# اثر طیف نور و فیلترهای مختلف رنگی بر غلظت نیترات و رشد و نمو کاهو در روش آبکشت

سیدجلال طباطبایی، محمدجعفر ملکوتی و احمد بای‌بوردی [1*]

## چکیده

**کاهو (Lactuca sativa L.) یکی از سبزیهای مهم سالادی می‌باشد که مصرف روزانه داشته و استعداد ژنتیکی زیادی برای تجمع نیترات دارد و از این طریق مقداری نیترات وارد بدن انسان می‌شود. غلظت نیترات در برگهای کاهو به فعالیت زیستی، میزان و نوع کودهای نیتروژنی مصرفی، زمان برداشت کاهو و مخصوصاً به شدت نور بستگی دارد. بطوریکه با تغییر شدت و کیفیت نور فرآیندهای بیوشیمیایی گیاه تغییر یافته و غلظت نیترات نیز ممکن است تغییر یابد. به منظور بررسی تأثیر طیف نورهای مختلف روی غلظت نیترات و رشد و نمو کاهو، دو آزمایش جداگانه در بهار سال 1382 انجام گرفت. در آزمایش اول فیلترهای رنگی (روشن، آبی، سبز و قرمز) روی گیاهان کشیده شد و در آزمایش دوم نورهای رنگی توسط لامپ با همان رنگهای فیلتر روی گیاهان تابانده شد. گیاهان در آبکشت کاشته شدند و هر دو آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت. نتایج حاصل نشان داد که تفاوت معنی‌داری در عملکرد کاهو در طیف نورهای رنگی دیده نشد. وزن تر ساقه گیاهان رشد یافته در نور سبز، آبی و قرمز بطور معنی‌داری کاهش یافت. نسبت برگ به ساقه در نور سبز حدود 40 درصد بیشتر از شاهد بود. شاخص کلروفیل در برگهای کاهو در نور آبی افزایش یافت ولی نورهای دیگر نسبت به شاهد (روشن) تأثیری در شاخص کلروفیل نداشتند. غلظت نیترات در فیلتر و نور سبز حداکثر بود و تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد. حداقل نیترات در برگهای نور قرمز 670 و در برگهای تیمار نور معمولی800 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده تر و در فیلتر قرمز 1000 و در فیلتر سفید 1300 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود. بنظر می‌رسد غلظت نیترات در فیلترهای رنگی فوق قابل کنترل نباشد ولی به هر حال انجام تحقیقات بیشتر در این خصوص مورد پیشنهاد است.**

**واژه‌های کلیدی:** کاهو، نیترات، آبکشت، طیف نوری، رشد کاهو.

مقدمه

نیترات ($NO_3$) یکی از مواد سمی بوده که سلامتی انسان و حتی حیوانات را تهدید می‌کند (طباطبائی و ملکوتی، 1376؛ ملکوتی، 1381؛ ملکوتی و همایی، 1382؛ WHO، 1985 و CECSCF، 1992). البته نیترات خودش یک ماده سمی برای انسان محسوب نمی‌شود ولی $NO_2$ حاصل از احیاء نیترات و مواد حاصل از آن مثل نیتروزآمین‌ها در معده سبب بوجود آمدن بعضی از بیماریها می‌گردد (WHO، 1985 و ملکوتی، 1381). براساس تحقیقات صورت گرفته حدود 50 درصد نیترات موجود در بدن انسان از سبزیها و عمدتاً از خوردن کاهو تأمین می‌گردد (Blomxarnastra، 1986). مقدار نیترات موجود در کاهو را در کشتهای خاکی نمی‌توان کنترل نمود. از طرف دیگر کاهو که یکی از پر مصرف‌ترین سبزی‌ها در رژیم غذایی انسانی است، نیاز به نیتروژن زیاد دارد. اتحادیه اروپا حداکثر غلظت نیترات را برای کاهو در کشتهای بهاره در آبکشت حدود 3500 میلی‌گرم در کیلوگرم و در کشتهای پائیزه حدود 4500 میلی‌گرم در کیلوگرم توصیه کرده است.

