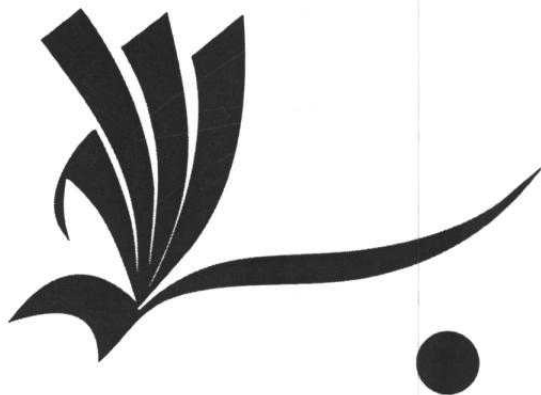




## کود آبیاری

ابزاری مناسب جهت مدیریت کود و آب

تألیف:

یوزی کفکافی // جورج تارچیتسکی

هادی رضایی راد

(پژوهشگر سازمان اتکا)

حامد ابراهیمیان

(رهبر علمی دانشگاه تهران)

www.ketab.ir

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : کفکافی، یو. ۱۹۳۴-م.<br>-Kafkafi, U., 1934                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| عنوان و نام پدیدآور | : کودآبیاری ایزاری مناسب جهت مدیریت کود و آب/ تألیف یوزی کفکافی، جورج تارچیتسکی؛ مترجمان هادی رضایی‌راد، حامد ابراهیمیان؛ ویراستار فنی و ادبی حامد ابراهیمیان، محمدرضا صادقی‌نسب (پژوهشگر سازمان اتکا)                                                                                                                                                                                   |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۳۲ ص: مصور، جدول، نمودار                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| مشخصات نشر          | : تهران: اتکا، انتشارات، ۱۳۹۸                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| شابک                | : ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۱۰-۹۴-۷                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیپا                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| یادداشت             | : عنوان اصلی: Fertigation: A Tool for Efficient Fertilizer and Water Management<br>2011<br>آبیاری - مهندسی<br>Irrigation engineering<br>کود<br>Fertilizers<br>آبیاری<br>Irrigation<br>گیاهان - مواد غذایی<br>Plant nutrients<br>تارچیتسکی، جورج<br>Tarchitzky, Jorge<br>رضایی‌راد، حامد، ۱۳۶۵- مترجم<br>ابراهیمیان، حامد، ۱۳۶۲- مترجم<br>CA۰۵<br>۵۲/۶۲۷<br>۵۸۴۳۶۹۰ : شماره کتابشناسی ملی |

|                                    |                                                                 |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| عنوان:                             | کود آبیاری مناسب جهت مدیریت کود و آب                            |
| مؤلفان یا مؤلف: (مترجم یا مترجمان) | رضایی‌راد، حامد / ابراهیمیان طالعشی                             |
| ویراستار فنی و ادبی:               | حامد ابراهیمیان طالعشی، محمدرضا صادقی‌نسب (پژوهشگر سازمان اتکا) |
| زمان و نوبت چاپ:                   | زمان و نوبت اول                                                 |
| شمارگان:                           | ۲۰۰ نسخه                                                        |
| طراح جلد:                          | نام شخصی که برای شما طراحی کرده است                             |
| شابک:                              | ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۱۰-۹۴-۷                                               |
| قیمت:                              | ۳۰۰,۰۰۰ ریال                                                    |



انتشارات اتکا  
Etka Publishing

کلیه حقوق چاپ این کتاب محفوظ و متعلق به مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا است.  
هر نوع تکثیر یا نشر تمام یا بخشی از این کتاب منوط به اجازه کتبی سازمان اتکا خواهد بود.  
نشانی: تهران، خ امام خمینی (ره)، خ شهید مرادی، ساختمان شهدای مرکزی اتکا، ط ۲، انتشارات مرکز تحقیقات و نوآوری  
تلفن: ۰۲۱-۶۱۹۱۵۱۲۴ | فکس: ۰۲۱-۶۱۹۱۵۳۵۵

