وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

# اصول تغذیه و مصرف بهینه کود در باغ‌های فندق استان قزوین وگیلان

مهرزاد مستشاری، اعظم خسروی نژاد،
علی آجیلی لاهیجی، آرزو عسگری

نشریه فنی: ۶۴۷
۱۴۰۲

جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

# اصول تغذیه و مصرف بهینه کود در باغ‌های فندق استان قزوین و گیلان


**نگارندگان**

**مهرزاد محصص مستشاری**، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین

**اعظم خسروی نژاد**، محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین

**علی آجیلی لاهیجی**، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان

**آرزو عسگری**، کارشناس موسسه تحقیقات خاک و آب کشور



**دستنامه فنی: 647**

**1402**

***مشخصات اثر***

**عنوان: اصول تغذیه و مصرف بهینه کود در باغ‌های فندق استان قزوین و گیلان**

**نگارندگان:** مهرزاد محصص مستشاری، اعظم خسروی نژاد، علی آجیلی لاهیجی، آرزو عسگری

**ناشر:** موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

**کارشناس انتشارات:** سمانه پورمنصور

**سال انتشار:** 1402

**حق چاپ برای ناشر محفوظ است.**

**این اثر با شماره 65057 در تاریخ 1402/12/20 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.**

**نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.**

**نشانی:** کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین‌دشت، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

**کد پستی:** 3177993545 **صندوق پستی:** 311-31785

**نمابر :** 02636210121 **تلفن:** 36201900- 026

**وب‌سایت:** http://www.swri.ir **پست الکترونیکی:** info.swri@areeo.ac.ir

**مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.**

## فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


1- معرفی محصول.....1
1-1- نیازهای اقلیمی .....2
1-2- نیازهای خاکی .....3
1-3- نیازهای آبی .....3
1-4- نیازهای گیاهی .....4
2- وضعیت تغذیه‌ای فندق .....4
2-1- عوامل مؤثر بر باردهی تغذیه فندق .....4
2-2- نقش عناصر پرمصرف در فندق .....5
نقش نیتروژن در گیاه .....5
نقش فسفر در گیاه .....6
نقش پتاسیم در گیاه .....6
نقش کلسیم در گیاه .....7
نقش منیزیم در گیاه .....8
2-3- نقش عناصر کم‌مصرف در فندق .....8
نقش آهن در گیاه .....8
نقش روی در گیاه .....9
نقش بور در گیاه.....10
3- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی .....10
3-1- آزمون خاک .....10
3-2- آزمون گیاه .....11
3-3- حدود کمبود، بهینه و بیش‌بود عناصر غذایی در برگ فندق.....12
4- نیاز غذایی فندق بر اساس شاخص‌های تغذیه‌ای.....14
4-1- منطقه الموت در استان قزوین.....14
4-1-1- کمبود عناصر غذایی در خاک باغ‌های فندق .....14
4-2- منطقه سیاهکل، املش، رودسر در استان گیلان.....17
4-2-1- کمبود عناصر غذایی در خاک باغ‌های فندق .....17

5- وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های فندق ..... 19
5-1- کمبود عناصر غذایی در برگ فندق منطقه الموت استان قزوین ..... 19
5-2- کمبود عناصر غذایی در برگ فندق استان گیلان ..... 20
5-3- بررسی ترتیب نیاز غذایی باغ‌های فندق در استان گیلان ..... 21
6- منابع کودی ..... 21
6-1- کودهای آلی ..... 21
6-1-1- مصرف کودهای حیوانی ..... 21
6-1-2- مصرف کودهای اسیدآمینه ..... 22
6-1-3- روش مصرف اسیدآمینه ..... 22
6-1-4- مصرف ورمیکمپوست ..... 23
6-1-5- مصرف کود زیستی ..... 23
6-1-6- روش مصرف کود بیولوژیکی ..... 23
7- مصرف کودهای شیمیایی ..... 25
7-1- روش‌های کوددهی و میزان مصرف کود ..... 25
7-1-1- روش چالکود ..... 26
7-1-2- محلول‌پاشی ..... 28
7-1-3- دستورالعمل محلول‌پاشی عناصر غذایی برای محصول فندق ..... 28
7-1-4- توصیه‌های فنی به هنگام محلول‌پاشی ..... 29
منابع ..... 32

# فهرست جدول‌ها

**عنوان** **صفحه**


جدول 1- محدوده بهینه عناصر غذایی توسط آزمایشگاه هیل نیوزلند در خصوص فندق ..... 13
جدول 2- محدوده بهینه، کمبود، کمتر از بهینه، بیش از بهینه و زیاد در برگ فندق ..... 13
جدول 3- حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در برگ‌های فندق ..... 13
جدول 4- وضعیت خاک باغ‌های فندق با عملکرد بالا در منطقه الموت استان قزوین ..... 14
جدول 5- وضعیت خاک باغ‌های فندق با عملکرد پایین در منطقه الموت استان قزوین ..... 14
جدول 6- درصد پراکنش اسیدیته خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین ..... 15
جدول 7- درصد پراکنش شوری خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین ..... 15
جدول 8- درصد پراکنش کربنات کلسیم (آهک) خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین... 15
جدول 9- درصد پراکنش کربن آلی خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین..... 15
جدول 10- درصد پراکنش فسفر خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین..... 15
جدول 11- درصد پراکنش پتاسیم خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین..... 16
جدول 12- درصد پراکنش آهن خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین..... 16
جدول 13- درصد پراکنش مس خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین..... 16
جدول 14- درصد پراکنش منگنز خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین ..... 16
جدول 15- درصد پراکنش روی خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین..... 16
جدول 16- وضعیت خاک باغ‌های فندق استان گیلان ..... 17
جدول 17- درصد پراکنش اسیدیته خاک باغ‌های فندق در استان گیلان..... 17
جدول 18- درصد پراکنش شوری خاک باغ‌های فندق در استان گیلان ..... 17
جدول 19- درصد پراکنش کربنات کلسیم (آهک) خاک باغ‌های فندق در استان گیلان..... 17
جدول 20- درصد پراکنش کربن آلی خاک باغ‌های فندق در استان گیلان ..... 18
جدول 21- درصد پراکنش فسفر خاک باغ‌های فندق در استان گیلان..... 18
جدول 22- درصد پراکنش پتاسیم خاک باغ‌های فندق در گیلان ..... 18

جدول 23- درصد پراکنش آهن خاک باغ‌های فندق در گیلان ..... 18
جدول 24- درصد پراکنش مس خاک باغ‌های فندق در استان گیلان..... 18
جدول 25- درصد پراکنش منگنز خاک باغ‌های فندق در استان گیلان ..... 18
جدول 26- درصد پراکنش روی خاک باغ‌های فندق در استان گیلان ..... 19
جدول 27- مقایسه غلظت عناصر غذایی در دو جامعه با عملکرد بالا و پایین در برگ فندق استان قزوین ..... 20
جدول 28- حدود بهینه محاسبه شده عناصر در برگ فندق با عملکرد مطلوب..... 21
جدول 29- در صورت نیاز کودی چالکود برای هر درخت فندق بارور (استان قزوین) به روش زیر توصیه می‌گردد .....26
جدول 30- در صورت نیاز کودی چالکود برای هر درخت فندق بارور (استان گیلان) به روش زیر توصیه می‌گردد ..... 27
جدول 31- برنامه تغذیه جامع فندق بر اساس مراحل رشد فنولوژیکی .....31

# فهرست شکل‌ها

**عنوان** **صفحه**


شکل 1- گل‌های ماده و نر ..... 6
شکل 2- علائم کمبود نیتروژن در برگ‌های فندق ..... 6
شکل 3- علائم کمبود فسفر در برگ‌های فندق ..... 6
شکل 4- علائم کمبود پتاسیم در برگ‌های فندق ..... 7
شکل 5- علائم کمبود کلسیم در برگ‌های فندق ..... 8
شکل 6- علائم کمبود منیزیم در برگ‌های فندق ..... 8
شکل 7- علائم کمبود آهن در برگ‌های فندق ..... 9
شکل 8- علائم کمبود روی در برگ‌های فندق ..... 9
شکل 9- علائم کمبود بور در برگ‌های فندق ..... 10
شکل 10- نمایی از ساختار ریشه درخت فندق ..... 11
شکل 11- نمایی از شروع جوانه‌زنی بذرها و ظهور ریشه‌چه، ساقه چه و برگ‌های اولیه فندق .... 24
شکل 12- مقایسه تراکم (سیستم ریشه‌ای نهال تلقیح نشده) و نهال تلقیح شده با قارچ میکوریزی (Rhizophagus irregulars) ..... 25
شکل 13- روش مصرف کود به‌صورت چالکود در درختان فندق ..... 27
شکل 14- اجرای محلول‌پاشی فروتست پاییزه پس از برداشت محصول ..... 30
شکل 15- محلول‌پاشی کودهای حاوی عناصر کم مصرف بور و روی بر درختان فندق منطقه الموت ..... 30

## 1- معرفی محصول

فندق[1] با نام علمی *Corylus avellana* و از خانواده *Betulaaceae* و از جنس *Corylus*، دارای 25 گونه است که تنها 9 گونه ازلحاظ اقتصادی و نژادی دارای اهمیت است. اکثراً به‌صورت درختچه‌ای به ارتفاع یک و نیم متر بوده که در فضاهای مساعد به بلندی 6 تا 7 متر (گاهی بیشتر) درمی‌آید. برگ‌هایی پهن و نوک‌تیز با دو ردیف دندانه، به رنگ سبز و دو نوع گل نر و ماده دارد. نوع نر این گل‌ها دارای 3 تا 8 پرچم است و مجموعه آن به‌صورت سنبله‌های آویخته در پاییز ظاهر می‌شود. این گیاه عمدتاً در بیش از 20 کشور جهان کشت و کار می‌شود. مرکز عمده تولید فندق در دنیا، شامل منطقه شمالی ترکیه در ساحل دریای سیاه با 71 درصد سطح زیر کشت، 60 درصد فندق جهان را تولید می‌کند. سایر مناطق مهم تولید فندق در جهان ایتالیا، اسپانیا و ایالات متحده امریکاست.

