



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گزن

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد نوزدهم، شماره اول، ۱۳۹۱

<http://jopp.gau.ac.ir>

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و دور آبیاری بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه کرمان

اکبر محمدی محمدآبادی، حمید علیپور و *فرشته غفاری موفق

به ترتیب اعضای هیات علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور و مدرس دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۱

چکیده

این پژوهش به مدت چهار سال، در مرکز تحقیقات پسته کرمان و در قالب آزمایش اسپلیت پلات به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار بر روی درختان بارور پسته رقم اوحدی پیاده شد. فاکتورهای مورد مطالعه عبارت‌اند از تیمار اصلی دور آبیاری در سه سطح، شامل دور آبیاری ۳۰، ۴۰ و ۶۰ روز و کود ازته به عنوان تیمار فرعی در سه سطح بدون کود ازته (تیمار شاهد)، ۷۵۰ و ۱۵۰۰ گرم کود ازته برای هر درخت انتخاب شد. در این آزمایش، بین غلظت نیتروژن برگ و عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌دار به دست آمد به طوری که با افزایش و یا کاهش میزان نیتروژن برگ به مقدار یک درصد، محصول هر درخت به مقدار ۱۶۱۱ گرم افزایش یا کاهش یافت. بالاترین عملکرد محصول در هر درخت به ترتیب به میزان ۳۰۷۹، ۲۸۰۹ و ۲۷۸۹ گرم مربوط به درختانی است که در دور آبیاری ۴۰ روز با مقادیر ۷۵۰ و ۱۵۰۰ گرم نیتروژن و در دور آبیاری ۶۰ روز، ۷۵۰ گرم نیتروژن دریافت نموده‌اند و کمترین میزان محصول نیز به مقدار ۱۷۴۳ و ۱۷۴۹ گرم در هر درخت به ترتیب مربوط به درختانی است که در دورهای آبیاری ۳۰ و ۶۰ روز، کود ازته‌ای دریافت ننموده‌اند. در هر دور آبیاری کمترین رشد رویشی مربوط به تیمارهایی گزارش شد که ازتی دریافت ننموده بودند و در اغلب موارد با افزایش سطوح به کار رفته نیتروژن رشد رویشی نیز افزایش معنی‌داری پیدا نمود. حداکثر رشد رویشی مربوط به تیمارهای آبیاری ۳۰، ۴۰ و ۶۰ روز با میزان نیتروژن دریافتی برابر ۱۵۰۰ گرم نیتروژن برای

*مسئول مکاتبه: fereshtehmarafagh@gmail.com

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی (۱۹)، شماره (۱) ۱۳۹۱

هر درخت به ترتیب به طول ۹/۴، ۹/۷ و ۹/۲ سانتی‌متر و حداقل رشد مربوط به تیمارهای آبیاری ۳۰، ۴۰ و ۶۰ روز بدون استفاده از کود ازت. به ترتیب به مقدار ۵/۵، ۵/۶ و ۵/۷ سانتی‌متر بود. نتایج نشان داد بیشترین مقدار نیتروژن در برگ به مقدار ۲/۱ درصد در تیمار دور آبیاری ۴۰ روز با میزان نیتروژن دریافتی ۱۵۰۰ گرم برای هر درخت و کمترین غلظت نیتروژن در برگ درختان ۱/۴ درصد در تیمار دور آبیاری ۳۰ روز بدون استفاده از کود نیتروژن است. تاثیر متقابل به کار بردن کود و دور آبیاری بر روی خندانی پسته نشان داد حداکثر خندانی در دوره‌های آبیاری ۳۰ و ۴۰ روز با به کار بردن ۷۵۰ گرم کود ازته و در دور آبیاری ۶۰ روزه با کاربرد ۱۵۰۰ گرم کود ازته و کمترین میزان خندانی مربوط به تیمار $I_{30}N_0$ بود. درشت‌ترین دانه‌های پسته (تعداد دانه در انس) مربوط به تیمارهای $I_{40}N_{750}$ و ریزترین پسته‌ها مربوط به تیمار $I_{30}N_0$ گزارش شد. بیشترین پوکی مربوط به دور آبیاری ۳۰ روزه به مقدار ۲۲ درصد و کمترین مقدار پوکی مربوط به تیمارهای دور آبیاری ۴۰ روزه گزارش شد. به کار بردن مقادیر مختلف نیتروژن سبب گردید کمترین مقدار پوکی به درختانی که مقدار ۷۵۰ گرم کود ازته دریافت نموده‌اند اختصاص یابد. تاثیر متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف کود ازته نشان می‌دهد. کمترین مقدار پوکی به میزان ۲۸/۵ درصد مربوط به تیمار $I_{40}N_{750}$ و بیشترین مقدار پوکی ۲۷ درصد مربوط به تیمار $I_{30}N_0$ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مناطق نیمه خشک، تنش خشکی، پسته، کود

مقدمه

کاهش کمی منابع آبی دشت‌های پسته‌خیز ایران، که در گروه مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند، سبب شده تا باغ‌داران پسته، باغ‌های خود را با دوره‌های طولانی، آبیاری نمایند. به دلیل کاهش منابع آبی و افزایش دور آبیاری در باغ‌ها، درختان دچار تنش‌های متعدد ناشی از شوک‌های خشکی می‌شوند همچنین در شرایط کم آبی، ورود کودهای شیمیایی به محیط خاک، موجبات تشدید تنش برای جذب آب توسط گیاه را به وجود می‌آورد. بنابراین می‌توان گفت، مدیریت مصرف کودها در شرایط شور، اهمیت بیشتری دارد (خوشگفتارمنش، ۲۰۰۴). تغذیه متعادل، یکی از مسائل مهم جهت بهبود کیفیت و افزایش عملکرد درختان پسته است (ملکوتی، ۲۰۰۵). عدم کاربرد کودهای حاوی عناصر کم‌نیاز و عدم رعایت تعادل در مصرف کودهای دارای عناصر پرنیاز در بیشتر مناطق پسته‌کاری استان کرمان، باعث کاهش عملکرد این

اکبر محمدی محمدآبادی و همکاران

محصول به مقادیری پایین‌تر از پتانسیل آن شده است. نیتروژن از جمله عناصر پر مصرف است که در تغذیه باغ‌های پسته نقش مهمی را ایفا می‌نماید (حسینی‌فرد و همکاران، ۲۰۰۵). به عبارتی بین قدرت رویشی گیاه و مقدار نیتروژن رابطه مستقیمی وجود دارد (خوشگفتارمنش، ۲۰۰۴). بهترین کودهای حاوی نیتروژن که می‌توانند برای پسته مصرف شوند عبارتند از سولفات آمونیم با ۲۱ درصد نیتروژن و خاصیت نسبتاً اسیدی و نترات آمونیوم با ۳۳ درصد ازت. با توجه به این که ۵۰ درصد کود نترات آمونیوم به صورت نترات است، مصرف آن، خصوصاً در خاک‌های سنگین مناسب است. اوره علی‌رغم ۴۶ درصد نیتروژن برای خاک‌های کربناتی مناطق پسته‌کاری مناسب نیست، چون در محیط قلیائی تجزیه شده و آمونیاک متصاعد می‌شود و همچنین یون بی‌کربنات باقی‌مانده، می‌تواند باعث زردی برگ درختان و کمبود سایر عناصر غذایی شود (ملکوتی و ترابی، ۱۹۹۹). میزان حقیقی کود ازته و پتاسه مورد نیاز درخت با مسائل مدیریتی مانند روش کوددهی، سیستم آبیاری، نوع کود، تراکم درختان، نوع خاک و عملکرد مرتبط است.

مناسب‌ترین دور آبیاری در یک خاک شنی لومی در شرایط آب و هوایی کرمان، ۴۰ روز در اوایل بهار و پاییز و ۲۵ روز در تابستان ذکر شده است (صمدی، ۱۹۹۶). حذف آبیاری درختان بارور پسته در طی مراحل مختلف رشد (از اواسط فروردین تا اواسط شهریور) می‌تواند تأثیرات قابل ملاحظه‌ای بر روی کمیت و کیفیت پسته‌های تولید شده داشته باشد با این وجود حذف آبیاری از اوایل آوریل (اواسط فروردین) تا اواخر ژوئن (اوائل تیر) کمترین تأثیر سوء، را بر کمیت و کیفیت محصول پسته ایجاد نموده است. بر اساس تحقیقات انجام شده آبیاری منظم باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان سال آوری می‌گردد (گلدهر، ۱۹۸۷۹). کنبر و همکاران (۲۰۰۵) در یک مطالعه تحقیقاتی تأثیر دو رژیم آبیاری (۷ و ۱۴ روز) و ۴ سطح نیتروژن با غلظت‌های صفر، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و میانگین آب مصرف شده به میزان‌های ۸۷۲ و ۳۱۷ میلی‌متر روی درختان بارور پسته در ترکیه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد در سال‌های پر محصول، سطوح آب به‌کار رفته و مقادیر مختلف نیتروژن بر روی عملکرد درختان پسته تأثیر معنی‌داری نداشتند. اما در سال‌های کم بار، افزایش مقادیر نیتروژن و حجم آب به‌کار رفته بر روی کاهش سال آوری مؤثر بوده است. از دیگر تحقیقات انجام شده در این زمینه می‌توان به تحقیقات (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۲۰۰۵؛ محمدی و پناهی، ۲۰۰۵) اشاره نمود.

باغ‌داران باید شناخت کاملی از میزان آب مورد نیاز و نیز مراحل حساس رشد درخت پسته به کم آبی را داشته باشند. حساس‌ترین دوره در آبیاری درخت پسته جهت تولید محصول بهینه، زمان گل‌دهی (فروردین ماه) و زمان رشد مغز (تیرماه) است. تنش خشکی از اواسط اردیبهشت تا اواسط

خرداد تاثیر زیادی در افزایش پسته‌های زودخندان و ترک خورده دارد. مهم‌ترین زمان آبیاری برای خندان شدن پسته آب شهریورماه و یا آخرین آب قبل از رسیدن کامل است (صدادتی و علی‌پور، ۲۰۰۵؛ شریعتی، ۱۹۹۵). در خصوص اثرات آبیاری بر روی زود خندانی در میوه‌های پسته و آلودگی‌های مرتبط با آن مطالعات مختلفی انجام شده است (داستر و همکاران، ۲۰۰۰؛ سومر و همکاران، ۱۹۸۶؛ مرادی و ارشاد، ۲۰۰۰). ازجمله نتایج بررسی‌های انجام شده بر روی ارتباط بین اثرات تنش خشکی و زود خندانی در طول فصل رشد و نمو میوه درختان پسته نشان می‌دهد که آبیاری ناقص در ابتدا فصل بهار سبب افزایش زودخندانی در میوه‌های پسته می‌شود (داستر و همکاران، ۲۰۰۱).