## مقدمه مترجم

تلاش به منظور تأمین نیاز غذایی جمعیت رو به رشد جهان، بشریت را به استفاده بیش‌تر از منابع آبی و نهاده‌های کشاورزی سوق داد. ایران اسلامی ما نیز از این موضوع مستثنی نبوده و نخواهد بود. همین موضوع سبب شده تا سطح زیر کشت محصولات کشاورزی طی سالیان اخیر در ایران به شکل چشم‌گیری افزایش یابد و به تبع آن برداشت از منابع آبی بیش‌تر شود. بهره‌وری پایین محصولات کشاورزی، کشاورزان را به استفاده بیش‌تر از کودها و سموم کشاورزی ترغیب نمود. در نتیجه این اقدام، عملکرد محصولات کشاورزی افزایش یافت؛ اما استفاده بی‌رویه از این مواد شیمیایی و بی‌توجهی به مسائل زیست محیطی و تأثیر آن بر سلامت انسان، مسائل و مشکلات زیادی را پدید آورد. به دنبال توسعه دانش بشری، روش‌های مختلفی جهت کاهش مصرف کودها و استفاده بهینه از آن‌ها پیشنهاد شد. یکی از این روش‌ها، استفاده‌ی همزمان از کود در آبیاری بود که تحت عنوان کود آبیاری نام‌گذاری شد. سالیان زیادی است که استفاده از این روش در کود دهی به محصولات مختلف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما توجه به این نکته ضروری است که علوم مرتبط با خاک و گیاه صرفاً با استفاده از تحلیل‌های عددی و استفاده از روابط ریاضی قابل درک نیستند و می‌بایست تحقیقات عملی مختلف در این زمینه صورت پذیرد تا بتوان توصیه‌هایی دقیق‌تر ارائه نمود. مترجمان این کتاب همواره به دنبال دستیابی به نتایج تحقیقات مختلف در این زمینه بودند تا بتوانند اثری مفید و کاربردی در زمینه استفاده از کودآبیاری ارائه نمایند. منابع مختلف بدین منظور مورد مطالعه قرار گرفت اما هیچ یک همچون اثر دکتر کفکافی و دکتر تارچیتسکی، جامع و مبتنی بر نتایج تحقیقات کاربردی (که از کشورهای مختلف جمع‌آوری شده است) نبودند. در نتیجه مترجمان پس از مطالعه این اثر، آن را ترجمه نمودند.

این کتاب در ۱۶ فصل تهیه شده است که به توضیح مفهوم و کاربرد کود آبیاری، کاربرد کودهای مختلف در کود آبیاری، کود آبیاری محصولات زراعی، باغی، سبزیجات، گل و گیاه زینتی و غیره در بسترهای مختلف کشت پرداخته است. مطالعه این کتاب می‌تواند برای کشاورزان، دانشجویان و متخصصان این حوزه مفید باشد. بدون شک، تطبیق نتایج و خروجی‌های این اثر با شرایط کشور عزیزمان ایران، وظیفه متخصصان و محققان خواهد بود تا با انجام آزمایش‌ها و تحقیقات مختلف به این مهم دست یابند. شکی نیست که کتاب حاضر خالی از اشکال نیست؛ لذا نظرات شما مخاطبین محترم که از طریق آدرس الکترونیکی [hadi.rezaii@ut.ac.ir](mailto:hadi.rezaii@ut.ac.ir) ارسال می‌شود، می‌تواند مشکلات موجود را مرتفع ساخته و به ارتقا کیفیت کتاب منجر شود. امید است مطالعه این کتاب به افزایش دانش و آگاهی

خوانندگان محترم در ارتباط با استفاده از کودآبیاری منجر شود تا بتوان به آینده ای سالم تر برای انسان و محیط زیست امیدوار بود. در نهایت، از زحمات و تلاش های بی دریغ همراهان و همکاران محترم در ترجمه این کتاب تشکر و قدردانی می نمایم.

هادی رضایی راد

www.ketab.ir

## چکیده

هدف این کتاب، فراهم کردن طیف گسترده‌ای از تخصص و دانش در زمینه‌ی کودآبیاری به‌منظور ارتقا سطح علمی و عملی پرسنل می‌باشد.