فندق در میان محصولات آجیلی در دنیا مقام پنجم تولید بعد از بادام‌هندی، بادام، گردو و شاه‌بلوط را داراست. فندق به‌صورت تازه و خشک در تهیه شیرینی و شکلات مصرف می‌شود. همچنین در صنایع صابون‌سازی، تهیه روغن خوراکی، روغن ماشین‌آلات نیز مصرف دارد. فندق یکی از مغذی‌ترین دانه‌های خوراکی است که دارای 60 درصد روغن، 17/5 درصد کربوهیدرات، 13 درصد پروتئین و 0/35 درصد فسفر و همچنین ویتامین‌ها شامل C، E، B2، B1 می‌باشد. ایران از نظر سطح زیر کشت فندق به میزان 19 هزار و 300 هکتار رتبه پنجم و با تولید سالانه 25 هزار تن، رتبه چهارم جهان را داراست. مناطق عمده تولید در کشور، استان‌های گیلان، قزوین، مازندران، گلستان، اردبیل و زنجان می‌باشند. منطقه اشکورات در بخش بزرگ رحیم‌آباد شهرستان رودسر به لحاظ برخورداری از شرایط خاص طبیعی به‌عنوان قطب فندق استان گیلان در کشور است. ارقام عمده فندق در ایران شامل فرتیل دوکوتارد، نقرت، سقورب، روند دوپیمون و ارقام بومی گرد اشکورات، گجه، پشمینه، شصتک گرویی و رسمی می‌باشند.

[1] Hazelnut

## 1-1- نیازهای اقلیمی

آب و هوا در رشد و نمو فندق تأثیر بسزایی دارد. فندق محصول آب‌وهوای معتدل سرد با زمستان ملایم و تابستان خنک است که به زمستانی خنک برای شکستن خواب جوانه‌ها و تابستانی معتدل برای جلوگیری از استرس گرمایی نیاز دارند. دامنه حرارتی کشت فندق از 10- تا 30 درجه سانتی‌گراد است. میانگین دما در طول دوره رشد 24 تا 20 درجه سانتی‌گراد است. این گیاه در برابر سرما نسبتاً مقاوم است و برای رفع نیاز سرمای خود 1200 ساعت دمای کمتر از 7 درجه سانتی‌گراد لازم دارد، نیاز سرمایی گل‌های نر، گل‌های ماده و جوانه برگ متفاوت است. شاتون‌ها یا گل‌های نر پس از شکفته شدن در مقابل سرما حساس بوده و اگر سرما 8- تا 12- درجه سانتی‌گراد زیر صفر برسد، آسیب می‌بینند. البته قبل از رسیدن و شکفتن در برابر سرما پایداری داشته و سرمای کمتر از 18- درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل می‌کنند. گل‌های ماده در دمای کمتر از 5- درجه سانتی‌گراد باز می‌شوند (جرجیو و دیانا، 2009). دمای خطرناک برای گل ماده در زمستان 10- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. درخت فندق در زمستان گل می‌دهد، بنابراین سرمازدگی بهاره خطری ندارد، با این‌حال اگر دوره سرمایی در زمستان اتفاق نیفتد ممکن است رشد فندق متوقف شود. همچنین وزش بادهای سرد و شدید در زمستان باعث جلوگیری از گرده‌افشانی و تلقیح می‌شود. ارتفاع مناسب برای کشت فندق 0 تا 1500 متر از سطح دریاست. از کاشت فندق در مناطق پست که هوای سرد در آنجا باقی می‌ماند باید خودداری کرد. شدت تابش موردنیاز 50000-40000 لوکس است. درختان فندق به فضاهایی با نور کامل آفتاب (8-6 ساعت نور مستقیم) نیاز دارند و فضاهای سایه که نور کافی وجود ندارد برای کاشت مناسب نیستند. چنین شرایطی موجب عدم رشد مناسب گیاه و عدم شکل‌گیری میوه و یا ریزش میوه در مراحل اولیه رشد خواهد شد. یکی دیگر از عوامل مؤثر در رشد مناسب درختان فندق وجود رطوبت کافی می‌باشد، میزان رطوبت بین 60 تا 80 درصد مناسب است. مناطقی که دارای بارش متوسط بوده و توزیع بارندگی نیز در فصل مناسب است، برای کاشت فندق مناسب هستند و موجب رشد خوب درخت فندق و تولید باکیفیت بالا می‌شود. در مناطقی که میزان بارش سالانه حداقل 600-700 میلی‌متر با پراکنش مناسب در فصول گرم باشد می‌توان به کشت دیم فندق اقدام نمود. در غیر این

صورت برای تولید تجاری، آبیاری تکمیلی درختان در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد الزامی است (زین‌الدینی و همکاران، 1398).

## 1-2- نیازهای خاکی

فندق را معمولاً در دامنه‌ها و ارتفاعات می‌کارند. گرچه درخت فندق ازجمله درختانی است که عموماً با هر خاکی سازش دارد، اما بهترین بافت خاک برای کشت فندق شنی رسی یا شنی لومی با مواد آلی زیاد زهکش خوب است که عمق خاک آن 70 سانتی‌متر و سطح ایستابی آن حدود یک متر باشد (بی نام، 1388) درخت فندق دارای سیستم ریشه‌ای کم‌عمق (تقریباً 0/6 متر) بوده و زهکشی خوب را ترجیح می‌دهد. اما برای رشد بهتر و افزایش عملکرد نیاز به خاکی دارد که نیمه عمیق و عمیق باشد و قدرت جذب آب بالایی داشته باشد و به درخت اجازه دهد سیستم ریشه‌ای خوبی ایجاد کند. هر لایه غیرقابل نفوذ (سنگ، سخت لایه، سطح آب، ...) در بالای 0/6-1 متر رشد ریشه را باوجود اینکه فندق بیشتر ریشه‌هایش در بالای 0/6 متر است، مهار می‌کند (جورجیو و دیانا، 2009). از این‌رو کشت فندق در اراضی فاقد زهکشی خوب، فشرده، رسی، بافت سنگین و غیرقابل نفوذ و همچنین خاک‌های باتلاقی توصیه نمی‌شود. خاک‌هایی با اسیدیته 5/5 تا 7/8 برای کاشت فندق مناسب است. باغ‌های فندق نباید در زمین‌هایی با میزان آهک فعال بیشتر از 10-20 درصد احداث شوند. شوری خاک کمتر از 4 دسی زیمنس بر متر برای رشد فندق مناسب است (زین‌الدینی و همکاران، 1398).

## 1-3- نیازهای آبی

نیاز آبی سالانه فندق 6000 تا 8000 مترمکعب در هکتار است که بسته به شرایط آب و هوایی خاک هر 4 تا 7 روز باید آبیاری گردد. اسیدیته آب آبیاری مناسب 7/5-6/5 می‌باشد و هدایت الکتریکی آن نباید از 2/2 دسی‌زیمنس بر متر بالاتر رود. یکی از اساسی‌ترین نیازهای درخت فندق، وجود رطوبت نسبی حداقل 60 درصد در محیط اطراف درخت است. زیرا ریشه‌های سطحی و برگ‌های پهنی دارد. آبیاری منظم باغ‌های فندق باعث تقویت و رشد سیستم ریشه‌بندی نهال‌های کاشته شده می‌شود. همچنین سبب افزایش کیفیت و کمیت

محصول می‌گردد. فندق به‌طورکلی به‌عنوان گونه‌ای حساس نسبت به تنش آبی در نظر گرفته می‌شود. تنش آبی سبب آثاری مانند کاهش فعالیت فتوسنتزی، توقف زودرس رشد میوه، ریزش زودهنگام برگ، حساسیت بیشتر به بیماری‌ها، افزایش پوکی و کاهش تشکیل مغز می‌شود (کریستوفری و همکاران، 2009؛ لیگنامی و همکاران، 2011). فعالیت رویشی و عملکرد فندق تحت تأثیر دسترسی آب کافی در طول دوره رشد است. به این منظور، مراحل و پدیده‌ها فیزیولوژیکی درخت فندق در دوره‌ی رشد گیاهی یعنی زمانی که درخت نیاز بیشتری به آب دارد باید به ترتیب زیر مورد توجه قرار بگیرد. این موارد در مناطقی که دارای بارندگی‌های فصلی منظم و شرایط مساعد هستند نیز انجام می‌شود.

1- از نیمه فروردین تا اوایل تیرماه (رشد سریع گیاهی)؛
2- در اردیبهشت‌ماه (مرحله رشد تخمدان)؛
3- آخر اردیبهشت تا اوایل خردادماه (مرحله تلقیح گیاهی)؛
4- از خرداد تا تیرماه (خشبی شدن پوست فندق)؛
5- از تیر تا مردادماه (مرحله تشکیل و رشد مغز فندق).

### 4-1- نیازهای گیاهی

فندق درختچه‌ای تک‌پایه به ارتفاع 1/5 متر است که در شرایط مساعد به ارتفاع 6 تا 7 متر (گاهی بیشتر) درمی‌آید و به سهولت جنگلی انبوه به وجود می‌آورد طول دوره رشد از گل تا برداشت (بسته به رقم) 150-100 روز است. درخت فندق در سال سوم یا چهارم به بار می‌نشیند و عمر اقتصادی آن 15-10 سال می‌باشد. گیاهی خود عقیم و عامل تلقیح باد می‌باشد.

