



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات برنج کشور

# تغذیه برنج

نویسندگان:  
دکتر شهرام محمود سلطانی  
دکتر مسعود کاووسی

مهندس حسن شکری واحد

دکتر تیمور رضوی پور

دکتر شهریار بابازاده

دکتر مریم شکوری کتیگری

دکتر محمد محمدیان

اعضای هیات علمی و محققین موسسه تحقیقات برنج کشور



|                         |                                                                                                                                                    |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان و نام پدیدآور     | تغذیه برنج/ نویسندگان شهرام محمودسلطانی ... [و دیگران]؛ [برای] وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور. |
| مشخصات نشر              | تهران: رازنهان، ۱۴۰۰.                                                                                                                              |
| مشخصات ظاهری            | ۱۵۶ ص: جدول.                                                                                                                                       |
| شابک                    | ۹۷۸-۶۲۲-۲۷۸-۲۲۰-۷                                                                                                                                  |
| وضعیت فهرست نویسی       | فیپا                                                                                                                                               |
| یادداشت                 | نویسندگان شهرام محمودسلطانی، مسعود کاوسی، حسن شکری واحد، تیمور رضوی پور، شهریار بابازاده، مریم شکوری کتیرگی، محمد محمدیان.                         |
| یادداشت                 | کتابنامه: ص. [۱۴۸] - ۱۵۷.                                                                                                                          |
| موضوع                   | برنج -- تغذیه                                                                                                                                      |
| موضوع                   | Rice -- Nutrition                                                                                                                                  |
| شناسه افزوده            | محمودسلطانی، شهرام، ۱۳۴۶ -                                                                                                                         |
| شناسه افزوده            | سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی                                                                                                              |
| شناسه افزوده            | موسسه تحقیقات برنج کشور                                                                                                                            |
| رده بندی کنگره          | SB۱۹۱                                                                                                                                              |
| رده بندی دیویی          | ۶۳۳/۷۸                                                                                                                                             |
| شماره کتابشناسی ملی     | ۸۴۰۴۱۹۶                                                                                                                                            |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | فیپا                                                                                                                                               |

#### تغذیه برنج

نویسندگان: دکتر شهرام محمود سلطانی، دکتر مسعود کاوسی، مهندس حسن شکری واحد، دکتر تیمور رضوی پور، دکتر شهریار بابازاده، دکتر مریم شکوری کتیرگی، دکتر محمد محمدیان

ویراستاران علمی: دکتر صاحب سودایی مشایی، دکتر رضا ابراهیمی

ویراستار ادبی: دکتر مهدی جلالیان

انتشارات: رازنهان

صفحه آرا: اکرم ملک نژاد

طراح جلد: الویرا صیامی

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۷۸-۲۲۰-۷

قیمت: ۴۵۰,۰۰۰ ریال

۱- این اثر به شماره ۳۷-۴۰۰ k و تاریخ ۱۴۰۰/۰۶/۲۴ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

۲- مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

۳- کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور می باشد.

شماره تماس: ۰۹۲۲۴۰۱۳۷۰۴ و ۰۲۱۶۶۹۳۲۲۴۵

## پیش‌گفتار

اکنون که کشور عزیز ایران دوران دشوار کم‌آبی را پیش‌رو دارد، نه‌تنها امکان افزایش سطح زیر کشت برای محصول راهبردی برنج فراهم نیست بلکه ترجیح سیاست‌گذاران بخش کشاورزی به محدود کردن کشت برنج در استان‌های شمالی است، مدیریت هرچه بهتر منابع تولید بیش از پیش ضروری می‌نماید. اگرچه در سال‌های اخیر از تکنیک‌هایی که برای تولید نیاز به استفاده از خاک ندارند استفاده می‌شود ولی این تکنیک‌ها در ذات خود این امکان را ندارند که نیاز بشر به خاک را مرتفع سازند. بنابراین همچنان خاک به عنوان منبع اصلی تولید محصولات کشاورزی در درجه اول اهمیت قرار دارد. از عوامل اصلی و تاثیرگذار در مدیریت خاک به عنوان منبع تولید، شناخت و ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک و انتخاب سازوکار مناسب برای ارائه توصیه‌های کودی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب می‌باشد. در سطح دنیا از روش‌های مختلفی چون آزمون خاک، توصیه کودی مختص مکان، تجزیه بافت، استفاده از علائم ظاهری نشان‌دهنده کمبود، کفایت یا بیش‌بود عناصر غذایی و غیره برای ارزیابی وضعیت حاصلخیزی و توصیه کودی استفاده می‌شود که انتخاب هر یک از روش‌های ذکر شده وابسته به امکانات موجود، سطح دقت مورد نیاز و عوامل دیگر می‌باشد. کتاب حاضر سعی نموده که هرکدام از روش‌های مذکور را تشریح نموده و معایب و مزایای هرکدام را متذکر شود. مبنای توصیه کودی برای عناصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم نتایج حاصل از اجرای پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی است که طی سی سال گذشته در مراکز تحقیقات استان‌های گیلان و مازندران و همچنین موسسه تحقیقات برنج کشور انجام گردیده ولی در توصیه‌ها برای سایر عناصر غذایی بطور عمده از منابع سایر مراکز تحقیقاتی در نقاط دیگر دنیا استفاده شده است. امید است که با استفاده از دستورالعمل‌های ارائه شده در این کتاب که حاصل تلاش جمعی از محققان عرصه تحقیقات حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در موسسه تحقیقات برنج کشور است گامی مفید در راستای رسیدن به امنیت غذایی و تولید محصول سالم با کمترین لطمه به منابع تولید برداشته شود.

