# کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی[1](AHP) در اولویت‌بندی روش‌های اندازه‌گیری بهره‌برداري در گونة ***Eurotia ceratoides***

فاضل اميري*[2]، مهدي بصيري[3] و محمدرضا چائي‌چي[4]
[2] عضو هيات علمي دانشگاه آزاد اسلامي واحد بو شهر، ايران
[3] استاديار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
[4] دانشيار دانشكده كشاورزي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۴/۳/۱۸، تاريخ تصويب: ۸۶/۳/۲۱)

## چكيده

انتخاب روش مناسب اندازه‌گيري ميزان بهره‌برداري در مديريت چرا اهميت فراوانی دارد. در اين پژوهش، به‌منظور مقايسة روش‌هاي برآورد ميزان بهره‌برداري در گونة *E. ceratoides* از نظر صحت، هزينه و زمان مورد نياز، آزمايشی در قرق حنا واقع در شهرستان سميرم انجام شد. روش‌هاي مورد مقايسه عبارت بودند از قفس‌هاي زوجي (شاهد) قبل و بعد از چرا، ارتفاع- وزن، تخمين چشمي، واحد مرجع، شمارش گياه، شمارش ساقه، شاخص توليد و طول سرشاخه. كليه روش‌هاي مذكور با روش قفس‌هاي زوجي (شاهد) به كمك آزمون دانكن مقايسه شدند، سپس برای تعيين صحت، سرعت و هزينه براي اولويت‌بندي از فرايند تحليل سلسله مراتبي (AHP) استفاده شد. نتايج نشان داد كه در مقايسة موردي هر يك از معيارها، روش شمارش ساقه، به ترتيب با درجه اهميت ۰/۲۰۷ و ۰/۲۱۵ سريع‌ترين و كم‌هزينه‌ترين روش، و در مقايسه كلي مجموعه معيارها (صحت، هزينه و زمان مورد نياز)، روش ارتفاع- وزن با درجه اهميت ۰/۱۴۰ مناسب‌ترين روش براي تعيين ميزان بهره‌برداري در گونة *E. ceratoides* است.

واژه‌هاي كليدي: ارزيابی بهره‌برداري، درجه اهميت، فرايند تحليل سلسله مراتبی، صحت و *Eurotia ceratoides*.

*نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۳-۱۱۰۲۰۲۵ فاكس: E-mail: amiri_fazel@yahoo.com
1- Analytical Hierarchy Process

## مقدمه

از نكات مهم در مديريت مراتع، تعيين حد بهره‌برداري مجاز براي گونه‌هاي مرغوب مرتعي است. بدين منظور در پايان فصل چرا، آناليز شدت بهره‌برداري صورت مي‌گيرد تا درصورتي‌كه ميزان بهره‌برداري بيشتر يا كمتر از حد مجاز باشد، نسبت به تعديل آن اقدام شود (۲).

ميزان بهره‌برداري بيانگر درصدي از توليد علوفه ساليانه مرتع است كه در يک دوره چرايي، توسط دام می‌تواند برداشت شود، بدون اينكه به پوشش گياهی و خاک آن مرتع آسيبی وارد شده و موجب محدوديت استفاده از آن مرتع در سال‌های آتی شود (۲۹). روش‌هاي متعددي براي تعيين ميزان بهره‌برداري وجود دارد كه به‌دليل محدوديت‌هاي موجود، تعيين و شناخت روش‌هاي مناسب با توجه به امكانات و توانايي‌هاي موجود لازم و ضروري است. در اين بررسي روش‌هاي متداول براي گياهان بوته‌اي شامل روش‌هاي قفس‌هاي زوجي، قبل و بعد از چرا، تخمين چشمي، ارتفاع- وزن، واحد مرجع، طول سرشاخه، شاخص توليد، شمارش گياه و شمارش ساقه، انتخاب شد(۱۷،۱۴)، تا روش مناسب برآورد ميزان بهره‌برداري در گونة *E.ceratoides* شناسايي و درجه اهميت آن تعيين شود.

كلينگ من و ميلز (۱۹۴۳) روش قفس‌هاي زوجي را صحيح‌ترين روش برآورد ميزان بهره‌برداري معرفي كردند و بيان داشتند كه اين روش به دو صورت قابل اجراست. در شرايطي كه در طول دوره چرا گياهان رويش دارند، به‌صورت قفس‌هاي زوجي(۲۱)، و اگر فاقد رويش باشند به صورت قبل و بعد از چرا (۱۶). پيچانس و پيک فورد (۱۹۳۷) برخي از روش‌هاي تعيين ميزان بهره‌برداري را در مراتع علفزار مقايسه كردند و به اين نتيجه رسيدند كه روش تخمين چشمي‌اگر به صورت نمونه‌گيري مضاعف انجام شود، براي عرصه‌هاي طبيعي به اندازه كافي سريع و دقيق است (۲۵).

كسدي (۱۹۴۱) روش واحد مرجع را براي تعيين ميزان بهره‌برداري از گياهان مرتعي در مراتع تحت چراي گوسفند به‌كار برد و در نهايت روش واحد مرجع را براي تعيين ميزان بهره‌برداري گياهان بوته‌اي و نيمه‌بوته‌اي پيشنهاد كرد (۱۶). نلسون (۱۹۳۰) روش طول سرشاخه را براي بررسی ميزان بهره‌برداري در مراتع تحت چرا گياهان بوته‌اي استفاده كرد و اين روش را روش غيرمستقيمی برای تعيين ميزان بهره‌برداري از گياهان بوته‌اي دانست (۲۴). هورماي (۱۹۴۳) روش شاخص توليد را براي برآورد ميزان بهره‌برداري از گونه *Bitter brush* به‌كار برد و بيان داشت كه در اين روش علوفه واقعي برداشته شده محاسبه نمي‌شود و شاخص نسبي براي تعيين مقدار برداشت است(۱۹). پيچانس و پيک فورد (۱۹۳۷) دريافتند كه رابطه مستقيمی بين ميزان بهره‌برداري با تعداد ساقه‌هاي چراشده وجود دارد و نتايج به‌دست آمده از اين روش اختلاف زيادي با ساير روش‌ها دارد (۲۵). هورد و كسينجر (۱۹۵۳) از روش شمارش گياه براي تعيين ميزان بهره‌برداري از گونه *Festuca idahocnsis* در مراتع تحت چراي گاو استفاده كردند و دريافتند كه رابطه بين درصد گياهان چرانشده با درصد بهره‌برداري خطي است، اما اين رابطه براي درصد گياهان چرا شده به‌صورت غيرخطي و درجه دو است (۲۰).

لوماسان و كراندلر (۱۹۳۸) از رابطه بين ارتفاع با حجم و حجم با وزن براي تعيين ميزان بهره‌برداري استفاده كردند و اظهار داشتند كه اين روش دقت زيادي دارد و براي كارهاي آزمايشگاهي و در مناطقي كه نمي‌توان داخل پلات را قطع كرد، مي‌توان از اين روش استفاده كرد (۲۲).

