

بررسی اثرات رژیم آبیاری، تراکم بوته و روش کشت بر عملکرد گیاه اسفناج (*Spinacia Oleracea L.*) . (مطالعه موردی: استان بوشهر)

مرتضی پوزشیرازی* - مجید رخشنده رو^۱

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۲۳

چکیده

با توجه به شرایط مطلوب کشت اسفناج در استان بوشهر و به منظور دستیابی به مناسب‌ترین روش کشت و تراکم این گیاه و همچنین مناسب‌ترین دور و عمق آب آبیاری اسفناج، این آزمایش به صورت اسپلیت - فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار دور آبیاری $I_1 = 25$, $I_2 = 35$, $I_3 = 45$ (به صورت میلی‌متر تبخیر جمعی از تشت تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و سه تراکم کشت $C_1 = 15 \times 40$, $C_2 = 15 \times 50$ و $C_3 = 15 \times 60$ سانتی‌متر و سه روش کشت کرتی - ردیفی (B1)، جوی و پشته معمولی (B2) و جوی و پشته روی خط داغاب (B3) در کرت فرعی جمعا ۲۷ تیمار در ۳ تکرار طی دو سال زراعی (۸۱-۱۳۸۰) در مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر به اجرا در آمد. در هر کرت، چهار خط به طول ۴ متر و به فاصله بوته‌ای ۱۵ سانتی‌متر کشت شد. برای انجام محاسبات آماری، برداشت از دو خط وسط صورت گرفت و تجزیه واریانس ساده و مرکب انجام شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کلیه اثرات اصلی فاکتورهای مورد بررسی در طرح و همچنین اثرات متقابل دو گانه و سه گانه آن‌ها در سطح یک درصد معنی دار گردید. در ضمن، بیشترین عملکرد به میزان ۳۹/۰۶ تن در هکتار نیز مربوط به تیمار $I_1 B_3 C_1$ (۲۵ میلی‌متر تبخیر جمعی، روش کشت جوی و پشته روی خط داغاب و تراکم ۴۰ سانتی‌متری) بود. مقدار کل آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری به ترتیب ۵۰۱۶، ۴۵۵۲ و ۴۲۶۶ متر مکعب در هکتار در سال بود. بهترین دور آبیاری در منطقه نیز به صورت سه روز یکبار در طول فصل رشد تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: اسفناج، دور آبیاری، تراکم بوته، روش کشت، رقم ویرو فلی، بوشهر

مقدمه

عناصر منجر به بروز بیماری‌های سوء تغذیه‌ای مانند ریکتز Rickets، استئومالاشیا Steomalacia و بیماری کم خونی Ameniam می‌گردد (۱۱).

سبزیجات برگ‌ی و به خصوص گیاه اسفناج منبع غنی تری از آهن نسبت به اکثر سبزیجات و میوه‌های دیگر به حساب می‌آیند. گیاه اسفناج از خانواده *Chenopodiaceae* بوده و از تمام سبزیجات دیگر به شوری مقاوم‌تر است (۳). با

میوه‌ها و سبزیجات بدون شک دارای سهم مهم و در حقیقت ضروری در تأمین عناصر معدنی مورد نیاز بدن انسان بوده و به خصوص در تأمین کلسیم و آهن که کمبود آن‌ها در موارد زیادی مشاهده شده است، نقش دارند. کمبود این

۱- به ترتیب مربی پژوهش و کارشناس ارشد بخش تهیه و اصلاح نهال و بذر مرکز

تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان بوشهر

Email: shirazi754@yahoo.com

* نویسنده مسئول:

توجه به این که اسفناج محصول فصل خنک می باشد، از این رو کشت آن در فصول پاییز و زمستان در استان بوشهر در حال توسعه است.

مسلماً عملکرد هر گیاه تحت تأثیر روش کشت، تراکم بوته، میزان آب آبیاری و تغذیه مناسب قرار می گیرد. در گیاه اسفناج، افزایش سطح برگ ها عامل دریافت بیشتر تشعشع خورشیدی بوده و در نتیجه افزایش عملکرد را به همراه خواهد داشت. در کشت های ردیفی با فواصل کم، بایستی تعداد گیاهان زیادتر باشد تا بتوانند با علف های هرز رقابت نمایند. آبیاری نامناسب این گیاهان از یک سو تأثیر سوئی بر کیفیت و بازار پسندی محصول داشته و از سوی دیگر با تخریب اندام فتوسنتز کننده گیاه، تأثیر نامطلوبی بر عملکرد خواهد داشت (۹).

در تحقیقی که توسط بون پونت (۱۲) در فرانسه روی اسفناج و هویج صورت گرفت، مشاهده شد که نیاز آبی اسفناج در طول فصل رشد معادل ۱۲۰ تا ۱۵۰ میلی متر در سال های مختلف بوده است. وی همچنین دریافت که آبیاری اضافی و یا کاهش بیش از حد آب موجود در خاکی که اسفناج در آن کشت شده است می تواند روی کاهش محصول و افت کیفیت آن تأثیر معنی داری بگذارد.

