نشریه پژوهش های گندم
دوره اول. شماره یکم. پاییز و زمستان ۱۳۹۷

دانشگاه کردستان

Journal of Wheat Research
Volume 1. Issue 1. 2019

اثر عمق آب آبیاری و جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک گندم زمستانه در شهرستان سنندج

منصور سعیدی[۱]، پرویز فتحی [*۲] و مهدی کوچک زاده [۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲. نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.
۳. دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
پست الکترونیکی نویسنده مسئول fathip2000@yahoo.com

دریافت: ۲۳/ ۱۰/ ۱۳۹۷ پذیرش: ۲۴/ ۱۲/ ۱۳۹۷

چکیده

محدودیت منابع آب مهم‌ترین مانع در گسترش کشاورزی پایدار در ایران به شمار می‌رود. استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر در جهت حفظ منابع آبی محسوب می‌گردد. کاربرد روش‌های نوین آبیاری و استفاده از راهبردهای مدیریتی مانند کم آبیاری مایهٔ افزایش عملکرد فراورده‌ها و بهره‌وری آب می‌گردد. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و عمق جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک گندم زمستانه در سنندج بود. آزمایش مزرعه‌ای این پژوهش در سال ۱۳۹۶ و به‌صورت طرح کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. کرت‌های اصلی و فرعی پژوهش حاضر به ترتیب دربرگیرنده سطوح آبیاری (۶۰ و۸۰ و۱۰۰ و۱۲۰ درصد نیاز آبی) و عمق جایگذاری لاترال های آبیاری (۰ و۳۰ و۴۰ و ۵۰ سانتیمتر) بود. برآیندها پژوهش نشان داد که اثر عمق آب آبیاری و عمق نصب لاترال بر عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار بود ($p\leq0.01$). بیشینه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک محصول گندم در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و عمق جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برابر۳۰ سانتی‌متر حاصل شد. برآیندهای مقایسه میانگین اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی نشان داد بیشترین عملکرد کاه و کلش در تیمار با عمق آبیاری ۱۲۰ درصد نیاز آبی و عمق کارگزاری لاترال برابر ۴۰ سانتی‌متر به دست آمد.

کلیدواژگان: *آبیاری میکرو، کم آبیاری، گندم زمستانه، عملکرد*

مقدمه

بحران آب یکی از مسائل اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران است. متوسط سالانه ارتفاع بارش درازمدت کشور حدود ۲۴۰ میلی‌متر (یک‌سوم میانگین جهانی) است که این نزولات جوی دارای توزیع مکانی و زمانی ناهمگن می‌باشد. پتانسیل تبخیر در ایران سه برابر متوسط جهانی است(Nasseri et.al,2017). سرانه منابع آب تجدیدشونده کشور ایران در سال۲۰۱۴ برابر۱۷۳۰ مترمکعب بوده است (FAO,2014). بر اساس پیش‌بینی سازمان ملل سرانه منابع آب تجدیدشونده سالانه این کشور تا سال ۱۴۰۰ به حدود۸۰۰ مترمکعب کاهش می‌یابد که پایین‌تر از مرز کم‌آبی (۱۰۰۰ مترمکعب) است. بخش کشاورزی به‌عنوان عمده‌ترین بخش مصرف‌کننده آب، در رقابت با تقاضای روبه رشد بخش‌های صنعتی و شهری قرار دارد(Zwurt,2004). بنابراین رویکرد بخش کشاورزی در مقابل کاهش سهم آب کشاورزی و تخصیص آن به سایر بخش‌ها باید بر مدیریت بهینه مصرف آب از طریق ارائه راهکارهای کارا با هدف تولید مواد غذایی بیشتر با استفاده از آب کمتر در کشاورزی (دیم و آبی) متمرکز باشد. عدم برنامه‌ریزی مناسب آبیاری و استفاده نامطلوب و غیراقتصادی از آب عامل محدودکننده افزایش تولیدات غذایی و توسعه کشاورزی در ایران است. مدیریت بهینه زراعی (افزایش تولید با حفظ منابع آبی موجود) و آبیاری (حفظ تولید موجود با مصرف آب کمتر) دو رویکرد اساسی جهت ارتقاء عملکرد در واحد سطح و بهره‌وری آب به شمار می‌آیند ((Muneer *et al*, 2017. راهبرد تولید پایدار محصول در شرایط محدودیت منابع آبی مستلزم تدوین استراتژی تولید بر مبنای منابع محدود آب است. ازنقطه‌نظر مدیریت آبیاری برای مناطقی که آب به‌اندازه کافی در دسترس نیست، نباید دنبال افزایش تولید محصول با هر مقدار مصرف آب بود در این مناطق دستیابی به حداکثر بهره‌وری آب یعنی عملکرد بیشتر با آب کمتر اهمیت بیشتری دارد. بنابراین شناخت مدیریت آبیاری گیاهان از گزینه‌های مؤثر بهبود بهره‌وری آب، تولید و تأمین غذا به شمار می‌آید. یکی از جهت‌گیری‌های پایه‌ای در برنامه‌ریزی کلان آب بخش کشاورزی، توسعه پایدار سیستم‌های نوین آبیاری است ((Abbasi *et al*,2016. جهت سازگاری با بحران آب و علی‌الخصوص خشک‌سالی‌های اخیر، توسعه سیستم‌های نوین آبیاری و اعمال سناریوهای مدیریتی نظیر کم آبیاری از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. از مجموع کل اراضی آبی در کشور حدود ۱۸٪ اراضی آبی مجهز به سامانه‌های نوین آبیاری هستند و مابقی مجهز به سیستم‌های سنتی آبیاری با راندمان پایین می‌باشند (Azimi dezfoli *et al*,2017). در این راستا تمایل به کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای برای محصولات زراعی ردیفی و متراکم مانند گندم به دلیل راندمان و بهره‌وری بالاتر این سیستم نسبت سایر روش‌های آبیاری (نظیر آبیاری بارانی و سطحی) در حال افزایش است(Kar *et al*,2007, Rao *et al*,2016). یکی از پیشرفت‌ها و تحولات تأثیرگذار سیستم‌های نوین آبیاری، به‌کارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) می‌باشد، درروش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی لوله‌های قطره‌چکان دار در عمق‌های مشخص در زیر سطح خاک کار گذاشته می‌شوند. که به دلیل قرار گرفتن مستقیم آب در ناحیه ریشه، تلفات تبخیر از سطح خاک به حداقل می‌رسد لذا پتانسیل بالایی برای دستیابی به عملکرد بالا و بهره‌وری آب حداکثری فراهم می‌کند ((Surez-rey *et al*,2000. افزایش عمر مفید قطره‌چکان‌ها، حفاظت خطوط قطره‌ای از آسیب‌های ناشی از کشت و خاک‌ورزی، شدت‌جریان قابل‌استفاده کمتر، کاهش در میزان آب مصرفی به دلیل کاهش تبخیر در فشار اسمزی پایین‌تر، افزایش رشد، عملکرد و سلامت بهتر و کیفیت بالاتر محصول، انعطاف‌پذیری برداشت برای بسیاری از محصولات ازجمله مزایای کاربرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به شمار می‌آید ((Thompson *et al*,2009.