براي تعيين درجه اهميت اين روش‌ها، از روش AHP استفاده شده است. اين روش اولين بار توسط ساعتي (۲۰۰۰) در دهه ۱۹۷۰ ابداع شد و در تصميم‌گيري‌هايي كه داراي شاخص‌هاي كمي‌و كيفي باشد، مورد استفاده قرار مي‌گيرد (۲۶). از مزاياي مهم روش AHP ، استفاده از آن

در تصميم‌گيري گروهي است، به‌طوري‌كه به گونه‌اي تصميم‌هاي تمام اعضاي گروه را با همديگر تركيب مي‌كند كه تصميم بهينه، در برگيرنده آراى همه اعضا باشد (١٢، ٥).

توفيق (١٣٧٢) در بررسي در زمينه شاخص‌هاي تاثيرگذار در تعيين محل استقرار فعاليت‌هاي گوناگون، دريافت تصميم‌گيري بايد در فضاي چندبعدي انجام گيرد. در اين زمينه پس از تعيين معيارهاي سنجش (دسترسي به ماده اوليه، شبكه حمل و نقل، دسترسي به بازار فروش،...، شيب، آب و هوا، كاربري، قابليت، ....) و تشكيل ماتريس مقايسه زوجي، با استفاده از روش AHP درجه اهميت آنها محاسبه و تعيين مي‌شود (۴).

سعادت فر (١٣٨۴) از فرايند تحليل سلسله مراتبى براى مقايسة روش‌هاى برآورد تراكم در گونة قيچ در منطقه بردسير- سيرجان استفاده كرد و روش ترتيبى را به‌عنوان صحيح‌ترين و سريع‌ترين روش براى گونه مورد بررسى معرفى كرد، در ضمن استفاده از روش AHP را در مقايسه برآورد تراكم بسيار مناسب دانست (٧). يو و همكاران (٢٠٠۴) از آناليز AHP به عنوان يک تصميم راهبردى براى مديريت سيستم‌هاى چرايى در يک منطقه مرطوب استفاده كردند (٣١). ترابى و همكاران (١٣٨۴) از روش تحليل سلسله مراتبى براى اولويت‌بندى پهنه‌هاى مناسب اكوتوريسم استفاده كردند (٣). يانگ لين و همكاران (٢٠٠٣) از روش AHP براى انتخاب بهترين طرح و نقشه براى احداث جاده در نحواى جنگلى استفاده كردند و بيان داشتند كه كارايى اين روش در اولويت‌بندى طرح‌ها مناسب است (٣٠).

فيض‌نيا و همكاران (١٣٨٣) براى تعيين مهم‌ترين عامل در بين ٩ عامل موثر در زمين لغزش، از روش‌هاى فرايند سلسله مراتبى و ارزش‌گذارى استفاده كردند (٩). عزيزى و همكاران (١٣٨١) از روش AHP براى تعيين شاخص‌هاى موثر در انتخاب محل استقرار واحدهاى تخته چندلا و روكش استفاده كردند و زيرشاخص‌هاى هزينه خريد ماده اوليه، اطمينان از عرضه ماده اوليه و كيفيت ماده اوليه با درجه اهميت‌هاى ٠/١٥٥، ٠/١۴۶، ٠/٠٩٥ و شاخص تسهيلات اعطايى با درجه اهميت ٠/٠٩٣ ، در بالاترين اولويت‌ها قرار گرفتند (٨).

## مواد و روش‌ها

### محل اجراي تحقيق

محل اجراي تحقيق، قرق حنا (در سال ١٣۶٢ و با همكارى مشترک جهاد سازندگى و دانشگاه صنعتى اصفهان) است، كه در طول جغرافيايي ′۴٢ °۵١ شرقي و عرض جغرافيايي ′٨ °٣١ شمالي و در چهل كيلومتري جنوب شرقي شهرستان سميرم واقع شده است (شكل١). اقليم منطقه، نيمه‌مرطوب معتدل با زمستان‌هاي سرد است. متوسط نزولات منطقه ٣١۶ ميليمتر و درجه حرارت متوسط ساليانه آن ١١ درجه سانتيگراد است (١٠). تيپ غالب پوشش گياهي ايستگاه تيپ *Eurotia ceratoides/ Bromus tomentallus* است. از گونه‌هاي مرتعي ايستگاه مي‌توان به گونه‌هاي *Stipa barbata ،Astragalus cyclophylos*، *Polygonum salicornoides* اشاره كرد (۶).

### گونه مورد بررسی

*E.ceratoides* ، گياهي است از خانواده اسفناجيان، پايا و نيمه‌بوته‌اي كه ارتفاع آن به ٣٠ تا ١۵٠ سانتيمتر مي‌رسد. داراي ساقه‌هاي متعدد و بسيار منشعب با شاخه‌هاي باريک است. اين گونه تقريباً در تمام سطح ايستگاه پراكنده شده (۶) و از گياهان مهم و باارزش مرتعى است كه قدرت سازگارى آن زياد است و تنش‌هاى محيطى را به‌خوبى تحمل مى‌كند و از دامنه اكولوژيكى به‌نسبت وسيعى برخوردار است. حفاظت خاک، مقاومت به سرما، يخبندان، خشكى و خشكسالى، خوشخوراكى زياد، توليد

علوفه زياد و نيز مقاومت به چرا از خصوصيات بارز اين‌گونه است (۱۳).

روش انجام تحقيق

براى انجام پژوهش، ابتدا سطحي به مساحت ۱۲۴ هكتار، به عنوان محل نمونه‌برداري كه پوشش غالب آن از گونه مورد بررسى بود، انتخاب شد و در اين سطح جمعيت پايه‌هاي گياه *E.ceratoides* به‌منزله جامعه آماري مورد بررسى منظور شد. اندازه نمونه مورد نياز براي هر روش با استفاده از رابطه ۱ تعيين شد:

رابطه (۱) $$N = \frac{t^2 s^2}{\left(k\bar{x}\right)^2}$$

در اين رابطه N اندازه نمونه لازم، $S$ واريانس كميت اندازه‌گيري‌شده، $\bar{x}$ ميانگين كميت مورد بررسى، t تي استيودنت با درجه آزادي ( k, (n-1درصد اشتباه مطلق مطلوب موردنظر كه براى محاسبات (۰/۱) در نظر گرفته شده است (۱۱، ۱۴ ، ۱۷). در اين پژوهش به منظور تعيين كارايي نمونه‌گيري، زمان صرف‌شده براي تعداد نمونه مورد نياز (حاصل جمع زمان صرف شده براي كارهاي صحرايي و ستادي) محاسبه و هزينه‌ها، براساس هزينه تجهيزات (هزينه خريد وسايل و استهلاک آنها) و هزينه نيروي كار (كارشناس و كارگر) تعيين شد. همچنين براى بررسي صحت هر روش از رابطه‌هاي ۲،۳و۴ استفاده شد.

رابطه ۲ $$Ia = \frac{d\bar{x}_i \times 100}{\bar{x}}$$

رابطه ۳ $$d\bar{x}_i = \bar{x}_i - \bar{x}$$

رابطه ٤ $$Ac = 100 - Ia$$

كه در اين رابطه‌ها: $\bar{x}$ ميانگين بهره‌برداري روش شاهد، $\bar{x}_i$ ميانگين بهره‌برداري هر روش، $d\bar{x}_i$ اختلاف ميانگين بهره‌برداري هر روش نسبت به روش شاهد،[1] Ia ميزان بي‌دقتي، و [2] AC صحت هر روش است (۱۴، ۱۷).

