بررسی تغییرات نفوذ عمقی در یک ترانسکت از اراضی شالیزاری در طول دوره کشت

سید محسن موسوی[۱*]، عبدالرحیم هوشمند[۱]، سعید برومندنسب[۱] و محمدرضا یزدانی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۱)

چکیده

شیوه مرسوم آبیاری برنج در ایران همانند بیشتر نقاط دنیا آبیاری غرقاب دائم می‌باشد که نیازمند مقدار زیادی آب است. کمبود آب در سال‌های اخیر و ناکارامدی سیستم‌های تأمین و توزیع و مدیریت آبیاری لزوم استفاده بهتر از آب و بالا بردن راندمان مصرف آن را افزایش داده است. بدین منظور، آگاهی از میزان تلفات آب در شالیزارها ضروری است. نفوذعمقی در ۴ منطقه از شالیزارهای شهرستان صومعه‌سرا در استان گیلان و در هر منطقه در ۷ نقطه از آن با استفاده از رینگ‌های ته‌باز و ته‌بسته اندازه‌گیری شد. این نقاط براساس واحدهای مختلف فیزیوگرافی انتخاب شدند. هم‌چنین متوسط نفوذعمقی این نقاط در طول فصل پایش گردید. اندازه‌گیری‌ها دو بار در هفته انجام شد. نتایج نشان داد که نفوذ عمقی در طول فصل یکسان نیست و بسته به شرایط می‌تواند مثبت و یا حتی منفی نیز باشد. مهم‌ترین عوامل در تغییرات نفوذ عمقی، نشت جانبی (ازمزارع مجاور) و بالا بودن سطح آب زیرزمینی معلق در شالیزاها بودند.

واژه‌های کلیدی: برنج، نفوذ عمقی، آب آبیاری، سطح آب زیرزمینی معلق

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، استادیار و استاد آبیاری و زه‌کشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mousavi_sm62@yahoo.com

مقدمه

در حدود ۷۹ میلیون هکتار از شالیزارهای اراضی پست (Lowland) تحت آبیاری، ۷۵ درصد از کل برنج تولیدی دنیا را تولید می‌کنند. در اراضی پست، برنج به صورت سنتی در مزارع مرزبندی شده از زمان استقرار گیاه تا نزدیک برداشت محصول پیوسته در شرایط غرقاب رشد می‌کند. برآوردها نشان می‌دهد این اراضی ۴۳-۳۴ درصد از کل آب آبیاری دنیا، یا ۳۰-۲۴ درصد از کل آب شیرین دنیا را دریافت می‌کند (۶). بسته به شرایط فیزیکی خاک، نشت و نفوذ عمقی می‌تواند از ۱ تا ۲۰ میلی‌متر در روز تغییر کند (۱۱). در ایران در منطقه گیلان، هِرو مقدار تلفات عمقی را پس از نشا به دست آورده، که محدوده آن برای منطقه فومن بین ۱/۹ تا ۴/۲ میلی‌متر در روز و برای جلگه سفیدرود حدود ۹ میلی‌متر در روز بوده است (۱). رضوی‌پور و یزدانی (۳) تلفات عمقی را در رشت طی سه سال متوالی به وسیله رینگ‌های ته باز و ته بسته به قطر داخلی ۵۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری نمودند. متوسط ارقام به دست آمده در این منطقه در حدود ۱/۷۹ تا ۲/۷۱میلی‌متر در روز با دامنه تغییرات ۳/۱۰-۱/۱۸ بود. مطالعه رضوی‌پور (۲) روی خاک‌های مختلف در پهنه شبکه آبیاری سپیدرود نشان می‌دهد که نفوذپذیری خاک‌های گیلان را می‌توان در چهار کلاس نفوذ براساس مقدار رس تقسیم‌بندی نمود که عبارت‌اند از : نفوذ عمقی بسیار زیاد (نفوذ ۷/۳ میلی‌متر در روز)، نفوذ عمقی زیاد (نفوذ ۵/۴ میلی‌متر در روز)، نفوذ عمقی متوسط (نفوذ ۳/۲ میلی‌متر در روز) و نفوذ عمقی کم (نفوذ ۱/۵ میلی‌متر در روز).

کامیاب (۴) تغییرات مکانی سرعت نفوذ آب دریک کرت در بافت‌های مختلف را در استان گیلان مورد بررسی قرار داد. نتایج سرعت نفوذ نهایی آب به خاک نشان داد که این مقادیر در مکان‌های مختلف اختلاف زیادی با هم دارند. نتایج سرعت نفوذ نهایی در مرکز کرت در چهار بافت رسی، رس سیلتی، لوم و لوم رسی به ترتیب عبارت از ۱/۳، ۰/۳، ۴/۰ و ۷/۳ میلی‌متر در روز بود. ویکهام مقدار نشت و نفوذ عمقی ۰ تا ۲ میلی‌متر بر روز را در خاک‌های با رس انبساط‌پذیر آبرفتی در فیلیپین گزارش نمود (۷). ویکهام و سینگ با بررسی داده‌های جمع‌آوری شده توسط کامپن(۱۹۷۰)، متوسط مقدار نشت و نفوذ عمقی را با سطح آب زیرزمینی کم‌عمق (۲-۰/۵ متر) و بافت رسی و رس سیلتی ۰/۶ میلی‌متر در روز گزارش نمودند. آنها هم‌چنین مقادیر متوسط نشت و نفوذ عمقی از ۱/۰- تا ۱۷/۲ میلی‌متر در روز را در لازون (Luzon) فیلیپین گزارش نمودند. آنها مقادیر منفی را در نواحی دارای فشار هیدرواستاتیکی مثبت ذکر کردند (۱۲).