در تحقیق صورت گرفته در ایالت بوستون آمریکا روی کاهش آب مصرفی سبزیجات، مشاهده شد که هنگامی که ارتفاع سبزیجات و از جمله اسفناج بالغ بر ۵ سانتی متر می گردد، ریشه آن ها توانسته تا آن حد در خاک مزرعه نفوذ عمقی پیدا کند که آب کافی برای گیاه را از اعماق پایین تر از سطح خاک جذب نماید. از این رو در صورتی که بخواهیم آبیاری کمتری را انجام داده و در عین حال با کمبود محصول روبه رو نشویم، بهترین زمان برای کاهش آب آبیاری همین زمان می باشد (۲۰).

آبیاری با مقادیر مختلف آب در یک خاک لومی در روسیه نشان داد که مطلوب ترین مقدار آب آبیاری برای آن که بتوان شرایطی را در خاک بوجود آورد که هم اکسیژن مورد نیاز ریشه اسفناج تأمین شده و هم رطوبت کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، برابر آن مقدار آبی است که در مکش حدود 30 kpa- در خاک نگهداری می شود (۲۵).

در تحقیق دیگری در فرانسه با استفاده از چند لایسیمتر که تا مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد از ظرفیت زراعی، آبیاری شده بودند، مشاهده شد که تأثیر مقادیر مختلف رطوبت بر عملکرد اسفناج دارای تفاوت معنی دار می باشد. در واقع هم مقادیر زیاد رطوبت و هم مقادیر کم آن سبب کاهش عملکرد محصول شدند. مطلوب ترین مقدار آب مصرفی برای اسفناج طبق نتایج این تحقیق، معادل ۵۰ درصد از ظرفیت زراعی (FC) به دست آمد (۱۲).

برادلی و همکاران (۱۴) با مطالعه اثرات متقابل میزان آب و تراکم بوته روی عملکرد برخی محصولات زراعی مشاهده کردند در سال هایی که آب کافی وجود داشت عملکرد اسفناج هایی که با فاصله کم (۲۵ سانتی متر) کاشته شده بودند حدود ۱۷ درصد بیشتر از اسفناج هایی بود که روی ردیف های با فاصله بیشتر (۱۰۰ سانتی متر) قرار داشتند. در سال هایی که آب به میزان متوسط وجود داشت تفاوتی از نظر عملکرد بین فواصل ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی متر مشاهده نشد. جالب آن که در سال های خشک ابتدا ردیف های تنک تر دچار کمبود شدید آب شدند که این امر منجر به کاهش ارتفاع و شاخص سطح برگ (LAI) شد.

در تحقیقی در بنگلادش، اثرات تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن روی عملکرد بذر اسفناج بررسی شد. بذرهای اسفناج با فواصل ۴×۴، ۶×۶ و ۸×۸ سانتی متر و با سطوح ۲۰، ۴۵ و ۶۰ کیلوگرم بر هکتار کود نیتروژنی کشت شدند و نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد محصول در

افزایش سطح برگ می تواند سبب افزایش عملکرد شده و از این رو عوامل مؤثر بر روی این شاخص مانند تراکم بوته و کود مصرفی مهم تلقی می شوند. استفاده مناسب از انواع کودها می تواند به دلیل تولید بافت برگ بیشتر، سطح برگ بیشتری به وجود آورده که افزایش عملکرد را به دنبال خواهد داشت (۲). بر اساس تحقیق صورت گرفته در مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر، میزان کود نیتروژنی مورد نیاز برای کشت گیاه اسفناج برابر با ۱۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار می باشد تا ضمن تولید بیشترین محصول، از خطر تجمع ازت مضره در برگ و دم برگ اسفناج نیز جلوگیری گردد (۷).

در تحقیق صورت گرفته توسط لسکووار (۱۹) تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری بر رشد و تکامل سبزیجات از جمله اسفناج در مراحل اولیه رشد مورد تحقیق قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که عمق آب آبیاری و تناوب آن می تواند بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محیط رشد سبزیجات مؤثر بوده و سبب تغییراتی در شاخص های فیزیولوژیک گیاه مانند ریشه زنی، افزایش طول ساقه و ریشه، شاخه زنی و مواد آلی گردد. این موارد می توانند بر عملکرد سبزیجات اثرات قابل توجهی داشته باشند.

در تحقیقی که توسط چوکواما (۱۶) صورت گرفت مشخص شد که در مناطق خشک آفریقا، بهترین زمان آبیاری اسفناج هنگامی است که تخلیه رطوبت خاک به میزان ۵۰ درصد از ظرفیت زراعی صورت گرفته باشد.

در تحقیق صورت گرفته در ژاپن مشخص شد که افزایش تنش آبی در سبزیجات برگی (از جمله گیاه اسفناج) سبب تجمع پتاسیم، فسفات، نترات، قندها و آمینو اسیدها در برگ گیاه می شود. آن ها همچنین متوجه شدند که اگزالات پتاسیم می تواند نقش مؤثری در تعدیل پتانسیل اسمزی برگ اسفناج داشته باشد (۲۳).

بالاترین سطح کود نیتروژنی مصرفی و در کمترین فاصله ردیف ها حاصل گردید (۱۵).

در تحقیقی که در کشور لهستان صورت گرفت مشخص شد که بالاترین عملکرد اسفناج در تراکم (فاصله بوته ای) ۱۲/۵ سانتی متر و در شرایط عدم کنترل علف های هرز حاصل می شود (۱۷).