روش **AHP** يا فرايند تحليل سلسله مراتبي براي تعيين درجه اهميت وزن هريك از روش‌ها

AHP يك روش تصميم‌گيري است كه به وسيله آن مي‌توان تصميم‌هايي را كه وابسته به معيارهاي (شاخص‌ها) مختلف يا تصميم‌هاي چندمعياره است ، اتخاذ كرد (۵). به كمک AHP براي تعيين روش مناسب ابتدا ساختار سلسله مراتب، براساس هدف، معيارها (شاخص‌ها) و گزينه‌هاي مطرح در تصميم‌گيري با هم مقايسه شده و درجة اهميت هر يك از آنها مشخص مي‌شود (شكل۲). كاربرد AHP بر سه اصل زير استوار است:

الف) بر پايي ساختار و قالب رده‌اي براي مسئله؛

ب) برقراري اولويت‌ها از طريق مقايسه‌هاي زوجي؛

ج) برقراري سازگاري منطقي از اندازه‌گيري‌ها (۱).

مكانيسم استفاده از اين روش به اين صورت است كه پس از طرح سلسله مراتب براي شاخص‌ها و گزينه‌هاي تاثيرگذار بر تعيين روش مناسب اندازه‌گيري ميزان بهره‌برداري، قدم بعدي، ارزيابي عناصر با ماتريس مقايسه زوجي است. سپس براي محاسبه درجه اهميت هر يک از شاخص‌ها و گزينه‌ها، ابتدا ميانگين هندسي، براي هر يک از سلول‌هاي ماتريس مقايسه زوجي محاسبه مي‌شود، كه فرمول آن عبارت است از:

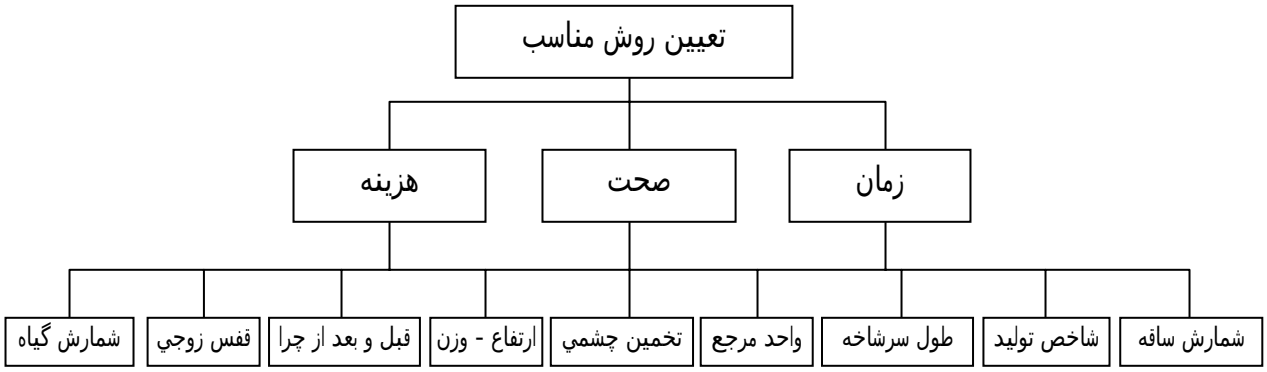
رابطه ۵ $$a_{12} = \left(a_{12}1 \times a_{12}2 \times \ldots \times a_{12}N\right)^{\frac{1}{N}}$$

قضاوت جمعي (۱۲).

---

۱- Inaccuracy

۲- Accuracy




شكل ١- سلسله مراتب شاخص‌ها و گزينه‌ها (روش‌ها) (٢)

پس از محاسبه ميانگين هندسي تمام سلول‌هاي ماتريس مقايسه زوجي، نرمال كردن نتايج، صورت گرفته و با تلفيق وزن‌هاي عناصر سطوح پايين با عناصر سطوح بالاي مربوط در سلسله مراتب، وزن شاخص و گزينه‌ها به‌دست مي‌آيد.

يک نكته حايز اهميت در مورد ماتريس‌هاي مقايسه زوجي، ميزان ناسازگاري[1] آن‌هاست كه مطابق نظر پروفسور ساعتي مبتكر روش AHP، براي اينكه قضاوت‌ها با ثبات باشند، ضرورت دارد ميزان سازگاري ماتريس‌ها كمتر يا مساوي ٠/١ باشد (٢٥). از اين‌رو درصورتي‌كه در بعضي از ماتريس‌ها مقايسه زوجي اين ميزان بيشتر از ٠/١ شود، لازم است كارشناس مربوط، قضاوت خود را تكرار كند تا ماتريس‌ها باثبات شوند، سپس ميانگين هندسي سلول‌هاي ماتريس‌هاي مقايسه محاسبه شود.

## نتايج

### درجه اهميت (وزن) شاخص‌هاي موثر در انتخاب روش مناسب

درجه اهميت (وزن) شاخص‌هاي موثر در انتخاب روش مناسب از نظر صحت، سرعت و هزينه به همراه ميانگين هندسي ماتريس‌هاي مقايسه زوجي حاصل از تصميم‌گيري گروهي، كه با استفاده از نرم‌افزار[2] EC 2000 محاسبه شده است، در اين بخش ارائه مي‌شود (شكل‌هاي ٣ تا ۶ و جداول ١ تا ٢). ميزان ناسازگاري كليه ماتريس‌هاي مقايسه زوجي كمتر از ٠/١ و ميزان ناسازگاري كل معادل ٠/٠٢ است، از اين‌رو مقايسه‌ها از ثبات خوبي برخوردارند.

همان‌طوركه در شكل ٣ مشاهده مي‌شود، از نظر درجه اهميت شاخص صحت، روش قطع و توزين بيشترين وزن را در بين ٩ روش به خود اختصاص مي‌دهد (٠/١۶٢)؛ بنابراين روش قطع و توزين، از نظر شاخص صحت بهترين روش و در اولويت اول قرار دارد، ضمن اينكه اولويت‌هاي دوم، سوم و چهارم نيز از لحاظ صحت به ترتيب مربوط به روش قبل و بعد از چرا، ارتفاع- وزن و تخمين چشمي‌است (٠/١۵٢، ٠/١٣٩، ٠/١٣۶). مقايسه نتايج حاصل از اندازه نمونه، ميانگين بهره‌برداری، اشتباه مطلق مطلوب و درجه اهميت(وزن) روش‌ها برای روش‌های مختلف با روش قفس‌های زوجی (شاهد) در جدول ١ آورده شده است نتايج حاصل از مقايسه صحت روش‌هاي به‌دست آمده از روش‌هاي قبل و بعد از چرا، ارتفاع- وزن و تخمين چشمي‌با روش قطع و توزين (شاهد) فاقد اختلاف معني‌دار است (آزمون دانكن، P<٠/٠۵)، اما بين صحت

١- Inconsistency Ratio

٢- Expert Choice

بـه‌دسـت آمـده از سـایر روش‌هـا بـا روش شـاهد اخـتلاف معني‌دار مشاهده شد (جدول ۱).

