یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۹

عنوان مقاله:

اثر مقادیر مختلف آب و کود ازت بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی

تألیف:

سید حسن موسوی فضل، فرامرز فائزنیا[1]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف آب و کود ازت بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی، آزمایشی در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود) در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به مدت دو سال انجام شد. این تحقیق در قالب طرح نوارهای خرد شده (اسپیلت پلات) با دو فاکتور، که در آن مقادیر آب مصرفی گیاه در چهار سطح (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد آب مورد نیاز گیاه) و مقادیر کود ازت نیز در چهار سطح (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد ازت مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک) به ترتیب به عنوان عوامل اصلی و فرعی، اجرا شد. آب مورد نیاز گیاه بر اساس داده‌های تشتک تبخیر کلاس A و سطوح آبی ذکر شده، محاسبه و با روش آبیاری شیاری (فارو) در اختیار گیاه قرار می‌گرفت. نتایج نشان داد، عامل آب سبب اختلاف معنی‌داری در عملکرد محصول شد، بطوریکه با افزایش میزان آب مصرفی عملکرد محصول افزایش یافت. تفاوت عملکرد (پنج تن در هکتار) سطح آبی ۷۵ درصد در مقایسه با سطح آبی ۱۲۵ درصد نسبت به اختلاف فاحش آب مصرفی آنها (۴۰۰۰ متر مکعب در هر هکتار) به دلیل شرایط کم آبی و ارزش اقتصادی آب مقرون به صرفه نیست. عامل کود ازت نیز توانست اختلاف معنی‌داری در عملکرد محصول بوجود آورد. اما در سطوح کودی بیشتر از ۵۰ درصد اختلافی بین عملکردها مشاهده نشد. بنابراین سطح کودی ۷۵ درصد بخاطر کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی کمتر محیط زیست و منابع آب و تضمین سلامت مصرف‌کننده توصیه می‌شود. اثرات تؤام آب و کود ازت بر میزان عملکرد محصول نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر آب و کود ازت بر خصوصیات کیفی محصول مانند ریزی و درشتی، غلظت ازت

۱- به ترتیب عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی و محقق بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود)

نیتراته، درصد مادهٔ خشک و درصد پروتئین در غده‌های سیب‌زمینی معنی‌دار بود. افزایش مصرف آب، درصد غده‌های درشت را افزایش و غده‌های متوسط و ریز را کاهش داد. بیشترین مقدار ازت نیتراته غده‌ها از تیمار آبی ۵۰ درصد حاصل شد. کمترین درصد پروتیئن غده‌ها در تیمار آبی ۱۲۵ درصد مشاهده شد. بیشترین کارائی مصرف آب از تیمار آبی و کودی ۷۵ درصد (۳/۹ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب در هر هکتار) حاصل شد.

کلمات کلیدی: سطوح مختلف آب آبیاری،گوجه‌فرنگی، کمیت، کیفیت

۱- مقدمه

منابع آب جزء سرمایه‌های ملی است که حفظ و حراست از آن برهمگان واجب است. با افزایش جمعیت، نیاز به استفاده از این ماده حیاتی بیشتر می‌شود. از آنجایی که بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده آب بشمار می‌رود، هرگونه صرفه‌جویی در این بخش، کمک مؤثری به صرفه‌جویی درمنابع آب تلقی می‌شود. براساس آمار موجود در حال حاضر میزان برداشت و مصرف آب در کشور حدود ۹٤ میلیارد مترمکعب در سال است که ۸٤ درصد آن در بخش کشاورزی و بقیه در بخش‌های شرب، صنعت و موارد متفرقه دیگر به مصرف می‌رسد. کاهش روز افزون منابع آب در جهان و نیاز مستمر انسان به آب و مصرف عمده آن در بخش کشاورزی محققان این بخش را به مطالعه و تحقیق در خصوص استفاده بهینه از آب، اصلاح سیستم‌های آبیاری سنتی و تبدیل آنها به روش‌های مدرن و بهبود در مدیریت استفاده از آب واداشته است تا بتوانند با بکارگیری تکنیک‌های صحیح در امر کنترل مصرف آب، از هدر رفتن این ماده حیاتی و نتایج ناگوار که از مصرف نادرست آن برای گیاه و خاک ببار می‌آید، جلوگیری نمایند.

تحقیقات نشان داده است که گیاه سیب‌زمینی بسیار حساس به تنش خشکی است. زیرا سیستم ریشه‌ای این گیاه در لایه کمتر از ۳۰ سانتیمتر خاک تجمع می‌یابد (٤). مطالعات وان لون (Van Loon ,1986) نشان داد تنش خشکی زمانی که ٤۰ – ۳۰ درصد آب قابل دسترس خاک به مصرف گیاه برسد، اتفاق می‌افتد. این مقادیر بر اساس شرایط اقلیمی، نوع خاک و نوع رقم متغیر است (٤). وقتی تنش رطوبت به سیب‌زمینی وارد می‌شود گیاه نسبت به سایر گیاهان زراعی سریعتر روزنه‌های خود را می‌بندد. بنابراین انتقال مواد فتوسنتزی و سرعت تبخیر و تعرق سریعترکاهش می‌یابد (٤). جفریز و همکاران (Jefferies and etal, 1997) گزارش نمودند که در گیاهان تحت تنش رطوبت، میزان کربن نشان‌دار در برگ‌های بالای ساقه کاهش می‌یابد. همچنین مقدار آن در غده‌ها کمتر از ساقه و برگ‌ها است. به هر حال تنش رطوبت تأثیر سوء بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی دارد (٤). تنش رطوبت در مرحله رشد سبزینه و تا قبل از مرحله تشکیل غده‌ها، سطح برگ، تعداد شاخه‌های فرعی سیستم ریشه، ارتفاع بوته و بطور کلی نمو پوشش سبز گیاه را کاهش می‌دهد (٤). دومین مرحله رشد سیب‌زمینی مرحله تشکیل غده‌هاست که همزمان با گلدهی است. طول این دوره نسبتاً کوتاه است. در این مرحله مکانیزم‌های هورمونی در گیاه فعال بوده و غده‌ها به صورت ریز در انتهای استوانه‌ها تشکیل می‌شوند. تنش خشکی در این مرحله یکی از

اجزاء عملکرد گیاه یعنی تعداد غده در هر بوته را کاهش می‌دهد. علاوه بر آن متوسط اندازه غده‌ها و وزن مخصوص غده‌ها را نیز به شدت کاهش می‌دهد (٤). سومین مرحله رشد گیاه سیب‌زمینی، مرحله بزرگ شدن غده‌هاست. در این مرحله مواد فتوسنتزی به غده‌های در حال رشد انتقال می‌یابد. تنش رطوبتی در این مرحله به شدت عملکرد و کیفیت محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر آن سبب افزایش تولید غده‌های ثانویه بد شکل می‌شود (٤). آخرین مرحله رشد گیاه سیب‌زمینی، مرحله رسیدگی است. در این مرحله پوشش سبز گیاه پیر شده و پوست غده‌ها ضخیم می‌شوند. نیاز آبی گیاه کاهش یافته و حتی تنش رطوبتی در این مرحله مقاومت غده‌ها را به آفات، بعد از برداشت افزایش می‌دهد (٤). در بررسی (1988-89) "اثر رژیم‌های آبیاری بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی در دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای" مشخص شد تأمین آب اضافی میزان تبخیر از سطح برگ، وزن‌تر، رشد غده‌ها و عملکرد محصول را افزایش و مقاومت روزنه‌ها و وزن خشک گیاه را کاهش می‌دهد (۱۲).

یکی از کودهای مهم که نقش زیادی در افزایش عملکرد محصول دارد، ازت است. ازت جزء عناصر پر مصرف جهت رشد گیاه محسوب می‌شود. مقدار آن در وزن خشک گیاه ٥ – ۱ درصد است. بخش اعظم ازت مورد نیاز گیاه به صورت نیترات (NO_3^-) جذب می‌شود. ازت در ساختن کروفیل گیاه نقش اساسی دارد. همچنین ازت سبب افزایش پروتئین در اندام‌هایی که پروتئین ذخیره می‌کنند، دارد. ازت نسبت اندام هوایی به ریشه گیاه را افزایش و قدرت پنجه‌زنی را بالا می‌برد. اما تجمع بیش از حد ازت در محصولات از قبیل غده سیب‌زمینی و میوه گوجه‌فرنگی می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را به خطر اندازد. از طرف دیگر مصرف بیش از حد کودهای حاوی ازت سبب آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی و افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد (٦). صوفیان (1986) در بررسی "اثر متقابل ازت و پتاسیم در کیفیت و کمیت محصول دو رقم سیب‌زمینی" گزارش نمود، که کاربرد ازت سبب افزایش عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن غده‌ها و میزان پروئئین غده‌ها می‌شود (۲). فکرمندی (1986 – 1983) به منظور تعیین نیاز غذایی سیب‌زمینی تحقیقی در منطقهٔ زنجان با سه سطح ازت (۰،۹۰،۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح فسفر (۰،۹۰،۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) در خاکی با بافت متوسط تا نسبتاً سنگین انجام داد. نتایج نشان داد اثر ازت در سطح یک درصد در افزایش محصول معنی‌دار شد (۳).