---

1 - بترتیب استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی

* وصول: 83/1/18 و تصویب: 84/10/22

این مقدار برای کشتهای مزرعه‌ای حدود 2500 میلی‌گرم در کیلوگرم است (CECSCF، 1992). محدوده مجاز نیترات در ایران برای سبزیهای مختلف فعلاً مشخص نشده است بخصوص اگر روش آبکشت کاهو توسعه یابد، بایستی محدوده مجاز آن تعیین گردد. بطور کلی بیشترین مقدار نیراتی که به بدن وارد می‌شود بایستی روزانه کمتر از 3/65 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن باشد (Maynard و Barker، 1979؛ CECSCF، 1992 و Santamaria و همکاران، 1999). بنابراین یک فرد 70 کیلوگرمی نباید بیشتر از 255 میلی‌گرم نیترات مصرف نماید و این مقدار نیترات تنها در 100 گرم کاهو که 2190 میلی‌گرم در کیلوگرم نیترات در روز داشته باشد، وجود دارد.

بنابراین نهایت تلاش را باید اعمال نمود تا غلظت نیترات در کاهو مخصوصاً برای افرادی که در سبد غذایی آنها کاهو زیاد مصرف می‌گردد به حداقل مقدار ممکن کاهش داده شود. مقدار نیترات موجود در برگها تحت تأثیر عوامل مختلف از قبیل دما، نور، مقدار نیترات به کار برده شده و موجود در بستر کشت و ژنتیک گیاه قرار می‌گیرد (Maynard و Barker، 1979 Santamar و همکاران، 1999).

در رابطه با تأثیر مقدار مصرف کودهای شیمیایی روی تجمع نیترات تحقیقات زیادی صورت گرفته است (زارعی و همکاران، 1375؛ طباطبائی و ملکوتی، 1376؛ ملکوتی، 1381؛ ملکوتی و همایی، 1382؛ Stepowska و Kowalczyk، 2000). ولی در ارتباط با اثرات شدت نور و یا حتی کیفیت نور اطلاعات کمی موجود است. اخیراً با راه اندازی سیستم کاشت فلوتینگ در دانشگاه تبریز فرصتی پیدا شد که اولاً بتوان سیستم آبکشت را توسعه داد، ثانیاً مقدار عناصر موجود از جمله نیترات را با کنترل عوامل محیطی تنظیم نمود. استفاده از فیلترهای رنگی برای کنترل رشد و نمو گیاهان و آفات و بیماریها بحث جدید محققان در کشورهای توسعه یافته است. Rajapakse و Kelly (1992) گزارش دادند که فیلترهای رنگی باعث پاکوتاهی بعضی از گیاهان می‌شود. آنها همچنین بیان نمودند که شدت نور با تغییر در مقدار جذب آب و فعالیتهای متابولیسمی تأثیر زیادی روی تغییرات نیترات دارد. شدت و کیفیت نور در کاهش تجمع نیترات در سبزیها توسط سایر محققان گزارش شده است (Maynard و Barker، 1979؛ Mortesen و Stromme، 1987 و Mohr و همکاران، 1992). یکی از علل تغییرات نیترات با نور، وابستگی آنزیم نیترات ردکتاز به تغییرات طیف نور است (Mohr و همکاران، 1992). اگر چه در کشور ما محدودیت نور وجود ندارد ولی می‌توان با تغییر طول موج آن تأثیرات آن را روی متابولیسم نیترات بررسی نمود. کاهش نیترات در محلول غذائی رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین لازم است با تغییر شرایط محیطی نیترات جذب شده توسط گیاه به مواد دیگر مثل اسیدهای آمینه تبدیل شوند. مصرف زیادی نیتروژن علاوه بر افزایش تجمع نیترات، مقدار ویتامین C را نیز در انواع سبزیها نظیر کاهو، کلم و تا حد 26 درصد کاهش داده ولی با رعایت اصول مصرف بهینه کود به ویژه مصرف کودهای پتاسیمی و روی، علاوه بر بهبود کیفیت و خوش خوراکی انواع سبزیها، مقدار ویتامین C تا حد 20 درصد و حتی بیشتر هم افزایش یافت (Welsh، 2003). زارعی (1374) در تحقیقات خود در مورد اثر کودهای نیتروژنی در تجمع نیترات در برگهای کاهو به این نتیجه رسید اولاً کاهو جزو سبزیهای نیترات‌دوست بوده ولی مقدار تجمع نیترات بستگی به نوع رقم، طول مدت روز، درجه حرارت و شدت تابش نور خورشید دارد. ثانیاً با افزایش مصرف کودهای نیتروژنی تا حد 1500 کیلوگرم در هکتار اوره، حتی به صورت سه بار تقسیط، مقدار نیترات تجمعی تا حد 600 میلی‌گرم در 100 گرم وزن تازه کاهو افزایش یافت. هنگامی که برداشت کاهو به جای صبح، عصر هنگام انجام می‌گرفت، از غلظت نیترات تجمعی تا حد 40 درصد کاسته می‌شد بهتاش (1374) نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسید با افزایش کودهای نیتروژنی، غلظت نیترات به هنگامی که برداشت کلم‌پیچ صبح هنگام انجام می‌گرفت، تجمع نیترات افزایش می‌یافت. ولی همین سبزی وقتی که عصر هنگام همان روز برداشت می‌گردید، به مقدار قابل توجهی (به طور معنی‌داری) کاهش یافته و غلظت نیترات آن تا حد 3800 میلی‌گرم در کیلوگرم کاسته شد. بنابر این افزایش شدت نور باعث کاهش نیترات در برگها می‌گردد. نیترات در محصولات گلخانه‌ای بدلیل پایین بودن شدت نور بالاتر است. از طرف دیگر چون محیط گلخانه قابل کنترل است می‌توان با اعمال مدیریتهای مختلف مثل تغییر شدت و یا کیفیت نور آنرا تغییر داد. لذا آزمایشی به منظور بررسی اثرات طیفهای مختلف نوری روی رشد و نمو و تجمع نیترات در کاهوی فر در سیستم فلوتینگ در بهار سال 1382 انجام گرفت.