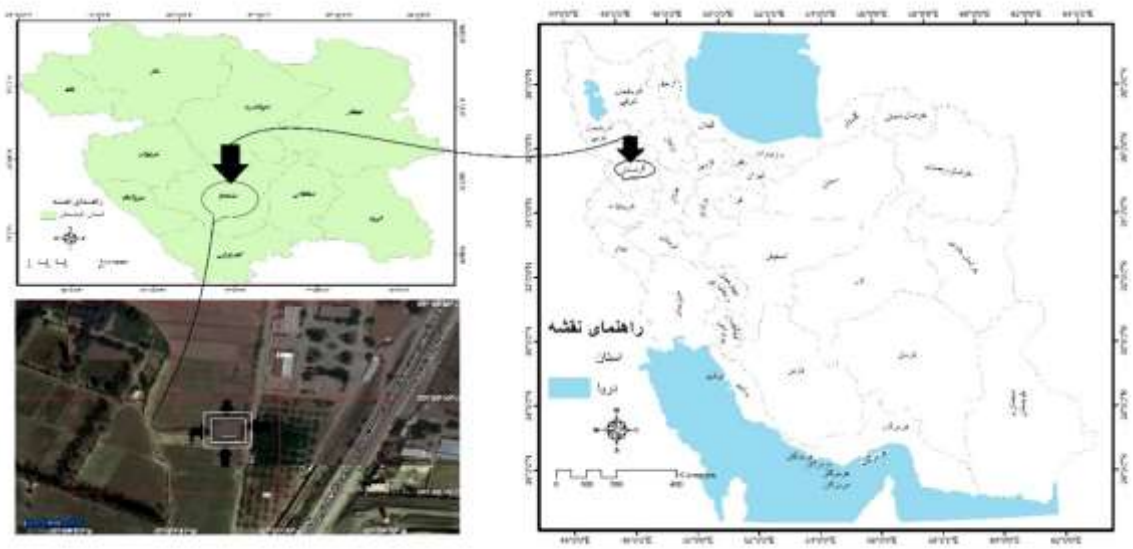
گندم زمستانه (*Triticum aestivum* L.) گیاهی یک‌ساله و تک‌لپه از خانواده گندمیان است و یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی در تأمین کالری و پروتئین سبد غذایی کشورهای مختلف است. محصول گندم سهم ۵۳ درصدی در تأمین مواد غذایی مردم در کشورهای توسعه‌یافته دارا می‌باشد. این سهم در کشورهای درحال‌توسعه حدود ۸۵ درصد است (Dencic et al, 2014). گندم گیاهی است که از آب سبز (رطوبت موجود در خاک) بیشترین استفاده را می‌نماید و به سه صورت دیم، آبی و آبیاری تکمیلی کشت می‌شود. مساحت اراضی قابل‌کشت در استان کردستان بالغبر۱/۲۵ میلیون هکتار می‌باشد که حدود ده درصد اراضی قابل‌کشت استان به‌صورت آبی و مابقی به‌صورت دیم کشت می‌گردد. در این میان قریب به۵۶۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی استان (۵۰ درصد اراضی قابل‌کشت)، به کشت گندم آبی و دیم اختصاص دارد. استان کردستان به لحاظ سطح زیر کشت گندم دارای رتبه دوم کشوری می‌باشد، اراضی تحت کشت گندم در استان با داشتن ۷۵ هزار بهره‌بردار، نقش عمده‌ای در اشتغال‌زایی و درآمد اقتصادی مردم در این مناطق ایفا می‌کند. مساحت اراضی تحت کشت محصول گندم

(دیم و آبی) در شهرستان سنندج برابر ۳۰ هزار هکتار می‌باشد (unknown, 2014).