نیاز روزانه انسان به نیترات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بالغ بر ٥ میلی‌گرم است. بدیهی است چنانچه در مواد خوراکی مصرفی، مقدار نیترات از حد مجاز فراتر رود، برای سلامتی انسان در طولانی مدت تهدیدآمیز خواهد بود. تجمع نیترات در انواع سبزی‌ها، پیاز و سیب‌زمینی بستگی به عوامل مختلفی از جمله مقدار، نوع کود ازته، دفعات مصرف، رقم، شدت نور، دما، طول روز، شدت آفتابی بودن و زمان برداشت دارد (٥). مصرف سرانه سیب‌زمینی در ایران ۱۰۰ گرم در هر روز است (۷). به دلیل آنکه رابطهٔ بسیار نزدیکی بین مقدار کودهای ازت مصرفی و تجمع نیترات در محصولاتی که غده، پیاز ساقه و برگ آنها بطور مستقیم مصرف می‌شود، وجود دارد. بایستی ضمن رعایت مصرف بهینهٔ کود، در مصرف کودهای ازته نهایت صرفه‌جویی را به عمل آورد، تا ازت مصرفی فقط به مصرف تولید اسیدهای آمینه و پروتئین

رسیده باشد. از آنجا که مولدان بخش کشاورزی تأثیر چشمگیر ازت را بر رشد رویشی گیاهان مشاهده می‌کنند، در اکثر موارد مقادیر کودهای ازته را بیش از نیاز (حداکثر مجاز کود اوره مصرفی ٤٠٠ کیلوگرم در هکتار) مصرف می‌کنند که این امر سبب تجمع نیترات در برگ‌ها و اندام‌های سبز گیاه می‌شود (٥). نقش نیترات بر سلامتی انسان از جهات مختلفی قابل بررسی است. ایجاد بیماری متهموگلوبینمیا (Methemoglobinemia) در خردسالان و نیز سرطان‌زایی در بزرگسالان، با نیترات موجود در آب و مواد غذایی ارتباط مستقیم دارد (٥). آزین (Azin , 1998) و غلامی (۱۳۷۲) اظهار داشتند علت سرطان‌زایی نیترات این است که در چرخهٔ گوارشی (معده) انسان با یک نوع از اسیدهای آمینه ترکیب شده و تبدیل به نیتروزآمین می‌شود که خود یک ماده سرطان‌زا است (٥). پورتر و همکاران (Porter.et al. 1999) بیان داشتند که در اثر مصرف مواد آلاینده از جمله سموم شیمیایی و نیترات، مردان نسل آینده با کاهش تعداد اسپرم مواجه خواهند شد (۱۱).

آندرسون و نیلسن (Anderson and Nielsen, 1992) نشان دادند که با تطابق زمان نیاز و زمان مصرف کودهای ازته، می‌توان ضمن حفظ عملکرد بالا، سبزی‌هایی با نیترات پایین تولید کرد (٥).

اثرات نامطلوب نیترات در محیط‌زیست نیز متفاوت است. در آب‌های سطحی نظیر دریاچه‌ها و رودخانه‌ها که امکان رویش گیاهان آبزی و جلبک‌ها به طور گسترده‌ای وجود دارد، حضور نیترات همراه با فسفر، باعث رشدبی‌حد گیاهان آبزی شده که درنهایت کانال‌ها رامسدود وموجب رشد بی‌رویهٔ نی‌ها می‌گردد (٥). سطح زیر کشت سیب‌زمینی در کشور ۱٦۱۰۰۰ هکتار و متوسط تولید ۲۱/٦ تن در هکتار است (۹). میزان آب مصرفی سیب‌زمینی در استان سمنان حدود ۱٤۰۰۰ -۱۲۰۰۰ مترمکعب در هر هکتار برآورد شده است. به منظور بررسی اثرات مصرف مقادیر مختلف آب و کود ازت و ارتباط آنها با عملکرد و برخی خصوصیات کیفی محصول و تعیین حدود بهینه برای مصرف آب و کود ازت، این طرح در طول سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به مدت دو سال انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مشخصات محل

محل اجرای طرح اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود) واقع در کیلومتر ۳ جاده شاهرود – بسطام، با متوسط بارندگی سالانه ۱۷٥ میلی‌متر، بود. بر اساس آمار درجه حرارت و رسم منحنی آمبروترمیک دوره خشک از اواسط اردیبهشت شروع و تا نیمه آبان ماه ادامه دارد و بقیه ماه‌های سال جزء دوره مرطوب منطقه محسوب می‌گردد. اقلیم منطقه مطابق طبقه‌بندی آمبروژه خشک و سرد است.

۲-۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از مراحل آماده‌سازی زمین، نمونه‌گیری از عمق‌های (۳۰-۰) و (۶۰-۳۰) سانتی‌متر انجام شد. نمونه‌ها با اعمال ملاحظات لازم به آزمایشگاه منتقل شده، بعد از خشک کردن نمونه‌ها و خردکردن آنها با عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری تعیین و وزن مخصوص ظاهری خاک با روش پارافین (نمونه‌های دست نخورده) و مقدار رطوبت در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از صفحات فشاری (Pressure Plate) در مکش‌های ۰/۳ و ۱۵ بار تعیین شد. با استفاده از گل اشباع تهیه شده از نمونه خاک pH آن توسط دستگاهpH متر و هدایت الکتریکی خاک بوسیله دستگاه هدایت‌سنج اندازه‌گیری شد (۷). اندازه‌گیری پتاسیم محلول به روش شعله‌سنجی (Flame Photometer) انجام شد. فسفر خاک به روش اسپکتروفتومتر (Spectro Photometer) و ازت کل خاک به روش کجلدال تعیین شد (۷). جدول ۱ خلاصه نتایج آزمایش خاک را نشان می‌دهد.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک مزرعه

پارامترهای اندازه‌گیری شده	عمق خاک (سانتی‌متر)	
	۳۰ - ۰	۶۰-۳۰
بافت خاک	لوم	لوم
الف - درصد شن	٤٥	٤٥
ب - درصد سیلیت	۳۲	۳٤
ج - درصد رس	۲۳	۲۱
۲- وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/٤٦	۱/۵۹
۳- رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه (درصد)	۲۰/۷	۱۹/۷
٤- رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی (درصد)	۹/۵	۹
۵- واکنش خاک (pH)	۷/۹	۷/۸
٦- هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	۱/٤	۱/۳
۷- عناصر غذایی		
الف - پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۳۷۰	۳٦۰
ب - فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۱٦	۱۲
ج - ازت کل (درصد)	۰/۰۵	۰/۰۵

۲-۳- کیفیت آب

آب آبیاری این طرح از چاه شماره ۷ اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود) تأمین می‌شد. به منظور تعیین کیفیت آن، دو نمونه آب تهیه و آزمایش شد که نتایج تجزیه کیفی آن مطابق جدول ۲ است.

جدول ۲ - نتایج تجزیه کیفی آب

پارامترهای اندازه‌گیری	هدایت‌الکتریکی (EC) (میکروموس بر سانتیمتر)	PH	کاتیون‌های محلول (میلی اکی والان برلیتر)				آنیون‌های محلول (میلی اکی والان بر لیتر)		SAR
			$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	$Hco_3^{-}+Co_3^{2-}$	SO_4^{2-}	
مقدار	۱۱۵۱	۸/۱	۵/۶	۳/۵	–	۵/۲	۲/۹۸	۰/۹۲	۲/۱