نتایج مطالعاتی در مورد نقش تراکم بوته در تولید حداکثر محصول سبزیجات نشان داد که در سبزیجات مختلف از جمله اسفناج، حداکثر عملکرد در کرت های آزمایشی با ۶ خط کاشت و هنگامی به دست می آید که فاصله بوته ای روی هر ردیف ۲۵ و بین ردیف ها ۴۰ سانتی متر باشد (۱۳).

در سال ۱۹۹۴ در کشور هندوستان اثرات تراکم بوته و کود نیتروژن و عملکرد بذر روی صفات کیفی اسفناج (شامل ازت مضره، بازارپسندی محصول و خاصیت انبارداری) مورد بررسی قرار گرفت که سطوح کود نیتروژن شامل ۱۷۵، ۱۲۵، ۷۵ و ۲۴ کیلوگرم در هکتار برای تراکم های مورد آزمایش ۳۰×۷/۵، ۲۰×۷/۵، ۴۰×۷/۵ و ۴۰×۷/۵ انتخاب شدند. نتایج بیانگر برتری معنی دار عملکرد در تراکم ۴۰×۷/۵ و سطح کود از ته ۱۷۵ کیلوگرم بر هکتار بود (۲۲). میزان آب مورد نیاز گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد با یکدیگر تفاوت دارد به گونه ای که جهت تولید بیشترین محصول و با کیفیت مناسب، بایستی مقدار آب مورد نیاز در هر کدام از مراحل رشد رویشی و زایشی مورد بررسی قرار گیرد (۵).

در طی سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۷ طرح بررسی و مقایسه عملکرد ارقام اسفناج در استان بوشهر انجام گرفت و اثر ارقام معنی دار نگردید. اما از نظر مقدار کمی عملکرد، ارقام ویروفلی و برگ پهن آلمانی از سایر ارقام مناسب تر بودند (۶).

طول شرقی و ۱۶ و ۲۹° عرض جغرافیایی و با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا، حداکثر درجه حرارت ۵۱ درجه سانتیگراد و حداقل ۱- درجه سانتیگراد، میانگن بارندگی ۲۵۰ میلی متر و میانگین دمای سالانه ۲۵/۲۶ درجه سانتیگراد و تبخیر سالانه حدود ۳۰۰۰ میلی متر و بافت خاک سبک تا متوسط اجرا شد (آمار از ایستگاه اقلیم شناسی موجود در مرکز). برخی از خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک و نیز خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در جداول ۱ تا ۳ ارائه شده است.

بر این اساس تحقیق حاضر با هدف بررسی بهترین روش کشت گیاه اسفناج در تراکم های مختلف و مقادیر گوناگون آب آبیاری در منطقه خشک و نیمه خشک جنوب ایران (استان بوشهر) به اجرا درآمد که نتایج حاصل از آن می تواند برای نقاط مشابه از لحاظ اقلیمی مورد استفاده واقع شود.

مواد و روش ها

این آزمایش در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر واقع در برازجان با مختصات جغرافیایی ۱۳° و ۵۱°

(جدول ۱) - برخی از خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش

P	Fe	Zn	Cu	Mn	K	Cl	Mg	Ca	O.C	T.N.V	pH	EC	درصد	عمق
میلی گرم در کیلو گرم					میلی اکی والان در لیتر					%	%	dS/m	اشباع	خاک
cm														
۱۲	۲/۸	۰/۷۶	۰/۷۶	۷/۱	۲۰۰	۶۰۰	۲۷۵	۵۸۰	۰/۴۳	۶۰	۷/۹	۵/۰	۳۱	۰-۳۰

(جدول ۲) - برخی از خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

SAR	Na	HCO ₃	Ca + Mg	Cl	pH	EC	خصوصیات
میلی اکی والان در لیتر						dS/m	آب آبیاری
۲/۷۹	۱۲	۴/۵	۳۷	۸/۵	۷/۶	۳/۷	

(جدول ۳) - برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

بافت	رس	وزن مخصوص ظاهری	درصد وزنی رطوبت	عمق نمونه داری	
	%	g /cm ³		cm	
			PWP	FC	
سیلتی لوم	۱۲	۱/۲	۶/۳	۱۷/۴	۰ - ۱۵
سیلتی لوم	۱۱/۲	۱/۱۹	۶/۵	۱۵/۴	۱۵ - ۳۰
سیلتی لوم	۱۴/۳	۱/۲۶	۷/۲	۱۳/۳	۳۰ - ۴۵

(جوی و پشته ای معمولی، جوی و پشته روی خط داغاب و روش کرتی- ردیفی) در کرت فرعی، و با فاصله بوته ای ۱۵ سانتی متر در ۴ خط و به طول هر خط ۴ متر در ۳ تکرار اجراء شد. جهت انجام این کار، بذرها ی اسفناج (رقم ویروفلی) در فواصل تعیین شده با خط کش کاشته شدند که پس از استقرار نهال ها یکی از آن ها باقی گذاشته شده و بقیه حذف شدند.