## فهرست مطالب

### عنوان

### صفحه

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول: مقدمه.....                                                                      | ۱۱ |
| ۱- انواع خاک‌های غرقاب و تغییرات الکترو شیمیایی مهم پس از غرقاب شدن خاک‌های شالیزاری ... | ۱۴ |
| ۱-۱ انواع خاک‌های غرقاب.....                                                             | ۱۴ |
| ۱-۲ تغییرات شیمیایی و الکترو شیمیایی مهم در خاک‌های شالیزاری.....                        | ۱۵ |
| فصل دوم: روش‌های ارزیابی حاصلخیزی خاک و توصیه کودی.....                                  | ۱۹ |
| ۱-۲-۱ آزمون خاک.....                                                                     | ۲۱ |
| ۲-۲ تفسیر نتایج آزمایش‌های واسنجی.....                                                   | ۲۲ |
| ۳-۲ تشخیص کمبود.....                                                                     | ۲۴ |
| ۱-۳-۲ نمونه برداری و آزمون خاک.....                                                      | ۲۵ |
| ۲-۳-۲ تجزیه گیاه.....                                                                    | ۲۷ |
| ۳-۲ مدیریت کودی مختص مکان.....                                                           | ۲۹ |
| ۴-۲ توصیه کودی بر اساس تجزیه بافت‌های گیاهی.....                                         | ۳۱ |
| ۵-۲ توصیه کودی براساس علائم ظاهری گیاه.....                                              | ۳۵ |
| فصل سوم: عناصر غذایی.....                                                                | ۳۷ |
| ۱-۳ نیتروژن.....                                                                         | ۳۹ |
| ۱-۱-۳ نیتروژن در خاک.....                                                                | ۳۹ |
| ۲-۱-۳ تغییرات نیتروژن در خاک.....                                                        | ۴۰ |
| ۳-۱-۳ نیتروژن و گیاه برنج.....                                                           | ۴۵ |
| ۴-۱-۳ کارایی کودهای نیتروژنه.....                                                        | ۴۵ |
| ۵-۱-۳ راهکارهایی برای افزایش کارایی کودهای نیتروژنه.....                                 | ۴۶ |
| ۶-۱-۳ نقش نیتروژن در گیاه برنج.....                                                      | ۴۸ |
| ۷-۱-۳ علائم کمبود نیتروژن در گیاه برنج.....                                              | ۴۹ |
| ۸-۱-۳ عواملی که موجب کمبود نیتروژن می‌شوند.....                                          | ۵۱ |
| ۹-۱-۳ خصوصیات خاک‌هایی که در معرض کمبود نیتروژن هستند.....                               | ۵۱ |
| ۱۰-۱-۳ مصرف بیش از حد نیتروژن و علائم آن.....                                            | ۵۱ |
| ۱۱-۱-۳ محاسبه مقدار کود.....                                                             | ۵۴ |
| ۲-۳ فسفر.....                                                                            | ۵۶ |
| ۱-۲-۳ فسفر در خاک.....                                                                   | ۵۶ |
| ۲-۲-۳ شکل‌های فسفر در خاک.....                                                           | ۵۶ |
| ۳-۲-۳ وضعیت فسفر در اراضی شالیزاری استان گیلان.....                                      | ۵۸ |