کم آبیاری یک استراتژی مدیریتی و یک تکنیک حفاظت از آب است که به دنبال بهینه‌سازی عملکرد و افزایش کارایی مصرف آب آبیاری برای محصولات مختلف می‌باشد از طریق اعمال کم آبیاری اصولی و تنظیم‌شده می‌توان ضمن افزایش کیفیت محصول، استفاده بهینهٔ از آب داشت (Al-Ghobari and Dewidar, 2018). در استراتژی کم آبیاری یک سطح خاص از تنش آبی در یک مرحله خاص رشدی و یا به‌طور کامل در طول فصل رشد بر گیاه اعمال می‌شود که تنش مذکور تأثیر قابل‌توجهی در کاهش عملکرد محصول نداشته باشد Pereira *et al*, 2012). طی تحقیقی پژوهشگران در شهرستان کرج، با بررسی اثر سطوح مختلف کم آبیاری در دور آبیاری هفت‌روزه، کارایی مصرف آب گندم را در دامنه ۱/۹-۲/۵ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند (Alizadeh *et al*, 2010). محققان دیگری طی تحقیقی برای بهینه‌سازی عمق آب مصرفی مبتنی بر تبخیر و تعرق برای گندم و ذرت تحت تنش کم‌آبی، به این نتیجه رسیدند که در برخی شرایط با کم‌آبیاری می‌تواند کارایی مصرف آب و عملکرد محصول را افزایش داد (Fang *et al*, 2017). سایر پژوهشگران در ایالت کالیفرنیا آمریکا هزینه ایجاد و تولید یونجه با سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی را بررسی کرده و دریافتند که یکی از مزایا آبیاری یونجه با سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، افزایش ۲۰ الی ۴۰ درصدی عملکرد محصول می‌شود. علاوه بر آن آبیاری بدون وقفه و فوری و کامل زمین بعد از برداشت، موجب رشد سریع و دوباره یونجه می‌گردد. از طرفی به دلیل خشک بودن سطح خاک و لذا عدم جوانه‌زنی، علف‌های هرز به‌شدت کنترل‌شده بودند (Putnam *et al*, 2014). مطالعه‌ای روی گوجه‌فرنگی نشان داد که سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به قطره‌ای سطحی دارای عملکرد محصول بالاتری می‌باشد (Jolaini *et al*, 2011). نظر به سیاست‌های اخیر وزارت جهاد کشاورزی، مبنی بر کاربرد آبیاری قطره‌ای در کشت محصول گندم، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر سطوح مختلف آب آبیاری و عمق جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک گندم زمستانه، شهرستان سنندج می‌باشد. بررسی منابع و مقالات موجود و در دسترس نشان داد در زمینه تحقیق حاضر تحقیق مشابهی صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گریزه واقع در حومه شهر سنندج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۸۶ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی و دمای هوای سالیانه در شهرستان سنندج به ترتیب ۴۷۱ میلی‌متر و ۱۴ درجه سانتی گراد می‌باشد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی محل اجرای طرح را نشان می‌دهد.



شکل ۱ ـ موقعیت مزرعه موردمطالعه
Figure 1. Location of the field

در این تحقیق قبل از کشت بذر گندم، از اعماق مختلف خاک مزرعه نمونه‌گیری، بافت و سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مزرعه در لایه‌های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری گردید (جدول ۱). برای آبیاری محصول از آب چاه استفاده شد. خصوصیات کیفی آب آبیاری مورداستفاده در (جدول ۲) نمایش داده‌شده است. مشاهده جدول مذکور نشان می‌دهد که آب آبیاری مورداستفاده دارای کیفیت مناسب بوده و هیچ‌گونه محدودیتی برای محصول گندم ایجاد نمی‌نماید.

جدول ۱_ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه
Table 1. Physical and chemical properties of soil

Soil depth cm	Sand %	Silt %	Clay %	Texture	K ppm	P ppm	TNV %	O.C %	pH	EC ds/m
0-30	25.56	36.72	37.72	Clay loam	259.7	8	1.2	1.18	7.78	0.8
30-60	19.56	33.44	47	clay	265	10	1	1.25	7.75	0.7

جدول ۲ - مشخصات کیفی آب آبیاری
Table 2. Qualitative traits of irrigation water

					Cations(meq/lit)			Anions (meq/lit)			
Class water	EC(ds/m)	pH	TDS	SAR_{adj}	Na	Ca	Mg	SO_4	Cl	CO_3	HCO_3
C2S1	0.41	7.3	314	0.89	0.63	3.2	1.5	0.08	0.7	0	4.35

آزمایش مزرعه‌ای، به‌صورت طرح کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار (۴۸ کرت فرعی) انجام شد، کرت‌های اصلی تحقیق به ترتیب شامل چهار سطح آبیاری (I_4, I_3, I_2, I_1) به ترتیب ۱۲۰،۱۰۰،۸۰،۶۰ درصد نیاز آبی) و کرت‌های فرعی شامل چهار عمق جایگذاری لاترال (D_4, D_3, D_2, D_1) به ترتیب در عمق ۰ و۳۰ و۴۰ و۵۰ سانتی‌متری) بودند. طول و عرض کرت‌های فرعی به ترتیب برابر ۵ و ۲ متر در نظر گرفته شد. به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، فاصله کرت‌های فرعی و اصلی به ترتیب ۱/۵ و۲ متر در نظر گرفته شد. قبل از کشت محصول، با توجه به نقشه طرح، لوله‌های قطره‌چکان دار در کرت‌ها کار گذاشته شد و پس از آماده‌سازی بستر کشت و با در نظر گرفتن تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع، مقدار۲۲۰ کیلوگرم بذر گواهی‌شده، رقم پیشگام، توسط خطی کار ردیفی، در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری کشت شد، مقدار کود موردنیاز بر اساس آزمون خاک تعیین و روی کرت‌ها اعمال شد.

فاصله قطره‌چکان‌های روی لاترال برابر ۶۰ سانتی‌متر و آبدهی اسمی قطره‌چکان‌ها به میزان ۱/۶ لیتر بر ساعت است. لاترال های قطره‌ای به فاصله جانبی ۵۰ سانتی‌متر در کرت‌های فرعی نصب شد. به‌منظور تعیین عمق آب آبیاری لازم برای تأمین نیاز آبی گیاه، از روش بیلان رطوبت (James,1988) و پایش رطوبت در کرت با ۱۰۰ درصد نیاز آبی و عمق جایگذاری لوله قطره‌چکان دار صفر استفاده گردید. در این تحقیق دور آبیاری برابر هفت روز در نظر گرفته شد. برای کنترل مقدار آب آبیاری ورودی به هر کرت از شیرهای قطع و وصل در ابتدای لوله لاترال استفاده شد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری حجم آب مصرفی، از کنتور حجمی تعبیه‌شده روی لوله اصلی استفاده گردید. برای محاسبه میزان بارندگی مؤثر از روش اداره حفاظت خاک آمریکا SCS استفاده شد.