## 2- وضعیت تغذیه‌ای فندق

### 2-1- عوامل مؤثر بر باردهی تغذیه فندق

مهمترین عوامل اثرگذار عبارتند از:

زمان مصرف کود 2- مقدار مصرف کود 3- روش مصرف کود 4- شناخت وضعیت فیزیولوژیک گیاه 5- شناخت وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک 6- شناخت وضعیت

رطوبت خاک 7- شناخت نیازهای گیاه 8- شناخت حدود بحرانی عناصر غذایی در برگ گیاه 9- شناخت نقش عناصر در مراحل رویشی و زایشی گیاه 10- شناخت مراحل نیاز آبی درخت 11- انجام به‌موقع و صحیح هرس 12- مبارزه به‌موقع با آفات و بیماری‌ها 13- انجام به‌موقع و درست سایر عملیات باغداری.

درخت فندق تک‌پایه است یعنی هر دو اندام نر و ماده بر روی آن به‌طور جداگانه بر روی شاخه‌های یک‌ساله ظاهر می‌شوند (شکل 1). بنابراین هرساله باید تغذیه درختان به نحوی صورت بگیرد که ضمن داشتن محصولی باکیفیت، نسبت به تولید شاخه‌های بهاره زیاد و بلند برای تولید سال بعد مهیا شود (کمالی، 1395).

**شکل 1- گل‌های ماده و نر (اقتباس از جرجیو و دیانا، 2009)**

## 2-2- نقش عناصر پرمصرف در فندق

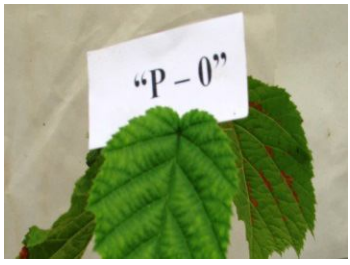
### نقش نیتروژن در گیاه

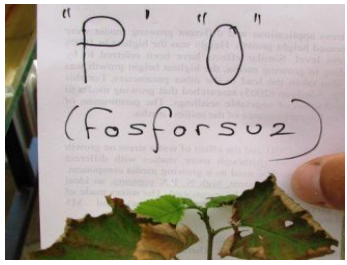
نیتروژن وظایف متعددی در زندگی گیاه داشته و بخشی از پروتئین و جزء مهم پروتوپلاسم می‌باشد. نیتروژن در فندق یکی از مهم‌ترین عناصر موردنیاز در توسعه گیاه بوده و درنتیجه اثر زیادی بر عملکرد دارد. در مطالعات انجام‌شده توسط ران و همکاران (1994) مشخص شد نیتروژن طول ساقه را افزایش می‌دهد و منجر به رشد بهتر درخت فندق وافزایش عملکرد کل درخت می‌شود، اندازه مغز و درصد پرشدن را افزایش می‌دهد و تعداد فندق‌های پوک را کاهش می‌دهد. جذب نیتروژن متناسب با حجم ریشه است. بنابراین نهال‌های کوچک قادر به جذب نیتروژن به مقدار کافی نیست. کمبود نیتروژن جزء شایع‌ترین کمبودها در فندق است که کمبود آن منجر به رشد ضعیف فندق و برگ‌های رنگ‌پریده می‌شود.

**شکل 2- علائم کمبود نیتروژن در برگ‌های فندق (اقتباس از تورگات و همکاران، 2017)**

### نقش فسفر در گیاه

فسفر برای رشد و نمو، همچنین برای بلوغ زودرس گیاهان و رشد ریشه ضروری است. مطالعات نشان دادند که فسفر نقش مهمی در فتوسنتز، تنفس و تبدیل انرژی در فرآیندهای متابولیک دارد. اهمیت این عنصر به‌ویژه در جوانه‌زنی، تسریع رشد ریشه و فرآیند رسیدن دانه و میوه می‌باشد. فسفر موجود در فندق در شاخه‌ها و جوانه‌ها ذخیره می‌شود و موجب افزایش عملکرد و گلدهی در درخت فندق می‌شود (زابون و همکاران، 1986). کمبود فسفر باعث کاهش گل‌انگیزی، کاهش رشد ریشه و گیاه می‌شود علائم کمبود در برگ‌های پیر ظاهر شده و رنگ برگ به رنگ بنفش مایل به ارغوانی درمی‌آید.




**شکل 3- علائم کمبود فسفر در برگ‌های فندق (اقتباس از تورگات و همکاران، 2017)**

### نقش پتاسیم در گیاه

پتاسیم یک عنصر ضروری برای گیاهان است. فراوان‌ترین کاتیون در سیتوپلاسم است و نقش مهمی در تمام فرآیندهای متابولیسمی گیاه ازجمله فتوسنتز و ساخت کربوهیدرات‌ها،

احیاء نیترات و کمک در مصرف یون‌های آمونیم در ساخت اسیدهای آمینه و ساخت پروتئین دارد (مارشنر، 1995). علاوه بر این پتاسیم استحکام میوه را افزایش می‌دهد. همچنین در افزایش میزان چربی، نشاسته و قند تأثیر مثبت دارد، خواص رنگ، طعم و بو را بهبود می‌بخشد و به دلیل بهبود کیفیت محصول موجب افزایش عملکرد نیز می‌شود. پتاسیم بافت چوبی فندق را در برابر سرمازدگی و بیماری‌های قارچی تقویت می‌کند. پتاسیم حمل‌ونقل مواد آلی ساخته شده را در دوره پرشدن مغز افزایش می‌دهد و باعث می‌شود مغز فندق پر شود (دویار و اوزنج، 2013). کمبود پتاسیم همانند نیتروژن جزء کمبودهای شایع می‌باشد که در فندق منجر به تشکیل فندق‌های کوچک می‌شود. همچنین کمبود آن باعث پیری در برگ ها شده و لبه‌های برگ‌ها را به صورت زرد یا قهوه‌ای می‌کند.

**شکل 4- علائم کمبود پتاسیم در برگ‌های فندق (اقتباس از جنی، 2021)**

**نقش کلسیم در گیاه**

کلسیم عنصری ضروری برای گیاه است و وظایف متعددی ازجمله: پایداری و نفوذپذیری غشاء سلول، جوانه‌زنی و رشد دانه گرده و فعال کردن تعدادی از آنزیم‌ها و تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها نقش مهمی را دارد همچنین در برخی فرآیندهای هورمونی حضور آن ضروری است. فندق به مقادیر زیاد کلسیم، منیزیم و منگنز نیاز دارد. این عناصر در تجمع مواد چرب (روغن) در مغز فندق اهمیت دارند. در فندق، کلسیم در مرحله پرشدن مغز، جوانه‌زدن دانه گرده و رشد لوله گرده، تعادل گامتی و لقاح گل‌ها نقش اساسی دارد (کاکا و سانگوانکو، 2012). در اثر کمبود کلسیم، جوانه انتهایی شاخسارها از بین رفته و بر رشد طولی شاخه‌ها و جوانه‌ها تأثیر می‌گذارد و باعث ریزش جوانه‌ها می‌گردد و حساسیت به بیماری‌ها و آفات افزایش می‌یابد. برگ های جوان زرد و لبه و نوک آن به سمت بالا یا پایین جمع می‌شود.

**شکل 5- علائم کمبود کلسیم در برگ‌های فندق (اقتباس از تورگات و همکاران، 2017؛ جنی، 2021)**

### نقش منیزیم در گیاه

منیزیم در فرآیند فتوسنتز، تشکیل کلروفیل، ساخت کربوهیدرات‌ها و فعل و انفعالات با سایر عناصر غذایی نقش دارد. منیزیم به همراه فسفر در ساخت روغن گیاه کمک می‌کند. در پژوهشی ندیم و املا (2015) گزارش کردند که استفاده از کودهای منیزیم در باغ‌های فندق منجر به افزایش پروتئین و روغن در مغز فندق شده و همچنین عملکرد و کیفیت محصول را افزایش می‌دهد. در اثر کمبود منیزیم عنصر برگ‌های پایینی کلروزه می‌شود.

**شکل 6- علائم کمبود منیزیم در برگ‌های فندق (اقتباس از تورگات و همکاران، 2017)**

## 3-2- نقش عناصر کم‌مصرف در فندق

### نقش آهن در گیاه

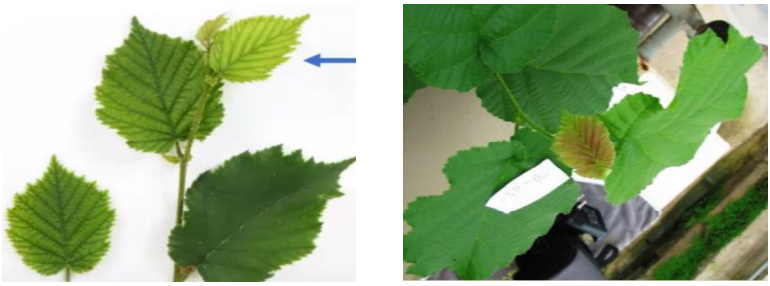
آهن یک عنصر ضروری برای میکروارگانیسم‌ها و گیاهان است که در زنجیره‌های انتقال الکترون در میتوکندری و کلروپلاست نقش دارد (برتامینی و ندانچژیان، 2005). فندق در شرایط کمبود آهن رشد کلروپلاست را متوقف کرده و فعالیت فتوسنتز را کاهش می‌دهد.

همچنین تشکیل میوه و عملکرد گیاه را پایین می‌آورد (تاگلیوانی و همکاران، 2000). چون آهن عنصر کم‌تحرکی است، نشانه‌های کمبود آن در برگ‌های جوان ظاهر می‌شود. اگر کمبود آهن ادامه یابد و شدید شود، برگ‌های گیاه زرد و یا حتی سفید خواهند شد.