این کتاب متشکل از ۱۶ بخش است که در آن به خواننده جهت انتخاب ترکیبات کودی مناسب در کودآبیاری محصولات زراعی و باغی در مزارع مختلف با توجه به نوع خاک و شرایط اقلیمی، کمک می‌شود که در این راستا اصول چهارگانه به‌منظور همگام‌سازی نیاز تغذیه‌ای گیاه و تأمین کود، در طی رشد آن در نظر گرفته می‌شود. کتاب به‌طور عمده بر موضوع واکنش انواع کودها در خاک و توانایی آن‌ها در تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه متمرکز شده است. کودآبیاری ابزاری است جهت تأمین نیازهای ریشه‌ای گیاه از جمله آب و عناصر غذایی با توجه به ضرورت و اهمیت آن‌ها در هر یک از مراحل رشد گیاه برای نمو آن‌ها، سیدن به حداکثر بازدهی محصول که در اثر اعمال کود موردنظر به دست می‌آید. بر اساس روش «تغذیه قاشقی» که از روش‌های کودآبیاری است، مقدار مشخصی از هر کود (نیترات، فسفر و پتاسیم) بر حسب میلی گرم متناسب با نیاز روزانه گیاه در طول فصل رشد، محاسبه شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. با استفاده از این روش، عناصر غذایی حل شونده به سمت ریشه هدایت می‌شوند که از این طریق از فرار کود در کوددهی جلوگیری شده و در نتیجه نشت کود به آب‌های زیرزمینی که موجب آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود، به حداقل میزان خود می‌رسد. نویسندگان سعی بر این داشته‌اند تا اطلاعاتی در خصوص استفاده از گیاه و ساختار فیزیولوژی آن از مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های مختلف سراسر دنیا گردآوری کنند و این اطلاعات را جهت بهبود کوددهی مزارع و گلخانه‌ها به‌کار گیرند. به دلیل کمبود فضا و همچنین بررسی‌های متعددی که در زمینه‌ی آب، خاک و نحوه‌ی توزیع آن‌ها در خاک صورت گرفته، از پرداختن به این بحث پرهیز شده است. بازتاب تجربیات گسترده‌ی نویسندگان در به‌کار بردن کود در سیستم‌های نشت در مزارع و گلخانه‌ها و همچنین دانش آن‌ها که منجر به انتشارات جهانی در قالب کتاب‌ها و مقالات شده، در بررسی‌های متعددی که توسط آن‌ها صورت گرفته، قابل مشاهده است. کودهای مناسب برای کودآبیاری بسته به نیازهای فیزیولوژیکی گیاه در مراحل مختلف رشد، نوع خاک و بستر رشد گیاه، شرایط اقلیمی و کیفیت آب آبیاری، تعیین می‌شوند. کودآبیاری محدودیت استفاده از تپه‌های شنی و ماسه‌ای را از بین برده و امکان استفاده از آن‌ها را برای کشاورزان مقدور ساخته است؛ و این در حالی است که در گذشته، این زمین‌ها در رده‌ی زمین‌های غیر حاصل خیز قرار داشتند. معرفی شیوه‌های آزمایش‌شده و کارآمد

کودآبیاری در سراسر جهان، در درجه‌ی اول، موجب تبدیل مناطق وسیع بیابانی به مناطق پر محصول کشاورزی شده و در درجه‌ی دوم، از اتلاف آب در سیستم‌های مرسوم کشاورزی جلوگیری می‌کند.