## مواد و روشها

آزمایش در گلخانه تحقیقاتی آبکشت دانشگاه تبریز در بهار سال1382 بمدت سه ماه در دو آزمایش جداگانه صورت گرفت. در آزمایش اول گلدانهای10 لیتری پلاستیکی انتخاب و در اطراف آنها چهارچوبهٔ چوبی به

ابعاد 50*80*50cm ساخته شد. چهار نوع فیلتر به رنگهای سفید، آبی، سبز و قرمز اطراف این چهار چوبه‌ها کشیده شد. از بالا و پایین چهار چوبه‌ها حدود دو سانتی‌متر فاصله پیش بینی گردید تا جریان هوا صورت گیرد.کاهوی‌فررقم‌لول‌رزا(*Lactucasativa*Var. Lolla rosa) در پتری دیش در دمای 20°C خیسانده و پس از جوانه زدن به گلدانهای کوچک که حاوی پرلیت بودند، انتقال گردید. این گلدانها به ظروف 10 لیتری که حاوی 10 لیتر محلول غذائی (جدول1) بودند منتقل گردید. محلول غذائی در یک بشکه200 لیتری بطور یکنواخت تهیه و به داخل گلدانهای 10 لیتری ریخته می‌شد تا یک محلول یکنواخت بدست آید. pH محلول در حدود 6/5 توسط اسید فسفریک و اسید سولفوریک تنظیم شد.

روی گلدان‌ها با یونیلیت پوشانده شد و گلدانها کوچک در یونیلیت قرار گرفت. سیستم تهویه گلدانی بزرگ توسط یک پمپ اکواریوم انجام می‌گرفت. گیاهان داخل این اتاقک رشد کرده و محلول غذائی این گلدانها تا آخر فصل رشد هر هفته عوض می‌شد. ازهر اطاقک به تعداد 4 عدد بعنوان تکرار و اتاقک بطور تصادفی داخل گلخانه (طرح آزمایشی کاملاً تصادفی) چیده شدند. در آزمایش دیگر، اتاقکهای رشد به همان اندازه تهیه گردید و لامپهای معمولی با رنگهای سفید، آبی، قرمز و سبز در این اتاقک‌ها روشن گردید. بعد از دو ماه از زمان انتقال محصول برداشت شد و پارامترهای از قبیل وزن تر و خشک برگها و ریشه، اندازه‌گیری شد. نیترات نیز در گیاهان بالغ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نیترات از روش اسید سالسیلیک استفاده شد (Cataldo و همکاران، 1975). تقریباً 100 میلی‌گرم از پودر خشک شده برگها در ارلن مایر 125 لیتری ریخته شد و 25 میلی‌لیتر آب گرم (تقریباً 90°C) اضافه شد. نمونه‌ها به مدت30 دقیقه در شیکر تکان داده شده و با کاغذ صافی شماره 42 صاف شدند. نیترات در محلول صاف شده با مخلوط 0/2 میلی‌لیتر نمونه و 0/8 میلی‌لیتر مخلوطی از اسید سالسلیک و 19 میلی‌لیتر سود 2 نرمال در طول موج 410 نانومتر اسپکتروفتومتر تعیین گردید. داده‌های حاصل در برنامه SAS تجزیه آماری و شکل‌ها در برنامه EXCEL ترسیم گردید.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از انجام این آزمایش نشان داد که تأثیر طیف نورهای مختلف روی عملکرد (وزن تر تاج) کاهو معنی‌دار نبود (جدول 2). از لحاظ سایر خصوصیات رشد و نمو نیز مثل تعداد برگ، درصد وزن خشک و طیفهای نوری مختلف تأثیر معنی‌داری روی کاهو نداشت. یکی از خصوصیات مهمی که نور سبز روی رشد و نمو کاهو داشت. افزایش نسبت برگ به ساقه بود که وزن تر برگها نسبت به ساقه در گیاهان رشد یافته در نور سبز حدود 40 درصد بیشتر از نور روشن بود ولی تأثیر طیفهای مختلف نور روی وزن تر و وزن خشک ریشه‌های کاهو معنی‌دار نگردید (جدول3).