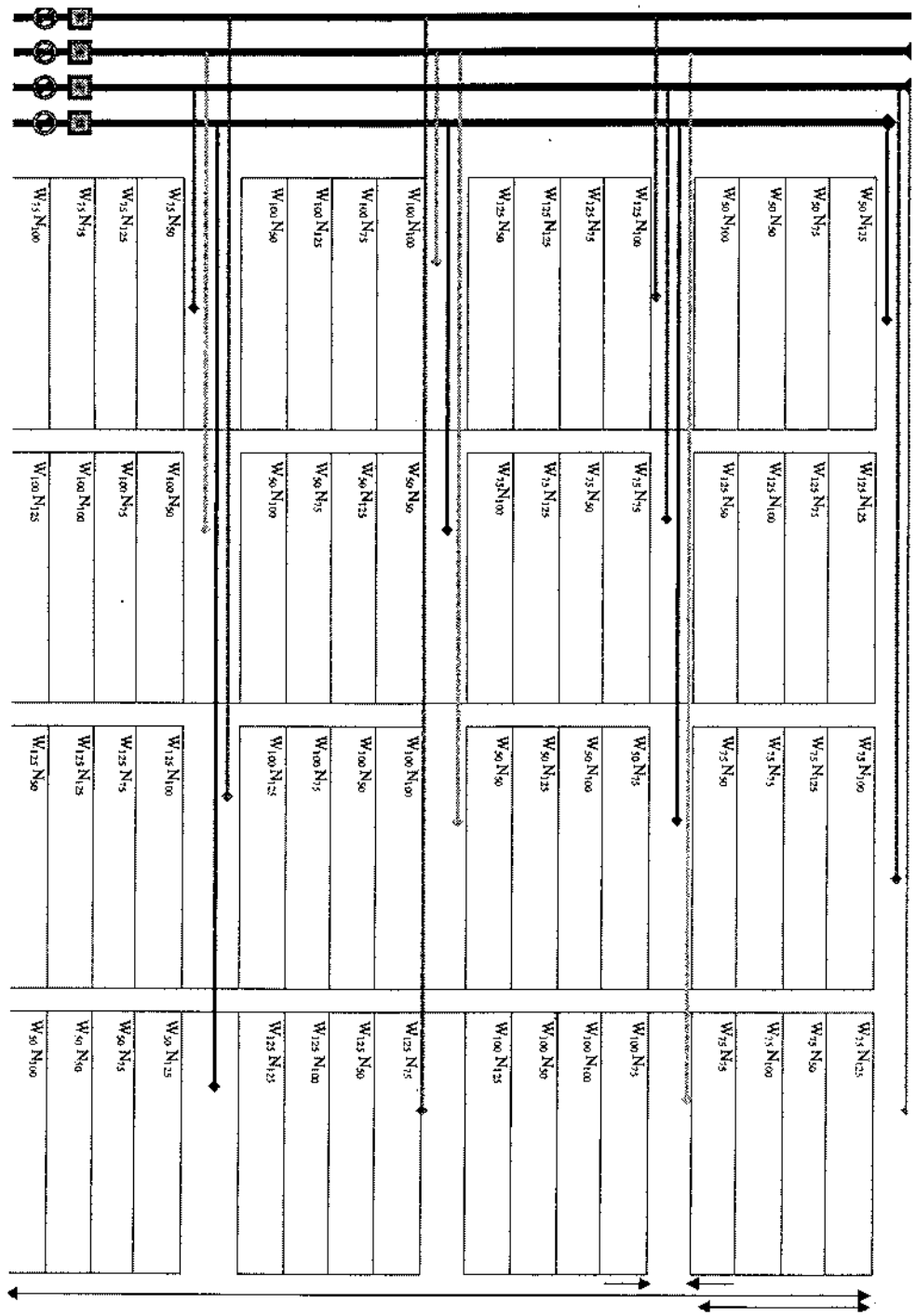
۲-۴- طرح آماری و انتخاب تیمارها

طرح در قالب اسپلیت پلات (Split – Plot) با دو فاکتور در چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای طرح عبارت بودند از:

۱- مقادیر مختلف آب آبیاری به عنوان عامل اصلی (Main Plot) در چهار سطح ۵۰، ۷۵،۱۰۰ و ۱۲۵ درصد آب مورد نیاز گیاه ۲- مقادیر مختلف کود ازت به عنوان عامل فرعی (Sub Plot) در چهار سطح ۵۰،۷۵،۱۰۰ و ۱۲۵ درصد ازت مورد نیاز بر اساس آزمون خاک. بدین ترتیب تعداد پلات‌های فرعی در داخل هر پلات اصلی ٤ و تعداد کل پلات‌ها در هر بلوک آزمایشی ١٦ بود. لذا طرح با ٦٤ کرت آزمایشی انجام شد. (نقشه پیوست). در این گزارش تیمارهای آزمایشی به صورت WxNy نشان داده شده‌اند که در آن اندیس x سطوح آب و اندیس y سطوح کودی می‌باشند. به عنوان مثال $W_{50}N_{75}$ تیماری است که در آن ۵۰ درصد آب مورد نیاز گیاه و ۷۵ درصد کود ازت بر اساس آزمون خاک به گیاه داده شده است.

۲-۵- روش آبیاری

روش آبیاری در طرح، روش شیاری (فارو) معمول منطقه انتخاب شد. شیب‌بندی و کنترل آب طوری طراحی شد که هیچ آبی از انتهای شیارها خارج نشود. آب آبیاری توسط یک سیستم لوله‌کشی، داخل مزرعه توزیع و توسط لوله تا ابتدای هر کرت آزمایشی منتقل و بطور یکسان در داخل شیارها توزیع می‌شد. اندازه‌گیری و کنترل مقدار آب آبیاری در هر تیمار توسط شیرفلکه‌ها و کنتورهای حجمی که برای سیستم تعبیه شده بود، انجام می‌شد. مقدار آب آبیاری با استفاده از میزان تبخیر از تشتک کلاس A آمریکایی مستقر در ایستگاه هواشناسی محل طرح محاسبه و با منظور نمودن مقادیر مختلف سطوح آبی ذکر شده در تیمارها و با رعایت حد ظرفیت نگهداری آب در خاک به گیاه داده می‌شد. دور آبیاری حداکثر برای منطقه ۸ روز برآورد شد. اما به منظور جلوگیری از تنش‌های احتمالی وارده به گیاه و حذف تلفات عمقی، دور آبیاری ۵ روز اعمال می‌شد. در هر کرت آزمایشی چهار خط کاشت به طول ۸ متر در نظر گرفته شد. فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر انتخاب شد. به منظور حذف اثرات ناشی از نفوذ آب و کود از تیمارهای مختلف روی یکدیگر فواصل بین هر تیمار کودی دو خط نکاشت (۱/۵متر) و فاصله بین تیمارهای آبی سه خط نکاشت (۲/۲۵متر) انتخاب شد. بنابراین سطح هر کرت کودی حدود ٤٠ مترمربع و هر کرت آبی ١٦٠ مترمربع و هر بلوک٦٤٠ مترمربع بود. این طرح در دو فصل زراعی ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ اجرا شد.



۲-۶- محاسبه آب آبیاری

برای محاسبه نیاز آبی گیاه از داده‌های تبخیر از تشتک کلاس A که در ایستگاه هواشناسی محل طرح مستقر بود، استفاده می‌شد. میزان تبخیر و تعرق پتانسیل از رابطه زیر محاسبه می‌شد:

$$ETo = Kpan. ETpan$$

در این رابطه:

ETo = تبخیر و تعرق پتانسیل در فاصله دو آبیاری

Kpan = ضریب تشتک تبخیر (مقدار آن ۰/۷۵ منظور می‌شد)

ETpan= میزان تبخیر از تشتک بین هر دو آبیاری متوالی

سپس مقدار تبخیر و تعرق گیاه از رابطه زیر محاسبه می‌شد:

$$ETcrop = Kc. ETo$$

در این رابطه:

ET crop= تبخیر و تعرق گیاه

Kc= ضریب گیاهی

مقدار ضریب گیاهی Kc با استفاده از روش FAO برآورد و مقدار ET crop محاسبه می‌شد. سپس با اعمال ضرایب مربوط به سطوح آبی تیمارها ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد، مقدار آب مورد نیاز هر کرت آبی در هر تیمار آزمایشی محاسبه و در اختیار گیاه قرار می‌گرفت.

۲-۷- عملیات زراعی

این طرح در سال ۱۳۷۹ برای اولین بار انجام و در سال ۱۳۸۰ تکرار شد. عملیات آماده‌سازی زمین و اجرای سیستم انتقال آب آن در فروردین ماه و کشت غده‌ها (با متوسط وزن ۵۷ گرم و رقم اگریا) در هر سال در بیستم اردیبهشت ماه پس از ضدعفونی با قارچ‌کش کاپتان ۵ درصد انجام می‌شد. در هر دو سال، آبیاری قبل از کاشت و اولین آبیاری بعد از کاشت تا سبز شدن گیاه، در تمام تیمارها یکسان و پس از آن آبیاری مطابق تیمارهای ذکر شده انجام می‌شد. عملیات زراعی وجین علف‌های هرز، در طول فصل رشد برای کلیه تیمارها یکسان بود. وجین علف‌های هرز مزرعه در طول هر فصل رشد سه تا چهار بار انجام شد، بطوریکه مزرعه آزمایشی در طول مدت آزمایش عاری از هر گونه علف‌هرز بود. عملیات کوددهی نیز براساس تیمارهای کودی در دو مرحله همراه با آب آبیاری به صورت دستی به گیاه داده می‌شد. همچنین در زمان انجام آزمایش هیچگونه مبارزه‌ای علیه بیماری‌ها انجام نشد. برداشت محصول در پایان هر فصل زراعی در اواخر مهر ماه انجام می‌شد و در هر سال کلیه پارامترهای مورد نیاز اندازه‌گیری و آزمایشات کیفی مربوطه انجام و داده‌های مورد نظر یادداشت برداری می‌شدند.