تونگ و همکاران در آزمایش‌های خود در خاک‌های گلخراب شده با بافت رس سیلتی و عمق سطح ایستابی ۱، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب مقادیر متوسط نفودعمقی۲/۶ ، ۲/۷ و ۳/۶ میلی‌متر در روز را به دست آوردند (۱۰). تابال و همکاران با رژیم آبیاری غرقابی مقادیر نشت و نفوذ عمقی ۲ (با سطح آب زیرزمینی معلق ۰/۸-۰/۰ متر و بافت خاک سطحی رسی) تا ۲۴ میلی‌متر در روز (با سطح آب زیرزمینی معلق ۲/۰-۰/۷ متر و بافت سطحی لوم‌رس‌سیلتی) را گزارش نمودند. آنها هم‌چنین مقادیر آب ورودی ۶۰۰ تا۷۰۰ میلی‌متر را در سطوح آب زیرزمینی کم‌عمق و در نتیجه نفوذ عمقی پایین گزارش کردند (۹). لو و همکاران نیز در تحقیقات خود در هویبی (Huibei) (دارای بافت خاک لومی) و توآنلین (Tuanlin) (دارای بافت لوم‌رسی) چین، عمق سطح آب زیرزمینی را به ترتیب بین ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک گزارش نمودند. در توآنلین، مقدار نفوذ عمقی بین ۱/۰-۰/۵ میلی‌متر بر روز، با متوسط ۰/۷، و جمع مقادیر نفوذ عمقی نیز در طول فصل بین ۳۰ تا ۴۰ میلی‌متر در نوسان بود. در هویبی، مقدار نفوذ عمقی بین ۱/۴-۰/۲ میلی‌متر بر روز، با متوسط ۰/۷، و جمع مقادیر نفوذ عمقی نیز در طول فصل بین ۵۲ تا ۷۳ میلی‌متر در نوسان بودند. این مقادیر اندک به وجود سطح آب زیرزمینی کم‌عمق نسبت داده شدند (۸). بلدر و همکاران مقدار نفوذ عمقی خالص فصلی را بین ۱۱۸- تا ۱۱۶۴ میلی‌متر گزارش نمودند. آنها بیان نمودند که مقادیر منفی نشان‌دهنده حرکت روبه بالای آب از لایه‌های عمیق‌تر خاک به داخل منطقه

ریشه، یا برداشت مستقیم آب از سطوح آب زیرزمینی کم‌عمق می‌باشد. (۵). تعیین تلفات عمقی و عوامل مؤثر بر آن و راهکارهایی برای کاهش آن می‌تواند نقش زیادی در جلوگیری از هدررفت آب و مدیریت صحیح آن در سطح مزرعه و نیز در سطوح بالاتر یعنی در سطح شبکه آبیاری ایفا نماید تا در مصرف بهینه آب اقدام شود. اهداف تحقیق عبارت‌اند از:

- اندازه‌گیری مقدار نفوذ عمقی در نقاط مختلف شالیزار در استان گیلان
- فراهم آوردن امکان تعیین دقیق‌تر آب مورد نیاز برای آبیاری با توجه به تغییرات مقدار تلفات در نقاط مختلف

مواد و روش‌ها

۱. مشخصات منطقه

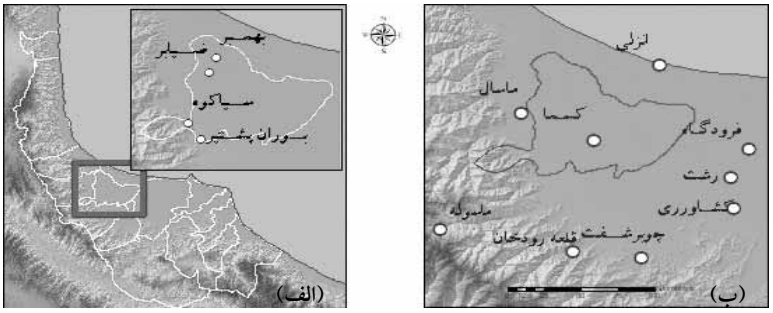
آزمایش‌های مزرعه‌ای در ۴ منطقه از یک ترانسکت شالیزارهای شهرستان صومعه‌سرا، استان گیلان، و در فصل زراعی ۸۶-۸۵ انجام شدند. مناطق مورد مطالعه عبارت بودند از: بوران‌پشتیر و سیاه کوه واقع در دشت‌های دامنه‌ای و ضیابر و بهمبرکه در دشت قرار داشتند (شکل ۱- الف). در جدول ۱ نیز مختصات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه و وضعیت اراضی شالیزاری آورده شده است.