شاخص کلروفیل در گیاهان رشد یافته در طیف نور آبی بطور معنی‌داری افزایش یافت (شکل 1)، ولی نورهای دیگر تأثیر معنی‌داری روی مقدار کلروفیل نداشتند. در واقع رنگ کاهو از لحاظ بازار پسندی نسبت به نور روشن تغییر چندانی ننمود.

مقدار نیتروژن برگهای کاهو تغییرات معنی‌داری را نشان نداد (شکل 2). غلظت نیترات در فیلتر و نور سبز حداکثر بود و تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد (نور روشن) داشت. حداقل غلظت نیترات در برگها در نور روشن و قرمز (500 و 600 میلی‌گرم در کیلوگرم) دیده شد (شکل 2). به همین ترتیب حتی غلظت نیترات در ریشه گیاهان رشد یافته زیر فیلتر سبز بالاتر از همه تیمارها بود. بطور کلی غلظت نیترات در طیف نورهای روشن و قرمز حداقل و در نور سبز حداکثر بود.

**1-** نسبت ساقه به برگ از تقسیم وزن تر برگها (عملکرد جدول 2) و وزن تر ساقه بدست آمده است.

رابطه شاخص کلروفیل با نیتروژن برگها از معادله درجه دوم پیروی کرد (شکل 4). با افزایش مقدار نیتروژن تا 55 میلی‌گرم، مقدار کلروفیل کاهش سپس با افزایش نیتروژن شاخص کلروفیل افزایش پیدا کرد. علت کاهش کلروفیل را می‌توان به سایه‌اندازی بوته‌های کاهو به همدیگر نسبت داد بدین معنی که هر چه کاهو رشد بیشتری داشته باشد به گیاهان مجاور سایه اندازی نموده و سبب می‌شود که گیاهان مجاور رنگ روشن یا کلروفیل کمتری داشته باشند ولی با افزایش زیاد نیتروژن برگها تیره‌تر و آبکی می‌شوند.

گزارشهای مختلف از اثر بکارگیری فیلترهای نوری برای کنترل رشد و نمو گیاهان وجود دارد. Mortesen و Stromme (1987) نشان دادند که نور آبی وزن خشک کاهو، گوجه‌فرنگی و گل‌داوودی را کاهش می‌دهد. ولی نتایج حاصل از تحقیق حاضر یافته‌های این محققین را تایید نکرد که این می‌تواند بخاطر بکارگیری فیلترهای مختلف از لحاظ رنگ بوده باشد. تأثیر نور روی کاهش غلظت نیترات توسط محققین مختلف گزارش شده است (Cantliffe، 1972؛ Mortesen و Stromme، 1987؛ Backer و همکاران، 1992؛ Mohr و همکاران، 1992). Mohr و همکاران (1992) گزارش نمودند که فعالیت

نیترات ردکتاز با گیرنده‌های نور آبی تنظیم می‌شود. اگر چه یکی از تئوریهای این طرح کاهش مقدار نیترات توسط فیلترهای رنگی بود، ولی در عمل فیلترهای رنگی تأثیر چشمگیری روی غلظت نیترات در برگها نداشتند. شاید بتوان از فیلترهای رنگی برای سایر اهداف مثل کنترل آفات و بیماریها در گلخانه استفاده نمود بدون اینکه تأثیری در مقدار نیترات و یا رشد و نمو گیاه داشته باشند. بنظر می‌رسد شدت نور در کاهش مقدار نیترات تأثیر مهمی دارد. Cantliffe (1972) و زارعی و همکاران (1375) نشان داد که تجمع نیترات در اسفناج و سایر سبزیها عمدتاً بستگی به شدت نور، زمان برداشت، رقم، میزان و نحوه و زمان مصرف کودهای نیتروژنی و رعایت اصول صحیح مصرف کودها دارد. غلظت نیترات موجود در کاهوهای رشد یافته در تحقیق حاضر بسیار کمتر از حد استاندارد نیترات در کاهو بود (شکل5).