۲-۹- برداشت محصول

برداشت محصول در هر سال به صورت دستی انجام می‌شد. به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای یک‌متر از ابتدا و انتهای دو خط وسط هرکرت حذف و برداشت محصول از قسمت وسط دو خط میانی کرت‌ها انجام می‌شد. میزان محصول در هر تیمار به غده‌های درشت (بیشتر از ۱۵۰ گرم)، غده‌های متوسط (۱۵۰-۵۰ گرم) و غده‌های ریز (کمتر از ۵۰ گرم) تقسیم‌بندی شده و وزن آنها جداگانه اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری می‌شدند. برای انجام آزمایشات کیفی محصول مانند تعیین درصد پروتئین، وزن مخصوص، درصد رطوبت و ازت نیتراته نمونه‌هایی از هر تیمار تهیه و به آزمایشگاه منتقل می‌شدند.

۲-۱۰- نرم افزار مورد استفاده جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها

پارامترهای اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTATC بطور جداگانه در هر سال مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و نهایتاً داده‌های دو سال تجزیه مرکب شد که نتایج آن در بخش مربوط ارائه شده است.

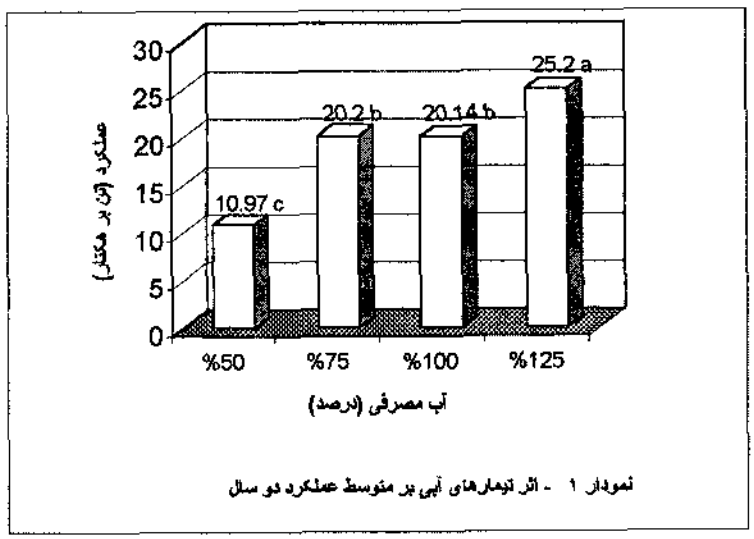
۳-نتایج

۳-۱ – خصوصیات کمی محصول (عملکرد)

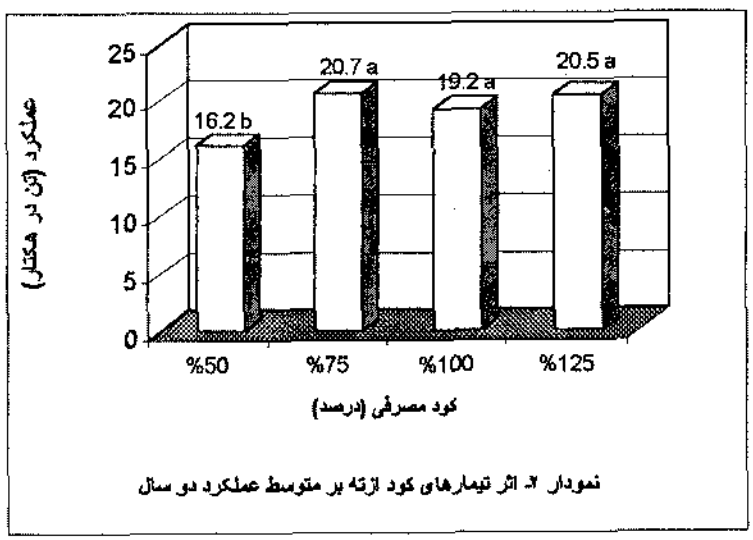
فاکتورهای آب و ازت و اثرات متقابل آنها در هر دو سال آزمایش عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار دادند. بطوریکه عملکرد محصول در تیمارهای مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از ادغام داده‌های دو سال نشان داد حداکثر عملکرد (۲۵/۲ تن در هکتار) مربوط به تیمار آبی ۱۲۵ درصد بود. تیمارهای آبی ۷۵ و ۱۰۰ نیز به ترتیب با عملکرد ۲۰/۲ و ۲۰/۱٤ در یک گروه آماری قرار داشتند و حداقل عملکرد از تیمار آبی ۵۰ درصد (۱۰/۹۷ تن در هکتار) حاصل شد (نمودار ۱).

اثر فاکتور ازت نیز سبب اختلاف معنی‌دار در عملکرد محصول شد. تجزیه مرکب نتایج حاصل از دو سال نشان داد که بین عملکرد محصول در تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. تیمارهای ۷۵، ۱۲۵، ۱۰۰ درصد به ترتیب با متوسط عملکرد ۲۰/۷، ۲۰/۵ و ۱۹/۲ تن در هکتار در یک گروه مشابه و تیمار کودی ۵۰ درصد با متوسط عملکرد ۱٦/۲ تن در هکتار در گروهی متفاوت با سایر تیمارها جای گرفت (نمودار۲).

اثر مشترک (متقابل) فاکتورهای آب و ازت نیز اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد در عملکرد محصول ایجاد نمود. بطوریکه بیشترین عملکرد محصول از تیمار $W_{125}N_{75}$ (تیمار آبی ۱۲۵ و کود ازت ۷۵ درصد) با متوسط عملکرد ۲۷/۸ تن در هکتار و حداقل عملکرد از تیمار $W_{50}N_{125}$ با متوسط ۹/۵ تن در هکتار حاصل شد. جدول ۳ مقایسه میانگین اثر مشترک فاکتورهای آب و ازت بر عملکرد محصول را نشان می‌دهد.



نمودار ۱ - اثر تیمارهای آبی بر متوسط عملکرد دو سال



نمودار ۲- اثر تیمارهای کود ازته بر متوسط عملکرد دو سال

جدول ۳- گروه‌بندی متوسط عملکرد تیمارها در دو سال آزمایش (اثر مشترک فاکتورها)

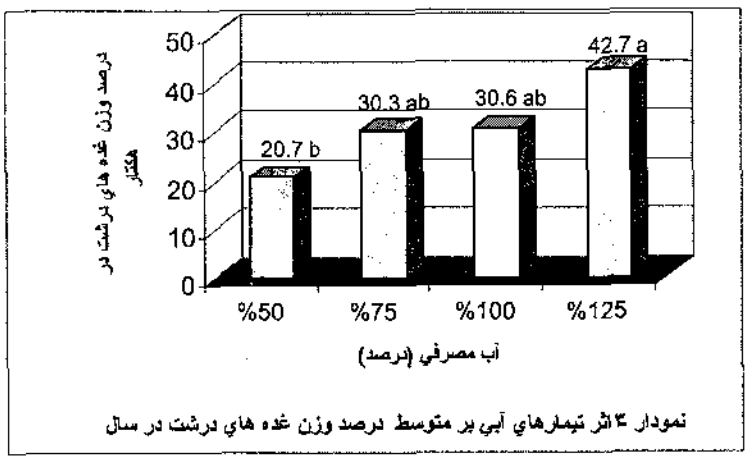
ردیف	تیمار			متوسط عملکرد (تن در هکتار)	گروه‌بندی
	آب مصرفی (درصد)	کود ازته (درصد)	علامت اختصاری تیمار		
۱	۱۲۵	۷۵	$W_{125}N_{75}$	۲۷/۸	A
۲	۱۲۵	۱۲۵	$W_{125}N_{125}$	۲۷/۷	A
۳	۱۲۵	۱۰۰	$W_{125}N_{100}$	۲۵/۸	AB
٤	۷۵	۱۲۵	$W_{75}N_{125}$	۲۳/۷	ABC
۵	۷۵	۷۵	$W_{75}N_{75}$	۲۳/۵	ABC
٦	۱۰۰	۱۲۵	$W_{100}N_{125}$	۲۲	BCD
۷	۱۰۰	۱۰۰	$W_{100}N_{100}$	۲۱/۵	BCD
۸	۱۲۵	۵۰	$W_{125}N_{50}$	۲۰/٦	CDE
۹	۱۰۰	۷۵	$W_{100}N_{75}$	۲۰/۲	CDE
۱۰	۷۵	۱۰۰	$W_{75}N_{100}$	۱۷/۵	DE
۱۱	۱۰۰	۵۰	$W_{100}N_{50}$	۱٦/۸	E
۱۲	۷۵	۵۰	$W_{75}N_{50}$	۱٦/۲	E
۱۳	۵۰	۱۰۰	$W_{50}N_{100}$	۱۲	F
۱٤	۵۰	۵۰	$W_{50}N_{50}$	۱۱/۳	F
۱۵	۵۰	۷۵	$W_{50}N_{75}$	۱۱/۱	F
۱٦	۵۰	۱۲۵	$W_{50}N_{125}$	۹/۵	F