جدول۱- مقایسه نتایج حاصل از اندازه نمونه، میانگین بهره‌برداری، اشتباه مطلق مطلوب و درجه اهمیت (وزن) روش‌ها برای روش‌های مختلف با روش قفس‌های زوجی (شاهد)

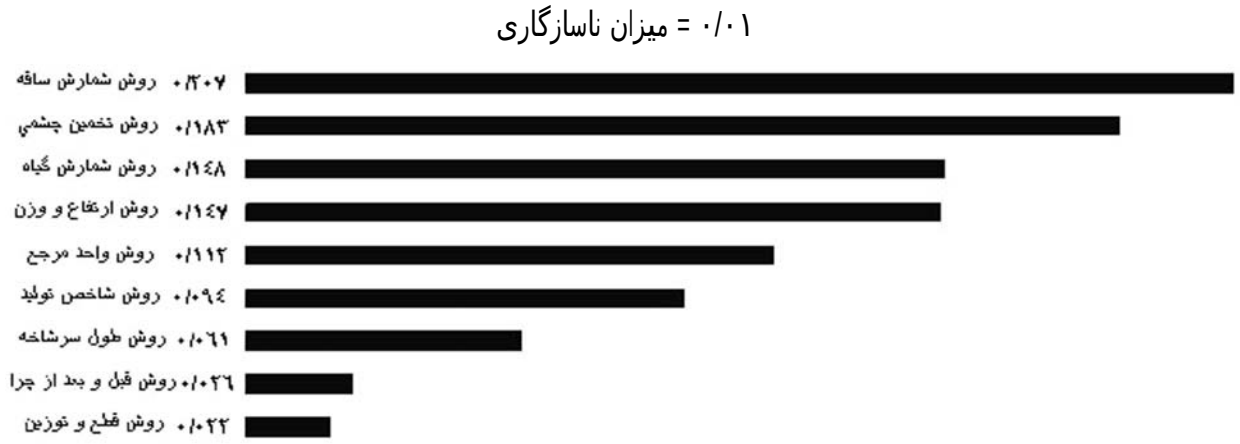
| روش | اندازه نمونه | میانگین بهره‌برداری | اشتباه مطلق مطلوب (درصد) | درجه اهمیت (وزن) |
|---|---|---|---|---|
| قطع و توزین | ٦٠ | ۵۶/۳ a | ---- | ۰/۱۶۲ |
| قبل و بعد از چرا | ۸۱ | ۵۵/۴ a | ۸/۳ | ۰/۱۵۲ |
| تخمین چشمي | ٦٨ | ۶۰ a | ۸/٦ | ۰/۱۳۹ |
| ارتفاع- وزن | ۸۱ | ۶۱/۹ a | ٤/٥ | ۰/۱۳۶ |
| شمارش ساقه | ۹٥ | ۴۳/۶ b | ١٦/٢ | ۰/۱۰۳ |
| واحد مرجع | ۱۱۰ | ۴۰/۴ bc | ۱۰/٥ | ۰/۰۸٥ |
| شاخص تولید | ۸٥ | ۳۳/۶ dc | ۱۸/٥ | ۰/۰۸۱ |
| شمارش گیاه | ۲۱ | ۳۰/۴ d | ۲۳/٤ | ۰/۰۷۷ |
| طول سرشاخه | ۲٦ | ۲۵/۳ d | ۲٥/۱ | ۰/۰۶۴ |

روش‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

۰/۰۲ = میزان ناسازگاری

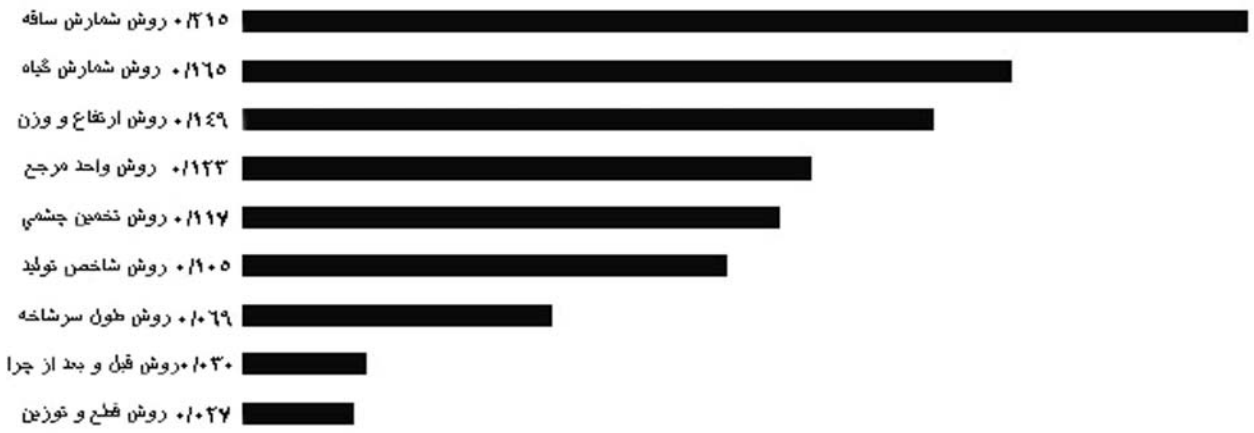

شکل ۲- نتیجه میانگین هندسي ماتریس مقایسه زوجي نسبت به شاخص صحت

شکل ۴ نشان مي‌هد کـه از نظـر درجـه اهمیـت شـاخص زمـان، روش شـمارش سـاقه بیشـترین وزن را بـه خـود اختصاص مي‌دهد (۰/۲۰۷)، بنـابراین روش شـمارش سـاقه سریع‌ترین روش براي تعیین میـزان بهـره‌بـرداري در گونـه مـورد بررسـی اسـت و بـه ترتیـب روش تخمـین چشـمي، شـمارش گیـاه و ارتفـاع- وزن بـه ترتیـب بـا وزن ۰/۱۸۳، ۰/۱۴۸، ۰/۱۴۷ در اولویـت‌هـاي بعـدي قـرار دارنـد و همان‌طورکـه مشـاهده مـي‌شـود، دو روش قطـع و تـوزین (قفس‌هاي زوجي) و قبل و بعد از چرا به ترتیب با ۰/۰۲۲ و ۰/۰۲۶ زمان برترین روش محسوب مي‌شوند.