www.ketab.ir

## فهرست مطالب

|    |                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲  | ۱- کلیات .....                                                                               |
| ۲  | ۱-۱- مقدمه .....                                                                             |
| ۸  | ۲- کودآبیاری .....                                                                           |
| ۸  | ۱-۲- تعریف کودآبیاری .....                                                                   |
| ۹  | ۲-۲- تجهیزات مورد نیاز کودآبیاری .....                                                       |
| ۹  | ۱-۲-۲- سیستم های آبیاری ثقلی .....                                                           |
| ۹  | ۲-۲-۲- سیستم های آبیاری تحت فشار .....                                                       |
| ۱۱ | ۳-۲- مقدار کود در کودآبیاری .....                                                            |
| ۱۱ | ۴-۲- کود های مناسب کودآبیاری .....                                                           |
| ۱۸ | ۳- ویژگی های خاک ریشه ط رشد گیاه .....                                                       |
| ۱۸ | ۱-۳- رژیم آب و رطوبت در خاک .....                                                            |
| ۲۰ | ۲-۳- رژیم اکسیژن .....                                                                       |
| ۲۱ | ۳-۳- توزیع ریشه .....                                                                        |
| ۲۴ | ۴-۳- توزیع نمک و مواد غذایی .....                                                            |
| ۲۶ | ۵-۳- تأمین عناصر غذایی از نقطه ی منبع .....                                                  |
| ۲۸ | ۶-۳- کودآبیاری در خاک های قلیایی در مقایسه با کود های اسیدی .....                            |
| ۲۸ | ۱-۶-۳- خاک های قلیایی .....                                                                  |
| ۲۸ | ۲-۶-۳- خاک های اسیدی .....                                                                   |
| ۳۲ | ۴- کاربرد نیتروژن در کودآبیاری .....                                                         |
| ۳۲ | ۱-۴- اشکال مختلف نیتروژن در کودها .....                                                      |
| ۳۲ | ۲-۴- انواع واکنش ها در خاک .....                                                             |
| ۳۴ | ۱-۲-۴- اوره .....                                                                            |
| ۳۴ | ۲-۲-۴- آمونیوم .....                                                                         |
| ۳۴ | ۳-۲-۴- نترات .....                                                                           |
| ۳۵ | ۳-۴- ملاحظات اساسی هنگام استفاده از کود نیتروژنه در کودآبیاری .....                          |
| ۳۶ | ۱-۳-۴- تلفات احتمالی کود نیتروژنه از ناحیه ریشه .....                                        |
| ۳۶ | ۲-۳-۴- برنامه ریزی آبیاری یا شدت جریان آب به منظور جلوگیری از تجمع زیر ناحیه قطره چکان ..... |
| ۳۶ | ۴-۴- پایداری اشکال مختلف کودهای نیتروژنه در برابر شرایط مختلف خاک و رشد .....                |

|    |                                                                                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ۳۹ | ۵-۴- جابه‌جایی اشکال مختلف نیتروژن در کودآبیاری و روش‌های کاربرد آن‌ها                |
| ۳۹ | ۴-۵-۱- آمونیوم نترات                                                                  |
| ۳۹ | ۴-۵-۲- اوره                                                                           |
| ۴۰ | ۴-۶- ملاحظات مربوط به فیزیولوژی گیاه                                                  |
| ۴۰ | ۴-۶-۱- حساسیت گیاهان نسبت به آمونیوم                                                  |
| ۴۱ | ۴-۶-۲- دمای منطقه ریشه                                                                |
| ۴۴ | ۴-۶-۳- مرحله‌ی فیزیولوژیکی گیاه                                                       |
| ۴۵ | ۴-۷- طراحی برای کودآبیاری نیتروژنه با توجه به رشد گیاه                                |
| ۴۵ | ۴-۷-۱- برنامه‌ی نیاز گیاهی                                                            |
| ۴۷ | ۴-۷-۲- نوسان جذب نیتروژن طی تکامل گیاه                                                |
| ۴۷ | ۴-۸- جذب نیتروژن                                                                      |
| ۵۲ | ۵- کاربرد فسفر در کودآبیاری                                                           |
| ۵۲ | ۵-۱- واکنش‌های فسفات اذیت خاک که عبارتند از: جذب سطحی، پس‌دهی، ترسیب و بازیابی        |
| ۵۳ | ۵-۱-۱- یون‌های فسفات و نام معدن خاک                                                   |
| ۵۴ | ۵-۲- دفع از ریشه و جذب فسفر                                                           |
| ۵۴ | ۵-۳- تأثیر کودهای نیتروژنه بر جذب فسفر                                                |
| ۵۵ | ۵-۴- حرکت فسفات در خاک از سمت قطره‌چکان                                               |
| ۵۸ | ۵-۵- کودهای فسفردار                                                                   |
| ۵۸ | ۵-۵-۱- اسید فسفریک                                                                    |
| ۵۹ | ۵-۵-۲- کودهای پلی فسفات                                                               |
| ۶۰ | ۵-۵-۳- اوره فسفات (UP) $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4)$       |
| ۶۱ | ۵-۵-۴- فسفات مونو پتاسیم (MKP) $(\text{KH}_2\text{PO}_4)$                             |
| ۶۱ | ۵-۵-۶- فسفات مونو پتاسیم اسیدی شده $(\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4)$ |
| ۶۲ | ۵-۵-۷- فسفات مونو آمونیوم (MAP) $(\text{NH}_4 \text{H}_2\text{PO}_4)$                 |
| ۶۲ | ۵-۶- جذب فسفر                                                                         |
| ۶۶ | ۶- کاربرد پتاسیم در کودآبیاری                                                         |
| ۶۶ | ۶-۱- واکنش‌های پتاسیم با ذرات خاک: جذب سطحی، پس‌دهی و تثبیت                           |
| ۶۷ | ۶-۲- انواع کودهای پتاسیم‌دار در کودآبیاری                                             |
| ۶۸ | ۶-۳- مزایای کودآبیاری با پتاسیم                                                       |
| ۶۹ | ۶-۴- ارزیابی آنیون‌های کودهای پتاسیم‌دار در کودآبیاری                                 |
| ۷۰ | ۶-۵- حرکت پتاسیم از قطره‌چکان                                                         |