**جدول ۱ - غلظت عناصر محلول غذائی. هدایت الکتریکی در محلول غذائی حدود dS/m ۳ بود (ADAS ,۱۹۸۸).**

| عناصر پر مصرف | | غلظت (میلی‌گرم در لیتر) | عناصر کم مصرف | | غلظت (میلی‌گرم در لیتر) |
|---|---|---|---|---|---|
| نیتروژن | (N) | ۳۵۰ | منگنز | (Mn) | ۰/۵ |
| کلسیم | (Ca) | ۲۵۰ | روی | (Zn) | ۱/۰ |
| منیزیم | (Mg) | ۶۰ | مس | (Cu) | ۱/۰ |
| فسفر | (P) | ۳۰ | بور | (B) | ۰/۵ |
| پتاسیم | (K) | ۵۰۰ | مولیبدن | (Mo) | ۰/۱ |
| گوگرد | (S) | ۸۰ | آهن | (Fe) | ۰/۲ |

نیتروژن, کلسیم و پتاسیم از منبع نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم؛ منیزیم از منبع سولفات؛ گوگرد از منبع بنیانهای سولفاته؛ منگنز, روی و مس از نمکهای سولفاته؛ بور از اسیدبوریک و آهن از Fe-EDTA و مولیبدن از مولیبدات آمونیوم.

**جدول ۲ - اثر طیف نور و فیلترهای رنگی روی رشد و نمو کاهوی فر رقم لولارزا**

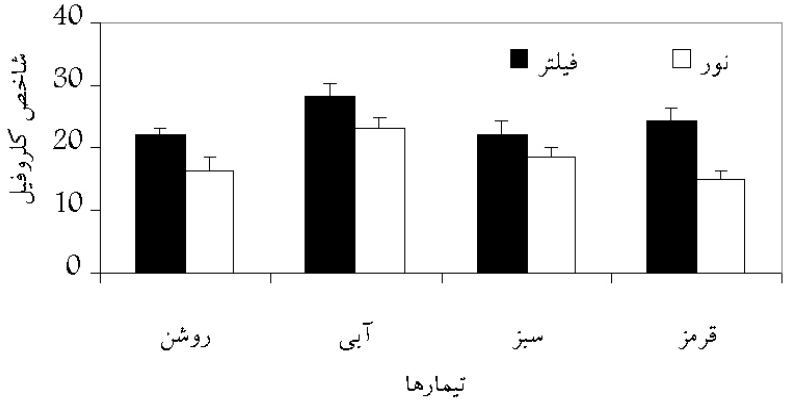
| تیمارها | عملکرد کاهو (گرم) هر بوته | | تعداد برگ‌درهربوته | | وزن خشک (درصد) | | وزن خشک برگ (گرم) هر بوته | | وزن تر برگ (گرم) هر بوته | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | نور | فیلتر | نور | فیلتر | نور | فیلتر | نور | فیلتر | نور | فیلتر |
| روشن | 305 | 240 | 44 | 44 | 7 | 8 | 19 | 14 | 254 | 188 |
| آبی | 155 | 240 | 33 | 43 | 9 | 7 | 12 | 13 | 127 | 189 |
| سبز | 295 | 270 | 42 | 46 | 7 | 6 | 16 | 14 | 258 | 226 |
| قرمز | 128 | 297 | 34 | 48 | 9 | 6 | 9 | 15 | 100 | 240 |
| LSD | 160 | 86 | 13 | 6 | 3 | 2 | 10 | 2 | 150 | 60 |
| معنی داری | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