۲. مشخصات مزرعه‌ای

محل مورد نظر در روستای بوران‌پشتیر دارای واحد زراعی تجهیز و نوسازی شده (در سال ۱۳۸۴) است. مزارع شالیزاری این روستا تسطیح شده و دارای کانال‌های آبیاری و زه‌کشی و جاده بین مزارع است. مزارع واقع در سیاه‌کوه روی خاک‌هایی قرار دارند که تا چند سال پیش در آنها جنگل قرار داشته و سپس به شالیزار تبدیل شدند. به همین جهت خاک این منطقه دارای مواد آلی بیشتری نسبت به دیگر نقاط است. در ضیابر، کرت‌ها اندازه نسبتا کوچک‌تری نسبت به دیگر مناطق داشتند و توسط یک جاده خاکی به دو قسمت تقسیم شده بودند. مزارع بهمبر در نزدیکی تالاب انزلی قرار داشته و خاک‌های آن به ویژه در افق‌های تحت‌الارضی دارای ذرات شن بیشتری نسبت به دیگر نقاط بود (جدول ۲). به استثنای بهمبر که منبع آب آن چاه می‌باشد، سایر مناطق از طریق کانال‌های آبیاری تأمین آب شدند. زمان شروع مطالعات از زمان نشاکاری برنج در شالیزارهای ۴ منطقه، پایان آنها تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، و نوع رقم کشت شده در ۴ منطقه هاشمی بود. طول دوره کشت در بوران‌پشتیر و ضیابر ۱۲۰ روز و در سیاه‌کوه و بهمبر ۱۱۵ روز بود.

۳. اندازه‌گیری‌ها

در هر منطقه پس از شروع عملیات نشاکاری به منظور اندازه‌گیری نفوذ عمقی از ۷ جفت رینگ ته‌باز و ته‌بسته (۱۴ عدد در هر منطقه)، از جنس پلاستیک و به قطر ۲۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر، استفاده شد. رینگ‌های ته‌باز تا عمق ریشه در داخل خاک فرو برده شدند و رینگ‌های ته‌بسته نیز با فاصله کمی نسبت به رینگ‌های ته‌باز قرار داده و سپس از خاک کرت مربوطه پر شدند به طوری که سطح خاک داخل رینگ‌ها هم‌سطح خاک بیرون رینگ‌ها شود (شکل ۲- الف). در طول فصل زراعی با فواصل زمانی دو بار در هفته اقدام به ورود آب به داخل رینگ‌ها همسطح با عمق آب در داخل کرت‌ها با استفاده از ظروف مدرج شد. قبل از ریختن آب، عمق آب موجود در رینگ‌ها نیز به وسیله خط‌کش مدرج چوبی نازک قرائت گردید. در هر یک از ۴ منطقه برای پایش آب زیرزمینی معلق به عنوان یک فاکتور مهم در تأمین نیاز آبی گیاه برنج در مواقع خشکی، چاهک‌های مشاهده‌ای حفر شدند. پس از خارج کردن خاک از چاهک حفر شده توسط اوگر، یک لوله PVC به قطر ۵ سانتی‌متر و به طول ۱۰۰ سانتی‌متر در داخل آن قرار داده شد. در جداره لوله سوراخ‌هایی به قطر ۵ میلی‌متر و به فواصل منظم ایجاد شد. به منظور جلوگیری از ورود ذرات به داخل چاهک روی ۳۵ سانتی‌متر انتهایی آن یک پوشش پارچه‌ای نازک قرار داده شد. برای جلوگیری از ورود مستقیم باران به



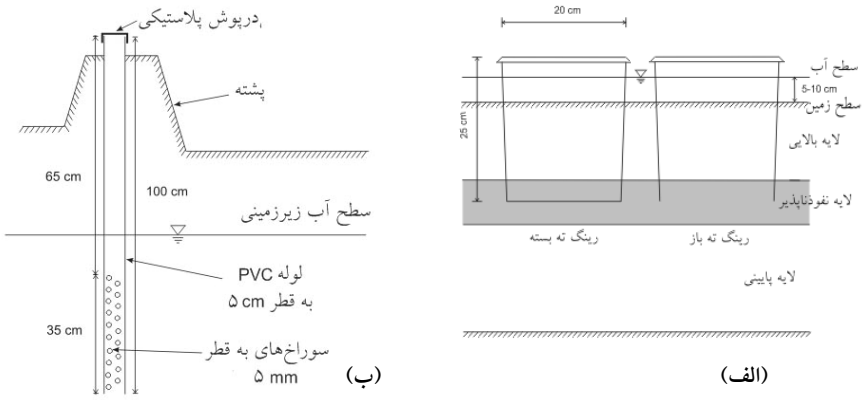
شکل ۱. موقعیت مناطق مورد مطالعه (الف) و ایستگاه‌های مورد استفاده در برآورد بارندگی (ب)

جدول ۱. خصوصیات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه

مشخصات	منطقه			
	بوران‌پشتیر	سیاه‌کوه	ضیابر	بهمبر
وضعیت	تجهیز و نوسازی شده	سنتی	سنتی	سنتی
عرض جغرافیایی	۳۷° ۱۶´	۳۷° ۱۸´	۳۷° ۲۵´	۳۷° ۲۷´
طول جغرافیایی	۴۹° ۱۲´	۴۹° ۱۰´	۴۹° ۱۳´	۴۹° ۱۴´
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۸۷/۸	۱۰۰	۰	۰