۲- ۳- خصوصیات کیفی محصول

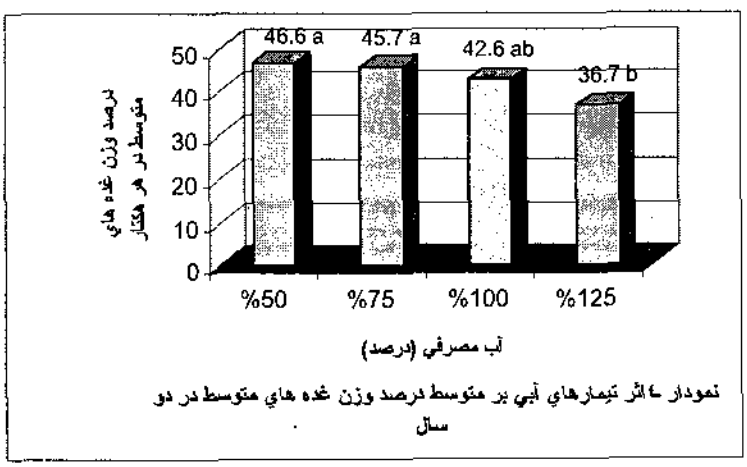
۳-۲-۱- اندازه غده‌ها

تجزیه مرکب نتایج حاصل از دو سال نشان داد که فاکتور آب سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری بر متوسط درصد وزن غده‌های درشت، متوسط و ریز شده است (جدول۳). نمودارهای ۳، ٤،۵ اثر تیمارهای آبی بر متوسط درصد وزن غده‌ها را در دو سال آزمایش نشان می‌دهد.

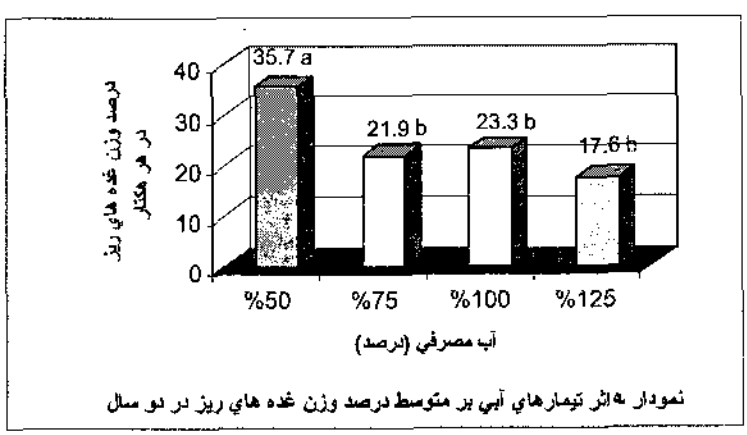
فاکتور ازت در این آزمایش بر درصد وزن غده‌های سیب‌زمینی تأثیری نداشت.به عبارت دیگر استفاده مقادیر مختلف ازت تأثیری در ریزی و درشتی غده‌ها نداشت.



نمودار ۳ اثر تیمارهای آبی بر متوسط درصد وزن غده های درشت در سال



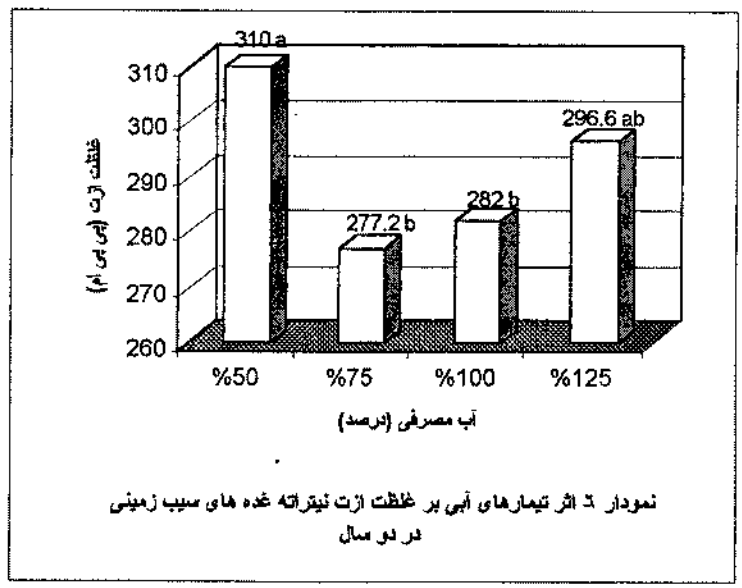
نمودار ٤ اثر تیمارهای آبی بر متوسط درصد وزن غده های متوسط در دو سال



نمودار ٥ اثر تیمارهای آبی بر متوسط درصد وزن غده های ریز در دو سال

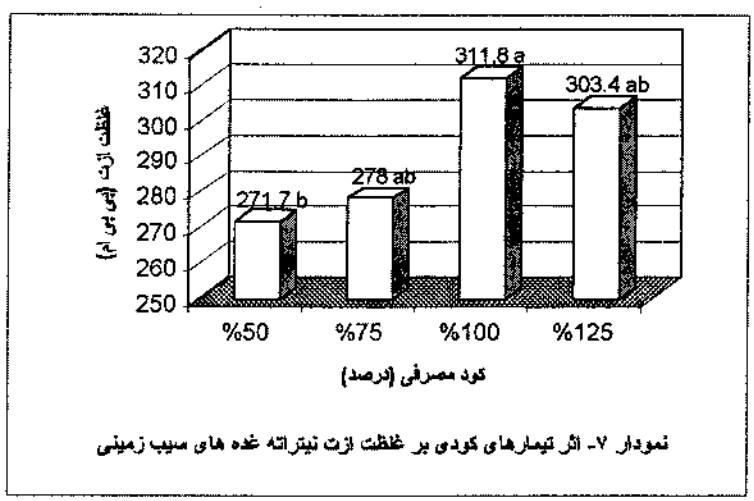
۳-۲-۲- غلظت ازت نیترات غده‌های سیب‌زمینی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌های دو سال مشخص شد که اثر فاکتور آب بر غلظت ازت نیتراته غده‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار است. حداکثر غلظت ازت غده‌ها در تیمار آبی ۵۰ درصد با متوسط ۳۱۰ پی پی ام بود (نمودار٦).



نمودار ٦- اثر تیمارهای آبی بر غلظت ازت نیتراته غده های سیب زمینی در دو سال

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از دو سال نشان داد که فاکتور کود ازت سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری بین تجمع غلظت ازت در غده‌های سیب‌زمینی شد، بطوریکه تیمارهای کودی ۱۰۰، ۱۲۵ و ۷۵ درصد به ترتیب با تجمع غلظت ازت نیتراته۳۱۱/۸، ۳۰۳/٤ و ۲۷۸ پی پی ام در یک گروه آماری و تیمار کودی ۵۰ درصد در گروه پایین‌تر قرار گرفتند. (نمودار۷) نتایج نشان داد که اثر متقابل آب و کود ازت بر میزان تجمع غلظت ازت نیتراته در غده‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار است. گروه‌بندی میزان متوسط غلظت ازت نیتراته غده‌ها تحت تأثیر اثر متقابل آب و کود ازت در جدول ٤ ارائه شده است.