جهت تعیین پارامترهای موردنظر در انتهای فصل رشد، از سطح یک مترمربع هر کرت به‌صورت تصادفی نمونه‌گیری انجام شد. عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی ازجمله وزن هزار دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، طول سنبله، ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد. به‌منظور تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده گردید. همچنین تجزیه واریانس داده‌ها، به روش مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید. نمودارها نیز به کمک نرم‌افزارExcel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

مقادیر عمق آب آبیاری اعمال‌شده تیمارهای آبیاری در طول فصل رشد، در جدول (۳) ارائه‌شده است.

جدول۳- مقادیر عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف آبیاری
Table 3. Values of irrigation water depth in different irrigation treatments

Treatment of irrigation water	I_1	I_2	I_3	I_4
Depth of irrigation water(m3/ha)	1620	2160	2700	3240

عملکرد محصول

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای طرح آزمایشی بر عملکرد گندم در (جدول ۴) نمایش داده‌شده است. بر اساس نتایج مندرج در جدول مذکور، اثر سطوح آب آبیاری و عمق جایگذاری لوله‌های قطره‌چکان‌دار آبیاری قطره‌ای و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه و کلش در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر سطوح آب آبیاری و اثر عمق‌های جایگذاری لاترال بر عملکرد پوشینه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل فاکتورها بر عملکرد پوشه معنی‌دار نبود.

جدول۴- تجزیه واریانس عملکرد گندم تحت تأثیر سطوح آبیاری و عمق جایگذاری لاترال
Table 4. Analysis of variance of wheat yield affected by irrigation levels and lateral placement depth

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد کلش Straw yield	عملکرد پوشه Glume yield
تکرار Replication	۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴
عمق آب آبیاری (الف) Irrigation water depth (A)	۳	۲۱**	۶۲**	۲۳**	۴**
خطای الف Error (a)	۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۴۰	۰/۱۲
عمق جایگذاری لاترال (ب) Lateral placement depth(B)	۳	۴/۶**	۲۹**	۵**	۰/۹۶**
اثر متقابل (الف×ب) interaction(A×B)	۹	۱/۳**	۵/۶**	۱/۵**	۰/۱۸ns
خطای Error (a)	۲۴	۰/۲۴	۱/۶۱	۰/۳۲	۰/۲۷
ضریب تغییرات C.V.	-	۵/۷	۶/۱	۵/۷	۳/۸

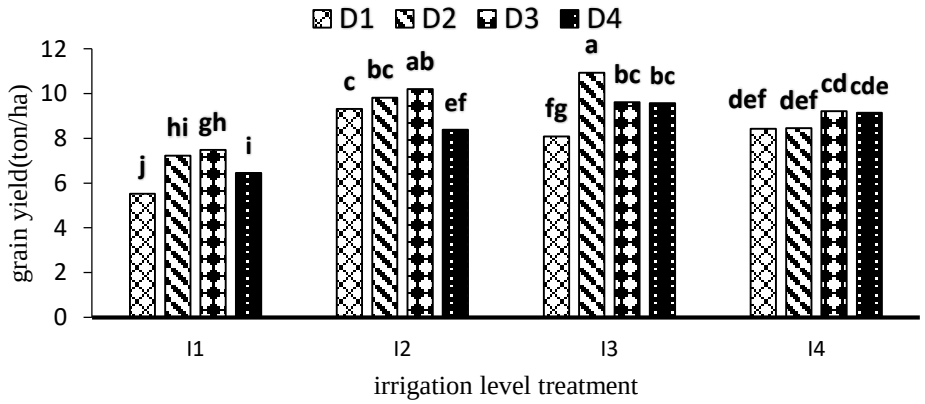
ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد می‌باشند.

Ns is non- significant, * and ** are significant at P=0.05 and P=0.01, respectively

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل سطوح مختلف آب آبیاری و عمق جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر عملکرد دانه گندم (شکل ۲) نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد دانه محصول گندم به میزان ۱۰/۹ تن در هکتار از تیمار I_3D_2 (تیمار آبیاری کامل، برابر ۱۰۰ درصد نیاز آبی با آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و عمق جایگذاری لاترال برابر ۳۰ سانتی‌متر) حاصل شد که با که با عملکرد دانه ۱۰/۲ تن در هکتار، تیمار I_2D_3 (تیمار کم آبیاری، برابر ۸۰ درصد نیاز آبی با سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و لاترال جایگذاری شده در عمق ۴۰ سانتی‌متر) اختلاف معنی‌دار نداشت. کمترین عملکرد دانه نیز از تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی و کم آبیاری برابر ۶۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. هم‌چنین نتایج شکل مذکور نشان می‌دهد که با افزایش عمق آب آبیاری تا یک عمق خاص (معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه)، عملکرد دانه افزایش می‌یابد اما آبیاری بیشتر از این عمق (بیش‌آبیاری) موجب افزایش تلفات آب و کود شده و باعث کاهش عملکرد می‌شود. این یافته در تطابق با نتایج سایر محققین می‌باشد (Jolaini *et al*, 2011;