این آزمایش در طول ماه های مهر تا دی سال های ۱۳۸۰ و ۸۱ به صورت اسپلیت - فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تیمار دور آبیاری I₁ = 25mm , I₂ = 35mm , I₃ = 45mm , (تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) در کرت های اصلی و سه تراکم کشت (فاصله بوته ای ثابت و بین ردیفی متغیر) ۱۵×۴۰، ۱۵×۵۰ و ۱۵×۶۰ سانتی متر و سه روش کشت

$$d = (FC - a_i) * D * b / 100$$

که در آن:

d = عمق آب آبیاری بر حسب میلی متر

FC = ظرفیت زراعی مزرعه بر حسب درصد وزنی

a_i = رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری

D = عمق ریشه بر حسب میلی متر

b = وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر

مکعب)

آمار هواشناسی که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفته است مربوط به ایستگاه اقلیم شناسی برازجان واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر می باشد که در سال ۱۳۶۶ تأسیس گردیده است. در (جدول ۴) خلاصه ای از آمار هواشناسی مربوط به فصل رویش گیاه اسفناج در سال اول آزمایش در منطقه دشتستان به همراه میانگین ۱۳ ساله پارامترهای مورد نظر، قابل مشاهده است. فرمول محاسبه درصد تغییرات فاکتورهای هواشناسی در این جدول بر اساس نظر کارشناسان اداره پیش بینی، تحقیقات اقلیمی و هواشناسی کاربردی استان بوشهر به صورت زیر است (۴):

منظور از باران مؤثر (آخرین ستون جدول ۴)، عبارت است از قسمتی از نیاز آبی گیاه که توسط بارندگی تأمین می شود. در این آزمایش، بارندگی مؤثر در طول فصل رشد با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک وزارت کشاورزی آمریکا تعیین گردید (۸). فرمول مورد استفاده در این روش برای بارش های کمتر از ۲۵۰ میلی متر در ماه به صورت زیر بیان شده است:

$$P_{eff} = P_{tot} \times (125 - 0.2 \times P_{tot}) / 125$$

که در آن P_{eff} = باران مؤثر و P_{tot} = مجموع باران ماهانه می باشد بر این اساس با توجه به بارش ۲۷/۹ میلی متری در منطقه در طول فصل رشد گیاه اسفناج، مقدار باران مؤثر معادل ۲۷/۱۵ میلی متر محاسبه گردید. مقدار آب مصرفی نیز

آبیاری کرت ها به صورت جداگانه صورت گرفت. جهت پیشگیری از هرگونه اشتباه در آبیاری و همچنین جلوگیری از حرکت جانبی آب در کرت های مجاور، فاکتور آبیاری به کرت اصلی اختصاص داده شد. کود حیوانی مصرفی ۱۵ تن در هکتار و کودهای شیمیایی نیز بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاک و با استفاده از جداول تغذیه مناسب گیاه تعیین شده و به میزان ۱۵۰ کیلو گرم نیتروژن، ۲۳ کیلو گرم فسفر (به صورت فسفات) و ۶۰ کیلو گرم پتاسیم (به صورت اکسید) به زمین داده شد. عناصر میکرو نیز به صورت کودهای، روی (۱۴ کیلو گرم در هکتار)، منگنز (۸ کیلو گرم در هکتار)، مس (۲۰ کیلو گرم در هکتار) و آهن (۳۸ کیلو گرم در هکتار) به خاک اضافه گردید تا از یک سو عملکرد و کیفیت محصول افزایش پیدا کند و از سوی دیگر توانایی گیاه در تأمین این عناصر برای بدن انسان و در نتیجه بهبود سلامت جامعه افزایش یابد. تمام کود فسفره و پتاسه و نصف کود نیتروژنی در ابتدای کشت به خاک داده شد. نصف دیگر کود نیتروژنی نیز در طی ۲ مرحله به صورت سرک مصرف گردید (مرحله اول کودهی سرک در هنگام ۴ برگی و مرحله دوم سرک نیز یک ماه بعد از مرحله اول انجام گردید). آبیاری از زمان کشت بذر تا زمان استقرار گیاه به طور یکسان و هنگام رسیدن به ۳۰ میلی متر تبخیر جمعی از تشت تبخیر کلاس A اعمال شد.

تیمارهای دور آبیاری بعد از این زمان شامل: $I_1 = 25$, $I_2 = 35$, $I_3 = 45$ میلی متر تبخیر جمعی بودند. مقدار آب مورد لزوم نیز بر اساس درصد رطوبت وزنی خاک در هر تیمار و تفاوت آن تا حد ظرفیت زراعی خاک مزرعه محاسبه شد و آبیاری با استفاده از کنتور و لوله انجام شد. لازم به ذکر است که مقدار آب آبیاری به حدی بود که رطوبت خاک هر تیمار به اندازه ظرفیت زراعی می رسید. فرمول عمومی محاسبه عمق آبیاری به صورت زیر بود:

عبارت از نیاز آبیاری گیاه با در نظر گرفتن راندمان آبیاری و راندمان آبخوبی مزرعه به اضافه بارندگی مؤثر می باشد.
 ۱۰۰ - ۱ (میانگین چند ساله همان فاکتور هواشناسی در سال مورد نظر) = درصد تغییرات

(جدول ۴) - میانگین آمار هواشناسی در طول دوره رشد گیاه اسفناج درسال اول آزمایش و میانگین دراز مدت.