ns غیر معنی دار

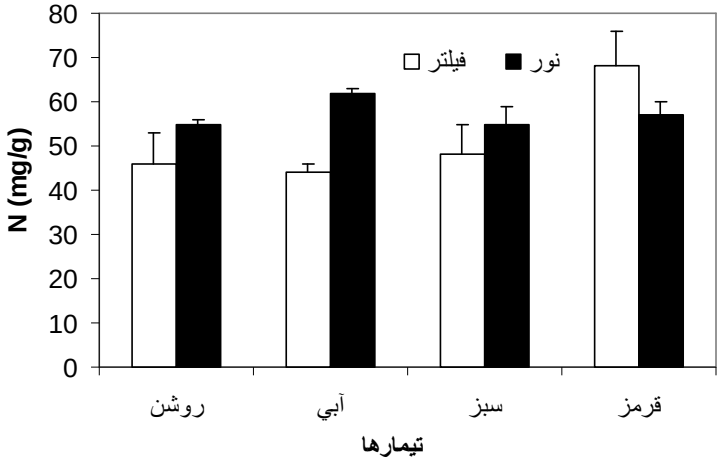
**جدول ۳ - اثر طیف نورهای رنگی روی رشد و نمو کاهوی فر رقم لولارزا**

| تیمارها | وزن‌ترساقه(گرم) | | وزن‌خشک‌ساقه(گرم) | | وزن‌تر‌ریشه (گرم) | | وزن خشک‌ریشه(گرم) | | ساقه/برگ[1] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | نور | فیلتر | نور | فیلتر | نور | فیلتر | نور | فیلتر | نور | فیلتر |
| روشن | 50/8 | 52/0 | 2/6 | 1/6 | 1/2 | 1/5 | 0/2 | 0/8 | 5/0 | 3/6 |
| آبی | 28/0 | 50/6 | 2/0 | 1/0 | 1/6 | 1/2 | 0/2 | 0/7 | 4/5 | 3/7 |
| سبز | 37/1 | 43/5 | 2/1 | 1/2 | 1/9 | 0/6 | 0/3 | 0/5 | 7/0 | 5/2 |
| قرمز | 27/6 | 56/4 | 2/9 | 1/0 | 0/6 | 1/2 | 0/1 | 0/8 | 3/6 | 4/2 |
| LSD | 2/6 | 3/2 | 0/1 | 0/2 | 0/9 | 1/0 | 0/2 | 0/4 | 2/1 | 1/2 |
| معنی داری | ** | ** | * | * | ns | ns | ns | ns | ** | ** |

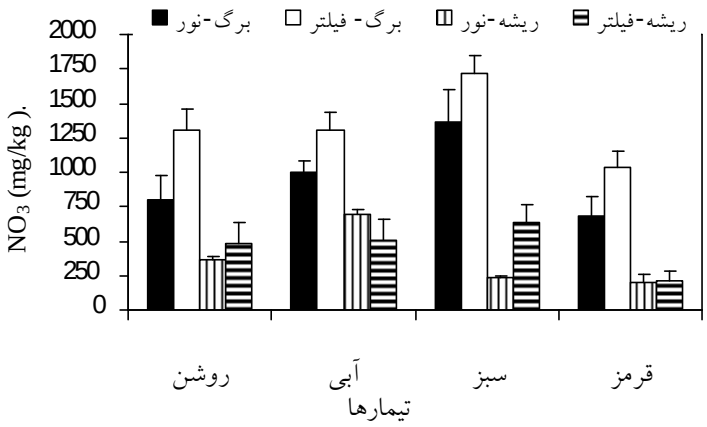
**ns=** غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار سطح احتمال پنج درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.