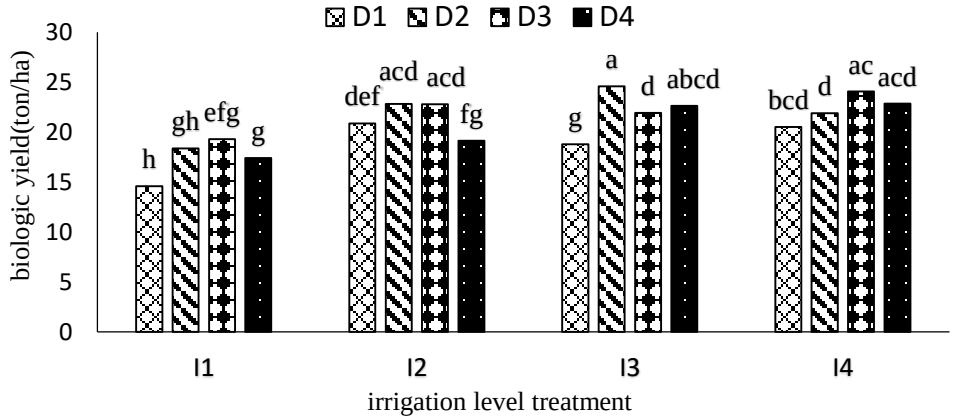
Sedagati *et al*, 2012; Alizadeh, 2010). برای سطوح مختلف آب آبیاری، اختلاف معنی‌داری مابین عملکرد دانه تیمارهای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در مقایسه با تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی مشاهده شد. این امر به علت اثربخشی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در حفظ رطوبت خاک در منطقه ریشه است که باعث شده در طول دوره رشد به‌طور مداوم آب در دسترس محصول باشد و ریشه گیاه کمتر دچار تنش آبی شود. هم‌چنین این سیستم آبیاری سبب کاهش تلفات نفوذ عمقی، کنترل شوری و افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی می‌شود (Patel and Rajput, 2007). پژوهشگران گزارش نمودند که برای کمینه کردن انتقال رطوبت و نیترات به عمق‌های پایین‌تر، بهترین عمق کارگزاری قطره‌چکان‌ها در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای خاک‌های رسی، لومی و شنی ۳۰ سانتی‌متر است karimi et al, 2016).

در شکل ۳ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آب آبیاری و عمق جایگذاری لاترال بیانگر آن است که اختلاف معنی‌داری ما بین سطوح آبیاری I_1 وI_4 وجود داشت، در یک روند کلی، با افزایش عمق آب آبیاری مقدار عملکرد بیولوژیک افزایش داشته است. به‌طوری‌که در رژیم‌های کم‌آبیاری نسبت به آبیاری کامل و بیش‌آبیاری، مقدار عملکرد بیولوژیک کاهش‌یافته است. فراهم شدن شرایط رطوبتی مطلوب در منطقه توسعه ریشه باعث شد برای تمام سطوح آب آبیاری به‌جز تیمار آبیاری، حداکثر عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با لاترال جایگذاری شده در عمق ۴۰ سانتی‌متر حاصل شود. در تیمار آبیاری کامل سیستم قطره‌ای زیرسطحی با لاترال جایگذاری شده در عمق برابر ۳۰ سانتی‌متر به دلیل حداکثر شدن مقدار پوشینه و مقدار کاه و کلش بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک حاصل شد. هم‌چنین در تیمار بیش‌آبیاری (سطح آب آبیاری برابر ۱۲۰ درصد نیاز آبی)، اختلاف معنی‌دار مابین تیمارهای مختلف عمق جایگذاری لاترال مشاهده نشد و عمق جایگذاری لاترال تأثیری بر عملکرد بیولوژیک نداشته است. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که کم‌ترین عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی و کم‌آبیاری برابر ۶۰ درصد نیاز آبی به دست آمد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و عمق جایگذاری لاترال بر عملکرد دانه گندم

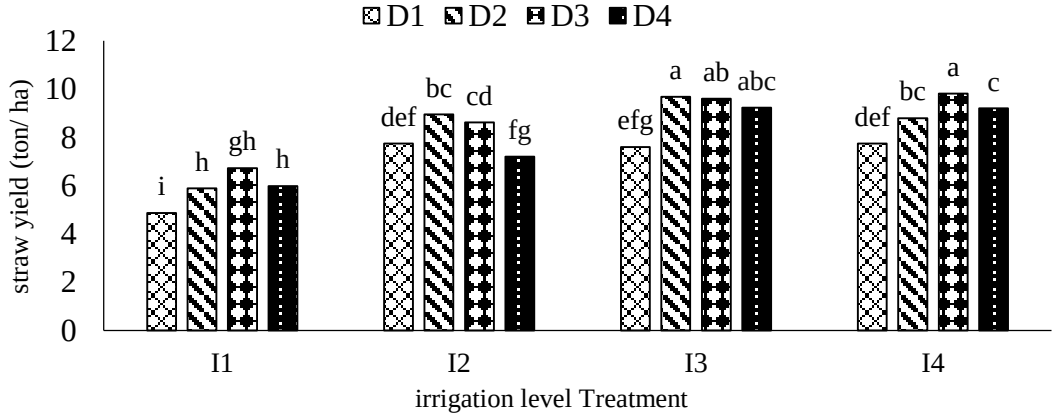
Figure 2- Mean comparison of irrigation levels and lateral placement depth interaction on wheat grain yield



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و جایگذاری عمق لاترال برعملکرد بیولوژیک گندم

Figure 3- Mean comparison of irrigation levels and lateral placement depth interaction on wheat biological yield

با توجه به نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر سطوح آبیاری بر عملکرد کاه و کلش گندم در شکل۴ می‌توان دریافت در تیمارهای بیش‌آبیاری، رشد رویشی محصول نسبت به رشد زایشی بیشتر تحریک‌شده است. در میان سطوح مختلف آب آبیاری، حداقل مقدار کاه‌و کلش در تیمار کم‌آبیاری برابر۶۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. اختلاف معنی‌دار ما بین تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی (عمق صفر) با تیمارهای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی وجود دارد. در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به دلیل فراهم شدن رطوبت در ناحیه ریشه گندم و کاهش علف‌های هرز میزان عملکرد کاه و کلش افزایش داشته است. بررسی اثر متقابل تیمارها نشان می‌دهد که حداکثر مقدار عملکرد کاه و کلش در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با عمق جایگذاری لاترال برابر ۴۰ سانتی‌متر در زیر سطح خاک و عمق آب آبیاری ۱۲۰ در صد نیاز آبی به دست آمد.