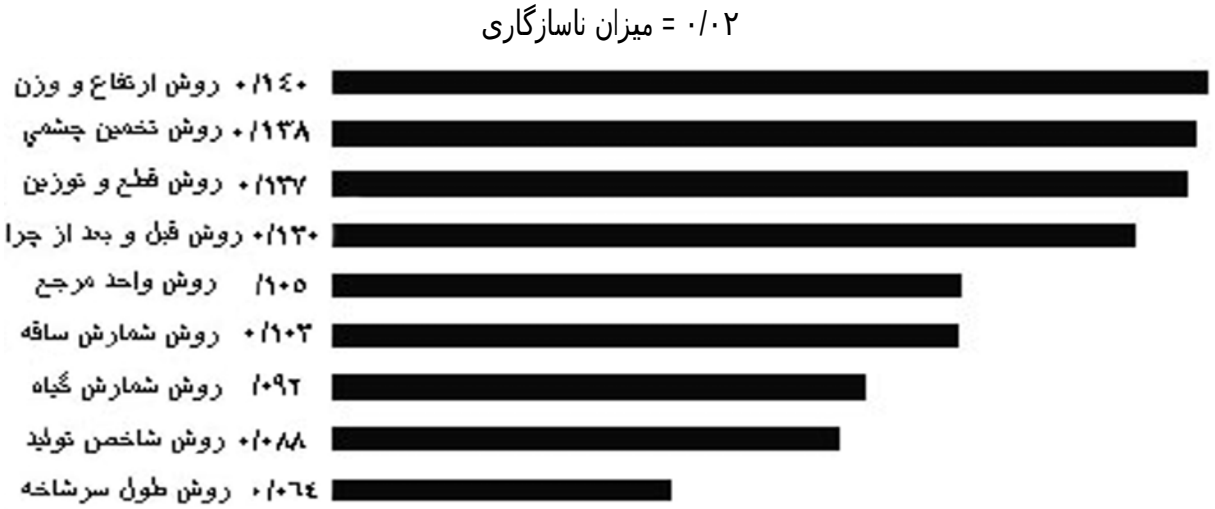

شکل ۳- نتیجه میانگین هندسي ماتریس مقایسه زوجي نسبت به شاخص زمان

توجه به شکل ۵ ،نشان مي‌دهد که از نظر درجه اهمیت شاخص هزینه، روش شمارش ساقه بیشترین وزن را به خود اختصاص مي‌دهد (۰/۲۱۵)، بنابراین روش شمارش ساقه از نظر شاخص هزینه، مناسب‌ترین روش است و روش شمارش گیاه و ارتفاع - وزن به ترتیب با وزن ۰/۱۶۵ و ۰/۱۴۹ در رده‌هاي بعدي و روش‌هاي قبل و بعد از چرا و قطع و توزین به ترتیب با وزن ۰/۰۳۰ و ۰/۰۲۷ در پایین‌ترین رده قرار دارند.




شکل ۴- نتیجه میانگین هندسي ماتریس مقایسه زوجي نسبت به شاخص هزینه

همان‌طورکه در شکل ۶ مشاهده مي‌شود، از نظر درجه اهمیت روش‌هاي مناسب تعیین میزان بهره‌برداري گونه *E.ceratoides* ، با در نظر گرفتن تلفیق اثرهای شاخص‌هاي موثر، روش ارتفاع- وزن، بیشترین وزن را در بین روش‌هاي مورد بررسی به خود اختصاص مي‌دهد (۰/۱۴۰)، بنابراین مقایسه همزمان نتایج حاصل از شاخص صحت، هزینه و زمان نشان مي‌دهد که روش ارتفاع- وزن مناسب‌ترین روش برآورد میزان بهره‌برداري در گونه *E. ceratoides* است و روش تخمین چشمي‌با وزن ۰/۱۳۸ در اولویت دوم قرار دارد.




شکل ۵- نتیجه نهایي وزن روش‌هاي مختلف در تعیین میزان بهره‌برداري از گونة ***E.ceratoides***

همچنین نتیجه نهایی مقایسه روش‌ها از نظر سه شاخص صحت، هزینه و زمان در سطوح مختلف، در جدول ۲ آورده شده است. توجه به جدول نشان می‌دهد که به لحاظ شاخص صحت، روش قطع و توزین (قفس‌های زوجی) با وزن (درجه اهمیت) ۰/۷۷۸، صحیح‌ترین روش در بین روش‌های مورد بررسی است و روش‌های قبل و بعد از چرا و ارتفاع- وزن نیز به ترتیب با درجه اهمیت ۰/۷۳۰ و ۰/۶۶۳ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. از نظر شاخص هزینه و زمان روش شمارش ساقه با درجه اهمیت ۰/۱۱۱ از بیشترین رتبه در بین روش‌های مورد بررسی برخوردار بود.

## بحث

پس از تحقیقات انجام‌شده در زمینه روش مناسب برآورد میزان بهره‌برداري در گونه *E.ceratoides*، ۹ روش شناسایي و پس از مقایسه اهمیت این روش‌ها نسبت به یکدیگر، درجه اهمیت (وزن) روش‌ها تعیین شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در مقایسه کلي مجموعه معیارها (صحت، هزینه و زمان مورد نیاز)، روش ارتفاع- وزن مناسب‌ترین روش تعیین میزان بهره‌برداري در گونة *E.ceratoides* است. هورماي (۱۹۴۳) روش ارتفاع- وزن را براي برآورد میزان بهره‌برداري از گیاه *Bitter brush* به کار برد و بیان داشت که این روش از صحت زیادي

برخوردار است و سرعت و هزينه آن نسبت به روش‌هاي ديگر مناسب‌تر است (۱۹). کوک و استوبنديک (۱۹۸۶) و پيچانس و پيك فورد (۱۹۳۷)، صحت روش ارتفاع- وزن را با روش قفس‌هاي زوجي، تخمين چشمي‌و شمارش ساقه مقايسه کردند و بيان داشتند که صحت به‌دست آمده از روش ارتفاع- وزن و تخمين چشمي‌فاقد اختلاف معني‌دار با روش قفس‌هاي زوجي (به عنوان شاهد) است (۱۷ ، ۲۵). نتايج اين تحقيقات با نتيجه به‌دست آمده از اين تحقيق مطابقت دارد. همچنين نتايج اين پژوهش نشان داد که روش ارتفاع- وزن برای تعيين ميزان بهره‌برداری روشی سريع و آسان ، زيرا در اين روش پس از تعيين رابطه ارتفاع و وزن برای هر گونه، ديگر نيازی به قطع و توزين نيست و بعد از پايان فصل چرا با اندازه‌گيری ارتفاع بوته‌ها(پايه‌ها) در منطقه چراشده و چرانشده و قرار دادن اين ارتفاع‌های اندازه‌گيری‌شده در رابطه ارتفاع- وزن به‌دست آمده در قسمت چراشده و چرانشده، به ترتيب وزن علوفه باقيمانده و وزن کل علوفه محاسبه می‌شود، يا اينکه می‌توان برای هر سال مطالعه، رابطه ارتفاع و وزن را مشخص کرد. نتايج اين تحقيق مؤيد اين مطلب است، البته بسته به شرايط محيطی و مديريتی ممکن است رابطه به‌دست آمده متفاوت باشد، بنابراين با داشتن يک دوره آمار درازمدت از منطقه و در شرايط محيطی و مديريتی مختلف، می‌توان به رابطه مناسبی برای ارزيابی ميزان بهره‌برداری در منطقه دست يافت. نتايج نشان مي‌دهد روش قطع و توزين (قفس‌هاي زوجي) از نظر شاخص صحت، برتري چشمگيري نسبت به ديگر روش‌ها دارد و صحيح ترين روش براي برآورد ميزان بهره‌برداري در گونه مورد بررسی است، بنابراين مبناي ارزيابي صحت روش‌ها قرار گرفت، ولي اين روش زمان‌بر و پرهزينه است. در روش قطع و توزين، به‌دليل مشكل بودن قفس‌گذاري و تشخيص و جداسازي، رويش سالانه زمان‌بر و سرعت آن کم است، به‌همين دليل هزينه انجام اين روش زياد است که نتيجه به‌دست آمده در اين تحقيق با نتايج تحقيقات هدي (۱۹۷۵) که اظهار داشت در روش قفس‌هاي زوجي به‌دليل مشكل بودن جداسازي رويش سالانه براي گياهان بوته‌اي، زمان‌بر و پرهزينه است، مطابقت دارد (۱۸).