باران مؤثر (فصل رشد) (mm)	درصد تغییر	ET Crop EP	میانگین تبخیر ۱۳ سال (mm)	تبخیر (mm)	درصد تغییر	میانگین بارش ۱۳ سال (mm)	بارش (mm)	فصل رشد
۱/۰	-۲۳/۹	۰/۶	۳۴۱/۲	۲۵۹/۶	-۶۹/۰	۳/۳	۱/۰	مهر
۵/۷۵	-۱۵/۶	۰/۷۳	۲۶۱/۴	۲۲۰/۶	-۵۸/۸	۴۰/۹	۵/۸	آبان
۲۰/۴	—	۰/۴۳	۲۰۹/۲	۱۲۵/۲	—	۷۸/۳	۲۱/۱	آذر (تا نیمه آذر)

* اعداد منفی در جدول، بیانگر کاهش کمی فاکتور هواشناسی مورد نظر نسبت به میانگین چند ساله می باشد.

در (جدول ۵) تعداد دفعات آبیاری، میانگین رطوبت پیش از آبیاری و مقدار کل آب آبیاری در هر تیمار به طور میانگین در طول دو سال اجرای طرح قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که رطوبت پیش از آبیاری در هر تیمار به وسیله نمونه گیری های متعدد از خاک مزرعه و محاسبه رطوبت وزنی آن ها بر اساس زمان رسیدن به تبخیر تجمعی در هر یک از تیمارهای آبیاری به دست آمده که میانگین آن ها در جدول ۵ مشاهده می شود.

با توجه به کوچک بودن اندازه کرت های آزمایش و همچنین استفاده از کنتور و لوله جهت اندازه گیری و انتقال آب آبیاری به این کرت ها، می توان راندمان آبیاری را نزدیک به ۱۰۰ درصد منظور نمود. اطلاعات هواشناسی برای سال دوم اجرای طرح نیز مانند سال اول یادداشت برداری شد که در این سال از مجموع ۷۴/۲ میلی متر بارش، مقدار ۶۸/۶ میلی متر بارش مؤثر محاسبه گردید.

(جدول ۵) - تعداد دفعات آبیاری، رطوبت پیش از آبیاری و کل آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری برای گیاه اسفناج. (میانگین دو سال)

I3	I2	I1	تیمار آبیاری
۱۲	۱۳	۱۶	تعداد دفعات آبیاری
۱۳/۱	۱۴/۳	۱۶/۰	میانگین رطوبت پیش از آبیاری (درصد وزنی)
۳۵۵/۵	۳۵۰/۲	۳۱۳/۵	مقدار آبیاری در هر نوبت (متر مکعب)

یک بار سم پاشی جهت مبارزه با آفات برگخوار با سم دیازینو صورت گرفت. در ضمن، شاخص سطح برگ Leaf Area Index به روش وزنی در ۲ نوبت اندازه گیری و محاسبه شد. در نهایت، محصول در دی ماه برداشت شده و عملکرد محاسبه گردید. جهت مقایسه میانگین ها از روش دانکن استفاده شد.

گیاه اسفناج از گیاهانی است که به علت کوچک و ضعیف بودن بذر آن، نسبت به میزان رطوبت خاک در مراحل اولیه رشد حساسیت زیادی دارد و از این رو بایستی تا مرحله پنج برگی شدن، رطوبت مزرعه در حد بالایی نگاه داشته شود (۲۱). اعمال تیمارهای طرح بعد از این زمان اجرا گردید و لذا میانگین دور آبیاری گیاه اسفناج به صورت جدول ۶ تعیین شد.

(جدول ۶) - میانگین دور آبیاری اسفناج در سال اول

تیمار آبیاری	تا مرحله ۵ برگه شدن گیاه	تا پایان دوره رشد
I1	۳ روز یکبار	۳ روز یکبار
I2	۳ روز یکبار	۵ روز یکبار
I3	۳ روز یکبار	۷ روز یکبار

نتایج و بحث

دو سال اجرای طرح محاسبه گردید. همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود اثر کلیه تیمارها در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار گردید.

پس از برداشت محصول و محاسبه عملکرد آن، جدول تجزیه واریانس ساده برای هر سال و همچنین مرکب برای

(جدول ۷) - مجموع مربعات عملکرد گیاه اسفناج در دو سال و میانگین آن‌ها.

تیمار تراکم	تیمار روش کشت	تیمار آبیاری	دوره رویش
۲۵۰/۹**	۲۱۱۰/۱**	۳۰۴/۶۴**	سال اول
۲۹۱۷/۴**	۱۰۲۸/۴**	۱۱۸/۸*	سال دوم
۲۱۹۶/۸**	۲۶۲۹/۳**	۱۳۶/۳**	میانگین

** در سطح یک درصد معنی‌دار شده است

* در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است

فصل رشد تعیین شد. در تحقیقی مشابه در منطقه باری ایتالیا روی نیاز آبی گیاه اسفناج در آزمایش لایسیمیتری صورت گرفت، مشخص شد که میزان آب آبیاری مورد نیاز این گیاه در طول دوره رشد آن معادل ۲۷۶ میلی‌متر بوده است (۲۴). در (جدول ۸) می‌توان میانگین آب مصرفی در طول دو سال آزمایش در استان بوشهر را مشاهده نمود.