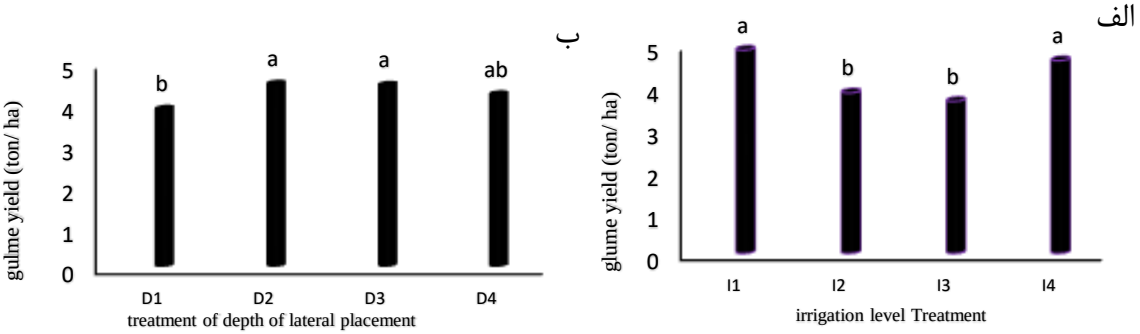


شکل ۴ - مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و عمق جایگذاری لاترال بر عملکرد کاه و کلش گندم

Figure 4- Mean comparison of irrigation levels and lateral placement depth interaction on wheat straw yield

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر عملکرد پوشه در شکل ۵ (الف) نشان می‌دهد عملکرد پوشه تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفت. اختلاف معنی‌دار ما بین تیمارهای I_1 (برابر۶۰ درصد نیاز آبی) وI_4 (برابر ۱۲۰ درصد نیاز آبی) وجود نداشت اما ما بین تیمارهای مذکور و تیمارهای کم آبیاری۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد مشاهده شد. ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار عملکرد پوشینه مربوط به تیمار آبیاری با ۱۲۰ درصد نیاز آبی بود. عمق جایگذاری لاترال قطره‌ای سطحی اختلاف معنی‌داری با عمق‌های جایگذاری

لاترال برابر ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر دارد حداقل و حداکثر مقدار عملکرد پوشینه به ترتیب در عمق جایگذاری لاترال سطحی برابر صفر و عمق جایگذاری لاترال زیرسطحی برابر۳۰ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۵ ب).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری (الف) و عمق جایگذاری لاترال (ب) بر عملکرد پوشه گندم

Figure 5- Mean comparison of irrigation levels (a) and lateral placement depth (b) effect on wheat glume yield

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری و عمق جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای بر برخی صفات مورفولوژیکی گیاه گندم در جدول ۵ نشان داد اثر تیمارها بر وزن هزار دانه و تعداد سنبله در مترمربع در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش آبی به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در سنبله را تحت تأثیر قرار داد؛ اما اثر متقابل سطوح آبیاری و عمق‌های جایگذاری لاترال بر صفات مذکور معنی‌دار نبود.

جدول۵- تجزیه واریانس اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر سطوح آبیاری و عمق جایگذاری لاترال

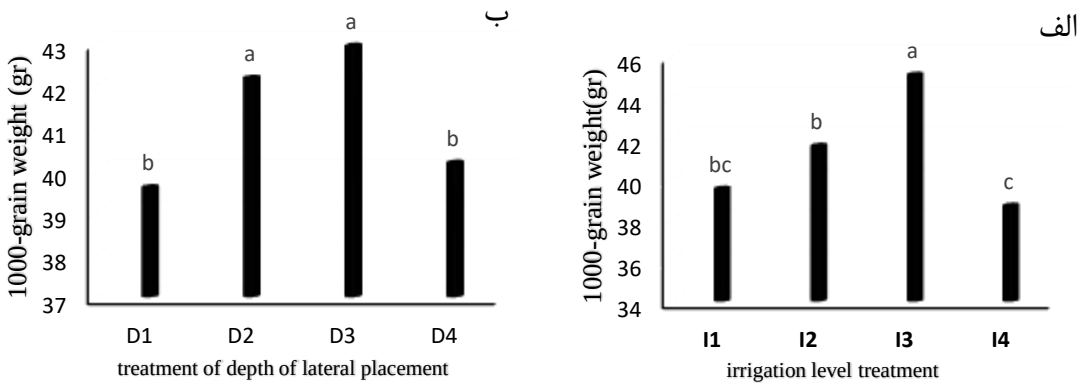
Table 5. Analysis of variance of wheat yield components affected by irrigation levels and lateral placement depth

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares: وزن هزار دانه 1000-grain weight	تعداد دانه در سنبله grain number per spike	تعداد سنبله در مترمربع Spike number per m^2
تکرار Replication	۲	۲/۵	۴۳	۲۰۷۷
عمق آب آبیاری (الف) Irrigation water depth (A)	۳	۹۸**	۳۱۷**	۳۶۴۷**
خطای الف Error (a)	۶	۴/۵	۱۰	۱۲۸۴
عمق جایگذاری لاترال (ب) lateral placement depth(B)	۳	۳۰.**	۱۲ ns	۴۲۶۵**
اثر متقابل (الف×ب) reaction(A×B)	۹	۳ns	۴۴ ns	۱۱۶۹ns
خطای ب Error (a)	۲۴	۳	۴۸	۵۸۴
ضریب تغییرات C.V.	-	۴	۱۴	۵

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد می‌باشند.