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۷۰  | ۶-۶- جذب پتاسیم                                                     |
| ۷۴  | ۷- عناصر غذایی ثانویه در کودآبیاری                                  |
| ۷۵  | ۱-۷- کلسیم                                                          |
| ۷۶  | ۲-۷- منیزیم                                                         |
| ۷۷  | ۳-۷- گوگرد                                                          |
| ۷۷  | ۴-۷- منابع آبی تأمین کننده‌ی عناصر کلسیم، منیزیم و گوگرد            |
| ۸۰  | ۸- ریزمغذی‌ها                                                       |
| ۸۰  | ۱-۸- مشاهدات چشمی                                                   |
| ۸۰  | ۲-۸- ریزمغذی‌ها در کودآبیاری                                        |
| ۸۱  | ۳-۸- اثرات منفی کودهای ریزمغذی در کودآبیاری                         |
| ۸۱  | ۱-۳-۸- بور                                                          |
| ۸۲  | ۲-۳-۸- کلر                                                          |
| ۸۳  | ۳-۳-۸- مس                                                           |
| ۸۴  | ۴-۳-۸- آهن                                                          |
| ۸۵  | ۵-۳-۸- منگنز                                                        |
| ۸۶  | ۶-۳-۸- مولیبدن                                                      |
| ۸۶  | ۷-۳-۸- روی                                                          |
| ۸۷  | ۴-۸- قابلیت در دسترس بودن ریزمغذی‌ها به‌عنوان تابعی از pH خاک       |
| ۹۰  | ۹- کیفیت آب و کودآبیاری                                             |
| ۹۰  | ۱-۹- اثر بر تغذیه‌ی گیاه                                            |
| ۹۱  | ۱-۱-۹- منابع آب شور                                                 |
| ۹۳  | ۲-۱-۹- فاضلاب تصفیه‌شده                                             |
| ۱۰۱ | ۳-۹- کیفیت آب و سیستم آبیاری                                        |
| ۱۰۱ | ۱-۲-۹- آب حاوی آهن ( $Fe^{2+}$ )                                    |
| ۱۰۳ | ۲-۲-۹- آب حاوی کلسیم و منیزیم                                       |
| ۱۰۳ | ۳-۲-۹- واکنش میان فسفر، کلسیم و آهن در آب آبیاری مصرفی در کودآبیاری |
| ۱۰۶ | ۱۰- کودآبیاری محصولات زراعی                                         |
| ۱۰۶ | ۱-۱۰- ذرت                                                           |
| ۱۱۱ | ۲-۱۰- پنبه                                                          |
| ۱۱۱ | ۱-۲-۱۰- رشد پنبه و آبیاری این محصول                                 |