جدول ۲. درصد اجزای بافت در ۴ منطقه مورد مطالعه

مشخصه / موقعیت	عمق (*cm*)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت
بوران‌پشتیر	۰-۲۹	۳	۵۳	۴۴	رس‌سیلتی
	۲۹-۶۱	۹	۴۸	۴۳	رس‌سیلتی
سیاه‌کوه	۰-۲۶	۱۳	۴۰	۴۷	رس‌سیلتی
	۲۶-۳۸	۸	۳۷	۵۵	رسی
	۳۸-۵۷	۶	۴۱	۵۳	رس‌سیلتی
ضیابر	۰-۱۷	۱۵	۴۳	۴۲	رس‌سیلتی
	۱۷-۴۴	۵	۴۹	۴۶	رس‌سیلتی
	۴۴-۶۴	۶	۴۶	۴۸	رس‌سیلتی
بهمبر	۰-۲۰	۱۲	۴۷	۴۱	رس‌سیلتی
	۲۰-۴۰	۱۰	۴۴	۴۶	رس‌سیلتی
	۴۰-۶۵	۱۲	۴۶	۴۲	رس‌سیلتی



شکل ۲. رینگ‌های ته‌باز و ته‌بسته (الف) چاهک مشاهده‌ای برای پایش آب زیرزمینی معلق (ب)

درون چاهک و نیز موارد احتمالی یک نایلون به عنوان درپوش بر روی لوله PVC قرار داده شد (شکل ۲- ب) همزمان با قرائت رینگ‌ها، قرائت چاهک نیز انجام گردید. در مناطق سیاه‌کوه، ضیابر و بهمبر با توجه به اختلاف ارتفاع کم بین مزارع یک چاهک مشاهده‌ای و در بوران‌پشتیر به دلیل اختلاف ارتفاع زیاد بین نقاط دو چاهک مشاهده‌ای حفر شد.

۴. محاسبات بیلان آب

ارتفاع آب اضافه شده به رینگ‌ها به عمق آب قرائت شده در رینگ‌ها افزوده شد تا ارتفاع آب موجود در رینگ‌ها در ابتدای هر دوره (h) به دست آید. همین کار برای ارتفاع آب در انتهای هر دوره (h') صورت گرفت. در صورت وجود بارندگی در هر دوره، مجموع ارتفاع بارندگی در هر دوره به ارتفاع آب در ابتدای دوره اضافه شد. میزان تبخیر- تعرق نیز به عنوان عاملی مشترک در هر دو رینگ ته‌باز و ته‌بسته از بیلان آب آنها کسر گردید. سپس از فرمول‌های زیر میزان نفوذ عمقی (P) به دست آمد:

بیلان آب برای رینگ ته باز:

$$h_1 + R - ET - P = h'_1 \qquad [۱]$$

و برای رینگ ته بسته:

$$h_2 + R - ET = h'_2 \qquad [۲]$$

و از ترکیب معادلات بالا به دست می‌آید:

$$P = (h_1 - h'_1) - (h_2 - h'_2) \qquad [۳]$$

که:

h_1 = عمق آب در ابتدای دوره برای رینگ ته‌باز

h_2 = عمق آب در ابتدای دوره برای رینگ ته‌بسته

h'_1 = عمق آب در انتهای دوره برای رینگ ته‌باز

h'_2 = عمق آب در انتهای دوره برای رینگ ته‌بسته

ET = میزان تبخیر-تعرق در هر دوره

R = میزان بارندگی در هر دوره

P = میزان نفوذ عمقی در هر دوره می‌باشد.

برای برآورد بارندگی در مناطق مورد مطالعه، با استفاده از نرم‌افزار *ArsGIS* (نسخه ۹/۲) و بکارگیری از روش عکس فاصله وزنی (Inverse Distance Weighted) اقدام به درون‌یابی مقادیر بارندگی شد. برای این منظور از آمارهای روزانه ۴ ایستگاه سینوپتیک و ۵ ایستگاه باران‌سنجی استفاده شد (شکل ۱- ب).

نتایج و بحث

۱. نفوذ عمقی

متوسط مقادیر نفوذ عمقی به دست آمده در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین مقدار متوسط نفوذ عمقی برابر ۰/۷ میلی‌متر در روز در سیاه‌کوه و ضیابر و کمترین آن ۰/۳- میلی‌متر در روز در بوران‌پشتیر می‌باشد. در میان رینگ‌ها، رینگ شماره ۱ سیاه‌کوه

جدول ۳. متوسط مقادیر نفوذ عمقی در ۴ منطقه مورد مطالعه

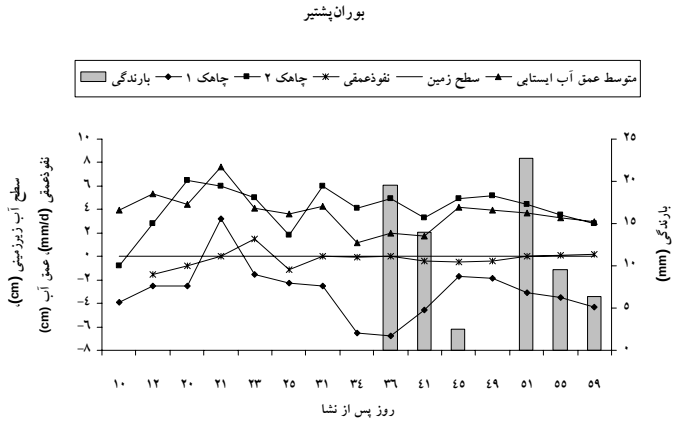
شماره رینگ	نفوذ عمقی (mm/d)			
	بوران‌پشتیر	سیاه‌کوه	ضیابر	بهمبر
۱	۰/۶	۳/۰	-۰/۴	-
۲	-۰/۶	-۰/۵	۰/۸	-
۳	-۰/۵	۱/۶	۱/۷	۰/۵
۴	-۰/۹	-۰/۶	۰/۹	۲/۰
۵	-۰/۷	۱/۰	۰/۷	-۱/۸
۶	۱/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۹
۷	-۱/۴	-۰/۲	۰/۵	-۰/۱
متوسط	-۰/۳	۰/۷	۰/۷	۰/۳