Ns is non- significant, * and ** are significant at P=0.05 and P=0.01, respectively

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر وزن هزار دانه در شکل ۶ (الف) بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد ما بین تیمارهایI2 وI3 وI4 وجود داشت. مرحله حساس و تأثیرگذار در وزن هزار دانه، مرحله دان آب بود. معمولاً در مرحله دان آب (دانه بستن و رسیدن دانه)، درجه حرارت هوا افزایش‌یافته و رطوبت موجود در خاک به‌تدریج کاهش می‌یابد .در چنین شرایطی اگر آبیاری انجام نشود، دوره پر شدن دانه‌ها کوتاه‌تر شده و دانه‌هایی لاغر در خوشه‌ها تشکیل می‌شوند به همین خاطر در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی، رطوبت موردنیاز گیاه تأمین نشده است و وزن هزار دانه کاهش‌یافته است. در شکل ۶ (ب) مقایسه میانگین اثر عمق جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای بر وزن هزار دانه نمایش داده‌شده است.مشاهده می‌گردد که بیشترین وزن هزار دانه در عمق جایگذاری برابر۴۰ سانتی‌متر و حداقل آن درلاترال نصب‌شده در سطح خاک (عمق جایگذاری برابر صفر) حاصل شد.



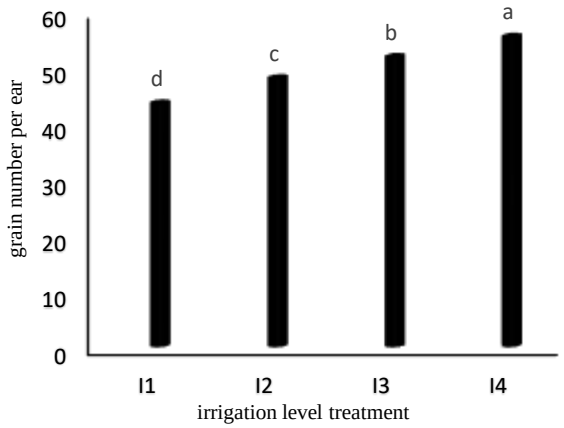
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری (الف) و عمق جایگذاری لاترال (ب) بروزن هزار دانه گندم

Figure 6- Mean comparison of irrigation levels (a) and lateral placement depth (b) effect on 1000 grain weight

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر تعداد سنبله در مترمربع گندم در شکل۷ (الف) نشان می‌دهد، تعداد سنبله در مترمربع با اعمال کم آبیاری با سطوح آبیاری ۸۰ و۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌داری داشتند. به‌گونه‌ای که بیشترین و کمترین تعداد سنبله به ترتیب در تیمار کم آبیاری ۸۰ و۶۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. معنی‌دار بودن اثر تیمار عمق آب آبیاری بر تعداد سنبله در مترمربع، در تحقیقات سایر محققین نیز مورد تائید قرارگرفته است (Komeili et al.2006; Shahbaz Panahi et al,2012). نتایج مقایسه میانگین اثر عمق جایگذاری لاترال قطره‌ای بر تعداد سنبله در هر مترمربع بیانگر آن است که مابین عمق جایگذاری لاترال۴۰ سانتی‌متری و۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. ملاحظه می‌شود، بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در تیمار با عمق جایگذاری لاترال برابر۳۰ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۷ ب). بیشترین جذب آب و مواد غذایی در یک‌سوم ناحیه ابتدایی توسعه ریشه انجام می‌شود لذا در حدفاصل سطح خاک و عمق ۳۰ سانتی‌متری شرایط بهتری ازنظر تأمین رطوبت و مواد غذایی کافی برای گیاه فراهم می‌شود. هم‌چنین در این دامنه عمقی خاک، بیشتر پیشروی جبهه رطوبتی به‌صورت افقی می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر تعداد دانه در سنبله مطابق با شکل ۸ می‌باشد. مشاهده شکل مذکور نشان می‌دهد که کاهش میزان آب آبیاری بر تعداد دانه در سنبله تأثیر معنی‌داری داشته و تنش آبی تعداد دانه در سنبله را به‌طور محسوسی کاهش داده است. کاهش

تعداد دانه در سنبله به علت افزایش درصد تلقیح نشدن گل‌ها بوده و اعمال تیمارهای مختلف کم آبیاری در طی مرحله تقسیم میوزی سلول مادر دانه‌ی گرده، موجب رشد غیرطبیعی بساک و درنهایت باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله و ضریب باروری سنبله در مقایسه با تیمار آبیاری کامل شده است (Kiykhai and Khorram Dil,2016).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر تعداد دانه در سنبله

Figure8- Mean comparison the effect of irrigiation levels on grain number per ear

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش نشان داد که اثر عمق آب آبیاری و عمق جایگذاری لاترال بر عملکرد و اجزا عملکرد در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک محصول گندم در سطح آبیاری برابر ۱۰۰ درصد نیاز آبی و عمق جایگذاری لاترال آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برابر ۳۰ سانتی‌متر حاصل شد. نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد بیشترین عملکرد کاه و کلش در تیمار با عمق آب آبیاری برابر ۱۲۰ درصد نیاز آبی و عمق جایگذاری لاترال ۴۰ سانتی‌متر به دست آمد. هم‌چنین سایر صفات موردبررسی ازجمله وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفت. عمق‌های جایگذاری لاترال نیز بر صفات مذکور تأثیر معنی‌داری ایجاد کرد و مقادیر این صفات در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی از شرایط بهتری برخوردار بود به‌طوری‌که سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی موجب بهبود این صفات گردید.

منابع

Abbasi, F., Sohrab, F. and Abbasi, N. 2016. Evaluating on irrigation efficiencies and temporal and spatial variations in Iran. Technical Note No. 48496. Agricultural Engineering Research Institute. Karaj. Iran. (In Persian).

Al-Ghobari, H.M. and Dewidar, A.Z., 2018. Integrating deficit irrigation into surface and subsurface drip irrigation as a strategy to save water in arid regions. Agricultural Water Management, 209, pp. 55-61.