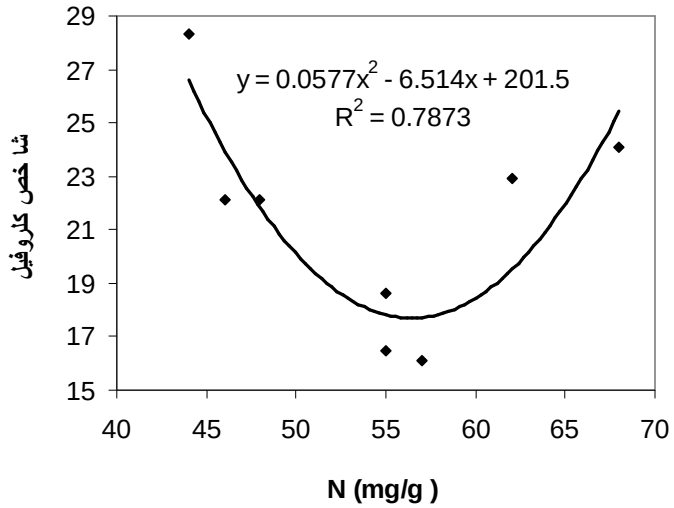

**شکل ۱- شاخص کلروفیل در برگهای کاهو در تیمارهای مختلف نوری**



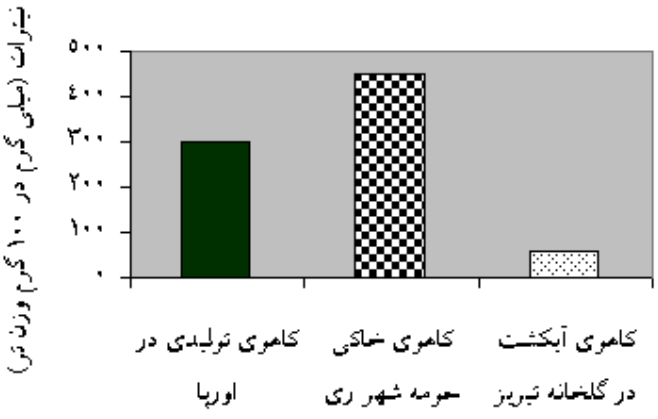

**شکل ۲- مقدار نیتروژن موجود در برگهای کاهو در تیمارهای مختلف نوری**




**شکل ۳- مقدار نیترات موجود در برگهای کاهو در تیمارهای مختلف نوری**




**شکل ٤- رابطه بین مقدار نیتروژن موجود در برگهای کاهو و شاخص کلروفیل**




**شکل ٥- مقایسه غلظت نیترات موجود در کاهوهای تولیدی در محیط آبکشت با کاهوهای تولیدی در مزارع حومه شهرستان ری و استاندارد اروپا (ملکوتی، ۱۳۸۲)**

دلیل کاهش نیترات را در طیف نوری قرمز می‌توان اینطور توضیح داد که بعضی از فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه تحت تأثیر گیرنده‌های نوری $P_r$ و $P_{fr}$ قرار می‌گیرند (Morgan و Smith، 1976) و تعادل این گیرنده‌های نوری در رشد و نمو و یا تغییرات هورمونی مهم است. نوردهی گیاهان با نور قرمز تعادل اینها را بهم زده و باعث می‌شود که فیتوکرم $P_{fr}$ بیشتر شود. افزایش $P_{fr}$ رشد گیاه را افزایش داده و سوخت و ساز را بالا می‌برد که این تغییرات توسط Morgan و Smith (1976) نیز گزارش شده است.

در هوای آزاد گیاهان کاشته شده در سایه نیترات بیشتری را نسبت به گیاهان معمولی نشان می‌دهند (Blomxarnastra، 1986؛ Backer و همکاران، 1992). یافته های Backer و همکاران (1992) نیز نشان داد که نور آبی در فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز تأثیر دارد. او نشان داد که بیان ژن توسط آنزیم نیترات ردکتاز نور کنترل می‌شود. بهر حال برای توجیه این مطالب نیاز به آزمایشهای زیادی است. تحقیقات متعدد گلخانه‌ای در دنیا در حال انجام است که رشد، نمو و جذب عناصر غذایی را با مواد غیرشیمیایی کنترل نمایند (Rajapakse و Kelly، 1992). به این علت از موادی مثل سولفات مس در گلخانه‌ها استفاده می‌شود تا فعالیتهای فیزیولوژیکی گیاهان را تغییر دهند.

نتایج حاصل نشان داد که تفاوت معنی‌داری در عملکرد کاهو در طیف نورهای رنگی دیده نشد. وزن تر ساقه گیاهان رشد یافته در نور سبز بطور معنی‌داری کاهش یافت. نسبت برگ به ساقه در نور سبز حدود 40 درصد بیشتر از شاهد بود. شاخص کلروفیل در برگهای کاهو در نور آبی افزایش یافت ولی نورهای دیگر نسبت به شاهد (روشن) تأثیری در شاخص کلروفیل نداشتند. غلظت نیترات در فیلتر و نور سبز حداکثر بود و تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد. حداقل نیترات در برگهای نور قرمز 670 و در برگهای نور روشن 800 میلی‌گرم در کیلوگرم ماده تر تازه و در فیلتر قرمز 1000 و در فیلتر سفید 1300 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بنظر می‌رسد غلظت نیترات توسط فیلترهای رنگی فوق کاهش چشمگیری نیافت ولی به هر حال انجام تحقیقات بیشتر در این خصوص مورد پیشنهاد است.