**شکل 7- علائم کمبود آهن در برگ‌های فندق (اقتباس از تورگات و همکاران، 2017؛ جنی، 2021)**

**نقش روی در گیاه**

روی یک عنصر کم مصرف ضروری است که برای رشد و نمو همه گیاهان عالی موردنیاز است. روی در عملکرد و ساختار گیاه موثر است و در ساخت پروتئین، متابولیسم کربوهیدرات، یکپارچگی غشاء و همانندسازی DNA نقش دارد. کمبود روی در فندق منجر به خشکیدگی شاخه‌ها، کوتاه شدن میانگره‌ها و کوچک و نازک شدن برگ‌ها، بدشکل شدن میوه فندق و کاهش عملکرد می‌شود (پاندیت و همکاران، 2015).



**شکل 8- علائم کمبود روی در برگ‌های فندق (اقتباس از تورگات و همکاران، 2017؛ جنی، 2021)**

**نقش بور در گیاه**

بور عنصری ضروری است که در فرآیندهای رشد رویشی و زایشی گیاهان نقش دارد. این عنصر در گلدهی، رشد لوله گرده، بلوغ میوه و رشد رویشی تأثیرگذار است (کریستنسن، 2016). همچنین بور با افزایش استحکام میوه در مرحله رشد، باعث تجمع کربوهیدرات در شاخه‌های دارای گل می‌شود و حفظ میوه را تضمین می‌کند (نیومورا و همکاران، 2000). فندق در شرایط کمبود بور با سرخشکیدگی شاخه‌ها روبرو شده و برگ‌های آن بدشکل و کلروز می‌شوند.

**شکل 9- علائم کمبود بور در برگ‌های فندق (اقتباس از تورگات و همکاران، 2017؛ جنی، 2021)**

## 3- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی

### 3-1- آزمون خاک

آزمون خاک روشی برای تعیین غلظت عناصر غذایی و شناخت محدودیت های موجود در خاک و سنجش شرایط خاک برای تأمین رشد گیاه است. این روش به همراه آزمون برگ در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و توصیه کودی کاربرد دارد. برنامه آزمون خاک شامل:

- نمونه‌برداری درست از خاک
- تجزیه درست خاک در آزمایشگاه خاک و آب به‌منظور تعیین دقیق غلظت عناصر غذایی قابل‌استفاده گیاه در خاک
- تفسیر نتایج آزمایشگاهی و ارائه توصیه کودی

نمونه‌برداری خاک با توجه به شکل هندسی باغ، در بین ردیف‌ها و از قسمت سایه‌انداز درخت از دو عمق 30-0 و 60-30 سانتی‌متری است زیرا بیشترین محل تجمع ریشه‌های جذب‌کننده‌ی مواد غذایی درخت در این اعماق قرار دارند. زمان مناسب نمونه‌برداری از خاک، با توجه به منطقه از اواخر زمستان تا اوایل بهار نمونه‌برداری به‌صورت مرکب برای هر عمق می‌باشد (امیری و احیایی، 1375).

**شکل 10- نمایی از ساختار ریشه درخت فندق**

## 3-2- آزمون گیاه

تجزیه گیاه یکی از راه‌های شناخت کمبود و توصیه مصرف عناصر غذایی محسوب می‌شود. اگر کمبود عناصر غذایی در ابتدای رشد تشخیص داده شود، امکان اصلاح وجـود داشته و عملکرد و کیفیت محصول از دست نخواهد رفت. تجزیه گیاه، کمبود و یا بیش‌بود عناصر غذایی را نشـان می‌دهد. هنگامی‌که کمبود یک عنصر در تجزیه گیاه مشخص شد، اعمال روش‌های رفع کمبود ازجمله مصرف عنصر غذایی نمی‌تواند مؤثر واقع شود. بنابراین نتایج مذکور بیشتر برای تصمیم‌گیری سال بعد اثرگذار است. بهترین زمان برای تعیین وضعیت عناصر غذایی در گیاه فندق، تجزیه برگ آن در اواسط تابستان است (بی‌نام، 1388). برای آزمون گیاه در باغ‌های فندق ابتدا باغ ازنظر شرایط درختان از قبیل (سن، نوع درخت، گونه و ...) به بخش‌های مساوی تقسیم می‌شود، سپس تعداد 8 تا 10 اصله درخت در هر باغ برای نمونه‌برداری انتخاب و سپس از برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته از وسط شاخه‌های جوان نمونه‌برداری انجام می‌گیرد. نمونه‌ها

سپس به آزمایشگاه انتقال‌یافته و در نهایت توصیه‌ی کودی بر اساس نتایج تجزیه‌ی برگی و تفسیر نتایج، انجام می‌شود.

## 3-3- حدود کمبود، بهینه و بیش‌بود عناصر غذایی در برگ فندق

آزمایشگاه هیل در نیوزلند محدوده بهینه عناصر غذایی در برگ فندق را به شرح جدول (1) دانسته و مکان‌هایی که مناسب برای رشد سیب هستند را برای رشد فندق نیز مناسب می‌داند. به‌شرط آنکه خشکی زیاد اقلیم در تابستان وجود نداشته باشد.

**جدول 1- محدوده بهینه عناصر غذایی توسط آزمایشگاه هیل نیوزلند در خصوص فندق**

| عناصر غذایی برگ | محدوده بهینه |
|---|---|
| نیتروژن% | 2/2-2/8 |
| فسفر% | 0/14-0/6 |
| پتاسیم% | 0/3-0/9 |
| گوگرد% | 0/15-0/3 |
| کلسیم% | 0/7-2/5 |
| منیزیم% | 0/1-0/25 |
| سدیم% | 0-0/1 |
| بور (ppm) | 30-60 |
| مس (ppm) | 3-5 |
| آهن (ppm) | 50-400 |
| منگنز (ppm) | 26-800 |
| روی (ppm) | 16-80 |

حدود بحرانی عناصر غذایی در برگ فندق توسط اولسن (2013) به شرح جدول (2) تعیین گردیده است.

**جدول 2- محدوده بهینه، کمبود، کمتر از بهینه، بیش از بهینه و زیاد در برگ فندق (اولسن، 2013)**

| عناصر غذایی | کمبود | کمتر از بهینه | بهینه | بیش از بهینه | زیاد |
|---|---|---|---|---|---|
| نیتروژن% | <1/8 | 1/81-2/2 | 2/21-2/50 | 2/51-3 | >3 |
| فسفر% | <0/1 | 0/11-0/13 | 0/14-0/45 | 0/46-0/55 | >0/55 |
| پتاسیم% | <0/5 | 0/51-0/80 | 0/81-2 | 2/01-3 | >3 |
| گوگرد% | <0/8 | 0/90-0/12 | 0/13-0/20 | 0/21-0/50 | >0/50 |
| کلسیم% | <0/6 | 0/61-1 | 1/01-5/2 | 2/51-3 | >3 |
| منیزیم% | <0/18 | 0/19-0/24 | 0/25-0/50 | 0/51-1 | >1 |
| سدیم% | <20 | 21-25 | 26-650 | 651-1000 | >1000 |
| بور (ppm) | <40 | 41-50 | 51-400 | 401-500 | >500 |
| مس (ppm) | <2 | 3-4 | 5-15 | 16-100 | >100 |
| آهن (ppm) | <25 | 26-30 | 31-75 | 76-100 | >100 |
| منگنز (ppm) | <10 | 11-15 | 16-60 | 61-100 | >100 |

حد مطلوب در برگ‌های فندق توسط ملکوتی و غیبی (1379) در جدول (3) بیان شده است.

**جدول 3- حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در برگ‌های فندق (ملکوتی و غیبی، 1379)**

| عناصر غذایی | کم | مطلوب | زیاد |
|---|---|---|---|
| نیتروژن% | 2-2/29 | 2/30-2/6 | ≥2/6 |
| فسفر% | 0/09-0/15 | 0/16-0/4 | ≥0/4 |
| پتاسیم% | 0/4-0/69 | 0/7-2/4 | ≥2/4 |
| کلسیم% | 0/50-0/99 | 1-2/5 | ≥2/5 |
| منیزیم% | 0/15-0/25 | 0/25-0/5 | ≥0/5 |
| بور (ppm) | 25-30 | 31-75 | ≥75 |
| مس (ppm) | 2-3 | 4-50 | ≥50 |
| آهن (ppm) | 40-49 | 50-350 | ≥350 |
| منگنز (ppm) | 20-24 | 25-500 | ≥500 |
| روی (ppm) | 12-14 | 15-80 | ≥80 |

# 4- نیاز غذایی فندق بر اساس شاخص‌های تغذیه‌ای

## 4-1- منطقه الموت در استان قزوین

### 4-1-1- کمبود عناصر غذایی در خاک باغ‌های فندق

مستشاری و همکاران (1401) اعلام نمودند که در خاک‌های مورد مطالعه آن‌ها در باغ‌های با عملکرد بالا از نظر آهن و منگنز (در عمق 30-0 سانتی‌متری در 27 درصد خاک‌ها) کمبود داشته و ازنظر کربن آلی، فسفر، پتاسیم، روی، منگنز (در عمق 60-30) و شوری محدودیت چشمگیری مشاهده نگردید (جدول 4).