Azimi dezfoli, a, a. eftekhari, a.r. Haidej, E. and ….2017. Estimation on wheat water irrigation in I. R of Iran.journal of spatial Planning, 21 (2): 173-195. (In Persian)

Alizadeh, H.A. Nazari, B. Parsinejad, M. Ramezani, Eetedali H. janbaz, H.R.2010. Evaluation of Aqua Crop Model on Wheat Deficit Irrigation in Karaj area. Iranian Journal of irrigation and drainage, 4 (2): 273-283. (In Persian)

Dencic, S. Mladenov, N. Kobiljski, B. 2014. Effects of genotype and environment on bread making quality in wheat. International Journal of Plant Production, 5: 71-82.

Fang, Q. Qi, L. Shen, y. He, L. Xu, S… and Yu, Q. 2017. Optimizing ET-based irrigation scheduling for wheat and maize with water constraints. *Transactions of the ASABE*, *60*(6):2053-2065.

Jolaini, M.2011.Investigation the Effect of Different Water and Plastic Mulch levels on Yield and Water Use Efficiency of Tomato in Surface and Subsurface Drip Irrigation Method. Journal of Water and Soil, 25 (5): 1025-1032. (in Persian)

James, L.G. 1988. Principles of farm irrigation system design. Jone Willey & Sons, New York.

FAO. 2014.Water Report. AQUASTAT -Information System on Water and Agriculture

Keykhaei, f. ganjikhorramdel, n. 2016. Effect of deficit irrigation with two methods on yield and water use efficiency of hamoon wheat. Journal of Water Research in Agriculture,30(1). (in Persian)

Karimi, B. Sohrabi, T. Mirzaei, F. Ababaei, Behnam. 2016.Assessment of moisture- nitrate distribution and lateral installation depths in surface and subsurface drip irrigation. Iranian Journal of Water Research, 9 (3): 67-77. (In Persian)

Kar, G. Kumar, A. Martha, M. 2007. Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. Agricolchure and Water Managment, 87 (1): 73–82.

Komeili, H, R. Rashed Mahsol, M. Qodsi, M. Zare Feizabadi, A.2006. Assement of tolerance of wheat genotypes in drought stress. Journal of Pazhoheshhaye Zeraei Iran, 4(2):301-314. (In Persian).

Muneer, S. Xia, W, Y. Ming, Y, J... and Xiang H. J. 2017. Regulated Deficit Irrigation Impact at Various Growth Stages and Productivity of Soybean.

Nasseri, A. Abbasi, F. Akbari, M.2017. Estimating Agricultural Water Consumption by Analyzing Water Balance.Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 18 (68): 17-32. (In Persian)

Putnam, d. long, r. Klonsky, K. sttewart, d. 2014. Sample costs to establish and produce alfalfa hay in the Sacramento valley and northern delta using sub-surface drip irrigation. University of California cooperative extension.

Pereira, L.S., Cordery, I. Iacovides, I. 2012. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. Agricultural water management, (108) 39-51.

Patel, N and Rajput, T.B.S. 2 0 0 7. Effect of drip tape placement depth and irrigation level on yield of potato. Agrico water manage,88: 209-223.

Rao, K.V.R., Bajpai, A. Gangwar, S. Chourasia, L. Soni, K. 2016. Maximizing water productivity of wheat crop by adopting drip irrigation. Research on Crops, 17(1):163-168.

Sedaghati, N. Hosseinifard, S.J. Mohammadi Mohammadabad, A. 2012. Comparing Effects of Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems on Growth and Yield on Mature Pistachio Trees. Journal of Water and Soil, 26 (3): 575-583. (In Persian)

Shahbaz Panahi,B. Paknejad, F. Habibi, D. Sadeghi Shoa, M. Nasri, M. Pazaki, A.2012.Evaluation of irrigation regimes on yield and yield componente in different cultivars of wheat (Triticum aestivum L.). Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8(2): 185-197. (In Persian).

Suarez-Rey, E., Choi, C. Y., Waller, P.M. and Kopec, D. M., 2000. Comparison of subsurface drip irrigation and sprinkler irrigation for Bermuda grass turf in Arizona. Transactions of the ASAE, 43(3):631.

Thompson, TL. Pang, hc. Li, yy.2009. The potential contribution of subsurface drip irrigation to water saving agriculture in the western USA. Agricultural Sciences in China, 8(7):850-854.

Unknown. 2014.Agricultural Statistics of Iran, Ministry of Agriculture Department of Statistics and Information.

Zwart, S.J. Bastiaanssen W.G. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agric water manag, 69 (2):115-133.

Impact of irrigation water depth and lateral placement depth of subsurface drip irrigation system on yield and some morphological traits of winter wheat in Sanandaj county

Mansour Saeedi[1], Parviz Fathi[*2] & Mehdi Kouchakzadeh[3]

1. M.Sc. student, Department of Irrigation and Drainage, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
3. Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage, faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Contact: fathip2000@yahoo.com

Received: 2019/ 01/ 13 **Accepted:** 2019/ 03/ 15

Abstract

Water resources limitation is the most important problem in sustainable agriculture development in Iran. The optimum use of water in agriculture is an inevitable necessity to conservation of water resources. The use of modern irrigation methods and the application of management strategies such as deficit irrigation will increase the crops yield and water productivity. The purpose of this study was to investigate the effects of different irrigation levels and depth of drip irrigation lateral placement on yield, yield components and some morphological traits of winter wheat in Sanandaj county. Field experiment was conducted in 2018 as a split plot based on complete randomized block design. The main plots and sub plots of the present study were irrigation levels (60, 80, 100 and 120% water requirements) and depth of irrigation lateral placement (0, 30, 40 and 50 cm) respectively. The results showed that the effect of irrigation water depth and the depth of lateral placement were significant on the yield and yield components ($p \leq 0.01$). Maximum grain yield and biological yield of wheat were obtained with irrigation water depth equal 100 percent of water requirement and the depth of drip irrigation lateral placement equal 30 cm. Results of interaction between treatments showed that the maximum straw yield was obtained in treatment with irrigation depth equal 120 percent of water requirement and depth of lateral placement equal 40 cm.

Key words: *Micro irrigation, Deficit irrigation, Winter wheat, Yield*