با ۳/۰ میلی‌متر در روز بیشترین و شماره ۵ بهمبر با ۱/۸- کمترین مقدار را دارند. لازم به ذکر است که عدد منفی به دلیل وجود سطوح آب زیرزمینی معلق و بنابراین تغذیه از پایین به دلیل فشار پیزومتری به رینگ‌های ته‌باز می‌باشد. مقادیر به‌دست‌آمده با کارهای ویکهام (۷)، ویکهام و سینگ (۱۲)، بلدر و همکاران (۵)، تابال و همکاران (۹)، و لو و همکاران (۸) هماهنگی دارد. در میان این ۴ منطقه مقادیر نفوذ عمقی به‌دست‌آمده در بوران‌پشتیر بیشتر، منفی بوده و در ضیابر اعداد بیشتر، مثبت بودند. مقدار کل نفوذ عمقی در مدت زمان آزمایش برای بوران‌پشتیر ۳۵/۹- میلی‌متر، برای سیاه‌کوه ۷۷/۱ میلی‌متر، ضیابر ۷۸/۵ میلی‌متر و بهمبر ۳۷/۳ میلی‌متر بود. اختلاف بین مقادیر به‌دست‌آمده، ممکن است مربوط به بالا بودن سطح آب زیرزمینی معلق، توپوگرافی، و شرایط خاص- مزرعه باشد که این شرایط شامل موارد زیر است:

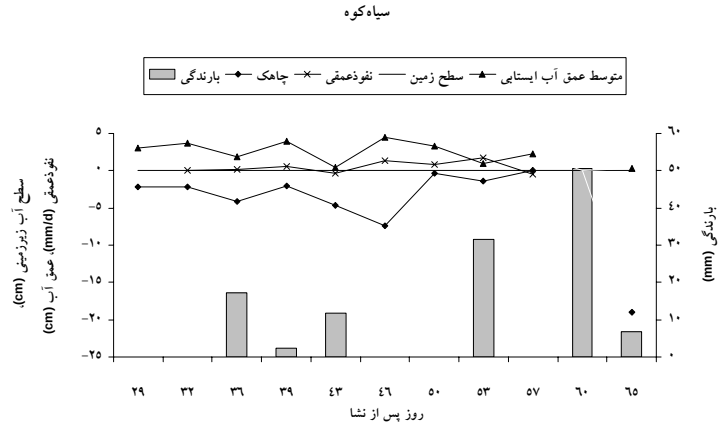
- بوران‌پشتیر: از بین رفتن سخت‌کفه در اثر عملیات تجهیز و نوسازی و احتمال وجود نشت جانبی بیشتر و تغذیه رینگ‌های ته‌باز
- سیاه‌کوه، بهمبر و ضیابر: بالابودن مقدار ماده آلی (۶/۴۶، ۳/۸۵ و ۳/۳۳)، تبدیل اراضی جنگلی به شالیزار که سبب وجود کانال ریشه و بقایای گیاهی در سخت‌کفه شده است.

۲. سطح آب زیرزمینی معلق و نفوذ عمقی

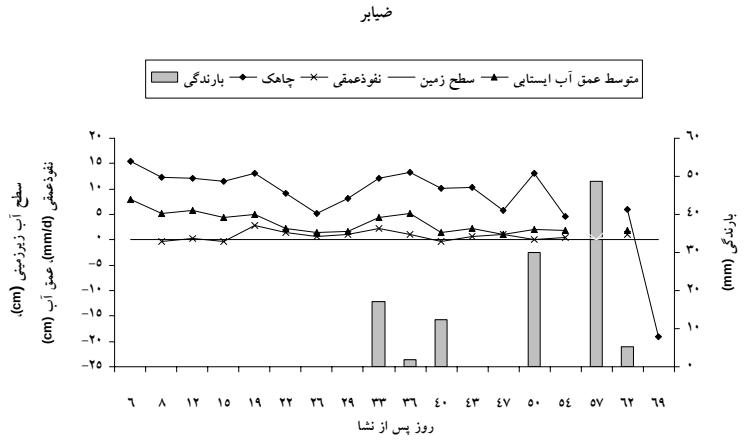
روند تغییرات نفوذ عمقی در بوران‌پشتیر به نحوی است که بیشتر مقادیر به‌دست‌آمده منفی هستند که با توجه به بالا بودن سطح آب زیرزمینی و غرقاب بودن دائمی مزارع درست به نظر می‌آید (شکل ۳). دامنه تغییرات نفوذ عمقی در طول فصل در بوران‌پشتیر بین ۱/۶- و ۱/۵ میلی‌متر در روز با متوسط ۰/۳- است. تنها مقدار مثبت نفوذ عمقی در روزهای بین ۲۳-۲۱ ام با توجه به افت سطح آب زیرزمینی است. در سیاه‌کوه نیز روند تقریباً ثابتی در مقادیر نفوذ عمقی دیده می‌شود که ناشی از بالا بودن سطح آب زیرزمینی است (شکل ۴). دامنه تغییرات نیز بین ۱/۶- تا ۱/۷ با متوسط ۰/۳ میلی‌متر در روز است. دو مقدار نفوذ عمقی ۱/۴ و ۱/۷ میلی‌متر در روز در روزهای ۴۶-۴۳ ام و ۵۳-۵۰ ام نیز به ترتیب به علت پایین افتادن سطح آب زیرزمینی و افزایش بار هیدرولیکی در رینگ‌ها به موجب بارندگی است. نفوذ عمقی در روزهای ۴۶-۴۳ ام سطح آب زیرزمینی را افزایش داده به طوری که در دوره بعدی مقدار نفوذ عمقی کاهش پیدا کرده است. در روز ۶۰ ام پس از نشا به علت بارندگی شدید (۵۰/۵ میلی‌متر) قرائتی در این روز صورت نگرفت. روند تغییرات نفوذ عمقی در ضیابر نفوذ عمقی مثبتی را نشان می‌دهد (شکل ۵). دامنه تغییرات نفوذ عمقی در