با توجه به اهمیت پسته و کمبود منابع آب در استان کرمان، مدیریت بهینه کود و آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش با هدف پیشنهاد سطوح مناسب ازت و دور آبیاری برای رسیدن به عملکرد مطلوب پسته در کرمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب آزمایش اسپلیت پلات به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار بر روی درختان بارور ۲۵ ساله، پسته رقم اوحدی که بر روی پایه بادامی پیوند داده شده بودند، به مدت ۴ سال در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان پیاده شد. انتخاب رقم اوحدی به واسطه داشتن بیشترین سطح زیر کشت استان انجام گرفت. از طرفی چون در پسته محصول به اصطلاح تحت تاثیر سال‌های آور و ناآور است، چهار سال زمان مناسبی است تا بر اساس میانگین چهار ساله عملکرد بتوان به اخذ نتایج مطلوب پرداخت. انتخاب رقم اوحدی هم به واسطه وسعت سطح زیر کشت آن در استان کرمان هم به دلیل این‌که رقمی است که کمترین تاثیر را به لحاظ سال آوری در کرمان دارد (به ترتیب از رقم‌های کله قوچی < احمد آقایی > اکبری < و در آخر اوحدی از میزان سال آوری کاسته می‌شود) به عنوان رقم تحت تیمار انتخاب شد. تیمارهای مورد مطالعه عبارت‌اند از تیمار اصلی دور آبیاری در سه سطح شامل ۱- دور آبیاری ۳۰ روز (I₃₀) ۲- دور آبیاری ۴۰ روز (I₄₀) ۳- دور آبیاری ۶۰ روز (I₆₀) انتخاب شد. کود ازته (نیترات آمونیوم) به عنوان تیمار فرعی در سه سطح، ۱- بدون کود ازته (N₀) ۲- ۷۵۰ گرم کود ازته برای هر درخت (N₇₅₀) و ۳- ۱۵۰۰ گرم کود ازته برای هر درخت (N₁₅₀₀) در دو نوبت، اوایل ماه‌های اسفند و تیر در نظر گرفته شد. به این منظور ۶ درخت روی هر

ردیف به‌عنوان درختان اصلی و درختان دو طرف را درختان گارد تشکیل داد. تعداد کل درختان در طرح ۵۵۰ اصله درخت با الگو کاشت ۶×۳ (فاصله بین ردیف ۶ متر و فاصله هر درخت بر روی یک ردیف ۳ متر) در نظر گرفته شد.

عملیات داشت از قبیل کوددهی، سم پاشی، کنترل علف‌های هرز و هرس بر روی درختان کلیه تیمارها در طول مدت آزمایش به‌طور یکسان انجام شد. با توجه به تجزیه خاک و آب (جدول ۱ و ۲) در شروع آزمایش از قطعات آزمایشی نمونه‌گیری برگ انجام (اوائل مرداد ماه) و غلظت عناصر در آن‌ها اندازه‌گیری شد (جدول ۳). کودهای پتاسه و فسفره به‌میزان ۱۵۰۰ گرم سولفات پتاسیم و ۱۲۰۰ گرم سوپر فسفات تریپل به هر درخت به‌طور یکنواخت به روش چالکود در انتها سایه‌انداز درختان کلیه تیمارها مورد استفاده قرارگرفت تا قبل از شروع آزمایش کمبودها برطرف شود. همچنین همه ساله در اوایل مردادماه از برگ درختان تیمارها (شاخه‌های بدون محصول) نمونه‌برداری، و برگ‌ها پس از شستشو و خشک شدن در هوا آزاد، در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد رطوبت‌گیری شده و سپس نمونه‌های یاد شده آسیاب و یک گرم از آن‌ها به روش خاکستر خشک و حل در اسید کلریدریک عصاره‌گیری گردید. در عصاره حاصل غلظت عناصر آهن، روی، منگنز و مس با کمک دستگاه جذب اتمی، فسفر به روش رنگ سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم به روش نشر اتمی با دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شدند (کلوت، ۱۹۸۶، پیچ و همکاران، ۱۹۸۲). هر سال، در اواخر شهریور، صفات کمی و کیفی محصول از جمله، درصد زودخندانی (در زمان برداشت محصول از هر طرف درختان تیمار یک خوشه "معمولاً چهار" خوشه انتخاب و تعداد پسته‌های زود خندان در آن‌ها شمارش شد) وزن محصول تر و خشک، تعداد دانه در یک انس، درصد خندانی، درصد پوکی همچنین رشد رویشی سرشاخه درختان پسته مورد آزمایش، اندازه‌گیری شد. میزان چربی با اندازه‌گیری به روش خشک با حلال و پروتئین مغز پسته با روش ماکروکج‌لدل اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد همچنین روابط رگرسیونی جهت تعیین توابع بین کلیه فاکتورهای اندازه‌گیری شده، با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های شیمیایی آب مورد استفاده.

SAR	سدیم meq/L	منیزیم meq/L	کلسیم meq/L	سولفات meq/L	کلر meq/L	کربنات meq/L	اسیدیته	هدایت الکتریکی ds/m
۲	۶۵	۱۰	۱۲	۴	۲۵	۰/۵	۷/۴	۳

جدول ۲- تجزیه نمونه خاک محل اجرا طرح قبل از شروع آزمایش.

بافت خاک	عمق خاک (سانتی متر)	اسیدپته خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
شنی لومی	۰-۳۰	۷/۸	۴/۳	۱۵	۳۷۶	۶/۲	۲۰	۷۳/۸
لوم شن	۳۰-۶۰	۷/۶	۳/۵	۴	۱۰۲	۴/۶	۲۸	۶۷/۴
لوم شن	۶۰-۹۰	۷/۷	۴/۲	۵	۶۸	۶/۴	۳۲	۶۱/۶
لوم شن	۹۰-۱۲۰	۷/۷	۴/۵	۲	۶۸	۶/۱	۳۴	۵۹/۹

جدول ۳- غلظت عناصر موجود در برگ درختان پسته قبل از انجام آزمایش.

ازت (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	آهن ($\mu\text{g/g}$) ^۱	روی ($\mu\text{g/g}$)	مس ($\mu\text{g/g}$)	منیزیم ($\mu\text{g/g}$)
۱/۳	۰/۱۲	۰/۷۴	۸۷	۳۷	۳/۸	۱۷

۱: میکروگرم بر گرم = $\mu\text{g/g}$

نتایج و بحث

اثر تیمارها بر صفات کمی و کیفی محصول

وزن محصول خشک: با توجه به جداول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (جدول‌های ۴، ۵ و شکل ۱)، در مورد وزن محصول خشک، اثر سال و اثر تیمارهای دور آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. در این جدول به خوبی میزان سال‌آوری و اثر سال در نمونه‌ها در سال‌های مختلف و متوالی مشهود است. بیشترین عملکرد محصول در دور آبیاری ۴۰ روز به‌دست آمد و به‌کار بردن سطوح مختلف نیتروژن در افزایش عملکرد محصول درختان موثر عنوان شد. بیشترین محصول در تیمارهای N_{1500} و N_{750} و کمترین مقدار محصول، مربوط به درختانی گزارش شد که کود نیتروژنی دریافت نموده‌اند (تیمارهای N_0). برهمکنش سطوح مختلف نیتروژن و دور آبیاری در مقدار محصول نیز به مقدار ۱۷۴۳ و ۱۷۴۹ گرم در هر درخت مربوط به درختانی به‌دست آمد که در دور آبیاری ۴۰ روز (I_{40}) با مقادیر ۷۵۰ و ۱۵۰۰ گرم نیتروژن و در دور آبیاری ۶۰ روز ۷۵۰ گرم نیتروژن دریافت نموده‌اند و کمترین مقدار محصول نیز به مقدار ۱۷۴۳ و ۱۷۴۹ گرم در هر درخت به‌ترتیب مربوط به درختانی بود که در دوره‌های آبیاری ۳۰ و ۶۰ روز کود ازته‌ای دریافت نموده‌اند (تیمارهای $I_{60}N_0$ و $I_{30}N_0$). نتایج مربوط به اثر سال بر روی نتایج عملکرد نشان داد حداکثر محصول

در سال اول و حداقل محصول در سال دوم رخ داد و بین مقدار عملکرد محصول در سال‌های دوم و سوم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ملاحظه نشد.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر پارامترهای مورد بررسی.

منابع تغییر	وزن خشک محصول	انس ^۱	پوکی (درصد)	خندانی (درصد)	زودخندانی (درصد)	پروتئین (درصد)	روغن (درصد)	رشدرویشی (سانتی‌متر)
سال (Y)	۴۳**	۱۴**	۴۰**	۹۰**	۸۴**	۳۲**	۲ ^{n.s}	۲ ^{n.s}
دور آبیاری (I)	۸**	۷**	۱۴**	۵**	۱۸۲**	۳ ^{n.s}	۴*	۴*
سطوح نیتروژن (N)	۱۸**	۴ ^{n.s}	۶**	۲۴**	۱۱**	۱ ^{n.s}	۶**	۶**
I*N	۴**	۳*	۶**	۴**	۲۳۰**	۱۱**	۵**	۵**
ضریب تغییرات (CV)	۲۳	۵	۲۵	۱۱	۱۴	۷	۳	۳

*, **, و n.s به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.
 ۱- انس به صورت تعداد دانه در ۲۸/۳۵ گرم محاسبه شد. استفاده از واحد انس به‌طور معمول در تجارت پسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اندازه‌گیری‌های تحقیقاتی مربوط به پسته نیز کاربرد فراوان دارد.