|    |                                                     |
|----|-----------------------------------------------------|
| ۵۹ | ۴-۲-۳- فسفر و اهمیت آن در تغذیه گیاه برنج           |
| ۵۹ | ۵-۲-۳- وظایف اصلی فسفر در گیاه برنج                 |
| ۶۰ | ۶-۲-۳- غلظت فسفر در اندام‌های برنج                  |
| ۶۰ | ۷-۲-۳- کمبود فسفر در گیاه برنج                      |
| ۶۳ | ۸-۲-۳- عوامل مؤثر در جذب فسفر به وسیله گیاه         |
| ۶۴ | ۹-۲-۳- مدیریت کود فسفر در برنج                      |
| ۶۶ | ۳-۳- پتاسیم                                         |
| ۶۶ | ۱-۳-۳- پتاسیم در خاک                                |
| ۶۹ | ۲-۳-۳- پتاسیم در گیاه                               |
| ۷۲ | ۳-۳-۳- علائم کمبود پتاسیم در برنج                   |
| ۷۳ | ۴-۳-۳- زمان مناسب کاربرد کودهای پتاسیمی             |
| ۷۴ | ۴-۳- سیلیسیم                                        |
| ۷۴ | ۱-۴-۳- سیلیسیم در خاک                               |
| ۷۵ | ۲-۴-۳- نقش سیلیسیم در تغذیه گیاه                    |
| ۷۶ | ۳-۴-۳- حد بحرانی سیلیس در خاک و گیاه برنج           |
| ۷۸ | ۴-۴-۳- علائم کمبود سیلیس در گیاهان                  |
| ۷۹ | ۵-۴-۳- روش‌های مدیریتی عنصر سیلیس در مزارع شالیزاری |
| ۸۰ | ۵-۳- روی (ZN)                                       |
| ۸۰ | ۱-۵-۳- روی در خاک                                   |
| ۸۱ | ۲-۵-۳- عوامل مؤثر در فراهمی روی در خاک              |
| ۸۳ | ۳-۵-۳- خاک‌های مستعد کمبود روی                      |
| ۸۴ | ۴-۵-۳- نقش روی در برنج                              |
| ۸۴ | ۵-۵-۳- علائم کمبود روی در گیاه برنج                 |
| ۸۶ | ۶-۵-۳- حد بحرانی روی در اراضی شالیزاری              |
| ۸۷ | ۷-۵-۳- کودهای حاوی عنصر روی                         |
| ۸۹ | ۸-۵-۳- روش‌های مصرف کود روی                         |
| ۹۲ | ۶-۳- کلسیم                                          |
| ۹۲ | ۱-۶-۳- کلسیم در خاک                                 |
| ۹۳ | ۲-۶-۳- کلسیم در گیاه                                |
| ۹۴ | ۳-۶-۳- علائم کمبود کلسیم                            |
| ۹۵ | ۴-۶-۳- دلایل کمبود کلسیم                            |
| ۹۶ | ۷-۳- منیزیم                                         |
| ۹۶ | ۱-۷-۳- نقش منیزیم در گیاه                           |
| ۹۶ | ۲-۷-۳- علائم کمبود منیزیم                           |