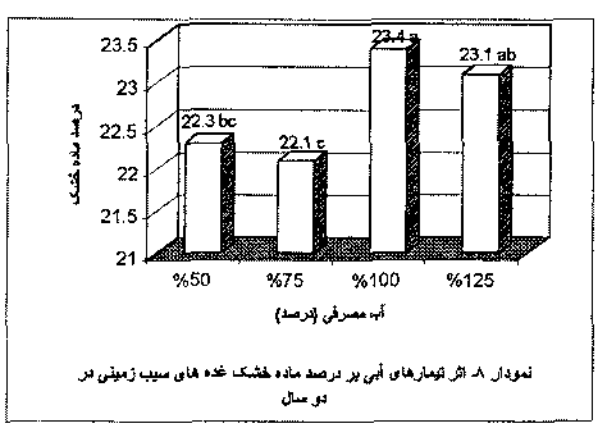
نمودار ۷- اثر تیمارهای کودی بر غلظت ازت نیتراته غده های سیب زمینی

جدول ٤- گروه‌بندی ازت نیتراته غده‌های سیب‌زمینی در دو سال آزمایش (اثر مشترک فاکتورها)

ردیف	تیمار			ازت نیتراته (میلی‌گرم در کیلوگرم) (P. P. M)	گروه‌بندی
	آب مصرفی (درصد)	کود ازته (درصد)	علامت اختصاری تیمارها		
۱	۵۰	۱۰۰	$W_{50}N_{100}$	۳۵۵/۳	A
۲	۵۰	۱۲۵	$W_{50}N_{125}$	۳٤۵/۱	AB
۳	۱۲۵	۵۰	$W_{125}N_{50}$	۳٤۲/٦	ABC
٤	۱۰۰	۷۵	$W_{100}N_{75}$	۳۱۸/٤	ABCD
۵	۱۰۰	۱۲۵	$W_{100}N_{125}$	۳۰۵/۳	ABCD
٦	۱۰۰	۱۰۰	$W_{100}N_{100}$	۳۰۲/٤	ABCD
۷	۷۵	۱۲۵	$W_{75}N_{125}$	۳۰۰/٤	ABCD
۸	۵۰	۵۰	$W_{50}N_{50}$	۲۹۹/٦	ABCD
۹	۷۵	۱۰۰	$W_{75}N_{100}$	۲۹۷/۸	ABCD
۱۰	۱۲۵	۱۰۰	$W_{125}N_{100}$	۲۹۱/٦	ABCD
۱۱	۱۲۵	۷۵	$W_{125}N_{75}$	۲۸۵/۵	ABCD
۱۲	۷۵	۷۵	$W_{75}N_{75}$	۲٦۸/٤	BCDE
۱۳	۱۲۵	۱۲۵	$W_{125}N_{125}$	۲٦۲/۸	CDE
۱٤	۷۵	۵۰	$W_{75}N_{50}$	۲٤۲/٤	DE
۱۵	۵۰	۷۵	$W_{50}N_{75}$	۲۳۹/۸	DE
۱٦	۱۰۰	۵۰	$W_{100}N_{50}$	۲۰۲/۱	E

۳-۲-۳- ماده خشک غده‌ها

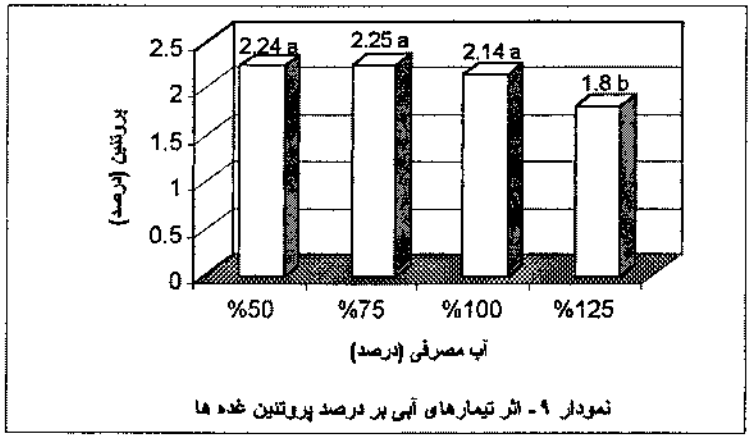
بر اساس تجزیه مرکب داده‌های حاصل از دو سال، فقط عامل آب سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری (سطح ۵ درصد) بر میزان درصد ماده خشک غده‌های سیب‌زمینی شد. بطوریکه حداکثر ماده خشک در تیمارهای آبی ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد مشاهده شد (نمودار۸).



نمودار ۸- اثر تیمارهای آبی بر درصد ماده خشک غده های سیب زمینی در دو سال

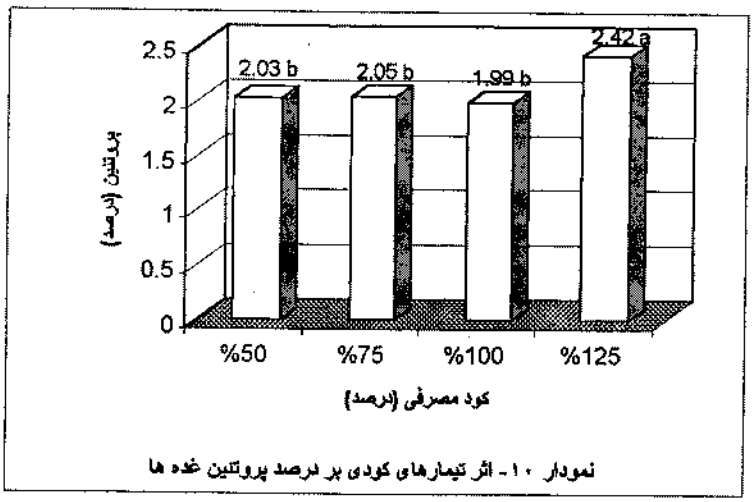
۳-۲-۴- پروتئین

نتایج نشان داد اثر فاکتور آب بر درصد پروتئین موجود در غده‌های سیب‌زمینی معنی‌دار شد. سطوح آبی ۷۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد در یک گروه آماری و به ترتیب دارای ۲/۲۵، ۲/۲٤و ۲/۱٤ درصد پروتئین بودند. کمترین درصد پروتئین مربوط به تیمار آبی ۱۲۵ درصد بود که در گروه پائین‌تری نسبت به سایر تیمارها قرار داشت (نمودار۹).



نمودار ۹- اثر تیمارهای آبی بر درصد پروتئین غده ها

اثر فاکتور کود ازت نیز بر میزان درصد پروتئین غده‌های سیب‌زمینی معنی‌دار شد (جدول۳). بیشترین درصد پروتئین (۲/٤۲) از تیمار کودی ۱۲۵ درصد حاصل شد (نمودار۱۰).

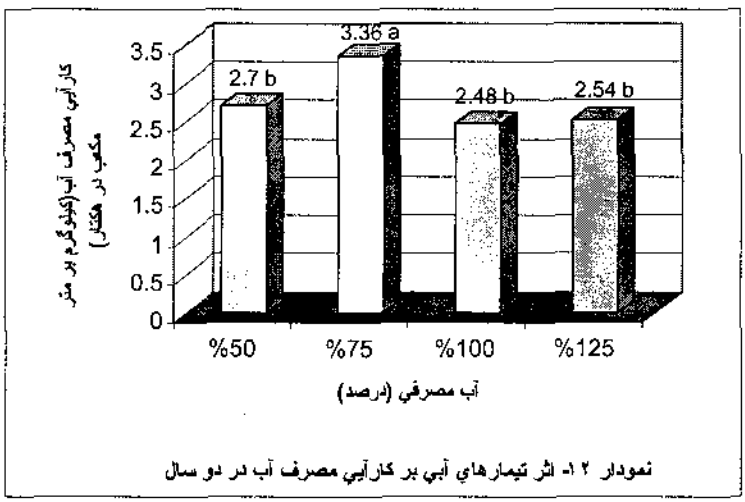


نمودار ۱۰- اثر تیمارهای کودی بر درصد پروتئین غده ها

اثر متقابل (مشترک) فاکتورهای آب و کود ازت نیز بر درصد پروتئین موجود در غده‌های سیب‌زمینی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین درصد پروتئین از تیمار $W_{75}N_{125}$ و کمترین آن از تیمار $W_{75}N_{75}$ به ترتیب با مقادیر ۲/۹۵ و ۱/۷۰ حاصل شد.

۳-۳- کارآیی مصرف آب

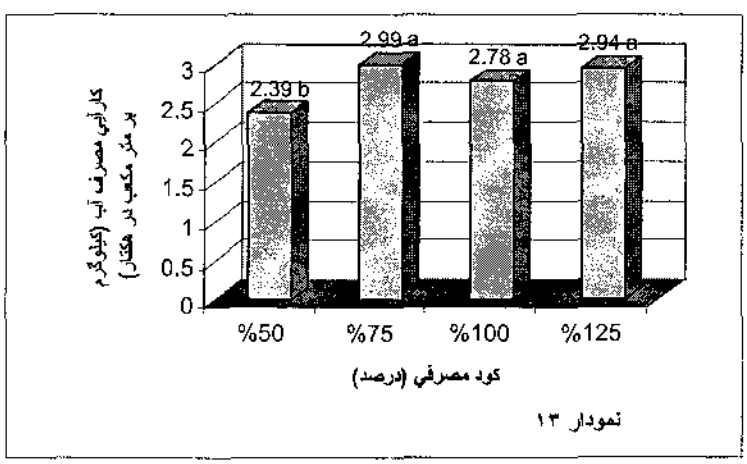
کارایی مصرف آب عبارت است از تولید محصول به ازائ هر واحد آب مصرفی در هر هکتار و واحد آن کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار است. متوسط آب مصرفی در سطوح آبی ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد در دو سال آزمایش به ترتیب ۴۰۰۰، ۶۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ مترمکعب در هر هکتار بود (جدول ۵). تجزیه مرکب نتایج حاصل از دو سال نشان داد که فاکتورهای آب و کود ازت و اثر متقابل آنها بر کارائی مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار است. بیشترین کارائی مصرف آب در تأثیر جداگانه فاکتور آب مربوط به سطح آبی ۷۵ درصد (۳/۳۶) بود. اما سطوح آبی ۵۰، ۱۲۵ و ۱۰۰ درصد به ترتیب با کارائی ۲/۷، ۲/۵۴ و ۲/۴۸ در گروه پائین‌تری نسبت به سطح آبی ۷۵ درصد قرار گرفتند (نمودار۱۲).