جدول ۵- میانگین اثر سال بر صفات مختلف.

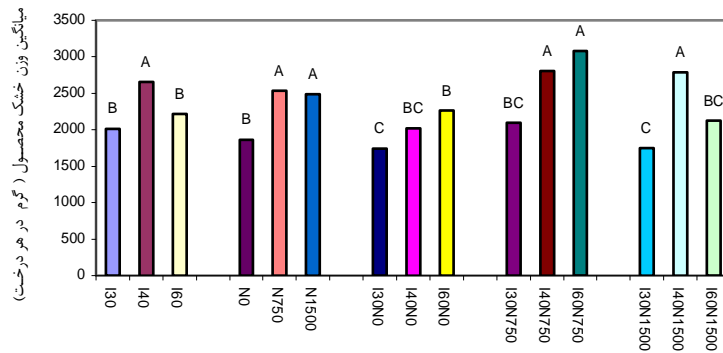
سال	وزن خشک محصول (گرم/درخت)	انس	پوکی (درصد)	خندانی (درصد)	رشد رویشی (سانتی‌متر)	زودخندانی (درصد)	پروتئین (درصد)
اول	۳۱۹۴a	۳۰/۲b	۱۹b	۶۴c	۵/۱c	۱/۵d	۱۶/۲a
دوم	۱۰۹۵c	۲۸/۷c	۲۷a	۵۷d	۹/۸a	۲/۷a	۱۳/۸c
سوم	۲۵۳۰b	۲۹/۷b	۱۱c	۷۲b	۶/۱b	۲/۱c	۱۴/۴b
چهارم	۲۳۷۴b	۳۱/۲a	۱۹b	۸۱a	۹/۶a	۲/۴b	۱۴/۸b

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

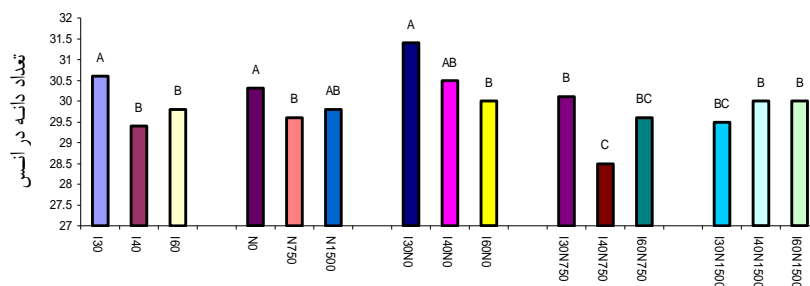
تعداد دانه در انس: با افزایش دور آبیاری تعداد دانه‌های پسته در یک انس کاهش یافت (پسته‌ها درشت‌تر شد (شکل ۲)). نکته قابل توجه این بود که کمترین تعداد دانه در یک انس در دور آبیاری ۴۰ روزه حاصل گردید، به طوری که درشت‌ترین پسته‌ها ۲۹/۴ دانه در یک انس به دست آمد. به کار بردن مقادیر مختلف نیتروژن در دوره‌های مختلف آبیاری سبب شد تا درشت‌ترین دانه‌های پسته مربوط به

تیمارهای I₄₀N₇₅₀ و ریزترین پسته‌ها مربوط به تیمار I₃₀N₀ باشد. در بررسی اثر سال بر روی این فاکتور، نتایج معنی‌دار شد (جدول ۵). در سال‌هایی که عملکرد درختان بیشتر بوده است پسته‌ها ریزتر و در سال دوم که عملکرد درختان کمتر بوده است، تعداد پسته‌ها در یک انس کاهش یافته است (درشت‌تر شدند).

درصد پوکی دانه: بیشترین پوکی (شکل ۳) در دوره‌های مختلف آبیاری مربوط به دور آبیاری ۳۰ روزه به مقدار ۲۲ درصد و کمترین مقدار پوکی به مقدار ۱۵/۵ درصد مربوط به تیمارهای دور آبیاری ۴۰ روزه بود. کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن سبب گردید کمترین مقدار پوکی به مقدار ۱۶/۵ درصد به درختانی که مقدار ۷۵۰ گرم کود ازته دریافت نموده‌اند اختصاص یابد. برهمکنش دور آبیاری و سطوح مختلف کود ازته نشان داد که کمترین مقدار پوکی به میزان ۲۸/۵ درصد مربوط به تیمار I₄₀N₇₅₀ و بیشترین مقدار پوکی ۲۷ درصد مربوط به تیمار I₃₀N₀ می‌باشد. با افزایش تدریجی دور آبیاری این روند تغییر نمود، به طوری که در دور آبیاری ۶۰ روز کاربرد کود ازته پوکی را افزایش داد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود در دوره‌های آبیاری کمتر از ۴۰ روز بهتر است کود ازته بیشتر (۱۵۰۰ گرم برای هر درخت) مورد استفاده قرار گیرد و در دوره‌های آبیاری بیش از ۴۰ روز کاربرد ۷۵۰ گرم کود ازته قابل توصیه می‌باشد. اثر سال بر روی پوکی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). در سالهای آور و میان بار به مقدار قابل ملاحظه‌ای از میزان پوکی کاسته شد و بیشترین مقدار پوکی در سال دوم آزمایش (کم بار) حاصل شد. این نتایج نشان داد با کاهش میزان محصول، پوکی نیز افزایش یافته است به طوری که بیشترین و کمترین پوکی به ترتیب به مقدار ۲۷ و ۱۱ درصد به دست آمد. درصد پوکی به عوامل مختلفی چون گرده افشانی نامناسب، پرمحصولی و کم محصول بودن رقم موردنظر و بسیاری از عوامل دیگر نیز موثر است. با توجه به این که این پژوهش در شرایط مشابه درختان به لحاظ سن، رقم، تعداد درخت در هکتار انجام گرفته است بنابراین به نظر می‌رسد بیشترین تغییر در درصد پوکی مربوط به اختلاف در تیمارهای کودی و دور آبیاری است.



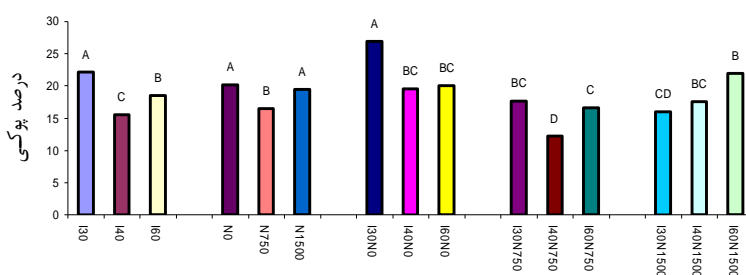
شکل ۱- میانگین وزن محصول خشک تیمارهای مختلف.



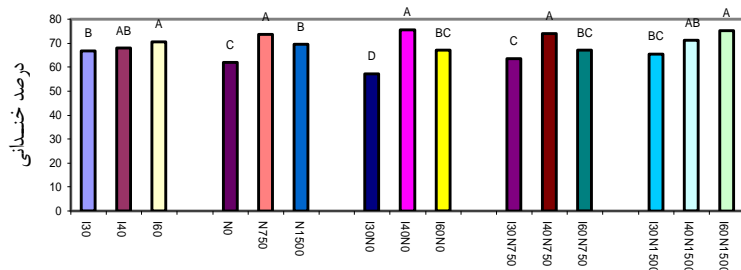
شکل ۲- میانگین تعداد دانه در یک آنس تیمارهای مختلف.

درصد خندانی میوه: فاکتور کیفی مورد بررسی دیگر که در شکل ۴ ارائه شده است مربوط به میانگین درصد خندانی میوه‌های پسته است. بالاترین مقدار خندانی مربوط به دوره‌های آبیاری ۴۰ و ۶۰ روز و حداکثر خندانی مربوط به دور آبیاری ۴۰ روز است. در مورد فاکتور خندانی نیز کاربرد کود ازته به مقدار ۷۵۰ گرم به هر درخت نتایج مفیدتری به همراه داشت. این مسئله به وضوح در کلیه دوره‌های آبیاری در دوره‌های ۴۰ و ۶۰ روز محرز می‌باشد، بنابراین با توجه به این فاکتور کاربرد کود ازته به مقدار ۷۵۰ گرم در هر درخت قابل توصیه می‌باشد. اما تاثیر متقابل به‌کار بردن کود و دور آبیاری بر روی خندانی پسته نشان داد حداکثر خندانی ۷۶ و ۷۵ درصد در دوره‌های آبیاری ۳۰ و ۴۰ روز با به‌کار بردن ۷۵۰ گرم کود ازته و در دور آبیاری ۶۰ روزه به مقدار ۷۶ درصد با کاربرد ۱۵۰۰ گرم کود ازته و کمترین میزان خندانی مربوط به تیمار I₃₀N₀ بود. کمترین خندانی نیز در سال آور به‌دست آمد.