شکل ۳. تغییرات سطح آب زیرزمینی معلق و نفوذ عمقی با زمان در بوران‌پشتیر



شکل ۴. تغییرات سطح آب زیرزمینی معلق و نفوذ عمقی با زمان در سیاه‌کوه



شکل ۵. تغییرات سطح آب زیرزمینی معلق و نفوذ عمقی با زمان در ضیابر

ضیابر بین دو مقدار ۰/۳- تا ۲/۸ و با متوسط ۰/۸ میلی‌متر در روز در نوسان است. در روز ۵۷ ام (مطابق با روز ۶۰ ام در سیاه‌کوه) به علت بارندگی شدید (۴۸/۷ میلی‌متر) قرائتی در این روز انجام نگرفت.

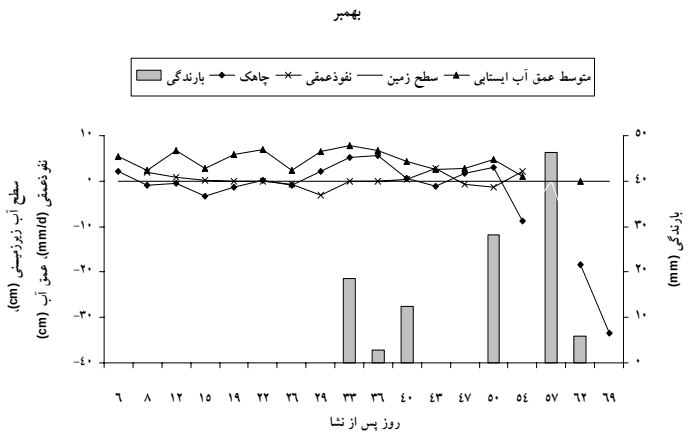
در بهمبر، شکل ۶، دامنه تغییرات نفوذ عمقی بین ۳/۰- تا ۲/۹ با متوسط ۰/۲ میلی‌متر در روز در نوسان بود. در دوره‌های ابتدایی پس از نشا تغییر کمی در میزان نفوذ عمقی وجود دارد و سطح آب زیرزمینی معلق نیز نزدیک به سطح زمین است و اراضی نیز غرقاب هستند. مقدار نفوذ عمقی ۲/۹ میلی‌متر در روز در روزهای بین ۴۳-۴۰ ام احتمالا به دلیل افزایش بار هیدرولیکی درون رینگ‌هاست. مقدار نفوذ عمقی ۲/۱ میلی‌متر در روز در دوره ۵۴-۵۰ ام نیز می‌تواند به دلیل افت آب زیرزمینی معلق به میزان ۱۲ سانتی‌متر باشد. در روز ۵۷ ام نیز به علت بارندگی شدید (۴۶/۲ میلی‌متر) قرائتی در این روز انجام نشد. همان‌طور که از اشکال ۳ تا ۶ پیداست متوسط مقادیر نفوذ عمقی روند تقریباً ثابتی در طول فصل دارند که این امر می‌تواند به سبب غرقاب بودن شالیزارها و بالا بودن سطح آب زیرزمینی معلق باشد. چاهک‌ها بالا بودن سطح آب زیرزمینی را نشان می‌دهند، که می‌تواند به سبب غرقاب بودن دائمی اراضی و تغذیه پیوسته آب زیرزمینی باشد. تغییرات نفوذ عمقی در طول فصل با داده‌های چاهک‌ها هماهنگی خوبی دارند، به‌طوری‌که وقتی سطح آب زیرزمینی افزایش می‌یافت نفوذ عمقی کمتر می‌شد و بالعکس، به استثنای ضیابر که آن هم به دلیل قرارگیری چاهک در نقطه پست زمین و نیز پیوسته غرقاب بودن اراضی و بالا بودن سطح آب زیرزمینی است. با ریزش‌های جوی، سطح آب زیرزمینی افزایش یافته و مقادیر نفوذ عمقی منفی شده که می‌تواند موید مطالب بالا باشد. تقریباً تمام مقادیر نفوذ عمقی به‌دست‌آمده نزدیک به صفر یا منفی بوده که این امر می‌تواند به علت غرقاب بودن دائمی اراضی شالیزاری پیرامون و بالا بودن سطح آب زیرزمینی معلق و در نتیجه تغذیه رینگ‌های ته باز از طریق نشت و از آب زیرزمینی معلق باشد.