**جدول 4- وضعیت خاک باغ‌های فندق با عملکرد بالا در منطقه الموت استان قزوین**

| عمق | صفت مورد بررسی | اسیدیته | شوری | آهک | کربن آلی | فسفر | پتاسیم | آهن | منگنز | مس | روی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cm | | $dS.m^{-1}$ | | درصد | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | | | | |
| 30-0 | میانگین | 7/61 | 0/8 | 18/85 | 1/95 | 20/6 | 528 | 2/79 | 9/83 | 1/83 | 2/50 |
| 60-30 | میانگین | 7/65 | 0/66 | 19/65 | 1/41 | 9/21 | 390 | 2/84 | 10/7 | 1/82 | 2/13 |

در خاک‌های موردمطالعه باغ‌های با عملکرد پایین، به‌طورکلی ازنظر آهن کمبود داشته و میزان آهک خاک در هر دو عمق (30-0 و 60-30) به‌طور میانگین در 48 درصد موارد بالاتر از 20 درصد بود (جدول 5). اما خاک‌ها از وضعیت مناسبی در رابطه با کربن آلی و عناصر فسفر، پتاسیم، روی، منگنز و مس برخوردار بودند. مشکل شوری در این خاک‌ها مشاهده نشده است.

**جدول 5- وضعیت خاک باغ‌های فندق با عملکرد پایین در منطقه الموت استان قزوین**

| عمق | صفت مورد بررسی | اسیدیته | شوری | آهک | کربن آلی | فسفر | پتاسیم | آهن | منگنز | مس | روی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cm | | $dS.m^{-1}$ | | درصد | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | | | | |
| 30-0 | میانگین | 7/55 | 0/8 | 23/9 | 2/06 | 21/06 | 380 | 3/92 | 13/73 | 2/2 | 4/20 |
| 60-30 | میانگین | 7/63 | 0/76 | 21/76 | 1/27 | 21/76 | 430 | 3/70 | 11/9 | 2/66 | 2/83 |

**جدول 6- درصد پراکنش اسیدیته خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| مس | عمق خاک | 6-8 | 8< |
|---|---|---|---|
| | | cm | |
| درصد پراکنش | 0-30 | 100 | 0 |
| | 30-60 | 100 | 0 |

**جدول 7- درصد پراکنش شوری خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| شوری | عمق خاک | 0-2 | 2-4 | 4< |
|---|---|---|---|---|
| | cm | | $dS.m^{-1}$ | |
| درصد پراکنش | 0 -30 | 100 | 0 | 0 |
| | 60-30 | 100 | 0 | 0 |

**جدول 8- درصد پراکنش کربنات کلسیم (آهک) خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| کربنات کلسیم | عمق | 0-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 |
|---|---|---|---|---|---|
| | cm | | درصد | | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 0 | 20 | 8/57 | 71/45 |
| | 60-30 | 0 | 17 | 20 | 63 |

**جدول 9- درصد پراکنش کربن آلی خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| کربن آلی | عمق | 0-0/5 | 0-1/5 | 1 > |
|---|---|---|---|---|
| | cm | | درصد | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 2/8 | 8/57 | 88/57 |
| | 60-30 | 8/57 | 28/57 | 62/85 |

**جدول 10- درصد پراکنش فسفر خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| فسفر | عمق خاک | 0-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 |
|---|---|---|---|---|---|
| | cm | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 34/23 | 14/28 | 2/85 | 48/57 |
| | 60-30 | 40 | 20 | 2/85 | 37 |

**جدول 11- درصد پراکنش پتاسیم خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| پتاسیم | عمق خاک | <150 | 250-150 | >250 |
|---|---|---|---|---|
| | cm | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 0 | 8/57 | 91/43 |
| | 60-30 | 2/85 | 20 | 77/14 |

**جدول 12- درصد پراکنش آهن خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| آهن | عمق خاک | 0-5 | 10-5 | >10 |
|---|---|---|---|---|
| | cm | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 88/57 | 8/57 | 2/58 |
| | 60-30 | 91/42 | 5/71 | 2/58 |

**جدول 13- درصد پراکنش مس خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| مس | عمق خاک | 1> | 3-1 | 3 < |
|---|---|---|---|---|
| | cm | | میلی‌گرم بر کیلو گرم | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 5/71 | 77/24 | 17/14 |
| | 60-30 | 2/85 | 74/28 | 22/85 |

**جدول 14- درصد پراکنش منگنز خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| منگنز | عمق خاک | 0-5 | 10-5 | 10 < |
|---|---|---|---|---|
| | cm | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 34/28 | 11/42 | 54/28 |
| | 60-30 | 37/14 | 28/57 | 34/28 |

**جدول 15- درصد پراکنش روی خاک باغ‌های فندق در منطقه الموت استان قزوین**

| روی | عمق خاک | 0-1 | 3-1 | 3 < |
|---|---|---|---|---|
| | cm | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | |
| درصد پراکنش | 30-0 | 17/14 | 42/85 | 40 |
| | 60-30 | 20 | 20 | 20 |

## 4-2- منطقه سیاهکل، املش، رودسر در استان گیلان

### 4-2-1- کمبود عناصر غذایی در خاک باغ‌های فندق

آجیلی لاهیجی (1395) به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد در خاک‌های منطقه گیلان (سیاهکل، املش، رودسر) که تحت کشت فندق می‌باشند، کمبود کربن آلی، فسفر، آهن و تا حدودی روی و منگنز وجود دارد. اما خاک‌ها از وضعیت خوبی در رابطه با عناصر غذایی پتاسیم، مس برخوردار می‌باشند و مشکل آهک بالا در 30% از خاک‌ها مشاهده شده است.

**جدول 16- وضعیت خاک باغ‌های فندق استان گیلان**

| عمق | صفت مورد بررسی | اسیدیته | شوری | آهک | کربن آلی | فسفر | پتاسیم | آهن | منگنز | مس | روی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $dS.m^{-1}$ | درصد | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | | | | |
| 40-20 | میانگین | 7/7 | 0/64 | 18/89 | 1/13 | 9/31 | 305/37 | 6/67 | 7/98 | 0/35 | 3/30 |

**جدول 17- درصد پراکنش اسیدیته خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| اسیدیته (pH) | 8-6 | 8< |
|---|---|---|
| درصد پراکنش | 100 | 0 |

**جدول 18- درصد پراکنش شوری خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| شوری | 2-0 | 4-2 | 8-4 |
|---|---|---|---|
| | | $dS.m^{-1}$ | |
| درصد پراکنش | 100 | 0 | 0 |

**جدول 19- درصد پراکنش کربنات کلسیم (آهک) خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| کربنات کلسیم | 15-0 | 20-15 | 30-20 | 30 < |
|---|---|---|---|---|
| | درصد | | | |
| درصد پراکنش | 45/2 | 19/4 | 12/9 | 22/6 |

**جدول 20- درصد پراکنش کربن آلی خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| کربن آلی | 0-0/5 | 1 -0/5 | 1 -1/5 | >1/5 |
|---|---|---|---|---|
| | درصد | | | |
| درصد پراکنش | 9/7 | 41/9 | 29/03 | 19/4 |

**جدول 21- درصد پراکنش فسفر خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| فسفر | 0-5 | 10-5 | 15-10 | 20-15 |
|---|---|---|---|---|
| | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | | |
| درصد پراکنش | 58/1 | 19/14 | 6/5 | 16/1 |

**جدول 22- درصد پراکنش پتاسیم خاک باغ‌های فندق در گیلان**

| پتاسیم | 150 | 200-150 | 300-200 | 300 < |
|---|---|---|---|---|
| | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | | |
| درصد پراکنش | 9/7 | 9/7 | 41/9 | 38/7 |

**جدول 23- درصد پراکنش آهن خاک باغ‌های فندق در گیلان**

| آهن | 0-5 | 10-5 | 10 < |
|---|---|---|---|
| | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | |
| درصد پراکنش | 54/8 | 35/5 | 19/4 |

**جدول 24- درصد پراکنش مس خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| مس | 1 > | 3-1 | 3 < |
|---|---|---|---|
| | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | |
| درصد پراکنش | 90/3 | 9/7 | 0 |

**جدول 25- درصد پراکنش منگنز خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| منگنز | 5> | 10-5 | 10 < |
|---|---|---|---|
| | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | |
| درصد پراکنش | 35/5 | 41/9 | 22/6 |

**جدول 26- درصد پراکنش روی خاک باغ‌های فندق در استان گیلان**

| روی | 1> | 3-1 | 3< |
|---|---|---|---|
| | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | |
| درصد پراکنش | 22/6 | 51/6 | 25/8 |

## 5- وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های فندق

بررسی‌های تغذیه‌ای صورت گرفته در منطقه قزوین و گیلان نشان داد محدودیت‌های متنوعی ازنظر کمبود عناصر غذایی در باغ‌های فندق وجود دارد. با مراجعه به ارقام عملکرد بدست آمده، کمترین عملکرد مربوط به هر عنصر مشخص می‌شود.

### 5-1- کمبود عناصر غذایی در برگ فندق منطقه الموت استان قزوین

با توجه به نتایج براساس روش CND بیشترین عامل کاهش عملکرد فندق مربوط به عناصر فسفر، منیزیم، روی و مس می‌باشد؛ که در خصوص عناصر فسفر و منیزیم با بیشترین محدودیت در باغ‌ها مواجه می‌باشیم.