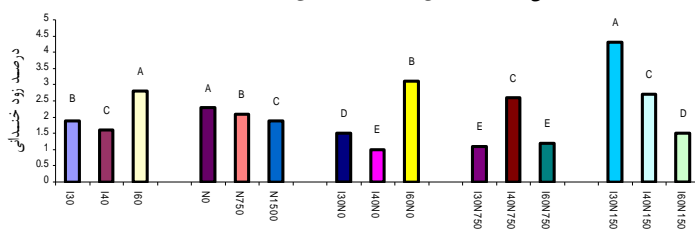
زودخندانی میوه: با افزایش دور آبیاری زودخندانی (شکل ۵) میوه‌های پسته افزایش معنی‌داری پیدا نمود. بیشترین زودخندانی به مقدار ۲/۹ درصد مربوط به تیمارهایی بود که با دور ۶۰ روز آبیاری آنها انجام پذیرفت. به کار بردن کود ازته سبب کاهش زودخندانی در میوه‌های پسته شد. به طوری که بیشترین زودخندانی به مقدار ۲/۳ درصد مربوط به تیمارهایی بود که کود ازته‌ای دریافت نکردند و کمترین زودخندانی به مقدار ۱/۹ درصد نیز مربوط به درختان تیمارهایی بود که بیشترین نیتروژن یعنی ۱۵۰۰ گرم داده شد. با بررسی اثر متقابل دور آبیاری و مقادیر مختلف کود ازته ملاحظه می‌گردد، در دور آبیاری ۳۰ روزه به کار بردن ۷۵۰ گرم کود ازته و در دوره‌های آبیاری ۴۰ و ۶۰ روزه به کار بردن ۱۵۰۰ گرم کود ازته در پایین آوردن زودخندانی موثر بوده است. مؤثرترین کاربرد کود ازته در دور آبیاری ۶۰ روزه ملاحظه شد، به طوری که نتایج نشان می‌دهد در این دور آبیاری حداکثر زودخندانی به مقدار ۴/۳ درصد مربوط به محصول درختانی است که کود ازته‌ای دریافت نکردند و حداقل زودخندانی نیز به مقدار ۱/۶ درصد نیز مربوط به درختان تیماری می‌باشد که ۱۵۰۰ گرم کود ازته دریافت نمودند. اثر سال بر روی فاکتور زودخندانی نیز معنی‌دار بود (جدول ۵). به طوری که نتایج نشان داد در ایستگاه تحقیقاتی کرمان سال اول که پر محصول‌ترین سال آزمایش بود کمترین زودخندانی در میوه پسته به مقدار ۱/۵ درصد و حداکثر زودخندانی به مقدار ۲/۷ درصد در سال دوم آزمایش (نا آور) حاصل گردید.



شکل ۳ - میانگین درصد پوکی در تیمارهای مختلف.



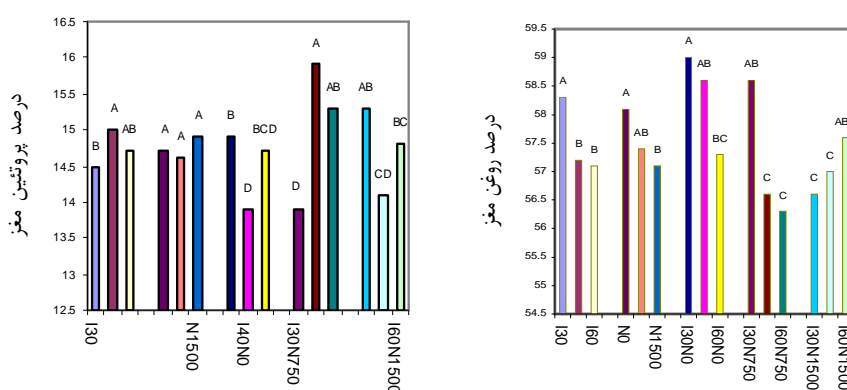
شکل ۴ - میانگین درصد خندانی تیمارهای مختلف.



شکل ۵ - میانگین زود خندانی تیمارهای مختلف.

مقدار روغن و پروتئین در مغز پسته: مقدار روغن و پروتئین موجود در مغز نمونه‌ها در طول مدت انجام آزمایش اندازه‌گیری شد (شکل ۶). همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد افزایش دور آبیاری سبب گردید تا مقدار روغن مغز کاهش یابد و بیشترین مقدار روغن به مقدار ۵۸/۳ درصد مربوط به تیمارهایی بود که آبیاری آنها با دور ۳۰ روز انجام گردید. بین دوره‌های آبیاری ۴۰ و ۶۰ روز از نظر مقدار روغن مغز نیز در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد. بیشترین مقدار پروتئین در دور آبیاری ۴۰ روزه به مقدار ۱۵/۱ درصد بود و بین دوره‌های آبیاری ۳۰ و ۶۰ روز با کمترین مقدار پروتئین نیز در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد. افزایش در کاربرد کود ازته سبب گردید تا مقدار روغن مغز کاهش یابد به طوری که بالاترین مقدار روغن مغز در تیمارهای N_0 به مقدار ۵۸/۱ درصد و کمترین مقدار آن در تیمارهای N_{1500} به مقدار ۵۷/۱ درصد می‌باشد. کاربرد نیتروژن در مقدار پروتئین مغز اثر نداشت. اثر متقابل دور آبیاری و مقدار کود ازته بر روی صفات ذکر شده نشان داد بیشترین مقدار روغن در تیمارهایی بود که آبیاری آنها با دور ۳۰ و ۴۰ روز انجام گردید و با افزایش دور آبیاری از مقدار روغن مغز کاسته شد و افزایش در مقدار کاربرد کود ازته در هر دور آبیاری اغلب سبب کاهش در مقدار روغن موجود در مغز گردید. اما نتایج نشان داد فقط در دور آبیاری ۶۰ روز کاربرد سطوح بالاتر نیتروژن سبب افزایش روغن در مغز گردید. در مورد مقدار

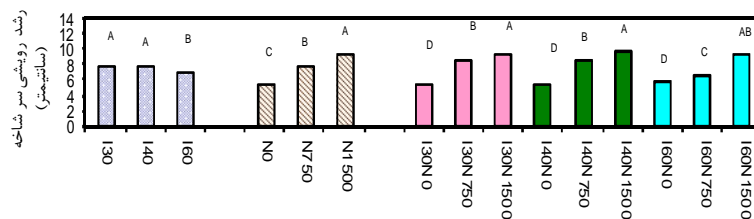
پروتئین موجود در مغز و ارتباط آن با دور آبیاری و کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن ارتباط مشخصی ملاحظه نشد، اما بیشترین پروتئین در مغزهای پسته تیمارهای $I_{40}N_{1500}$ ، $I_{40}N_{750}$ و $I_{60}N_0$ و کمترین پروتئین در تیمارهای $I_{60}N_{750}$ ، $I_{40}N_0$ ، $I_{30}N_{750}$ اندازه‌گیری شد. همچنین با نتایج جدول ۵، در بررسی اثر سال بر روی فاکتور پروتئین مشخص گردید که بیشترین مقدار پروتئین در سال اول به میزان ۱۶/۲ درصد و کمترین آن در سال دوم آزمایش به مقدار ۱۳/۸ درصد حاصل گردید.



شکل ۶- میانگین روغن و پروتئین موجود در مغز پسته تیمارهای مختلف.

رشد رویشی سرشاخه‌ها: یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مورد بررسی در شرایط انجام این آزمایش رشد رویشی سرشاخه‌های درختان تیمارهای مختلف آزمایش بود (شکل ۷). بررسی نتایج این فاکتور نشان داد با افزایش دور آبیاری از رشد رویشی درختان کاسته شده به طوری که بیشترین رشد رویشی در دوره‌های آبیاری ۳۰ و ۴۰ روز و کمترین آن در دور آبیاری ۶۰ روزه به وقوع پیوست. با افزایش کاربرد نیتروژن رشد رویشی نیز افزایش معنی‌دار داشت، به طوری که حداکثر رشد سرشاخه‌ها به مقدار ۹/۴ سانتی‌متر در مقادیر به کار رفته نیتروژن N_{1500} و حداقل رشد رویشی نیز ۵/۶ سانتی‌متر در مقادیر N_0 بود. در هر دور آبیاری کمترین رشد رویشی مربوط به تیمارهایی است که از تی دریافت نموده‌اند و در اغلب موارد در دوره‌های مختلف آبیاری با افزایش سطوح به کار رفته نیتروژن رشد رویشی نیز افزایش معنی‌داری پیدا نمود. حداکثر رشد رویشی مربوط به تیمارهای $I_{30}N_{1500}$ ، $I_{40}N_{1500}$ و $I_{60}N_{1500}$ به ترتیب به مقدار ۹/۴، ۹/۷ و ۹/۲ سانتی‌متر و حداقل رشد مربوط به تیمارهای $I_{30}N_0$ ، $I_{40}N_0$ و $I_{60}N_0$ به ترتیب به مقدار ۵/۵، ۵/۶ و ۵/۷ سانتی‌متر بود. اثر سال نیز بر روی رشد رویشی در طی ۴ سال

آزمایش (جدول ۵) نشان داد: بیشترین و کمترین رشد رویشی به ترتیب در سال‌های دوم و اول آزمایش به مقادیر ۹/۸ و ۵/۱ سانتی‌متر حاصل گردید و از نظر آماری سال‌های دوم و چهارم در یک گروه آماری قرار گرفتند. خوش‌گفتار منش (۲۰۰۴) نیز به‌طور مشابه گزارش کرد که بین قدرت رویشی گیاه پسته و مقدار نیتروژن رابطه مستقیمی وجود دارد، اما از آنجایی که افزایش رشد رویشی در جهت افزایش عملکرد موردنظر می‌باشد بایستی کاربرد کود ازته با نگرش به عملکرد، انتخاب گردد. همچنین با توجه به نتایج جدول ۶، بهترین همبستگی‌ها بین غلظت نیتروژن برگ و رشد رویشی بدست آمد. به‌طوری‌که این نتایج نشان داد با افزایش یک درصد غلظت نیتروژن برگ به ترتیب باعث افزایش رشد رویشی به میزان ۶/۵۲ و ۵/۶۹ سانتی‌متر خواهد شد، که این نتایج نشان‌دهنده اثر مؤثر غلظت نیتروژن برگ بر رشد رویشی در درختان پسته می‌باشد.



شکل ۷- میانگین رشد رویشی تیمارهای مختلف

اثر تیمارهای مختلف بر غلظت عناصر موجود در برگ: با توجه به اهمیت عناصر موجود در برگ درختان پسته همه ساله برگ شاخه‌های غیر بارده درختان در اوایل مردادماه نمونه‌گیری و عناصر ازت (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، آهن (Fe)، روی (Zn)، مس (Cu) و منگنز (Mn) اندازه‌گیری شد، که نتایج تجزیه واریانس و میانگین‌های ۴ ساله (۱۳۸۴-۱۳۸۱) غلظت عناصر در منطقه مورد آزمایش در جداول ۶ و ۷ و شکل‌های ۸ تا ۱۴ ارائه شده است.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر غلظت عناصر برگ.