۳. مقادیر مثبت نفوذ عمقی

در جدول ۴ متوسط مقادیر مثبت نفوذ عمقی آورده شده است. همان‌طورکه دیده می‌شود بیشترین مقدار نفوذ عمقی مثبت برابر ۲/۵ میلی‌متر در روز در سیاه‌کوه و کمترین آن ۱/۰ میلی‌متر در روز در بوران‌پشتیر است. مقادیر به دست آمده با کارهای رضوی‌پور (۲)، رضوی‌پور و یزدانی (۳)، هِرو(به نقل از ۱)، ویکهام و سینگ (۱۲)، تونگ و همکاران (۱۱)، تابال و همکاران (۹) و لو و همکاران (۸) هماهنگی دارد. مقدار کل نفوذ عمقی از زمان پس از نشا تا زه‌کشی مزارع مزبور برای بوران‌پشتیر ۱۲۳/۵ میلی‌متر، برای سیاه‌کوه ۲۸۲/۸ میلی‌متر، ضیابر ۲۱۷/۴ میلی‌متر و بهمبر ۲۶۷/۷ میلی‌متر می‌باشد. این مقادیر با تحقیقات سیادت و همکاران (۳) که مقدار نفوذ عمقی را در طول فصل ۴۰-۲۰ درصد کل آب مصرفی (۹۰۰ میلی‌متر) گزارش نمود، هماهنگی دارد. با توجه به شکل ۷، این مقادیر نسبت به مقادیر کل نفوذ عمقی اعداد جدول ۳، به ترتیب برای بوران‌پشتیر، سیاه‌کوه، ضیابر و بهمبر، ۳۵/۹-، ۷۷/۱، ۷۸/۵ و ۳۷/۳ میلی‌متر، افزایش را نشان می‌دهند که این امر مبین این مطلب است درسال‌هایی که سطح آب زیرزمینی معلق پایین بوده یا بارندگی کم باشد مقدار تفاوت این دو منحنی نیز باید توسط آبیاری تأمین گردد و بنابراین مقدار آب زیادی را به جهت تلفات عمقی، باید به شالیزارها اختصاص داد.

۴. ارزیابی فرآیند نفوذ عمقی در یک ترانسکت از خاک‌های شالیزاری

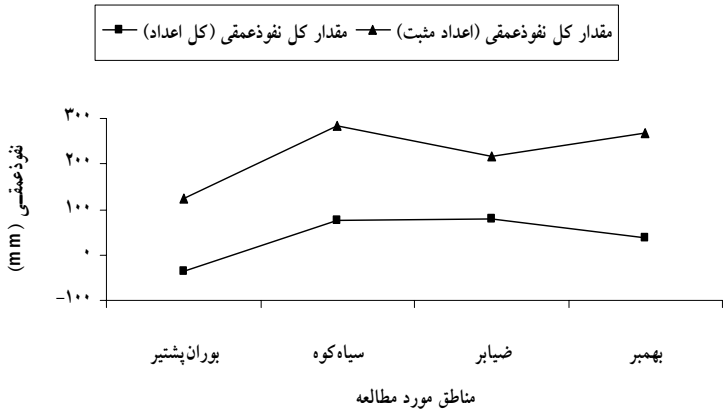
با توجه به متوسط مقادیر نفوذ عمقی ۴ منطقه از جداول ۳ و ۴، رابطه‌ای میان ارتفاع از سطح دریا (جدول ۱) و نفوذ عمقی نمی‌توان یافت که دلیل آن می‌تواند به بالابودن سطح آب زیرزمینی نسبت داده شود. بنابراین در شرایطی که سطح آب زیرزمینی بالا باشد، مدیریت توزیع با در نظر گرفتن کاهش مقدار نفوذ در میزان اختصاص آب به مزارع سهم بسزایی داشته و از هدر رفتن آب جلوگیری به عمل می‌آورد.



شکل ۶. تغییرات سطح آب زیرزمینی معلق و نفوذ عمقی با زمان در بهمبر

جدول ۴. متوسط مقادیر مثبت نفوذ عمقی در ۴ منطقه مورد مطالعه

شماره رینگ	نفوذ عمقی (mm/d)			
	بوران‌پشتیر	سیاه‌کوه	ضیابر	بهمبر
۱	۱/۱	۳/۰	۱/۲	–
۲	۱/۷	۱/۲	۱/۸	–
۳	۰/۴	۳/۸	۲/۱	۱/۹
۴	۰/۶	۲/۷	۱/۸	۲/۰
۵	–	۲/۸	۲/۹	–
۶	۱/۸	۱/۵	۱/۷	۲/۲
۷	۰/۵	۲/۳	۱/۳	۳/۲
متوسط	۱/۰	۲/۵	۱/۸	۲/۳



