشت	۱۰۱۰	۱۰	۳۵/۵	کل آب مصرفی			۷۵۳۷ m ³ /ha
				تعداد آبیاری			۸

*اصلاح شده

جدول ۳- برنامه ریزی آبیاری گیاه گندم در استان البرز در سامانه آبیاری ثقلی در خاک لوم‌رسی

تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه	تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه
بارش کفایت آبیاری				۸ خرداد	۱۴۷۵	۱۲	۴۱
۱ فروردین	۷۵۰	۲۰	۲۶	۲۰ خرداد	۱۵۷۵	۱۳	۴۳
۱۹ فروردین	۸۰۸	۱۸	۳۰	۲۰ روز قبل از برداشت آبیاری نمی‌شود			
۲ اردیبهشت	۹۱۵	۱۳	۳۲	تعداد آبیاری			
۱۴ اردیبهشت	۱۱۴۰	۱۳	۳۵	کل آب مصرفی			۷۹۸۸ m ³ /ha
۲۶ اردیبهشت	۱۳۲۵	۱۲	۳۷	تعداد آبیاری			۷

جدول ۴- برنامه ریزی آبیاری گیاه گندم در استان البرز در خاک لوم‌شنی

تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه	تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه
بارش کفایت آبیاری				۳۰ اردیبهشت	۹۵۰	۷	۳۸
۲۸ اسفند	۵۱۸	۲۰*	۲۳	۷ خرداد	۹۸۵	۷	۴۰



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



۴۲	۸	۱۰۳۸	۱۵ خرداد	۲۸	۱۵	۵۹۱	۱۲ فروردین
				۳۰	۱۰	۶۶۳	۲۲ فروردین
			۲۰ روز قبل از برداشت آبیاری نمی‌شود	۳۲	۸	۷۰۱	۳۰ فروردین
			تعداد آبیاری	۳۳	۸	۷۹۷	۸ اردیبهشت
			کل آب مصرفی	۳۵	۸	۸۴۴	۱۶ اردیبهشت
	۱۰	۷۹۸۷ m ³ /ha		۳۶	۷	۹۰۰	۲۳ اردیبهشت

نتایج ارزیابی راندمان کاربرد آب آبیاری بر دور و عمق آب آبیاری گندم در استان البرز، در سه خاک با بافت لوم، لوم‌شنی و لوم‌رسی با راندمان کاربرد به ترتیب ۴۶، ۳۰ و ۴۵ درصد در جداول ۲، ۵ و ۶ ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری تأثیری بر تعداد دفعات آبیاری در طول فصل رشد ندارد اما حجم آب آبیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به طوری که با ۱۶ درصد کاهش راندمان کاربرد آب آبیاری در خاک لوم‌شنی نسبت به خاک لومی، ۴۲۶۰ مترمکعب در هکتار حجم آب آبیاری افزایش یافت (جدول ۲ و ۶). اما کاشت گندم در خاک لوم‌شنی و لوم‌رسی با راندمان آبیاری مشابه، تغییری در حجم آب آبیاری ایجاد نکرد (جدول ۳ و ۴). بنابراین بر خلاف بافت خاک مزرعه، راندمان کاربرد آب آبیاری باعث تغییر در مقدار حجم آب آبیاری گندم گردید از این رو برای مدیریت مصرف آب راندمان کاربرد آب آبیاری از اهمیت بیشتری نسبت به بافت خاک مزرعه برخوردار است. تغییر در سامانه آبیاری از ثقلی به تحت فشار با هدف افزایش راندمان کاربرد آب آبیاری برای دستیابی به این هدف است.

جدول ۵- برنامه ریزی آبیاری گیاه گندم در استان البرز در سامانه آبیاری ثقلی در خاک لوم‌رسی با راندمان ۴۵٪

تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه	تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه
بارش کفایت آبیاری				۸ خرداد	۱۵۰۸	۱۲	۴۰
۱ فروردین	۷۶۷	۲۰	۲۵	۲۰ خرداد	۱۶۱۰	۱۳	۴۳
۱۹ فروردین	۸۲۶	۱۸	۲۹	۲۰ روز قبل از برداشت آبیاری نمی‌شود			
۲ اردیبهشت	۹۳۵	۱۳	۳۲	تعداد آبیاری			
۱۴ اردیبهشت	۱۱۶۵	۱۳	۳۵	کل آب مصرفی	۸۱۸۸ m ³ /ha		۷
۲۶ اردیبهشت	۱۳۵۴	۱۲	۳۷				

جدول ۶- برنامه ریزی آبیاری گیاه گندم در استان البرز در خاک لوم‌شنی با راندمان ۳۰٪ در سامانه آبیاری ثقلی

تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه	تاریخ آبیاری	عمق	دور	عمق ریشه
بارش کفایت آبیاری				۲۳ اردیبهشت	۱۳۸۰	۷	۳۷
۲۸ اسفند	۷۹۴	۲۰*	۲۵	۷ خرداد	۱۵۱۰	۷	۳۹
۱۲ فروردین	۹۰۶	۱۴	۲۷	۷ خرداد	۱۵۱۰	۷	۳۹
۲۲ فروردین	۱۰۱۷	۱۰	۳۰	۱۵ خرداد	۱۵۹۲	۸	۴۲
۳۰ فروردین	۱۰۷۵	۸	۳۲	۲۰ روز قبل از برداشت آبیاری نمی‌شود			
۸ اردیبهشت	۱۲۲۲	۸	۳۴	تعداد آبیاری			
۱۶ اردیبهشت	۱۲۹۴	۸	۳۵	کل آب مصرفی	۱۲۲۴۷ m ³ /ha		۱۰



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



فهرست منابع

- ابراهیمی پاک، ن. ع.، تافته آ.، حسینی، س.ن. و کیخا، ف. ۱۴۰۱. سیستم نیازآب. موسسه تحقیقات خاک و آب. <http://swri.ir>.
- جعفری، ح. و غالبی، س. ۱۳۹۷. برنامه ریزی آبیاری برای گندمیان مهم در مناطق مختلف کشور. شماره ثبت، ۵۵-ا.پ. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. تالار ترویج.
- دهقان، ه.، علیزاده، ا.، انصاری، ح. و س. ا. حقایقی مقدم. ۱۳۹۲. بررسی شاخص های بهره‌وری آب در مزارع تحت آبیاری گندم (مطالعه موردی: دشت نیشابور). مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۲(۵). ص. ۲۷۵-۲۶۳.
- عزیزی زهان، ع.ا.، س. م. بنی جمالی، م. شهابی فر، س. پورمنصور، ر. رضوی و س. رفعت پور. ۱۳۹۸. برنامه ریزی آبیاری گل رز برای کلاس های مختلف بافت خاک در فضای باز. شانزدهمین کنگره علوم خاک. دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۹۸. ۶ صفحه.
- کاخکی، س. ف. ف.، جلینی، م.، رضوانی، ح.، گلدانی، م. ۱۳۹۹. اثر دور آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و روغن دانه گیاه گل مغربی در شرایط مزرعه. نشریه آب و توسعه. شماره ۳، صفحات ۷۳-۸۲.
- Aghhavan Shajari, M.A., Moghaddam, P.R., Ghorbani, R., and Koocheki, A. 2020. The possibility of improving saffron (*Crocus sativus* L.) flower and corm yield through the irrigation and soil texture managements. *Scientia Horticulturae* 271: 109485. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109485>.
- Hillel, D. 1990. Role of irrigation in agricultural system. In B.A. Stewart et al.(ed.). *Irrigation of agricultural crops*. *Agronomy* 30: 5-30.