نرم‌های به‌دست‌آمده عناصر غذایی برای عملکرد مطلوب بر اساس داده‌های حد بحرانی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف برای نیتروژن 0/22± 2/35 درصد، فسفر 0/040± 0/15 درصد، پتاسیم 0/42±1/22 درصد، کلسیم 0/33±1/74 درصد، منیزیم 0/07 ± 0/40 درصد، منگنز 22±75/39 میلی‌گرم در کیلوگرم، روی 1±33 میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن 164±560 میلی‌گرم در کیلوگرم، مس 2/98±11/07 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. نتایج نشان داد در منطقه محدودیت‌های متنوعی ازنظر کمبود عناصر غذایی در باغات فندق وجود داشته که با مراجعه به ارقام عملکرد در دو جامعه با عملکرد بالا و پایین ارائه شده است، 42 درصد باغ‌ها در جامعه با عملکرد بالا و 58 درصد در جامعه با عملکرد پایین قرار دارد. با مقایسه غلظت عناصر در جامعه با عملکرد پایین نسبت به غلظت بهینه در جامعه با عملکرد بالا مشخص شد که در باغ‌های مورد مطالعه کمبود ازت 45 درصد، پتاسیم 41 درصد، فسفر 54 درصد، کلسیم 32 درصد، منیزیم 59 درصد، آهن 73 درصد، منگنز 41 درصد، روی 81 درصد، مس 50 درصد وجود دارد. اهمیت و اولویت نیاز غذایی

بر اساس نرم DOP در منطقه به ترتیب Zn> Fe>Mg>P Cu>N>K>Mn می‌باشد با توجه به کمبود عناصر منیزیم، فسفر، روی و آهن می‌بایست تغذیه باغ‌ها با کودهای حاوی عناصر دارای کمبود به روش‌های مختلف خاکی و محلول‌پاشی مورد توجه باغداران فندق منطقه قرار گیرد.

**جدول 27- مقایسه غلظت عناصر غذایی در دو جامعه با عملکرد بالا و پایین در برگ فندق استان قزوین**

| | عملکرد تن در هکتار | نیتروژن N | فسفر p | پتاسیم k | منیزیم Mg | کلسیم Ca | آهن Fe | منگنز Mn | مس Cu | روی Zn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درصد | | | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | | | |
| باغ‌های با عملکرد بالا | 5/65 | 2/35 | 0/15 | 1/22 | 0/4 | 1/74 | 560 | 75 | 11/07 | 33 |
| باغ‌های با عملکرد پایین | 2/26 | 2/26 | 0/15 | 1/19 | 0/41 | 1/94 | 478 | 96 | 11/38 | 38/95 |

## 2-5- کمبود عناصر غذایی در برگ فندق استان گیلان

بررسی‌های صورت گرفته در منطقه نشان داد محدودیت‌های متنوعی ازنظر کمبود عناصر غذایی در باغ‌های فندق وجود دارد با مراجعه به ارقام عملکرد برای هر عنصر این نتیجه حاصل می‌شود که کمترین عملکرد به‌دست‌آمده مربوط به عنصر منگنز و بیشترین مربوط به عنصر مس است. این نتایج که بر اساس نرم انحراف از مقدار بهینه (DOP) به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که برخلاف انتظار کمبود منگنز و نیتروژن در منطقه وسعت بیشتری داشته به‌طور عمومی بر عملکرد تأثیر منفی گذاشته است.

اهمیت و اولویت نیاز غذایی بر اساس نرم انحراف از مقدار بهینه (DOP) در منطقه به ترتیب Mn>N>Fe>P>Zn>K>Cu می‌باشد. بر اساس این داده‌ها عناصر منگنز، نیتروژن، آهن به ترتیب کمبودشان تعیین‌کننده‌تر از مابقی عناصر در منطقه است.

حدود بهینه برای باغ‌های به‌دست‌آمده به شرح جدول (28) می‌باشد. این حدود بهینه از میانگین میزان عناصر در باغ‌های با عملکرد بالا در مناطق مورد اجرا به‌دست‌آمده است.

**جدول 28- حدود بهینه محاسبه شده عناصر در برگ فندق با عملکرد مطلوب**

| عناصر | نیتروژن N | فسفر p | پتاسیم k | آهن Fe | منگنز Mn | مس Cu | روی Zn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درصد | | | میلی‌گرم بر کیلوگرم | | | |
| مقدار بهینه | 2/35 | 0/15 | 1/22 | 560 | 75 | 11/07 | 33 |

## 3-5- بررسی ترتیب نیاز غذایی باغ‌های فندق در استان گیلان

با روش انحراف از حد بهینه نشان داد که نیاز غذایی در حال حاضر در حالت کلی به ترتیب اولویت Mn>N>Fe>P>Zn>K>Cu می‌باشد که پیامد بی‌توجهی به آن‌ها ریزش گل‌ها، تعداد کم فندقه و پوکی میوه و نهایتاً عملکرد پایین است.

## 6- منابع کودی

ایجاد تعادل بین عناصر غذایی در گیاه ضامن افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه می‌باشد. بنابراین لازم است از تمام کودهایی که حاوی عناصر غذایی موردنیاز گیاه هستند، به‌صورت متعادل و بر اساس نیاز گیاه استفاده شود. بر اساس مقایسه‌ی نتایج تجزیه‌های برگ و خاک با اطلاعات غلظت‌های بهینه‌ی کودی که درنتیجه‌ی تحقیقات به‌دست‌آمده، مشخص می‌شود چه عناصری باید به خاک و گیاه داده شوند و از مصرف چه عناصری باید پرهیز شود تا تعادل عناصر غذایی در باغ برقرار شود. به‌منظور تأمین عناصر پُرمصرف و کم‌مصرف از انواع کودهای شیمیایی، آلی (ارگانیک) و زیستی (بیولوژیک) استفاده می‌شود.

### 1-6- کودهای آلی

کودهای حیوانی، اسیدهای هیومیک، کودهای آمینه، ورمی کمپوست، کود زیستی

#### 1-1-6- مصرف کودهای حیوانی

به‌طورکلی جهت تعیین مقدار کود حیوانی به فاکتورهایی نظیر ماده آلی خاک، نوع گیاه مورد کشت، بافت خاک، میزان باران باید توجه داشت. کود دامی باعث آزادسازی مواد مغذی

می‌شوند و این مسئله خاک را غنی می‌کند و به رشد درختان نیز کمک می‌کند. مهم‌ترین مزیت استفاده از کود دامی در باغ توانایی آن در تهویه خاک و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود.

مقدار مورد استفاده در باغات فندق: 35 تن در هکتار یا برای هر درخت فندق 20-15 کیلوگرم حیوانی (ترجیحاً کود گاوی) کاملاً پوسیده‌ی مخلوط شده با سایرکودها، در آخر زمستان مصرف گردد.

### 6-1-2- مصرف کودهای اسیدآمینه

استفاده از کودهای آلی جهت رشد بهتر محصولات زراعی یکی از اهداف کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. پروتئین‌ها از مهم‌ترین ترکیبات موجود در سلول‌های گیاهی می‌باشند که در تمام واکنش‌های اصلی اعم از ساختاری، آنزیمی، متابولیکی و انتقالی شرکت دارند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

1) افزایش مقاومت گیاه در هنگام بروز تنش‌های محیطی، 2) تأثیر بر روزنه‌های هوایی، 3) تقویت سیستم ایمنی گیاه، 4) القا فرآیند گرده‌افشانی، 5) افزایش کمی و کیفی محصول، 6) افزایش دوره ماندگاری محصول بعد از برداشت، 7) افزایش سرعت رسیدگی محصول، 8) افزایش جذب عناصر کم‌مصرف. اسیدهای آمینه مانند گلیسین با افزایش کلروفیل در گیاه و افزایش فرایند فتوسنتز و نسبت C/N در درختان میوه موجب بهبود کیفیت و کمیت محصول می‌گردد.

### 6-1-3- روش مصرف اسیدآمینه

از آنجایی‌که استفاده از محلول‌های اسیدآمینه همراه عناصر غذایی می‌تواند باعث بهبود کمی و کیفی عملکرد محصول شود، از این رو در زمان طول رشد میوه به‌صورت محلول‌پاشی و یا همراه آب آبیاری توصیه می‌شود. قرار دادن کودهای حاوی اسیدآمینه در برنامه کودی به افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش سرمایی و جلوگیری از سرمازدگی بسیار کمک خواهد کرد. بهترین زمان مصرف کود اسید آمینه یک نوبت در سال قبل از

رسیدن فصل زمستان (تورم جوانه)، تشکیل میوه و بعد از برداشت به‌صورت محلول‌پاشی می‌باشد.

### 6-1-4- مصرف ورمی‌کمپوست

ورمی‌کمپوست نوعی کود آلی است که می‌تواند خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک را بهبود بخشد. این کود آلی دارای وزن مخصوص کم، بدون بو و بذر علف‌های هرز است. در مقایسه با سایر کودهای آلی، ورمی‌کمپوست حاوی مقدار بالاتر عناصر غذایی اصلی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم است که در فعالیت‌های حیات گیاه نقش اساسی دارند. همچنین، این کود آلی شامل عناصر کم‌مصرف مثل آهن، مس، روی و منگنز است که در رشد گیاه تاثیرگذار هستند. این کود آلی با داشتن مواد مانند ویتامین و اکسین، شرایط رشد گیاه را فراهم می‌آورد. فرایند جذب عناصر غذایی موجود در خاک توسط گیاه سهولت می پذیرد. ورمی‌کمپوست فلزات سنگین موجود در خاک را تثبیت کرده و از جذب آن‌ها توسط گیاه جلوگیری می‌کند. همچنین جوانه‌زنی بذر را تحریک کرده و ریشه‌زائی قلمه‌ها را تقویت می‌کند. این کود آلی باعث افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاه می‌شود.

برای هر درخت2-3 کیلوگرم به‌صورت چالکود در اواخر فصل زمستان توصیه می‌شود.

### 6-1-5- مصرف کود زیستی

به‌منظور نیل به پایداری در تولید محصولات باغی کشور، توجه به همزیستی میکوریزی و ریز جانداران به وجود آورنده این نوع همزیستی یعنی قارچ‌های میکوریز آربسکولار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چراکه این ریز جانداران خاکزی به‌نوعی نقشی کنترلی در تعادلات زیستی منطقه ریزوسفری گیاهان، مکانی که بیشترین تأثیر را در جذب آب و عناصر معدنی برای آن قائل‌اند ایفا می‌نمایند.