در روش قبل و بعد از چرا نيز همانند روش قطع و توزين، به‌دليل اينکه جداسازي رويش سالانه براي گونه مورد بررسی زمان‌بر و پرهزينه است، ولي از آنجا که در اين روش نياز به قفس‌گذاري نيست، زمان و هزينه صرف‌شده در اين روش نسبت به روش قفس‌هاي زوجي سريع تر و کم هزينه‌تر است و مقايسه ميانگين بهره‌برداري به‌دست آمده از اين روش با روش قفس‌هاي زوجي (شاهد) فاقد اختلاف معني‌دار است. نلسون (۱۹۳۰) و پيچانس و پيك فورد(۱۹۳۷) بيان داشتند که روش قبل و بعد از چرا، روشي ساده و در عين حال خطاي شخصي در آن کم، و اگر رويش مجدد عامل مهمي‌نباشد، به دليل اينکه زمان و هزينه اجراي اين روش نسبت به روش قطع و توزين (قفس‌هاي زوجي) کمتر است، بنابراين مي‌تواند مبناي ارزيابي ميزان بهره‌برداري قرارگيرد (۲۴ ، ۲۵). نتايج نشان مي‌دهد که در روش شمارش ساقه، به دليل اينکه ميزان بهره‌برداري تنها از شمارش تعداد ساقه‌هاي چراشده و چرانشده محاسبه مي‌شود و نيازي به پلات‌گذاری و قطع و توزين نبوده و روشي سريع و کم هزينة است و مقايسه صحت به‌دست آمده از اين روش با صحت روش شاهد نشان داد که اين روش فاقد صحت لازم است، زيرا در اين روش شدت چرا (ميزان چرا) از گونه در نظر گرفته نمی‌شود و فقط چرا شدن يا نشدن گونه در نظر گرفته می‌شود. چه بسا ممکن است پايه‌ای (بوته‌ای) به‌طور کامل چرا شود، درصورتی‌که پايه (بوته‌ای) ديگر فقط سرچر شود و اين مسئله موجب اختلاف در برآورد ميزان بهره برداری

می‌شود. استودارت (۱۹۳۵) بیان داشت از آنجا کـه در ایـن روش درصد بهـره‌بـرداري فقـط از طریـق شـمارش تعـداد ساقه‌هاي چراشده و چرانشده محاسـبه مـي‌شـود، بنـابراین هزینه اجراي آن کم و روش سریع اسـت (۲۸). پیچـانس و پیک فورد (۱۹۳۷) روش شمارش ساقه را با سـایر روش‌هـا مقایسه کردند و دریافتند که نتایج بـه‌دسـت آمـده از ایـن روش اختلاف معني‌داری با روش قطع و تـوزین (بـه‌عنـوان شاهد)(۲۵). نتایج این تحقیقات با نتایج به‌دسـت آمـده در این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج همچنین نشان مي‌دهد کـه روش تخمـین چشـمي، روش سریع و کـم‌هزینـه‌اي بـوده و از صـحت قابـل قبـولي برخوردار است. بونهام (۱۹۸۹) بیان داشت که روش تخمین چشمي، روش کارامد و مناسبي است و صحت آن به توانایي تخمین زدن کارشناس بستگي دارد (۱۴). پیچانس و پیـک فورد (۱۹۳۷) اظهار داشتند که روش تخمین چشمي، روش سریع و اجراي آن آسـان اسـت و در زمـان کمـي‌اطلاعـات زیادي براي تجزیه و تحلیل آماري فراهم مي‌کند، از این رو براي تعیین میزان بهره‌برداري عرصه‌ها و گونه‌هاي مختلـف مناسب است (۲۵). علت اختلاف نتـایج بـه‌دسـت آمـده در روش تخمین چشمی با نتـایج تحقیقـات پیچـانس و پیـک فورد این است که پیچانس و پیک فورد (۱۹۳۷) ایـن روش را از نظر دو معیار هزینه و زمان با روش قطع و تـوزین (بـه عنوان شاهد) مقایسه کردند. همچنـین در تحقیقـات خـود تنها به مقایسه موردی هر یک از معیارها بـه‌طـور جداگانـه پرداختند و اثر تلفیقی معیارها را در انتخـاب و مقایسـه در نظر نگرفتند. از موارد دیگری که موجب ایجـاد اخـتلاف در نتایج به‌دست آمده در این تحقق می‌شـود، ایـن اسـت کـه روش تخمـین چشـمی بـه تجربـه و روحیـه کارشـناس در برآورد میزان بهره‌برداری بستگی دارد و این مسـئله ممکـن اسـت سـبب ایجـاد اشـکال و اعمـال سـلیقه شخصـی در برآوردها می‌شود، بنابراین به‌منظور داشتن بـرآورد صـحیح، باید در ابتدای شروع برآورد میزان بهره‌بـرداری، کارشـناس خود را کالیبره سازد.

روش واحد مرجع فاقـد صـحت لازم اسـت، زیـرا در ایـن روش اولاً واحد انتخاب‌شده به عنوان واحـد مرجـع ذهنـي است، ثانیاً واحد انتخاب‌شده ممکن اسـت توسـط دام چـرا نشود که این مسئله سبب ایجاد خطـا مـي‌شـود، ولـي ایـن روش از نظر سرعت و هزینه روش مناسبي براي گونـه‌هـاي بوته‌اي است، زیرا در این روش نیازي به تعیین اندازه پـلات نیست. نیل و دیگو (۱۹۸۶) روش واحد مرجع و قفس‌هـاي زوجـي را بـراي بـرآورد میـزان بهـره‌بـرداري گونـه *E. ceratoides* به‌کار بردند و دریافتند که درصد بهره‌برداري به‌دسـت آمـده از ایـن دو روش داراي اخـتلاف معنـي‌داری است، بنابراین نتیجه گرفتند که دقت و صحت روش واحـد مرجع، قابل اعتماد نیست (۲۳) که بـا نتـایج ایـن تحقیـق مطابقت دارد.