## پیشنهادها

از آنجایی که روش آبکشت محصولات باغبانی در کشور در حال توسعه است، بایستی با اعمال روش‌های مدیریتی مثل کنترل شرایط محیطی، کمیت و کیفیت محصولات تولیدی منجمله کاهو را بهبود داده و در مقابل مقدار آلاینده‌ها به ویژه نیترات را کاهش داد. سیستم فلوتینگ شاید یکی از مناسبترین سیستم‌ها باشد که براحتی می‌توان مقدار نیترات موجود در محلول را با افزایش آب رقیق نمود، بخصوص اگر در موقع برداشت صورت گیرد. استفاده از فیلترهای رنگی نه تنها رشد را کاهش نمی‌دهند بلکه بر نوع رشد گیاه تأثیر گذاشته و با این روش می‌توان شکل کاهو را تغییر داد.

## فهرست منابع:


1. بهتاش، فرهاد. 1374. بررسی اثر کودهای شیمیایی نیتروژنی در تجمع نیترات در اندامهای قابل مصرف کلم‌پیچ و کرفس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
2. زارعی، حسین. 1374. بررسی تجمع نیترات در کاهو و اسفناج در اثر مصرف کودهای ازته. پایاننامه کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
3. زارعی، حسین، فرهاد بهتاش و محمدجعفر ملکوتی. 1375. بررسی اثر مقادیر مختلف کود اوره در تجمع نیترات در سبزی‌های کاهو، اسفناج، کلم‌پیچ و کرفس. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، ایران.
4. طباطبایی سید جلال و محمد جعفر ملکوتی. 1376. اثر کودهای نیتروژنی روی تجمع نیترات در سیب زمینی. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب. جلد 11 شماره 1، تهران، ایران.
5. ملکوتی، محمدجعفر و مهدی همایی. 1382. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک «مشکلات و راه حلها». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. چاپ دوم با بازنگری کامل، تهران، ایران.
6. ملکوتی، محمدجعفر. 1381. بررسی منشاء و روشهای کاهش آلاینده‌های نیترات و کادمیم در شالیزارهای شمال کشور. گزارش نهایی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.

7. ADAS. 1988. Tomatoes, cucumber and lettuce: Nutrition for rockwool and NFT culture. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. UK.
8. Backer T. W., C. Foyer and M. Caboche. 1992. Light regulated expression of the nitrate reductase genes in tomato and in the phytochrome deficient area mutant of tomato. Planta, 188: 39-47.
9. Blomxarnastra M. 1986. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. J. Am. Sco. Horti. Sci., 111:908-911.
10. Cantliffe D. J. 1972. Nitrate accumulation under different light intensities. J. Am. Sco. Horti. Sci., 97:152-154.
11. Cataldo DA., M. Haroon, LE. Schrader, VL. Youngs. 1975. Rapid calorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicylic acid. Comm. Soil Sci. & Plant Ana. 6: 71–80.
12. CECSCF (Commission of the European Communities Scientific Committee for Food). 1992. Report of the scientific committee for food on nitrate and nitrite, XXXVI Series. Opinion of 19 October 1990. EUR. 13913.
13. Maynard D. N. and A. V Barker. 1979. Regulation of nitrate accumulation in vegetables. Acta Horticultueae, 93: 153-162.
14. Mohr H., A. Neininger, and B. Seith. 1992. Control of nitrate reductase and nitrite reductase gene expression by light, nitrate and plasidic factor. Bota. Acta, 105: 81-89.
15. Morgan D. C. and H. Smith. 1976. Linear relationship between phtochrome photo equilibrium and growth in plants under simulated natural radiation. Nature, 262:210-212.
16. Mortesen L. M. and E. Stromme, 1987. Effects of light quality on some greenhouse crops. Scientia Horti., 33: 27-36.
17. Rajapakse N. C. and J. W. Kelly. 1992. Regulation of chrysanthemum growth by spectral filter. J. Am. Sco. Horti. Sci., 117: 481-485.
18. Santamaria P., A. Elia, F. Serio, and E. Todaro. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. J. Sci. Food Agric., 79:1882-1888.
19. Stepowska A. J. and W. Kowalczyk. 2000. The effect of growing media on yields and nitrate concentration in lettuce. Acta Horticulturae, 548: 503-510.
20. Welch M., R. 2002. The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. Plant and Soil, 247, 83-90.
21. WHO (World Health Organization. 1985. Health hazards from nitrates in drinking water. WHO, Regional office for Europe, Geneva, Switzerland.