از میان روش‌های کشت اسفناج، روش کشت جوی و پشته معمولی (B2) دارای بالاترین عملکرد در هر دو سال اجرای طرح بوده است. دلیل برتری این روش نسبت به روش کشت کرتی کمتر شدن خطر شکستگی برگ در هنگام آبیاری می‌باشد زیرا در روش کرتی، برگ گیاه اسفناج روی زمین یا بسیار نزدیک به آن قرار گرفته و مانند یک مانع در مسیر جریان آب عمل می‌کند که در نهایت نیروی مکانیکی آب سبب شکسته شدن تدریجی برگ می‌گردد. در حالی که این مسئله در روش کشت جوی و پشته‌ای وجود ندارد.

بر اساس نتایج به دست آمده، تیمار آبیاری I1 (۲۵) میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) که بیشترین مصرف آب را داشته دارای بالاترین عملکرد نیز بوده است. این امر به آن معناست که این گیاه نسبت به میزان آب مصرفی دارای حساسیت زیادی می‌باشد. منابع تحقیقاتی موجود نیز بیانگر آن است که در میان گیاهان مختلف، اسفناج دارای کمترین توانایی در جهت مقابله با اثرات سوء ناشی از کمبود آب آبیاری می‌باشد (۱۵). به عنوان مثال ذکر شده است که حداکثر تخلیه مجاز رطوبت (MAD) برای گیاه اسفناج کمتر از بسیاری از محصولات کشاورزی بوده و معادل ۲۰ درصد از کل آب قابل استفاده (AW) است (۱۸).

در تحقیقی روی نیاز آبی گیاه اسفناج و اثر کم آبیاری بر آن، مشاهده شد که مصرف آب اضافی برای این گیاه می‌تواند به مانند کاهش بیش از اندازه آب مصرفی سبب کاهش محصول گردد. در این مطالعه نیاز آبی گیاه را در دوره‌های مختلف رشد از ۱۲۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر در طول

(جدول ۸) - متوسط مقدار کل آب مصرفی در تیمارهای مختلف در طی دو سال آزمایش.

I3	I2	I1	تیمار آبیاری
۴۲۶۶	۴۵۵۲	۵۰۱۶	میانگین آب مصرفی (متر مکعب در هکتار در سال)

علف هرز با محصول اصلی و همچنین کمتر شدن مبارزه شیمیایی و کاهش مصرف سموم، این تراکم (۱۵×۴۰ سانتی متر) از برتری محسوسی برخوردار است. بر اساس نتایج به دست آمده اثر متقابل تیمار آبیاری، روش کشت و تراکم بوته در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۹). این بدان معناست که با تغییر در هر کدام از موارد فوق، عملکرد تفاوت نموده است.

در این میان بالاترین عملکرد مربوط به تیمار I1B3C1 (۲۵ میلی متر تبخیر تجمعی، روش کشت جوی و پشته روی خط داغاب و فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر) به میزان ۳۹/۰۶ تن در هکتار بود. کمترین عملکرد نیز مربوط به تیمار I1B1C3 (۲۵ میلی متر تبخیر تجمعی، روش کشت کرتی و فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر) با عملکرد ۱۶/۱۵ تن در هکتار بود.

شکستگی برگ‌ها بر اثر آبیاری باعث می‌شود میزان عملکرد و بازارپسندی محصول کاهش پیدا کرده و همچنین شرایط برای فعالیت انواع آفات و بیماری‌ها فراهم گردد. در تحقیقی که در آمریکا در سال ۱۹۹۰ میلادی صورت گرفت مشخص شد که میزان تغییرات در فشار اسمزی موجود در بافت‌های گیاهان با کاهش آب مصرفی در اندام‌های مختلف دارای ارتباط نزدیک می‌باشد. آن‌ها دریافتند که در گیاهان برگی مانند اسفناج، توانایی مقابله با اثرات سوء ناشی از کمبود آب وابستگی شدیدی به وضعیت برگ آن‌ها دارد (۲۱). از این رو سلامتی برگ‌های اسفناج می‌تواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد آن داشته باشد.

به‌طور کل بهترین تراکم کشت برای گیاه اسفناج، تراکم ۴۰×۱۵ سانتیمتری بود که عدد ۱۵ سانتیمتر مربوط به فاصله بوته‌ها است. میزان بذر استفاده شده در این تراکم بیشتر از سایرین می‌باشد اما به علت عملکرد بالاتر و کاهش رقابت

(جدول ۹) - مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری، روش کشت و تراکم بوته

سطوح آبیاری			تراکم بوته	روش کشت
I3	I2	I1		
۲۰/۰۸ efg	۱۹/۳۹ fgh	۲۳/۳۲ def	C1	B1
۲۱/۲۸ efg	۱۹/۱۱ fgh	۲۱/۴۴ efg	C2	
۲۲/۵۵ def	۲۲/۴۲ def	۱۶/۱۵ h	C3	
۳۸/۶۷ a	۳۲/۷۲ b	۳۲/۹۸ b	C1	B2
۳۴/۳۸ b	۲۶/۲۳ cd	۳۸/۶۵ a	C2	
۲۲/۸۱ def	۲۲/۰۳ defg	۲۶/۰۸ cd	C3	
۲۸/۵۸ c	۳۳/۱۱ b	۳۹/۰۶ a	C1	B3
۲۴/۱۹ de	۲۵/۸۳ cd	۲۴/۲۷ de	C2	
۲۰/۹۶ efg	۱۸/۰۰ gh	۱۶/۲۵ h	C3	

* میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

شاخص سطح برگ

می نمایند که نتیجه آن کاهش میزان فتوسنتز در برگ‌های جوان نسبت به میزان تنفس آن‌ها می باشد که در نهایت طول دوره رشد و زمان رسیدن گیاه را افزایش می دهد (۹). تیمار کشت ۱۵×۵۰ سانتی متر، حد واسط دو تیمار یاد شده بوده است (جدول ۱۰). واضح است که خطر شکستگی برگ در اثر آبیاری در روش کرتی به مراتب بیشتر از روش کشت جوی و پشته است. با توجه به آن که به طور کل عملکرد گیاه اسفناج در روش کرتی به مراتب کمتر از دو روش دیگر بوده است، از این رو با تغییر روش کشت می توان احتمال صدمه دیدن برگ در اثر آبیاری را تا حد زیادی کاهش داد و لذا مقایسه شاخص سطح برگ روش کرتی با جوی و پشته در این جا آورده نشده است.

نتایج حاصل از محاسبه شاخص سطح برگ (در دو روش جوی و پشته‌ای) نشان داد که در تراکم کشت ۱۵×۴۰ سانتی متر، زمان رسیدن به حداکثر رشد برگ در مدت کوتاه تری نسبت به سایر تراکم‌ها صورت می گیرد و در بقیه دوران رشد، افزایش محسوسی در آن مشاهده نمی شود به گونه‌ای که در فاصله یک ماهه میزان این شاخص تفاوت چندانی نداشته است. در تراکم ۱۵×۶۰ سانتی متر، افزایش سطح برگ روندی کندتر داشته و دوره رشد به طور قابل توجهی طولانی تر می گردد و در نهایت عملکرد کمتری نیز داشته است. دلیل این امر آن است که در فواصل بوته‌ای زیاد به علت وجود فضای کافی، برگ‌های بالایی به سرعت رشد کرده و سبب سایه اندازی روی برگ‌های جوان پایینی

(جدول ۱۰) - تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوران رشد.

روش کشت	۸۰/۸/۲۷	۸۰/۹/۲۰
جوی و پشته‌ای (فاصله بوته ای ۴۰ سانتی متر)	۵/۷۸	۵/۹۴
جوی و پشته‌ای (فاصله بوته ای ۵۰ سانتی متر)	۲/۶۴	۵/۱۴
جوی و پشته‌ای (فاصله بوته ای ۶۰ سانتی متر)	۱/۰۵	۴/۱

آبیاری در هر نوبت نیز حدوداً ۳۲۰ متر مکعب در هکتار است.

بهترین تراکم و روش کشت برای منطقه مورد تحقیق عبارت است از روش کشت جوی و پشته معمولی با تراکم ۴۰ سانتی متر که فاصله ردیف‌ها نیز به میزان ۱۵ سانتی متر رعایت گردد. از این رو لازم است تا ترویج مناسب جهت تغییر کشت اسفناج در منطقه از روش کرتی با فواصل زیاد بوته‌ای به روش اشاره شده در بالا صورت پذیرد.

تشکر و سپاسگزاری

بدین وسیله از آقایان مهندس زلفی باوریانی، مهندس محمد زاده، مهندس نوروزی و مهندس غالبی که

نتیجه گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج به دست آمده از طرح حاضر و همچنین طرح‌های قبلی اجرا شده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر در مورد گیاه اسفناج، موارد زیر توصیه می گردد:

در سال‌هایی که میزان بارش در حد میانگین بارش نرمال و یا کمتر از آن باشد (در اغلب سال‌ها نیز بر همین منوال است) آبیاری هنگامی صورت گیرد که میزان تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A معادل ۲۵ میلی متر گردد. این میزان تبخیر در دور ۳ روز حاصل می گردد. مقدار متوسط آب

راهنمایی‌های مفید و ضروری را در مورد تهیه این مقاله
 همکاران در بخش تحقیقات خاک و آب و بخش تهیه و
 آماده‌اند صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌شود. همچنین از
 اصلاح نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
 آقایان آموزگار و استوار تکنسین‌های محترم طرح و سایر
 استان بوشهر قدردانی می‌نماییم.