برون (۱۹۵۴) روش شاخص تولید را برای تعیـین درصـد بهره‌برداري گیاهان خشبي ابداع کرد و بیان داشت که ایـن روش فاقـد صـحت لازم اسـت (۱۵). هورمـاي (۱۹۴۳) میـانگین بهـره‌بـرداري روش شـاخص تولیـد را بـا روش قفس‌هاي زوجي (شاهد) مقایسه کرد و اظهار داشت که این روش سریع است، ولي فاقد صحت لازم اسـت (۱۹). نتـایج این تحقیق با تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نیز مطابقت دارد. علت عدم صحت این روش این است که در ایـن روش برای تعیین میزان بهره برداری از هر پایه، ابتدا سـطح تـاج پوشش برآورد و معدل طول ترکه‌های چرانشده اندازه‌گیری می‌شود و از حاصل‌ضرب دو کمیت بررسـی شـده، شـاخص تولید برای پایه محاسـبه مـی شـود. سـپس درصـد علوفـه برداشـت‌شـده از هـر پایـه تخمـین زده مـی‌شـود و از حاصـل‌ضـرب ایـن مقـدار در شـاخص تولیـد، شـاخص

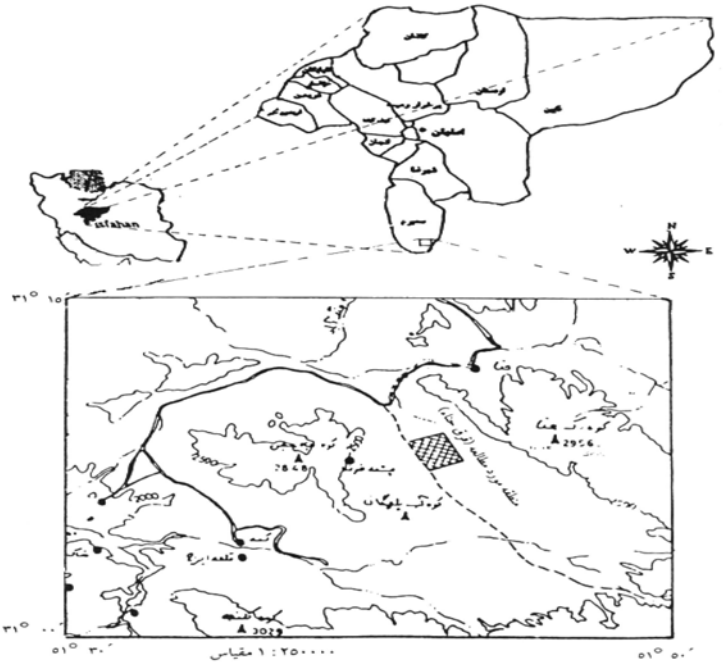
بهره‌برداری برای هر پایه به‌دست می‌آید . در نهایت از تقسیم شاخص بهره‌برداری به شاخص تولید برای هر پایه، درصد بهره‌برداری پایه‌ها محاسبه و از معدل‌گیری اعداد به‌دست آمده، متوسط درصد بهره‌برداری برآورد می‌شود. در تعیین شاخص تولید برای هر پایه، ممکن است کارشناس دربرآورد سطح تاج پوشش و همچنین در اندازه‌گیری معدل طول ترکه‌های چرانشده دچار اشتباه شود. بنابراین، شاخص تولید برای هر پایه به‌درستی برآورد نشود. از طرف دیگر، در تعیین شاخص بهره‌برداری، مقدار علوفه برداشت‌شده از هر پایه (بوته) به روش تخمین چشمی برآورد می‌شود، پس بسته به تجربه و روحیه کارشناس و اعمال سلیقه‌های شخصی میزان برآوردها متفاوت خواهد بود و این مسئله موجب بروز اشکال در برآوردها و محاسبه شاخص بهره برداری می شود.

اسپرینگ فیلد و پیترسون (۱۹۶۴) روش شمارش گیاه را براي تعيين ميزان بهره‌برداري در منطقه‌اي كه صددرصد از گراس‌ها چرا شده بودند، به‌كار بردند و تخمين بهره‌برداري به‌وسيله اين روش فقط ۳۵ درصد بود و خيلي كمتر از ميزان بهره‌برداري برآورد شده به‌وسيله روش قفس‌هاي زوجي (شاهد) بود (۲۷). كلينگ من و ميلز (۱۹۴۳) اظهار داشتند كه اين روش براي برآورد ميزان بهره‌برداري روش قابل اعتمادي نيست، ولي روش سريع و كم‌هزينه‌اي است (۲۱). در روش شمارش گياه به‌دليل اينكه فقط درصد گياهان چراشده و چرانشده در نظر گرفته مي‌شود و ميزان چرا در نظر گرفته نمي‌شود، بنابراين اين روش نمي‌تواند روش قابل اعتمادی براي برآورد ميزان بهره‌برداري باشد ولي از آنجا كه در اين روش نياز به پلات و قطع و توزين نيست، بنابراين روش سريع و كم‌هزينه‌اي است و فقط براي نشان دادن بهره برداري نسبي مناسب است كه نتايج اين تحقيق هم موید این مطلب است.

به‌طور کلی سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش براي گونه مورد بررسی، روش شمارش ساقه است. روش‌هاي داراي صحت لازم براي گونه مورد بررسی شامل روش ارتفاع- وزن، تخمين چشمي(نمونه‌گيري مضاعف)، قبل و بعد از چرا و قطع و توزين است، و از آنجا كه روش قفس‌هاي زوجي(قطع و توزين) و قبل و بعد از چرا زمان‌بر و پر هزينه‌اند، بنابراين در بين ساير روش‌هاي فاقد اختلاف معني‌دار با روش قفس‌هاي زوجي(شاهد) مقايسه هزينه، سرعت و زمان انجام گرفت و در نهايت از مقايسه همزمان نتايج حاصل از مقايسه ميانگين صحت، هزينه و زمان روش‌هاي مختلف، روش ارتفاع- وزن به عنوان مناسب‌ترين روش براي گونه مورد بررسی انتخاب و معرفي شد. ولی به دلیل فشار زیاد چرا و چرای زودرس، از بین رفتن مراتع میان‌بند، مشاع بودن مراتع و ... که موجب تخریب مراتع کشورمان شده است، روش‌های مورد بررسی باید برای گونه‌های مهم مرتعی، در شرایط محیطی و مدیریتی متفاوت و با در نظر گرفتن معیارهای مختلف ارزیابی شوند.

جدول ۲- نتیجه نهایي وزن شاخص‌ها و روش‌ها در سطوح مختلف

| سطح ۳ | سطح ۲ | سطح ۱ |
|---|---|---|
| | | صحت= ۰/۷۷۸ |
| | قطع و توزین= ۰/۷۷۸ | |
| | قبل و بعد از چرا= ۰/۷۳۰ | |
| | ارتفاع- وزن= ۰/٦٦۳ | |
| | تخمین چشمی= ۰/٦٥۰ | |
| | واحد مرجع= ۰/٤۹۲ | |
| | شاخص تولید= ۰/٤۰۹ | |
| | شمارش ساقه= ۰/۳۸۹ | |
| | شمارش گیاه= ۰/۳۷۰ | |
| | طول سرشاخه= ۰/۳۰۸ | |
| | | هزینه= ۰/۱۱۱ |
| | شمارش ساقه= ۰/۱۱۱ | |
| | شمارش گیاه= ۰/۰۸٦ | |
| | ارتفاع- وزن= ۰/۰۷۷ | |
| | واحد مرجع= ۰/۰٦٤ | |
| | تخمین چشمی= ۰/۰٦۰ | |
| | شاخص تولید= ۰/۰٥٥ | |
| | طول سرشاخه= ۰/۰۳٦ | |
| | قبل و بعد از چرا= ۰/۰۱٥ | |
| | قطع و توزین= ۰/۰۱٤ | |
| | | زمان= ۰/۱۱۱ |
| | شمارش ساقه= ۰/۱۱۱ | |
| | تخمین چشمی= ۰/۰۹۸ | |
| | شمارش گیاه= ۰/۰۷۹ | |
| | ارتفاع- وزن= ۰/۰۷۸ | |
| | واحد مرجع= ۰/۰٦۰ | |
| | شاخص تولید= ۰/۰٥۱ | |
| | طول سرشاخه= ۰/۰۳۳ | |
| | قبل و بعد از چرا= ۰/۰۱٤ | |
| | قطع و توزین= ۰/۰۱۲ | |



شکل ۶- موقعیت جغرافیایی منطقه موردبررسی

## منابع


۱- اصغر پور، محمد جواد، ۱۳۷۷. تصمیم‌گیري چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، ص۳۹۸.