منابع تغییر	ازت (%)	فسفر (%)	ازت (%)	آهن ($\mu\text{g/g}$)	روی ($\mu\text{g/g}$)	مس ($\mu\text{g/g}$)	منگنز ($\mu\text{g/g}$)
سال (Y)	۲۶۶**	۲ n.s	۲۷**	۴۵**	۷۹۰**	۳۷۶**	۹۱**
دور آبیاری (I)	۱۸**	۴*	۳ n.s	۲ n.s	۱۸۷**	۸**	۴*
سطوح نیتروژن (N)	۱۰۰**	۳*	۶**	۶**	۲ n.s	۱۲**	۶**
I*N	۱ n.s	۱ n.s	۱ n.s	۱ n.s	۳*	۸**	۵**
ظریب تغییرات (CV)	۹	۱۵	۲۱	۱۸	۱۸	۱۹	۲۲

۱: میکروگرم بر گرم ($\mu\text{g/g}$)

** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۷- میانگین سالیانه اثر تیمارهای دور آبیاری و سطوح به‌کار رفته نیتروژن بر روی عملکرد و جذب عناصر غذایی برگ.

سال	وزن خشک محصول (گرم/درخت)	ازت (%)	پتاسیم (%)	آهن ($\mu\text{g/g}$)	روی ($\mu\text{g/g}$)	مس ($\mu\text{g/g}$)	منگنز ($\mu\text{g/g}$)
اول	۳۱۹۴ a	۱/۲۹d	۰/۷۳d	۸۷/۴c	۳۷/۴a	۳/۷ d	۱۷/۱c
دوم	۱۰۹۴ c	۱/۷۳c	۱/۰۵b	۷۷/۵c	۴/۹ c	۵/۰ c	۱۷/۴c
سوم	۲۵۲۹ b	۲/۰b	۰/۹۳c	۱۰۵/۷b	۱۲/۴b	۲۰/۱a	۴۳ a
چهارم	۲۳۷۴ b	۲/۱۵a	۱/۲۱a	۱۴۰/۷a	۱۱/۵b	۷/۳ b	۳۷/۲b

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

۱: میکروگرم بر گرم ($\mu\text{g/g}$)

غلظت نیتروژن برگ: نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری غلظت نیتروژن موجود در برگ درختان هر تیمار در شکل شماره ۸ ارائه شده است. افزایش دور آبیاری سبب افزایش غلظت نیتروژن در برگ درختان پسته شد. کمترین غلظت نیتروژن برگ در دور آبیاری ۳۰ روزه ملاحظه گردید. اما از نظر غلظت نیتروژن برگ بین دوره‌های آبیاری ۴۰ و ۶۰ روزه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد. با افزایش در مقدار کاربرد کود ازته غلظت نیتروژن موجود در برگ درختان پسته افزایش معنی‌داری نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین غلظت نیتروژن برگ به میزان ۱/۹۹ درصد در تیمار N₁₅₀₀ مشاهده شد. همچنین کمترین غلظت نیتروژن موجود در برگ ۱/۵۰ درصد در تیمار N₀ بود. تاثیر متقابل دوره‌های مختلف آبیاری و مقادیر کود ازته به‌کار برده شده نشان داد میانگین غلظت نیتروژن برگ در دور آبیاری ۳۰ روز کمتر از دوره‌های دیگر آبیاری بود نتایج نشان داد، بیشترین غلظت نیتروژن برگ به مقدار ۲/۱ درصد

(تیمار I₄₀N₁₅₀₀) و ۲ درصد (تیمار I₆₀N₁₅₀₀) و کمترین غلظت نیتروژن برگ به مقدار ۱/۴ درصد (تیمار I₃₀N₀ و ۱/۵ درصد (تیمارهای I₄₀N₀ و I₆₀N₀) به دست آمد. بر اساس نتایج اندازه‌گیری شده مربوط به غلظت نیتروژن موجود در برگ، کاربرد کود ازته سبب افزایش غلظت نیتروژن موجود در برگ گردید. نمود این مسئله به‌ویژه در دوره‌های آبیاری ۴۰ و ۶۰ روز بیشتر مشاهده می‌گردد. نکته دیگر که در مباحث قبل نیز بدان اشاره گردید این است که در کلیه دوره‌های آبیاری کاربرد کود ازته بیشتر (۱۵۰۰ گرم به ازای هر درخت) در بالا بردن کارایی غلظت کود ازته در برگ مؤثر بود اما بالا رفتن غلظت نیتروژن به تنهایی در افزایش کمی و کیفی محصول مؤثر نبود. با مقایسه نمودارهای ۱، ۷ و ۸ مربوط به عملکرد محصول خشک، رشد رویشی و غلظت نیتروژن موجود در برگ می‌توان به نتایج قابل توجهی دست یافت. بالاترین غلظت نیتروژن برگ به‌ترتیب مربوط به تیمارهای I₄₀N₁₅₀₀، I₆₀N₁₅₀₀، I₄₀N₇₅₀ و I₆₀N₇₅₀ و بالاترین وزن محصول خشک نیز به نوعی همراستا با همین نتایج می‌باشد یعنی تیمارهای I₄₀N₁₅₀₀ و I₄₀N₇₅₀ از حداکثر محصول برخوردار بودند و صرفاً تیمار I₆₀N₁₅₀₀ با این‌که در گروه بالاترین غلظت نیتروژن برگ قرار دارد اما در گروهی که از بیشترین مقدار محصول برخوردار بودند قرار نگرفت اما در عوض این تیمار در رشد رویشی وضعیت بسیار مناسبی داشت، به‌عبارت دیگر در دور آبیاری ۶۰ روزه کاربرد ۷۵۰ گرم کود ازته برای هر درخت در بالا نگهداشتن حد متعارف غلظت نیتروژن برگ و عملکرد محصول مناسب است و در همین دور آبیاری کاربرد ۱۵۰۰ گرم کود ازته برای هر درخت باعث افزایش نیتروژن برگ و رشد رویشی شد. اما بهترین نتیجه از نظر کلیه موارد ذکر شده در دور آبیاری ۴۰ روزه به ترتیب با کاربرد ۱۵۰۰ و ۷۵۰ گرم کود ازته به‌ازای هر درخت می‌باشد. با توجه به نتایج اثر سال بر روی غلظت نیتروژن برگ (جدول ۷) ملاحظه می‌گردد، در سال اول، درختان در شرایط کم بار بوده و غلظت نیتروژن برگ در کمترین حد خود ۱/۲۹ درصد حاصل شد. در سال دوم درختان پسته کم بار بودند و با این‌که غلظت نیتروژن برگ نسبت به سال اول افزایش یافت اما این روند ادامه یافت یعنی با این‌که در سال‌های سوم و چهارم وضعیت محصول در حالت متوسط بار (در مقایسه با سال‌های اول و دوم) بود اما غلظت نیتروژن برگ در سطح ۵ درصد افزایش معنی‌دار پیدا نمود. مشابه این نتایج توسط کبیر و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش شده است.

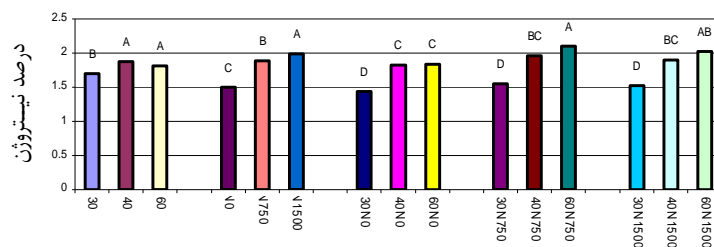
غلظت فسفر برگ: با افزایش دور آبیاری غلظت فسفر در برگ (شکل ۹) کاهش یافته است ولی در

سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار بین دوره‌های آبیاری ۳۰ و ۴۰ روز از نظر غلظت فسفر برگ ملاحظه نشد و کمترین غلظت فسفر در دور ۶۰ روز حادث شد. با افزایش سطوح مختلف کود ازته از غلظت فسفر برگ کاسته شد به طوری که بیشترین مقدار فسفر به ترتیب به مقدار ۰/۱۲۸ و ۰/۱۲۶ در تیمارهای N_0 و کمترین غلظت فسفر برگ به مقدار ۰/۱۱۸ و ۰/۱۱۲ در تیمار N_{1500} بود. اثرات متقابل کود ازته و دور آبیاری بر روی غلظت فسفر برگ نشان داد، بیشترین غلظت فسفر در تیمارهای $I_{40}N_0$ اما کمترین مقدار آن مربوط به تیمار $I_{60}N_{1500}$ است. اثر سال بر روی غلظت فسفر در مناطق مورد آزمایش معنی‌دار نبود.

غلظت پتاسیم برگ: بررسی‌ها نشان داد با افزایش دور آبیاری غلظت پتاسیم برگ (شکل ۱۰) کاهش معنی‌دار نشان داد به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم به مقدار ۱/۰۵ درصد در تیمارهای دور آبیاری ۳۰ روزه و کمترین مقدار پتاسیم به مقدار ۰/۹۳ درصد در دور آبیاری ۶۰ روز حاصل شد. با افزایش کاربرد کود ازته غلظت پتاسیم برگ کاهش معنی‌دار یافت به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۱/۰۹ درصد (در تیمار N_0) و کمترین آن به مقدار ۰/۹۳ درصد در تیمارهای N_{750} و N_{1500} بود. اثر متقابل دور آبیاری و سطوح به کار رفته کود نیتروژن بر روی غلظت پتاسیم برگ نشان داد که بیشترین غلظت پتاسیم در کلیه دوره‌های آبیاری در سطوح به کار رفته نیتروژن N_0 بود و در دور آبیاری ۳۰ روزه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف سطوح نیتروژن به کار رفته در غلظت پتاسیم برگ ملاحظه نشد ولی با افزایش دور آبیاری به ۶۰ روز بین غلظت پتاسیم در تیمار $I_{60}N_0$ و $I_{60}N_{1500}$ تفاوت کاملاً معنی‌دار شد. به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم در برگ تیمار $I_{60}N_0$ به مقدار ۱/۰۸ درصد و کمترین مقدار پتاسیم در تیمار $I_{60}N_{1500}$ به مقدار ۰/۸۵ درصد به دست آمد.