نمودار ۱۲- اثر تیمارهای آبی بر کارآیی مصرف آب در دو سال

اثر جداگانه کود ازت نیز سبب شد که بیشترین کارائی مصرف آب از سطح کودی ۷۵ درصد با متوسط ۲/۹۹ و کمترین کارائی مصرف آب از تیمار کودی ۵۰ درصد با متوسط ۲/۳۹ حاصل شود (نمودار۱۳).

اثر متقابل (مشترک) آب و کود ازت بر کارائی مصرف آب سبب شد که بیشترین کارائی مصرف آب از تیمارهای $W_{75}N_{75}$, $W_{75}N_{125}$ به ترتیب با مقادیر ۳/۹۷ و ۳/۹۰ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار بدست آید و سایر تیمارها در گروه‌های پائین‌تری قرار گیرند.



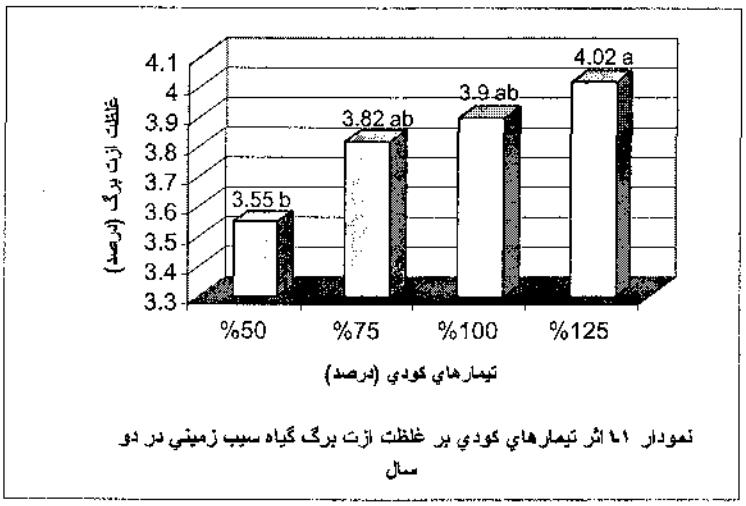
نمودار ۱۳

جدول ۵ - میزان آب مصرفی در تیمارهای آبی

ردیف	تیمار آبی	آب مصرفی در طول فصل زراعی (m^3/ha)		میانگین دو سال (m^3/ha)	توضیح
		۱۳۷۹	۱۳۸۰		
۱	۵۰ درصد	۳۶۰۰	۴۴۰۰	۴۰۰۰	۱- در سال ۱۳۷۹ طول فصل زراعی ۱۴۵ روز و تعداد دفعات آبیاری ۱۹ نوبت بوده است.
۲	۷۵ درصد	۵۴۰۰	۶۶۰۰	۶۰۰۰	۲- در سال ۱۳۸۰ طول فصل زراعی ۱۵۰ روز و تعداد دفعات آبیاری ۲۴ نوبت بوده است
۳	۱۰۰ درصد	۷۲۰۰	۸۸۰۰	۸۰۰۰	۳- متوسط درجه حرارت و تبخیر در سال ۱۳۸۰ نسبت سال ۱۳۷۹ افزایش داشت
۴	۱۲۵ درصد	۹۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	

۳-۴- غلظت ازت برگ

تجزیه مرکب نتایج حاصل از دو سال نشان داد فاکتور آب بر میزان تجمع ازت در برگ اختلاف معنی‌داری نداشت. اما عامل کود سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در میزان تجمع ازت در برگ گیاه (در سطح یک درصد) شد. با افزایش میزان مصرف کود ازت، غلظت ازت در برگ گیاه افزایش یافت (نمودار ۱۱).



نمودار ۱۱- اثر تیمارهای کودی بر غلظت ازت برگ گیاه سیب زمینی در دو سال

۳- بحث و نتیجه‌گیری

۴-۱- عملکرد

بر اساس آنچه در بخش نتایج ذکر شد، تنش آبی ۵۰ درصد عملکرد محصول را به شدت کاهش می‌دهد و هر چه آب بیشتری برای گیاه تأمین شود عملکرد محصول افزایش می‌یابد. از مطالعات جفریز و همکاران (Jefferies and et al. 1997)، محمدی و همکاران و پژوهشهای دیگران نیز نتایج مشابه بدست آمده است.

به نظر نگارنده هر چند حداکثر عملکرد در تأمین آب ۱۲۵ درصد حاصل شد و از طرفی تفاوت چندانی بین عملکرد محصول در سطوح آبی ۷۵ و ۱۰۰ درصد وجود نداشت. اما با توجه به اختلاف فاحش مقدار آب مصرفی بین سطوح آبی ۷۵، ۱۲۵ درصد (۴۰۰۰ مترمکعب در هر هکتار) پذیرش کاهش عملکرد محصول (۵ تن در هکتار) بین این دو تیمار قابل توجیه است. بنابراین با توجه به اهمیت و ارزش آب، تأمین ۷۵ درصد آب مورد نیاز گیاه اقتصادی و توصیه می‌شود.

افزایش مصرف کود ازت نیز میزان تولید محصول را افزایش داد. نتایج بدست آمده مشابه نتایج حاصله از تحقیقات صوفیان - (۱۹۸۶)، فکرمندی (۱۹۸۶-۱۹۸۳) و سایر منابع موجود است. تفاوت عملکرد محصول در سطوح کودی ۷۵، ۱۰۰و ۱۲۵ درصد ناچیز است. لذا تأمین ۷۵ درصد کود ازت برای گیاه به دلیل عدم آلودگی منابع آب و محیط زیست، تضمین سلامت مصرف‌کننده و صرفه‌های اقتصادی توصیه می‌شود. دقت در جدول ۳ که اثر متقابل کاربرد آب و کود ازت بر عملکرد محصول را نشان می‌دهد نیز تأمین ۷۵ درصد آب و کود ازت را برای گیاه تأئید می‌نماید.

۴-۲- اندازه غده‌ها

ریزی و درشتی غده‌ها در بازار پسندی محصول نقش مهمی دارد. معمولاً غده‌ها با وزن متوسط (۱۵۰-۵۰) گرم بازار پسندی بهتری دارند. بر اساس نتایج حاصله با افزایش مصرف میزان آب، درصد غده‌های درشت (بیشتر از ۱۵۰ گرم) افزایش یافت. مطالعات محمدی و همکاران (۱۳۸۰) و سایرین نیز مؤید همین نتیجه است. بنابراین تأمین ۷۵ درصد آب مورد نیاز گیاه باعث می‌شود که درصد وزن غده‌های متوسط افزایش، غده‌های درشت و ریز کاهش یابد که سبب بازار پسندی بهتر محصول خواهد شد.

۴-۳ – غلظت ازت نیتراته غده‌ها

بر اساس آنچه در منابع ذکر شده است هر فرد می‌تواند به ازای هر کیلوگرم وزن خود، روزانه ۵ میلی‌گرم نیترات از منابع مختلف غذایی و آب مصرف نماید. چنانچه این مقدار از حد مجاز فراتر رود برای سلامتی انسان در طولانی مدت تهدیدآمیز خواهد بود. از طرفی با توجه به اینکه مصرف سرانه سیب‌زمینی در ایران ۱۰۰ گرم در هر روز است. لذا، مطابق آنچه از نتایج طرح بدست آمده، تأمین ۷۵ درصد آب و کود

ازت سبب می‌شود که میزان تجمع ازت در غده‌های سیب‌زمینی در حد ۲٦۸/٤ میلی‌گرم در کیلوگرم (P.P.M) باشد که به نظر می‌رسد این مقدار، حد مطمئن‌تری برای سلامت مصرف‌کننده در مقایسه با غلظت ازت در سطوح ۱۰۰و ۱۲۵ درصد است.