### 6-1-6- روش مصرف کود بیولوژیکی

در این مرحله بذرهای درشت‌تر و سنگین‌تر که اغلب از قوه نامیه بالاتری برخوردار هستند، برای اعمال تیمار انتخاب می‌شوند. به‌منظور ضدعفونی سطحی فندقه‌ها، از

هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت 59 دقیقه استفاده شود. بعد از ضدعفونی، برای کاهش تأثیرات ناشی از هیپوکلریت سدیم و پاک کردن بذرها از مواد ضدعفونی‌کننده، بذرها چندین بار با آب مقطر شستشو داده شوند. بعدازاین مرحله باید بذرها برای اعمال تیمار استراتیفیکاسیون مرطوب به یخچال منتقل شوند. نتایج تحقیقات نشان داده است برای برطرف نمودن نیاز سرمایی و رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی فندق، باید فندق‌ها به مدت چهار ماه در دمای 5 تا 9 درجه سانتی‌گراد در بستر ماسه مرطوب استریل شده و در یخچال نگهداری شوند.

بعد از پایان دوره چهارماهه سرمادهی، بذرها باید در گلدان‌های پلی‌اتیلنی قرار گیرند تا جوانه‌زنی آن‌ها شروع شود. البته باید توجه کرد که عمق کاشت بذرها بیشتر از دو تا سه برابر قطر آن‌ها نباشد. کاشت بسیار عمیق و کاشت سطحی هر دو موجب سبز نشدن بذر می‌شود. زمان مطلوب کاشت بذرها در گلدان، فروردین‌ماه (کشت بهاره) است. گلدان‌ها پس از پرشدن کنار هم چیده می‌شوند و کف بستر با شن به ارتفاع چند سانتی‌متر پوشانده می‌شود و دیوارها با بلوک‌هایی با ابعاد 99*29*29 سانتی‌متر آماده می‌شوند.

زمان شروع جوانه‌زنی بذرهای فندق از 59 تا 51 روز بعد از خارج کردن از یخچال (ایام دوره سرمادهی) و کاشت آن‌ها در اوایل فروردین‌ماه در شرایط نهالستان شروع می‌شود (رستمی کیا و همکاران، 1401).

**شکل 11- نمایی از شروع جوانه‌زنی بذرها و ظهور ریشه‌چه، ساقه چه و برگ‌های اولیه فندق**

یک ماه پس از رشد نونهال‌ها در نهالستان (اردیبهشت‌ماه) بر اساس دستورالعمل مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور باید در بستر کشت هر گلدان اطراف ریشه نونهال‌ها (19 گرم پروپاگول قارچ میکوریزی (Rhizophagus irregulars) با جمعیت 599 پروپاگول در هر گرم) در عمق یک سانتیمتری خاک گلدان‌ها قرار داده و بلافاصله با خاک پوشانده شوند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از تلقیح نونهال‌ها و در ادامه تا انتهای فصل رویش هر چهار روز یک‌بار آبیاری باید انجام شود. عملیات وجین و کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام خواهد شد (رستمی کیا و همکاران، 1401).

**شکل 12- مقایسه تراکم (سیستم ریشه‌ای نهال تلقیح نشده) سمت راست و سمت چپ نهال تلقیح شده با قارچ میکوریزی (Rhizophagus irregulars)**

## 7- مصرف کودهای شیمیایی

### 7-1- روش‌های کوددهی و میزان مصرف کود

یکی از اصول اساسی تغذیهٔ گیاهی و رفع نیاز کودی گیاهان، روش کود دادن است. به‌طورکلی هدف این است که کود به شکلی مصرف شود که کارایی آن حداکثر باشد و بسته به نوع کود، نوع کشت و سیستم آبیاری روش کود دادن تفاوت می‌کند که در زیر به معرفی آن‌ها می‌پردازیم.

### 1-1-7- روش چالکود

به دلیل حضور آهک فعال در خاک‌های آهکی، زیادی بی‌کربنات در آب‌های آبیاری، کمی مواد آلی، مصرف نادرست (پخش سطحی) کود در سایه‌انداز درختان و با عنایت به کمی تحرک اکثر کودهای مصرفی بخصوص کودهای فسفاتی و سولفاته و عدم رعایت مصرف صحیح بهینه کود و آب، درختان میوه در کشور دچار عدم تغذیه صحیح هستند. به همین دلیل بیان روش صحیح کوددهی در باغ‌های میوه اهمیت خاصی یافته است، یکی از بهترین و ساده‌ترین روش‌های صحیح کوددهی اعمال روش چالکود است. روش چالکود به این صورت است که بسته به سن و حجم شاخ و برگ درخت، دو تا چهار چاله به قطر 30 تا 50 و به عمق 30 تا 40 سانتی‌متر در قسمت انتهایی سایه‌انداز درخت و در مسیر عبور آب حفر نموده و توسط مخلوط کودهای آلی و شیمیایی پر می‌شود. در باغ‌هایی که با آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شوند، چاله‌ها باید در زیر قطره‌چکان‌ها قرار داده شوند. بهترین زمان تغذیه به روش چالکود پایان فصل خواب و قبل از شروع فصل رشد است (محصص مستشاری، 1401؛ ملکوتی، 1394).

**جدول 29- در صورت نیاز کودی چالکود برای هر درخت فندق بارور (استان قزوین) به روش زیر توصیه می‌گردد.**

| | |
|---|---|
| اوره بسته به سن درختچه | 700 گرم |
| سوپر فسفات تریپل | 400 گرم |
| سولفات پتاسیم | 400 گرم |
| سولفات منیزیم | 500 گرم |
| سکوسترین آهن | 150 گرم |
| سولفات روی | 100 گرم |
| سولفات منگنز | 70 گرم |
| سولفات مس | 50 گرم |
| اسید بوریک | 150 گرم |
| کود حیوانی | 15-20 کیلوگرم |

**جدول 30- در صورت نیاز کودی چالکود برای هر درخت فندق بارور (استان گیلان) به روش زیر توصیه می‌گردد.**

| | |
|---|---|
| اوره بسته به سن درختچه | 800 گرم |
| سوپر فسفات تریپل | 500 گرم |
| سولفات پتاسیم | 700 گرم |
| سولفات منیزیم | 500 کیلوگرم |
| سکوسترین آهن | 150 گرم |
| سولفات روی | 100 گرم |
| سولفات منگنز | 100 گرم |
| سولفات مس | 70 گرم |
| اسید بوریک | 150 گرم |
| کود حیوانی | 15-20 کیلوگرم |

- یک‌سوم از کود نیتروژنِ در آخر زمستان همراه با سایر کودها در سایه انداز درخت و بقیه در اواخر بهار مصرف شود.

- لازم به ذکر است دقیق‌ترین توصیه برای کودهای شیمیایی از طریق آزمون خاک و آزمون برگ می‌باشد.

**شکل 13- روش مصرف کود به‌صورت چالکود در درختان فندق**

### 7-1-2- محلول‌پاشی

تغذیه برگی، یکی از روش‌های مؤثر و کارای کود دهی در انواع محصولات کشاورزی بوده و توسط آن می‌توان عناصر غذایی را در اسرع وقت و مستقیماً در اختیار شاخه، برگ و میوه گیاه قرار داد. با توجه به سهولت و سرعت جذب مواد غذایی از این راه، کوددهی به روش محلول‌پاشی به‌خصوص برای تأمین عناصر کم‌مصرف که به مقادیر کم موردنیاز هستند، روش بسیار مناسبی است. خصوصاً برای درختانی که ریشه‌های بسیار عمیق داشته و رساندن مقادیر کم عناصر کم‌مصرف از راه خاک با راندمان خیلی پایینی همراه خواهد بود، بهتر است این مورد به طریق محلول‌پاشی تأمین شود. البته در این روش غلظت عناصر غذایی پاشیده شده روی برگ نقش بسیار مهمی در نتیجهٔ کار و جذب مواد دارد.

فندق کاران با مشکلاتی نظیر پوکی، ریزی دانه‌های فندق، کمی عملکرد و کیفیت پایین میوه مواجه هستند. عوامل زیادی در ایجاد این نارسایی‌ها دخالت دارند که یکی از آن‌ها تغذیه غیراصولی می‌باشد. زیرا با توجه به زمان گلدهی در فندق که حدوداً آذر تا دی ماه بوده و عمل گرده‌افشانی نیز در این زمان صورت می‌گیرد. جهت رشد لوله گرده و نزدیکی به تخمدان به مدت 4-3 ماه به حالت سکون باقی‌مانده تا اینکه عمل لقاح و تشکیل میوه در فروردین ماه صورت پذیرد. طی این مدت عوامل مؤثر بر رشد و نمو لوله گرده بر میزان فروت‌ست و پوکی میوه مؤثر است. ازجمله عناصر بور و روی با تأثیر بر رشد لوله گرده و گرده‌افشانی بر میزان فروت‌ست و جلوگیری از پوکی میوه مؤثر هستند (بی‌نام، 1388).