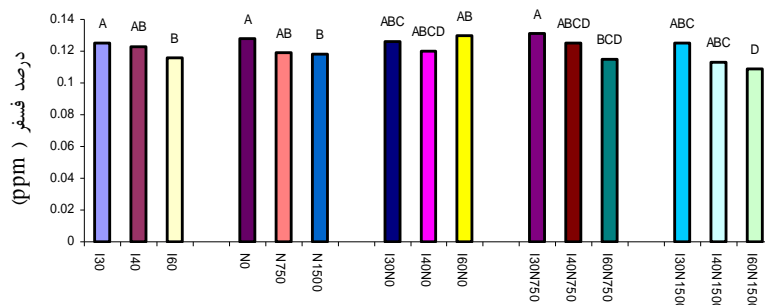
اثر سال بر روی پتاسیم معنی‌دار بود. با توجه به نتایج جداول ۶ و ۷ ملاحظه می‌گردد کمترین غلظت پتاسیم (۰/۷۳ درصد) در سال اول بود در سال دوم غلظت این عنصر افزایش یافته (۱/۰۵ درصد) و در سال سوم مجدداً شاهد کاهش (۰/۹۳ درصد) و سپس غلظت این عنصر در سال چهارم به بالاترین مقدار (۱/۲۱ درصد) در طول آزمایش رسید. نتایج تحقیقات توسط روزکرانس و همکاران (۱۹۹۵) نیز به اهمیت نقش پتاسیم در تولید محصول بیشتر اشاره دارد، به طوری که آن‌ها گزارش نمودند که افزایش جذب نیتروژن بیشتر در دوره رویش بهاره و دوره مغز رفتن صورت می‌گیرد اما جذب پتاسیم بیشتر به دوره مغز رفتن محدود می‌شود. این گزارش می‌افزاید درختان پسته در سال پر

محصول خصوصاً در دوره دانه‌بندی زمانی که بیشتر از ۵۰ درصد دانه‌ها رسیده باشند نیتروژن را به میزان ۳۵ درصد و پتاسیم را به میزان ۱۱۲ درصد بیشتر از درختان کم محصول جذب می‌کنند. همچنین با مقایسه روند سالیانه غلظت‌های نیتروژن و پتاسیم در برگ، ملاحظه می‌گردد، افزایش غلظت نیتروژن برگ سبب بالا رفتن غلظت پتاسیم شده است، بنابراین جذب پتاسیم می‌تواند متأثر از غلظت نیتروژن برگ باشد. بنابراین توصیه می‌شود تفسیر غلظت پتاسیم در برگ با در نظر داشتن غلظت نیتروژن انجام پذیرد.

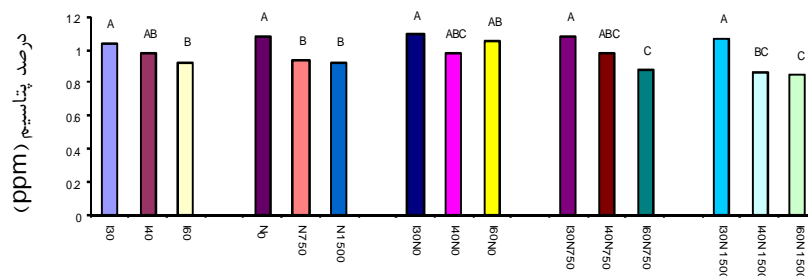


شکل ۸- میانگین غلظت نیتروژن موجود در برگ تیمارهای مختلف

غلظت آهن برگ: آهن نیز از جمله عناصری بود که در طول مدت انجام آزمایش مقدار آن در برگ درختان تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد (شکل ۱۱). بین سطوح مختلف دور آبیاری در غلظت آهن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد. افزایش سطوح به کار رفته کود ازته سبب گردید تا غلظت آهن در برگ کاهش معنی‌داری پیدا نماید. به‌طوری‌که بیشترین غلظت آهن به مقدار ۱۰۶ میکروگرم برگرم ماده خشک در مقادیر کود ازته N_0 و N_{750} و کمترین غلظت آهن برگ به مقدار ۹۴ میکروگرم برگرم ماده خشک در تیمار N_{1500} بود. گرچه بین تیمارهای مختلف اثر متقابل دور آبیاری و سطوح به کار رفته نیتروژن در اغلب موارد در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد، اما کمترین غلظت آهن برگ، مربوط به تیمار $I_{60}N_{1500}$ است. با توجه به نتایج جدول ۷، ملاحظه می‌شود اثر سال بر روی غلظت آهن جذب شده برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین روند غلظت آهن برگ تیمارها صعودی بوده، به‌طوری‌که کمترین غلظت آهن برگ در سال‌های اول و دوم به ترتیب به مقدار ۸۷ و ۷۷ میکروگرم برگرم ماده خشک و بیشترین غلظت آهن در سال چهارم به مقدار ۱۴۰ میکروگرم برگرم به دست آمد.



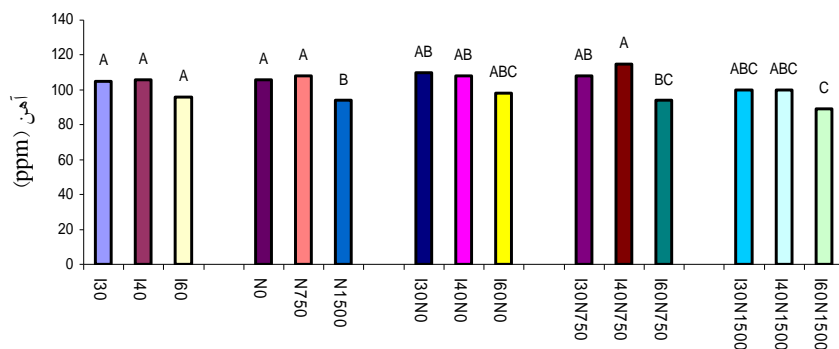
شکل ۹ - میانگین غلظت فسفر موجود در برگ.



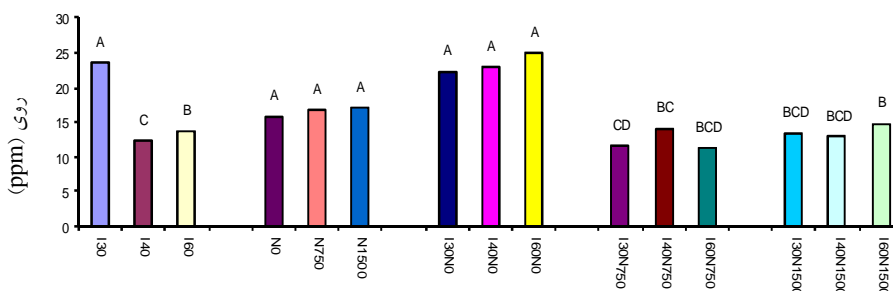
شکل ۱۰ - میانگین غلظت پتاسیم موجود در برگ.

غلظت روی برگ: در شکل ۱۲ غلظت روی موجود در برگ تیمارهای مختلف نشان داده شده است. افزایش دور آبیاری سبب روند یکنواختی در مقدار روی موجود در برگ در دوره‌های مختلف آبیاری نشد. بالاترین غلظت روی به مقدار ۲۳/۵ میکروگرم برگرم ماده خشک در دور ۳۰ روزه و کمترین غلظت آن در دور ۴۰ روزه به مقدار ۱۲/۵ میکروگرم برگرم ماده خشک بود. نتایج مربوط به اثر متقابل کود و دور آبیاری نشان داد در دور آبیاری ۳۰ روزه در کلیه سطوح نیتروژن به کار رفته بیشترین مقدار روی به مقدار ۲۲/۵، ۲۳/۱ و ۲۵/۱ میکروگرم برگرم ماده خشک به ترتیب در تیمارهای $I_{30}N_0$ ، $I_{30}N_{750}$ و $I_{30}N_{1500}$ صورت گرفت. از نظر آماری تیمارهای دو دور آبیاری ۴۰ و ۶۰ روزه در گروه دوم قرار داشتند. بررسی اثر متقابل کود و دور آبیاری نشان داد بیشترین و کمترین غلظت روی در برگ به ترتیب در تیمارهای $I_{60}N_0$ و $I_{60}N_{1500}$ به مقدار ۱۱/۷ و ۸/۶ میکروگرم برگرم ماده خشک می‌باشد. باتوجه به نتایج جدول ۷ ملاحظه می‌شود که اثر سال بر روی غلظت روی در برگ درختان معنی‌دار بود. غلظت عنصر روی در برگ درختان پسته تقریباً متاثر از میزان محصول بود به طوری که در سال اول آزمایش که درختان در بهترین مقدار محصول قرار داشتند دارای بیشترین غلظت این عنصر

به مقدار ۳۷/۴ میلی‌گرم برگ‌گرم و در سال دوم (سال نآور) به کمترین مقدار (۴/۹ میلی‌گرم برگ‌گرم) خود در طول آزمایش رسید. بین سال‌های سوم و چهارم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ملاحظه نشد.



شکل ۱۱- میانگین غلظت آهن موجود در برگ تیمارهای مختلف.

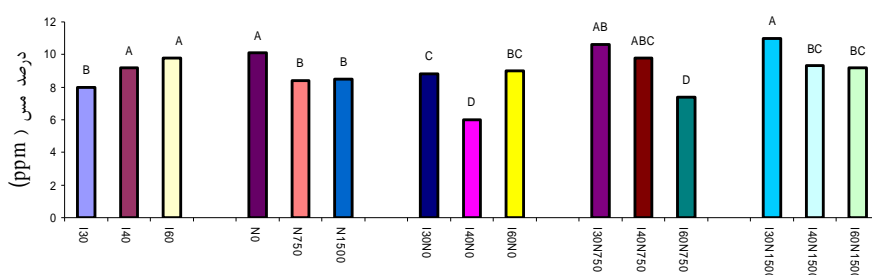


شکل ۱۲- میانگین غلظت آهن روی موجود در برگ تیمارهای مختلف.