۲- امیری، فاضل، ۱۳۸۲. مقایسه روش‌های برآورد میزان بهره‌برداری در گونه *E.ceratoides*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳- ترابی، نوشین، ۱۳۸۴. برنامه‌ریزی توسعه گردشگری منطقة حفاظت‌شده اشترانکوه به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از GIS و RS. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

۴- توفیق، فیروز، ۱۳۷۲. ارزشیابي چند معیاري در طرح ریزي کالبدي، آبادي، سال سوم، شماره یازدهم، ص۴۳- ۴۰.

۵- دارابي، هوشنگ، ۱۳۷۲. تصمیم‌گیري به کمك AHP، مجلة مهندسي صنایع، سال اول شماره ۳، ص ۱۵-۲٤.

۶- سازمان جهاد سازندگي استان اصفهان، ١٣٦٨. گزارش وضعیت تغییرات پوشش گیاهي در ایستگاه تحقیقات و تکثیر بذر حناء.

۷- سعادت فر، امیر، ١٣٨٤. مقایسة روش‌های برآورد تراکم در گونة قیچ در منطقة بردسیر- سیرجان، پایان نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۸- فیض‌نیا، سادات، ۱۳۸۲. بررسی فاکتورهای مؤثر بر زمین لغزش، مجلة منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵، شماره ۱، ص ۳- ۲۰.

۹- عزیزی، مجید و امیری سعید، ۱۳۸۱. تعیین شاخص‌های موثر در انتخاب محل استقرار واحدهای تخته چندلا و روکش با استفاده از روش AHP. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵، شمارة ۴، ص۵۴۳- ۵۵۷.

۱۰- کریمي، محمد، ۱۳۷۱. گزارش آب و هواي استان اصفهان، سازمان برنامه و بودجه.

١١- مصداقي، منصور، ١٣٧٧. مرتع‌داري در ايران. چاپ سوم با تجديد نظر كلي و اضافات، انتشارات آستان قدس، ص ٨٩.
١٢- معمارياني، عزيزا... و آذر عادل، ١٣٧۴. AHP تكنيكي نوين براي تصميم‌گيري گروهي، دانش مديريت، شماره ٢٢، ص‌ص ٢٨ -٣٢.
١٣- مقيمی، جواد، ١٣٨۴. معرفی برخی گونه‌های مهم مرتعی مناسب برای توسعه و اصلاح مراتع ايران، انتشارات آرون، ص ٢٧۶.

14- Bonham. D.,1989 Measurements for terrestrial vegetation, John Wiley and Sons, Inc., New York.
15- Brown D.,1954 .Methods of surveying and measuring vegetation bulletin 42, Common Wealth Bureau of pastures and field crops. Hurley, Berkshire. 223-224 pp.
16- Cassady, J.T.,1941.A method of determining range forage utilization by sheep. J.Forest. Vol. 39 (8): 667 - 671.
17- Cook, C.W. and Stubbendieek, W.,1986. Range Research: Basic problems and Techniques Published by Society for Range Manage. U.S.A.
18- Heady, H.F.,1975. Range Manage. Me .Graw - Hill. New York.
19- Hormay, A.L.,1943. A method of estimating grazing use of bitter brush. Research Note35. USDA Forest Service.California.Forest and range experiment station4.
20- Hurd, R.M., and Kissinger, N.A.1953. Estimating utilization of Idaho Fescue
Festuca idahocnsis on cattle range by percent of plants grazed. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Vol. 12.1 – 5 pp.
21 - Klingman, D.S and Miles, R.1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. Jour. Am. Soc. Agrou. Vol. 35. No.9. 739 - 746 pp.
22- Lommason, T., and Crandler, J.1938. Grass volume tables for determining range utilization. Science. Vol.87. No.22. 44 - 63 pp.
23- Neil, and Diego .1986. Reference united method for shrub plants. J. Range Manage.,Vol.32. No,2.
24- Nelson, E.W.1930. Methods of studying shrub by plants in relation to grazing. Vol. 11.764 - 769 pp.
25- Pichanec, J.F. and Pickford., G.D.,1937. A comparison of some methods used in determining percentage utilization of range grasses. J.Agr. Res. Vol. 54. 753-765 pp.
26- Saaty, T.L., 2000. Decision making for leaders, RWS Publications, Pittsburgh, PA,322PP.
27- Springfield, H.W., and Peterson., G.,1964. Use of the Grazed plant method for estimating utilization of some range grasses in New Mexico. USDA Forest service. Rocky Mountain forest and range experiment station research . Note.22.
28- Stoddart, L.A.1935. Range capacity determination Ecology. Vol, 16. No, 3. 531 -533 pp.
29- Vallentine, J.F. 1989. Range Development and Improvements, 3nd Edition.
30- Yang, line, and Gu.Changfa.2003.The method of AHP for choosing the best plan of forest-region highway Route.J.Northeast Forestry University.Vol 31(1).pp: 51-52.
31- Yue, Dong Xia, li. Wenlong, and Li Zizhen.2004.Analysis of AHP strategic decision for grazing management system and ecological restoration in alpine wetland of Gannan. Acta-Boreali-Occidentalia-Sinica. Vol 24 (2). pp: 248-253.

# Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) in Prioritizing Methods of Utilization Measurement in *Eurotia ceratoides*

**F. Amiri[*1], M. Bassiri[2] and M.R. Chaichi[3]**
[1] Scientific Member of Islamic Azad University, Busheher Branch, I. R. Iran
[2] Assistant Prof, of Natural Resources, University of Technology Isfahan, I. R. Iran
[3] Associate Prof, Faculty of Agriculture, University of Tehran, I. R. Iran
(Received 8 June 2005, Accepted 11 June 2007)

## Abstract

The selection of appropriate methods of utilization assessment is of great importance for evaluation of grazing management. To compare accuracy, expenses and time requirement of some utilization measurement methods for Eurotia ceratoides, an investigation was conducted in Hanna range Semirom, Isfahan. In this study, paired cages (for control) before and after grazing, height-weight measurement, ocular estimate, reference unit, plant count, stem count, production index and twig length measurement methods were used. All methods were compared by using paired cages (control test) based on Duncan multiple regression test. Analytical Hierarchy Process (AHP) was also employed to rank the methods in terms of accuracy, expenses and time requirement. Comparing methods showed that the stem count method is the most rapid and least expensive method with 0.207 and 0.215 priority rates, respectively, for time and expenses appeared to be the most proper method. However, comparing all criteria (accuracy, cost and time) concerning the methods shows that the height-weight method with the priority rate of 0.14 is the most suitable method for utilization assessment in *E. ceratoides*.

**Key words:** Utilization assessment, Priority rate, Analytical Hierarchy Process, Accuracy and Eurotia ceratoides

* Corresponding author: Tel: 0913-1102025 , Fax: E-mail: amiri_fazel@yahoo.com