منابع

- ۱- بصیری، ع. ۱۳۷۰. طرح‌های آماری در علوم کشاورزی، انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۲- حسین پور، م.، ا. هاشمی دزفولی، ا. میر فلاوند و ح. شریفی. ۱۳۷۷. بررسی اثر کود ازت و تراکم بوته بر برخی شاخص‌های رشد چغندر قند در منطقه دزفول. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. ص ۳۱۷.
- ۳- خوشخوی، م.، ب. شبانیو، ا. روحانی و ع. تفضلی. ۱۳۷۰. اصول باغبانی، انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۵۶ صفحه.
- ۴- دهملایی، م. ۱۳۸۲. نگاهی به وضعیت بارندگی استان بوشهر در سال زراعی ۸۲-۸۱. اداره پیش بینی، تحقیقات اقلیمی و هواشناسی کاربردی استان بوشهر.
- ۵- رئیسی، ف. ۱۳۷۳. تعیین آب مصرفی گیاه سیب زمینی. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان.
- ۶- رخشنده رو، م. ۱۳۷۷. بررسی و مقایسه عملکرد ارقام اسفناج. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر.
- ۷- رخشنده رو، م. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر کاشت و مقدار کود ازت بر روی صفات کمی و کیفی عملکرد دو رقم اسفناج. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر.
- ۸- فرشی، ع. و همکاران. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. جلد اول ۹۰۰ صفحه.
- ۹- کوچکی، ع. و غ. سرمدنیا. ۱۳۷۶. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۱۰- گرجیان، گ. ۱۳۶۲. سلکسیون کاهو، مسائل سبزی و صیفی در استان بوشهر. ۲۰ صفحه.
- ۱۱- یزدانپرست، ع. ۱۳۷۲. مواد معدنی، میوه‌ها و سبزیها. مجله دامدار، باغدار. شماره اختصاصی باغبانی صفحه ۴۳-۴۱.
- 12- Bonpont, A. 1988. Water requirement of spinach and carrot. UNILEC Information, (Union Nationale Interprofessionnelle des Legumes de Conserve). August. 28 pages.
- 13- Bracey, R.P., Parish, R L., Bergeron, PE. and R J. Constantin. 1990. High density planting for maximizing yields in greens. Louisiana agriculture. 34:2, 6 – 7.
- 14- Bradley, G.A., Sistrunk, W.A, Baker, E.C. and JN. Cash. 1975. Effects of spacing, nitrogen and cultivars on Spinach (*Spinacia Oleracea L.*) yield and quality. Journal of the American Society for Horticultural Science. 100:1, 45 – 48.
- 15- Choudhury, A.R., Rashid.M. and A. Hussein. 1974. A study on the effects of different spacing and levels of nitrogen on the yield of spinach. Bangladesh Horticulture. 2: 2, 39 – 43.
- 16- Chukwuma, G .1988. Water deficit levels and yield of African spinach. International Agrophysis. 4: 1-2, 135-142.
- 17- Doorenbos, J. Kassam, A.H. and C.L.M. Bentvelsen. 1988. Yield response to water. FAO. Irrigation and Water Drainage Paper 33.

- 18- Gawronski, S. and H. Skapski.1976. The optimum spacing for spinach grown in weed – free conditions. *Orgadnictwo*. 9: 143 – 157.
- 19- Leskovar, D.I. 1998. Root and shoot modification by irrigation. *Hortitechnology*. 4, 510-514.
- 20- Martin, I. 1987. Growing vegetables with little water. National Technical Information Service, Springfield. 42 pp.
- 21- Oosterhuis, D.M. and S.D. Wullschleger. 1990. Consideration of drought tolerance in irrigation management of vegetable crops. *Acta-Horticulturae*.No.278, 351-357.
- 22- Sharma, S.K. .1994. Response of nitrogen and spacing on plant growth, seed yield and quality of spinach seed. *Annals of Agricultural Research* . 15:4, 462-464.
- 23- Sugiyama, N. Hayashi, M. and M. Uehara.1999. Effect of water stress on Oxalic Acid concentration in spinach leaves. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*. 68: 6, 1155-1157.
- 24- Torantino, E. and P. Rubino.1989. Water consumption of broccoli, spinach, snap beans and gherkins in cropping sequence. *Irrigazinoe_e_ Drenaggio*.36: 3,228-234.
- 25- Troino, O., Sudnitsyn, I. and J. Touristy. 1990. The determination of the optimum moisture level in derno podzolic soils under vegetables. *Biologicheskije Nauki*.1: 115-119.

Studying the effects of irrigation regimes, plant density and cultivation method on spinach yield (A case study: Bushehr province)

M.Pauzesh Shirazi* – M.Rakhshandero¹

Abstract

Due to good climatic condition for producing spinach during autumn in Bushehr province, a study was carried out in Borazjan Agricultural Center during 2001–2002 to determine the effects of irrigation regimes, plant density and cultivation method on spinach. The experiment was based on a complete randomized block design having split factorials with three replications with the following treatments: three methods of cultivation (plant rows in basin (B1), ordinary bed and furrow (B2), and on upper part of furrow (B3)); three plant densities (40×15 (C1), 50×15 (C2), and 60×15 (C3) centimeters); and three irrigation intervals (I1=25mm, I2=35mm, and I3=45mm based on cumulative evaporation from a class A pan). Results showed that the effects of all main factors and their interactions were significant at $P<0.01$ level. The highest yield was obtained from I1B3C1 treatment with an average of 39.06 ton/ha. Total applied water were 5016, 4552 and 4266 m³/ ha/ year for irrigation treatments (I1, I2, I3), respectively. The best irrigation frequency was every 3 days during the growing season in the region.

Key words: Spinach, water requirements, Plant density, Cultivation method, Bushehr.

* - Corresponding author Email: shirazi754@yahoo.com

¹ - Scientific Faculties of Bushehr Agricultural and Hatural Resources Center