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| ۹۷  | ۳-۸-گوگرد                                     |
| ۹۷  | ۳-۸-۱-نقش گوگرد در گیاه                       |
| ۹۸  | ۳-۸-۲-علائم کمبود                             |
| ۹۹  | ۳-۸-۳-علائم مسمومیت سولفید در گیاه برنج       |
| ۹۹  | ۳-۸-۴-دلایل وقوع سمیت سولفید                  |
| ۹۹  | ۳-۹-آهن                                       |
| ۹۹  | ۳-۹-۱-نقش آهن در گیاه                         |
| ۱۰۰ | ۳-۹-۲-علائم کمبود آهن در گیاه برنج            |
| ۱۰۱ | ۳-۹-۳-علائم مسمومیت آهن                       |
| ۱۰۲ | ۳-۱۰-منگنز                                    |
| ۱۰۲ | ۳-۱۰-۱-منگنز در خاک و گیاه                    |
| ۱۰۲ | ۳-۱۰-۲-علائم کمبود منگنز                      |
| ۱۰۳ | ۳-۱۰-۳-علائم مسمومیت منگنز                    |
| ۱۰۵ | فصل چهارم: شوری و عوارض آن در برنج            |
| ۱۰۷ | ۴-۱-تغییرات شوری خاک در اثر غرقاب شدن خاک     |
| ۱۰۸ | ۴-۲-پارامترهای مؤثر در کیفیت آب               |
| ۱۱۰ | ۴-۳-پیش بینی خسارت ناشی از شوری در برنج       |
| ۱۱۰ | ۴-۴-علائم شوری در برنج                        |
| ۱۱۳ | فصل پنجم: مواد آلی                            |
| ۱۱۵ | ۵-۱-نقش مواد آلی در زراعت برنج سالم و ارگانیک |
| ۱۱۶ | ۵-۲-تعریف کود و طبقه بندی آن                  |
| ۱۱۷ | ۵-۳-انواع کودهای آلی                          |
| ۱۱۸ | ۵-۳-۱-کودهای دامی                             |
| ۱۱۹ | ۵-۳-۲-کودآلی بقایای گیاهی و حیوانی مزرعه      |
| ۱۱۹ | ۵-۳-۳-بقایای برنج نمونه‌ای از کودهای گیاهی    |
| ۱۲۱ | ۵-۴-کودهای بیولوژیک یا زیستی                  |
| ۱۲۱ | ۵-۴-۱-مزایای کودهای بیولوژیک                  |
| ۱۲۲ | ۵-۴-۲-طبقه‌بندی کودهای بیولوژیک               |
| ۱۲۳ | ۵-۵-نقش آزولا در تغذیه برنج                   |
| ۱۲۵ | ۵-۶-ماده تلقیحی سیانوباکتر (BGA)              |
| ۱۲۵ | ۵-۷-کود سبز                                   |
| ۱۲۶ | ۵-۸-کمپوست                                    |
| ۱۲۷ | ۵-۹-اثرکمپوست بر ویژگی‌های خاک                |
| ۱۲۸ | ۵-۱۰-کمپوست کاه و کلش برنج                    |

|     |                                                                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۳۰ | ۵-۱۱-ورمی کمپوست.....                                                                                                                                              |
| ۱۳۱ | ۵-۱۲-فوائد ورمی کمپوست.....                                                                                                                                        |
| ۱۳۲ | ۵-۱۳-هوموس.....                                                                                                                                                    |
| ۱۳۴ | ۵-۱۳-۱-هوموسی شدن فرایند تبدیل ماده آلی به هوموس.....                                                                                                              |
| ۱۳۵ | ۵-۱۳-۲-مواد تشکیل دهنده هوموس (گیاه خاک).....                                                                                                                      |
| ۱۳۵ | ۵-۱۳-۳-انواع هوموس.....                                                                                                                                            |
| ۱۳۷ | ۵-۱۳-۴-فوائد هوموس.....                                                                                                                                            |
| ۱۳۷ | ۵-۱۳-۵-معایب هوموس.....                                                                                                                                            |
| ۱۳۸ | ۵-۱۳-۶-کاربرد هوموس در باغبانی.....                                                                                                                                |
| ۱۳۸ | ۵-۱۳-۷-تعیین میزان هوموس مورد نیاز.....                                                                                                                            |
| ۱۳۸ | ۵-۱۳-۸-ترکیب خاک و هوموس.....                                                                                                                                      |
| ۱۳۹ | ۵-۱۳-۹-کاربرد هوموس در بستر ریشه.....                                                                                                                              |
| ۱۳۹ | ۵-۱۳-۱۰-دفعات کوددهی هوموس.....                                                                                                                                    |
| ۱۳۹ | ۵-۱۳-۱۱-هوموس یا کمپوست.....                                                                                                                                       |
| ۱۴۰ | ۵-۱۳-۱۲-نتیجه گیری استفاده از هوموس.....                                                                                                                           |
| ۱۴۳ | فصل ششم: ضمیمه.....                                                                                                                                                |
| ۱۴۵ | ۶-۱-توصیه کودی فسفر در اراضی شالیزاری از منبع سوپر فسفات تریپل برای ارقام بومی بر حسب کیلوگرم در هکتار (کارهای پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور).....                |
| ۱۴۵ | ۶-۲-توصیه کودی پتاسیم در اراضی شالیزاری از منبع کلرور پتاسیم یا سولفات پتاسیم برای ارقام بومی بر حسب کیلوگرم در هکتار (کارهای پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور)..... |
| ۱۴۵ | ۶-۳-دامنه و میانگین تعدادی از خصوصیات شیمیایی خاک (تعداد نمونه خاک ۳۹۹) (کارهای پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور).....                                               |
| ۱۴۶ | ۶-۴-مقدار عناصر در بافت گیاه برنج (کارهای پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور).....                                                                                     |
| ۱۴۷ | منابع.....                                                                                                                                                         |