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۱۲ | ۱۰-۲- تغذیه پنبه                                                      |
| ۱۲۲ | ۱۱- کودآبیاری محصولات میوه‌ای                                         |
| ۱۲۲ | ۱۱-۱- موز                                                             |
| ۱۲۵ | ۱۱-۲- تاجکستان                                                        |
| ۱۳۰ | ۱۲- کودآبیاری سبزیجات                                                 |
| ۱۳۰ | ۱۲-۱- سیبزمینی                                                        |
| ۱۳۱ | ۱۲-۱-۱- نیاز آبی                                                      |
| ۱۳۲ | ۱۲-۱-۲- نیاز ه مواد مغذی                                              |
| ۱۳۵ | ۱۲-۱-۳- ش سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در تولید سیبزمینی در کشورهای مختلف |
| ۱۳۹ | ۱۲-۱-۴- چگونگی کودآبیاری سیبزمینی                                     |
| ۱۳۹ | ۱۲-۲- گوجه‌فرنگی                                                      |
| ۱۳۹ | ۱۲-۲-۱- گوجه‌فرنگی گل‌دار                                             |
| ۱۴۵ | ۱۲-۲-۲- شوری                                                          |
| ۱۴۷ | ۱۲-۲-۳- کودآبیاری لازم برای برآوری گوجه‌فرنگی                         |
| ۱۴۹ | ۱۲-۲-۴- کیفیت گوجه‌فرنگی صنعتی                                        |
| ۱۵۶ | ۱۳- کودآبیاری گل‌ها و گیاهان زینتی پرورش‌یافته در خاک                 |
| ۱۵۷ | ۱۳-۱- گل حنا                                                          |
| ۱۵۷ | ۱۳-۲- رزها                                                            |
| ۱۵۹ | ۱۳-۳- میخک                                                            |
| ۱۶۲ | ۱۴- کودآبیاری محصولات در بسترهای بدون خاک                             |
| ۱۶۳ | ۱۴-۱- تعریف بستر رشد                                                  |
| ۱۶۳ | ۱۴-۲- بسترهای رشد استفاده‌شده در محفظه‌ها برای پرورش گیاهان           |
| ۱۶۳ | ۱۴-۲-۱- بستر رشد مواد معدنی                                           |
| ۱۶۴ | ۱۴-۲-۲- بسترهای رشد آلی                                               |
| ۱۶۴ | ۱۴-۳- ویژگی‌های بستر کشت                                              |
| ۱۶۴ | ۱۴-۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی                                              |
| ۱۶۵ | ۱۴-۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی                                             |
| ۱۶۵ | ۱۴-۴- ویژگی‌های شیمیایی و مقادیر مواد غذایی                           |
| ۱۶۵ | ۱۴-۴-۱- نسبت C/N و غلظت نیتروژن                                       |
| ۱۶۶ | ۱۴-۴-۲- ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)                                     |
| ۱۶۷ | ۱۴-۴-۳- pH                                                            |

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| ۱۶۹ | ۱۴-۵- کاربرد کودآبیاری                   |
| ۱۷۲ | ۱۵- نظارت بر آب، خاک و گیاه در کودآبیاری |
| ۱۷۲ | ۱۵-۱- نظارت بر کیفیت آب آبیاری           |
| ۱۷۷ | ۱۵-۲- نظارت بر بسترهای خاکی و رشد گیاه   |
| ۱۷۷ | ۱۵-۳-۱- خاک                              |
| ۱۷۹ | ۱۵-۲-۲- بسترهای رشدی و نظارت بر زهکشی    |
| ۱۸۰ | ۱۵-۳- نظارت بر گیاهان                    |
| ۱۸۶ | ۱۶- رویکردهای آینده در کودآبیاری         |
| ۱۹۰ | ۱۷- فهرست منابع                          |
| ۲۱۴ | واژه نامه                                |
| ۲۲۴ | نمایه                                    |
| ۲۳۲ | کتابنامه                                 |