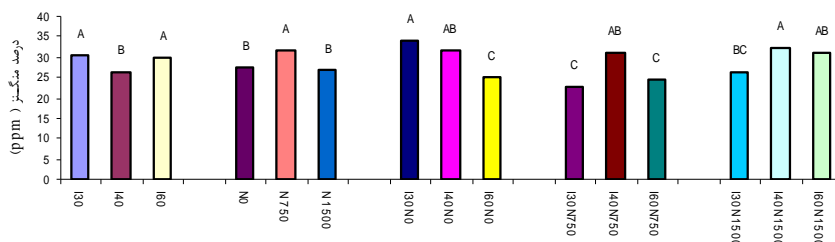
غلظت مس برگ: از جمله عناصر اندازه‌گیری شده در برگ تیمارها، عنصر مس بود که نتایج مربوط به اندازه‌گیری این عنصر در شکل ۱۳ آورده شد. افزایش دور آبیاری سبب افزایش در غلظت مس در برگ درختان پسته گردید. به طوری که بالاترین غلظت مس در برگ در دوره‌های آبیاری ۴۰ و ۶۰ روز به مقدار ۹/۳ و ۹/۹ میکروگرم برگ‌گرم ماده خشک و کمترین غلظت مس برگ در دور آبیاری ۳۰ روز به مقدار ۸ میکروگرم برگ‌گرم ماده خشک به دست آمد. با به‌کاربردن کود ازته از غلظت مس کاسته شد. بالاترین غلظت مس برگ به مقدار ۱۰/۲ میکروگرم برگ‌گرم ماده خشک در تیمارهای N₀ و کمترین غلظت مس برگ در تیمارهای N₇₅₀ و N₁₅₀₀ به مقدار ۸/۵ میکروگرم برگ‌گرم ماده خشک می‌باشد. بررسی اثرهای متقابل کود و دور آبیاری بر روی غلظت مس برگ نشان داد در هر دور آبیاری با افزایش کاربرد کود ازته از غلظت مس برگ کاسته می‌شود. به طوری که اغلب کمترین غلظت مس در

مقادیر بیشتر کود به‌کار برده شده رخ داد. بیشترین غلظت مس برگ به مقدار ۱۱/۱ میکروگرم بر گرم ماده خشک در تیمار $I_{60}N_0$ و کمترین غلظت مس برگ در تیمارهای $I_{30}N_{750}$ و $I_{40}N_{1500}$ به مقدار ۶ و ۷/۴ میکروگرم بر گرم ماده خشک حاصل شد. در بررسی اثر سال بر روی فاکتور غلظت مس موجود در برگ اختلاف معنی‌دار در سال‌های مختلف ملاحظه شد (جدول ۷) بیشترین و کمترین غلظت این عنصر در سال‌های سوم و اول به‌ترتیب به مقدار ۲۰/۱ و ۳/۷ میلی‌گرم برگرم به‌دست آمد.

غلظت منگنز برگ: تغییرات غلظت منگنز در برگ تیمارها در شکل ۱۴ ارائه شد. بیشترین غلظت منگنز در برگ در دوره‌های آبیاری ۳۰ و ۶۰ روز به مقدار ۳۰ میکروگرم برگرم ماده خشک و کمترین آن در دور ۴۰ روزه به مقدار ۲۶ میکروگرم برگرم ماده خشک به‌دست آمد. حداکثر غلظت منگنز برگ در تیمار N_{750} به مقدار ۳۱/۶ میکروگرم برگرم ماده خشک و کمترین آن در تیمارهای N_0 و N_{1500} به مقدار ۲۷/۷ و ۲۶/۹ میکروگرم برگرم ماده خشک به‌دست آمد. نتایج اثر متقابل کود و دور آبیاری نشان داد، در دور ۳۰ روزه با افزایش مقدار نیتروژن به‌کار برده شده از غلظت منگنز در برگ کاسته می‌شود. بیشترین غلظت منگنز در تیمار $I_{30}N_0$ و کمترین آن در تیمار $I_{30}N_{1500}$ رخ داد. در دور آبیاری ۴۰ روزه تیمار $I_{40}N_{750}$ بیشترین غلظت منگنز برگ و تیمارهای $I_{40}N_0$ و $I_{40}N_{1500}$ کمترین غلظت را داشتند، در دور آبیاری ۶۰ روز وضعیت تغییر پیدا نمود و کمترین منگنز برگ در تیمار $I_{60}N_0$ و بیشترین غلظت در تیمارهای $I_{60}N_{750}$ و $I_{60}N_{1500}$ صورت گرفت. اثر متقابل کود ازته و دور آبیاری نشان داد که بیشترین مقدار منگنز در تیمار $I_{40}N_{1500}$ به مقدار ۳۵/۲ میکروگرم برگرم ماده خشک بود و سایر تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. در بررسی اثر سال بر روی غلظت منگنز برگ نشان داد غلظت این عنصر متفاوت بوده است (جدول ۷). بیشترین و کمترین غلظت این عنصر در سال‌های سوم و اول به‌ترتیب به مقدار ۴۳ و ۱۷/۱ میکروگرم برگرم به‌دست آمد.



شکل ۱۳ - میانگین غلظت مس موجود در برگ.



شکل ۱۴ - میانگین غلظت منگنز موجود در برگ.

ارتباط بین فاکتورهای اندازه گیری شده در آزمایش

ارتباط بین نیتروژن و سایر فاکتورها: با استفاده از میانگین فاکتورهای وزن محصول و غلظت نیتروژن موجود در برگ درختان تیمارها و کلیه فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل صفات کمی و کیفی محصول، رشد رویشی سرشاخه‌های درختان پسته و غلظت عناصر موجود در برگ درختان پسته روابط رگرسیونی جهت تعیین توابع بین کلیه فاکتورهای ذکر شده در منطقه مطالعاتی برازش داده شد که نتایج آن در جدول ۸ نشان داده شده است. در معادلات جدول ۸ Y مقدار عملکرد محصول هر درخت برحسب گرم و غلظت نیتروژن برگ بر حسب درصد و X غلظت عناصر برگ بر حسب درصد، رشد رویشی بر حسب سانتی‌متر و خندانی بر حسب درصد می‌باشند. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود از نظر آماری صرفاً روابط بین عملکرد و غلظت عناصر پتاسیم و نیتروژن و روابط بین غلظت نیتروژن برگ و رشد رویشی، خندانی و غلظت عناصر فسفر و پتاسیم در برگ معنی‌دار بوده و روابط بین سایر فاکتورها معنی‌دار نشد. رابطه بین وزن محصول و غلظت نیتروژن برگ نشان می‌دهد افزایش غلظت نیتروژن برگ با عملکرد رابطه مثبتی دارد به‌طوری‌که با افزایش در مقدار نیتروژن برگ عملکرد درختان پسته افزایش می‌یابد. این رابطه نشان می‌دهد وقتی که غلظت نیتروژن برگ به کمتر از نیم درصد کاهش یابد. مقدار محصول به سمت صفر میل می‌نماید و با افزایش مقدار نیتروژن برگ عملکرد افزایش می‌یابد. رابطه بعدی بین میزان نیتروژن برگ و رشد رویشی سرشاخه‌ها است این رابطه نشان می‌دهد با بالا رفتن غلظت نیتروژن در برگ رشد رویشی افزایش می‌یابد و با کاهش مقدار نیتروژن برگ به مقادیر غلظت‌های کمتر از ۰/۶ درصد رشد رویشی متوقف می‌گردد. معادله بعدی ارتباط بین غلظت نیتروژن برگ و درصد خندانی میوه‌های پسته را نشان می‌دهد. در این رابطه با افزایش مقدار نیتروژن برگ خندانی افزایش می‌یابد. اما کاهش مقدار نیتروژن برگ به تنهایی نمی‌تواند

باعث ناخندانی میوه‌های پسته به‌طور کامل گردد. ولی افزایش نیتروژن برگ به‌طور قابل توجهی سبب ازدیاد خندانی میوه‌های پسته می‌شود. رابطه بین غلظت نیتروژن و فسفر برگ نشان‌دهنده وجود رابطه معکوسی بین غلظت این دو عنصر در برگ است، به‌طوری‌که با افزایش یک درصد نیتروژن برگ ۰/۰۲۳ درصد از میزان فسفر برگ کاسته می‌شود. غلظت پتاسیم نیز با افزایش غلظت نیتروژن کاهش می‌یابد همچنین هر قدر نیتروژن برگ کاهش یابد بر مقدار پتاسیم برگ افزوده می‌شود.

تعیین معادله تولید: به‌منظور تعیین معادله چند متغیره تولید در منطقه مورد آزمایش با استفاده از میانگین فاکتورهای وزن محصول (Y) و مقدار خالص کود ازته مورد استفاده برای هر درخت (X_۱)، دور آبیاری (X_۲)، آمار سال‌های مورد آزمایش (X_{۱۳۸۱}، X_{۱۳۸۲}، X_{۱۳۸۳} و X_{۱۳۸۴}) و منطقه مورد آزمایش (کرمان X) روابط رگرسیونی جهت تعیین توابع بین کلیه فاکتورهای ذکر شده برآزش داده که نتایج آن در رابطه ۱ آورده شد:

$$Y = 29.09 + 6/66 X_1 - 0/0683 X_1^2 - 0/0532 X_1 X_2 + 377 X_{1381} - 942 X_{1382} - 850 X_{\text{کرمان}} \quad (\text{رابطه ۱})$$

فرمول ۱ و کلیه اجزا ارائه شده در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. در این فرمول Y مقدار عملکرد محصول هر درخت برحسب گرم، X_۱ مقدار خالص نیتروژن (با توجه به میزان نیتروژن خالص به‌کار رفته در کود نترات آمونیوم (۳۳ درصد ازت) به‌دست آمد، X_۲ دور آبیاری بر حسب روز، X_{۱۳۸۱}، X_{۱۳۸۲}، X_{۱۳۸۳} و X_{۱۳۸۴} سال‌های مورد آزمایش و کرمان X مربوط به منطقه مورد آزمایش می‌باشند. با استفاده از فرمول ۱ می‌توان با قرار دادن متغیرهای مختلف مقدار محصول را محاسبه نمود. برای محاسبه محصول ابتدا باید محل مشخص گردد با انتخاب کرمان به جای متغیر مربوطه عدد ۱ قرار می‌گیرد. برای انتخاب سال با توجه به این‌که سال ۱۳۸۱ سال پر بار و سال ۱۳۸۲ سال کم بار بودند و بهترین ارتباط آماری با آمار این دو سال آزمایش برقرار شد، بنابراین این ۲ سال به‌عنوان شاخص‌های سال کم محصول و پر محصول انتخاب شدند، اما چنان‌چه جای X_{۱۳۸۱} و X_{۱۳۸۲} عدد صفر قرار گیرد معادله براساس میانگین سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ پاسخگو خواهد بود. اما برای انتخاب سال آور X_{۱۳۸۲} را برابر با عدد یک و X_{۱۳۸۱} را برابر صفر قرار می‌دهیم و برای برآورد عملکرد در سال‌های کم محصول برعکس عمل می‌نماییم. سایر متغیرها مانند دور آبیاری و کود ازته را نیز قرار داده و عملکرد با توجه به شرایط قرار داده شده محاسبه می‌نماییم.