### 7-1-3- دستورالعمل محلول‌پاشی عناصر غذایی برای محصول فندق

**فروت‌ست:** افزایش تشکیل میوه در محصولات باغی ازجمله فندق با استفاده از محلول‌پاشی عناصر غذایی محتوی اوره، روی و بور با غلظت 5 در هزار درزمان تورم جوانه و در پاییز پس از برداشت محصول با غلظت ده در هزار به دلایل افزایش طول عمر تخمک، طولانی شدن فرصت گرده‌افشانی مؤثر و درنتیجه افزایش درصد تشکیل میوه مفید خواهد بود. نقش اصلی بور و روی در فرآیند گرده‌افشانی و جوانه زدن دانه گرده بوده پس غلظت بهینه این عناصر در مرحله گرده‌افشانی درصد تشکیل میوه را افزایش می‌دهد. در اوایل فصل بهار که دمای خاک پایین بوده و برگ‌ها ظاهرنشده‌اند، جذب از خاک

صورت نمی‌گیرد. درنتیجه غلظت بهینه این عناصر در جوانه‌ها فرآیندهای تقسیم و توسعه سلولی را تسهیل خواهد نمود. پس محلول‌پاشی پاییزه برای درختان میوه با عناصر ذکرشده برای باغات حداقل یک‌بار توصیه می‌گردد.

این روش پس از برداشت میوه و در اوایل فصل پاییز انجام می‌شود و به همین دلیل به محلول‌پاشی پاییزه معروف است، از کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن (اوره) روی (سولفات روی) و بور (اسید بوریک) با غلظت 10 در هزار (5 کیلوگرم اوره، 2/5 کیلوگرم سولفات روی و 2/5 کیلوگرم اسید بوریک در 1000 لیتر آب) استفاده می‌شود. ورود عناصر غذایی به محل جوانه‌های جانبی منجر به تشکیل گل در سال آینده می‌شود. به دلیل وجود برگ در این مرحله از دوره رشد فندق جذب عناصر غذایی به شکل محلول غذایی با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد (شکل 13، 14).

این عملیات را می‌توان اسفندماه که بوته‌ها کاملاً لخت هستند نیز انجام داد. در این مرحله برای جلوگیری از آسیب احتمالی به جوانه‌های منجر به تشکیل گل فصل بعد از غلظت 7 در هزار ترکیب فوق استفاده می‌شود. این عمل محلول‌پاشی چون در فصل زمستان انجام می‌گیرد، به محلول‌پاشی زمستانه معروف است. برخی باغداران جهت نیل به اهداف موردنظر در این نوع محلول‌پاشی اقدام به انجام هر دو مرحله پاییزه و زمستانه می‌کنند که بسیار روش مطلوبی است (نجاتیان و همکاران، 1385).

### 4-1-7- توصیه‌های فنی به هنگام محلول‌پاشی

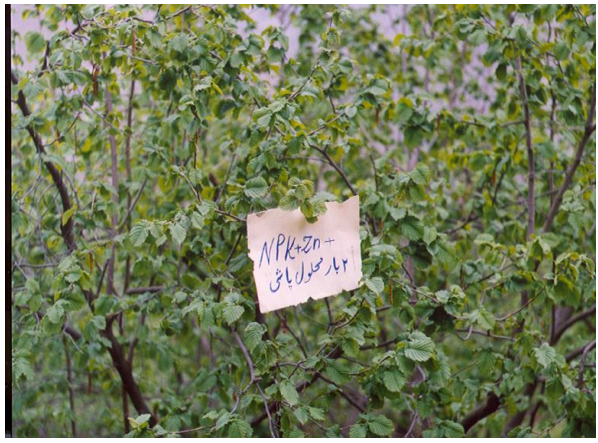
محلول‌پاشی اگر صبح یا عصر انجام گیرد مؤثرتر خواهد بود و رعایت نکات زیر ضروری می‌باشد:

1- حرارت محیط در هنگام محلول‌پاشی پائین تر از 29 درجه سانتی‌گراد باشد.
2- بهتر است بعد از محلول‌پاشی، آبیاری باغ انجام گیرد.
3- در هنگام محلول‌پاشی رطوبت نسبی هوا بالاتر از 70 درصد باشد.
4- سرعت باد در حد مناسب باشد تا در محلول‌پاشی اختلال ایجاد نکند.
5- pH محلول‌های تهیه شده در محدوده بین 8-6 باشد.

6- نوع ترکیبات پاشیده شده و اثر متقابل آن‌ها روی یکدیگر مورد توجه قرار گیرد.

7- با توجه به روغنی بودن برگ فندق به محلول کود یا سم تهیه شده ماده سیتوویت یا مایع ظرف‌شویی (250- 200 میلی‌لیتر در 1000 لیتر آب) اضافه شود (نجاتیان و شهابی‌فر، 1385).

**شکل 14- اجرای محلول‌پاشی فروت‌ست پاییزه پس از برداشت محصول**




**شکل 15- محلول‌پاشی کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف بور و روی بر درختان فندق منطقه الموت**

**جدول 31- برنامه تغذیه جامع فندق بر اساس مراحل رشد فنولوژیکی (مستشاری و همکاران، 1401؛ اولسن، 2013).**

| زمان | نوع کود | نحوه‌ی مصرف | مقدار مصرف |
|---|---|---|---|
| قبل تورم جوانه‌ها | اسید آمینه همراه ریز مغذی‌های (روی، بور، منگنز) | محلول‌پاشی | 2-4 در هزار |
| | کود 20-20-20 | کود آبیاری | 30 کیلوگرم در هکتار |
| | اسید هیومیک | کود آبیاری | 5-8 لیتر در هکتار |
| تشکیل میوه | سولفات روی | محلول‌پاشی | 3 در هزار |
| | اسید آمینه | محلول‌پاشی | 3 در هزار |
| | نیترات کلسیم | محلول‌پاشی | 3 در هزار |
| | کود کامل 10-10- 30 (نیتروژن بالا) | کود آبیاری | 10 کیلوگرم در هکتار |
| پس از تشکیل میوه | اوره | کود آبیاری | 50 کیلوگرم در هکتار |
| | اسید هیومیک | کود آبیاری | 10 لیتر در هکتار |
| | اسید آمینه پتاسیم‌دار | محلول‌پاشی | 3 در هزار<br>3 در هزار |
| پر شدن مغز | اوره | کود آبیاری | 30 کیلوگرم در هکتار |
| | اسید آمینه کلسیم‌دار | محلول‌پاشی | 3 در هزار |
| | کود کامل 20-20-20 | کود آبیاری | 10 کیلوگرم در هکتار |
| | سولفات پتاسیم محلول | کود آبیاری | 20 کیلوگرم در هکتار |
| پس از برداشت میوه (فروت‌ست) | سولفات روی، اسید بوریک، اوره | محلول‌پاشی | 5 در هزار |

مقدار هر کود در هر مقطع را بر تعداد وعده‌های آبیاری در هر مقطع تقسیم نمایید به این معنی که این مقدار کود در دفعات آبیاری به‌طور مساوی تقسیم شود.

مقادیر فوق برای یک برنامه جامع تغذیه برای برداشت حداکثر محصول در نظر گرفته‌شده است اما درصورتی‌که حتی یک یا قسمتی از این برنامه اجرا شود اثرات مطلوب نسبی را در بر خواهد داشت.

زمان‌های در نظر گرفته‌شده در جدول فوق ازنظر جذب عناصر بهترین زمان است. اما درصورتی‌که بعد از زمان‌های ذکرشده یا فقط دریکی از زمان‌های پیشنهاد شده نیز محلول‌پاشی صورت گیرد می‌تواند مفید و مؤثر باشد.

از مصرف کود بور در اراضی با آب‌وخاک شور و لب‌شور پرهیز گردد.

## منابع

آجیلی لاهیجی، ع. 1395. بررسی وضعیت تغذیه‌ای باغات فندق استان گیلان، موسسه تحقیقات خاک و آب.

دستورالعمل احداث باغ در اراضی شیب‌دار. 1388. نشریه شماره 510، معاونت نظارت راهبردی وزارت جهاد کشاورزی، دفتر نظام فنی اجرایی موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

رستمی‌کیا، ی.، متینی‌زاده، م. و رحمانی، ا. 1401. فندق جنگلی در نهالستان، نشریه فنی روش مناسب تولید نهال میکوریزی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.

زین‌الدینی میمند، ع.، تومانیان، ن.، نویدی، ن.، فرج نیا، ا. و سید جلالی، ع. 1398. نیازهای رویشی گیاهان باغبانی، موسسه تحقیقات خاک و آب.

کمالی، ا.1395. فندق، دفتر امور میوه‌های سردسیری خشک، جهادکشاورزی.

محصص مستشاری، م.، خسروی‌نژاد، ا.، قاسمی، م. و عابدینی، م.ع. 1401. شناخت وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های فندق، موسسه تحقیقات خاک و آب.

نجاتیان، م، ع. و شهابی‌فر، ج. 1385. تاثیر مدیریت مصرف بهینه کود در جلوگیری از ریز میوه و درصد افزایش تشکیل گل در دو رقم فندق در مطقه قزوین.

Bertamini, M. and Nedunchezhian, N. 2005. Grapevine growth and physiological responses to iron deficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 28(5), 737-749.

Cacka, J. and Sanguankeo, P. 2012. Calcium influence on hazelnut quality and yields in Oregon. In *VIII International Congress on Hazelnut* 1052 (pp. 187-193).

Nedim, O.Z.E.N.C. and Damla, B.O. 2015. Effect of magnesium fertilization on some plant nutrient interactions and nut quality properties in Turkish hazelnut (Corylus avellana L.). *Scientific Research and Essays*, 10(14), 465-470.

Tagliavini, M., Abadía, J., Rombolà, A.D., Abadía, A., Tsipouridis, C. and Marangoni, B. 2000. Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. *Journal of Plant Nutrition*, 23(11-12), 2007-2022.

Islamic Republic of Iran

MINISTRY OF AGRICULTURE – JAHAD

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Soil and Water Research Institute of Iran

# Principles of nutrition and optimal use of fertilizer in hazelnut orchards of Qazvin and Gilan provinces

**Mehrzad Mohasses Mostashari,**

**Azam Khosravinezhad, Ali Ajili Lahiji,**

**Arezu Asgari**

2024