۴-۴ – ماده خشک غده‌ها

نتایج حاصله نشان داد با افزایش میزان مصرف آب مقدار درصد ماده خشک غده‌های سیب‌زمینی افزایش می‌یابد. مطالعات جفریز و همکاران (۱۹۹۷)، محمدی و همکاران (۱۳۸۰) این نتایج را تأیید می‌کنند.

۴-۵- پروتئین

مطابق آنچه در بخش نتایج گفته شد با افزایش میزان آب مصرفی مقادیر پروتئین موجود در غده‌های سیب‌زمینی کاهش یافت. اما افزایش مصرف کود ازت سبب افزایش میزان پروتئین در غده‌ها شد. ملکوتی و همکاران صوفیان (۱۹۸٦)، محمدی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کرده‌اند که با افزایش مصرف کود ازت میزان پروتئین غده‌ها افزایش می‌یابد.

۴-۶- غلظت ازت برگ

تجمع ازت در برگ گیاه با افزایش میزان مصرف کود ازت افزایش یافت. این نتیجه نشان می‌دهد که غلظت ازت نیتراته و درصد پروتئین غده‌ها، رابطه مستقیم با غلظت ازت برگ گیاه دارند. بنابراین هر چه مصرف ازت بیشتر شود، پارامترهای مذکور افزایش می‌یابند.

۴-۷- کارآیی مصرف آب

بر اساس آنچه در بخش نتایج بیان شد بیشترین کارائی مصرف آب در سطح آبی و کودی ۷۵ درصد حاصل شد. همچنین در بررسی سایر پارامترها، همین تیمار به عنوان تیمار برتر انتخاب و توصیه شد. بنابراین مصرف آب ۷۵ درصد می‌تواند سبب صرفه‌جوئی در آب با کاهش قابل قبول عملکرد شود. چنانچه ارزش آب، هزینه‌های استحصال و غیره ... مد نظر قرار گیرند، کاهش عملکرد محصول در مقایسه با آنها ناچیز خواهد بود. مصرف ۷۵ درصد کود ازت برای گیاه سیب‌زمینی نیز سبب کاهش هزینه‌های تولید، تضمین سلامت مصرف‌کننده، کاهش آلودگی محیط زیست و منابع آب‌های زیرزمینی خواهد شد.

۵- خلاصه

براساس نتایج حاصله از این طرح و با توجه به آنچه بحث شد، تقریباً در تمام نقاط کشور آب مصرفی برای تولید محصول سیب‌زمینی بسیار بیشتر از حد مورد نیاز این گیاه است. دلایل آن تلفات آب در

مسیرهای انتقال، تلفات در داخل مزارع و نفوذ عمقی است که این امر ناشی از شیوه‌های نادرست آبیاری، اطلاعات کم کشاورزان و موارد دیگر است. بنابراین کاهش اینگونه تلفات عزم ملی را در بهبود وضعیت مصرف آب و بهینه نمودن آن در کشور می‌طلبد. پوشش مسیرهای انتقال آب، آموزش به کشاورزان جهت انجام مدیریت بهتر در مصرف آب و کم‌آبیاری تا سطوح قابل قبول، از راههای بهینه کردن مصرف آب در کشور محسوب می‌شوند. بطوریکه در صورت اعمال مدیریت صحیح مصرف آب برای محصول سیب‌زمینی بدون انجام کم‌آبیاری می‌توان ٦٤٤ میلیون مترمکعب و در صورت انجام کم آبیاری، با کاهش اندک میزان تولید، ٩٦٦ میلیون مترمکعب در هر سال در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. به عبارت دیگر با اعمال روش کم آبیاری ۲۵ درصد می‌توان میزان مصرف آب برای تولید سیب‌زمینی در کشور را به نصف مقدار فعلی (شرایط مصرف کشاورز) تقلیل داد. با توجه به شرایط خشکسالی، هزینه‌های استحصال و انتقال آب و سایر موارد مربوط به آن، ضرورت توجه خاص به بهبود مدیریت مصرف آب در کشور مشهود است.

مصرف کود ازت نیز در اغلب نقاط کشور بیش از حد نیاز گیاه سیب‌زمینی است. اگر متوسط نیاز این گیاه به ازت خالص ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شود، کاهش ۲۵ درصدی ازت (بدون کاهش محصول) می‌تواند سبب صرفه‌جویی ۸۰۰۰ تن ازت خالص به ارزش ۸ میلیارد ریال در کشور گردد (قیمت هر واحد ازت خالص ۱۰۰۰ ریال منظور شده است). علاوه بر این تأمین ۷۵ درصد کود ازت مورد نیاز گیاه سیب زمینی سبب جلوگیری از آلودگی منابع آب و تضمین سلامت مصرف‌کننده خواهد شد که چنانچه موارد مذکور به ارزش ریالی تبدیل شوند مقادیر آن بسیار قابل توجه خواهدبود.

منابع

۱- بصیری، عبداله. ۱۳٦۲. طرحهای آماری در علوم کشاورزی. انتشارات دانشگاه شیراز

۲- صوفیان محمد. ۱۳۷۱. خلاصه مقالات اولین سمینار تحقیقات سبزی و صیفی. انتشارات فردابه

۳- فکرمندی، علی. ۱۳۷۱. خلاصه مقالات اولین سمینار تحقیقات و صیفی انتشارات فردابه

٤- محمدی، علیرضا. فرامرز فائزنیا. ۱۳۸۰. اثر تنش رطوبتی بر رشد و عملکرد دو رقم سیب زمینی. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود)

٥- ملکوتی، محمد جعفر. مهدی نفیسی. ۱۳۸۰. عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب

٦- ملکوتی، محمد جعفر. محمدنبی غیبی. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذائی موثر در خاک، گیاه و میوه. انتشارات سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.

۷- ملکوتی، محمدجعفر. ۱۳۷۹. کنترل غلظت نیترات در سیب‌زمینی،پیاز و سبزی‌ها ضرورت انکارناپذر در حفظ سلامت جامعه. مجله علمی و پژوهشی موسسه خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۹. تهران- ایران.

۸- موسوی فضل، سیدحسن. (۱۳۷۷). " تأثیر دور آبیاری و تعداد قطره‌چکان‌ها در روش آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت هندوانه" مجموعه مقالات نهمین همایش ملی آبیاری و زهکشی ایران.۱۷۷-۱٦۱

۹- نوری، الف. ع. ۱۳۸۰. اثر کودهای پتاسمی و سولفات روی بر عملکرد و کیفیت سیب‌زمینی و کاهش غلظت نیترات و کادمیم در سیب‌زمینی منطقه زنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران - ایران.

10- Barclay, G. M,Murphy. H.j.Manzer and F.E.Hutchinson.1973.Effects of differential rate of nitrogen and phosphorus on early blight in potatoes. Am.Potato. J. So. 42-48.

11- Porter, W.P., J.a. Jaeger, and I.H.Garlson.1999.Endoerine, immune, and behaviorl effects of aldicarb (carbamate), atrazine (tviazine), and nitrate (fertilizer) mixtures at ground water concentrations. Toxicology and Industrial Health, 15 (1-2).

12- Singhsaggu, s and kaushal, M.P. 1991.fresh and salin water irrigation through drip and furrow method " International –Journal –of –Tropical –Agriculture: 3,194-202.

13- Singh-N, sood–Mc, shekhowat –G.S, 1994." Water and nitrogen needs of potato under modern irrigation methods" potato: present and future proceedings of the national symposium reld at modipuram during 1-3 March, 1993.1994, 142-146.

Abstract

In order to investigate the effects of water and nitrogen levels on the yield and quality of potato, a field experiment was conducted in agricultural research center of semmnan (shahrood), during 2000 and 2001. In this reseach the split –plot design with two factors was used. The factors include water (main plot) in four levels 50, 75, 100 and 125 percent of water requirement and nitrogen (subplaot) in four levels (50,75,100 and 125percent based on the soil experiment). Irrigation requirement was determined by class–A evaporation pan and water levels of 50, 75, 100 and 125 percent and furrow irrigation method was used. The results showed that, The effects of water and nitrogen levels and their intraction had significant effects (a=1%) on the yield, so that maximum yield was obtained with treatments of W125N75, W125N125, W125N100, W75N125 and W75N75 with amounts of 27.8, 27.7, 25.8, 23.7 and 23.5 ton per hectar, respectively. The effects of water and nitrogen on the quality characteristics, such as smallness and largeness of tuber, nitrogen percent, dry matter percent and protein percent of potatoes were significant. The percentage of large tubers was increased when the water usage was increased. Maximum nitrogen of tubers was obtained at 50 percent water. Treatment Minimum protein percent was obtained at 125 percent water treatment. Maximum water use efficiency were W75N125 and W75N75 with amounts of 3.97 and 3.90 (kg/m3/ha) respectively. The W75N75 treatment was better.