برای این‌که بتوانیم مناسب‌ترین مقدار کود ازته را برای دوره‌های مختلف آبیاری به‌دست آوریم لازم

بود تا از فرمول ۱ مشتق‌گیری و مشتق برابر صفر قرار داده شود و سپس با فرض نمودن دور آبیاری مقادیر مناسب کود ازته قابل محاسبه خواهد بود، بنابراین با مشتق‌گیری از فرمول ۱ و متغییر فرض نمودن کود ازته رابطه ۲ حاصل گردید.

$$\text{رابطه ۲} \quad X - 0.0532 - 0.6183 \times 6/66 X - 2 \times 0 = 0$$

با استفاده از فرمول ۲ و فرض نمودن دوره‌های مختلف آبیاری (برحسب روز) می‌توان مناسب‌ترین مقادیر نیتروژن را بر حسب گرم در درخت (نیتروژن خالص) در منطقه مورد آزمایش به دست آورد که برای تعدادی از دوره‌های معمول آبیاری در مناطق پسته‌کاری این کار صورت پذیرفت و نتایج آن در جدول ۹ آمده است. با توجه به نتایج جدول ۹ ملاحظه می‌گردد هر چه دور آبیاری کوتاه‌تر باشد کود ازته بیشتری مورد نیاز می‌باشد و با افزایش دور آبیاری نیاز کود ازته کمتر می‌شود. بر اساس این نتایج چنانچه بخواهیم در دوره‌های آبیاری ۳۰، ۴۰ و ۶۰ روز با کود نترات آمونیوم نیاز ازته باغ‌ها را برطرف نماییم باید به ترتیب مقدار ۱۱۲۴، ۱۰۰۶ و ۷۶۹ گرم کود یادشده به هر درخت داده شود.

جدول ۸- توابع بین غلظت نیتروژن موجود در برگ (X) با وزن محصول، رشد رویشی و درصد خندانی و غلظت عناصر موجود در برگ (Y).

R ²	معادله	X	Y
۰/۶۲***	$Y = -0.595 + 1.611 X$	غلظت نیتروژن برگ	وزن محصول
۰/۷۶***	$Y = -0.407 + 6.52 X$	غلظت نیتروژن برگ	رشد رویشی
۰/۵۳**	$Y = 34.35 + 19 X$	غلظت نیتروژن برگ	خندانی
۰/۴۷**	$Y = 0.16 - 0.23 X$	غلظت نیتروژن برگ	غلظت فسفر برگ
۰/۷۵***	$Y = 1/63 - 0.36 X$	غلظت نیتروژن برگ	غلظت پتاسیم برگ

جدول ۹- تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز برای دوره‌های مختلف آبیاری.

دور آبیاری (روز)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
نیتروژن (گرم در درخت)	۳۷۱	۳۳۲	۲۹۳	۲۵۴	۲۱۵	۱۷۶	۱۳۷	۹۸

تشکر و قدردانی: با سپاس فراوان از مدیریت محترم مؤسسه تحقیقات پسته کشور که در کلیه بخش‌های تحقیقاتی و اجرایی این طرح ما را یاری نمودند.

منابع

1. Doster, M.A., Michailides, T.J., Beede, R.H., and Ferguson, L. 2000. Effect of rootstock on the formation of early split nuts. California Pistachio Industry. (Annual Report Crop Year 2000-2001). California Pistachio Commission, P. 129.
2. Doster, M.A., Michailides, T.J., Goldhamer, D.A. and Morgan, D.P. 2001. Insufficient spring irrigation increases abnormal splitting of pistachio nuts. California Agriculture, 55: 27-30
3. Goldhamer, D.A. 1987. Effects of substained deficit irrigation on pistachio tree performance. California pistachio industry. (Annual Report– Crop year 1986-87). Pp: 61-66.
4. Hosini fard, J., Hidarinejad, A., Ershadi, M.A., and Salehi, F. 2005. Diagnosis requires dietary pistachio in Daris method. (Final Report). Pistachio Research Institute. P: 19. (In Farsi)
5. Hosini, Z. 1994. Common methods in food analysis, (2th ed). Shiraz University Press, P: 210. (In Farsi)
6. Kanber, R.M., Steduto, P., Aydin, Y., and Diker, K. 2005. Effects of different water and nitrogen levels on the yield and periodicity of pistachio (*Pistachio vera* L.). Turk J Agric. 29: 39-49.
7. Khoshgoftar Manesh, A.H. 2004. Determine the most limiting factors in land salty pistachio production of Qom. Research letter of Qom, Publication Management and Planning Organization of Qom, 2, 58-72. (In Farsi)
8. Klute, A. 1986. Methods of soil analysis port I, physical and mineralogical methods (2th ed). Soil Science Society of America.
9. Malakouti, M.J. 2005. Increasing the yield and quality of pistachio nuts by applying balanced amounts of fertilizers. Acta Hort, 726, ISHS.
10. Malakouti, M.J., Torabi, V.M. 1999. Correct fertilization in pistachio orchards. (Technical report, No. 73). Ministry of Agriculture, P: 27. (In Farsi)
11. Mohammadi, A., and Panahi, B. 2005. The Possibility of Irrigation System Replacement from Surface to Sub–surface for Mature Pistachio Trees, Acta Hort.726, ISHS.
12. Moradi, M., and Ershad, J., 2000. Determination of density of the molds *Aspergillus* species in the Kerman pistachio orchards in different months of years. 14th Ianian Plant Protection Congress, Isfahan, Iran. P: 128.
13. Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of soil analysis port II, chemical and microbiological methods (2th ed). Soil Science Society of America.
14. Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., and Brown, P.H. 1995. Assesment of nitrogen, phosphorus, potassium uptake capacity and root growth in mature alternate–bearing pistachio (*Pistacia vera* L.) trees, Tree Physiol. 16: 949– 956.
15. Samadi, H. 1996. Irrigation management in pistachio orchards. Kerman University Press, P: 17. (In Farsi)
16. Sedaghati, N., and Alipour, H. 2005. The effect of different time of irrigation

- on occurrence of early split (ES) of pistachio Nuts, Acta Hort.726.
17. Shariati.M. 1995. Review of the Research Center for Agricultural Research in the Kerman pistachio (1972-1992). (Annual report, No: 956). Research Institute of Soil and Water, p: 27. (In Farsi)
 18. Sommer, N.F., Buchanan, J.R., and Fortlage, R.J. 1986. Relation of early splitting and tattering of pistachio nuts to aflatoxin in orchard. *Phytopathol.* 76: 692-694.
 20. Tajabadi Pour, A., Sepaskhah, A.R., and Maftoun, M. 2005. Plant Water Relations and Seedling Growth of Three Pistachio Cultivars as Influenced by Irrigation Frequency and Applied Potassium, Acta Hort.726, ISHS.
 21. Vemmos, S.N. 1999. Mineral composition of leaves and flower buds in fruiting and non- fruiting Pistachio trees, *J. Plant Nut.* 22: 1291- 1301.



The effect of Different nitrogen and irrigation period on quantitative and qualitative characteristics in pistachio in Kerman

A. Mohammadi, H. Alipour and *F. Ghafari Movafagh

Agricultural Extension, Education and Research Organization,

Iranian Pistachio Research Institute, Respectively

Received: 2010-3-9; Accepted: 2012-1-11

Abstract

This study was carried out in the Kerman pistachio research station (P.R.S.). A split-plot design was used with three irrigation interval including 1: 30 days interval irrigation 2: 40 days interval irrigation 3: 60 days interval irrigation, and three levels of nitrogen including 1: without nitrogen fertilizer 2: 750 gram nitrogen fertilizer for one tree 3: 1500 gram nitrogen fertilizer in the sub plot. The results showed that in Kerman the highest yield was obtained 3079, 2809 and 2789 from trees that irrigated in the 40 days intervals with 750 and 1500-gram nitrogen. In addition, the lowest yield was 1743 and 1749 gram per tree from trees that irrigated with 30 and 60 days intervals without nitrogen application ($I_{60}N_0$ and $I_{30}N_0$). Therefore, this treatment was the best treatment yield in this area. In each interval irrigation treatments with N_0 level showed the lowest vegetative growth. In the study region, vegetative growth was improved by increasing of nitrogen levels by the most of treatments. the most vegetative growth were taken by application of treatments of $I_{30}N_{750}$, $I_{40}N_{750}$ and $I_{60}N_{750}$ including 9.4, 9.7 and 9.2 cm, respectively and the lowest vegetative growth were found by application of treatments of $I_{30}N_0$, $I_{40}N_0$ and $I_{60}N_0$ including 5.5, 5.6 and 5.7 cm, respectively. Result indicated that, the most nitrogen concentration in leaf showed 2.1 percent ($I_{40}N_{750}$ treatment) and the lowest nitrogen concentration in leaf was 1.4 percent ($I_{30}N_0$ treatment). Effect of interval irrigation treatments with N level showed the lowest splitting in $I_{30}N_0$ and maximum in $I_{60}N_{1500}$. $I_{40}N_{750}$ have biggest nut size.

Keyword: Semi arid region; Drought Stress; Pistachio; Fertilizer

*Corresponding Author; Email: fereshtehmarafagh@gmail.com