شکل ۷. تغییرات مقادیر کل نفوذ عمقی در ۴ منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج ارائه شده ملاحظه می‌گردد که مقادیر نفوذ عمقی در طول فصل یکسان نیست و بسته به شرایط می‌تواند مثبت و یا حتی منفی باشد، که مقادیر منفی به دلیل وجود سطوح متفاوت آب زیرزمینی معلق (ناشی از تغذیه پیوسته از آب نفوذی اراضی مجاور و یا بارندگی) است. از طرفی مقادیر نفوذ عمقی می‌تواند براساس مناطق متفاوت باشد و حتی در نقاط مختلف یک مزرعه نیز یکسان نیست. نتایج بالا اهمیت در نظر گرفتن جریان نشت جانبی و سطح آب زیرزمینی معلق را نیز در بیلان آب اراضی شالیزاری نشان می‌دهد. بر این اساس در طراحی شبکه‌ها و محاسبه نیاز آبی باید نکات فوق مد نظر قرار گیرد. هم‌چنین در مدیریت آبیاری نوبتی باید به تغییرات مقدار کاهش یا افزایش نفوذ در طی دوره کشت توجه نموده و مقدار آن را در تعیین حجم آب مورد نیاز برای هر دوره آبیاری دخالت داد. به طور خلاصه در مورد تعیین نفوذ عمقی باید تعمیم نتایج به‌دست‌آمده از یک مزرعه به منطقه و هم‌چنین نتایج حاصل از یک مرحله به تمام مراحل با احتیاط صورت گیرد.

سپاسگزاری

از مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور، کارکنان بخش آب و خاک به خاطر همکاری در اجرای این کار تقدیر و تشکر می‌گردد و نیز از آقای ابراهیم اسعدی اسکویی برای همکاری در پردازش های مکانی صمیمانه قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. پیرمرادیان، ن.، ع. ا. کامگار حقیقی و ع. ر. سپاسخواه. ۱۳۷۹. تعیین بازده‌های کاربرد آبیاری و استفاده از آب برای برنج در منطقه کوشکک استان فارس. دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، تهران.

۲. رضوی‌پور کومله، ت. ۱۳۷۸. اندازه‌گیری نفوذ عمقی آب در بافت‌های مختلف خاک شالیزار در دو مرحله از رشد برنج. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

۳. رضوی‌پور کومله، ت. و م. ر. یزدانی. ۱۳۷۹. تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه چمن و برنج (رقم بینام و خزر)، ضریب گیاهی و ضریب تشتک به روش لایسیمتری و کرت‌های کنترل شده در منطقه گیلان (رشت). دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، تهران.

4. کامیاب طالش، ف.، س. ف. موسوی، م. ر. یزدانی و س. ح. سقائیان‌نژاد. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات مکانی سرعت نفوذ در خاک‌های شالیزاری استان گیلان. یازدهمین کنگره علوم خاک، گرگان.

5. Belder, P., B.A.M. Bouman and J.H.J. Spiertz. 2007. Exploring options for water savings in lowland rice using a modeling approach. Agric. Sys. 92: 91.114.

6. Bouman, B.A.M., R.M. Lampayan and T.P. Tuong. 2007. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp: 1-54.

7. De Datta, S.K. 1981. Principles and practices of rice production. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp: 1- 618.

8. Lu, G., R. Cabangon, T.P. Tuong, P. Belder, B.A.M. Bouman and E. Castillo. 2002. The effects of irrigation management on yield and water productivity of inbred, hybrid, and aerobic rice varieties. International Rice research Institute, LosBanos, Philippines. 15-28 in Water-wise rice production.

9. Tabbal, D.F., B.A.M. Bouman, S.I. Bhuiyan, E.B. Sibayan and M.A. Sattar. 2002. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. Agric. Water Manage. 56: 96-112.

10. Tuong, T.P., M.C.S. Wopereis, J. Marquez and M.J. Kropff. 1994. Mechanisms and control of percolation losses in irrigated puddled rice fields. Soil Sci. Soc. Amer. J. 58: 1794-1803.

11. Tuong, T.P. and S.I. Bhuiyan. 1999. Increasing water-use efficiency in rice production: farm-level perspectives. Agric. Water Manage. 40: 117-122.
12. Wicham, T. H. and V.P. Singh. 1978. Water movement through wet soils. International Rice research Institute, LosBanos, Philippines. 327-358 in Soils and Rice.

Evaluation of Deep Percolation Rates at a Transect of Paddy Fields During Crop Season

S. M. Mousavi[1]*, A. Hoshmand[1], S. Bromandnasab[1] and M. Yazdani[2]

(Received : Mar. 2-2011 ; Accepted : May 22-2011)

Abstract

The common method of irrigating rice in paddy fields of Iran, like most countries, is flooded irrigation. The water required in this method is too much. However, because of water shortage in recent years, and malfunctioning of irrigation systems, it is needed to use water in a reasonable way and increase water use efficiency. Therefore, it is necessary to know water loss amounts at the paddy fields. The deep percolation (DP) was measured by closed- and open-bottom rings in 4 locations, and 7 sites at each location, of paddy fields in Somae-Sara city, Guilan province. These locations were selected on the base of different physiographic units. The average DP of these locations was also monitored during plant growth season. The measurements were performed twice a week. Results showed that the rate of DP varied during the season, and could take a positive or negative value. The most important factors of these variations were the lateral seepage (from surrounding rice fields) and the high perched groundwater table in paddy fields.

Keywords: Rice**,** Deep percolation, Irrigation water, Perched groundwater table.

1. Former MSc. Student, Assis. Prof. and Prof. of Irrig. and Drain., Respectively, Shahid Chamran Univ. of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. Scientific Member of Rice Res. Institute of Iran, Rasht, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mousavi_sm62@yahoo.com